

ISSN 1300-8943

BAHÇE

YALOVA ATATÜRK BAHÇE KÜLTÜRLERİ MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ



JOURNAL OF ATATÜRK CENTRAL HORTICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

CİLT
VOLUME **49**

YIL
YEAR **2020**

SAYI
NUMBER **2**

Yayınlayan Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
Published by Atatürk Central Horticultural Research Institute, Yalova, TÜRKİYE

TAGEM JOURNALS

BAHÇE

YALOVA ATATÜRK BAHÇE KÜLTÜRLERİ MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ



JOURNAL OF ATATÜRK CENTRAL HORTICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

CİLT
VOLUME **49**

YIL
YEAR **2020**

SAYI
NUMBER **2**

T.C.
Tarım ve Orman Bakanlığı
Yalova Atatürk Bahçe Kùltürleri
Merkez Araştırma Enstitüsü adına
Sahibi (Owner)
Dr. Yılmaz BOZ (Müdür-Director)

Baş Editör (Editor in Chief)
Dr. Filiz PEZİKOĞLU

Yardımcı Editör (Assistant Editor)
Dr. Emre BİLEN

Yayın Kurulu (Editorial Board)
Dr. Mehmet Emin AKÇAY
Doç. Dr. Arif ATAK
Dr. Yasin ÖZDEMİR
Dr. İbrahim SÖNMEZ
Gürsel ÇETİN

Danışma Kurulu (Advisory Board)
Prof. Dr. Ruhsar YANMAZ Ankara Üniversitesi, Ankara
Prof. Dr. Kenan KAYNAŞ Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale
Prof. Dr. Ümrhan ERTÜRK Uludağ Üniversitesi, Bursa
Doç. Dr. Murat AKKURT Ankara Üniversitesi, Ankara
Doç. Dr. Özlem KARAHAN UYSAL Ege Üniversitesi, İzmir

İdare Yeri (Issued by)
Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma
Enstitüsü Müdürlüğü, Yalova/TÜRKİYE
Tel: 0 226 814 25 20-21
Fax: 0 226 814 11 46
e-posta: yalova.arastirma@tarimorman.gov.tr
http://arastirma.tarimorman.gov.tr/yalovabahce

Baskı / Press Date
3 Aralık / 3 December 2020

Derginin Bu Sayısında Hakemlik Yapanlar
Scientific Board for This Issue
(İsimler unvanlarına göre alfabetik sıra ile yazılmıştır)

Prof. Dr. Ceyhan TARAKÇIOĞLU
Ordu Üniversitesi, Ordu
Prof. Dr. Hatice DUMANOĞLU
Ankara Üniversitesi, Ankara
Prof. Dr. İsmail Alper SUSURLUK
Uludağ Üniversitesi, Bursa
Prof. Dr. Nevzat KONAR
Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir
Prof. Dr. Serap SOYERGİN
Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale
Prof. Dr. Serra HEPAKSOY
Ege Üniversitesi, İzmir
Prof. Dr. Şeküre Şebnem ELLİALTIOĞLU
Ankara Üniversitesi, Ankara
Doç. Dr. Adem ÖZARSLANDAN
Mersin Üniversitesi, Mersin
Doç. Dr. Dilşat BOZDOĞAN KONUŞKAN
Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay
Doç. Dr. Ünal KARİK
Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, İzmir
Dr. Öğr. Ü. Sezgin SANCAKTAROĞLU
Iğdır Üniversitesi, Iğdır
Dr. Banu AKGÜN
Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü, Bursa
Dr. Erdiç UYSAL
Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova
Dr. Mürşide YAĞCI
Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara
Dr. Zekiye GÖKSEL
Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova

BAHÇE

ISSN : 1300-8943



YIL : 2020 CİLT: 49 SAYI : 2
YEAR : 2020 VOL: 49 NO : 2

ATATÜRK BAHÇE KùLTÜRLERİ MERKEZ ARAşTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

Mart ve Kasım aylarında olmak üzere yılda iki sayı yayınlanır.

Hakemli bilimsel bir dergidir.

ULAKBİM Yaşam Bilimleri Veri Tabanında dizinlenmektedir.

CAB International, Horticultural Science'a kayıtlıdır.

Dergi içeriği herhangi bir yöntemle yayın kurulundan yazılı izin alınmadan yeniden çoğaltılamaz.

Dergideki makalelerdeki bilgi ve görüşler kaynak gösterilerek kullanılabilir.

Dergiye gönderilen yazılar yayınlansın ya da yayınlanmasın iade edilmez.

Yazıların her türlü sorumluluğu yazarlarına aittir.

Yazarlara telif hakkı ödenmez.

Dizgi ve Baskı

Bu bilimsel dergi Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü tarafından yılda iki kez basılmakta ve yayınlanmaktadır.



JOURNAL OF ATATÜRK CENTRAL HORTICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

BAHÇE is peer-reviewed journal and published twice a year in March and November.

It is indexed in CAB International and ULAKBİM.

No Material published in the journal may be reproduced in any form, without the prior written permission of the editorial board.

Information and views published in the journal may be used only with proper referencing.

The Material manuscript, so far as the author knows is under his responsibility and should not infringe upon other published material protected by copyright.

No financial Grant for copyright is payable to the contributor.

Press

Atatürk Central Horticultural Research Institute
Yalova/TURKEY

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

SAYFA / PAGE

MAKALELER / FULL ARTICLES

- Tokat (Türkiye) İli Sebze (Domates, Hıyar, Biber ve Patlıcan) Ekiliş Alanlarında Tylenchida (Nematoda) Takımına Bağlı Bitki Paraziti Nematod Türlerinin Belirlenmesi
Determination of Plant Parasitic Species of Tylenchida (Nematoda) In Vegetable (Tomato, Cucumber, Pepper and Eggplant) Cultivation Areas in Tokat of Turkey
İlker KEPENEKÇİ, Ayşe YEŞİLAYER, Turgut ATAY, Necdettin SAĞLAM, Aydın PEÇEN _____ **59**
- Farklı Hasat Zamanlarının Bergamot (*Citrus bergamia* Risso et Poiteau) Kabuk Uçucu Yağının Bazı Kalite Parametrelerine Etkisi
Harvest Times Effect on Some Quality Parameters of Bergamot (Citrus bergamia Risso et Poiteau) Peel Essential Oil
Muharrem GÖLÜKCÜ, Haluk TOKGÖZ, Demet YILDIZ TURGUT _____ **67**
- Deveci Armudunda Meyve Mineral Madde İçeriklerinin Öz Sulanması Sorunu ile İlişkileri
The Relationship Between the Mineral Content of Fruit and the Watercore Problem in Deveci Pear
Erdinç UYSAL, Mehmet Emin AKÇAY _____ **75**
- The Effect of Different Processing Techniques in Production of Fig and Date Molasses (Pekmez)
İncir ve Hurma Pekmezi Üretiminde Farklı İşleme Tekniklerinin Verimliliğe Etkisi
Mehmet BEYKAYA, Nevzat ARTIK _____ **83**
- DERLEMELER / REVIEWS**
- Doğadan Gelen Mucize: Zencefil (*Zingiber officinale*)
The Miracle from the Nature: Ginger (Zingiber officinale)
Fatma UYSAL BAYAR _____ **99**
- Turunçgil Islahı: Embriyo Kültürü Çalışmaları
Citrus Breeding: Embryo Culture Studies
Şenay KURT, Fatma KOYUNCU _____ **111**
- Neden Bor? Borun Çevre ile İnsan, Hayvan ve Bitki Sağlığı Açısından Önemi
Why Boron? Importance of Boron for Environment, Human, Plant and Animal Health
Aişe DELİBORAN _____ **127**

TOKAT (TÜRKİYE) İLİ SEBZE (DOMATES, HIYAR, BİBER VE PATLICAN) EKİLİŞ ALANLARINDA TYLENCHIDA (NEMATODA) TAKIMINA BAĞLI BİTKİ PARAZİTİ NEMATOD TÜRLERİNİN BELİRLENMESİ¹

İlker KEPENEKÇİ^{2*}, Ayşe YEŞİLAYER³, Turgut ATAY⁴, Necdettin SAĞLAM⁵, Aydın PEÇEN⁶

²Prof. Dr., Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bl., Tokat; ORCID: 000-0002-8734-3422

³Dr. Öğr. Üyesi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bl., Tokat; ORCID:0000-0002-6654-5834

⁴Doç. Dr., Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bl., Tokat; ORCID: 0000-0002-9074-0816

⁵Prof. Dr., Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bl., Tokat; ORCID: 0000-0002-1414-1141

⁶Dr., Diyarbakır Ziraat Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Diyarbakır; ORCID: 0000-0001-6072-6581

Geliş Tarihi / Received: 05.12.2018

Kabul Tarihi / Accepted: 27.11.2020

ÖZ

Bitki paraziti nematodlar (Tylenchida: Nematoda) (BPN) sebze ve meyve yetiştirilen alanlarda ekonomik düzeyde ürün kayıplarına neden olabilen zararlı gruplarından biridir. Bu çalışmada Tokat (Türkiye) ilinde (Almus, Erbaa, Niksar, Pazar, Reşadiye, Turhal ve Yeşilyurt ilçeleri) domates (*Lycopersicon esculentum* Mill.), hıyar (*Cucumis sativus* L.), biber (*Capsicum annuum* L.) ve patlıcan (*Solanum melongena* L.) yetiştirilen sebze alanlardaki *Tylenchida* (Nematoda) takımına ait BPN'ler faunistik ve taksonomik olarak incelenmiştir. 2015 yılında nematod türlerinin erginlerinin yoğun olduğu yaz ayları boyunca 39 bahçeden toprak ve kök örnekleri alınmış, alınan bu örneklerden nematodlar ekstrakte edilmiş, preparatları yapılmış ve *Tylenchida* takımına ait nematodların teşhisleri yapılmıştır. Köklerdeki nematodların elde edilmesinde inkübasyon metodu kullanılmıştır. Nematodlar teşhis için fiksasyona tabi tutulmuştur. Preparatlar halka yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda, *Tylenchida* (Nematoda) takımına bağlı 17 cinse ait 23 tür ortaya konmuştur. Çalışmada *Tylenchida* takımına ait en yaygın olarak bulunan bitki paraziti türler; domateste *Merlinius brevidens*, *Pratylenchus penetrans* ve *Helicotylenchus pseudorobustus* (Almus, Erbaa, Niksar, Pazar, Turhal ve Reşadiye); hıyarda *P. thornei* ve *H. dihystra* (Erbaa, Niksar, Pazar ve Reşadiye), biberde *Boleodorus thylactus* (Yeşilyurt, Niksar, Pazar ve Reşadiye) ve patlıcanda *P. thornei* (Pazar)'dir. Elde edilen 22 türe ait belirlenen konukçular Tokat için yeni konukçu kayıdır.

Anahtar Kelimeler: Nematoda, Tylenchida, bitki paraziti nematodlar, sebze, Tokat

DETERMINATION OF PLANT PARASITIC SPECIES OF TYLENCHIDA (NEMATODA) IN VEGETABLE (TOMATO, CUCUMBER, PEPPER AND EGGPLANT) CULTIVATION AREAS IN TOKAT OF TURKEY

ABSTRACT

Plant parasitic nematodes (Tylenchida: Nematoda) (PPNs) are one of the harmful pest groups which cause product loss at economical level in vegetables and fruit growing areas. In this study, PPNS belonging to Tylenchida (Nematoda) in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.), cucumber (*Cucumis sativus* L.), pepper (*Capsicum annuum* L.) and eggplant (*Solanum melongena* L.) growing areas in Tokat province (Turkey) (Almus, Erbaa, Niksar, Pazar, Reşadiye, Turhal and Yeşilyurt districts) are examined in considering their two main aspects, namely faunistic and taxonomic. In 2015 during the summer months when adult PPNS are more abundant, soil and root samples were taken from 39 vegetable growing areas, nematodes were extracted from these samples, preparations were made and nematodes belonging to the *Tylenchida* order were identified. Nematodes are fixed for identification. The slides were prepared by ring method. As a result of the study, 17 genera and 23 species belonging to *Tylenchida* (Nematoda) order were revealed. One of the major pests of the vegetables is root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) which cause loss of production due to galling and reduction root growth. *M. incognita* and *M. javanica* were the only root-knot nematode species identified in Almus, Erbaa, Niksar and Yeşilyurt. The most encountered plant

¹Bu çalışma 2015/50 no.lu BAP projesi olarak Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon Başkanlığı tarafından desteklenmiştir. Çalışmanın bir kısmı 2017 yılı Ekoloji Sempozyumunda özet olarak sunulmuştur.

*Sorumlu yazar / Corresponding author: kepenekci@gmail.com

parasitic species of *Tylenchida* in this study were *Merlinius brevidens*, *Pratylenchus penetrans*, *Helicotylenchus pseudorobustus* in tomato (Almus, Erbaa, Niksar, Pazar, Turhal and Reşadiye), *P. thornei* and *H. dihystra* in cucumber (Erbaa, Niksar, Pazar and Reşadiye), *Boleodorus thylactus* in pepper (Yeşilyurt, Niksar, Pazar and Reşadiye) and *P. thornei* in eggplant (Pazar). The hosts of 22 species revealed in this study are new hosts record for Tokat.

Keywords: Nematoda, Tylenchida, plant parasitic nematodes, vegetable, Tokat

GİRİŞ

Bir tarım ülkesi olan ülkemizde hemen hemen bütün bölgelerde meyve yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bölgeler arası geçit kuşağında yer alan Tokat, ekolojik yapısı sayesinde meyvecilik, sebzeçilik ve bağcılık açısından önemli bir potansiyele sahiptir. İlin toplam tarım arazisi 381 bin ha dolayındadır. Bu alanın 19 bin ha'ında sebze tarımı, 5.6 bin ha'ında meyve tarımı ve 6.2 bin ha'ında ise bağcılık yapılmaktadır [12]. Dünya'da geniş bir yayılış alanına sahip olan nematodlar, yıllar boyunca en az bilinen organizma grupları arasında yer almıştır. Nematodlar genellikle toprakta, suda ve çürümekte olan organik maddelerde yaşarlar. Birçok türleri de bitkilerin çeşitli kısımlarında beslenir ve zararlı olurlar. Bitkilerde beslenen ve zarar yapan bu gibi nematodlara bitki paraziti nematod adı verilir. *Tylenchida* (Nematoda) takımı, bitkilerde ekonomik önemde zararlı türlerin büyük bir bölümünü içermesi nedeniyle BPN'lerin en önemli grubunu oluşturmaktadır [16].

Türkiye'de BPN'lere ait ilk kayıt şeker pancarında kök-ur nematodlarının tespit edilmesi ile başlamakla birlikte, 1948 yılına bitki paraziti nematotlar üzerinde pek durulmamıştır [8]. Diker [9] tarafından yazılan kitap, Türkiye'de BPN'ler konusunda hazırlanmış ilk eserdir. Yazar, nematodlara ait genel bilgilerin yanında önemli BPN gruplarını ayrıntılı olarak vermiş, onlarla mücadele olanaklarından bahsetmiştir. Alkan [1], Türkiye'de tespit edilen BPN türlerini sistematik sıraya göre vermiş ve nematodların morfolojik tanımlarını yaparak, Türkiye'deki yayılış alanlarını literatür bilgileri doğrultusunda derlemiştir. Türkiye'de 1999 yılı ortalarına kadar yapılan nematolojik çalışmaların derlendiği bir makalede 49 bölge ve 59 ayrı konukçuda 172 BPN türünün kayıtlı olduğu bildirilmektedir [23]. Kepenekçi [19]'nin yaptığı bir çalışmada Türkiye'de

tespit edilen BPN sayısı 240 olarak güncellenmiştir (240 BPN türünün 48 ayrı lokasyonda ve 66 bitkide tespit edildiği bildirilmektedir). Ülkemizde 1999 yılından sonra yapılan nematolojik çalışmalar incelendiğinde çok sayıda kültür bitkisinde (çilek, çay, tütün, ayçiçeği, zeytin, kivi, ceviz, kestane, fındık, erik, kayısı, şeftali, elma, susam, yerfıstığı, haşhaş, fasulye, börülce, nohut, mercimek, anason, sebze, bağ) ilk defa BPN türlerinin ortaya konulduğu görülmektedir. Tespit edilen türlerinin önemli bir bölümünün ülkemiz faunası için yeni kayıt niteliğinde olduğu bildirilmektedir [18, 19, 21]. Ülkemizde BPN'ler konusunda bugüne kadar yapılan önemli çalışmalar bulunmakta ise de hala bunlar yetersiz düzeydedir. Ülkemizdeki bu zararlı grubuna ait türlerin büyük bir bölümü son yıllarda ortaya konulmuştur.

Bu çalışmada Tokat ili (Almus, Erbaa, Niksar, Pazar, Reşadiye, Turhal ve Yeşilyurt ilçeleri) domates (*Lycopersicon esculentum* Mill.), hıyar (*Cucumis sativus* L.), biber (*Capsicum annuum* L.) ve patlıcan (*Solanum melongena* L.) yetiştirilen alanlardaki *Tylenchida* (Nematoda) takımına ait BPN'ler faunistik ve taksonomik olarak incelenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Çalışmanın ana materyalini; Tokat ili sebze bahçeleri için Almus, Erbaa, Niksar, Pazar, Reşadiye, Turhal ve Yeşilyurt ilçelerindeki domates, hıyar, biber ve patlıcan bahçelerinden alınan toplam 39 adet örnekte (toprak ve bitki kök örneği) tespit edilen *Tylenchida* (Nematoda) takımına ait BPN türleri oluşturmuştur.

Metot

Arazi çalışmaları

Arazide çalışmalarında; meyve ekiliş alanlarına, 2015 yılının Ağustos-Eylül aylarında gidilerek toprak ve kök örnekleri alınmıştır. Örnek alınan yerlerin seçiminde tüm yöreyi temsil edecek şekilde tesadüfi bir örnekleme yöntemi seçilmiştir. Çalışma kapsamında 39 sebze bahçesinde örnekleme yapılmış, örnek alınan alanın içerisinde zikzak çizilerek 10-50 adımda bir bitki kök ve toprak örnekleri alınmıştır. Alınan örnekler polietilen torbalara konularak etiketlenmiştir. Örnekler araziden laboratuvara gelinceye kadar 4°C'deki buz kutularında saklanmış ve laboratuvarında inceleme süresince yine aynı sıcaklıktaki buzdolabında bekletilmiştir.

Laboratuvar çalışmaları

Survey çalışmaları sonucu alınan bu örneklerden nematodlar ekstrakte edilmiş fiksasyonları, preparatları yapılmış ve BPN'lerin morfolojik ve morfometrik karakterlere göre teşhisleri yapılmıştır. Laboratuvar çalışmalarında, toprakta bulunan aktif nematodların elde edilmesinde modifiye edilmiş "Baermann huni" metodu kullanılmıştır [5]. Bu metoda göre 200 cm³ toprak örneğinden elde edilen 10 ml su içerisindeki nematodlar toplanmıştır. Elde edilen nematodların cins düzeyinde teşhisleri yapıldıktan sonra BPN'leri içeren gruplar tür teşhisi amacıyla toplanarak fiksasyonu ve daimi preparasyonu yapılmıştır. Nematodların fiksasyonunda De Grisse [7]'in geliştirmiş olduğu "Fiksasyon" yönteminden yararlanılmıştır. Daimi preparatların yapımında kullanılacak olan lamlar, "balmumu yüzük (wax-ring)" yöntemi uygulanarak hazırlanmıştır [25]. Ayrıca türlerin örneklerdeki dağılımına göre bulunış oranları ve yaygınlığı ortaya konulmuştur.

Teşhis çalışmaları

Örneklerden elde edilen BPN'lerin teşhisleri morfolojik ve morfometrik özellikler üzerinden klasik yollar kullanılarak (teşhis anahtarları) yapılmıştır. Nematodlarda morfoloji, taksonomi ve sınıflandırma için esas teşkil eder. Morfolojik karakterlerin dikkatli incelenmesi sonucu, bu karakterlerin kategorilerinin teşhisi amacıyla

kullanılmasıyla geniş çaplı sınıflandırma yapılabilmektedir. Morfolojik farklılıklar, taksonomik kategorilerin tanımlanması için ana karakterleri oluşturmaktadır. Morfolojik karakterlerin yanında nematodların ölçüm değerleri ve oranları (morfometrik özellikleri) da teşhiste son derece önemlidir. Türlerin teşhisi için yapılan ölçüm ve çizimler de son yıllarda gelişen teknoloji sonucu mikroskoba bağlanan bir kamera ve bilgisayar sistemi "görüntüleme-ölçülendirme sistemi" ile nematodun ölçümü yapılacak bölümünün fotoğrafı çekilmekte ve fotoğraf üzerinden otomatik olarak ölçüm değeri bulunmaktadır. Bu çalışmada görüntüleme-ölçülendirme sisteminden yararlanılmıştır. Ölçümler yoğunluğu yüksek bulunan türler için 20'şer adet birey (dişi, erkek) üzerinden, düşük yoğunluktaki türler için mevcut birey sayısı üzerinden yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada alınan toplam 39 adet bitki ve toprak örneğinde *Tylenchida* takımına ait 17 cinse bağlı toplam 23 bitki paraziti nematod türü tespit edilmiştir. Bu türler içerisinde sebze üretim alanlarında önemli zararlılardan olan kök-ur nematod (*Meloidogyne*)'larından 2 tür ortaya konulmuştur. Bu türler, *M. incognita* ve *M. javanica*'dır ve Tokat ili Almus, Erbaa, Niksar ve Yeşilyurt ilçelerinden alınan örneklerde tespit edilmiştir. En yaygın türler domates bitkisinde *Merlinius brevidens*, *Pratylenchus penetrans*, *Helicotylenchus pseudorobustus* (Almus, Erbaa, Niksar, Pazar, Turhal ve Reşadiye); hıyar bitkisinde *P. thornei* ve *H. dihystra* (Erbaa, Niksar, Pazar ve Reşadiye); biber bitkisinde *Boleodorus thylactus* (Yeşilyurt, Niksar, Pazar ve Reşadiye); patlıcan bitkisinde *P. thornei* (Pazar) olarak ortaya konulmuştur (Çizelge 1). Çalışmanın sonucunda, 1 takım, 2 alttakım, 4 üstfamilya, 7 familya, 10 altfamilya ve 17 cinse bağlı 23 tür saptanmıştır. Çalışma sonucu saptanan türlerin sistematikteki yerleri ve sinonimleri Siddiqi [27]'ye göre verilmiştir. Tespit edilen türleri konukçu bazında ele aldığımızda, biber bitkisinde 4, domates bitkisinde 14, hıyar bitkisinde 6 ve patlıcan bitkisinde 4 bitki paraziti nematod türü ortaya konulmuştur (Çizelge 1).

Çizelge 1. Tokat (Türkiye) ili (Almus, Erbaa, Niksar, Pazar, Reşadiye, Turhal ve Yeşilyurt ilçeleri) sebze (domates, hıyar, biber ve patlıcan) ekiliş alanlarında *Tylenchida* (Nematoda) takımına bağlı bitki paraziti nematod türleri

Table 1. Plant parasitic species of *Tylenchida* (Nematoda) in vegetable (tomato, cucumber, pepper and eggplant) cultivation areas in Tokat (Almus, Erbaa, Niksar, Pazar, Reşadiye, Turhal and Yeşilyurt district) of Turkey

Bitki Paraziti Nematod Türü Plant Parasitic Nematodes	Konukçu / Hosts			
	Biber Pepper	Domates Tomato	Hıyar Cucumber	Patlıcan Eggplant
<i>Boleodorus thylactus</i>	●			
<i>Coslenchus turkeyensis</i>		●		
<i>Filenchus filiformis</i>		●		
<i>Filenchus thornei</i>		●		
<i>Helicotylenchus digonicus</i>			●	
<i>Helicotylenchus dihystra</i>			●	
<i>Helicotylenchus pseudorobustus</i>		●		
<i>Meloidogyne incognita</i>		●	●	
<i>Meloidogyne javanica</i>	●			
<i>Merlinius brevidens</i>		●		
<i>Nagelus affinis</i>				●
<i>Nothotylenchus cylindricus</i>		●		
<i>Paratrophurus loofi</i>		●		●
<i>Pratylenchoides alkani</i>		●		●
<i>Pratylenchoides leiocauda</i>			●	
<i>Pratylenchus penetrans</i>		●		
<i>Pratylenchus thornei</i>			●	●
<i>Psilenchus hilarulus</i>	●	●		
<i>Quinisilcius capitatus</i>		●		
<i>Scutellonema cavenessi</i>			●	
<i>Trophurus imperialis</i>		●		
<i>Tylenchorhynchus cylindricus</i>		●		
<i>Zygotylenchus guevarai</i>	●			

Çalışmada Tespit Edilen Türlerin Sistemattikteki Yerleri ve Sinonimleri

Farklı konukçulardan elde edilen türler sırasıyla aşağıda listelenmiştir.

Alem: Animalia

Şube: Nematoda

Sınıf: Adenophorea

Takım: Tylenchida Thorne

Alttakım: Tylenchina Chitwood in Chitwood & Chitwood

Üstfamilya: Tylenchoidea Örley

Familya: Tylenchidae Örley

Altfamilya: Tylenchinae Örley

Cins: *Coslenchus* Siddiqi

Tür: *Coslenchus turkeyensis* Siddiqi

Cins: *Filenchus* Andrassy (Meyl)

Tür: *Filenchus filiformis* (Bütschli)

Meyl

syn. *Tylenchus filiformis* Bütschli

Anguillulina filiformis (Bütschli) Goodey

Filenchus filiformis (Bütschli) Ebsary

Tylenchus vulgaris Brzeski

F. vulgaris (Brzeski) Lownsbery and Lownsbery

F. vulgaris (Brzeski) Mizukubo and Minagawa

Tylenchus (Lelenchus) *mirus* Husain and Khan

F. mirus (Husain and Khan) Siddiqi

F. mirus (Husain and Khan) Raski and Geraert

Tylenchus (Lelenchus) *cynodontus* Husain and Khan

F. cynodontus (Husain and Khan) Siddiqi

F. cynodontus (Husain and Khan) Raski and Geraert

Tylenchus (Filenchus) *ruatus* Egunjobi

F. ruatus (Egunjobi) Siddiqi

- Malenchus ruatus* (Egunjobi) Sultan, Singh and Sakhuja
F. conicephalus Siddiqui and Khan
Tür: *Filenchus thornei* (Andrássy) Sethi
 Andrássy
 syn. *Tylenchus* (Aglenchus) *thornei* and Khan
 Andrássy
Aglenchus thornei (Andrássy) Meyl
 Altfamilya: Boleodorinae Khan
 Cins: Boleodorus Thorne
Tür: *Boleodorus thylactus* Thorne
- Üstfamilya: Anguinoidea Nicoll
 Familya: Anguinidae Nicoll
 Altfamilya: Anguininae Nicoll
 Cins: Nothotylenchus Thorne
Tür: *Nothotylenchus cylindricus* Khan and Siddiqi
 syn. *Ditylenchus cylindricus* (Khan and Siddiqi) Fortuner and Maggenti
Nothotylenchus elongatus Husain and Khan
Ditylenchus elongatus (Husain and Khan) Siddiqi
Ditylenchus elongatus (Husain and Khan) Fortuner and Maggenti
 Altakım: Hoplolaimina Chizhov and Berezina
 Üstfamilya: Hoplolaimoidea Filipjev (Paramonov)
 Familya: Hoplolaimidae Filipjev (Wieser)
 Altfamilya: Hoplolaiminae Filipjev
 Cins: Scutellonema Andrássy
Tür: *Scutellonema cavenessi* Sher
 Altfamilya: Rotylenchoidinae Whitehead
 Cins: Helicotylenchus Steiner
Tür: *H. digonicus* Perry, Perry, Darling and Thorne
 syn. *Helicotylenchus broadbalkiensis* Yuen
Tür: *Helicotylenchus dihystra* (Cobb) Sher
 syn. *Tylenchus dihystra* Cobb
Tylenchus olaae Cobb
Tylenchorhynchus olaae (Cobb) Micoletzky
Helicotylenchus olaae (Cobb) Siddiqi
Aphelenchus dubius var. *peruensis* Steiner
Tylenchus spiralis Cassidy
Helicotylenchus spiralis (Cassidy) Sher
Helicotylenchus spiralis (Cassidy) Siddiqi
Helicotylenchus nannus Steiner
- Helicotylenchus crenatus* Das
Helicotylenchus flatus Román
Helicotylenchus punicae Swarup and Sethi
Helicotylenchus paraconcavus Rashid and Khan
Helicotylenchus reversus Sultan
Helicotylenchus membranatus Xie and Feng
Tür: *Helicotylenchus pseudodigonicus* Szczygiel
 Familya: Pratylenchidae Thorne (Siddiqi)
 Altfamilya: Pratylenchinae Thorne
 Cins: Pratylenchus Filipjev
Tür: *Pratylenchus penetrans* (Cobb) Filipjev & Schuurmans Stekhoven
 syn. *Tylenchus penetrans* Cobb
Anguillulina (Pratylenchus) *penetrans* (Cobb) Goodey
Tylenchus gulosus Kühn
Pratylenchus gulosus (Kühn) Filipjev & Schuurmans Stekhoven
Tür: *P. thornei* Sher & Allen
 Cins: Zygotylenchus Siddiqi
Tür: *Zygotylenchus guevarai* (Tobar Jiménez) Braun & Loof
 syn. *Pratylenchoides guevarai* Tobar Jiménez
Zygotylenchus browni Siddiqi
Mesotylus gallicus de Guiran
Zygotylenchus gallicus (de Guiran) Braun & Loof
 Altfamilya: Radopholinae
 Cins: Pratylenchoides Winslow
Tür: *Pratylenchus alkani* Yüksel
Tür: *Pratylenchoides leiocauda* Sher
 Familya: Meloidogynidae Skarbilovich (Wouts)
 Altfamilya: Meloidogyninae Skarbilovich
 Cins: Meloidogyne Goeldi
Tür: *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood
 syn. *Oxyuris incognita* Kofoid and White
 syn. *Heterodera incognita* (Kofoid and White) Sandground
Meloidogyne incognita incognita (Kofoid and White) Chitwood
Meloidogyne acrita Chitwood
Meloidogyne incognita acrita Chitwood
Meloidogyne elegans da Ponte
Meloidogyne grahami Golden and Slana

Meloidogyne incognita grahami Golden and Salana (Jepson)
Meloidogyne incognita inornata Lordello
Meloidogyne inornata Lordello
Meloidogyne kirjanovae Terenteva
Meloidogyne wartellei Golden and Birchfield
Meloidogyne incognita wartellei Golden and Birchfield
Tür: *Meloidogyne javanica* (Treb) Chitwood
syn. *Heterodera javanica* Treub
Tylenchus (Heterodera) *javanicus* (Treb) Cobb
Anguillula javanica (Treb) Lavergne
Meloidogyne javanica javanica (Treb) Chitwood
Meloidogyne javanica bauruensis Lordello
Meloidogyne bauruensis Lordello (Esser, Perry and Taylor)
Meloidogyne lordelloi da Ponte
Meloidogyne lucknowica Singh
Üstfamilya: Dolichodoroidae Chitwood, Chitwood and Chitwood
Familya: Dolichodoridae Chitwood, Chitwood and Chitwood (Skarbilovich)
Altfamilya: Merliniinae Siddiqi
Cins: Paratrophurus Arias
Tür: *Paratrophurus loofi* Arias
Cins: Quinisilcius Siddiqi
Tür: *Quinisilcius capitatus* (Allen) Siddiqi
syn. *Tylenchorhynchus capitatus* Allen
Tylenchorhynchus acti Hopper
Quinisilcius acti (Hopper) Siddiqi
Tylenchorhynchus nilgiriensis Seshadri, Muthukrishnan and Shunmugam
Quinisilcius nilgiriensis (Seshadri et al.) Siddiqi
Quinisilcius himalayae Mahajan
Tylenchorhynchus himalayae (Mahajan) Fortuner and Luc
Quinisilcius solani Maqbool
Tylenchorhynchus solani (Maqbool) Fortuner and Luc
Tylenchorhynchus maqbooli Mizukubo, Toida and Keereevan
Quinisilcius paracti Ray and Das
Tylenchorhynchus paracti (Ray and Das) Fortuner and Luc
Cins: Tropheus

Tür: *Trophurus imperialis* Loof
Cins: *Tylenchorhynchus* Cobb
Tür: *Tylenchorhynchus cylindricus* Cobb
syn. *Tylenchus* (Tylenchorhynchus) *cylindricus* (Cobb) Filipjev
Anguillulina cylindrica (Cobb) Thorne
Cins: Merlinius Siddiqi
Tür: *Merlinius brevidens* (Allen) Siddiqi
syn. *Tylenchorhynchus brevidens* Allen
Geocenamus brevidens (Allen) Brzeski
Cins: Nagelus Thorne & Malek
Tür: *Nagelus affinis* (Allen) Siddiqi
syn. *Tylenchorhynchus affinis* Allen
Merlinius affinis (Allen) Siddiqi
Geocenamus affinis (Allen) Brzeski
Familya: Psilenchidae Paramonov (Khan)
Altfamilya: Psilenchinae Paramonov
Cins: Psilenchus DeMan
Tür: *Psilenchus hilarulus* deMan

Tokat ilinde yürütülen çalışma sonucunda belirlenen türlerimizden bazıları *P. hilarius* ilk kez Ökten [23] tarafından, sarımsak, ayçiçeği ve kavunda tespit edilmiştir. *Z. guevarai* birçok ülke ve Türkiye’de süs bitkileri, bağ, fasulye [14] gibi bitkilerde görülürken, *P. hilarius* Tokat’ta domates ve biberde, *Z. gueavari* ise sadece biberde ilk kez görülmüştür. *P. loofi*, *F. filiformis* ve *P. alkani* 2008 yılında Ankara’da armut bahçelerinde Evlice ve Ökten [11] tarafından kaydedilmiştir. *H. digonicus*, Adana’da mısır ve bağda görülürken farklı konukçularda da belirlenmiştir. *H. digonicus* daha önce Tokat’ta elmada kaydedilirken [22] aynı zamanda bu çalışmada *H. digonicus* ve *H. dihystra* hıyardan, *H. pseudorobustus* ise domatesten elde edilmiştir. Elekcioglu [10], spiral nematodların (*Helicotylenchus* sp.) önemli zararlı türleri içerdiğini ve Adana ilinde özellikle muz yetiştiriciliği yapılan yerlerde ana zararlı durumunda olduğunu belirtmiştir. Kasapoğlu ve ark. [15] Adana ilinde yaptıkları çalışmada *H. digonicus*’u bağ ve mısır, *H. dihystra*’yı bağ ve *H. pseudorobustus*’u ise elma, erik ve mısırdan elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Pratylenchus türleri çalışma alanımızda domates, hıyar ve patlıcandan tespit edilmiştir. Elekcioglu [10], bu cinse ait türlerin Adana ilinde bitki köklerinde beslenerek özellikle buğdaylarda önemli ölçüde zarara neden

olduklarını bildirmiştir. Gözel [13], ise *P. thornei*'nin Doğu Akdeniz Bölgesi'nde buğday alanlarında %1,25 ile %32,49 oranında verim kaybına neden olduğunu rapor etmiştir. Kasapoğlu ve ark. [15], ise aynı türün konukçusunu Adana ilinde Buğday ve Pamuk olarak belirlemişlerdir. *T. imperialis* çalışmamızda domateste tespit edilmiş olup Kasapoğlu ve ark. [15], Adana ilinde bu türü ayçiçeğinde tespit ettiklerini vurgulamışlardır.

SONUÇ

Tespit edilen türlerden *M. incognita* hariç diğer 22 türün belirlenen konukçuları bölgede sebze yapılan alanlar için yeni kayıt niteliğindedir. Tokat'ta daha önce kök-ur nematotlarını dışında bitki paraziti nematot olarak *Tylenchida*'ya bağlı 1970 yılında buğdayda *Anguina tritici* (buğday gal nematodu) tespit edilmiştir Bora [4]. Daha sonra yapılan bazı çalışmalarda Tokat'taki sebze alanlarında yapılan bazı çalışmalar da Kök-ur nematotları da bulunmuştur [2, 3], Ülkemizde ve Tokat'ta sebze [biber (14, 6), domates (14, 6, 8) hıyar (6) ve patlıcan (14, 6)] bahçelerinde daha önce yapılan nematolojik çalışmalar sonucu elde edilen bitki paraziti nematod türleri dikkate alındığında çalışma kapsamında tespit edilen türlerden bazılarının elde edildiği görülmektedir. Fakat araştırma kapsamında belirlenen konukçuların yeni kayıt olduğu görülmektedir. Bu türler biber için *Psilenchus hilarulus*, *Zygotylenchus guevarai* (14, 6); domates için *P. loofi*, *P. hilarulus*, *T. imperialis* (14, 6, 8); hıyar için *Helicotylenchus digonicus*, *H. dihystra*, *P. leiocauda*, *S. cavenessi* (6); patlıcan için *N. affinis*, *P. loofi*, *P. alkani* (14, 6)'dir.

TEŞEKKÜR

Arazi çalışmaları boyunca örnek almada yardımcı olan yüksek lisans öğrencilerimize (Niyazi GÜLEÇ, Emine BAYSAL ve Eyüp Can MATUR, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat), laboratuvar çalışmalarında (nematodların ekstrakte edilmesi, fiksasyonları ve preparatlarının yapılması) yardımcı olan Dr. Dolunay ERKOL (Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü,

Ankara) ve araştırmamızı destekleyen Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon Başkanlığı (Proje Numarası: 2015/50)'na teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Alkan, B., 1962. Türkiye'nin zararlı nematod faunası üzerinde ilk incelemeler. *Bitki Koruma Bülteni* 2:17-25.
2. Akyazı, F. and O. Ecevit, 2010. Determination of *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White, 1919) (Nemata: Meloidogynidae) races in vegetable fields in Erbaa and Niksar plains in Tokat. *The Journal of Gaziosmanpasa University* 27(2):25-30.
3. Akyazı, F. and O. Ecevit, 2011. Identification and distribution of root knot nematode species (*Meloidogyne* spp.) in vegetable fields in Tokat province. *Anadolu J. Agr. Sci.* 26(1):1-9.
4. Bora, A., 1970. Karadeniz bölgesi bitki paraziti nematodların tür ve yayılış alanlarının tespiti ve ilaçlı mücadele imkanları üzerinde araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni* 10:53-71.
5. Christie, J.E. and V.G. Perry, 1951. Removing nematodes from soil. *Proceedings Helminthological Society of Washington*, 18:106-108.
6. CAB International, 2001. *Zygotylenchus guevarai*: Crop protection compendium, global module. 3rd Edition. Wallingford, UK: CAB International.
7. De Grisse, A., 1969. Redescription on modifications de quelques techniques utilisées dans l'étude des nématodes phytoparasitaires. *Meded. Rijksfac. Landwet. Gent*, 34:351-359.
8. Diker, T., 1952. Samsun bölgesinde nematodların hayat devreleri tahribat şekilleri ile arız olduğu bitkiler (Basılmamış Doktora Tezi). *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi*, 86s.
9. Diker, T., 1959. Nebat parazit nematodları. *Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. Neşriyatı No:70*, 98.
10. Elekçioğlu, İ.H., 1992. Untersuchungen Zum Auftreten und Zur Verbreitung Phytoparasitärer Nematogen in den Land Wirtschaftlichen Hauptkulturen des

- Astmediterranean Gebretes der Turkei. *Plits 10(5):120.*
11. Evlice, E. ve E. Ökten, 2008. Ankara ili armut (*Pyrus communis* L.) bahçelerinde saptanan Tylenchida (Nematoda) takımına ait bitki paraziti nematodlar. *Bitki Koruma Bülteni 48(4):1-8.*
 12. Gebeloğlu, N., R. Cangı, M. Sayılı ve A. Yağcı, 2011. Tokat ili yaş meyve ve sebze sektörü rekabet analizi. *Tokat Merkez Sebze Ürünleri Tarımsal Üreticiler Birliği Yayın No: 1, 120s.*
 13. Gözel, U., 2001. Doğu Akdeniz Bölgesi buğday alanlarında bulunan bitki paraziti nematod türleri üzerinde araştırmalar (Doktora Tezi). *Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 129s.*
 14. Hooper, D.J., 1986. Handling, fixing, staining and mounting nematodes. In Southey, J.F. (ed). Laboratory methods for work with plant and soil nematodes. *Her Majesty's Stationery Office, London UK, 59-80p.*
 15. Kasapoğlu, E.B., M. İmren ve H. Elekcioğlu, 2014. Adana ilinde önemli kültür bitkilerinde bulunan bitki paraziti nematod türleri. *Türkiye Entomoloji Dergisi 38(3):333-350.*
 16. Katı, T. ve S. Mennan, 2006. Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) ile biyolojik mücadele. *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi 21(2):265-274.*
 17. Kepenekci, İ., 1994. Beypazarı (Ankara) ilçesinde havuç (*Daucus carota* L.) ile münavebeye giren domates (*Lycopersicum esculentum* Mill.) ekim alanlarındaki Tylenchida (Nematoda) türleri üzerinde taksonomik araştırmalar (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi). *Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 236s.*
 18. Kepenekci, İ., 2012. Nematoloji (bitki paraziti ve entomopatojen nematodlar) [Genel Nematoloji (Cilt:I) ISBN:978-605-4672-11-0, Taksonomik Nematoloji (Cilt:II) ISBN:978-605-4672-12-7] [Nematology (Plant Parasitic and Entomopathogenic nematodes) (General Nematology, Vol.:I) (Taxonomic Nematology, Vol.:II) pp:1155.] *Eğitim, Yayın ve Yayınlar Dairesi Başkanlığı, Tarım Bilim Serisi Yayın No:3 (2012/3), LIV + 1155s.*
 19. Kepenekci, İ., 2014a. Nematolojik çalışmalar için arazi ve laboratuvar uygulama kılavuzu. *Nematoloji El Kitabı. ISBN:978-605-4627-71-9, Siyasal Kitabevi, XXII + 455s.*
 20. Kepenekci, İ., 2014b. Plant parasitic nematodes (Tylenchida, Nematoda) in Turkey. *Pakistan Journal of Nematology, 32:11-31.*
 21. Kepenekci, İ., A. Tülek, D. Erdoğan, E. Evlice, H. Toktay, Z. Devran ve S. Hazır, 2014. Türkiye ayrıntılı nematoloji bibliyografyası. 1934-2014 *Nematolojide 80 yıl. ISBN:978-605-4627-63-9, Siyasal Kitabevi, 444s.*
 22. Kepenekci, İ., A. Yeşilayer and T. Atay, 2018. Plant parasitic nematodes of Tylenchida (Nematoda) associated with Orchard (pear, apple, plum, cherry and peach) in Tokat (Turkey). *The 2nd Unidokap International Symposium on Biodiversity, 39-43.*
 23. Ökten, M.E., 1988. Some species of Tylenchidae (Tylenchida: Nematoda) from the İstanbul province. *Turkey Journal of Entomology. 12(4):209-214.*
 24. Ökten, M.E., İ. Kepenekci and H.C. Akgül, 2000. Distribution and host association of plant parasitic nematodes (Tylenchida) in Turkey. *Pakistan Journal of Nematology, 18:79-106.*
 25. Saltukoğlu, M.E., 1974. A taxonomical and morphological study of Tylenchida (Nematoda) from the Istanbul area (Turkey) (PhD thesis). *State University of Gent, Belgium.*
 26. Siddiqi, M.R., 1975. Zygotylenchus guevarai. *CIH description of plant parasitic nematodes Set 5, No. 65. St. Albans, UK: Commonwealth Institute of Helminthology.*
 27. Siddiqi, M.R., 2000. Tylenchida parasites of plants and insects. *Cabi Publishing, UK, 833p.*

FARKLI HASAT ZAMANLARININ BERGAMOT (*Citrus bergamia* Risso et Poiteau) KABUK UÇUCU YAĞININ BAZI KALİTE PARAMETRELERİNE ETKİSİ

Muharrem GÖLÜKCÜ^{1*}, Haluk TOKGÖZ², Demet YILDIZ TURGUT³

¹Dr., Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya; ORCID: 0000-0003-1646-5876

²Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya; ORCID: 0000-0002-9956-0045

³Dr., Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya; ORCID: 0000-0002-7486-3701

Geliş Tarihi / Received: 25.05.2019

Kabul Tarihi / Accepted: 08.05.2020

ÖZ

Turuncgiller dünyadan tarımı en çok yapılan meyve türlerindedir. Bunlardan biriside bergamot olup, bergamot daha çok uçucu yağ üretiminde kullanılmaktadır. Diğer turuncgil türlerinde olduğu gibi bergamot uçucu yağının bileşimi de hasat zamanı, yetiştirilme şartları, üretim metodu gibi faktörlere göre değişebilmektedir. Bu çalışmada farklı hasat zamanlarının bergamot kabuklarının uçucu yağ verimi ve uçucu yağ bileşimi üzerine etkisi araştırılmıştır. Örneklerin uçucu yağ içeriği klevenger düzeneğinde hidrodistilasyon yöntemi ile uçucu yağ bileşimi ise GC-MS/FID cihazı ile belirlenmiştir. Bergamot kabuk uçucu yağ miktar ve bileşiminde hasat zamanına göre değişimler olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin uçucu yağ miktarı %2.11-2.99 aralığında değişim göstermiştir. Araştırma kapsamında analiz edilen uçucu yağ örneklerinde 14 farklı bileşenin bulunduğu tespit edilmiştir. Örneklerin bileşiminde makro düzeyde limonen, linalool ve linalil asetat bulunmakta olup oranları hasat zamanına göre sırasıyla %46.20-46.98, %13.42-20.22, %12.20-15.91 aralığında dağılım göstermiştir. Araştırma bulguları bergamot için hasat zamanının uçucu yağ verim ve bileşimi açısından önemli etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Bergamot, *Citrus bergamia* Risso et Poiteau, hasat zamanı, uçucu yağ, kalite

HARVEST TIMES EFFECT ON SOME QUALITY PARAMETERS OF BERGAMOT (*Citrus bergamia* Risso et Poiteau) PEEL ESSENTIAL OIL

ABSTRACT

Citrus fruits are one of the most common fruit species in the world. Bergamot is one of the important species and used extensively in essential oil production. As in other citrus species, the composition of bergamot essential oil may vary depending on many factors such as harvest time, growing conditions, production method etc. In this study, the effect of harvest times on the essential oil content and the composition of bergamot peel were investigated. The essential oil content of the samples was determined by hydrodistillation method in the Clevenger apparatus and the essential oil composition was determined by chromatographic method with GC-MS/FID apparatus. Bergamot peel essential oil content and composition were varied according to the harvest times. Essential oil content of the samples was ranged from 2.11% to 2.99% with respect to harvesting times. Totally, 14 components were determined in these essential oil samples. Limonene, linalool and lineally acetate were main components and their ratios were determined as 46.20-46.98%, 13.42-20.22% and 12.20-15.91% respectively. It is widely used in the production of essential oil. Results showed that harvesting times for bergamot has important effect on essential oil content and composition.

Keywords: Bergamot, *Citrus bergamia* Risso et Poiteau, harvest time, essential oil, quality

GİRİŞ

Turuncgiller dünyada en fazla üretilen ve tüketilen meyve gruplarındandır. Turuncgil meyveleri meyve suyu, konsantre, şurup, dilim kompostosu, reçel, marmelat gibi ürünlere

işlenerek değerlendirilmekte, bunun yanında kabukları da uçucu yağ üretiminde kullanılmaktadır [11, 20].

Turuncgil kabuk yağları içerisinde en yaygın üretimi yapılan kabuk yağlarından birisi kendine has aroması ile bergamot kabuk

*Sorumlu yazar / Corresponding author: muharrem.golukcu@tarimorman.gov.tr

yağıdır. Genellikle soğuk pres veya hidrodistilasyon yöntemi ile elde edilebilen bu yağ, yaygın olarak kozmetik, eczacılık ve gıda endüstrisinde kullanılmaktadır. Gıda endüstrisinde çay, şekerleme, likör gibi bazı ürünlere aroma vermek amacıyla ilave edilmektedir [8, 9, 11, 24]. Bergamot uçucu yağının içerdiği bileşenlerin antiseptik ve antibakteriyel etkiye sahip olduğu bildirilmektedir [6, 8, 13, 15, 19]. Bitkilerin yağı verimi ve bileşimi iklime, bölgeye, olgunluğa, çevre şartlarına, yağın elde edilme yöntemi gibi faktörlere göre değişebilmektedir [16]. Turunçgil kabuk uçucu yağlarının bileşiminde de çeşitli faktörlere göre farklılıklar görülebilmektedir [7, 9, 14, 28]. Turunçgil kabuk uçucu yağları içerisinde kendine has aroması ile bergamot kabuk uçucu yağı oldukça önemli olup bu alanda birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların önemli bir kısmı özellikle bergamot üretiminin yoğunlaştığı İtalya'da yapılmıştır. Poiana ve ark. [26] tarafından farklı ekstraksiyon uygulamalarının bergamot kabuk uçucu yağı bileşimi üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada limonen, linalil asetat, linalool ve β -pinen ana bileşenler olarak belirlenmiş ve bu bileşenlerin sırasıyla %40.0-47.9, %21.6-29.0, %4.6-8.1 ve %5.9-7.2 aralığında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Dugo ve Bonaccorsi [8]'de bergamot kabuk uçucu yağının ana bileşenlerinin limonen, linalil asetat, linalool ve β -pinen olduğunu ve bu bileşenlerin sırasıyla %24.07-54.85, %15.09-41.36, %1.58-22.68, %4.81-12.80 gibi geniş bir aralıkta dağılım gösterdiği rapor edilmiştir. Dugo ve ark. [9] tarafından yapılan çalışmada da hasat zamanına göre bergamot kabuk uçucu yağ bileşiminde farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Linalool ilk hasat, linalil asetat ise son hasat örneğinde en yüksek düzeyde bulunmuştur. Ancak bunun yanında Tunus, Cezayir, Gine, Fildişi Sahilleri, İngiltere, Türkiye gibi bazı ülkelerde de bergamot kabuk yağı üzerine çalışmalar yapılmıştır. Tunus'ta yürütülen bir çalışmada hidrodistilasyon yöntemi ile elde edilen bergamot kabuk uçucu yağının bileşimi analiz edilmiştir. Analiz edilen örnekte %59.21 limonen, %16.83 linalil asetat, %9.51 linalool ve %4.38 β -pinen bulunduğu saptanmıştır [23]. Türkiye'de Başer ve ark. [5] tarafından soğuk presleme yoluyla elde edilen bergamot kabuk uçucu yağının

bileşimi analiz edilmiştir. Çalışmada analiz edilen örnekte 36 farklı bileşenin varlığı tespit edilmiş, baskın bileşenlerinde linalil asetat (%37.39), limonen (%32.28) ve linalool (%16.27) olduğu ortaya konulmuştur. Özdemir ve ark. [25] tarafından yapılan çalışmada ise bergamot kabuk uçucu yağında %40.92 ile en yüksek oranda bulunan bileşen olarak limonen olmuş bunu sırasıyla %19.20 ile linalil asetat ve %17.41 ile de linalool takip etmiştir. Yıldız Turgut ve ark. [30] tarafından yapılan çalışmada da bergamot kabuk uçucu yağının ana bileşenleri linalool (%30.59), limonen (%28.13) ve linalil asetat (%23.65) olarak belirlenmiştir.

Bergamot üretiminin en yaygın yapıldığı ülkeler arasında yer alan Türkiye'de bergamot üretimi Antalya civarında yoğunlaşmıştır. Özellikle bu bölgede üretilen bergamot kabuk reçeli üretim aşamasında kabuk rendesi olarak ortaya çıkan atıklar uçucu yağ üretiminde değerlendirilmektedir. Böylece ürüne ek bir katma değer kazandırılmaktadır. Bu işlem yaklaşık 1.5 aylık bir dönemi kapsamaktadır. Ancak olgunluk aşamasının farklı dönemlerinde bergamot kabuk uçucu yağ miktar ve kalitesi konusunda ülkemizde yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmada hasat zamanının bergamot kabuk uçucu yağ miktarı ile birlikte, kabuk uçucu yağının kalite parametreleri arasında yer alan kırılma indisi, optikçe aktiflik değeri ve uçucu yağının bileşimi üzerine etki araştırılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Materyal olarak kullanılan meyveler Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Aksu yerleşkesinde bulunan bergamot parselinden temin edilmiştir.

Metot

Örnek hasat olgunluğu başlangıcından itibaren 15'er günlük periyotlarla dört aşamada gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 15.01.2016, 01.02.2016, 16.02.2015 ve 02.03.2016 tarihlerinde hasat yapılmış olup her hasatta aynı ağaçlardan olmak üzere dört farklı ağaçtan

toplam yirmi adet meyve alınmıştır. Hasat edilen meyveler aynı gün içerisinde analizlerin yapılacağı enstitü laboratuvarına getirilmiştir. Öncelikle meyvelerin ağırlıkları tartılmış, daha sonra her bir meyvenin kabukları soyulduktan sonra tartılarak kabuk oranları hesaplanmıştır. Kabuğu soyulan meyvelerden presleme yoluyla elde edilen meyve sularının suda çözünür kuru madde miktarları dijital refraktometre (A. Krüss Optronic GmbH, DR6000, Almanya) ile 20°C’de ölçülmüştür.

Kabukta yağ miktarı hidrodistilasyon yöntemi ile belirlenmiştir [2]. Bu amaçla 20 g meyve kabuğu 200 ml saf su ile birlikte blenderde (Waring 8011ES, ABD) parçalandıktan sonra klevenger düzeneğinde (Wisd WiseTherm, Güney Kore) distilasyon işlemine tabi tutulmuştur. Distilasyon sonucunda elde edilen uçucu yağların kırılma indisi değerleri dijital refraktometre ile 20°C’de ölçüm yoluyla belirlenmiştir [1]. Uçucu yağların optikçe aktiflik değerleri de otomatik polarimetre cihazı (Optical Activity polAAR 31, İngiltere) ile 20°C’de tespit edilmiştir [3].

Örneklerin uçucu yağ bileşen analizleri, gaz kromatografisi (Agilent 7890A) kütle detektörü (Agilent 5975C) cihazı ile kapiler kolon (HP Innowax Capillary; 60.0 m × 0.25 mm × 0.25 µm) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Örnekler analiz edilmek üzere 1:50 oranında hekzan ile seyreltilmiştir. Analizde taşıyıcı gaz olarak 0.8 ml dakika⁻¹ akış hızında helyum kullanılmıştır. Örnekler cihaza 1 µl olarak 50:1 split oranı ile enjekte edilmiştir. Enjektör sıcaklığı 250°C’de tutulmuştur. Kolon sıcaklık programı 60°C (10 dakika), 60°C’den 220°C’ye 4°C dakika⁻¹ ve 220°C (10 dakika) olacak şekilde ayarlanmıştır. Kütle detektörü için tarama aralığı (m z⁻¹) 35-450 atomik kütle ünitesi ve elektron bombardımanı iyonizasyonu 70 eV kullanılmıştır [18]. Uçucu yağın bileşenlerinin teşhisinde ise Wiley7, Nist11 ve Oil Adams kütüphanelerinin verileri esas alınmıştır. Uçucu yağ oranlarının miktarı ise FID dedektörü verileri esas alınarak verilmiştir.

Araştırma tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir [12]. Araştırmadan elde edilen veriler SAS paket programı yardımıyla Duncan Çoklu Karşılaştırma testine tabi

tutulmuştur. Sonuçlar ortalama ± standart hata şeklinde verilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırma kapsamında kullanılan örneklerin bazı özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir. Elde edilen veriler örneklerin hasat zamanına göre kalite özelliklerinde farklılıklar olabileceğini göstermiştir. Meyvenin suda çözünür kuru madde miktarında hasat zamanındaki ilerleme ile birlikte azalma olduğu görülmüştür. Meyve ağırlığı ve kabuk oranlarında da bazı farklılıklar tespit edilmiştir. Turuncgillerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinde çeşit, hasat zamanı, uygulanan kültürel işlemler, bölge gibi faktörlerin etkili olduğu belirtilmektedir [22]. Yapılan bir çalışmada bergamot için kabuk oranının %21.12-25.04 aralığında değişim göstermiştir [29]. Bulgularımız bu anlamda literatür ile benzerlik göstermektedir.

Çalışmanın temel amacı hasat zamanına göre kabuk uçucu yağ miktarı ve bu yağın kalitesinde meydana gelen değişimleri ortaya koymaktır. Bu amaç doğrultusunda bir değerlendirme yapıldığında en yüksek uçucu yağ miktarı ilk hasat örneklerinde tespit edilmiştir. İlerleyen hasat zamanına paralel olarak kabuk uçucu yağında azalmalar olduğu görülmüştür. Son hasat döneminde analizi yapılan örneklerde kabuk uçucu yağ miktarında ilk hasat zamanına göre yaklaşık %30’luk bir azalma olduğu görülmüştür. Bu veriler uçucu yağ miktarı açısından ilk hasat örneklerinin de daha avantajlı olduğunu göstermektedir. Uçucu yağın temel kalite parametrelerinden olan kırılma indisi ve optikçe aktiflik değerlerinde de hasat zamanına göre bazı farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. İlk hasat dönemi örneğinde 1.4632 olan kırılma indisi değeri son hasat örneğinde 1.4663 değerine ulaşmıştır. Yağların kalitesi hakkında önemli bir gösterge olan optikçe aktiflik değeri de yine birinci hasat döneminden son hasat dönemine doğru bir artış yönünde olmuştur. Kirbaslar ve ark. [21] tarafından yapılan çalışmada kabukta uçucu yağ miktarı %1.9, kırılma indisi değeri de 1.4648 olarak bildirilmiştir. Dugo ve Bonaccorsi [8] tarafından bildirildiğine göre de bergamot kabuk uçucu yağının optikçe aktiflik değerinin

+28'den küçük olması gerektiği bildirilmiştir. Çalışma bulgularımız literatür değerleri ile benzerlikler göstermektedir. Uçucu yağ miktarı ise literatür değerinden biraz yüksek bulunmuştur. Bunun araştırmada kullanılan materyal farklılığından ileri gelebileceği düşünülmektedir.

Çalışma kapsamında analiz edilen örneklerin kabuk uçucu yağ bileşimlerine ait veriler Çizelge 2'de verilmiştir. Bergamot kabuk yağında toplam 14 bileşen tespit edilmiştir. Araştırma bulguları hasat zamanına göre bergamot kabuk uçucu yağı bileşiminde önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir.

Çizelge 1. Hasat zamanına göre örneklerin bazı kalite parametreleri (ortalama)^z

Table 1. Some quality parameters of samples with respect to harvest times (mean)^z

Hasat zaman Harvest time	SÇKM (°briks) Soluble solids	Meyve ağırlığı (g/adet) Fruit weight	Kabuk miktarı (%) Peel ratio	Uçucu yağ miktarı (%) Essential oil content	Kırılma indisi (nD ₂₀) Refractive index	Optikçe aktiflik Optical activity
1. hasat 1 st harvest	9.08a±0.13	193.30a±10.05	23.34a±1.47	2.99a±0.16	1.4632c±0.0001	+10.33b±0.23
2. hasat 2 nd harvest	8.93a±0.06	205.46a±8.41	26.07a±2.42	2.30b±0.14	1.4641b±0.0001	+11.10b±0.35
3. hasat 3 rd harvest	8.68a±0.15	197.99a±7.83	26.17a±2.10	2.15b±0.11	1.4642b±0.0002	+11.30b±0.23
4. hasat 4 th harvest	8.00b±0.09	228.85a±13.93	24.54a±2.43	2.11b±0.08	1.4663a±0.0003	+11.56a±0.24

^zAynı sütunda yer alan farklı harfler ortalamalar arasında P<0.05 seviyesinde fark olduğunu göstermektedir.

^zDifferent letters at the same column shows significant difference at P<0.05

Çizelge 2. Hasat zamanına göre bergamot kabuk uçucu yağ bileşimine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları (% , ortalama ± standart hata)^z

Table 2. Duncan test results of bergamot peel essential oil composition with respect to harvest times (mean ± standard error)^z

Bileşen Compound	RI ^z	RI ^y	1. hasat 1 st harvest	2. hasat 2 nd harvest	3. hasat 3 rd harvest	4. hasat 4 th harvest
α-pinen	1020	1025	0.85a±0.050	0.86a±0.050	0.98a±0.025	0.98a±0.135
β-Pinen	1103	1110	3.33b±0.030	3.94ab±0.070	4.30ab±0.065	4.69a±0.500
Sabinen	1116	1122	0.59b±0.020	0.71ab±0.020	0.73ab±0.005	0.81a±0.090
β-Mirsen	1157	1161	1.86a±0.005	2.24a±0.435	2.00a±0.050	1.80a±0.000
Limonen	1195	1198	46.80a±1.300	46.20a±1.635	46.98a±1.555	46.80a±1.275
γ-Terpinen	1235	1245	5.26b±0.015	5.98b±0.155	5.84b±0.525	7.15a±0.045
(E)-β-Osimen	1240	1250	0.78a±0.100	0.82a±0.030	0.89a±0.020	0.78a±0.075
Linalool	1535	1543	20.22a±0.380	17.08b±0.100	14.84c±0.590	13.42c±0.515
Linalil asetat	1549	1554	12.20b±0.145	13.64ab±1.275	14.27ab±0.915	15.91a±0.475
α-Terpineol	1692	1694	2.79a±0.460	2.95a±0.140	3.30a±0.260	2.49a±0.415
Neril asetat	1717	1718	1.41a±0.005	1.38a±0.070	1.37a±0.055	1.46a±0.120
Geranil asetat	1747	1751	1.67a±0.225	1.79a±0.100	1.94a±0.160	1.71a±0.105
Nerol	1788	1794	0.67a±0.095	0.69a±0.050	0.71a±0.055	0.58a±0.095
Geraniol	1832	1839	1.59a±0.270	1.71a±0.140	1.86a±0.175	1.42a±0.230

^zAynı satırda yer alan farklı harfler ortalamalar arasında P<0.05 seviyesinde fark olduğunu göstermektedir.

^zDifferent letters at the same line shows significant difference at P<0.05

RI^z: hesaplanan (calculated), RI^y: Babushok ve ark. [4]

Bergamot kabuk uçucu yağı bileşenlerin büyük bir kısmı monoterpenlerden oluşmaktadır. Monoterpen yapıdaki bileşenlerden limonen γ-terpinen ve β-pinen öne çıkan bileşenler olmuştur. Diğer turuncgil kabuk yağlarında da olduğu gibi bergamot kabuk uçucu yağında da monoterpen yapıdaki baskın bileşen olan limonen oranı araştırma kapsamında gerçekleştirilen hasat periyodu

içerisinde önemli bir farklılık göstermezken γ-terpinen ve β-pinen oranlarında önemli farklılıklar görülmüştür. Bergamot kabuk uçucu yağ bileşimi hasat zamanı, bölge ve elde edilme yöntemine göre önemli farklılık göstermektedir [4]. Nitekim aynı araştırmacıların bildirdiğine göre monoterpen yapıdaki limonen, γ-terpinen ve β-pinen bileşenlerinin oranları bergamot kabuk yağında sırasıyla

%35.42-45.11, %1.35-6.02, %2.90-5.79 aralıklarında değişim göstermiştir. Dugo ve ark. [10] tarafından yapılan çalışmada limonen oranı birinci, ikinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci hasat dönemlerinde hasat edilen örneklerde sırasıyla %38.21, %40.46, %41.97, %40.87, %40.67 olarak tespit edilmiştir. Monoterpen bileşenlerden γ -terpinen ve β -pinen oranları da hasat zamanına göre sırasıyla %7.96-8.53, %6.94-7.36 aralıklarında dağılım göstermiştir. Nabih ve ark. [23] ise Tunus'ta gerçekleştirdikleri çalışmada limonen, γ -terpinen ve β -pinen oranlarını sırasıyla %59.21, %0.01, %4.38 olarak rapor etmişlerdir. Dugo ve ark. [9] tarafından yapılan çalışmada da bergamot kabuk yağında β -pinen oranının %2.90-5.79, γ -terpinen oranının da %1.35-6.02 aralığında değişim gösterdiğini bildirmiştir. Bulgularımız, Dugo ve ark. [10] tarafından tespit edilen limonen değerinden yüksek, γ -terpinen ve β -pinen değerlerinden ise daha düşüktür. Nabih ve ark. [23] tarafından yapılan çalışmada elde edilen limonen değerinden daha düşük, γ -terpinen değerinden ise daha yüksek olmuştur. Araştırma bulgularımız γ -terpinen ve β -pinen açısından Dugo ve ark. [9] tarafından belirtilen değerlerle benzerlikler göstermiştir. Araştırma bulguları arasındaki farklılıkların bölge, iklim, toprak ve uygulanan kültürel işlem farklılıklarından ileri geldiği düşünülmektedir.

Turuncgil kabuk yağı aromalarında belirleyici olan ve önemli fonksiyonel özelliklere sahip olan ve monoterpen alkol yapıda olan linalool oranı hasat süresindeki ilerlemeye doğru düşüş göstermiştir. Birinci hasat örneklerinde %20.22 olan linalool oranı kademeli bir düşüşle dördüncü hasat örneğinde %13.42 değerine düşmüştür. Nitekim, Dugo ve Bonaccorsi [8]'nin bildirdiğine göre de hasat başlangıcından hasat sonuna (aşırı olgun aşama) kadar linalool oranı %28'den %3 seviyelerine kadar düşmektedir. Bunun yanında linalool içeriği yüksek bergamot yağlarının parfümeri ve çay aromalandırma amaçlı tercih edildiği bildirilmektedir. Örneklerdeki monoterpen asetat yapıdaki linalil asetat oranı ise linalool'un tersine birinci hasattan dördüncü hasada doğru artış göstermiştir. Literatürde de hasat başlangıcında %20'ler düzeyinde olan linalil asetatın hasat sonunda %34 seviyesine

ulaştığını bildirilmiştir. Ayrıca bu bileşenin olgun meyvenin karakteristik aroma bileşeni olduğu belirtilmektedir [8]. Bergamot kabuk yağları için linalool/linalil asetat oranı önemli bir kalite kriteri olarak ele alınmakta ve "esans derecesi" olarak ifade edilmektedir. Bu değer bergamot ve ürünlerinin üretim merkezi olan İtalya'nın Reggio Calabria bölgesi örneklerinde ortalama 0.3 olduğu bildirilmektedir [27]. Çalışma kapsamında analiz edilen örneklerde linalool/linalil asetat oranı 1.66-0.84 aralığında dağılım göstermiş olup bu değerden oldukça yüksektir. Analiz edilen örneklerde ilk hasattan son hasada doğru bu oranda bir düşüş olduğu görülmüştür. Nitekim, Dugo ve Bonaccorsi [2014] hasat zamanının başlangıcında %28 olan linalool oranının hasat zamanının son aşamasında %3'e düştüğünü, aynı zamanda linalil asetat oranının %20'den %34'e yükseldiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar aynı zamanda son yıllarda yüksek linalool içeriğinin parfümeri ve bergamot kabuk yağı veya aroması eklenen Early Grey çaylarda tercih edildiğini bildirmişlerdir. Bu durum Pazar ihtiyacına göre bu anlamda hasat zamanına göre bu anlamda bir farklılık yaratılabileceğini göstermiştir. Araştırma kapsamında analiz edilen örneklerde tespit edilen diğer bileşenlerin hasat zamanına göre değişim aralıkları da Çizelge 2'de görülmektedir. Elde edilen veriler hedeflenen ürün elde edilebilmesi amacıyla örneklerin hasat zamanına dikkat edilmesi gerektiği göstermektedir. Araştırma bulguları ayrıca hasat zamanının ürün standardı oluşturulması açısından da önemli olduğunu göstermektedir.

SONUÇ

Araştırma kapsamında elde edilen veriler hasat zamanının bergamot kabuk yağı verim ve kalite özellikleri üzerinde önemli farklılıklara neden olabileceğini göstermiştir. Bu anlamda hasat zamanının ilk dönemlerinin toplam uçucu yağ verimi açısından avantajlı bulunmuştur. Ancak hasat zamanının verim yanında uçucu yağ bileşiminde de önemli farklılıklara neden olduğu dikkate alınmalıdır. Bu anlamda başta bergamot kabuk yağının karakteristik özelliği üzerinde belirleyici olan linalool ve linalil asetat ile bu iki bileşenin birbirlerine oranları ile birlikte kullanım amacına göre diğer bileşenlerin oranları da dikkate alınmalıdır.

Ürün hasat zamanının pazar taleplerine göre oluşturulması yerinde olacaktır. Ancak Türkiye’de mevcut durumda kabuk reçeli üretiminde kullanılan bergamot hasat zamanının Şubat ayı içerisi olduğu dikkate alınırca üretilen ürünün yüksek linalool içeriği ile başta bergamot aromalı Eraly Grey çayı ve parfümeri ürünleri olmak üzere önemli bir kullanım potansiyeli olduğu öngörülmektedir. Türkiye turunçgil kabuk yağları ihtiyacını genellikle ithalat yoluyla karşılamaktadır. Bu veriler ve mevcut turunçgil üretim değerlerimiz dikkate alındığında diğer turunçgil ürünleri ile birlikte turunçgil kabuk yağları üretimi alanında yapılacak yatırımların yerinde olacağı düşünülmektedir. Ayrıca turunçgil kabuk reçelleri üretiminde atık olarak ortaya çıkan kabuk rendesinin yağ üretiminde değerlendirilmesinin de ekonomik anlamda ülke ekonomisine katkılar sunacağı tahmin edilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Anonim, 2009. TS ISO 280, Eteri yağlar-kırılma indisi tayini. *Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 8s.*
2. Anonim, 2011. TS EN ISO 6571, Baharatlar, çeşniler ve tıbbi bitkiler-uçucu yağ muhtevasının tayini (hidrodistilasyon yöntemi). *Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 12s.*
3. Anonim, 2012. TS ISO 592, Eteri yağlar-optik çevirme açısı tayini-polarimetrik metot. *Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 8s.*
4. Babushok, V.I., P.J. Linstrom and I.G. Zenkevich, 2011. Retention indices for frequently reported compounds of plant essential oils. *Journal of Physical and Chemical Reference Data, 40(4):1-47.*
5. Baser, K.H.C., T. Özek and M. Tutas, 1995. Composition of cold pressed bergamot oil from Turkey. *Journal of Essential Oil Research, 7(3):341-342.*
6. Bisignano, G., F. Cimino and A. Saija, 2011. Biological activities of citrus essential oils. pp:529-547. In: Dugo, G., Mondello, L. (Eds), *Citrus oils composition, advanced analytical techniques, contaminants, and biological activity. CRC Press, Taylor & Francis Group, London, UK. 548p.*
7. Costa, R., P. Dugo, M. Navarra, V. Raymo, G. Dugo, and L. Mondello, 2010. Study on the chemical composition variability of some processed bergamot (*Citrus bergamia*) essential oils. *Flavour and Fragrance Journal, 25:4-12.*
8. Dugo, G. and I. Bonaccorsi, 2014. *Citrus bergamia* bergamot and its derivatives. *Taylor & Francis Group, LLC CRC Press, 549p.*
9. Dugo, G., A. Controneo, I. Bonaccorsi and A. Trozzi, 2011. Composition of the volatile fraction of citrus peel oils. pp:1-161. In: Dugo, G., Mondello, L. (Eds.), *Citrus oils composition, advanced analytical techniques, contaminants, and biological activity. CRC Press, Taylor & Francis Group. London, UK. 548p.*
10. Dugo, G., A. Cotroneo, A. Verzera, M.G. Donato and R. Del Duce, 1991. Genuineness characters of Calabrian bergamot essential oil. *Flavour and Fragrance Journal, 6:39-56.*
11. Dugo, G. and A. Di Giacomo, 2002. Citrus the genus citrus. *Taylor & Francis Group, London, UK. 642p.*
12. Düzgüneş, O., T. Kesici, O. Kavuncu ve F. Gürbüz, 1987. Araştırma ve deneme metotları. *Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayın No: 1021, Ankara, 229s.*
13. Espina, L., M. Somolinos, S. Loran, P. Conchello, D. Garcia and R. Pagan, 2011. Chemical composition of commercial citrus fruit essential oils and evaluation of their antimicrobial activity acting alone or in combined processes. *Food Control, 22: 896-902.*
14. Figoli, A., L. Donato, R. Carnevale, R. Tundis, G.A. Statti, F. Menichini and E. Drioli, 2006. Bergamot essential oil extraction by pervaporation. *Desalination, 193:160-165.*
15. Fisher, K. and C.A. Phillips, 2006. The effect of lemon, orange and bergamot essential oils and their components on the survival of campylobacter jejuni, escherichia coli O157, Listeria monocytogenes, bacillus cereus and staphylococcus aureus in vitro and in food systems. *Journal of Applied Microbiology, 101:1232-1240.*
16. Franz, C. and J. Novak, 2010. Sources of essential oils. pp:39-82. In: Baser, K.H.C.,

- Buchbauer, G. (Eds.), *Handbook of essential oils science, technology and applications*. CRC Press, USA, 975p.
17. Furneri, P.M., L. Mondello, G. Mandalari, D. Paolino, P. Dugo, A. Garozzo and G. Bisignano, 2012. *In vitro* antimycoplasmal activity of *Citrus bergamia* essential oil and its major components. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 52:66-69.
 18. Gölükcü, M., R. Toker, H. Tokgöz ve D. Yıldız Turgut, 2015. Farklı yöntemlerle elde edilen turunç (*Citrus aurantium* L.) kabuk yağlarının uçucu yağ bileşimleri. *Derim*, 32(2):161-170.
 19. Kirbaşlar, F.G., A. Tavman, B. Dülger and G. Türker, 2009. Antimicrobial activity of Turkish citrus peel oils. *Pakistan Journal of Botany*, 41(6):3207-3212.
 20. Kimball, D.A., 1999. Citrus processing a complete guide. *A Chapman & Hall Food Science Book*, Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, Maryland, USA, 450p.
 21. Kirbaslar, F.G., S.I. Kirbaslar and U. Dramur, 2001. The compositions of Turkish bergamot oils produced by cold-pressing and steam distillation. *Journal of Essential Oil Research*, 13(6):411-415.
 22. Ladaniya, M.S., 2008. Citrus fruit biology, technology and evaluation. *Academic Press, San Diego, USA*. 575p.
 23. Nabih, B., E.O. Abdelfatteh, K. Faten, C. Herve and C.M. Moncef, 2010. Chemical composition of bergamot (*Citrus bergamia* Risso) essential oil obtained by hydrodistillation. *Journal of Chemistry and Chemical Engineering*, 4(4):60-62.
 24. Navarra, M., C. Mannucci, M. Delbo and G. Calapai, 2015. *Citrus bergamia* essential oil: from basic research to clinical application. *Frontiers in Pharmacology*, 6:1-7.
 25. Özdemir, K.S., N. Azarabadi and A. Topuz, 2018. Microencapsulation of bergamot peel essential oil with gum Arabic and maltodextrin blends: stability and release characteristics of the essential oil compounds. *Gıda*, 43(6):957-970.
 26. Poiana, M., R. Fresa and B. Mincione, 1999. Supercritical carbon dioxide extraction of bergamot peels. Extraction kinetics of oil and its components. *Flavour and Fragrance Journal*, 14:358-366.
 27. Sawamura, M., Y. Onishi, J. Ikemoto, N.T.M. Tu and N.T.L. Phi, 2006. Characteristic odour components of bergamot (*Citrus bergamia* Risso) essential oil. *Flavour and Fragrance Journal*, 21:609-615.
 28. Tisserand, R. and R. Young, 2014. Essential oil safety. *Churchill Livingstone Elsevier, London UK*, 779p.
 29. Verzera, A., A. Trozzi, F. Gazea, G. Ciciarello and A. Cotroneo, 2003. Effects of rootstock on the composition of bergamot (*Citrus bergamia* Risso et Poiteau) essential oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51:206-210.
 30. Yıldız Turgut, D., M. Gölükcü, R. Toker ve H. Tokgöz, 2014. Bergamot (*Citrus bergamia*) esansının uçucu yağ bileşimi. 2. *Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu*, 23-25.09.2014. Yalova, 65s.

DEVECİ ARMUDUNDA MEYVE MİNERAL MADDE İÇERİKLERİNİN ÖZ SULANMASI SORUNU İLE İLİŞKİLERİ¹

Erdinç UYSAL^{2*}, Mehmet Emin AKÇAY³

²Dr., Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yalova; ORCID: 0000-0003-3809-4156

³Dr., Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yalova; ORCID: 0000-0002-9692-782X

Geliş Tarihi / Received: 24.09.2019

Kabul Tarihi / Accepted: 04.05.2020

ÖZET

Öz sulanması elma ve armutlarda görülen ve büyük zararlar veren önemli bir fizyolojik bozukluktur. Çoğunlukla elmalarda görülen bir bozukluk olmasına rağmen hassas armut çeşitlerinde de önemli sorunlar oluşturabilmektedir. Bu çalışma ile Bursa yöresinde Deveci çeşidi ile kurulmuş armut bahçelerinde öz sulanması görülen meyvelerin mineral madde içeriklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla seçilen bahçelerden sağlıklı ve sorunlu meyve örnekleri alınmıştır. Bu örneklerde fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, demir, mangan, çinko, bakır ve bor analizleri yapılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre fosfor, potasyum, demir, çinko ve bakır değerleri arasında sorunlu ve sağlam meyveler açısından herhangi bir farklılık bulunamamıştır. Bununla birlikte sorunun görülmediği meyve örneklerinden belirlenen kalsiyum, magnezyum, mangan ve bor değerlerinin öz sulanması sorunu olan meyvelere oranla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu elementler içerisinde kalsiyumda ortaya çıkan farklılık, diğer elementlere göre oldukça yüksek oranda bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Armut, deveci çeşidi, mineral madde, öz sulanması

THE RELATIONSHIP BETWEEN THE MINERAL CONTENT OF FRUIT AND THE WATERCORE PROBLEM IN DEVECİ PEAR

ABSTRACT

Watercore is an important physiological disorder affecting apples and pears. Although it is a disorder that mostly seen in apples, it can also cause serious problems in sensitive pear varieties. In this study, it was aimed to determine the mineral matter content of the fruit having watercore problem in the pear orchards established with Deveci cultivar in Bursa region. For this purpose, healthy and damaged fruit samples were taken from selected orchards. Phosphorus, potassium, calcium, magnesium, iron, manganese, zinc, copper and boron were analyzed in these samples and the results were compared. According to the results obtained, there was no difference between the values of phosphorus, potassium, iron, zinc and copper in terms of disordered and healthy fruits. However, calcium, magnesium, manganese and boron values obtained from healthy fruit samples were found to be higher than those with watercore problems. The difference in calcium was found to be quite higher than the other elements.

Keywords: Pear, deveci cultivar, mineral matter, watercore

GİRİŞ

Bursa Türkiye'nin önemli meyve üretim merkezlerinden birisidir ve armut bölge için çok büyük bir öneme sahiptir. Türkiye'de 2016 yılı verilerine göre toplam armut üretimi 472 bin ton olup bunun %38'i Bursa'da gerçekleşmiştir [1]. Bursa ilinde üretilen

armudun önemli bölümünü ise Deveci çeşidi oluşturmaktadır. Bu çeşidin öz sulanmasına karşı hassas olması üreticilerin sıkça bu sorunla karşılaşmalarına neden olmaktadır. Bu ise ürünün pazarlanmasında ve depolanmasında çok ciddi problem oluşturmaktadır.

Öz sulanması elma ve armutlarda görülen fizyolojik bir bozukluktur [2, 3, 4, 5]. Bu

*Sorumlu yazar / Corresponding author: erdincuysal@hotmail.com

¹26-28 Ekim 2017 tarihleri arasında Tokat'ta düzenlenen "II. Ulusal Yumuşak Çekirdekli Meyve Türleri Sempozyumu"nda sözlü bildiri olarak sunulmuş ve özet kitabında yer almıştır.

bozukluk 20. yüzyılın başlarında tanımlanmasına rağmen bugün hala fizyolojik mekanizması kısmen anlaşılabilmiştir [6]. Öz sulanması derim öncesinde meyvelerde çekirdek etrafında yoğunlaşmış sıvılaşmış bölgelerin varlığıyla kendini gösteren bir bozukluktur ve ilerlemiş vakalarda, çekirdek boşluğu etrafındaki dokular tamamen sıvılaşmış kısım ile çevrelenir. Bu sıvılaşma ya da camsılaşmış görünüm hücreler arası boşluklardaki sıvı birikiminden kaynaklanır [7].

Öz sulanması görülen meyvelerde hücreler arası boşluklarda yüksek miktarda önemli bir karbonhidrat olan sorbitol bulunmaktadır [8]. Sorbitol doğrudan elma dokusu tarafından kullanılmaz, çünkü önce früktoza dönüştürülmesi gereklidir. Öz sulanması görülen dokular, sorbitolü früktoza dönüştürme yeteneğinden yoksundur. Öz sulanmasının ileri aşamaları dokularda etanol ve asetaldehit birikimiyle sonuçlanır. Her iki madde de yüksek miktarlara ulaştığında elma dokusu için toksiktir ve depolama sırasında meyve eti kararmasına ve bozulmasına neden olur [7].

Öz sulanmasını meyvede yayılmaya başlayıp kabuğun altında belirtiler oluşturuncaya kadar meyvenin dış görünüşünden anlayabilmek çok zordur [5]. Olgunluğa bağlı olmayan başka bir öz sulanması tipi mevsim ortasında görülen olağan dışı sıcak hava esnasında ya da sonrasında oluşabilir. Bu tip öz sulanmasında etkilenmiş küçük alanlar meyve eti boyunca bulunabilir veya meyvelerin açıkta kalan yüzeylerinde kabuk üzerinde sıvılaşmış kısımlar yama şeklinde bir görünüm ortaya çıkarır. Bazı çeşitlerde bu durum güneş yanığı ile ilişkilendirilir [7]. Deveci armut çeşidi meyvelerinde yaygın olarak görülen öz sulanması da çekirdek evinden ziyade kabuktan başlayan belirtiler ile kendini göstermektedir (Şekil 1 ve Şekil 2).

Genellikle yüksek yaprak/meyve oranı ve giberellin uygulamalarının öz sulanmasına neden olduğu bildirilmiştir [9, 10, 11]. Yamada ve ark. [12], gece ve gündüz arasındaki sıcaklık farklarının öz sulanmasında etkili olmadığını ifade etmişlerdir.

Yamada ve ark. [13], düşük sıcaklıklara maruz kalan elmalarda öz sulanması geliştiğini tespit etmiştir. Düşük sonbahar gece

sıcaklıkları olgunlaşmayı hızlandırabilir ve öz sulanması gelişimini teşvik eder. Düşük gelişme sıcaklıkları elma özsuyunda sorbitol konsantrasyonunu önemli derecede artırır [7].



Şekil 1. Deveci armudunda öz sulanması görülen meyveler (orijinal)

Figure 1. Fruits with water-core disorder in deveci pears (original)



Şekil 2. Deveci armudunda sağlam ve öz sulanması olan meyvelerde iç görünüm

Figure 2. Internal appearance in deveci pears which are seen watercore problem and healthy fruits

Yamada ve ark. [14], tarafından yürütülen bir başka çalışmada, henüz tam olgunlaşmadıkları dönemde (Ağustos ortası) gölgelenen alanın dışında bulunan meyvelerde daha yüksek oranda öz sulanması görüldüğünü ve sorbitol içeriği değişiminin bu döneme paralel olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, gölgelenen alan dışındaki meyvelerin hücre vakuollerinde daha yüksek oranda sorbitol, früktoz ve glikozun bulunduğu saptanmış ve araştırmacılar öz sulanması oluşan meyvelerde sorbitol alımının meyvelerin henüz tam

olgunlaşmadığı dönemde meydana gelebileceğini vurgulamışlardır.

Bazı bitki besin elementleriyle yapılan çalışma sonuçları, uygulamaların öz sulanması üzerine etkili olabildiğini göstermiştir. Yeni Zelanda'da Cox's Orange Pippin elma çeşidi ile yapılan bir çalışmada ağaçlara 6 kez Ca spreyi uygulanmış ve sonuçlar kontrolle karşılaştırılmıştır. Buna göre kontrol uygulamasında 1.7 mg 100 g⁻¹ olan meyve Ca içeriği 2.8'e yükselmiş, meyvelerin %55.8 olan acı benek zararı 21.5'e, öz sulanması zararı %60.5'ten 11.3'e gerilemiştir [15].

Verilen bilgilerden anlaşıldığı üzere öz sulanması elma ve armut için önemli bir sorundur ve uzun yıllardır üzerinde inceleme ve araştırmalar yapılmasına karşın bozukluğun nedeni tam olarak anlaşılammıştır. Çeşitlerin hassasiyeti bu soruna karşı farklılık göstermektedir. Daha çok elmalarda görülen sorun geç derilen bazı armut çeşitlerinde ve özellikle ülkemizde Deveci armudunda görülür [16].

Yapılan bu çalışma ile Deveci armut çeşidi ile kurulmuş öz sulanması görülen farklı bahçelerden sorunlu ve sorunsuz meyve örnekleri toplanarak bazı mineral madde içerikleri yönünden karşılaştırılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Çalışmada materyal olarak Bursa'nın Gürsu ilçesinden 11 adet ticari bahçeden alınan, 22 adet meyve örneği kullanılmıştır. Bahçeler seçilirken önemli üretim merkezi olan Gürsu'nun farklı noktalarına gidilmiş, öz sulanması sorunu görülen Deveci çeşidiyle kurulu olan kapama armut bahçeleri dikkate alınmıştır. Seçilen her bahçeden ve bahçelerin farklı noktalarından, öz sulanması problemi olan ve olmayan meyve örnekleri ayrı ayrı olarak rastgele alınmıştır. Alınan örneklerle ait konum bilgileri Çizelge 1'de sunulmuştur.

Metot

Alınan meyve örnekleri laboratuvarında önce çeşme suyunda, daha sonra sırası ile 0.1 N HCl ve saf su ile yıkandıktan sonra kurutma kâğıtları üzerinde kabaca kurumaları

sağlanmıştır. Daha sonra ince ince dilimlenerek kurutma dolabında 70°C'de sabit ağırlığa ulaşmaya kadar kurutulmuştur. Kuruyan örnekler 0.5 mm elek çapına sahip değirmende öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir [17].

Armut meyvelerinde toplam fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, demir, mangan, çinko ve bakır analizi için 0.5 g örnek alınmış, 10 ml HNO₃ eklenerek, kademeli olarak artırılan sıcaklık 250°C'ye yükseltilecek sonra mikrodalga cihazında yaş yakma gerçekleştirilmiştir. Daha sonra bu örnekler 50 ml'lik ölçü balonlarına aktarılarak hacim saf su ile tamamlanmış ve mavi bant filtre kâğıdından süzümüştür. Elde edilen süzüklerdeki element miktarı ICP-OES cihazı ile ölçümüştür [17]. Meyvelerde toplam bor, kuru yakılan örneklerde Azomethin-H yöntemiyle belirlenmiştir [18]. Meyve örneklerinin analizlerinin doğruluğunu kontrol etmek için NIST marka referans elma yaprağı (1515) ve şeftali yaprağı (1547) birlikte kullanılmıştır.

Çalışma sonunda elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş, analizlere göre istatistiksel olarak önemli çıkan farklar ortalama değerler üzerinde gösterilmiştir.

Çizelge 1. Gürsu (Bursa)'dan alınan armut örneklerine ait lokasyon bilgileri
Table 1. Location information about pear fruit samples taken Gürsu (Bursa)

Örnek No (Number)	Alındığı Köy veya Mevki (Sampling Location)
1	Gürsu Altı Mevki-1. Bahçe
2	Gürsu Altı Mevki-2. Bahçe
3	Gürsu Altı Mevki-3. Bahçe
4	Ağaköy-1. Bahçe
5	Ağaköy-2. Bahçe
6	Ağaköy-3. Bahçe
7	Ağaköy-4. Bahçe
8	Cambazlar-1. Bahçe
9	Cambazlar-2. Bahçe
10	Okumuşlar-1. Bahçe
11	Okumuşlar-2. Bahçe

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada her bahçeye ait sorunlu ve sağlıklı örnekler ayrı ayrı incelenmiş olup değerlendirmeler tüm bahçelerin ortalamaları üzerinden yapılmıştır. Elementlerden fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyuma ait

sonuçlar Çizelge 2’de gösterilirken, demir, mangan, çinko, bakır ve bor değerleri ise Çizelge 3’te sunulmuştur.

Elde edilen sonuçlar makro elementler açısından irdelendiğinde fosfor ve potasyum açısından, sorunlu ve sağlıklı meyve örneklerinden elde edilen değerlerin istatistiksel düzeyde farklılık göstermediği saptanmıştır. Çizelge 1 incelendiğinde fosfor için sorunlu meyve örneklerinde bulunan ortalama değer 64.51 mg 100 g⁻¹ iken sağlam meyve örneklerinde 65.92 mg 100 g⁻¹ olmuştur. Potasyum içerikleri ise hem sorunlu hem de

sağlam örnekler için 831 mg 100 g⁻¹ olarak bulunmuştur. Yalova koşullarında farklı azot uygulamalarının Deveci armut çeşidi meyvelerinde mineral madde içeriği üzerine olası etkilerini belirlemek amacıyla yapılmış olan bir çalışmada uygulamalara bağlı olarak 66.33-90.45 mg 100 g⁻¹ arasında değişen fosfor ve 626-730 mg 100 g⁻¹ arasında değişen potasyum değerlerinin bulunduğu bildirilmiştir [19]. Fosfor ve potasyum için bulunan değerlerin her iki yörede de birbirine yakın olduğu görülmektedir.

Çizelge 2. Meyve örneklerinin fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum içerikleri^z

Table 2. Phosphorus, potassium, calcium and magnesium contents of the fruit samples examined^z

Örnek Sample	Fosfor / Phosphorus (mg 100 g ⁻¹)		Potasyum / Potassium (mg 100 g ⁻¹)		Kalsiyum / Calcium (mg 100 g ⁻¹)		Magnezyum / Magnesium (mg 100 g ⁻¹)	
	Sorunlu Disorder	Sağlam Normal	Sorunlu Disorder	Sağlam Normal	Sorunlu Disorder	Sağlam Normal	Sorunlu Disorder	Sağlam Normal
1	41.51	47.86	663	670	5.31	28.05	31.99	38.98
2	51.55	49.17	727	686	5.88	23.17	31.44	41.26
3	59.42	49.29	966	864	6.80	19.43	34.83	35.91
4	61.50	58.75	687	682	7.42	19.18	33.78	33.57
5	71.03	77.23	916	946	8.51	21.57	47.26	61.87
6	67.19	77.46	762	805	7.16	25.07	42.19	49.71
7	62.85	71.22	756	871	7.69	25.13	37.07	44.68
8	70.12	75.59	895	956	4.78	16.86	40.11	43.27
9	74.62	81.61	932	902	5.51	29.98	43.02	48.88
10	80.44	77.36	969	1017	8.24	18.75	49.85	48.04
11	69.41	59.55	865	742	5.59	18.13	40.59	41.56
Ortalama Average	64.51	65.92	831	831	6.63b	22.30a	39.29b	44.34a

^zFarklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar %1 seviyesinde önemlidir.

^zThe differences between the means indicated by different letters is important on a 1%.

Çizelge 3. Meyve örneklerinin demir, mangan, çinko, bakır ve bor içerikleri^z

Table 3. Iron, manganese, zinc, copper and boron contents of the fruit samples examined^z

Örnek Sample	Demir / Iron (mg 100 g ⁻¹)		Mangan / Manganese (mg 100 g ⁻¹)		Çinko / Zinc (mg 100 g ⁻¹)		Bakır / Copper (mg 100 g ⁻¹)		Bor / Boron (mg 100 g ⁻¹)	
	Sorunlu Disorder	Sağlam Normal	Sorunlu Disorder	Sağlam Normal	Sorunlu Disorder	Sağlam Normal	Sorunlu Disorder	Sağlam Normal	Sorunlu Disorder	Sağlam Normal
1	1.22	1.31	0.42	0.44	0.49	0.46	0.52	0.46	0.78	0.82
2	1.28	1.20	0.38	0.44	0.49	0.49	0.50	0.49	0.91	1.14
3	1.14	1.06	0.32	0.45	0.59	0.49	0.60	0.53	0.87	0.93
4	1.22	1.25	0.33	0.37	0.37	0.35	0.45	0.44	1.11	1.30
5	1.36	1.40	0.46	0.58	0.55	0.68	0.71	0.74	1.27	1.48
6	1.33	1.18	0.42	0.50	0.50	0.58	0.63	0.62	1.08	1.50
7	1.18	1.28	0.30	0.42	0.33	0.46	0.45	0.58	1.17	1.61
8	1.98	1.89	0.32	0.39	0.50	0.53	0.57	0.62	0.72	0.76
9	1.82	1.82	0.39	0.49	0.48	0.58	0.53	0.51	1.39	1.44
10	2.35	2.31	0.37	0.33	0.75	0.79	0.61	0.51	1.68	1.66
11	2.10	2.04	0.33	0.41	0.57	0.61	0.72	0.77	1.21	1.09
Ortalama Average	1.54	1.52	0.37b	0.44a	0.51	0.55	0.57	0.57	1.11b	1.25a

^zFarklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar %1 seviyesinde önemlidir.

^zThe differences between the means indicated by different letters is important on a 1%.

Yaptığımız çalışmada en dikkat çekici sonuçlar kalsiyum analizi ile ortaya çıkmıştır. Sorunlu meyve örneklerinden elde edilen değerler 4.78-8.51 mg 100 g⁻¹ değerleri arasında ve ortalama 6.63 mg 100 g⁻¹ olarak bulunmuştur. Öz sulanması belirtisi göstermeyen sağlam örneklerde ise 16.86-29.98 mg 100 g⁻¹ arasında değişen kalsiyum değerleri ortalama olarak 22.30 mg 100 g⁻¹ bulunmuştur. Buna göre herhangi bir sorun göstermeyen sağlam meyve örnekleri, öz sulanması sorunu olan meyvelere oranla yaklaşık 3.5 kat daha fazla kalsiyum içermektedir. Uysal ve Akçay [19], Yalova koşullarında yapmış oldukları çalışmada herhangi bir sorunu olmayan Deveci armudu için meyvedeki toplam kalsiyum içeriklerinin 17.59-40.24 mg 100 g⁻¹ değerleri arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Açıkça görüldüğü üzere öz sulanması sorunu olan meyvelerin kalsiyum içeriklerinde ciddi bir eksiklik oluşmuştur. Daha önce yapılan farklı çalışmalarda da bu soruna dikkat çekilmiştir. Bowen ve Watkins [20], öz sulanması görülen meyvelerde nişasta ve kalsiyum konsantrasyonlarının azaldığını bildirmişlerdir. Meyve kalsiyum içeriğinin artırılması ile öz sulanmasının azaltılabileceği öte yandan yüksek azot uygulamalarıyla ise artabileceği ifade edilmiştir [7]. Elmalarda düşük kalsiyum seviyesi ile meyvelerde öz sulanması oluşumu arasında bağlantı olduğu başka bir çalışmada da ifade edilmiştir [21]. Meyvelerde yeterli kalsiyum bulunması durumunda acı benegin yanı sıra öz sulanması riski de daha düşük olur [22]. Öz sulanmasına hassas Housui çeşidi armutlarda yapılan bir çalışmada araştırmacılar yapraktan kalsiyum gübrelenmesi yapmışlar ve çalışma sonucunda kontrol uygulamasında %38 olan öz sulanması hasarının, 8 yaprak uygulamasında %9 ile en aza indiğini bildirmişlerdir [23]. Aynı çalışmada araştırmacılar meyve ağırlıklarını da belirlemişler kontrol uygulamasında 365 g olan ortalama meyve ağırlığı, 8 yaprak uygulaması sonucunda 377 g olarak belirlenmiştir. Cox's Orange Pippin elma çeşidi ile yapılan çalışmada ağaçlara 6 kez Ca spreyi uygulanarak öz sulanması zararı kontrol uygulamasıyla karşılaştırılmıştır [15]. Çalışma sonucunda kontrol uygulamasında 1.7 mg 100 g⁻¹ olan meyve Ca içeriği 2.8'e yükselmiş,

meyvelerin %60.5 olan öz sulanması zararı %11.3'e gerilemiştir.

Magnezyum değerleri bakımından sorunlu ve sağlam meyve örneklerinden elde edilen ortalama değerlere bakıldığı zaman sonuçlarda istatistiki anlamda önemli bir fark olduğu görülmektedir. Sorun gösteren meyve örneklerindeki elde edilen ortalama magnezyum değeri 39.29 mg 100 g⁻¹ olarak bulunurken, sağlam meyvelerde bu değer 44.34 mg 100 g⁻¹ ile daha yüksek olarak belirlenmiştir. Yalova koşullarında Deveci armudu ile yapılan azotlu gübreleme denemesinde azot dışında kalan diğer besin elementlerince de bitkilerin beslenme seviyeleri incelenmiştir [24]. Çalışmadan elde edilen verilere göre magnezyumca yeterli beslenme gösteren ağaçlarda meyve magnezyum içerikleri de belirlenmiş olup bu değerlerin 31.85-43.34 mg 100 g⁻¹ arasında değiştiği bildirilmiştir. Bu değerleri referans alacak olur isek yaptığımız çalışmada sağlam ve sorunlu ağaçlarda bulunan magnezyum değerleri arasında fark olsa bile yeterli düzeylerde olduğu söylenebilir.

Çalışmada toplanan meyve örneklerinde makro besin elementlerinin yanı sıra Çizelge 3'te gösterilen mikro elementlerde belirlenmiştir. Bulunan sonuçlara göre sorun gösteren meyvelerle, sağlam meyvelerde belirlenen demir, çinko ve bakır içerikleri arasında bir farklılık görülmemiştir. Mangan ve bor açısından ise benzer sonuçlarla karşılaşılmış olup, sağlam meyvelerin içerdiği ortalama değerlerin öz sulanması görülen meyvelere oranla daha yüksek olduğu saptanmıştır. Mangan açısından öz sulanması sorunu olan meyvelerin ortalama değeri 0.37 mg 100 g⁻¹ bulunurken sağlam meyvelerden elde edilen değer 0.44 mg 100 g⁻¹ olarak belirlenmiştir. Bor için bu değerler sırasıyla 1.11 ve 1.25 mg 100 g⁻¹ olarak saptanmıştır. Görüldüğü üzere mangan ve bor miktarlarında fark görece olarak kalsiyumda oluşan fark kadar yüksek bulunmamıştır. Bu nedenle oluşan farkı doğrudan öz sulanması ile ilişkilendirmek çok doğru olmayabilir. Nitekim meyvelerde belirlenmiş olduğumuz mikro elementlerle, öz sulanması arasında bir ilişkinin varlığına dair daha önce yapılmış herhangi çalışmaya rastlanmamıştır.

SONUÇ

Sonuç olarak yapılan bu çalışmada Bursa yöresinde yoğun yetiştiriciliği yapılan Deveci armudunda görülen önemli bir sorun farklı bir açıdan ele alınmıştır. Yetiştiriciliğin yoğun olduğu bir merkezden öz sulanması problemi olan bahçeler seçilerek sağlam ve sorunlu meyveler alınarak bazı önemli mineral maddelerin içerikleri belirlenerek aradaki farklar ortaya konulmaya çalışılmıştır. Yapılan analizler sonucunda meyvelerin fosfor, potasyum, demir, çinko ve bakır içerikleri arasında herhangi bir farklılık bulunamamıştır. Bununla birlikte öz sulanması sorunu olan meyvelerin sağlam meyvelere oranla kalsiyum, magnezyum, mangan ve bor elementlerini daha düşük miktarda içerdikleri görülmüştür. Anılan bu elementler içerisinde özellikle kalsiyum arasında oluşan fark dikkat çekecek oranda büyük olmuş ve sağlam meyvelerde öz sulanması görülen meyvelere oranla yaklaşık 3.5 kat daha yüksek çıkmıştır. Bu sonuçlardan da görüleceği üzere Deveci armudu yetiştiriciliğinde meyvelerde kalsiyum eksikliğine meydan vermemek adına gerekli kalsiyum gübrelemelerinin yapılması önemlidir. Yapılan farklı çalışmalarda özellikle sprey şeklinde doğrudan meyveye yapılan kalsiyum uygulamalarının öz sulanması zararını azaltmaya yardımcı olduğu görülmüştür. Bu yüzden sorunun görüldüğü alanlarda kalsiyum spreylerinin uygulanmasının yararlı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Anonim, 2017. TÜİK Bitkisel üretim istatistikleri (https://biruni.tuik.gov.tr/bitki_selapp/bitkisel.zul) (Erişim Tarihi: Temmuz 2017).
2. Kajiura, I., S. Yamaki, M. Omura and I. Shimura, 1976. Watercore in Japanese pear (*Pyrus serotina* Rehder var. 'Culta' Rehder). 1. Description of the disorder and its relation to fruit maturity. *Scientia Hort.* 4:261-270.
3. Yamaki, S., I. Kajiura, M. Omura and K. Matsuda, 1976. Watercore in Japanese pear (*Pyrus serotina* Rehder var. 'Culta' Rehder). 2. Chemical changes in watercored tissue. *Scientia Hort.* 4:271-277.
4. Yamaki, S., I. Kajiura, M. Omura and K. Matsuda, 1977. Watercore in Japanese pear. 3. Changes in the activities of some enzymes relating to the degradation of cell walls and the accumulation of sugar. *Scientia Hort.* 6:45-53.
5. Inomata, Y. and K. Suzuki, 2001. Non-destructive measurement of watercore in Japanese pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai) 'Hosui'. *JARQ* 35:125-129.
6. Herrerosa, A.M., M.A.M. Garcia, A. Blanco, J. Val, M.E.F. Valle and P. Barreiro, 2013. Assessment of watercore development in apples with MRI: Effect of fruit location in the canopy Angela. *Postharvest Biol. Technol.* 86(2013):125-133.
7. Meheriuk, M., R.K. Prange, P.J. Lidster and S.W. Porritt, 1994. Postharvest disorders of apples and pears. *Agriculture and Agri-Food Canada, Publication no: 1737/E, 68p.*
8. Marlow, G.C. and W.H. Loescher, 1985. Sorbitol metabolism, the climacteric and water-core in apples. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 110:676-680.
9. Sakuma, F., S. Katagiri, K. Tahira, T. Umeya and T. Hiyama, 1998. Effects of defoliation and fruit thinning on occurrence of watercore fruit in Japanese pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai) 'Housui'. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 67:381-385.
10. Tamura, F., J.P. Chun, K. Tanabe and A. Itai, 2002. Characteristics of watercore incidence in Japanese pear 'Akibae' and its prevention by summer pruning. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 71(1):223.
11. Chun, J.P., F. Tamura, K. Tanabe and A. Itai, 2003. Physiological and chemical changes associated with watercore development induced by GA in Japanese pear 'Akibae' and 'Housui'. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 72:378-384.
12. Yamada, H., H. Ohmura, C. Arai and M. Terui, 1994. Effect of preharvest fruit temperature on ripening, sugars, and watercore occurrence in apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119(6):1208-1214.
13. Yamada, H., K. Takechi, A. Hoshi and S. Amano, 2004. Comparison of water relations in watercored and non-watercored

- apples induced by fruit temperature treatment. *Sci. Hortic.* 99:309-318.
14. Yamada, H., Y. Kaga and S. Amano, 2006. Cellular compartmentation and membrane permeability to sugars in relation to early or high temperature-induced water-core in apples. *Scientia Hortic.* 108:29-34.
 15. Sharples, R.O., 1980. The influence of orchard nutrition on the storage quality of apples and pears grown in the United Kingdom. In *Mineral Nutrition of Fruit trees*, ed. D. Atkinson, J.E. Jackson, R.O. Sharples and W.M. Waller, pp:17-28, London: Butterworths.
 16. Akçay, M.E., 2008. Dünyaca ünlü Deveci armudumuz bu yıl gözemi geldi? *Hasad Bitkisel Üretim Dergisi*, 24(282):16-18.
 17. Kacar, B. ve A. İnal, 2008. Bitki analizleri. *Nobel Yayın No:1241*.
 18. Wolf, B., 1971. The determination of boron in soil extracts, plant material components, manures, waters and nutrient solutions. *Soil Science and Plant Analysis.* 2(5):363-374.
 19. Uysal, E. ve M.E. Akçay, 2015. Farklı azot uygulamalarının Deveci armut çeşidinde meyvelerde mineral madde içeriği üzerine etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 4(1):19-26
 20. Bowen, J.H. and C.B. Watkins, 1997. Fruit maturity, carbohydrate and mineral content relationships with watercore in 'Fuji' apples. *Postharvest Biol. Technol.* 11:31-38.
 21. Beaudry, R., 2014. Watercore in apples: causes, concerns, detection and sorting. (http://msue.anr.msu.edu/uploads/files/watercore_in_apples.pdf; Erişim Tarihi: Temmuz 2017).
 22. Roper, T.R., 1999. Watercore of apples (<http://polk.uwex.edu/files/2014/02/watercore-in-apples-a3280.pdf>; Erişim Tarihi: Haziran 2017).
 23. Inomata, Y., H. Yaegaki and K. Suzuki, 1999. The effects of polyethylene bagging, calcium carbonate treatment and difference in fruit-air temperatures on the occurrence of watercore in Japanese pear 'Housui'. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 68(2):336-342.
 24. Uysal, E., 2012. Klon anacı üzerine aşılı Deveci armut çeşidi ve Golden Sel B elma çeşidinde fertigasyonla ve yapraktan azotlu gübrelemenin verim, kalite ve besin maddesi alımı üzerine etkileri. *Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Bilimsel Araştırmalar ve İncelemeler Yayın No: 282, 131s.*

THE EFFECT OF DIFFERENT PROCESSING TECHNIQUES IN PRODUCTION OF FIG AND DATE MOLASSES (PEKMEZ)

Mehmet BEYKAYA¹, Nevzat ARTIK^{2*}

¹Dr. Öğr. Ü., Iğdır Univ. Faculty of Tourism Dept. of Gastronomy and Culinary Arts; ORCID: 0000-0003-2594-5011

²Prof. Dr., Ankara Univ. Faculty of Engineering Dept. of Food Engineering, Ankara; ORCID: 0000-0001-5583-6719
Kabul Tarihi / Received: 13.08.2020

Kabul Tarihi / Accepted: 03.11.2020

ABSTRACT

In this study, molasses (pekmez) was produced from fig and date by use of processing techniques of battery, press, decanter-separator and horizontal press at the pilot plant level. Water-soluble dry matter (Brix) and turbidity values were determined in the pomace of fig and date extracts obtained in the trials performed with each of the fruits. It is possible to produce molasses by various techniques; however, the quality parameters set forth in Turkish Food Codex should be followed and a cost analysis based on raw material input rate, product output rate, process time, the energy consumed should be carried out for determination of the best method and optimum conditions. Brix measurement, turbidity measurement, HMF analysis, ash determination and microbiological analyzes were repeated for fig and molasses in each method. It was concluded that it may be sufficient to use the battery, press, decanter-separator and horizontal press processing techniques in the production of fig and date molasses, however, it is better to use the filtration techniques in combination after production of must and molasses. The best method for production of fig and date molasses is the decanter separator processing technique.

Keywords: Molasses (pekmez), fig, date, process, technique

İNCİR VE HURMA PEKMEZİ ÜRETİMİNDE FARKLI İŞLEME TEKNİKLERİNİN VERİMLİLİĞE ETKİSİ

ÖZ

Bu araştırmada, incir ve hurma meyvelerinden pilot tesis ölçeğinde batarya, pres, dekantör-separator ve yatay pres işleme teknikleri kullanılarak pekmez üretimi yapılmıştır. Her meyve ile yapılan denemede elde edilen incir ve hurma ekstraktının posasında, suda çözünür kuru madde (Briks) ve bulanıklık değeri saptanmıştır. Farklı tekniklerle pekmez üretiminin mümkün olduğu fakat en doğru yöntem ve optimum koşullar belirlerken muhakkak Türk Gıda Kodeksinde yer alan kalite parametreleri seçilmeli ve hammadde girdi hızı, ürün çıktı hızı, proses süresi, harcanan enerjiyi esas alan maliyet analizinin yapılması gerekmektedir. Her bir yöntemde Brix ölçümü, bulanıklık ölçümü, HMF analizi, kül tayini ve mikrobiyolojik analizler incir pekmezi ve hurma pekmezi için tekrarlanmıştır. İncir ve hurma pekmezi üretiminde batarya, pres, dekantör-separator ve yatay pres işleme tekniklerinin pekmez üretiminde kullanılmasının yeterli olabileceği, ancak sıra ve pekmez üretim sonrası filtrasyon tekniklerinin kombinasyon olarak kullanılmasının uygun olmadığı sonucuna varılmıştır. İncir ve hurma pekmezi üretimi için en uygun yöntemin dekantör-separator işleme tekniği olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Pekmez, incir, hurma, işleme, teknik

INTRODUCTION

The shelf life of fresh fruits is usually short and serious losses occur during storage mainly due to decay. Therefore, molasses production is a useful food processing method to preserve

the nutritional values of these fruits for a longer time [15].

Ficus carica L., a non-evergreen tree belonging to the *Moraceae* family, is one of the first cultivated fruit trees in the world. Today, fig is a worldwide important product for dry and fresh consumption. Fig does not contain oil

*Sorumlu yazar / Corresponding author: artik@ankara.edu.tr

and cholesterol or sodium. Fig contains at least 17 kinds of amino acid compositions including aspartic acid and glutamine that are the highest [24].

Our country plays an important role in the world due to its leadership in the fig exportation. Aegean Region is the leader in fig production throughout our country, while Marmara Region is the second region with the highest production [14].

Fig is a product that is mostly consumed as dried fruit; however, it is also produced as fig molasses. Molasses is a kind of fruit juice concentrate, which is a well-known and widely consumed Turkish food product. It is produced from various fruits such as grapes, dried grapes, mulberries, apples, sugar beets and melons [17].

Table 1. Composition of fig molasses [25, 26]
Çizelge 1. İncir pekmezi bileşimi [25, 26]

Compound Bileşik	Minimum Minimum	Maximum Maksimum	Average Ortalama
Total Sugar Toplam Şeker (%)	51.96	56.58	54.45
Total Ash Toplam Kül (%)	2.98	3.32	3.12
Phosphorus Fosfor (P)	42	52	46
Iron Demir (Fe)	1.60	1.86	1.72
Copper Bakır (Cu)	0.32	0.42	0.38
Zinc Çinko (Zn)	0.47	0.63	0.52
Potassium Potasyum (K)	535	596	569
Sodium Sodyum (Na)	72	88	79
Mangan Mangan (Mn)	0.92	1.20	1.05
Calcium Kalsiyum (Ca)	496	562	528

Date is a plant belonging to *Arecaceae* family, which is *Phoenix dactylifera* in Latin. Even though date is consumed as fresh or dry product, it is used in a wide variety of fields in the food industry such as date juice concentrate, date syrup, date molasses, vinegar, marmalade and additive in pastry. With a sugar content of 44-88%, date is a good source of potassium and is rich in calcium, magnesium, iron and vitamins [2].

The molasses is defined as “Grape, mulberry, carob and fig molasses is a food

product with thick viscosity obtained by decreasing the acidity with calcium carbonate or sodium carbonate without reducing the acidity of fresh or dried grape, mulberry, carob and fig extract and then clarifying with tannins, gelatin and suitable enzymes, thickening under vacuum or in open top tank in accordance with the current technique and finally mixing with addition of honey, chalk plant, milk, milk powder and egg white” in the food regulations in our country [7, 8, 9, 10].

Although the molasses production technique has not greatly changed, there are some differences in the production of molasses with different characteristics. The production stages of different kind of molasses can be summarized as follows considering the abovementioned differences. Depending on whether the grape must be subjected to deacidification or not, there are two types of liquid molasses, which are sweet and sour liquid molasses [18].

The molasses content varies depending on the species, type, production conditions and processing techniques of the fruit it is produced (Figure 1). Although it varies depending on the fruit composition, the composition of molasses varieties mainly consists of carbohydrates [19, 25, 3, 21, 27].

The effect of heat treatment on the physicochemical and sensory characteristics of different molasses varieties was examined in a study and the apricot molasses was found to have the highest viscosity, which was followed by mulberry and date molasses. The smell, taste and consistency scores of apricot and date molasses were found to be higher than others [16].

The basic carbohydrates contained in molasses, which is a good carbohydrate and energy source due the natural presence of sugar in its composition, are generally glucose and fructose, which constitute the main energy source. In addition, molasses has a high mineral substance content and meets most of the calcium, iron, potassium and magnesium needs in particular [25, 22, 21, 27].

The molasses production flow chart is shown in Table 1. First, the fruits are sorted and then foreign substances are removed. Following the washing process, they are cut into pieces to reduce the size in order to increase the extraction efficiency. Pneumatic

or mechanical pressing is used to extract the juice of the juice and the fig and date juice obtained by extraction is then boiled in a calcareous substance called marl that has a high content of CaCO_3 . The marl ensures decrease in acidity by precipitating the malic acid and tartaric acid, which are naturally contained in the marl, in the form of calcium malate and calcium tartrate and then the sediment is separated by sedimentation. The clear juice with lower acidity is then concentrated to the desired level (approximately 60-80%) under atmospheric conditions or vacuum [12]. Following the clarification and filtration processes, the molasses, water activity of which is reduced by evaporation, is packaged and the molasses with a Brix value of 60-80 molasses is produced.

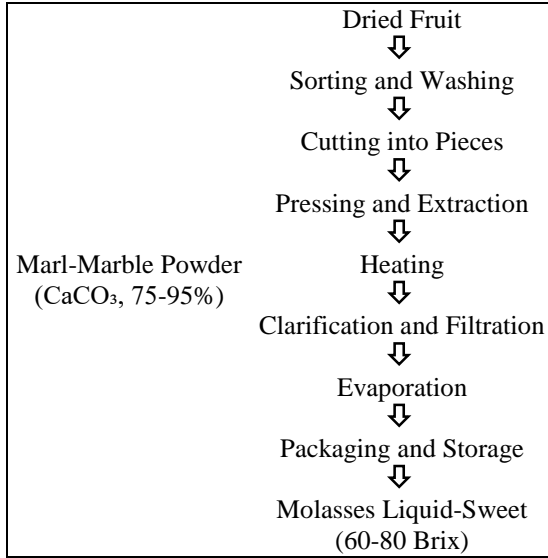


Figure 2. Molasses production flow chart [25, 26]

Şekil 2. Pekmez üretim akım şeması [25, 26]

In a study carried out in this respect by Şimsek and Artık [25], Şimsek et al., [26] to determine the compositions of grape, mulberry, fig and carob molasses produced widely in our country, the total dry matter (79%), water soluble dry matter (brix) (75%) fructose (34.42%), glucose (34.99%), total ash (3.83%), K, (978 mg 100 g⁻¹), P (87 mg 100 g⁻¹), Hunter L (19.33) and Hunter b (0.64) in grape molasses; total sugar (68.79%), formol number (11), sucrose (44.38%), alkali number (14.12) and Hunter a (0.68) in carob molasses, titration acidity (1.008%), HMF (33.6 mg

kg⁻¹), ash alkalinity (27.32), Ca (562 mg 100 g⁻¹), Mg (94 mg 100 g⁻¹), Na (88 mg 100 g⁻¹), Fe (1.86 mg 100 g⁻¹), Mn (1.20 mg 100 g⁻¹), Zn (0.63 mg 100 g⁻¹) in fig molasses and Cu (0.49 mg 100 g⁻¹) and pH (5.56) in mulberry molasses were reported to be the highest values [26].

In a study carried out by Akıncı et al. [1] on Syrian juniper (*J. drupacea*) molasses, molasses was found to be rich in some nutritional components such as sugar (34.97 g 100 g⁻¹), ash (3.79 g 100 g⁻¹), Ca, (1499 mg kg⁻¹), P (1445 mg kg⁻¹) and Zn (12.79 mg kg⁻¹). In a study carried out by Al-Hooti et al. (1997), total sugar, protein, oil, ash, pectin, tannin and cellulose contents were found to range between 32.99-79.39%, 2-6.4%, 0.1-0.7%, 1.6-3.9%, 1.3-14.3%, 0.4-2.5% and 2.5-12.3% in the ripening period of 5 different commercial dates. They also reported that date is also a fruit with the highest K (402.8-1668.6 mg 100 g⁻¹) and lowest Na (1.5-9.4 mg 100 g⁻¹) contents.

Molasses production from various raw materials is carried out under vacuum in modern plants. Today, heat treatment at 67-70°C and even lower temperatures under vacuum is possible in many modern plants. Since the heat treatment does not exceed 67-70°C in molasses processed by modern method, the HMF (Hydroxymethylfurfural) content is minimized. Since burning and deterioration do not occur in sugar contained in the molasses composition, the molasses produced in this way has much more beneficial effects on health. In addition, there is no burnt taste and odor and products with higher quality in terms of color are obtained [20, 11, 27].

MATERIAL AND METHOD

Material

Fig and date, which were used raw materials in the study, were brought to Pilot Fruit Juice Processing Plant of Food Engineering Department of Ankara University and SEMAS Gıda Sanai and then and sorted in order to remove or minimize dust, soil, foreign matter, microorganism and pesticide residues on the fruits.

Method

Battery, press, decanter-separator and horizontal extraction processing techniques were used in the trial. Brix measurement, turbidity measurement, HMF analysis, ash determination and microbiological analyzes were performed for fig and molasses in each method for 20, 25 and 30 minutes. The raw material input rate, product output rate, process time, level of energy consumed and cost values were calculated.

Fig and date

Washed and sorted figs and dates were then processed into molasses using 4 different (battery, press, decanter-separator and horizontal extraction) processing techniques at the pilot plant level of SEMAS Gıda Sanayi and Ankara University. The conditions of the techniques used are as follows.

Battery processing technique: The battery transition time for this process was determined as 20, 25 and 30 minutes, while the water temperature used in extraction was determined as 50°C, 55°C and 60°C. Extraction of both fruits was used in such a way that it could weigh up to 170 kg and maximum 110-160 kg mashed and non-mashed fruits was used for each battery.

Press Processing Technique: The pressing time for the trials on fig and date was 60, 120 and 180 minutes and water temperature was 45°C and 50°C. The amount of mash enzyme used in the water-fruit mixtures prepared was 50 and 75 g ton⁻¹ and mash holding time was 60 and 120 minutes. Fruit-water mixture ratios of 1:9, 2:8 and 3:7 were tested.

Decanter Separator Processing Technique: In the trials of Decanter Separator Processing carried out for fig and date at the pilot plant level, the water temperature was 45°C and 50°C and the amount of mash enzyme ranged between 50 and 75 g ton⁻¹. Fruit-water mixture ratios of 1:9, 2:8 and 3:7, mash enzyme holding time of 60 and 120 minutes and decanter feeding rate of 2 and 3-ton hour⁻¹ were used in the trial. In addition, the decantation time varied depending on the feed rate.

Horizontal Extraction Processing Technique: In the trials of horizontal extraction processing used in the production of fig and date molasses, the water temperature was

50°C, 55°C and 60°C and amount of fruits was 1250 and 2000 kg, while extraction time was 20, 25 and 30 minutes. The effect of particle size on extraction was determined by trials of mashed and non-mashed fruits.

Physical and chemical analyses

Water soluble dry matter (Brix) analysis: Water soluble dry matter (Brix) values of fruit pomace and samples of fig and date molasses produced were determined by digital refractometer (Hanna HI 96800) [13].

Ash determination: After the samples were weighed into crucibles, the crucibles were kept in the oven at 110°C overnight and then they were burnt in an oven at 520°C for 5-6 hours until white ash was obtained and cooled in the desiccator. Then, the amount of ash was calculated by weight loss [13].

Turbidimeter measurement: The pomace and turbidity value of the must obtained in the trial performed with fig and date was measured by WTW desktop Turb 550 IR (molasses, molasses was found to be rich in some nutritional components such as sugar (34.97 g 100 g⁻¹), ash (3.79 g 100 g⁻¹), Ca, (1499 mg kg⁻¹), P (1445 mg kg⁻¹) and Zn (12.79 mg kg⁻¹) ± 0.01 NTU or ± 2% of the measured value).

Amount of sediment: The sedimentation was determined by taking the mixture, which was prepared by diluting the molasses at a ratio of 1/1, into laboratory tubes of 10 ml and centrifuging it for 15 minutes at 7000 rpm.

Analysis of browning level: Approximately 1.5 g of fig and date and samples of molasses produced therefrom was weighed into centrifuge tubes and brought to volume with 10 mL distilled water. After addition of 20 mL ethyl alcohol, the samples were homogenized by vortex and then centrifuged (Sigma 2-6, Germany) at 2500 rpm for 5 minutes. After centrifugation, 5 ml of supernatant was taken and mixed with 5 ml distilled water and 1 ml K₂S₂O₅ and then it was re-centrifuged for 5 minutes at 4000 rpm. It was let to rest for 20 minutes and then the absorbance was measured by UV-VIS (Shimadzu UV mini-1240, Japan) spectrophotometer at 420 nm. The Abs value read was multiplied by the dilution factor and calculations were made [13].

Hydroxymethylfurfural (HMF) analysis: The hydroxymethylfurfural reacted with p-toluidine and barbituric acid and the

absorbance of the red color formed by this reaction was measured by spectrophotometer at a wavelength of 550 nm. 1-gram fig and date molasses sample was diluted with distilled water at appropriate ratios and then it was brought up to volume by addition of 2 ml Carrez I and Carrez II solutions and mixed by vortex and filtered by Whatman 42 filter paper. 1 ml of filtrate was taken and 2.5 ml p-toluidine solution and 0.5 ml barbituric acid solution was added into it. The absorbance of homogenized samples was read by UV-VIS (Shimadzu UV mini-1240, Japan) spectrophotometer at 550 in 1-2 minutes and compared to witness sample. The same procedures were applied for the witness sample. However, instead of barbituric acid, the same amount of distilled water was used in the mixture [6].

Microbiological Analysis: Total mesophilic aerobic microorganisms were cultivated on Plate Count Agar (PCA-Merck 1.05463) by pouring method and after incubation at 35-37°C for 24 hours, colonies formed in this medium were counted (cfu g⁻¹). For yeast and mold counts, the colonies (cfu g⁻¹) formed after cultivation on Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol Agar (DRB-Merck 1.00466) and incubation for 5 days at 22±20°C were counted [23].

Process Analyses: The raw material input rate, product output rate, process time and the level of energy consumed were determined.

Cost Analysis: In calculation of unit cost, the power cost was assumed as TL 0.05 for 1 kg molasses for each molasses in general. In addition, the coal spent for 1 kg molasses was calculated as 0.57 kg and 1 kg coal was calculated over TL 0.47. The average personnel cost was taken as the average monthly cost of shift officers and maintenance/repair officers involved as part of the project. The unit costs were calculated by use of the cost of 1 kg molasses and the amount of molasses produced in the trial.

RESULTS AND DISCUSSION

Fig and date were converted into fig and date molasses by different processing techniques under pilot plant conditions. Within the scope of this study, optimum values were

chosen in each production and firstly, the compliance of the molasses of that fruit with the Turkish Food Codex (TGK) and then the efficiency and cost lowness were taken into consideration. In addition, the value of brix in the fruit pomace is requested to be low in extractions. The turbidity of the must was measured by spectrophotometer at 420 nm transmittance; however, no applicable or repeatable results were obtained. Instead, it was decided to carry out turbidity analysis by turbidimeter. Turbidity values were obtained by sensory methods. The highest value preferred for the sediment and turbidity of must was 2+, while the panelists did not like the higher sediment values.

For microbiological values, the upper limit of mesophilic aerobic microorganism count is 10.000 cfu g⁻¹ and 100 cfu g⁻¹ for yeast-mold. Values higher than abovementioned microbiological values cause the fig and date molasses to ferment, that is to say to degrade, while the values higher than 8.000 cfu g⁻¹ and 80 cfu g⁻¹ also pose a risk. For the processing techniques used in production, the raw material input rate and product output rate are requested to be high, while the process time, the energy consumed and the cost are requested to be low.

Battery Processing Technique

Changes in the quality parameters of battery processing technique for fig and date molasses are given in Table 1 and Table 2. The product output rates are shown in Table 2, while the unit costs are shown in Table 3.

Since the Brix value of the pomace was found to be higher than the expected in the trials performed with non-mashed fig, the remaining trials were carried out only with mashed fruit. The microbiological values were above the upper limits at 50°C. HMF values were above the limit specified in TFC, when the battery transition time was 30 minutes at 60°C. The optimum condition in battery technique for fig, which ensured the highest product output rate and lowest cost and provided the molasses with desired characteristics, was achieved at a water temperature of 55°C with 160 kg of mashed fruit loaded in each battery and a battery transition time of 30 minutes (Table 1).

Table 1. Results of battery trials on fig and date
Çizelge 1. İncir ve hurma batarya deneme sonuçları

	Temperature Sıcaklık (°C)	Pomace Posa (brix)	Must turbidity Şıra bulanıklığı	HMF (g kg ⁻¹)	Ash (%) Kül	Sediment Tortu	Microbiology Mikrobiyoloji (Cfu g ⁻¹)	
							Mesophile Mezofil	Mold Küf
20 minute / dakika								
110 kg Fig, Non-mashed İncir, Ezilmemiş	50	5.8	2+	28	1.80	2+	6870	105
	55	4.7	2+	32	1.82	2+	3250	54
	60	4.7	2+	43	1.78	2+	1980	18
160 kg Fig, Non-mashed İncir Ezilmemiş	50	2.4	3+	29	1.98	2+	7010	118
	55	2.2	2+	31	2.02	2+	4050	68
	60	2.2	2+	47	2.02	2+	2180	29
110 kg Fig, Mashed İncir, Ezilmiş	50	2.6	3+	31	1.99	2+	7020	121
	55	2.3	2+	30	2.01	2+	4120	73
	60	2.3	2+	45	2.02	2+	2500	34
110 kg Date, Non-mashed Hurma, Ezilmemiş	50	10.5	4+	50	1.90	4+	7100	98
	55	9.8	3+	54	2.30	3+	4560	76
	60	9.6	3+	68	2.32	3+	3140	53
160 kg Date, Non-mashed Hurma, Ezilmemiş	50	10.6	4+	51	1.93	4+	7280	95
	55	9.7	3+	57	2.26	3+	4460	79
	60	9.5	3+	69	2.36	3+	3250	56
110 kg Date, Mashed Hurma, Ezilmiş	50	4.0	6+	53	2.10	6+	7150	102
	55	3.2	4+	58	2.18	4+	4680	62
	60	2.9	4+	72	2.18	4+	3200	58
160 kg Date, Mashed Hurma, Ezilmiş	50	4.1	6+	54	2.11	6+	7100	103
	55	3.2	4+	59	2.16	4+	4600	67
	60	2.8	4+	70	2.18	4+	3310	61
25 minute / dakika								
110 kg Fig, Non-mashed İncir, Ezilmemiş	50	5.6	2+	30	1.82	2+	6570	130
	55	4.6	2+	34	1.84	2+	3380	32
	60	4.3	2+	44	1.84	2+	2020	24
160 kg Fig, Non-mashed İncir, Ezilmemiş	50	2.1	3+	30	2.00	2+	6980	116
	55	2.1	2+	44	2.12	2+	4000	70
	60	1.9	2+	58	2.08	2+	2210	32
110 kg Fig, Mashed İncir, Ezilmiş	50	2.0	3+	31	2.06	2+	7130	129
	55	1.9	2+	34	2.18	2+	4190	75
	60	1.9	2+	62	2.17	2+	2480	37
110 kg Date, Non-mashed Hurma, Ezilmemiş	50	9.7	4+	50	1.90	4+	7050	82
	55	9.4	3+	56	2.40	3+	4620	74
	60	9.3	3+	72	2.31	3+	3040	50
160 kg Date, Non-mashed Hurma, Ezilmemiş	50	9.7	4+	52	1.96	4+	7200	93
	55	9.5	3+	56	2.31	3+	4610	74
	60	9.3	3+	73	2.35	3+	3100	55
110 kg Date, Mashed Hurma, Ezilmiş	50	2.0	6+	55	2.12	6+	7300	105
	55	1.8	4+	58	2.20	4+	4690	60
	60	1.8	4+	74	2.28	4+	3340	57
160 kg Date, Mashed Hurma, Ezilmiş	50	2.2	6+	56	2.12	6+	7210	105
	55	1.9	4+	61	2.19	4+	4590	65
	60	1.8	4+	70	2.22	4+	3200	60
30 minute / dakika								
110 kg Fig, Non-mashed İncir, Ezilmemiş	50	5.6	2+	30	1.88	2+	6680	108
	55	4.4	2+	35	1.92	2+	3490	62
	60	4.3	2+	43	1.94	2+	2120	27
160 kg Fig, Non-mashed İncir, Ezilmemiş	50	1.9	3+	38	2.14	2+	7120	110
	55	1.5	2+	52	2.16	2+	4210	67
	60	1.5	2+	74	2.22	2+	2180	33
110 kg Fig, Mashed İncir, Ezilmiş	50	1.7	3+	42	2.15	2+	7050	108
	55	1.5	2+	50	2.20	2+	4220	71
	60	1.5	2+	86	2.22	2+	2180	34

	Temperature <i>Sıcaklık</i> (°C)	Pomace <i>Posa</i> (brix)	Must turbidity <i>Şıra</i> <i>bulanıklığı</i>	HMF (g kg ⁻¹)	Ash (%) <i>Kül</i>	Sediment <i>Tortu</i>	Microbiology <i>Mikrobiyoloji</i> (Cfu g ⁻¹)	
							Mesophile <i>Mezofil</i>	Mold <i>Küf</i>
110 kg Date, Non-mashed <i>Hurma, Ezilmemiş</i>	50	8.6	4+	52	2.01	4+	7280	80
	55	8.4	3+	56	2.54	3+	4750	72
	60	8.3	3+	74	2.56	3+	2990	47
160 kg Date, Non-mashed <i>Hurma, Ezilmemiş</i>	50	9.0	4+	53	1.99	4+	7220	90
	55	8.9	3+	55	2.30	3+	4570	77
	60	8.8	3+	72	2.33	3+	2940	51
110 kg Date, Mashed <i>Hurma, Ezilmiş</i>	50	1.9	7+	58	2.30	6+	7280	103
	55	1.5	5+	60	2.38	4+	4720	61
	60	1.4	5+	78	2.42	4+	3390	56
160 kg Date, Mashed <i>Hurma, Ezilmiş</i>	50	1.9	6+	55	2.30	6+	7300	102
	55	1.7	4+	61	2.55	4+	4480	61
	60	1.7	4+	72	2.60	4+	3170	58

The pomace Brix value was higher than the expected in the trials performed with non-mashed date. The microbiological values were above the upper limit at 50°C, while HMF values were higher than the upper limit at 60°C. The optimum condition in battery technique for date, which ensured the highest product output rate and lowest cost and provided the molasses with desired characteristics, was achieved at a water temperature of 55°C with 160 kg of mashed date loaded in each battery and a battery transition time of 30 minutes (Table 1).

Table 1 shows the results of battery trials. The process time was calculated by taking the hold time in the battery and the load time between the batteries as 20 minutes. The ratio of the amount of fruit loaded in each battery to the process time and the raw material input rate were found. In the battery trial, since 4

personnel worked throughout the trial, the energy consumed was calculated by the ratio of this figure to the process time.

Table 2 shows the product output rates of fig and date in battery trial. These are the amounts of molasses at the end of the process. The ratio of product output rate to raw material input rate shows the yield of the fruit in the trial performed. In addition, the increase in temperature and time resulted in significant increases in product output rates in mashed fig and date when compared to non-mashed fig and date.

Table 3 shows the unit costs. The power cost was assumed as TL 0.05 for 1 kg molasses in calculation of unit cost. In addition, the coal spent for 1 kg molasses was calculated as 0.57 kg and 1 kg coal was calculated over TL 0.47.

Table 2. The product output rates of battery trials on fig and date
Çizelge 2. İncir ve hurma batarya deneme ürün çıktı hızları

Product Output Rate (kg hour ⁻¹) <i>Ürün Çıktı Hızı (kg saat⁻¹)</i>	Temperature <i>Sıcaklık</i> (°C)	20 minute / <i>dakika</i>		25 minute / <i>dakika</i>		30 minute / <i>dakika</i>	
		Fig <i>İncir</i>	Date <i>Hurma</i>	Fig <i>İncir</i>	Date <i>Hurma</i>	Fig <i>İncir</i>	Date <i>Hurma</i>
110 kg Fruits, Non-mashed <i>Meyve, Ezilmemiş</i>	50	26	20	24	20	21	20
	55	32	22	29	20	27	20
	60	32	22	31	20	28	21
160 kg Fruits, Non-mashed <i>Meyve, Ezilmemiş</i>	50	*	29	*	28	*	28
	55	*	32	*	29	*	28
	60	*	33	-	30	-	28
110 kg Fruits, Mashed <i>Meyve, Ezilmiş</i>	50	62	53	63	95	63	90
	55	68	67	63	105	79	114
	60	68	74	69	105	79	122
160 kg Fruits, Mashed <i>Meyve, Ezilmiş</i>	50	83	76	96	131	102	131
	55	94	97	101	145	115	146
	60	94	111	101	153	115	146

*No data was obtained / *Hiçbir veri elde edilmemiştir.*

Table 3. Unit costs in battery trials on fig and date
Çizelge 3. İncir ve hurma batarya deneme birim maliyetleri

Unit Costs Birim Maliyetler (TL kg ⁻¹)	Temperature Sıcaklık (°C)	20 minute / dakika		25 minute / dakika		30 minute / dakika	
		Fig İncir	Date Hurma	Fig İncir	Date Hurma	Fig İncir	Date Hurma
110 kg Fruits, Non-mashed Meyve, Ezilmemiş	50	0.606	0.694	0.597	0.658	0.608	0.631
	55	0.551	0.657	0.540	0.658	0.534	0.631
	60	0.551	0.657	0.527	0.658	0.520	0.630
160 kg Fruits, Non-mashed Meyve, Ezilmemiş	50	*	0.576	*	0.548	*	0.544
	55	*	0.551	*	0.540	*	0.538
	60	*	0.546	*	0.533	*	0.531
110 kg Fruits, Mashed Meyve, Ezilmiş	50	0.439	0.460	0.402	0.361	0.374	0.360
	55	0.428	0.431	0.402	0.354	0.350	0.353
	60	0.428	0.418	0.391	0.354	0.350	0.349
160 kg Fruits, Mashed Meyve, Ezilmiş	50	0.409	0.417	0.361	0.340	0.328	0.338
	55	0.397	0.395	0.356	0.334	0.320	0.333
	60	0.397	0.385	0.356	0.334	0.320	0.332

*No data was obtained / Hiçbir veri elde edilmemiştir.

The average personnel cost was taken as the average monthly cost of shift officers and maintenance/repair officers involved as part of the project. The unit costs were calculated by use of the cost of 1 kg molasses and the amount of molasses produced in the trial. The unit cost values decreased from TL 0.606 TL kg⁻¹ to TL 3.320 kg⁻¹ in fig and from TL 0.606 kg⁻¹ to TL 0.332 kg⁻¹ in date.

Press processing technique

Changes in the quality parameters of press processing technique for fig and date molasses are given in Table 4 and the unit costs are shown in Table 5. The optimum conditions of battery technique for fig and date were determined. The optimum processing conditions of press technique for the fruits will be determined.

Table 4 shows the analysis results of press trials of fig and date. When the quality parameters of fig are reviewed, it is seen that the brix in pomace decreases and must turbidity, HMF, ash and sediment amount increases when the water temperature, enzyme dose, fruit ratio and holding time increases. Another important result is that when the water temperature increases from 45°C to 50°C, total mesophile and mold amount decreases. HMF values increased slightly above the limit specified in TFC at the final temperature values. The optimum condition in press technique for fig, which ensured the highest product output rate and lowest cost and provided the molasses with desired characteristics, was achieved at a water

temperature of 55°C with 160 kg of mashed fruit loaded in each battery and a battery transition time of 30 minutes.

All trials on fig gave a pomace brix value of approximately 20, which was much higher than the expected. In addition, it was seen that some particles did not explode at the end of pressing. These trials were ignored and the rest of the trials were carried out fit with cut figs. The microbiology values were higher than the upper limit in the trials performed at a water temperature of 45°C. The must turbidity and sediment value were higher than the upper limit when pressing time of 120 and 180 minutes were tested in the trials performed at a water temperature of 50°C. The must turbidity and sediment values were again higher in the trial performed by use of 75 g ton⁻¹ enzyme with a pressing time of 60 minutes. Taking into consideration the high raw material input and low cost, the optimum processing conditions for fig in press technique were achieved at a water temperature of 50°C with an enzyme amount of 50 g ton⁻¹, fruit: water mixture ratio of 3:7 and pressing time of 60 minutes.

When the pressing time increases, the must turbidity and sediment also increase. The must turbidity and sediment values were also higher when the water at a temperature of 50°C was used. Taking into consideration the high raw material input and low cost, the optimum processing conditions for date in press technique were achieved at a water temperature of 45°C with an enzyme amount of 50 g ton⁻¹, fruit: water mixture ratio of 3:7 and pressing time of 60 minutes.

Table 4. Results of press trials on fig and date
Çizelge 4. İncir ve hurma pres deneme sonuçları

	Temperature Sıcaklık (°C)	Pomace Posa (brix)	Must turbidity Şıra bulanıklığı	HMF (g kg ⁻¹)	Ash Kül (%)	Sediment Tortu	Microbiology Mikrobiyoloji (Cfu g ⁻¹)	
							Mesophile Mezofil	Mold Küf
60 minutes / dakika								
50 g ton ⁻¹ Enzyme, Fig Enzim, İncir	45	1.8	2+	25	1.60	2+	8230	114
	45	2.0	2+	28	1.82	2+	8560	138
	45	2.0	2+	32	1.94	2+	8890	146
75 g ton ⁻¹ Enzyme, Fig Enzim, İncir	45	1.7	2+	23	1.59	2+	8250	110
	45	1.9	2+	27	1.85	2+	8610	143
	45	1.9	2+	30	1.90	2+	8900	152
50 g ton ⁻¹ Enzyme, Fig Enzim, İncir	50	0.8	2+	32	1.61	2+	7040	51
	50	1.0	2+	37	1.76	2+	7190	58
	50	1.0	2+	41	1.88	2+	7260	63
75 g ton ⁻¹ Enzyme, Fig Enzim, İncir	50	0.8	2+	35	1.72	2+	7420	48
	55	1.0	3+	40	1.84	3+	7390	62
	60	1.0	3+	48	2.00	3+	7615	66
50 g ton ⁻¹ Enzyme, Date Enzim, Hurma	45	1.9	2+	32	1.72	2+	4120	38
	45	2.2	2+	36	1.83	2+	4180	42
	45	2.2	2+	36	1.88	2+	4210	48
75 g ton ⁻¹ Enzyme, Date Enzim, Hurma	45	1.7	2+	23	1.59	2+	8250	110
	45	1.9	2+	27	1.85	2+	8610	143
	45	1.9	2+	30	1.90	2+	8900	152
50 g ton ⁻¹ Enzyme, Date Enzim, Hurma	50	0.8	2+	32	1.61	2+	7040	51
	50	1.0	2+	37	1.76	2+	7190	58
	50	1.0	2+	41	1.88	2+	7260	63
75 g ton ⁻¹ Enzyme, Date Enzim, Hurma	50	0.8	2+	35	1.72	2+	7420	48
	50	1.0	3+	40	1.84	3+	7390	62
	50	1.0	3+	48	2.00	3+	7615	66
120 minutes / dakika								
50 g ton ⁻¹ Enzyme, Fig Enzim, İncir	45	1.6	2+	26	1.62	2+	8310	118
	45	1.8	2+	27	1.85	2+	8620	141
	45	1.9	2+	30	1.98	2+	8900	169
75 g ton ⁻¹ Enzyme, Fig Enzim, İncir	45	1.3	2+	25	1.63	2+	8310	117
	45	1.5	2+	30	1.88	2+	8690	149
	45	1.5	2+	31	1.95	2+	8960	155
50 g ton ⁻¹ Enzyme, Fig Enzim, İncir	50	0.7	3+	35	1.66	2+	7090	53
	50	1.0	3+	40	1.79	2+	7210	59
	50	1.0	3+	44	1.92	2+	7280	66
75 g ton ⁻¹ Enzyme, Fig Enzim, İncir	50	0.6	4+	35	1.74	3+	7300	58
	55	0.8	4+	40	1.82	3+	7410	63
	60	0.8	4+	49	1.98	3+	7720	72
50 g ton ⁻¹ Enzyme, Date Enzim, Hurma	45	1.7	2+	34	1.78	2+	4280	36
	45	2.0	3+	36	1.84	2+	4305	44
	45	2.1	3+	37	1.91	2+	4325	51
75 g ton ⁻¹ Enzyme, Date Enzim, Hurma	45	1.3	2+	25	1.63	2+	8310	117
	45	1.5	2+	30	1.88	2+	8690	149
	45	1.5	2+	31	1.95	2+	8960	155
50 g ton ⁻¹ Enzyme, Date Enzim, Hurma	50	0.7	3+	35	1.66	2+	7090	53
	50	1.0	3+	40	1.79	2+	7210	59
	50	1.0	3+	44	1.92	2+	7280	66
75 g ton ⁻¹ Enzyme, Date Enzim, Hurma	50	0.6	4+	35	1.74	3+	7300	58
	50	0.8	4+	40	1.82	3+	7410	63
	50	0.8	4+	49	1.98	3+	7720	72
180 minute / dakika								
50 g ton ⁻¹ Enzyme, Fig Enzim, İncir	45	1.5	2+	28	1.64	2+	8380	121
	45	1.6	2+	28	1.88	2+	8690	148
	45	1.6	2+	32	2.01	2+	8950	175

	Temperature <i>Sıcaklık</i> (°C)	Pomace <i>Posa</i> (brix)	Must turbidity <i>Şıra</i> <i>bulanıklığı</i>	HMF (g kg ⁻¹)	Ash <i>Kül</i> (%)	Sediment <i>Tortu</i>	Microbiology <i>Mikrobiyoloji</i> (Cfu g ⁻¹)	
							Mesophile <i>Mezofil</i>	Mold <i>Küf</i>
75 g ton ⁻¹ Enzyme, Fig <i>Enzim, İncir</i>	45	1.0	2+	28	1.66	2+	8390	120
	45	1.2	2+	32	1.90	2+	8740	153
	45	1.2	2+	35	1.98	2+	9040	158
50 g ton ⁻¹ Enzyme, Fig <i>Enzim, İncir</i>	50	0.6	3+	40	1.70	2+	7180	55
	50	0.9	3+	48	1.83	2+	7320	62
	50	0.9	3+	52	1.98	2+	7450	71
75 g ton ⁻¹ Enzyme, Fig <i>Enzim, İncir</i>	50	0.6	4+	39	1.83	3+	7290	54
	55	0.7	4+	42	1.88	3+	7580	63
	60	0.7	5+	51	2.03	4+	7690	78
50 g ton ⁻¹ Enzyme, Date <i>Enzim, Hurma</i>	45	1.5	4+	33	1.76	3+	4460	41
	45	1.9	4+	38	1.89	3+	4510	45
	45	1.9	4+	41	1.93	3+	4650	50
75 g ton ⁻¹ Enzyme, Date <i>Enzim, Hurma</i>	45	1.0	2+	28	1.66	2+	8390	120
	45	1.2	2+	32	1.90	2+	8740	153
	45	1.2	2+	35	1.98	2+	9040	158
50 g ton ⁻¹ Enzyme, Date <i>Enzim, Hurma</i>	50	0.6	3+	40	1.70	2+	7180	55
	50	0.9	3+	48	1.83	2+	7320	62
	50	0.9	3+	52	1.98	2+	7450	71
75 g ton ⁻¹ Enzyme, Date <i>Enzim, Hurma</i>	50	0.6	4+	39	1.83	3+	7290	54
	50	0.7	4+	42	1.88	3+	7580	63
	50	0.7	5+	51	2.03	4+	7690	78

Table 5. Unit costs in press trials on fig and date

Çizelge 5. İncir ve hurma pres deneme birim maliyetleri

Unit Costs <i>Birim Maliyetler</i> (TL kg ⁻¹)	Temperature <i>Sıcaklık</i> (°C)	60 minute / <i>dakika</i>		120 minute / <i>dakika</i>		180 minute / <i>dakika</i>	
		Fig <i>İncir</i>	Date <i>Hurma</i>	Fig <i>İncir</i>	Date <i>Hurma</i>	Fig <i>İncir</i>	Date <i>Hurma</i>
50 g ton ⁻¹ Enzyme, Fruit <i>Enzim, Meyve</i>	45	0.413	0.387	0.418	0.393	0.427	0.395
	45	0.356	0.357	0.357	0.361	0.375	0.366
	45	0.353	0.345	0.357	0.348	0.357	0.350
75 g ton ⁻¹ Enzyme, Fruit <i>Enzim, Meyve</i>	45	0.407	0.377	0.399	0.379	0.391	0.379
	45	0.367	0.350	0.365	0.353	0.362	0.351
	45	0.351	0.340	0.349	0.343	0.347	0.340
50 g ton ⁻¹ Enzyme, Fruit <i>Enzim, Meyve</i>	50	0.360	0.372	0.362	0.370	0.362	0.368
	50	0.344	0.347	0.349	0.347	0.351	0.346
	50	0.335	0.337	0.339	0.338	0.340	0.336
75 g ton ⁻¹ Enzyme, Fruit <i>Enzim, Meyve</i>	50	0.360	0.369	0.355	0.361	0.362	0.369
	50	0.344	0.345	0.343	0.342	0.344	0.346
	50	0.335	0.336	0.334	0.334	0.335	0.336

When the mash enzyme holding time of fig and date tested was 120 minutes, the pressing capability was found to decrease even if the enzyme amount was kept fixed. The turbidity of the resulting juice was so high that clarification was not possible. It was decided not to test mash holding time of 120 minutes since it decreased the yield of fruit juice significantly. All trials were performed with a holding time of 60 minutes.

Table 5 shows the unit costs. The power cost was assumed as TL 0.005 for 1 kg molasses in calculation of unit cost. In

addition, the coal spent for 1 kg molasses was calculated as 0.57 kg and 1 kg coal was calculated over TL 0.47. The average personnel cost was taken as the average monthly cost of shift officers and maintenance/repair officers involved as part of the project. The unit costs were calculated by use of the cost of 1 kg molasses and the amount of molasses produced in the trial. The unit cost values decreased from TL 0.427 TL kg⁻¹ to TL 0.335 kg⁻¹ in fig and from TL 0.395 kg⁻¹ to TL 0.334 kg⁻¹ in date.

Decanter separator processing technique

Changes in the quality parameters of decanter separator processing technique for fig and date molasses are given in Table 6 and Table 7. The product output rates are shown in Table 2, while the unit costs are shown in Table 8.

The must turbidity and sediment values were much higher than the desired for fig in the trials performed at a water temperature of 50°C. The must turbidity was also higher than the desired with the fruit-water mixture ratios of 2:8 and 3:7. The trial with the lowest must turbidity, sediment value and cost was found to have the optimum processing conditions for date in decanter separator technique with a water temperature of 45°C, mash enzyme of 75 g ton⁻¹, feed rate of 3-ton hour⁻¹ and fruit-water mixture ratio of 1:9 (Table 6).

When the mash enzyme holding time tested was 120 minutes, the turbidity of the resulting fruit juice was so high that clarification was not possible even if the enzyme amount was kept fixed. It was decided not to test mash holding time of 120 minutes since it decreased the yield of fruit juice significantly. All trials were performed with a holding time of 60 minutes.

Table 6 shows the yield of decanter separator trials. The process time was calculated on the basis of decanter feed rate. The tank used in decanter separator trials was 8.000 kg. The amount of the fruit used was

calculated accordingly over the fruit-water ratios and this value was used in calculation of the raw material input rate. In the decanter separator trial, since 4 personnel worked throughout the trial, the energy consumed was calculated by the ratio of this figure to the process time.

Table 7 shows the product output rates of fig and date in decanter separator trial. These are the amounts of molasses at the end of the process. The ratio of product output rate to raw material input rate shows the yield of the fruit in the trial performed.

Table 8 shows the unit costs. The power cost was assumed as TL 0.05 for 1 kg molasses in calculation of unit cost. In addition, the coal spent for 1 kg molasses was calculated as 0.57 kg and 1 kg coal was calculated over TL 0.47. The average personnel cost was taken as the average monthly cost of shift officers and maintenance/repair officers involved as part of the project. The unit costs were calculated by use of the cost of 1 kg molasses and the amount of molasses produced in the trial.

The unit costs of the decanter trial show that the increase in water temperature, enzyme dose, fruit rate and decanter feed rate for the fig and date resulted in decrease in unit costs. The unit cost values decreased from TL 1.105 TL kg⁻¹ to TL 0.563 kg⁻¹ in fig and from TL 0.929 kg⁻¹ to TL 0.458 kg⁻¹ in date.

Table 6. Results of decanter separator trials on fig and date

Çizelge 6. İncir ve hurma dekantör-seperator deneme sonuçları

	Temperature <i>Sıcaklık</i> (°C)	2 tons/hour ⁻¹ (ton/saat)			3 tons/hour ⁻¹ (ton/saat)		
		Raw material input rate (kg/hour) <i>Hammadde</i> <i>çıktı hızı</i> (kg/saat)	Process time (hour) <i>Proses süresi</i> (saat)	Energy consumed (capita/hour) <i>Harcanan</i> <i>enerji</i> (adam/saat)	Raw material input rate (kg/hour) <i>Hammadde</i> <i>çıktı hızı</i> (kg/saat)	Process time (hour) <i>Proses süresi</i> (saat)	Energy consumed (capita/hour) <i>Harcanan</i> <i>enerji</i> (adam/saat)
50 g ton ⁻¹	45	133.3	6	0.67	171.3	4.67	0.86
Enzyme, Fruit	45	267	6	0.67	343	4.67	0.86
<i>Enzim, Meyve</i>	45	400	6	0.67	514	4.67	0.86
75 g ton ⁻¹	45	133.3	6	0.67	171.3	4.67	0.86
Enzyme, Fruit	45	267	6	0.67	343	4.67	0.86
<i>Enzim, Meyve</i>	45	400	6	0.67	514	4.67	0.86
50 g ton ⁻¹	50	133.3	6	0.67	171.3	4.67	0.86
Enzyme, Fruit	50	267	6	0.67	343	4.67	0.86
<i>Enzim, Meyve</i>	50	400	6	0.67	514	4.67	0.86
75 g ton ⁻¹	50	133.3	6	0.67	171.3	4.67	0.86
Enzyme, Fruit	50	267	6	0.67	343	4.67	0.86
<i>Enzim, Meyve</i>	50	400	6	0.67	514	4.67	0.86

Table 7. The product output rates in decanter separator trials on fig and date

Çizelge 7. İncir ve hurma dekantör-seperator deneme ürün çıktı hızları

Product Output Rate (kg hour ⁻¹) Ürün Çıktı Hızı (kg saat ⁻¹)	Temperature Sıcaklık (°C)	2 tons/hour ⁻¹ (ton/saat)		3 tons/hour ⁻¹ (ton/saat)	
		Fig İncir	Date Hurma	Fig İncir	Date Hurma
50 g ton ⁻¹ Enzyme, Fruit Enzim, Meyve	45	38	49	43	61
	45	60	88	72	108
	45	75	117	93	148
75 g ton ⁻¹ Enzyme, Fruit Enzim, Meyve	45	43	54	44	65
	45	67	98	77	123
	45	90	133	105	166
50 g ton ⁻¹ Enzyme, Fruit Enzim, Meyve	50	41	59	47	74
	50	69	108	81	130
	50	95	157	116	190
75 g ton ⁻¹ Enzyme, Fruit Enzim, Meyve	50	41	64	50	79
	50	73	119	86	143
	50	100	172	122	214

Table 8. Unit costs in decanter separator trials on fig and date

Çizelge 8. İncir ve hurma dekantör-seperator deneme birim maliyetleri

Unit Costs Birim Maliyetleri (TL kg ⁻¹)	Temperature Sıcaklık (°C)	2 tons/hour ⁻¹ (ton/saat)		3 tons/hour ⁻¹ (ton/saat)	
		Fig İncir	Date Hurma	Fig İncir	Date Hurma
50 g ton ⁻¹ Enzyme Enzim	45	1.105	0.929	1.016	0.811
	45	0.817	0.659	0.735	0.595
	45	0.718	0.574	0.640	0.521
75 g ton ⁻¹ Enzyme Enzim	45	1.016	0.873	0.998	0.781
	45	0.766	0.624	0.706	0.562
	45	0.652	0.544	0.604	0.499
50 g ton ⁻¹ Enzyme Enzim	50	1.049	0.828	0.957	0.723
	50	0.754	0.596	0.687	0.549
	50	0.633	0.508	0.576	0.476
75 g ton ⁻¹ Enzyme Enzim	50	1.049	0.786	0.916	0.697
	50	0.728	0.570	0.667	0.527
	50	0.617	0.492	0.563	0.458

Horizontal extraction processing technique

Changes in the quality parameters of horizontal extraction processing technique for fig and date molasses are given in Table 9. The results of trials are shown in Table 10. The product output rates are given in Table 11 and the unit costs are shown in Table 12.

The results of the trials performed on fruit particle sizes and mashed and non-mashed fruits showed that horizontal extraction system was not suitable for processing mashed fruits. The mashed fruits block the pores of the system and fruit juice cannot be obtained (Table 10).

The trials were performed for fig and date at pilot plant level. The water temperatures used in these trials were 50°C, 55°C and 60°C. The amount of fruits used in the trials was 1250 and 2000 kg. The extraction times used were 20, 25 and 30 minutes. The effect of particle size on extraction was measured by trials of

mashed and non-mashed fruits. Pomace brix and turbidity of the must obtained were measured. HMF, ash, sediment and microbiology analyses were performed on the molasses obtained from this must. The results of the trial are shown in Table 10.

The pomace brix and turbidity of the must obtained were measured. HMF, ash, sediment and microbiology analyses were performed on the molasses obtained from this must. The raw material input rate, product output rate, process time, level of energy consumed and cost values were calculated. Firstly, the compliance of the molasses with the codex and then the cost lowness was taken into consideration when determining the optimum values. In addition, the raw material input rate and product output rate are requested to be high, while the process time, the energy consumed and the cost are requested to be low.

Table 9. Results of horizontal extraction trials on fig and date
Çizelge 9. İncir ve hurma yatay ekstraksiyon deneme sonuçları

	Temperature Sıcaklık (°C)	Pomace Tortu (brix)	Must turbidity Şıra bulanıklığı	HMF (g kg ⁻¹)	Ash Kül (%)	Sediment Tortu	Microbiology Mikrobiyoloji (Cfu g ⁻¹)	
							Mesophile Mezofil	Mold Küf
20 minute / dakika								
1250 kg Fig, Non-mashed İncir, Ezilmemiş	50	6.0	3+	26	1.68	3+	6470	114
	55	5.1	2+	28	1.80	3+	3015	68
	60	4.9	2+	36	1.84	2+	1830	33
2000 kg Fig, Non-mashed İncir, Ezilmemiş	50	10.9	3+	31	1.74	3+	6580	102
	55	10.2	3+	36	1.92	2+	3370	70
	60	10.2	2+	42	1.90	2+	2040	38
1250 kg Date, Non-mashed Hurma, Ezilmemiş	50	9.5	5+	48	2.00	4+	7360	84
	55	8.7	4+	52	2.10	4+	4230	66
	60	8.6	4+	68	2.24	3+	3075	48
2000 kg Date, Non-mashed Hurma, Ezilmemiş	50	11.8	5+	50	2.06	5+	7520	98
	55	10.4	5+	54	2.13	4+	4380	77
	60	10.4	4+	72	2.20	4+	3170	46
25 minute / dakika								
1250 kg Fig, Non-mashed İncir, Ezilmemiş	50	5.1	3+	28	1.73	2+	6910	122
	55	4.8	2+	30	1.84	2+	3310	73
	60	4.6	2+	36	1.87	2+	1970	38
2000 kg Fig, Non-mashed İncir, Ezilmemiş	50	8.7	3+	36	1.88	3+	7150	10
	55	8.5		37	1.94	2+	3820	77
	60	8.3	2+	53	2.00	2+	2110	41
1250 kg Date, Non-mashed Hurma, Ezilmemiş	50	9.1	5+	48	2.08	4+	7710	84
	55	8.5	4+	53	2.11	4+	4250	72
	60	8.5	4+	67	2.28	3+	3120	50
2000 kg Date, Non-mashed Hurma, Ezilmemiş	50	10.8	5+	52	2.09	5+	7780	105
	55	10.2	5+	56	2.15	4+	4750	82
	60							
30 minute / dakika								
1250 kg Fig, Non-mashed İncir, Ezilmemiş	50	4.9	3+	30	1.75	2+	7360	128
	55	4.6	2+	34	1.84	2+	3450	75
	60	4.5	2+	40	1.91	2+	2030	36
2000 kg Fig, Non-mashed İncir, Ezilmemiş	50	8.1	3+	36	1.88	3+	7240	120
	55	7.8	3+	40	1.97	2+	4010	83
	60	7.5	2+	58	2.10	2+	2220	44
1250 kg Date, Non-mashed Hurma, Ezilmemiş	50	8.8	5+	50	2.10	4+	8120	92
	55	8.4	4+	54	2.12	4+	4230	68
	60	8.3	4+	68	2.33	3+	3340	48
2000 kg Date, non-mashed Hurma, Ezilmemiş	50	10.2	5+	53	2.13	5+	7690	108
	55	9.8	5+	58	2.18	4+	4760	84
	60	9.6	4+	84	2.30	4+	3280	49

The results of the date showed that the must turbidity and sediment were higher than the desired in the trials performed at a water temperature of 50°C and 55°C, as well as 60°C with 2000 kg fruits. In addition, HMF value was close to or higher than legal upper limit in the trials performed at 60°C. Among the trials with the lowest sediment value, the trial with the highest product output rate and lowest cost was considered to ensure optimum parameters in horizontal extraction for date with a water

temperature of 55°C, 1250 kg non-mashed fruit and an extraction time of 20 minutes (Table 9).

For fig, the must turbidity and sediment values were higher than the desired in the trials performed at a water temperature of 50°C and 55°C with 2000 kg fruits. The sediment value was also high in the trial performed at a water temperature of 55°C with 1250 kg fruits and an extraction time of 20 minutes. The trial with the suitable analysis values was the trial with the highest product output rate and lowest cost, which was performed at a water temperature of

55°C with 1250 kg non-mashed fruits and extraction time of 25 minutes and these values were determined as optimum parameters for fig in horizontal extraction technique.

Table 10 shows the yield of horizontal extraction trials. The calculation of process time was based on the extraction time and the time for feeding of the fruit to the system was added. The raw material input rate was calculated according to the amount of fruit

used. In the horizontal extraction trial, since 3 personnel worked throughout the trial, the energy consumed was calculated by the ratio of this figure to the process time.

Table 11 shows the product output rates of horizontal extraction trial. These are the amounts of molasses at the end of the process. The ratio of product output rate to raw material input rate shows the yield of the fruit in the trial performed.

Table 10. Results of horizontal extraction trials on fig and date

Çizelge 10. İncir ve hurma yatay ekstraksiyon deneme sonuçları

	Temperature Sıcaklık (°C)	20 minute / dakika			25 minute / dakika			30 minute / dakika		
		Raw material input rate (kg/hour) Ham madde girdi hızı (kg/saat)	Process time (hour) Proses süresi (saat)	Energy consumed (capita/hour) Enerji tüketimi (adam/saat)	Raw material input rate (kg/hour) Ham madde girdi hızı (kg/saat)	Process time (hour) Proses süresi (saat)	Energy consumed (capita/hour) Enerji tüketimi (adam/saat)	Raw material input rate (kg/hour) Ham madde girdi hızı (kg/saat)	Process time (hour) Proses süresi (saat)	Energy consumed (capita/hour) Enerji tüketimi (adam/saat)
1250 kg Fruits Meyve	50	417	3	1	385	3.25	0.92	357	3.5	0.86
	55	417	3	1	385	3.25	0.92	357	3.5	0.86
	60	417	3	1	385	3.25	0.92	357	3.5	0.86
2000 kg Fruits Meyve	50	667	3	1	615	3.25	0.92	571	3.5	0.86
	55	667	3	1	615	3.25	0.92	571	3.5	0.86
	60	667	3	1	615	3.25	0.92	571	3.5	0.86

Table 11. The product output rates in horizontal extraction trials on fig and date

Çizelge 11. İncir ve hurma yatay ekstraksiyon deneme ürün çıktı hızları

Product Output Rate (kg hour ⁻¹) Ürün Çıktı Hızı (kg saat ⁻¹)	Temperature Sıcaklık (°C)	20 minute / dakika		25 minute / dakika		30 minute / dakika	
		Fig İncir	Date Hurma	Fig İncir	Date Hurma	Fig İncir	Date Hurma
1250 kg Non-mashed Ezilmemiş	50	188	254	204	246	196	232
	55	221	275	215	262	211	246
	60	229	279	227	262	214	250
2000 kg Non-mashed Ezilmemiş	50	167	327	191	332	189	326
	55	173	373	197	351	200	337
	60	173	373	203	357	206	343

Table 12. Unit costs in horizontal extraction trials on fig and date

Çizelge 12. İncir ve hurma yatay ekstraksiyon deneme birim maliyetleri

Unit Costs Birim Maliyetler (TL/kg)	Temperature Sıcaklık (°C)	20 minute / dakika		25 minute / dakika		30 minute / dakika	
		Fig İncir	Date Hurma	Fig İncir	Date Hurma	Fig İncir	Date Hurma
1250 kg Non-mashed Ezilmemiş	50	0.345	0.337	0.342	0.338	0.343	0.339
	55	0.341	0.336	0.341	0.337	0.342	0.338
	60	0.340	0.336	0.340	0.337	0.341	0.338
2000 kg Non-mashed Ezilmemiş	50	0.348	0.333	0.344	0.333	0.344	0.333
	55	0.347	0.331	0.343	0.332	0.343	0.333
	60	0.347	0.331	0.343	0.332	0.342	0.332

The trials were performed for fig and date at pilot plant level. The water temperatures used in these trials were 50°C, 55°C and 60°C. The amount of fruits used in the trials was 1250

and 2000 kg. The extraction times used were 20, 25 and 30 minutes. The effect of particle size on extraction was measured by trials on non-mashed fruits. As a result of the trials

performed on fruit particle sizes with mashed fruits, it was seen that horizontal extraction system was not suitable for mashed fruit since the mashed fruit in the horizontal extraction system blocked the pores of the system and fruit juice could not be obtained (Table 11).

Table 12 shows the unit costs. The power cost was assumed as TL 0.05 for 1 kg molasses in calculation of unit cost. In addition, the coal spent for 1 kg molasses was calculated as 0.57 kg and 1 kg coal was calculated over TL 0.47. The average personnel cost was taken as the average monthly cost of shift officers and maintenance/repair officers involved as part of the project. The unit costs were calculated by use of the cost of 1 kg molasses and the amount of molasses produced in the trial. The unit cost values decreased from TL 0.348 TL kg⁻¹ to TL 0.340 kg⁻¹ in fig and from TL 0.339 kg⁻¹ to TL 0.331 kg⁻¹ in date.

CONCLUSION

It has been shown that extraction conditions such as water temperature, fruit amount, fruit: water ratio, time and enzyme amount beside the feed rate and capacity of the machine used play an important role on the quality in production of molasses from fig and date by use of battery, press, decanter separator and horizontal press processing techniques at pilot plant level.

It is possible to produce molasses by various techniques; however, the quality parameters set forth in Turkish Food Codex should be followed and a cost analysis based on raw material input rate, product output rate, process time, the energy consumed should be carried out for determination of the best method and optimum conditions. Within the scope of this study, it has been determined that it is sufficient to check whether the pomace brix, turbidity and sediment amount as must quality parameters in the production of fig and date molasses and HMF, mineral substance, sediment and microbiological analysis in the production of fig and date molasses comply with the limit values set forth in codex or not.

It was shown that the optimum conditions determined in this study vary depending on the molasses production techniques used. Decanter separator processing technique was found to be

the best method for production of fig and date molasses.

However, it was concluded that it is sufficient to use the battery, press, decanter-separator and horizontal press processing techniques in the production of fig and date molasses and that it is better to use the filtration techniques in combination after production of must and molasses.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK), Technology and Innovation Funding Programs Directorate (TEYDEB) as part of the project "Optimization of Parameters for Molasses Processing from Various Fruits" numbered 3130522. We would like to thank TUBITAK and SEMAS Gıda Sanayi for their support.

REFERENCES

1. Akıncı, I., F. Özdemir, A. Topuz, O. Kabas and M. Çanakçı, 2004. Some physical and nutritional properties of *Juniperus drupacea* fruits. *Journal of Food Engineering*, 65:325-331.
2. Aktürk, Z., 2012. Besin değeri ve sağlık açısından hurma (*Phoenix dactylifera*). *Konuralp Tip Dergisi*, 4(3):62-68.
3. Alasalvar, C., M. Al-Farsi and F. Shahidi, 2005. Compositional characteristics and antioxidant components of cherry laurel varieties and pekmez. *Journal of Food Science*, 70(1):47-52.
4. Al-Hooti, S., J.S. Sıdhu and H. Qabazard, 1997. Physicochemical characteristics of five date fruit cultivars grown in the United Arab Emirates. *Plant Foods for Human Nutrition*, 50:101-113.
5. Anonymous, 1962. Determination of ash. *IFJU Analyses No:9*, 2p.
6. Anonymous, 1972. Determination of hydroxymethylfulfural (HMF). *IFFJP Analyses No:12*, 4p.
7. Anonymous, 1989. Grape molasses standard TS.3792. *Turkish Standards Institution (TSE), Ankara*.

8. Anonymous, 1996. Mulberry molasses standard TS.12001. *Turkish Standards Institution (TSE), Ankara.*
9. Anonymous, 1997. Fig molasses standard TS.12292. *Turkish Standards Institution (TSE), Ankara.*
10. Anonymous, 2016. Carob molasses standard TS.13717. *Turkish Standards Institution (TSE), Ankara.*
11. Artık, N., E. Poyrazoğlu ve A. Şimşek, 2007. Üzüm pekmezi, zile pekmezi ve pestil üretimi. *Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Department of Publication, Publication Serial No: Gıda Serisi-9, Ankara.*
12. Batu, A., 2005. Production of liquid and white solid pekmez in Turkey. *Journal of Food Quality, 28(5-6):417-427.*
13. Cemeröğlu, B., 2010. Gıda analizleri. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No: 34, Ankara, 657s.*
14. Çakmak, B., H.Z. Can, R.C. Akdeniz, F.N. Alayunt ve U. Aksoy, 2007. Taze incirin taşınması sırasında paketleme özelliklerinin kalite kayıpları üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 44(1):123-135.*
15. Evrendilek, G.A., 2017. *Journal of Nutrition Food Sciences.*
16. Inan, O., D. Arslan, S. Tasdemir and M.M. Ozcan, 2011. Application of fuzzy expert system approach on prediction of some quality characteristics of grape juice concentrate (pekmez) after different heat treatments. *Journal of Food Science and Technology, 48(4):423-431.*
17. Karababa, E. and N. Develi Işıklı, 2005. Pekmez: a traditional concentrated fruit product. *Food Reviews International, 21(4):357-366.*
18. Kaya, C., M. Yıldız, I. Hayoğlu ve O. Kola, 2005. Pekmez üretim teknikleri. *GAP VI. Tarım Kongresi, 1482-1490. 21-23 Eylül 2005, Şanlıurfa.*
19. Kayahan, M., 1982. Üzüm şirasının pekmeze işlenmesinde meydana gelen terkip değişimleri üzerinde araştırmalar. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 797, 75s.*
20. Kayahan, M., 1998. Pekmez teknolojisi. *Gıda Denetçisi Eğitim Materyali, T.C. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara, s:389-397.*
21. Koca, I., A.F. Koca, B. Karadeniz ve H. Yolcu, 2007. Karadeniz bölgesinde üretilen bazı pekmez çeşitlerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 2:1-6.*
22. Kolaylı, S., M. Küçük, C. Duran, F. Candan and B. Dinçer, 2003. Chemical and antioxidant properties of *Laurocerasus officinalis* Roem. fruit grown in the Black Sea Region. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51:7489-7494.*
23. Özbey, A., N. Öncül, K. Erdoğan, Z. Yıldırım ve M. Yıldırım, 2013. Tokat yöresinde üretilen çalma pekmezin bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri. *Akademik Gıda, 11(1):46-52.*
24. Solomon, A., S. Golubowicz, Z. Yablowicz, S. Grossman, M. Bergman, H.E. Gottlieb and M.A. Flaishman, 2006. Antioxidant activities and anthocyanin content of fresh fruits of common fig (*Ficus carica* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54(20):7717-7723.*
25. Şimşek, A. ve N. Artık, 2002. Değişik meyvelerden üretilen pekmezlerin bileşim unsurları üzerine araştırma. *Gıda, 27(6):459-467.*
26. Şimşek, A., N. Artık and E. Başpınar, 2004. Detection of raisin concentrate (pekmez) adulteration by regression analyses method. *Journal of Food Composition and Analysis 17:155-163.*
27. Uçar, A., 2008. Geleneksel Türk tadı: pekmez. 38. *ICANAS Bildiriler, Maddi Kültür, III. Cilt, Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu, Uluslararası Asya ve Kuzey Afrika Çalışmaları Kongresi, Ankara, s:1383-1397.*

DOĞADAN GELEN MUCİZE: ZENCEFİL (*Zingiber officinale*)

Fatma UYSAL BAYAR^{1*}

¹Dr., Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya; ORCID: 0000-0002-7130
Geliş Tarihi / Received: 25.06.2019 Kabul Tarihi / Accepted: 07.04.2020

ÖZ

Zingiberaceae familyasında yer alan Zencefil (*Zingiber officinale*), antik çağlardan beri bilinen hem baharat hem de tıbbi bir bitki olarak kullanılan, dünya çapında en popüler baharatlardan biridir. Zencefil kullanımı Hindistan ve Çin'de daha yüksek olmasına rağmen tüm dünyada yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Zencefil yetiştiriciliği tropik ve yarı tropik iklimlerde yapılmaktadır. Dünya üretiminin %35'ini Hindistan elinde bulundurmaktadır. Yarı tropik iklim kuşağını da içine alan Türkiye, konumu gereği birçok doğal bitki çeşitliliğine sahiptir. Ayrıca farklı iklim kuşaklarına sahip olan ülkemizde, dünyanın farklı yerlerinde yayılış gösteren ve üretilen birçok tür adaptasyon çalışmaları ile adapte edilmiştir ve yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bu çalışmada, dünyada zencefilin durumu ve yetiştiriciliği hakkında genel bilgiler yanında ülkemizde yeni başlayan adaptasyon çalışmaları hakkında bilgiler derlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Baharat, zencefil, tropik bitki, adaptasyon, yetiştiricilik

THE MIRACLE FROM THE NATURE: GINGER (*Zingiber officinale*)

ABSTRACT

Ginger (*Zingiber officinale*) is one of the most popular spices worldwide, used as a spice and medicinal plant known since ancient times. Although the use of ginger is higher in India and China, it is widely used all over the world. Ginger cultivation is made in tropical and semi-tropical climates and India holds 35% of world production. Turkey where some part of it include in sub-tropics rich in natural plant diversity. In addition, thanks to the adaptation studies many species around the World adapted and cultivated in our country. In this study, general information about the status and cultivation of ginger in the world as well as information about the new adaptation studies in our country has been compiled.

Keywords: Spice, ginger, tropical plant, adaptation, cultivation

GİRİŞ

Zencefil (*Zingiber officinale*), Hindistan ve Çin'de antik çağlardan beri bilinen hem baharat hem de tıbbi bir bitki olarak kullanılan, dünya çapında en popüler baharatlardan biridir. Dünyada yaygın olarak gıda, ilaç, içecek vb. kullanım alanı olan zencefil [10, 4]. Hindistan, Çin, Güney Doğu Asya, Batı Hint Adaları ve Meksika'da doğal olarak yetişmektedir [8, 18]. En eski zencefil yetiştiriciliğinin, Kerala'nın Quilon antik limanı etrafında M.S. 1159 ve 1173 arasında seyahat eden Haham Benjamin Tudella tarafından yapıldığı tahmin edilmektedir [4]. John de Montecorvina, 1292-1293 yılları arasında, Güney Doğu Hindistan'daki Coromandel kıyısı hakkındaki

yazılarında zencefilden bahsetmiş ve aynı zamanda Arapların zencefili Doğu Afrika'ya tanıttığını söylemiştir. Onaltıncı yüzyılda, İspanyollar, zencefili Batı Hint Adaları ve Meksika'ya götürürken, Portekizliler ise Batı Afrika'ya götürmüşlerdir [4].

Zencefil, *Zingiberaceae* familyasına dahil bir türdür. Bu familya, 24 kadar cinsi ve 300 civarında türü kapsamaktadır. Zingiber cinsinde 20 kadar türe sahiptir. Zencefil bitkisi çok yıllık yumru veya rizom köklere sahiptir. Bitki 60-90 cm yüksekliğinde olup, dik ve koyu yeşil yaprakları mevcuttur. Yaprak saplarının oluşturduğu tek yıllık yalancı gövdesi vardır. İngiliz botanikçi William Roscoe, 1807 yılında yayınladığı bir yayında bitkiye *Zingiber officinale* adını vermiştir. Zingiber cinsinin adı,

*Sorumlu yazar / Corresponding author: uysal.fatma@tarimorman.gov.tr

rizomlar üzerindeki çıkıntılar nedeniyle "boynuz şeklinde" anlamına gelen Sanskritçe bir kelimeden türemiştir [8]. Zencefil, küresel popülaritesini yansıtan geniş ve çeşitli isimlere sahiptir ve bazı dillerde taze ve kurutulmuş zencefil farklı isimlerle anılmaktadır [4]. Çin'de 'JE U, KE O, Chiang, Jiang, KE Oh, S'nin Jiang', Endonezya'da 'Jabe, Aliah, Jae, Lia' ve Avrupa'da 'Gember, Gingembre, Ingwar, Zenzero, Jengibre' isimleri ile bilinirken, farmakolojik ismi *Rhizoma zingiberis*'dir [19]. Zencefil bitkisine ve zencefil yumrusuna ait görüntüler Resim 1'de verilmiştir.

Dünyada toplam zencefil üretiminin büyük kısmı Hindistan'da yapılırken, Çin, Nepal, Taylan, Filipinler, Avustralya, Malezya, Nijerya, Fiji, Brezilya ve Meksika'ya kadar yetiştiriciliği yapılmaktadır [4, 1]. Toplam dünya üretimi 2011 yılında 2.025.571 tondur ve en büyük tedarikçi olan Hindistan 702.000 ton ile dünya üretiminin %35'ini oluşturmaktadır [4]. Dünya pazarında ekonomik değeri yüksek olan zencefilin ülkemizde yok denecek kadar az üretimi bulunmaktadır. Arslan ve ark. [5], zencefilin ithal edilen ilk 20 tıbbi aromatik bitki arasında, miktar bakımından yaklaşık 1162 ton ile 6. sırada, değer bakımından 1.017.000 dolar ile 10. sırada yer aldığını bildirmiştir. Temel ve ark. [22] ise, zencefilin de içinde bulunduğu bir grup baharatın ithal edildiğini ve bunlara 46.5 milyon dolar ödendiğini ifade etmiştir. Zencefil, reeksport yapılan ürünler arasında yer aldığı için ihraçta edilmektedir. TÜİK, 2018; dış ticaret kayıtlarına göre zencefilin 2017 yılı ihracat miktarı 22 ton, ihracat değeri 88.000 dolar, ithalat miktarı 2933 ton, ithalat değeri ise 3.227.000 dolardır.

Ülkemiz, Avrupa ülkeleri arasında bazı bitki türlerini yetiştirme potansiyeli olan sayılı ülkeler arasında yer almaktadır. Bu nedenle yetiştirilme ihtimali olan türlerin ihtiyaçtan fazla üretilmesi durumunda Avrupa ülkelerine pazarlama şansı bulunmaktadır. Son yıllarda üreticilerimizin farklı tıbbi aromatik bitkilere, özellikle zencefile olan ilgisi gittikçe artmaya başlamıştır. Bu ilginin artışı, zencefilin yüksek getirisinin yanında insanların sağlıklı beslenme amaçlı, zencefili, beslenme programlarına dahil etmesinin katkısı yadsınmaz. Ülkemizde son yıllarda sıklıkla tüketilen ve ithalata konu olan zencefil

hakkında genel bilgi vermek ve ülkemizde yeni başlayan adaptasyon çalışmaları kapsamında edinilen bilgileri, literatür desteği ile derlemek bu makalenin başlıca amacını oluşturmaktadır. Zencefil yetiştiriciliği hakkında Türkçe kaynak sayısının yeterli olmadığı düşünülmektedir. Bu makale ile bu konuda var olan açığın bir nebze olsun giderilmesi ve yetiştiricilik konusunda gelen sorulara cevap olması amaçlardan bir diğerini oluşturmaktadır.



Zencefil Bitkisi / Ginger Plant



Zencefil Yumrusu / Ginger Bulbs

Resim 1. Zencefil bitkisine ve zencefil yumrusuna ait görüntüler [24]

Figure 1. Ginger plants and ginger bulbs images [24]

EKOLOJİK İSTEKLER

İklim İsteği

Zencefil deniz seviyesinden 1500 m yüksekliğe kadar, yıllık 3000-4000 mm yağış

alan sıcak ve nemli iklimde ideal olarak yetiştirilebilen tropik bir bitkidir. Hem yağmurla beslenen alanlarda hem de sulu şartlarda yetiştirilebilir. Başarılı bir yetiştiricilik için rizomlar filizlenene kadar az nem ve yağış istemesine rağmen hasattan önceki bir aylık süreçte kuru hava istemektedir. En iyi 19-28°C ve %70-90 nemde gelişir [2, 4]. Zencefil, Nisan/Mayıs ayında dikilip Aralık ayında hasat edilecek şekilde yetiştirildiğinde Güney Hindistan'da muson yağışlarıyla sulama yapılmadan yetişirken Kuzey/Orta Hindistan'da sulama yapılarak yetiştirilir [19, 4]. Türkiye'de Antalya koşullarında da sulama yapılarak yetiştirilebilmektedir [24].

Toprak İsteği

Zencefil çok çeşitli topraklarda yetiştirilebilir, ancak iyi bir yetiştiricilik için drene edilmiş, havalandırılmış topraklar tercih edilmelidir. Kumlu, killi tınlı, kırmızı tınlı vb. gibi topraklarda iyi gelişmektedir. Toprak pH'sı 6.0 ila 6.5 arası idealdir, pH 8 veya daha yüksek ise büyüme önemli ölçüde azalmaktadır [2, 4]. Zencefil temel olarak tuza duyarlı olarak kabul edilir ve verimliliği genellikle tuzlu su koşulları altında azalmıştır [1]. Uzun yıllar üst üste aynı toprakta zencefil yetiştiriciliği tavsiye edilmemektedir [2].

ZENCEFİL YETİŞTİRİCİLİĞİNDE KÜLTÜREL İŞLEMLER

Zencefil yetiştiriciliği, patates yetiştiriciliği ile benzerlikler göstermektedir. Çoğaltım şekli vejetatif ve rizomları tohumluk olarak kullanılmaktadır. Sulu tarım koşullarında en uygun ekim zamanının Şubat ayı olduğu bildirilmektedir [14]. Antalya'da sulu şartlarda yürütülen çalışmada en yüksek verim değerleri Şubat ve Mart ayı dikimlerinden elde edilmiştir [24].

Arazi Hazırlığı

Zencefil yetiştiriciliğinde toprak 4-5 defa sürülerek iyice inceltilmesi gerekir. Yataklar 1 m genişliğinde, 30 cm yüksekliğinde, yataklar arasında 50 cm olacak şekilde uygun uzunlukta hazırlanır. Sulu koşullarında yapılan yetiştiricilikte sırt aralıkları 40 cm

oluşturulabilir [2]. Tarla şartlarında verimi, kaliteyi ve hasadı sınırlayan birçok hastalık bulunmaktadır. Zencefil, fusarium solgunluğu ve kök çürüklüğü gibi toprağa bağlı hastalıklara karşı hassastır. Bu hastalık problemleri, üreticileri her yıl hastalık ile bulaşık olmayan toprak arayışına itmekte veya uzun süren rotasyon yapmalarına sebep olmaktadır [10]. Türkiye'de zencefil yetiştiriciliği yok denecek kadar az olduğu için bu türe özgü hastalıklar henüz istilacı konuma geçmemiştir. Bu durum Türkiye için bir fırsata dönüşebilir. Hastalık probleminin yoğun olduğu bölgelerde saksıda topraksız tarım [11] veya hidroponik yetiştiricilik sistem önerilmektedir [10]. Antalya koşullarında saksıda topraksız tarım yetiştiriciliğinde başarı sağlanmış ve olumlu sonuçlar alınmıştır [24].

Dikim

Zencefil, ticari olarak "rizom parçaları"ndan vejetatif olarak çoğaltılır [9, 4]. Üretim materyali olarak temiz, hastaliksız, iyi depolanmış zencefil rizomları kullanılır [11]. Rizomlar 2.5-5 cm uzunluğunda, yaklaşık 20-25 g ağırlığında ve üzerinde en az bir veya iki tane sağlıklı göz bulunan parçalar halinde kesilirler [2]. Her kesimden sonra bıçağın sterilize edilmelidir. Rizomlar %0.3'lük (3 g/L su) mancozeb etken maddesi içeren fungusit ile 30 dakika muamele edilip 3-4 saat gölgede kurutulur. Daha sonra rizomlar sıra arası ve sıra üzeri 20-25 cm olacak şekilde dikilirler. Rizom çukurları el çapası ile yüzlek açılarak içine iyi yanmış çiftlik gübresi konulur ve ince bir toprak tabakasıyla tesviye edilerek dikilir. Tohumluk miktarı bölgeden bölgeye ve yetiştirme koşullarına göre değişmektedir. Genellikle tohumluk miktarı 1500 ile 1800 kg/ha arasında değişmektedir. Yüksek bölgelerde bu miktar 2000 ile 2500 kg/ha arasında değişebilmektedir [2, 3].

Fide Yetiştiriciliği

Tohumluk maliyetini azaltmak için rizomlardan fide yetiştiriciliği yapılarak çoğaltım yapılabilir. Bunun için, tohum amaçlı sağlıklı zencefil rizomları seçilir. Seçilen rizomları mancozeb (%0.3) ile ve Quinalphos (%0.075) ile 30 dakika muamele edilir ve iyi havalandırılmış bir yerde saklanır. Ekimden bir

ay önce, tohum rizomları 4-6 g ağırlığında tek tomurcuk filizleri olarak kesilir. Tek tomurcuk filizleri dikimden önce %0.3'lük mancozeb ile 30 dakika muamele edilir. Yetiştirme ortamı doldurulmuş viollere dikimi yapılır. Anandaraj ve ark. [2], ayrılmış hindistan cevizi kompostu ve vermicompost (75:25) karışımı ve PGPR/Trichoderma 10 g/kg ile zenginleştirilmiş ortamı yetiştirme ortamı olarak kullandığını bildirmiştir. Ancak torf + perlit (1:1) karışımı da yetiştirme ortamı olarak kullanılabilir. Fideler dikim zamanına kadar yarı gölge alanda su ihtiyaçları karşılanarak belirli bir büyüklüğe kadar bekletilir. Fideler 30-40 gün içinde asıl yerlerine şaşırtılır.

Saksıda Zencefil Yetiştiriciliği

Toprak kökenli hastalık problemleri üreticileri saksıda zencefil yetiştiriciliğine itmiştir. Yukarıda bahsedildiği gibi, Antalya koşullarında saksıda topraksız tarım yetiştiriciliğinde başarı sağlanmış ve olumlu sonuçlar alınmıştır. Saksıda yetiştiricilik için, 25 litrelik plastik saksılar kullanılmıştır (çuval veya çöp torbası da kullanılabilir). Yetiştirme ortamı olarak iyi drene edilmiş, havalandırılmış ve organik maddece zengin herhangi bir ortam tercih edilebilecekken, 1:1 oranında torf + perlit karışımı tercih edilmiştir [24].

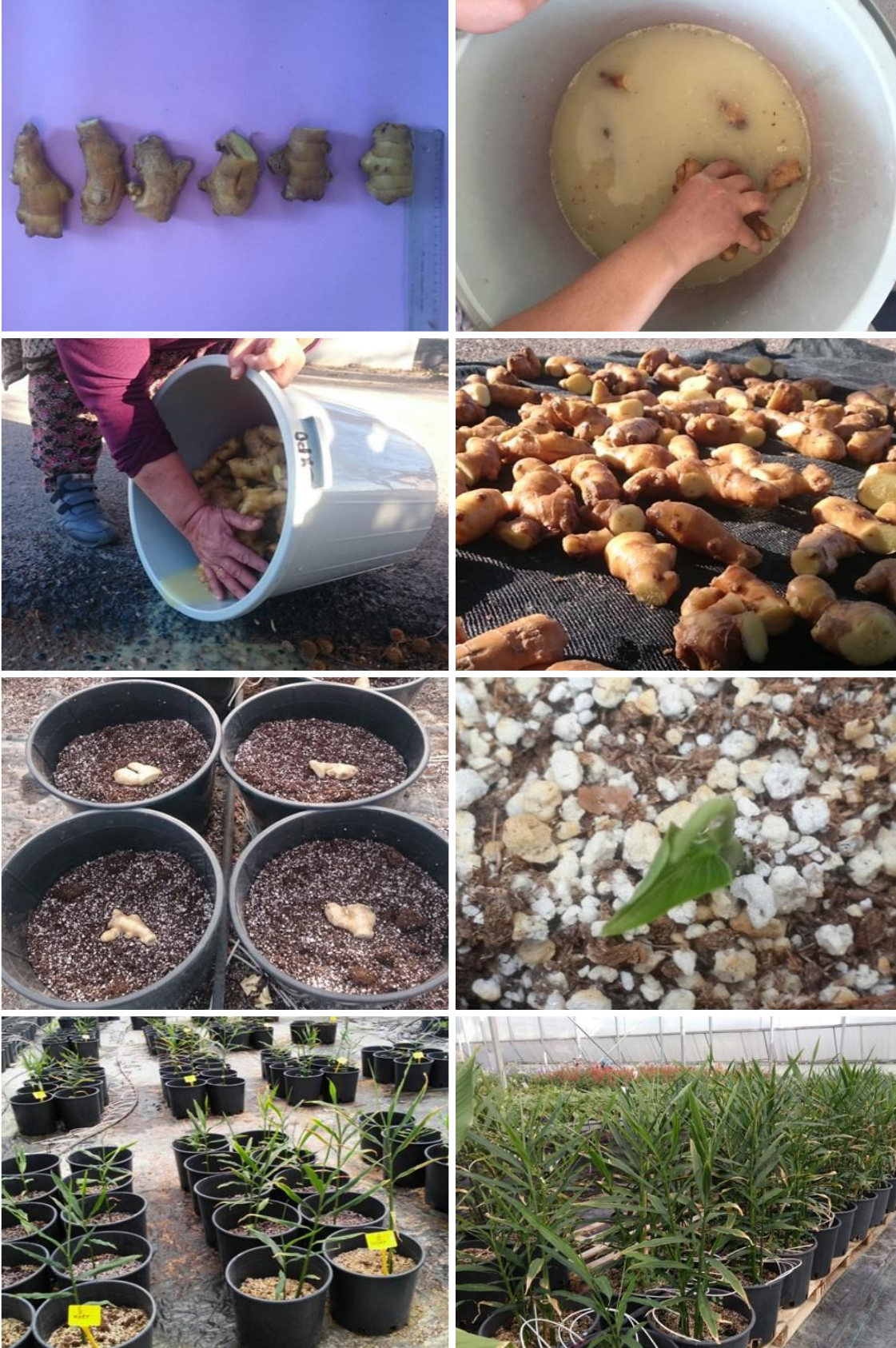
Tohumluk için hastalık bulaşık olmayan zencefil parçalarını temin etmek, sağlıklı bir zencefil yetiştiriciliğinin ilk adımudur. Ayrıca, tohumluk için hazırlanan rizomlar sterilize edilmiş bıçaklar yardımıyla kesilmelidir [24]. Aksi takdirde hastalık bulaşma riski artmaktadır. Saksıda zencefil yetiştiriciliği için rizomlar 50 g ağırlığında 3-4 göz içerecek şekilde hazırlanır. Hazırlanan tohumluk rizomlar %0.3'lük (3 g/L su) mancozeb etken maddesi içeren fungusit ile 30 dakika muamele edildikten sonra süzülen rizomlar, temiz bir ortamda 3-4 saat beklemeye bırakılmalıdır. Dikime hazır hale getirilen rizomlar yarıya kadar doldurulmuş saksılara 5 cm derinliğinde dikilmelidir. Saksının boş kalan kısmını yarısı, dikimden yaklaşık 4 ay sonra rizomlar filizlenip bitki ortalama 25-30 cm boya ulaşınca yetiştirme ortamı ile doldurulmalıdır. Yaklaşık dikimden 6 ay sonra, saksının boş olan son kısmına, bitki ortalama 55-60 cm boya

ulaşınca ortam ilavesi yapılmalıdır. Bu işlem bir nevi tarla tarımındaki boğaz doldurma işleminin yerini tutmaktadır. Ortam ilavesi ile rizom gelişimi için yeni alanlar oluşturulmaktadır [24]. Zencefil yetiştiriciliği ile ilgili görüntüler Resim 2'de verilmiştir.

Boğaz Doldurma ve Gübreleme

Zencefilin tarla tarımında boğaz doldurma patatese benzer şekilde yapılmaktadır. Bitkiler 25-30 cm ve 55-60 cm boya ulaştığı zaman iki defa boğaz doldurma yapılması önerilmektedir. Yetiştirme ortamının pH'sı 5.5 ile 6.5 arasında olmalıdır. Makro ve mikro besin elementlerine olan ihtiyaç karşılamak için, Hoagland ve Arnon [12] tarafından bildirilen besin çözeltisi gübrelemede kullanılabilir. Zencefil, Hindistan'da geleneksel olarak yeni kesilmiş orman arazilerinde yetiştirilmektedir. Son zamanlarda ise çiftlik gübresi ilavesi gerekmektedir [20]. Konvansiyonel tarımda, farklı araştırmacılar farklı gübre programları önermiştir. Aşağıda değişik gübre programları verilmiştir. Ancak, yetiştiricilik yapılacak alandan toprak örneği alınarak, analiz sonuçları değerlendirilmeli ve gübreleme programı hazırlanmalıdır. Anandaraj [3] tarafından, fosforun tamamı (120 kg/ha DAP) dikim aşamasında uygulamayı, N ve K bölünmüş dozları (45 ve 90 kg/ha) şeklinde verilmesi önerilmiştir. Aynı araştırmacı, çinko eksikliği olan topraklarda, çinko gübrelemesi 6 kg çinko/ha (30 kg çinko sülfat/ha) kadar olan bazal uygulamasının iyi verim sağladığını, zencefil için özel mikro besin karışımının yapraktan uygulanması da daha yüksek verim sağlayacağını bildirmiştir. Halder ve ark. [9] ise yürüttükleri çalışmada, makro besin elementlerine ek olarak mikro besin elementlerinin verilmesinin verim ve kaliteyi arttırdığını bildirmiştir. Gübrelemede, 180 ton/ha N, 50 ton/ha P, 120 ton/ha K, 20 ton/ha S ve 5 ton/CD kombinasyonuna, 3.0 kg/ha bor ve 4.5 kg/ha Zn, ilavesini önermiştir.

Uysal Bayar ve ark. [24], Antalya şartlarında saksıda yetiştiricilikte, torf + perlit ortamında yetiştirilen bitkilerde, Hoagland ve Arnon [12] tarafından bildirilen besin çözeltisi gübreleme amaçlı olarak kullanılmıştır. Uygulanan gübre stok çözeltisi aşağıda verilmiştir.



Resim 2. Zencefil yetiştiriciliğine ilişkin görüntüler [24]
Figure 2. Ginger production [24]

Çizelge 1. Saksıda zencefil yetiştiriciliğinde kullanılan standart besin solüsyonu
Table 1. Nutrient solution for ginger in flowerpot

Standart Besin Solüsyonu 1/100'lük Stok / Standard Nutrient Solution		
STOK-A (g/L)	STOK-B (g/L)	ASİT STOK (ml/L)
44.86 g/L Kalsiyum Nitrat	11.5 g/L Mono Amonyum Fosfat (MAP)	26.7 ml Nitrik Asit/L (%67 HNO ₃)
24.77 g/L Potasyum Nitrat	24.77 g/L Potasyum Nitrat	
5.68 g Fe-EDDHA (Sequestren)	8.71 g/L Potasyum Sülfat	
	24.64 g/L Magnezyum Sülfat	
	0.45 g Boraks (%11 B)	
	0.17 g Mangan Sülfat	
	0.23 g Çinko Sülfat	
	0.010 g Bakır Sülfat	
	0.012 g Na-Molibdat	

Not: Hoagland ve Arnon [12]'un verdiği bilgiye göre, stoklar 1/100 yoğun hazırlanmıştır. 100 L sulama suyuna her 3 stoktan 1'er litre eklenmelidir. Tüm stoklar 1 L için hazırlanmıştır. Stok kapları 200 L ise miktarlar 200 ile çarpılarak hazırlanabilir.

Malçlama

Yatakların yeşil yapraklarla, organik atıklarla malçlanması, şiddetli yağmurlarda toprak kaymasını ve erozyonunu önlemektedir. Ayrıca malçlama, toprağa organik madde kazandırmakta, yabancı ot oluşumunu kontrol etmekte ve hasattan sonraki dönemde toprak neminin korunmasını sağlamaktadır. Zencefilde malç olarak kurutulmuş hindistan cevizi ya da çeltik yapraklarının samanı (2-3 kg/yatak) veya muz yaprakları kullanılır [1, 20, 13].

Sulama

Zencefil ılıman ve nemli iklimlerde rahatlıkla yetişmektedir. Mevsimlere dağılmış olarak yıllık 2000 mm yağış ister. Bu miktarda yağışın olmadığı durumlarda sulama gerekir. İlk sulama dikimden hemen sonra yapılmalı ve ondan sonraki sulamalar toprak tipine ve hava koşullarına bağlı olarak 7-10 gün arayla yapılmalıdır. Daha iyi su kullanımının yanında etkin ve iyi bir bitki gelişimi için yağmurlama veya damlama sulama sistemleri kullanılmalıdır [2, 13]. Saksıda yetiştiricilik için sulama, dikimden önce saksı ortamının tarla kapasitesi ve solma noktası belirlenerek, tarla kapasitesinin %30'u tüketildiği zaman, 2 lt/saat debili damlatıcılar ile her saksıya üç damlatıcı gelecek şekilde yapılması önerilmektedir [6].

Yabancı Ot Kontrolü

Çapalama, gübre uygulaması ve malçlamadan önce yapılabileceği gibi yabancı

ot yoğunluğuna bağlı olarak 2-3 defa yapılmalıdır. Çapalama, su göllenmesinin olduğunda yerlerde drenaj kanallarının oluşmasını sağlar. Ayrıca çapalama, rizomların açığa çıkmasını önlemek ve rizomların gelişimi için yeterli toprak hacmini sağlamak için de gereklidir [2].

HASTALIK VE ZARARLILAR

Hastalıklar

Yumuşak çürüklük

Yumuşak çürüklük hastalığı, hem tarlada hem de depoda toplu bitki kayıplarına sebep olan en önemli zencefil hastalığıdır [4]. Toprak kökenli hastalıklar ve *P. aphanidermatum* ve *P. myriotylum* neden olduğu *Pythium* zencefil yetiştiriciliğinin yapıldığı ülkelerde yaygın olarak bulunmaktadır. Patojene en çok duyarlı olanlar genç filizlerdir. Hastalığın erken aşamalarında, yaprakların orta kısmı yeşil kalır ve kenar boşlukları sarı olur. Sararma bitkinin tüm yapraklarından aşağı doğru yayılır [2, 16].

Bakteriyel solgunluk

Zencefilin ticari üretimini birincil sınırlayıcı faktörlerden bir tanesi bakteriyel solgunluk olarak bilinen hastalıktır [4]. Bu hastalığa ilk kez 1964'te Hawaii'de rastlanmıştır ve 1993'te bu hastalık sebebiyle bitki kayıpları %60'a kadar yükselmiştir [25]. İlk göze çarpan semptomlar alt yapraklarda hafif sarkma ve yaprak kenarlarının kıvrılmasıyla ortaya çıkar ve yukarıdaki yapraklara doğru yayılır. İleri evrede, bitkiler şiddetli sararma ve solgunluk belirtileri

gösterirler. Tohumluk rizomlar ekim için hastaliksız alanlardan alınmalıdır. Her yıl aynı alanda zencefil yetiştiriciliği önerilmemektedir. Patates ya da diğer *Solanacea* familyasından olan ürünlerin yetiştiriciliği için kullanılan alanlardan kaçınılmalıdır. Hastalık sahada fark edildikten sonra, etkilenen bitki kümeleri toprağı etrafına dökülmeden ortamdan uzaklaştırılmalı ve etkilenen alan ve çevresi %0.2'lik bakır oksiklorür ile iyice yıkanmalıdır. Sökülen bitkiler ekim alanından uzaklaştırılmalı ve yakılarak imha edilmelidir [23, 2, 16].

Yaprak lekesi hastalığı

Yaprak lekesi, *Phyllosticta zingiberi*'den kaynaklanır. Hastalık, suyla ıslatılmış bir nokta olarak başlar ve daha sonra koyu kahverengi kenar boşlukları olan beyaz bir nokta haline döner. Lezyonlar genişler ve bitişik lezyonlar nekrotik bölgeler oluşturmak için birleşirler. Hastalık semptomlarının ortaya çıkması ile %1 Bordeaux veya %0.2 oranında Mancozeb veya %0.2 oranında Karbendazim püskürtülerek, lezyonların genişlemesi yönetilebilir. İlaçlamanın yaprakların alt yüzeyine de ulaşmasına dikkat edilmelidir [2, 16].

Nematod zararlıları

Kök-ur (*Meloidogyne* spp.), oyucu (*Radopholus similis*) ve kök-lezyon (*Pratylenchus* spp.) nematodları zencefilin önemli nematod zararlılarıdır. Bodurluk, kloroz, az kardeşlenme, yaprak nekrozları toprak üstünde görülen yaygın belirtilerdir. Karakteristik kök galerileri ve kök çürümelere genellikle köklerde görülür. Nematodlar tarafından istila edilen rizomlar kahverengi, dış dokularda nemli alanlara sahiptir. Nematod istilasını rizom çürüklüğü hastalığını artırır. Nematod, istilasına uğramış rizomları 50°C'de sıcak suda 10 dakika muamele edilerek, nematod bulaşığı olmayan tohumluk rizomlar kullanarak ve dikimden 40 gün önce solarizasyon yaparak önlenir. Nematod biyokontrol ajanı olan *Pochonia chlamydosporia*, 10⁶ cfu/g mikroorganizma olacak şekilde hazırlanarak, ekim zamanında zencefil yataklarına (20 g/yatak) uygulanabilir [2].

Böcek Zararlıları

Yalancı gövde kurdu

Yalancı gövde kurdu (*Conogethes punctiferalis*) zencefilin en ciddi böcek zararlısıdır. Larvalar, yalancı gövde içine girer ve iç dokularda beslenir, bu da istila edilmiş gövdelerin yapraklarının sararmasına ve kurumasına neden olur. Gövde üzerinde delik olması ve zararlının çıkardığı pislikler ve sürgünün sararıp solması zararlının karakteristik belirtilerindedir. Yetişkin güve kanat açıklığı ile yaklaşık 20 mm büyüklüğünde ve kanatları turuncu-sarı renk üstünde minik siyah noktalara sahiptir. Tamamen büyüyen larvalar seyrek kıllı ve açık kahverengidir. Eylül-Ekim döneminde haşere popülasyonu arazide daha yüksektir. Bu zararlı Temmuzdan Ekime kadar 21 günlük aralıkta Malathion (%0.1) püskürtülerek kontrol edilebilir. Yapraklar üzerinde zararlının beslenme işaretleri görüldüğünde ilk ilaçlamaya başlanmalıdır. Temmuz-Ağustos döneminde iki hafta aralıklarla tahrip edilmiş taze yapraklarını budayarak entegre mücadele ve Eylül-Ekim aylarında aylık olarak Malathion (%0.1) uygulaması da zararlıya karşı etkilidir [2, 18].

Rizom böcekleri

Zencefilde görülen, Latince ismi *Aspidiella hartii* olan zararlı, hasat dönemine gelmiş rizomları ve depolamadaki rizomları istila eder. Yetişkin dişi daireseldir (yaklaşık 1 mm çapında) açık kahverengiden griye kadar ve rizomlarda kabuklanma şeklinde görülür. Bitki özü ile beslenirler ve rizomları şiddetli bir şekilde istila ettiklerinde rizomlar buruşur ve çimlenmesini engelleyecek kadar kurumuş hale gelirler. Bu zararlının istilasını önlemek için, zamanında hasat etmek, ciddi şekilde istila edilmiş rizomları atmak ve tohum rizomlarını depolanmadan önce ve ayrıca istila durumunda da ekimden önce %0.075 Quinalphos (organik bir tiyofosfat ve bir organotiyofosfat insektisit) ile 20 dakika muamele etmek önerilmektedir [2, 18].

Diğer zararlılar

Yaprak silindiri larvaları (*Udaspes folus*) yaprakları keser, kıvrır ve orada yerleşir ve genellikle muson mevsiminde görülür. Yetişkinler orta büyüklükte kahverengimsi

siyah kanatlı ve beyaz noktacıklı kelebeklerdir, larvalar koyu yeşildir. *Shoot borer* (sürgün delici)'e karşı uygulanan kontrol önlemi olarak %0.1 Malathion püskürtülmesi haşerenin yönetimi için yeterlidir. Bazen yumuşak rizomlarla beslenen *Holotrichia* spp. zararlısı köklerin ve yalancı gövde tabanının sararmasına ve solmasına neden olur. Zararlı böcek rizomların etrafında toprağı sararken Kloropripripto ile (%0.075) kontrol edilebilir [2, 18].

HASAT VE HASAT SONRASI İŞLEMLER

Hasat

Zencefilin hasat zamanı tüketim şekli ve kullanım alanına göre değişmektedir. Kurutulmuş baharat olarak kullanılacaksa tam olgunluk zamanında hasat edilmelidir. Tam olum zamanına ise yetiştirme koşulları, iklim, çeşit vb. faktörlere göre değişim göstermektedir. Anandaraj ve ark. [2] zencefilin ekimden sonra 210-240 gün içinde tam olgunluğa ulaştığını bildirmiştir. Türkiye'de Antalya koşullarında tam olgunluğa ulaşma süresi 300 günü bulmuştur. Rizomlar tam olgunluğa ulaştığında yaprakların %50'si sarıya döner ve kurumaya başlar. Bu aşamada sulama durdurularak rizomların daha da olgunlaşması sağlanır ve bir ay sonra hasat yapılır. Hasat, sebze amaçlı zencefil yetiştiriciliğinde talebe bağlı olarak 180 gün sonra başlar [21]. Bitkisel amaçlı ve şeker, meşrubat, turşu ve alkollü içecekler hazırlamak için zencefil kullanılacak ise dikimden 150-180 ay sonra da hasat edilebilir. Taze zencefillerde optimum hasat zamanını belirleyen en önemli kriterler ise rizomların lif içeriği, uçucu yağ içeriği ve sertliğidir.

Zencefil İşlenmesi

Kuru zencefil üretiminde, zencefil işlenmesi iki temel aşamadan oluşmaktadır. Bunlardan birincisi rizomların soyularak dış yüzeyinin uzaklaştırılması bir diğeri ise güneşte kurutmaktır [7, 21].

Soyma, pullu epidermisi uzaklaştırmaya ve kurutmayı kolaylaştırmaya yarar. Tamamen olgunlaşmış rizomların soyulması, dış yüzeyi, sivri uçlu bambu parçacıkları ile kazıyarak yapılır ve bu da kurutma işlemini hızlandırır. Dış yüzeyin hemen altında bulunan yağ taşıyan hücrelerin hasar görmesini önlemek için bıçaklarla derin kazıma işleminden kaçınılmalıdır. Aşırı soyma, kurutulmuş ürünün uçucu yağ içeriğinin azaltılmasına yol açabilir. Soyulmuş rizomlar kurumadan önce yıkanmalıdır [2, 7, 21].

Kurutma işlemi, kurutma fırınlarında olabileceği gibi güneşte de yapılmaktadır. Anandaraj ve ark. [2], hasatta taze zencefilin nem içeriği yaklaşık %80-82 olduğunu, sağlıklı bir depolama için bu oran %10'a düşürülmesi gerektiğini bildirmiştir. Zencefil genellikle açık alanda tek kat serilerek 8-10 günde güneşte kurutulur. Kuru zencefil verimi, çeşit ve iklimsel bölgeye bağlı olarak taze zencefilin %19-25'i kadardır [7, 21].

Depolama

Çuvallarda paketlenmiş kuru zencefiller depolama süresince *Lasioderma serricone* (sigara böceği) gibi haşerelere karşı oldukça hassastır. Tam kurutulmuş rizomlar, yüksek yoğunlukta hava geçirmez polietilen veya benzer ambalaj malzemelerinden yapılmış kaplarda saklanabilir. İki yıldan uzun süreli depolamalar, aroması, tadı ve keskinliğinin bozulmasına neden olabilir [2, 7, 21].

Ağarma İşlemi

Ağartılmış zencefil, söndürülmüş kireç, Ca (OH) 2, (1 kg sönmüş kireç/120 kg su) bir sulu harç içinde taze zencefil daldırılarak ve ardından güneşte kurutma ile üretilir. Rizomlara yapışan su kuruduğunda, zencefil tekrar bulamaç içine daldırılır. Bu süreç, rizomlar tekdüze beyaza dönüşene kadar tekrarlanır. Kuru zencefilde benzer işlemlerle ağartılabilir. Kireçleme zencefile daha iyi bir görünüm kazandırarak depolama ve nakliye sırasında böcek haşerelerinin saldırısından daha az zarar görmesine yardımcı olur [2, 7]. Hasat ve sonrası işlemlere ilişkin görüntüler Resim 3'te verilmiştir [24].



Resim 3. Hasat ve sonrası işlemlere ilişkin görüntüler [24]

Figure 3. Harvest and post-harvest process [24]

ZENCEFİLİN KULLANIM ALANLARI

Taze zencefil %80.9 nem, %2.3 protein, %0.9 yağ, %1.2 mineral, %2.4 lif ve %12.3 karbonhidrat içerir. Zencefilde bulunan

mineraller demir, kalsiyum ve fosfordur. Ayrıca tiamin, riboflavin, niyasin ve C vitamini gibi vitaminler de içerir. Zencefilin bileşimi, tür, çeşit, yetiştirme koşulları, kurutma ve

saklama koşullarına göre değişim gösterebilir [8].

Zencefilde %1-3 oranında uçucu yağ bulunmaktadır. Bu uçucu yağda bazı aktif bileşenler yer alır. Zencefil yağındaki başlıca aktif maddeler seskiterpenlerdir; bisapolen, zingiberene ve zingerol'dür. Zencefilde bulunan fenolik bileşikler ise shogaol ve gingerol bileşenleridir. Aktif bileşenlerin ve fenolik bileşenlerin oranları, yetiştirme koşullarına göre değişim göstermektedir [15].

Zencefil yukarıda bahsedilen besin değeri ve biyokimyasal özelliklerinden dolayı farklı kullanım alanlarına sahiptir.

Zencefilin Tıbbi Olarak Kullanım Alanları

Zingiber officinale, eski Yunan ve Roma dönemlerinden beri, halk ilacı olarak, hem taze hem de kurutulmuş halde kullanılmaktadır [4]. Çinliler en az 2500 yıl boyunca, sindirimi kolaylaştırmada, kanama bozukluklarında ve romatizmal hastalıkların tedavisinde, kellik, diş ağrısı, yılan ısırığı ve solunum rahatsızlıklarının tedavisinde zencefilli kullanmışlardır [15]. Hindistan'da taze zencefil soğuk algınlığı hastalıkları, bulantı, astım, öksürük, kolik, kalp çarpıntısı, şişme, dispepsi, iştahsızlık ve romatizma için kullanılmıştır [8]. Arap tıbbında zencefil bir afrodisyak olarak kabul edilmektedir. Bazı Afrikalılar, düzenli olarak zencefil yemenin sivrisinekleri kovmaya yardımcı olacağına inanmaktadır [14, 15]. Mustafa ve ark. [17] zencefilin keskin bileşenlerinin romatizmal bozukluklarda ve migren baş ağrılarında ağrıyı azalttığını, bulantı mekanizmasının henüz anlaşılmadığını, vertigo ve kusmayı azalttığını bildirmiştir.

Zencefil, Cardio koruyucu aktivitesi, Anti-enflamatuar aktivite, Antimikrobiyal aktivite, Antioksidan özelliği, Antiproliferatif aktivite, Nöron koruyucu aktivite ve kanıtlanmış Hepatoprotektif aktiviteler gibi muazzam sayıda farmakolojik aktiviteye sahiptir. Bunlar arasında, Nöron koruyucu aktivitenin yanı sıra, zencefilin kolon kanserine etkisi olduğu ve ileride daha fazla araştırmanın yapılmasına katkıda bulunacağı öngörülmektedir [8]. Zencefilin hamilelik, emzirme veya çocukluk döneminde kullanımı üzerine herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak, bazı türlerin hayvanlarda uterotonik etkileri vardır,

bu nedenle bazı bitki uzmanları hamilelik sırasında zencefilden kaçınılmasını önermiştir [15].

Zencefilin Gıda Olarak Kullanım Alanları

Eski çağlardan beri zencefil lezzetleri geliştirmek, keskinlik katmak ve diğer yiyecekleri renklendirmek için küçük miktarlarda diğer yiyeceklere baharat olarak eklenir. Zencefil kullanımı Hindistan ve Çin'de daha yüksek olmasına rağmen evrensel olarak kullanımı tüm dünyada popülerdir; köri harmanları ve masala karışımlarında önemli bir bileşendir. Zencefil birası, zencefilli gazoz ve zencefil şarabı da dahil olmak üzere alkollü ve alkolsüz içeceklerde de kullanılır. Pişirmede kullanılan zencefil, kek ve bisküvilere aroma ve lezzet katan çok popüler bir baharattır. Efsaneye göre, bugün hâlâ popüler olan zencefilli kurabiye, ilk olarak M.Ö. 240'da Rodos Adası'nda pişirilip Mısır'a getirildiği yönündedir. Ayrıca 16. yüzyılda zencefilli çörek I. Elizabeth'in favorisi olmuştur [4].

SONUÇ

Son yıllarda gelişmiş ülkelerde gıda katkı maddeleri ve gıda tamamlayıcılarında aromatik bitkilerin kullanımları yaklaşık iki kat artmış olup ABD ve AB gibi en önemli ithalatçılar, gelişmekte olan ülkelere tropik ürünlerin dış alımını gerçekleştirmişlerdir. Ülkemiz, Avrupa ülkeleri arasında bazı bitki türlerini yetiştirme potansiyeli olan sayılı ülkeler arasında yer almaktadır. Bu nedenle yetiştirilme ihtimali olan türlerin ihtiyaçtan fazla üretilmesi durumunda Avrupa ülkelerine pazarlama şansının olabileceği düşünüldüğünde, tropik ve yarı tropik bölgelerde yetişen türlerin adaptasyon çalışmalarının ne kadar önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Yarı tropik iklim kuşağını da içine alan ülkemizde, birçok türün başarıyla yetiştirilmesi olasıdır. Üreticilerimizin farklı tıbbi aromatik bitkilere özellikle zencefile olan ilgisi gittikçe artmaya başlamış ve yetiştiricilik konusunda sorularına cevap aramaya başlamıştır. Tropik ve yarı tropik iklimlerde yetiştiriciliği yapılan zencefile ait ülkemizde adaptasyon çalışmaları yeni başlamış olup, ümitvar potansiyeli olduğu düşünülmektedir.

Ancak, farklı bölgelerde, farklı toprak yapısı olan yerlerde ve rakımlarda, farklı konuların çalışılması (çeşit, gübreleme, malçlama vb.) Türkiye’de zencefil tarımının gelişmesine fayda sağlayacaktır. Zencefilin olası potansiyelleri göz önüne alındığında, bu literatür derlemesinin ülkemizde yapılacak yeni bilimsel araştırmalara fayda sağlaması umut edilmekte ve bu bitkinin ülke tarımına kazandırılması gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Ahmad, R., M. Azeem and N. Ahmed, 2009. Productivity of ginger (*Zingiber officinale*) by amendment of vermicompost and biogas slurry in saline soils. *Pakistan Journal Bot.* 41(6):3107-3116.
- Anandaraj, M., S. Devasahayam, T.J. Zachariah, S.J. Eapen, B. Sasikumar and C.K. Thankamani, 2001. Ginger. (*extension pamphlet*) *Agricultural Technology Information Centre. Indian Institute of Spices Research, Calicut, Kerala.* http://spices.res.in/sites/default/files/archiv_epublications/ginger/english/ginger%20oct-2001.pdf (Erişim Tarihi: Mayıs 2019).
- Anandaraj, M., 2014. Ginger. *ICAR-Indian Institute of Spices Research, Kozhikode, Kerala.*
- Anonymous, 2019. Ginger (*Zingiber officinale* Rosc.): aromatic spice and medicinal herb., tropical biodiversity. <http://blogs.reading.ac.uk/tropical-biodiversity/2014/02/ginger-zingiber-officinale-rosc-aromatic-spice-and-medicinal-herb/> (Erişim Tarihi: Mayıs 2019).
- Arslan, N., H. Baydar, S. Kızıl, Ü. Karik, N. Şekeroğlu ve A. Gümüşcü, 2015. Tıbbi aromatik bitkiler üretiminde değişimler ve yeni arayışlar. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi, 12-16 Ocak, Ankara, 483-507.*
- Aydınşakir, K., F. Uysal Bayar, N. Dinç, O. Çınar and A. Kaya, 2019. The effects of different irrigation water levels on yield and quality of ginger (*Zingiber officinale*). *6th Congress on Soil & Water Resources with International Participation. 12-14.11.2019, İzmir, p:100.*
- Balakrishnan, K.V., 2005. Postharvest and industrial processing of ginger. *In: Ravindran P.N., Nirmal Babu K. (eds) Ginger-The genus Zingiber. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp:391-434.*
- Ghosh, A.K., 2011. *Zingiber officinale*: a natural gold. *International Journal of Pharma and Bio Sciences, Jan-Mar, 2011, ISSN:0975-6299, 2(1).*
- Halder, N.K., N.C. Shill, N.A. Siddiky, R. Gomes and J. Sarkar, 2007. Response of ginger to zinc and boron fertilization. *Asi. J. of Plant Sci.* 6(2):394-398.
- Hayden, L.A. and A.L. Brigham, 2004. Aeroponic cultivation of ginger (*Zingiber officinale*) rhizomes. *Proc. VII IS on Prot. Cult. Mild Winter Climates, Eds. D.J. Cantliffe, P.J. Stoffella & N. Shaw, Acta Hort. 659, ISHS 2004. pp:397-402.*
- Hepperly, P., Z. Francis, R. Kai, C. Arakawa, M. Meisner, B. Kratky, K. Hamamoto and D. Sato, 2004. Producing bacterial wilt-free ginger in greenhouse culture. *Soil and Crop Management, June 2004, SCM-8.*
- Hoagland, D.R. and D.I. Arnon, 1950. The water-culture method for growing plants without soil. *California Agriculture Experiment Station Circular, 347.*
- Islam, M.A., M.A. Rahim and T.M.T. Iqbal, 2015. Effect of irrigation and mulching on growth and yield of ginger. *Bangladesh Agron. J., 18(1):27-36.*
- Kaplan, H., 2005. Zencefilin (*Zingiber officinale* Roscoe) bitkisel özellikleri ve yetiştiriciliği. *Derim Dergisi, 22(2).*
- Kemper, K.J., 1999. Ginger (*Zingiber officinale*). *The Logwood Herbal Task Force.* <http://t.longwoodherbal.org/ginger/ginger.pdf> (Erişim Tarihi: Mayıs 2019).
- Meenu, G. and M. Kaushal, 2017. Diseases infecting ginger (*Zingiber officinale* Roscoe): a review. *Agricultural Reviews, Print ISSN: 0253-1496 / Online ISSN:0976-0539, 38(1):15-28.*
- Mustafa, T., K.C. Srivastava and K.B. Jensen, 1993. Drug development report 9. pharmacology of ginger, *Zingiber officinale. Journal of Drug Development* 6(1):25-39.
- Nair, K.P.P., 2013. The agronomy and economy of turmeric and ginger: the invaluable medicinal spice crops. *Newness. 32 Jamestown Road London NW1 73Y.*

19. Naz, S., F. Nadeem, Z.M. Hamed, H. Mahruqi and S. Inam, 2015. Medicinal uses and bioactivities of ginger - a detailed review. *International Journal of Chemical and Biochemical Sciences*. pp:71-77.
20. Nybe, E.V. and N.M. Raj, 2005. Ginger production in India and other South Asian countries. In: Ravindran, P. and Babu, K. (Eds.) (2005). *Ginger: The Genus Zingiber. Florida, USA: CRC Press*, pp:211-240.
21. Rajathi, A.A., A.A. Sundarraaj, S. Leslie and M.M.P. Shree, 2017. Processing and medicinal uses of cardamom and ginger. *A Review Journal Pharm. Sci. & Res.* 9(11):2117-2122.
22. Temel, M., A.B. Tınmaz, M. Öztürk ve O. Gündüz, 2018. Dünyada ve Türkiye’de tıbbi aromatik bitkilerin üretimi ve ticareti. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(Özel Sayı):184-200.
23. Trujillo, E.E., 1964. Disease of ginger (*Zingiber officinale*) in Hawaii. *Circular Hawaii Agricultural Experiment Station, University of Hawaii*.
24. Uysal Bayar, F., A.S. Kaya, O. Çınar, K. Aydınşakir, Ö. Karagüzel, S. Atmaca ve M. Kuzgun, 2020. Antalya koşullarında zencefil (*Zingiber officinale*)’in farklı yetiştirme koşullarında bazı kalite ve verim parametrelerinin belirlenmesi. *Proje No: TAGEM/17/A07/P06/09. (Yayınlanmamış)*.
25. White, F., S. Motomura, S. Miyasaka and B.A. Kratky, 2013. A simplified method of multiplying bacterial wilt-free edible ginger (*Zingiber officinale*) in pots. *Plant Disease*, 93.

TURUNÇGİL ISLAHI: EMBRİYO KÜLTÜRÜ ÇALIŞMALARI¹

Şenay KURT^{2*}, Fatma KOYUNCU³

²Dr., Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya; ORCID: 0000-0002-2921-063X

³Prof. Dr., Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Isparta; ORCID: 0000-0001-5803-6944

Geliş Tarihi / Received: 19.03.2020

Kabul Tarihi / Accepted: 03.09.2020

ÖZ

Çalışmada, turunçgil ıslahında kullanılan geleneksel yöntemlerden seleksiyon, melezleme ve mutasyon teknikleri ile birlikte veya tek başına kullanılarak daha kısa zamanda ve daha hızlı ilerleme sağlayan biyoteknolojik yöntemlerden, ploidi ıslahı, izoenzim analizleri, moleküler teknikler, genetik transformasyon, somatik melezleme ve özellikle embriyo kültürü ile bu tekniğe etki eden faktörler irdelenmiştir. Geleneksel turunçgil ıslahı; uyuşmazlık, heterozigoti, apomiksis, poliembriyoni ve uzun süren gençlik kısırlığına bağlı olarak zahmetli, maliyetli ve zaman alıcı bir uğraştır. Islah çalışmalarında ister geleneksel ister modern teknikler olsun hedefe ulaşmak için uygun ebeveynlerin ve uygun tekniklerin seçimi önemlidir. Ebeveynler arasındaki genetik ilişkiler ile hedeflenen karakterlerin kalıtımı hakkında elde edilen bilgiler, ıslah çalışmalarının doğru yönlendirilmesi ve daha kısa sürede başarı sağlanması için oldukça önemlidir. Poliembriyoni nedeniyle yeni melez bireylerin oluşumu sınırlı olmasına rağmen melezleme ıslahı, turunçgillerde çeşit geliştirmenin temelini oluşturmaktadır. Poliembriyonik turunçgillerde zigotik embriyo, nuseller embriyolarla besin maddesi ve gelişim alanı için yarışmak zorundadır ve nuseller embriyolar, zigotik embriyoların gelişimini baskılamaktadır. Embriyo kurtarma tekniği, kontrollü melezlemeler ve somatik melezlemelerde bu sorunun çözümü için gerekli ve yararlı bir metottur. Bu tekniğin başarısını; embriyo gelişim aşaması, kültür ortamının bileşimi, embriyo alım tekniği ve genotip etkilemektedir. *In vitro* yöntemler ve moleküler tekniklerdeki yeni gelişmeler ve bunların ıslah programlarında kullanımının yaygınlaşması turunçgillerde yeni çeşitlerin elde edilmesine olanak sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Citrus, ıslah, biyoteknoloji, doku kültürü, embriyo kurtarma

CITRUS BREEDING: EMBRYO CULTURE STUDIES

ABSTRACT

In this study, it was evaluated important factors for conventional breeding techniques (selection, hybridization artificial mutation) and biotechnological methods (ploidy breeding, isoenzyme analysis, molecular techniques, genetic transformation, somatic hybridization and especially embryo culture) in citrus breeding. Conventional citrus breeding is laborious, costly and time-consuming due to incompatibility, heterozygous, apomixis, polyembryony and prolonged juvenility. It is important to choose suitable parents and suitable techniques to achieve the goal in breeding studies whether traditional or modern techniques. Obtained knowledge about the genetic relationships between parents and the inheritance of the targeted characters is important for the manipulated of breeding studies and achievement in a shorter time. Hybridization breeding is the basis of developing cultivars in citrus, although the obtained of new hybrid genotypes is limited because of polyembryony. The zygotic embryo must compete with the nucellar embryos for nutrient and growth area in polyembryonic citrus cultivars and the nucellar embryos suppress the development of the zygotic embryos. Embryo rescue technique is a necessary and useful method for solving this problem in controlled hybridization and somatic hybridization. The success of this technique is affected by the embryo development stage, composition of the culture medium, embryo excise technique and genotype. New developments in *in vitro* methods and molecular techniques and the widespread use of these in breeding programs will provide an opportunity breeding new cultivars in Citrus.

Keywords: Citrus, breeding, biotechnology, tissue culture, embryo rescue

*Sorumlu yazar / Corresponding author: senayanilir@gmail.com

¹Bu çalışma Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda kabul edilen doktora tezinden hazırlanmıştır.

GİRİŞ

Turunçgiller, meyvelerinden farklı şekillerde yararlanılan karışık bir meyve grubudur. Milattan önce başlayan turunçgil tarımı, dünyada 4000 yıldır, ülkemizde ise 2000 yıldır yapılmaktadır. Ülkemizde turunçgil yetiştiriciliği ticari olarak 1930'lu yıllarda başlamış ve 1950'li yıllarda üretimde kendine yeten ve ihracat yapan bir ülke konumuna gelmiştir. Dünya turunçgil üretiminde 2017 yılı verilerine göre Çin, Brezilya ve Hindistan ilk üç sırada olup, 4.769.726 ton üretim ile Türkiye önemli turunçgil üreticisi ülkeler arasında 7. sıradadır [7]. Turunçgiller kendine has özellikleri ve uzun raf ömürleri sayesinde dünya ticaretinde sofralık olarak büyük ölçekte ihracata olanak tanımaktadır. Ülkemizin toplam yaş meyve ve sebze ihracatı içinde turunçgiller 2.022.088 ton ve 893.6 milyon \$'lık bir payla ilk sırada yer almaktadır [8].

Turunçgil türlerinin ait olduğu *Aurantioideae* alt familyası içindeki soy, alt soy, cins ve türlerin taksonomik durumu tartışmalı, karmaşık ve oldukça akıl karıştırıcıdır. Gerçek turunçgiller, üçü ticari önemi sahip olan (*Poncirus*, *Fortunella* ve *Citrus*) toplam altı cinsten oluşan çoğunlukla her dem yeşil bitkilerdir. Turunçgiller ve pek çok yakın cins birbirleriyle kolayca melezlenebilen ve yüzyıllarca doğada spontan olarak bulunan ağaçlardır [117].

Turunçgil ıslah çalışmaları binlerce yıl öncesinde Eski Çin'de yabani türlerden üstün fenotiplerin seçilmesi şeklinde yapılmaktayken, sistematik ve hedefe yönelik ıslah programları 1893'te Swingle ve Webber ile ilk kez Florida'da başlatılmıştır. Turunçgiller çok farklı toprak ve iklim koşullarında yetiştirilmek istendiğinde üretimi sınırlayan bazı biyotik ve abiyotik stres koşullarında belirli anaç ve çeşitlerin kullanımı gerekmektedir. Gelişmiş ülkelerin pazarlarında, yüksek kalitede ve her dönem meyve talebinden dolayı turunçgillerde meyve kalitesinin artırılması önemli bir önceliklerdir. İslahçılar, pazar sezonunu genişletmek için erken ve geç olgunlaşan çeşitler seçmeye ya da meyve kalitesini (renk, irilik, çekirdeksizlik vb.) artırmaya yönelik ıslah programlarına yönelmektedirler [92].

Diğer meyve ağaçlarında olduğu gibi turunçgillerde de ıslah, zor ve zaman alıcıdır. Pek çok turunçgil ve akraba türler heterozigottur ve önemli bazı özellikler tek genli kalıtım gösterdiğinden F₁ melezleri farklılık göstermeye eğilimlidirler [102]. Bu nedenle ıslahçılar için oluşan büyük popülasyonlardan istenilen özelliğin seçimi neredeyse olanaksız hale gelmekte [43] ve bu yüzden turunçgil ıslah çalışmalarını daha da zorlaştırmaktadır [36]. İzoenzim işaretlemelerinin kullanılması iyileştirme sağlamasına rağmen uzun gençlik kısırlığı (5-15 yıl), nuseller embriyonu, heterozigoti, eşeyssel uyumsuzluklar gibi özelliklerin ve bunlarla ilişkili özel belirteçlerin olmaması melezlerin seleksiyonunu zorlaştırmakta, turunçgil ıslahını çok uzun zaman gerektiren, maliyetli ve yoğun emek isteyen bir iş haline getirmektedir [85]. Bu nedenle geleneksel ıslah yöntemlerine ilaveten spontan mutasyonlar, yapay ışınlamalar, germplazm taşınması gibi yöntemler ve özellikle süreyi kısaltan etkin yöntem/tekniklerin kullanılması günümüzde daha da öne çıkmaktadır. Bu makalede, turunçgil ıslah metodlarına genel bir bakış ve embriyo kültürünün detaylarıyla ele alınması ve güncel literatürlerin ışığında değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Turunçgil Islah Metodları

Turunçgil ıslahının temelini seleksiyon, melezleme ve mutasyon yöntemleri oluşturmakta, ancak daha kısa zamanda ve daha büyük gelişme sağlanması için biyoteknolojik yöntemlerle (doku kültürü, somatik hibridizasyon, ploidi ıslahı, genetik transformasyon vb.) birleştirilmesi gerekmektedir.

1. Seleksiyon

Doğal mutasyon frekansı yüksek olan turunçgillerde ıslah çalışmalarının ilk yıllarından beri kullanılan seleksiyon metodu, günümüzde halen üretilen ve ticarete önem taşıyan çeşitlerin ortaya çıkmasını sağlamıştır [129]. Turunçgillerde seleksiyon ıslahı konusunda ilk çalışma 1936'da Friend ve Yarnell [33] tarafından altıntoplar üzerinde yapılmıştır. Hastalıklara ve soğuğa dayanım gibi amaçlar dışında seleksiyon çalışmaları giderek azalmaktadır.

Ülkemizde 1979 yılında başlayan “Turunçgillerde Aşığözü Seleksiyon-Sertifikasyonu ve Çeşit Geliştirme” projesinin I. diliminde üstün özellikli toplam 36 birey seçilmiştir [86]. Bu proje sonucunda Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü’nde 2011 yılında farklı turunçgil türlerinden toplamda 8 adet çeşit [125], Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü’nde 2014 yılında 4 adet çeşit ve Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü’nde 2 adet çeşit tescil edilmiştir [9].

2. Melezleme

Turunçgiller, türlerin kompleks döllenme biyolojileri nedeniyle melezlemelerde önemli kısıtlamalara sahiptir. Kendine uyumsuzluk ve apomiksis ya da diğer deyişle poliembriyoni nedeniyle melezlemelerde sorun yaşanmaktadır. Çoğu meyve türü monoembriyonik olmasına rağmen turunçgiller monoembriyonik ya da poliembriyonik olduklarından sıra dışıdır [11]. Poliembriyonik tohumlarda ana ebeveyn ile aynı özellikte olan nüseller embriyolar zigotik embriyoları baskılayarak melez popülasyonların oluşumunu sınırlamakta ve varyasyon görülmemektedir [92].

Monoembriyonik diploid çeşitler melezlemelerde ana ebeveyn olarak kullanıldıklarında etkilidirler. Ancak az sayıda monoembriyonik ebeveynin olması, portakal ve altıntop gibi türlerde tür içi veya türler arası melezlemelerde soruna neden olmaktadır. Bu sorun, ıslah çalışmaları ile monoembriyonik çeşitlerin elde edilmesi ile kısmen azalmış [114] ve somatik melezlemeler ile yeni bireylerin elde edilmesine bağlı olarak halen gelişmektedir.

Anaç ıslahında, zor ve uzun vadede maliyetli olmasına rağmen en fazla kullanılan yöntem melezleme ıslahıdır [21]. Anaçlar için genetik olarak homojen bitkilerin üretimi açısından önemli olan nuseller embriyoni ıslahta büyük bir sorundur [102, 128]. Turunçgil anaç ıslahı günümüzde de, genetik kaynak olarak önemli bir tür olan *Poncirus trifolita* ile seçilen başka bir ebeveynin melezlenmesi üzerine yoğunlaşmıştır [17]. İstenilen çeşit ve anaç uyumuna sahip ve genetik haritalama popülasyonlarının sağlanması için *Citrus*, *Poncirus* ve *Fortunella* türleri arasında yapılan melezlemelerde fertil

melezler kolaylıkla elde edilebilmektedir [112, 107].

3. Mutasyon

Turunçgil çeşitlerinin çoğu doğal mutasyonlar sonucu meydana gelmiştir. Mutasyonun şiddeti türlere göre değişmesine rağmen, turunçgiller ve akraba cinsler diğer türlere kıyasla mutasyona oldukça eğilimlidir. Örneğin Washington Navel portakalı, 18. yüzyıl sonunda *Selecta* çeşidinden doğal mutasyon ile oluşmuştur. Washington Navel portakalından tomurcuk mutasyonu sonucu oluşmuş birçok çeşit vardır [41, 129].

Mutasyonlarla; erken olgunlaşma, yüksek verimlilik, yüksek kaliteli meyve, kırmızısı kabuk rengi, pürüzsüz kabuk yüzeyi, çekirdek sayısında azalma veya çekirdeksizlik ve bodurluk gibi birçok farklı özellik elde edilmiştir [113]. Ülkemizde, Kobalt 60 akut gama ışını uygulamasında; Fremont mandarininde çekirdeksizlik, Valencia portakalında geççilik, Redblush altıntopunda daha koyu renklenme, Kütdiken limonunda uçkurutana dayanıklı bireylerin elde edilmesi amaçlanmıştır [127]. Nitekim, Kütdiken limonundan bu yöntemle Alata, Gülşen ve Uzun isimleri ile üç adet çekirdeksiz limon tescil edilmiştir [133]. Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA)’nda kayıtlı *Citrus* cinsi içerisinde 14 mutant çeşit tescil ettirilmiştir [50].

4. Biyoteknolojik yöntemler

Klasik ıslah metotlarında karşılaşılan sorunları çözmek ve süreyi kısaltarak daha başarılı sonuçlara ulaşmak için *in vitro* teknikler ve genetik uygulamalardan yararlanılmaktadır. İslahta hedefe ulaşmak için, ebeveynlerin önemli özelliklerinin kalıtımının optimize edilmesi gerekmektedir. Bu da heterozigotinin yönetimine ve seçilen karakterlerin kalıtımına dayanmaktadır. Seleksiyona yardımcı markerlerin varlığı, özellikle erken dönemde fenotiplerde görülen özellikler için önemlidir [145].

4.1. Ploidi ıslahı

Turunçgillerde kromozomların görüntülenmesini sağlayan tekniklerle çoğu turunçgil türünün diploid ($2x=2n=18$) olduğu belirlenmiştir [59, 99]. Bununla birlikte triploid ve tetraploid gibi poliploid bitkiler

diploid popülasyonlar içerisinde bulunabilmektedir [14, 24].

Poliploidler özellikle triploid ve tetraploid bitkiler, çeşitlerin meyve kalitesi ve verimini artırmakta, bodurluk sağlamanın yanında değişik biyotik ve abiyotik stres koşullarına toleransı arttırmaktadırlar. Tetraploidler, özellikle anaçlık olarak değerlendirilmeleri ve ıslah programları için geniş gen kaynağı oluşturmalarından dolayı önem taşımaktadırlar [122,123, 84, 109]. Turunçgillerde triploid bitkiler iki farklı diploid ebeveynin melezlenmesiyle [28, 65] ya da diploid ve tetraploid ebeveyn bitkilerin melezlenmesi yoluyla elde edilebilmektedir [28, 83, 75, 65]. Tetraploid bireyler aynı zamanda kolhisin kullanılarak ve protoplast füzyonu ile elde edilmektedir. Kolhisin ile kromozom sayısı ikiye katlanan bitkiler doğrudan çeşit olarak kullanılmakla beraber, özellikle çekirdeksizlik hedefli ıslah programlarında üstün ebeveyn olarak da oldukça önem taşımaktadır. Tetraploidler ticari olarak değerli olmasalar da, triploidlerin eldesi için ebeveyn olarak önemlidirler [83].

Poliploid turunçgilleri tanımlamak için kromozomların çok küçük yapıda olmaları nedeniyle zor ve yoğun emek gerektirmesine rağmen kromozom sayımı yöntemi halen kullanılmaktadır [59, 132]. Ancak bu yöntem, son zamanlarda yerini ploidi seviyelerini tanımlamak için daha kolay bir teknoloji olan flow sitometri yöntemine bırakmıştır [26, 119, 3, 5, 6, 15, 124]. Bununla birlikte, hem kromozom sayımı hem de flow sitometri kendiliğinden oluşan triploidlerde ekstra haploid genomların kökenini açıklayamamaktadır. Bu durum, çöğürlerin orijinleri ve ploidi seviyeleri ile birlikte heterozigoti, polimorfik ve kodominant markırlar tarafından açıklanabilmektedir [20].

4.2. İzoenzim analizleri

Turunçgillerde çeşitlere göre farklı oranlarda gerçekleşen nuseller embriyoni melezleme ıslahında önemli bir problemdir ve nuseller bitkilerle melez bitkileri birbirinden ayırmak için karakteristik morfolojik markırlar olmadığından bu sorun izoenzim analizleri ile aşılıma çalışılmıştır [57, 67]. Aynı biyokimyasal reaksiyonu katalizlemelerine rağmen farklı molekül yapıda olan izoenzimler, elektroforetik olarak

ayrıştırıldıktan sonra elde edilen bantlar yardımı ile bitkilerin genetik benzerlik ve farklılıklarının ortaya konulmasında, seleksiyon süresinin kısaltılmasında, çeşit ayırımında, taksonomik çalışmalarda ve dayanıklılık ıslahı çalışmalarında önem arz etmektedirler [64, 121]. Tür ve çeşit ayrımlarında, önceleri kullanılan bu metot, morfolojik seçime göre çok güvenilir olmasına karşın birbirine çok yakın çeşitlerde nuseller bitkileri ayırmakta ve mutasyon ile oluşan farklılıkları belirlemede yetersiz kalmaktadır [106, 40].

4.3. Moleküler teknikler

Islah çalışmalarından elde edilen bireylerde çekirdekliklik, kalın kabuk gibi istenmeyen özellikleri tespit ederek çalışmanın başında bunların elenmesi para, emek ve zamanın boşa harcanmasını engelleyecektir. Ayrıca bu bitkilerde erkencilik, geçcilik, hastalıklara dayanıklılık vb. özelliklerin erken aşamada belirlenmesi ıslah sürecini hızlandıracaktır. Temelde iki farklı moleküler teknik mevcuttur. Birincisi, DNA hibridizasyonuna dayalı RFLP tekniği ve ikincisi ise PCR'a dayalı SSR, RAPD, AFLP, SRAP, SCAR, CAPS, InDel ve SNP gibi teknikleri içermektedir [46, 1, 29]. RFLP metodu ile turunçgil genom haritaları da oluşturulabilmektedir. Ancak bu tekniğin oldukça zaman alması nedeniyle melez bitkilerin belirlenmesinde CAPS metodu da kullanılmaya başlanmıştır. RAPD metodu turunçgillerde ve birçok bitkide genetik haritalamada, genetik çeşitliliğin belirlenmesinde ve bireyin DNA parmak izlerinin tespitinde kullanılmaktadır [81, 69]. SSR markırları genetik haritalama ve genetik çeşitliliğin belirlenmesinde kullanılmaktadır [46, 2, 95]. SRAP markırları daha tutarlı sonuçlar vermekte ve AFLP tekniğine göre daha ucuz ve daha kolaydır [134, 66]. RFLP ya da PCR kaynaklı markırlardan polimorfizm gösterenler kaydedilerek veri dosyası hazırlanmakta ve bunlar kullanılarak mevcut bilgisayar programları ile genetik haritalama yapılmaktadır [106]. InDel markırlar, turunçgillerde spesifik türlerin karakterizasyonunda [47], popülasyon genetik analizinde [135], genetik haritalama ile genetik çeşitlilik analizinde [87] ve filogenetik analizlerde [29] kullanılmaktadır.

4.4. Genetik transformasyon

Turunçgil çeşitlerine yeni genler aktararak, istenilen özellikler kazandırılarak üstün özellikte yeni çeşitler elde edilebilmektedir. Bu yöntemin başarısı önemli özellikleri kodlayan genlerin tespitine ve bu genlerin turunçgil genomuna aktarılmasına bağlıdır [23]. Genetik transformasyon zor olmasına karşın, belirlenen hedeflere yönelik yapılan bazı çalışmalarda istenen özelliklere sahip transgenik bitkiler elde edilmiştir [63, 31, 149].

Hedeflenen genom düzenleme teknolojilerindeki son gelişmeler, transgenik olmayan genetiği değiştirilmiş çeşitlerin oluşturulmasını kolaylaştırmıştır. CRISPR teknolojisi kullanılarak birçok bitkinin genomu modifiye edilebilmektedir [27]. CRISPR-Cas sistemleri, CRISPR-ilişkili genleri ve bu genlere karşılık gelen CRISPR dizilerini içermektedir. Palindromik olan bu kısa DNA bölgeleri her iki yönde de aynı şekilde okunan dizilerdir [76]. Etkili bir genom düzenleme aracı olan CRISPR/Cas9 teknolojisi kullanılarak turunçgillerde de başarılı sonuçlar elde edilmiştir [53, 54]. Turunçgil genetik mühendisliği çalışmalarında farklı Cas9 temelli gen düzenlemeleriyle uygulamaların artacağı öngörülmektedir.

4.5. Somatik melezleme

Melezleme çalışmalarını sınırlayan eşeyssel uyumsuzluk sorunu somatik melezlemelerle hücre düzeyinde aşılmaya çalışılmıştır. Turunçgillerde protoplast füzyon çalışmaları olumlu sonuçlar vermiş ve gerçek turunçgillere yakın bazı akraba cinslere ait protoplastlar turunçgillere aktarıldığında istenilen özelliklere sahip oldukları görülmüştür [78, 42]. Protoplast füzyonu, klasik arazi ıslahı gibi uzun zaman alan bir işlem olmasına rağmen turunçgillerdeki uyumsuzluk problemine alternatif bir yol olarak önerilmektedir [77, 45]. Bunun yanında somatik melezleme ile çekirdeksizlik [56], hastalık ve zararlılara dayanıklılık [82, 44] konularında da başarı sağlanmıştır.

4.6. Embriyo kültürü

In vitro kültürün ilk çalışmalarından olan embriyo kültürü pratikteki problemler için uygulanan ve ıslahçılar için değeri kanıtlanmış önemli bir doku kültürü tekniğidir. Embriyo

kültürü (embriyo kurtarma olarak da adlandırılır), aseptik koşullar altında embriyoların morfogenezisi, farklılaşması ve gelişiminin devamı için önemli gereksinimlerinin belirlenerek kimyasal içerikleri bilinen ortamda tohum ve ovüllerden çıkarılan zigotik embriyoları kurtarmak için kullanılan *in vitro* tekniktir [110, 98, 30]. Bu teknik, embriyonun zarar görmeden izole edilmesini, uygun bir besi ortamının oluşturulmasını ve embriyogenik gelişim ile çöğür oluşumunun devam etmesini sağlamak esasına dayanmaktadır [12, 103].

Embriyo kültürü 1940'lı yılların başından beri tohum dormansisinin üstesinden gelmek, ıslah süresini kısaltmak, tohum canlılığının tespiti, mikroçoğaltım için materyal sağlamak, uyumsuzluk görülen melezleme kombinasyonlarından olgunlaşmamış embriyoların ve nuseller embriyonu nedeniyle gelişemeyen zigotik embriyonun kurtarılması, embriyogenik gelişim için besin içeriği ve fiziksel gereksinimlerinin anlaşılması için artarak kullanılmaktadır [146, 39, 58]. Melezlemeler sonucunda zigotik embriyoların daha fazla gelişen nuseller embriyolarla yarışmak zorunda kalması ve sonuçta gelişmemesi [112] nedeniyle turunçgillerde embriyo kurtarma tekniği, en fazla türler arası melezlemelerde erken olgunlaşma döneminde embriyo aborsiyonunun önlenmesi ve ıslah sürecinin kısılmasının yanında yeni triploid bireylerin elde edilmesinde önemli rol oynamaktadır [80, 147, 73].

Turunçgillerde 20. yüzyılın başlarında başlayan embriyo kurtarma çalışmaları, cinsler arası melezlemeler ile elde edilen triploid çöğürler ve turunçgil melezlerinde gelişemeyen zigotik embriyonun geliştirilmesi için çok yararlı bir yöntemdir [51, 101]. Embriyo kurtarma, yoğun kesip ayırma işlemi ve karmaşık besi ortamı ihtiyacı nedeniyle zordur. Çoğu turunçgil çeşidi poliembriyoniktir ve tohum kaynağı olarak kullanıldığında genellikle gelişmemiş zigotik embriyolar abortif veya canlı olmadığı için, genetik olarak ana ebeveynle aynı yapıda olan nuseller embriyolar daha güçlü bitkiler oluşturmaktadır [14]. Farklı ploidi seviyesindeki türler ve özellikle cinsler arası melezlemelerde endospermin genellikle zayıf geliştiği veya hiç gelişmediğinin gözlemlendiği ve besi ortamları sayesinde bu eksikliğin telafi

edilerek embriyonun gelişiminin sağlandığı bildirilmiştir [38, 114]. Soost ve Roose [112], melezlemeler sonucunda zigotik embriyoların, genellikle daha fazla gelişen nuseller embriyolarla yarışmak zorunda kaldığını ve sonuçta gelişemediklerini belirtmişlerdir. Özellikle interplooid melezlemeler dahil poliembriyonik turunçgil melezlemelerinde endosperm yetersizliği ve sonrasında embriyo aborsiyonunu teşvik eden uyumsuzluklara bağlı olarak canlı melez birey sayısı azalmıştır [144, 137].

Embriyonun başarılı bir şekilde gelişimi birçok faktöre bağlıdır. Bu teknikte başarı, büyük ölçüde izole edilen embriyonun gelişim aşamasına ve kültür ortamı tarafından sağlanan bitki büyüme düzenleyicileri ve besin maddelerine bağlıdır [110, 137]. Diğer süreçlerin çoğunda olduğu gibi, bitki genotipi başarıyı büyük ölçüde etkilemektedir. Bazı turunçgil türlerinin embriyoları kültür ortamında diğerlerinden daha kolay gelişmekte ve bazen çeşitler arasında da farklılıklar ortaya çıkabilmektedir [22, 52].

Embriyo kültüründe farklı besi ortamları kullanılmasına rağmen gelişmiş embriyoların kültürüne oranla olgunlaşmamış melez embriyoların kültüründe daha karmaşık ortamların gerekli olduğu bildirilmiştir [22, 80, 108]. Embriyo gelişimi, heterotrofik ve ototrofik olmak üzere iki aşamalıdır. Heterotrofik fazda genç embriyo; endosperm ve onu çevreleyen dokulara bağlıdır ve daha yaşlı embriyolardan daha karmaşık bir ortam ve daha yüksek ozmotik basınca ihtiyaç duyar. Genç embriyoların gelişimi için vitamin kombinasyonları, aminoasit, büyüme hormonları ve bazı durumlarda domates suyu ve hindistan cevizi sütü gibi doğal ekstratler eklenmiş kompleks ortamların kullanımını gerektirmektedir. Ototrofik fazda embriyo, gelişimi için gerekli olan maddeleri tuz ve şekerden sentezleyebilir. Bu aşamada, embriyolar sakaroz gibi bir karbon kaynağı ile takviye edilmiş basit bir inorganik ortam üzerinde çimlenebilmekte ve büyüebilmektedir [102]. Amonyum nitrat ve potasyum nitrat, embriyo kültüründe en sık kullanılan inorganik azot kaynaklarıdır. Ortamdaki amonyum, olgunlaşmamış embriyoların farklılaşması ve gelişmesi için zorunlu ve önemlidir [72, 136].

Kazein hidrolizat, embriyo kültürü ortamına büyüme için yaygın olarak kullanılan 18 amino asitlik bir karışımdır [52]. Biotin, tiamin, pantotenik asit, nikotinik asit, askorbik asit, inositol ve piroksidin gibi vitaminler ise yaygın olarak ortama eklenmektedir [10]. Ortamda vitaminlerin yokluğunda kazein hidrolizat ve malt ekstraktın kültüre alınan embriyoların yaşaması için önemli olduğu belirtilmiştir [151, 16, 40]. Turunçgillerde embriyo kurtarma için besi ortamı denemelerinde; MS [76], MT [77] ve farklı ortamlar ile konsantrasyonları, bitki büyüme düzenleyicileri, sakaroz, agar, pH, aktif kömür gibi farklı faktörlerin etkileri çalışılmıştır [39, 104, 89, 90, 18].

Ortama sakaroz ilavesinin, kültüre alınan embriyolarda, kök gelişimini [105] veya hem kök gelişimi hem de sürgün taslağını [13] teşvik ettiği ve çimlenme oranını artırdığı bildirilmiştir [118]. Özellikle oksin, gibberellin ve sitokin gibi bitki büyüme düzenleyicilerin bulunmasıyla kültüre alınmış embriyoların morfogenezisi ve gelişimi üzerine etkileri ile ilgili çok sayıda çalışma mevcuttur [97, 25, 55]. Çalışılan türe, çeşide ve melezleme kombinasyonlarına göre değişmekle beraber ortama farklı dozlarda gibberellin asit (GA_3) ilavesinin gerektiği pek çok çalışmada bildirilmiştir [16, 138, 83, 61]. Bunun yanında, sitokinler ortamda tek başına kullanıldığında etkisizdir veya sadece genç embriyo gelişimini hafifçe artırmaktadır, oksinler ile birlikte kullanıldıklarında ise embriyoların büyümesini ve farklılaşmasını destekledikleri belirtilmiştir [136]. Turunçgillerde embriyo kültüründe tür ve çeşide göre ortama farklı dozlarda GA_3 ilave edilmesine yönelik yapılan çalışmalardan bazılarında; $0.01 \text{ mgL}^{-1} GA_3$ [104]; $0.1 \text{ mgL}^{-1} GA_3$ [88]; $1 \text{ mgL}^{-1} GA_3$ [60, 16, 25, 138, 61]; $1.5 \text{ mgL}^{-1} GA_3$ [93, 111]; $2 \text{ mgL}^{-1} GA_3$ [148] veya $5 \text{ mgL}^{-1} GA_3$ [16] ilave edilmesinin uygun bulunduğu bildirilmiştir.

Turunçgillerde yapılan embriyo kurtarma çalışmalarında önemli bir faktör olan kültür ortamı olarak en yaygın MS [51, 93] ve MT [126, 51, 62] besi ortamları ve modifikasyonları kullanılmıştır. Bununla beraber, Ohta ve Furusato [79] tarafından White [140] ortamında, Perez-Tornero ve Porras [93] ve Soni ve ark. [111] tarafından

Gamborg's B5 [34] ortamından başarılı sonuçlar alındığı belirtilmiştir.

Embriyo kültürü çalışmalarında ışık ve sıcaklık etkili olan iki çevresel faktördür. Embriyoların çoğunlukla tohumlardan daha geniş bir sıcaklık aralığında çimlendiği ve bitki türüne bağlı olarak çimlenme için optimum sıcaklığın genellikle 25°C ila 30°C arasında olduğu bildirilmiştir [74]. Ponca Mandarin ve Pera Portakalı melezlemelerinden alınan olgunlaşmamış embriyoların kültüründe ışıklandırma süresinin etkili olduğu ve 8, 10, 12, 14, 18 ve 24 saat süreyle ışıkta tutulan kültürlerde en iyi sonuçların alındığı bildirilmiştir [91].

Embriyo gelişim zamanı önemli diğer bir faktör olup, bu konu üzerine yapılan çalışmalarda embriyo büyüklüğü ve şekline göre, 3 mm'den daha büyük embriyolar [79], küresel embriyolar [115], kalp şekilli embriyolar [100] ile tam çiçeklenmeden 3-4 ay sonra hem küresel hem de kalp şekilli embriyolar [116] ve 3 mm'den daha küçük embriyolar [70] kültüre alınmıştır.

Turunçgillerde elde edilen melezlerde embriyoların kurtarılma zamanı konusunda; tozlamadan 50 gün [19, 139], 80 gün [120], 85 gün [143], 100 gün [80, 118, 126], 105 gün [16, 32], 118 gün [18], 120 gün [100, 94, 61, 62] ve 130-140 gün sonra [111] yapılan çalışmalarda iyi sonuçlar alındığı belirtilmiştir. Bununla birlikte limonda yapılan bir çalışmada tam çiçeklenmeden 135-150 gün sonra [93], mandarinde yapılan bir çalışmada ise tam çiçeklenmeden 50, 65, 80, 100, 135, 150 ve 165 gün sonra [35], Citrus × Poncirus kombinasyonu ile yapılan melezleme çalışmasında ise tozlamadan 110, 120, 130 gün sonra olgunlaşmamış embriyoları [62] kültüre aldıklarını bildirmişlerdir. Bazı melezleme çalışmalarında ise embriyolar, tozlamadan 10-14 hafta sonra [48], 12-15 hafta sonra [131, 4] ve 12-14 hafta ile 7 ay sonra [51], 14-16 hafta sonra [109] kültüre alınmışlardır. Zhu ve ark. [150], meyvelerin olgunlaşmasını tamamladığı dönemde alınan embriyoların, Aleza ve ark. [3] meyvelerin olgunlaşma zamanında küçük tohumlardan aldıkları embriyoların, Thuy ve ark. [123] ise melezlemeler sonucunda abortif ve küçük tohumlara ait embriyoların kültüre alınmasının uygun olduğunu belirtmişlerdir.

Aseptik koşullarda mikroskop altında yapılan embriyo kurtarma tekniği, el becerisi

isteyen, zahmetli ve zaman alıcı bir uygulama olup, embriyonun dikkatli bir şekilde çıkarılması başarı için kritik öneme sahiptir. Embriyoların karmaşık besin maddesi gereksinimleri, embriyoyu çıkarma sırasındaki zararlanma riskinin yüksek olması ve embriyoların çok küçük boyutta olması nedeniyle daha genç embriyoların kültürü daha zordur ve başarı şansını artırmak için embriyo ve endosperm birlikte de kültür ortamına konulabilmektedir [141, 52]. Bunun yanında son yıllarda özellikle triploidi ıslahı çalışmalarında embriyo kurtarma tekniği rutin olarak kullanılmakta olup triploidi olma özelliği daha fazla olan daha küçük embriyolar kültüre alınmaktadır [3]. Embriyoları çıkarma işlemi türlere göre değişmekle beraber genellikle ovüllerin mikropil ucundan kesim yapılarak embriyonun çıkarılması için karşı tarafından baskı uygulanmaktadır. Dikkatli olunmazsa özellikle daha genç ve kalp şekilli embriyoların çıkarılmasında sıvı endosperm ile çevrili hassas embriyogenik dokuya zarar verilebileceği bildirilmiştir [103]. Bu tekniğin yanında eksplant olarak eksize edilen embriyolar yerine yarım ovüllerle çalışılmış, ancak melezlemelerin çoğunda ovüllerin çimlenme oranının çok düşük olduğu saptanmıştır [142]. Protoplast füzyonu ile elde edilen ebeveynlerle yapılan melezleme çalışmasında daha önce uygulanmayan bir teknikle, tohum antipodal ucundan ikiye kesilerek forsepsle ayrılıp embriyo çıkarılmış ve MT kültür ortamında %40.5 çimlenme sağlandığı bildirilmiştir [143]. Triploidi ıslahı çalışmalarında klasik melezlemeler (2x × 2x) sonucu elde edilen bireylerde embriyo kurtarma ve flow sitometri gibi teknikler kullanılarak triploidler seçilmekte ve son 10 yılda yapılan çalışmalardan dört yeni triploid mandarin çeşidi tescil edilmiştir. İspanya'da bu ıslah programı kapsamında geliştirilen çekirdeksiz ve geç olgunlaşan ilk çeşitler Garbi ve Safor mandarinleridir [75].

SONUÇ

Turunçgillerde geleneksel ıslah adımlarını takip ederek yapılan çeşit ve anaç ıslahı; uyuşmazlık, apomiksis, heterozigoti, poliembriyoni, embriyo aborsiyonu, gençlik döneminin uzun sürmesi ve bitki yetiştirme

üzere alan gereksinimi gibi nedenlerden dolayı zor, zaman alıcı, maliyetli ve karmaşık bir çalışmadır. Kalıtım özellikleri birbirinden farklı birkaç hedefi olan ıslah programlarında istenen amaca ulaşmak için ebeveynlere ait karakterlerin kalıtımı ve ebeveynler arasındaki genetik ilişkiler hakkında elde edilen bilginin zenginleşmesi ile uygun ebeveynlerin seçimi ve uygun tekniklerin kullanımı çalışmalara hız ve etkinlik sağlayacaktır. Bununla beraber turunçgil ıslahının temelini melezleme çalışmaları ve seleksiyon oluşturmaktadır. Sağladığı büyük potansiyele rağmen, sterilite, mutasyon eğiliminin fazla olması, kromozomların yapısındaki değişiklikler ve yeniden düzenlemeler gibi bazı dezavantajları da vardır. Ayrıca turunçgillerin çoğu poliembriyondur ve nuseller embriyolar besin maddesi ve alan gereksinimi nedeniyle zigotik embriyoları baskılamaktadır. Bu sorunun çözümü için gerekli ve yararlı bir teknik olan embriyo kurtarma; turunçgillerde türler, cinsler ve ploidiler arası melezlemelerde embriyo aborsiyonunun üstesinden gelmek için uygulanan başarılı bir metottur. Embriyo kurtarma, diğer *in vitro* metotlara göre ciddi el becerisi gerektiren, zor ve zaman alan bir tekniktir. Bu tekniğin başarısı; embriyo gelişim aşamasına, kültür ortamının içeriğine, embriyo alım tekniğine ve genotipe bağlıdır.

Turunçgillerde klasik ve genetik ıslah çalışmalarında elde edilen ilerlemelere paralel olarak tercih edilen ve değerli bir metot olan embriyo kültürü, üstün yeni çeşitlerin geliştirilmesinde ve ıslah süresinin kısaltılmasında önemli bir potansiyel oluşturmaktadır. Geleneksel yöntemlerle beraber *in vitro* yöntemler ve moleküler tekniklerdeki yeni gelişmeler ve bunların ıslah programlarında birlikte kullanımı turunçgillerde yeni çeşitlerin elde edilmesine olanak sağlayacaktır. Turunçgil ıslahında protoplast füzyonu ve gen aktarımı gibi yeni tekniklerin kullanımının yaygınlaşması ile önümüzdeki dönemlerde *in vitro* teknikler ve özellikle embriyo kültürü daha da önem kazanacaktır.

KAYNAKLAR

1. Ahmed, S., H.S. Rattanpal, P. Kumari and J. Singh, 2017. Study of genetic variability in Citrus fruit crop by molecular markers. *International Journal of Pure and Applied Bioscience*, 5(1):111-128.
2. Aka-Kaçar, Y., A. Uzun, İ. Polat, T. Yeşiloğlu, B. Yılmaz, O. Gülşen, Ö. Tuzcu, M. Kamiloğlu, Ş. Kurt and U. Seday, 2013. Molecular characterization and genetic diversity analysis of mandarin genotypes by SSR and SRAP markers. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 11(1):516-521.
3. Aleza, P., J. Juárez, J. Cuenca, P. Ollitrault and L. Navarro, 2010a. Recovery of Citrus triploid hybrids by embryo rescue and flow cytometry from $2x \times 2x$ sexual hybridization and its application to extensive breeding programs. *Plant Cell Reports*, 29(9):1023-1034.
4. Aleza, P., J. Juárez, P. Ollitrault and L. Navarro, 2010b. Polyembryony in non-apomictic Citrus genotypes. *Annals of Botany*, 106(4):533-545.
5. Aleza, P., J. Juárez, J. Cuenca, P. Ollitrault and L. Navarro, 2012. Extensive Citrus triploid hybrid production by $2x \times 4x$ sexual hybridizations and parent-effect on the length of the juvenile phase. *Plant Cell Reports*, 31:1723-1735.
6. Allario, T., J. Brumos, J.M. Colmenero-Flores, D.J. Iglesias, J.A. Pina, L. Navarro, M. Talon, P. Ollitrault and R. Morillon, 2012. Tetraploid Rangpur lime rootstock increases drought tolerance via enhanced constitutive root abscisic acid production. *Plant, Cell and Environment*, 36(4):856-68.
7. Anonim, 2019a. 2017 yılı turunçgil üretim verileri. *Food and Agriculture Organization (FAO)*. (<http://www.fao.org/faostat>; Erişim Tarihi: Mart 2020).
8. Anonim, 2019b. 2018 yılı Türkiye turunçgil üretim verileri. *Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)* (<https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>; Erişim Tarihi: Mart 2020).
9. Anonim, 2019c. 2019 yılı tescilli meyve ve asma çeşit listesi. *Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü* (<https://www.tarimorman.gov.tr/bugem/ttsm>; Erişim Tarihi: Mart 2020).
10. Bhojwani, S.S. and M.K. Razdan, 1983. Plant tissue culture: theory and practice. *Elsevier*, 502p.

11. Bijzet, Z., 2006. Pollination. In: E.A. De Villiers (Ed.): *The Cultivation of Citrus*. ARC-Institute for Tropical and Subtropical Crops, pp:105-122.
12. Bridgen, M.P., 1994. A review of plant embryo culture. *Hort.Science*, 29(11): 1243-1246.
13. Buffard-Morel, J., 1968. Effets du glucose, du lévulose, du maltose et du saccharose sur le développement des embryons de palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq. var. *Dura* Bec.) en culture *in vitro*. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 267D:185-188.
14. Cameron, J.W. and H.B. Frost, 1968. Genetics, breeding and nucellar embryony. In: W. Reuther, L.D. Batchelor, H.J. Webber (Eds.): *The Citrus Industry. Vol. II. Anatomy, Physiology, Genetics, and Reproduction*. University of California, Division of Agricultural Sciences, pp:325-370.
15. Cardoso, J.C., A.M. Abdelgalel, B. Chiancone, R.R. Latadoc, O. Laine, R. Testoline and M.A. Germana, 2015. Gametic and somatic embryogenesis through *in vitro* anther culture of different Citrus genotypes. *Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 150(2):304-312.
16. Carimi, F., F. Pasquale and A.M. Puglia, 1998. *In vitro* rescue of zygotic embryos of sour orange (*Citrus aurantium* L.) and their detection based on RFLP analysis. *Plant Breeding*, 117:261-266.
17. Castle, W.S., 2010. A career perspective on Citrus rootstocks, their development and commercialization. *Hort. Science*, 45: 11-15.
18. Chagas, E.A., M. Pasqual, J.D. Ramos, L.A.S. Pio, L.F. Dutra and J.O. Cazetta, 2005. Activated charcoal and gibberellic acid concentrations on immature embryos culture. *Ciencia e Agrotecnologia*, 29(6): 1125-1131.
19. Chen, Z.G. and J.F. Wang, 1986. Plantlets derived from early *in vitro* culture of Citrus zygotic embryo. *Journal of Fujian Agricultural University*, 15(4):271-276.
20. Chen, C., M.T. Lyon, D. O'Malley, C.T. Federici, J. Gmitter, J.W. Grosser, J.X. Chaparro, M.L. Roose and F.G. Gmitter, 2008. Origin and frequency of 2n gametes in *Citrus sinensis* × *Poncirus trifoliata* and their reciprocal crosses. *Plant Science*, 174:1-8.
21. Cheng, F.S. and M.L. Roose, 1995. Origin and inheritance of dwarfing by the Citrus rootstock *Poncirus trifoliata* flying dragon. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 120(2):286-291.
22. Collins, G.B. and J.W. Grosser, 1984. Culture of embryos, cell culture and somatic cell genetics of plants. *Laboratory Procedures and Their Applications*, 1:241-257.
23. Çevik, B. ve M.Ş. Çevik, 2006. Turunçgillerde genetik mühendisliği uygulamaları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1(1):74-86.
24. Çimen, B., T. Yeşiloğlu, M. İncesu, B. Yılmaz ve Y.A. Kaçar, 2016. Bazı turunçgil genotiplerinden tetraploid bitki elde edilmesi. *Derim*, 33(2):175-188.
25. Das, A., A.K. Paul and S. Chaudhuri, 2000. Micropropagation of sweet orange *Citrus sinensis* Osbeck for the development of nucellar seedling. *Indian Journal of Experimental Biology*, 38(3): 269-272.
26. De Laat, A.M.M., W. Göhde and M.J.D.C. Vogelzang, 1997. Determination of ploidy of single plants and plant populations by flow cytometry. *Plant Breeding*, 99:303-307.
27. Doudna, J.A. and E. Charpentier, 2014. Genome editing, the new frontier of genome engineering with CRISPR-Cas9. *Science*, 346(6213):1258096. <https://doi.org/10.1126/science.1258096>.
28. Esen, A. and R.K. Soost, 1971. Unexpected triploids in Citrus: their origin, identification and possible use. *Journal of Heredity*, 62:329-333.
29. Fang, Q., L. Wang, H. Yu, Y. Huang, X. Jiang, X. Deng and Q. Xu, 2018. Plant development of species-specific InDel markers in Citrus. *Molecular Biology Reporter* (<https://doi.org/10.1007/s11105-018-1111-1>).
30. Fathi, H. and U. Jahani, 2012. Review of embryo culture in fruit trees. *Annals of Biological Research*, 3(9):4276-4281.

31. Febres, V.J., C.L. Niblett, R.F. Lee and G.A. Moore, 2003. Characterization of grapefruit plants (*Citrus paradisi* Macf.) transformed with Citrus Tristeza Closterovirus genes. *Plant Cell Reports*, 21:421-428.
32. Ferrante, S.P., S. Lucretti, S. Reale, A. De Patrizio, L. Abbate, N. Tusa and M.T. Scarano, 2010. Assessment of the origin of new Citrus tetraploid hybrids by means of SSR markers and PCR based dosage effects. *Euphytica*, 173:223-233.
33. Friend, W.H. and S.H. Yarnell, 1936. Clonal selection of grapefruit with respect to yield. *Proceedings of American Society for Horticultural Science V*, 38:358-362.
34. Gamborg, O.L., R.A. Miller and K. Ojima, 1968. Nutrient requirements of suspension cultures of soybean root cells. *Experimental Cell Research*, 50:151-158.
35. Garcia Lidon, A., 2003. La seleccio'n clonal de Limonero 'Fino'. *Incidencia Del Patro'n. Aspectos Morfolo'Gicos, Agrono'micos y Bioqu'micos. (PhD Thesis, Universidad Polite'cnica de Cartagena)*.
36. Germana, M.A., 2007. Haploidy. *In: I. A. Khan (Ed.): Citrus, Genetics, Breeding and Biotechnology, CABI Publ., pp:167-196*.
37. Ghazvini, R.F. and S. Shirani, 2002. Study of the effects of somatic embryogenesis of unfertilized ovules from Mexican Lime (*Citrus aurantifolia* L.) on different media. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 6(2):44-52.
38. Gmitter, F.G., X.B. Ling and X.X. Deng, 1990. Induction of triploid Citrus plants from endosperm cali *in vitro*. *Theoretical and Applied Genetics*, 80:785-790.
39. Gmitter, F.G. and X.B. Ling, 1991. Embryogenesis *in vitro* and nonchimeric tetraploid plant recovery from undeveloped Citrus ovules treated with colchicine. *The Journal of the American Society for Horticultural Science*, 116(2): 317-321.
40. Göçmen, M., İ. Polat ve Ç. Çakır, 2003. Turunçgil türlerine uygun RAPDs markörlerin belirlenmesi. *Derim*, 20:43-47.
41. Göral, T., 1987. Turunçgillerde çeşit geliştirme ve olanakları. *Derim*, 4(2):63-77.
42. Grosser, J.W., F.G. Gmitter and J.L. Chandler, 1988. Intergeneric somatic hybrid plants of *Citrus sinensis* cv. Hamlin and *Poncirus trifoliata* cv. Flaying dragon. *Plant Cell Reports*, 7:5-8.
43. Grosser, J.W., F.G. Gmitter, W.S. Jr. Castle and J.L. Chandler, 1996. Production and evaluation of Citrus somatic hybrid rootstocks. *Proceedings of the International Society of Citriculture*, 1246-1250.
44. Grosser, J.W., J.L. Chandler and W.L. Duncan, 2007. Production of mandarin + pummelo somatic hybrid Citrus rootstocks with potential for improved tolerance/resistance to sting nematode. *Scientia Horticulturae*, 113(1):33-36.
45. Guo, W.W., S.X. Xiao and X. Deng, 2013. Somatic cybrid production via protoplast fusion for Citrus improvement. *Scientia Horticulturae*, 163:20-26.
46. Gülşen, O. ve N. Mutlu, 2005. Bitki biliminde kullanılan genetik markırlar ve kullanım alanları. *Alatarım*, 4(2):27-37.
47. Hayashi, K., H. Yoshida and I. Ashikawa, 2006. Development of PCR-based allele-specific InDel marker sets for nine rice blast resistance genes. *Theoretical Applied Genetics*, 113:251-260.
48. Honsho, C., K. Tsuruta, K. Ryuto, A. Sakata, S. Kuroki, A. Nishiwaki and T. Tetsumura, 2015. Characterization of seed and embryo abortion during fruit development in several Citrus cultivars pollinated by Nishiuchi Konatsu (*Citrus tamurana*) and preliminary trial of embryo rescue of aborting embryos. *Acta Horticulturae*, 1065:181-186.
49. Hu, C.Y. and A.G. Ferreira, 1998. Cultura de embrioes. *In: Cultura de Tecidos e Transformação Genética de Plantas*, 1: 371-393.
50. IAEA, 2018. International Atomic Energy Agency. (<https://www.iaea.org>).
51. Jaskani, M.J., I.A. Khan and M.M. Khan, 2005. Fruit set, seed development and embryo germination in interploidy crosses of Citrus. *Scientia Horticulturae*, 107:51-57.

52. Jia, Y.L., 1993. Recovery and characterization of triploid Citrus hybrids following $2x \times 4x$ hybridization. *M.Sc. Thesis, University of California*.
53. Jia, H.G. and N. Wang, 2014. Targeted genome editing of sweet orange using Cas9/sgRNA. *Plos One*, 9(4):e93806.
54. Jia, H., Y. Zhang, V. Orbovic, J. Xu, F.F. White, J.B. Jones and N. Wang, 2017. Genome editing of the disease susceptibility gene CsLOB1 in Citrus confers resistance to citrus canker. *Plant Biotechnology Journal*, 15:817-823.
55. Jimenez, V.M., E. Guevara and F. Bangerth, 2001. Endogenous hormone levels in habituated nucellar Citrus callus during the initial stages of regeneration. *Plant Cell Reports*, 20(1):92-100.
56. Kaneyoshi, J., T. Furuta, T. Shioda, S. Akasaka, Y. Yanagimoto and H. Kurihisa, 2014. Appearance of triploids in natural hybrid seedlings of lemon and breeding of new cultivar 'Yellow Bell'. *The Japanese Society of Horticultural Science*, 13:19-26.
57. King, B.J., L.S. Lee and P.T. Scott, 1996. Identification of triploid Citrus by isozyme analysis. *Euphytica*, 90(2):223-231.
58. Kiong, A.L.P., L.S. Wan, S. Hussein and R. Ibrahim, 2008. Induction of somatic embryos from different explants of *Citrus sinensis*. *Journal of Plant Sciences*, 3(1): 18-32.
59. Krug, C.A., 1943. Chromosome numbers in the subfamily Aurantioideae with special reference to the genus Citrus. *Botanical Gazette*, 104:602-611.
60. Kunitake, H., H. Kagami and M. Mii, 1991. Somatic embryogenesis and plant regeneration from protoplasts of Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.). *Scientia Horticulturae*, 47:27-33.
61. Kurt, S. and S. Ulger, 2014. Production of Common Sour Orange \times Carrizo Citrange hybrids using embryo rescue. *International Journal of Fruit Science*, 14:42-48.
62. Kurt, Ş., 2020. Turunçgillerde melezleme yoluyla elde edilen bireylerde uygun embriyo kurtarma aşamasının ve melez bireylerin ploidi seviyesinin belirlenmesi (Doktora Tezi). *Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi / Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Isparta, 155s.*
63. Li, D.D., W. Shi and X.X. Deng, 2002. Agrobacterium-mediated transformation of embryogenic calluses of Ponkan Mandarin and the regeneration of plants containing the chimeric ribonuclease gene. *Plant Cell Reports*, 21:153-156.
64. Liu, F., G.L. Sun and B. Salomon, 2001. Distribution of allozymic alleles and genetic diversity in the American Barley Core Collection. *Theoretical Applied Genetics*, 102:606-615.
65. Liu, J.J., K.L. Chen, J. He and B. Guan, 2012. Haploid and polyploid hybrids obtained from cross of diploid Citrus. *12th International Citrus Congress (ICC), Abstract Book*, 51.
66. Lu, Y.B., Y.P. Qi, L.T. Yang, J. Lee, P. Guo, X. Ye, M.Y. Jia, M.L. Li and L.S. Chen, 2015. Long-term boron-deficiency-responsive genes revealed by cDNA-AFLP differ between *Citrus sinensis* roots and leaves. *Frontiers in Plant Science*, 6:585. (<https://doi.org/10.3389/fpls.2015>)
67. Luro, F., F. Maddy, P. Ollitrault and D. Rist, 2000. Identification of 2n gamete parental origin and mode of nuclear restitution of spontaneous triploid Citrus hybrids. *Proceedings of 9th International Citrus Congress. International Society of Citriculture*, 168-169.
68. Matsubara, S., 1964. Effect of nitrogen compounds on the growth of isolated young embryos of *Datura*. *Botanical Magazine*, 77:253-259.
69. Maya, M.A., M.G. Rabbani, M.G. Mahboob and Y. Matsubara, 2012. Assessment of genetic relationship among 15 citrus fruits using RAPD. *Asian Journal of Biotechnology*, 4:30-37.
70. Morais-Leno, L.S., A.S. Souza, W.D.S. Soares-Filho and C.A. Silva-Ledo, 2008. Adjustment of nutrients of the MT medium for the cultivation of Cleopatra tangerine immature embryos. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal SP*, 30(1):1-6.
71. Murashige, T. and F. Skoog, 1962. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, 15:473-497.

72. Murashige, T. and P.H. Tucker, 1969. Growth factor requirements of Citrus tissue culture. *Proceedings 1st International Citrus Symposium*, 3:1155-1161.
73. Mwangangi, I.M., J.K. Muli and J.O. Neondo, 2019. Plant hybridization as an alternative technique in plant breeding improvement. *Asian Journal of Research in Crop Science*, 4(1):1-11.
74. Narayanaswamy, S. and K. Norstog, 1964. Plant embryo culture. *Botanical Review*, 30:587-628.
75. Navarro, L., P. Aleza, J. Cuenca, J. Juárez, J.A. Pina, C. Ortega, A. Navarro and V. Ortega, 2012. The triploid mandarin breeding program in Spain. *12th International Citrus Congress, Abstract Book*, 37.
76. Nishimasu, H., F.A. Ran, P.D. Hsu, S. Konermann, S.I. Shehata, N. Dohmae, R. Ishitani, F. Zhang and O. Nureki, 2014. Crystal structure of Cas9 in complex with guide RNA and target DNA. *Cell*, 156: 935-949.
77. Nito, N. and T. Akihama, 1990. Prospect of Citrus and related genera for disease resistant rootstocks. In: *Proceeding IV Asia-Pacific Conference on Citrus Rehabilitation, UNDP-FAO Regional Project RAS/86/022*, (pp:39-47), Chiang Mai, Thailand, Hong Kong.
78. Ohgawara, T., S. Kobayashi, K. Ohgawara, H. Uchimiya and S. Ishii, 1985. Somatic hybrid plants obtained by protoplast fusion between *Citrus sinensis* and *Poncirus trifoliata*. *Theoretical and Applied Genetics*, 71(1):1-4.
79. Ohta, Y. and K. Furusato, 1957. Embryo culture in Citrus. *Kihara Institute for Biological Research*, 23:49-54.
80. Oiyama, I. and S. Kobayashi, 1990. Poliembryony in undeveloped monoembryonic diploid seeds crossed with Citrus tetraploid. *HortScience*, 25: 1276-1277.
81. Oliveira, R.P., C.I. Aguilar-Vildoso, C. Mariangela and M.A. Machado, 2004. Skewed RAPD markers in linkage maps of Citrus. *Genetics Molecular Biology*, 27(3):437-441.
82. Ollitrault, P., D. Dambier, C. Cabasson, C. Teisson and F. Luro, 1994. Protoplast fusion in Citrus. *Fruit*, 49:5-6.
83. Ollitrault, P., Y. Froelicher, D. Dambier, F. Luro and M. Yamamoto, 2007. Seedlessness and ploidy manipulation. In: I.A. Khan (Ed.): *Citrus, Genetics, Breeding and Biotechnology*, CABI Publ., pp:197-218.
84. Ollitrault, P., D. Dambier, F. Luro and Y. Froelicher, 2008. Ploidy manipulation for breeding seedless triploid citrus. *Plant Breeding Reviews*, 20:323-354.
85. Ollitrault, P. and L. Navarro, 2012. Citrus. in: M.L. Badenes, D.H. Byrne (Eds.). *Fruit Breeding, Handbook of Plant Breeding (8)*, Springer Science Business Media, LLC, New York, USA, pp:623-662.
86. Özsan, M., Ö. Tuzcu, Ş.A. Aktepe, H.B.K. Çelikel, E. Özdemir ve İ. Çimen, 1986. Turunçgillerde aşığızü seleksiyon-sertifikasyonu ve çeşit geliştirme. *Derim*, 3(3):147-156.
87. Pan, C.H., Z.B. Wang, Y.Y. Ma, Y. Yin, Y.F. Zhang, S.M. Zuo, Z.X. Chen and X.B. Pan, 2008. InDel and SNP markers and their application in mapbased cloning of rice genes. *Rice Science*, 15:251-258.
88. Pasqual, M., V.G. Riberio and J.D. Ramos, 1990. Influencia do GA₃ e do carvão ativado sobre o enraizamento *in vitro* de embriões de laranja Natal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 25(10):1477-1482.
89. Pasqual, M., D.R. Finotti, L.F. Dutra, E.A. Chagas and L.O. Riberio, 2002a. *In vitro* culture of Ponca mandarin immature embryos: pH × agar concentration. *Revista Brasileira De Agrociencia*, 8(3):199-202.
90. Pasqual, M., G.P. Alves, L.F. Dutra, D.R. Finotti and E.A. Chagas, 2002b. *In vitro* culture of Ponca mandarin immature embryos: MS medium and sucrose concentrations. *Revista Ceres*, 49(282): 181-189.
91. Pasqual, M., G.P. Alves, L.F. Dutra, E.A. Chagas and L.O. Riberio 2003. *In vitro* development of immature embryos from Ponca mandarin × Pera sweet orange in different photoperiods. *Ciencia e Agrotecnologia*, 27(3):535-540.
92. Pena, L., M. Cervera, R. Ghorbel, A. Dominguez, C. Fagoaga, J. Juarez, J.A.

- Pina and L. Navarro, 2007. Genetic transformation. In: I.A. Khan (Ed.): *Citrus, Genetics, Breeding and Biotechnology*, CABI Publ., pp:329-344.
93. Perez-Tornero, O. and I. Porras, 2008. Assessment of polyembryony in lemon: Rescue and *in vitro* culture of immature embryos. *Plant Cell Tissue Organ Culture*, 93:173-180.
94. Perez-Tornero, O., D. Cordoba, M. Moreno, I. Yuste and I. Porras, 2011. Use of classical methods and tools biotecnologicas in the genetic improvement of the lemon tree: Preliminary results. *Horticultura Global*, 296:14-17.
95. Polat, İ., E. Turgutoğlu and Ş. Kurt, 2015. Determination of genomic diversity within mutant lemon (*Citrus limon* L.) and mandarin (*Citrus reticulata*) using molecular markers. *Pakistan Journal of Botany*, 47:1095-1102.
96. Raghavan, V., 1966. Nutrition, growth and morphogenesis of plant embryos. *Biological Reviews*, 41:1-58.
97. Raghavan, V., 1976. Experimental embryogenesis in vascular plants. *Academic Press*, 187-192.
98. Raghavan, V., 2003. One hundred years of zygotic embryo culture investigations. In *in vitro Cellular and Developmental Biology-Plant*, 39:437-442.
99. Raghuvanshi, S.S., 1962. Cytogenetical studies in genus Citrus. IV. *Evolution in Genus Citrus, Cytologia*, 27:172-188.
100. Rangan, T.S., T. Murashige and W.P. Bitters, 1969. *In vitro* study of zygotic and nucellar embryogenesis in Citrus. *Proceedings of the International Society of Citriculture*, 1:225-229.
101. Rao, M.N., J.R. Soneji and L. Sahijram, 2011. Citrus. In: C. Kole (Ed.): *Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources-Tropical and Subtropical Fruits*, Springer, pp:43-59.
102. Ray, P.K., 2002. Breeding tropical and subtropical fruits. *Springer Science & Business Media*, pp:84-106.
103. Reed, S.M., 2005. Embryo rescue. *Plant Development and Biotechnology*, 18:235-239.
104. Ribeiro, V.G., D. Sanábio, C.N. Souza, P.S.N. Lopes, M.R. Bocado and M. Pasqual, 2000. Efeitos de ácido giberélico e carvão ativado no cultivo *in vitro* de *Citrus limonia* Osbeck × *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35:27-30.
105. Rietsema, J., S. Satina and A.F. Blakeslee, 1953. The effect of sucrose on the growth of *Datura stramonium* embryos *in vitro*. *American Journal of Botany*, 40:538-545.
106. Roose, M.L., D. Fang, F.S. Cheng, R.I. Tayyar, C.T. Federici and R.S. Kupper, 2000. Mapping the Citrus genome. *Acta Horticulturae*, 535:25-32.
107. Ruiz, C. and M.J. Asins, 2003. Comparison between *Poncirus* and *Citrus* genetic linkage maps. *Theoretical and Applied Genetics*, 106:826-836.
108. Sahijram, L., J.R. Soneji, A. Naren and B.M. Rao, 2013. Hybrid embryo rescue: a non-conventional breeding strategy in horticultural crops. *Journal of Horticultural Science*, 8(1):1-20.
109. Sharif, N., M.J. Jaskani and N. Memon, 2013. Responses of Citrus rootstock ovules to colchicine applications *in vitro*. *International Journal of Agricultural Technology*, 9(1):201-209.
110. Sharman, D.R. and R.K. Kaur, 1996. Embryo rescue in plants a review. *Euphytica*, 89:325-337.
111. Soni, A., A.K. Dubey, A. Gupta, R.M. Sharma, O.P. Awasthi, C. Bharadwaj and N. Sharma, 2019. Optimizing embryo age and media for enhancing hybrid seedling recovery in Sour orange (*Citrus aurantium*) × Sacaton citrumelo (*Citrus paradisi* × *Poncirus trifoliata*) crosses through embryo rescue. *Plant Breeding*, 9p., doi:10.1111/pbr.12690.
112. Soost, R.K. and M.L. Roose, 1996. Citrus. In: J. Janick, J.M. Moore (Eds.): *Fruit Breeding, Vol:1, Tree and Tropical Fruits*, John Wiley, New York, pp:256-323.
113. Spiegel-Roy, P. and J. Kochba, 1973. Mutation breeding in Citrus. *International Atomic Energy Agency (IAEA)*, Vienna, 91p.
114. Spiegel-Roy, P. and E.E. Goldschmidt, 1996. Biology of Citrus. *Cambridge University Press*, New York, 230p.
115. Starrantino, A. and F. Russo, 1980. Seedlings from underdeveloped ovules of

- ripe fruits of poliembryonic Citrus cultivars. *HortScience*, 15:296-297.
116. Starrantino, A. and G. Reforgiato-Recupero, 1981. Citrus hybrids obtained *in vitro* from 2x females × 4x males. *Proceedings of the International Society of Citriculture*, 1:31-32.
117. Swingle, W.T. and P.C. Reece, 1967. The botany of Citrus and its wild relatives. In: W. Reuther, L.D. Batchelor, H.J. Webber (Eds.) *The Citrus Industry, University of California; Revised Edition (January 1, 1967), pp:190-340*.
118. Sykes, S.R. and W.J. Lewis, 1996. Comparing Imperial mandarin and Silverhill Satsuma mandarin as seed parents in a breeding program aimed at developing new seedless Citrus cultivars for Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 36:731-738.
119. Şeker, M., O. Tuzcu and P. Ollitrault, 2003. Comparison of nuclear DNA content of Citrus rootstock populations by flow cytometry analysis. *Plant Breeding*, 122:169-172.
120. Tan, M., J. Song and X. Deng, 2007. Production of two mandarin × trifoliolate orange hybrid populations via embryo rescue with verification by SSR analysis. *Euphytica*, 157:155-160.
121. Taşpınar, M.S. and M. Tosun, 2002. İzoenzim elektroforez tekniğinin bitki ıslahında kullanımı. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(4):451-456.
122. Thao, N.T.P., K. Ureshino, I. Miyajima, Y. Ozaki and H. Okubo, 2003. Induction of tetraploids in ornamental alocasia through colchicine and oryzalin treatments. *Plant Cell Tissue Organ Culture*, 72:19-25.
123. Thuy, H.T., D.N. Vinh, T.T. Hanh, T.N. Thanh, L.Q. Hung, V.A. Tuan and T.D. Khanh, 2014. Integration of biotechnology and conventional breeding to develop Citrus seedless cultivars in Vietnam. *International Journal of Development Research*, 4(10):2091-2093.
124. Tuna, M., 2016. Flow sitometri ve tarımsal araştırmalarda kullanımı. IV. *Flow Sitometri ve Tarımsal Araştırmalarda Kullanımı Uygulamalı Eğitim Programı*, 29-30 Ocak, Tekirdağ, 1-24.
125. Turgutoğlu, E., Ş. Kurt, G. Demir ve Z. Eryılmaz, 2012. BATEM'de geliştirilen yeni turunçgil çeşitleri. *Borsanomi Dergisi*, 35:56-58.
126. Tusa, N., S. Fatta Del Bosco, L. Nardi and S. Lucretti, 1996. Obtaining triploid plants by crossing *Citrus lemon* cv. Femminello 2n × 4n allotetraploid somatic hybrids. *Proceedings of the International Society of Citriculture 1:133-136*.
127. Tuzcu, Ö., M. Kaplankıran ve T. Yeşiloğlu, 1988. Turunçgillerde radyasyon uygulaması ile yeni çeşitlerin ıslahı. *Çukurova Üniversitesi Araştırma Fonu 1. Bilim Kongresi Bildirileri*, 1:25-34.
128. Tuzcu, Ö., B. Yıldırım, S. Düzenoğlu ve İ. Bahçeci, 1999. Değişik turunçgil anaçlarının Washington Navel ve Moro kan portakal çeşitlerinin verim ve kalitesi üzerine etkileri. *Journal of Agriculture and Forestry*, 23:213-222.
129. Ulubelde, M., 1989. Turunçgillerde mutasyon. *Derim*, 6(1):38-48.
130. Umbeck, P.F. and K. Norstog, 1979. Effects of abscisic acid and ammonium ion on morphogenesis of cultured barley embryos. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 106:110-116.
131. Usman, M., M. Ramzan, B. Fatıma, M.J. Jaskani and M.M. Khan, 2002. Citrus germplasm enhancement by interploid hybridization. *International Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 4(2): 208-210.
132. Usman, M., B. Fatıma, W. Abdus Samad and K. Bakhsh, 2012. Embryo culture to enhance efficiency of colchicine induced polyploidization in grapefruit. *Pakistan Journal of Botany*, 44:399-405.
133. Uzun, A., O. Gülşen, G. Kafa and U. Seday, 2008. Alata, Gulsen and Uzun seedless lemons and Eylul early-maturing lemon. *Hortscience*, 43:1920-1921.
134. Uzun, A., 2009. Turunçgillerde genetik çeşitliliğin SRAP markırları ile karakterizasyonu (Doktora Tezi). *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana*, 384s.
135. Vali, U., M. Brandstrom, M. Johansson and H. Ellegren, 2008. Insertion-deletion polymorphisms (InDels) as genetic

- markers in natural populations. *BMC Genetics*, 9(1):8. doi:10.1186/1471-2156-9-8.
136. Veen, H., 1963. The effect of various growth-regulators on embryos of *Capsella bursapastoris* growing *in vitro*. *Acta Botanica Neerlandica*, 12:129-171.
137. Vilorio, Z., J.W. Grosser and B. Bracho, 2005. Immature embryo rescue, culture and seedling development of acid Citrus fruit derived from interploidy hybridization. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 82:159-167.
138. Wakana, A., X.N. Binh and M. Iwamasa, 2004. Germinability of embryos during seed development in Citrus (Rutaceae). *Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University*, 49(1):49-59.
139. Wang, J.F., Z.G. Chen and T.X. Lin, 1999. Observation on the embryonic development in Citrus after cross pollination. *Chinese Developmental Reproductive Biology Society*, 8(2):57-63.
140. White, P.R., 1934. Potentially unlimited growth of excised tomato root tips in a liquid medium. *Plant Physiology*, 9:585-600.
141. Williams, E.G., I.M. Verry and W.M. Williams, 1982. Use of embryo culture in interspecific hybridization. In: *Plant Improvement and Somatic Cell Genetics*, pp:119-128.
142. Xie, K.D., X.P. Wang, M.K. Biswas, W.J. Liang, Q. Xu, J.W. Grosser and W.W. Guo, 2014. 2n megagametophyte formed via SDR contributes to tetraploidization in polyembryonic 'Nadorcott' tangor crossed by Citrus allotetraploids. *Plant Cell Reports*, 33:1641-1650.
143. Xie, K.D., D.Y. Yuan, W. Wang, Q.M. Xia, X.M. Wu, C.W. Chen, C.L. Chen, J.W. Grosser and W.W. Guo, 2019. Citrus triploid recovery based on 2x × 4x crosses via an optimized embryo rescue approach. *Scientia Horticulturae*, 252:104-109.
144. Yeoman, M.M., 1986. Plant cell culture technology. *Blackwell Scientific Publisher, Botanical Monographs*, 23.
145. Yeşiloğlu, T., 2017. Turunçgil anaçlarının tarihçesi ve yeni anaçların geliştirilmesi. *Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi*, 22:12-14.
146. Yeung, E.C., T.A. Thorpe and C.J. Jensen, 1981. *In vitro* fertilization and embryo culture. In: T.A. Thorpe (ed.): *Plant Tissue Culture: Methods and Applications in Agriculture*, Academic Press, pp:253-271.
147. Yi, H., X. Deng and C. Fu, 2001. Application of embryo rescue techniques in fruit crops. *Journal of Fruit Science*, 18(4):224-228.
148. Zdrujkovskaja-Richter, A.I., 1981. Embryo cultures and development of new forms of plants. *University Moscow, Abstract*.
149. Zhang, F., C. LeBlanc, V. Irish and Y. Jacob, 2017. Rapid and efficient CRISPR/Cas9 gene editing in Citrus using the YAO promoter. *Plant Cell Reports*, 36(12):1883-1887.
150. Zhu, S., B. Wu, Y. Ma, J. Chen and G. Zhong, 2013. Obtaining Citrus hybrids by *in vitro* culture of embryos from mature seeds and early identification of hybrid seedlings by allele-specific PCR. *Scientia Horticulturae*, 161:300-305.

NEDEN BOR? BORUN ÇEVRE İLE İNSAN, HAYVAN VE BİTKİ SAĞLIĞI AÇISINDAN ÖNEMİ

Aişe DELİBORAN^{1*}

¹Dr., Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Bornova/İzmir; ORCID: 0000-0002-0816-9335
Geliş Tarihi / Received: 14.05.2020 Kabul Tarihi / Accepted: 09.10.2020

ÖZ

Geleceğin petrolü olarak nitelendirilen bor, Türkiye'nin en önemli yeraltı zenginliklerinden biridir. Bor, dünya bor rezervinin %63'ne sahip Türkiye'de maden ihraç ürünleri arasında ilk sırada yer almaktadır. Bor minerali ham olarak kullanılabilirdiği gibi genel olarak rafine bor bileşiklerine ve uç ürünlere dönüştürüldükten sonra da kullanım alanı bulmaktadır. Bor kirliliği Türkiye açısından önemli bir sorundur. Bor madenleri ve borik asit tesislerinden kaynaklanan atıklar kirliliğin esas kaynaklarıdır. Tesislerden yüksek bor içeren (yaklaşık 1500 mg L⁻¹) atık sular göletlere boşaltılmakta, bu bölgelerdeki topraklarda ve yetiştirilen bitkilerde yüksek düzeyde bor kirliliği görülmektedir. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre içme suyunun bor içeriği 0.1-0.3 mg L⁻¹ arasında değişmektedir ve gıda olarak bor beslenmesi 1.2 mg gün⁻¹ düzeyinde olmalıdır. Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) içme sularının günlük bor beslenmesine 0.2-0.6 mg gün⁻¹ düzeyinde katkı yaptığını ifade etmektedir. Türkiye'de 1998 yılında yayınlanan Çevre Bakanlığı Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nde içme suları için verilen bor limiti 1 mg kg⁻¹'dir. Bitkiler için gerekli olan ancak 1 mg L⁻¹'den fazla bor içeriğine sahip suların sulamada kullanılması bitkilerde ve topraklarda sorun yaratabilmektedir. İnsanlar yiyeceklerinden, içme sularından ve bazı tükettikleri ürünlerden (kozmetik, deterjan, sabun vs.) bora maruz kalmaktadır. Bu derlemede borun tarım için önemi, çevresel etkileri ile hayvan ve insan sağlığı üzerine etkileri irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bor, sulama suyu, içme suyu, çevre

WHY BORON? IMPORTANCE OF BORON FOR ENVIRONMENT, HUMAN, PLANT AND ANIMAL HEALTH

ABSTRACT

Boron, defined as oil of the future, is one of the most important underground wealth of Turkey. Boron is ranked first among mining products in Turkey, which owns 63% of the world boron reserves. Boron mineral can be used as raw material, but it is generally used after being converted into refined boron compounds. Boron pollution is an important problem for Turkey. Wastes from boron mines, boric acid plants are the main sources of pollution. Wastewater containing high boron content (1500 mg L⁻¹) is discharged into the reservoirs, there is a high level of boron pollution. According to the World Health Organization, the boron content of drinking water varies between 0.1-0.3 mg L⁻¹, the boron feeding as food should be at the level of 1.2 mg day⁻¹. The European Food Safety Authority states that drinking water contributes 0.2 to 0.6 mg day⁻¹ to the daily feeding. According to the Water Pollution Control Regulation (1988) that published by Ministry of the Environment in Turkey, boron limit for drinking water is 1 mg kg⁻¹. Although it is necessary for plants, the use of water with a boron content of more than 1 mg L⁻¹ can cause problems in plants and soil. Humans are exposed to food from their food, drinking water and some products they consume (cosmetics, detergents, soaps, etc.). The obligation for people to the pipe has not yet been shown, but it is suggested that it is beneficial. However, when it is present in high concentrations, all these organisms show a toxic effect. The use of water with a boron content of more than 1 mg L⁻¹ which is necessary for plants, can cause problems in plants and soil. People are exposed to food from their food, drinking water and some products they consume (cosmetics, detergents, soaps, etc.). In this review, the importance of boron for agriculture, environmental, animal and human health are examined.

Keywords: Boron, irrigation water, drinking water, environment

*Sorumlu yazar / Corresponding author: aisedelboran@gmail.com

GİRİŞ

Dünya ve özellikle Türkiye için stratejik öneme sahip olan bor, geleceğin petrolü olarak nitelendirilmekle birlikte, Türkiye'nin stratejik öneme sahip en önemli yer altı birisidir. Bu nedenle maden ihraç ürünleri arasında ilk sırada yer almaktadır. Tabiiatta 230 çeşit bor minerali vardır. Bor doğada serbest olarak bulunmamakta, diğer elementlerin oksitleriyle birlikte B_2O_3 halinde bulunmaktadır [1]. Oksijenle bağ yapmaya yatkınlığı nedeniyle pek çok değişik bor-oksijen bileşiği bulunmaktadır. Metal-bor oksijen bileşiklerine genel olarak borat denilmektedir. Bor elementi doğada sodyum, kalsiyum ve magnezyum oksitlerine bağlı ve kristal suyu içeren mineraller halinde bulunmaktadır, bu minerallere bor madenleri veya bor tuzları adı verilmektedir [2]. Bor bileşiklerinin en basitleri bor oksit ve borik asittir. Kalsiyumla birlikte bulunan formu "kolemanit", kalsiyum-sodyumla bulunan formu "üleksit" ve sodyumla bağlı olan formu "boraks" olarak bilinmektedir. Biyolojik sıvılarda %96 oranında borik asit formunda bulunurken çok az bir kısmı borat anyonu olarak bulunmaktadır [3]. Bor mineralleri ve türevlerinin kendilerine özgü birçok özellikleri bunların yerlerinin doldurulmasını olanaksız kılmaktadır [4]. Suda hemen eriyen boratlar kokusuz beyaz kristal granüller ve toz halindedirler. Bor oksit aynı zamanda sık sık rastlanan bor bileşikleridir, özellikle okyanuslardan buharlaşarak havaya karışan borik asit, yağmur ve karla toprağa inip yeraltı ve yerüstü sularıyla geniş alanlara yayılmakta ve doğal sular yoluyla da insanlara geçmektedir [5]. Bor ilk defa 1857'de *Maesa icta* tohumundan keşfedilmiştir ve 1800 ile 1900 yılları arasında borun ilk defa toksisitesi tanımlanmıştır. 1910 yılında ise borun fizyolojik önemi keşfedilmiş, birçok bitkide bulunduğu saptanmıştır. 1923 yılında Warrington tarafından yapılan çalışmalar sonucunda bitki büyümesi ve gelişmesi için temel mikro besin elementlerinden olduğu ve borun fizyolojik önemi olduğu tanımlanmıştır. 1981 ise hayvan beslenmesindeki önemi aydınlatılmıştır [6]. Dünya bor rezervinin %63'üne sahip olan Türkiye'yi, sırasıyla ABD, Arjantin, Peru, Rusya ve Çin izlemektedir. Üretim açısından ise Türkiye bor üreten altı ülke içerisinde ABD'den sonra ikinci sırada

yer almaktadır. Türkiye'de bor rezervleri Bursa-Mustafakemalpaşa-Kestelek, Balıkesir-Bigadiç, Kütahya-Emet, Eskişehir-Kırka'da bulunmaktadır. Toplam 800 milyon ton olan bu rezerv, dünyadaki toplam bor rezervinin %63'nü oluşturmaktadır. Türkiye bu rezerv ile dünya ham bor ihtiyacının %95'ini karşılamaktadır [7].

1861 yılında çıkartılan Maadin Nizamnamesi uyarınca 1865 yılında bir Fransız şirketine 20 senelik işletme imtiyazı verilmesiyle Türkiye'de ilk işletmenin çalışmaya başladığı bilinmektedir. 1950 yılında Bigadiç ve 1952 yılında Mustafakemalpaşa yöresindeki kolemanit yatakları bulunmuştur. 1956 yılında Kütahya-Emet kolemanit, 1961 yılında Eskişehir-Kırka boraks yataklarının bulunması ve işletilmeye başlanmasıyla Türkiye dünya bor üretimi içinde 1955 yıllarında %3 olan payını 1962'de %15, 1977'de %39 düzeyine yükseltmiş ve giderek artan üretimi sayesinde de günümüzde ABD'nin en önemli rakibi haline gelmiştir [8, 9].



Şekil 1. Borun kullanım alanları
Figure 1. Different using areas of boron

Bor minerali ham olarak kullanılabildiği gibi genel olarak rafine bor bileşiklerine ve uç ürünlere dönüştürüldükten sonra da kullanılmaktadır. Üretimin hemen hemen tamamına yakın kısmı işlendikten sonra ihraç edilmektedir [10, 11]. Bor başta cam ve deterjan endüstrileri olmak üzere sanayinin pek çok alanında yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca gübre ve tarımsal ilaçlardan alev dayanıklı malzemelere, elektronik ve uzay teknolojilerine, tarım ve hayvancılık sektörüne kadar uzanan geniş bir kullanım alanına sahiptir [8]. Örneğin insektisitlerde,

seramiklerde, nükleer reaktörlerde, biyolojik gelişim düzenleyicilerde, fotoğraf, plastik, tekstil endüstrilerinde, yangın söndürücülerde, yapıştırıcılarda, gofret üretiminde, makyaj malzemelerinde, elektrik yalıtımında, herbisitlerde ve dezenfektanlarda kullanılmaktadır [12, 10]. Sağlık alanında ise bor bileşiklerinin osteoporoz ve romatoid artrit tedavilerinde, Bor Nötron Yakalama Tedavisi (Boron Neutron Capture Therapy, BNCT) ile beyin tümörlerinin iyileştirilmesinde, yanık tedavilerinde, yara iyileşmesinde, antiseptik olarak lens solüsyonlarında, merhemlerde, gargaralarda ve göz damlalarında kullanıldığı görülmektedir [13, 14].

Türkiye’de bor yataklarının keşfedilmesinin ve üretime açılmasının ardından, bor ve çevreye olan olumsuz etkileri hakkında çıkan söylentiler nedeniyle özellikle yabancı ülkelerin sorunu gündeme getirmesi ile bor ve bileşikleri ile temasın insan sağlığı üzerine olan etkilerinin belirlenmesi konusundaki araştırmalar 1990’lı yılların ortalarında hız kazanmıştır. Bor’un insan ve hayvan beslenmesinde kullanımının oldukça yeni ve güncel bir konu olduğu dikkat çekicidir. Ancak günümüzde bor ile ilgili araştırmaların çok büyük bir bölümü endüstriyel amaçlarla yapıldığı, sağlık ve besleme alanındaki çalışmaların ise sınırlı düzeyde olduğu görülmektedir. Borun mikrobiyolojik sistemlerde, bitkilerde ve hayvanlarda pek çok fizyolojik ve metabolik olayda rol oynadığı düşünülmektedir. Ancak yüksek konsantrasyonlarda bulunduğu ise tüm bu organizmalara toksik etki gösterdiği bilinmektedir [15]. Borun, bitkilerde nükleik asit metabolizmasında, karbonhidrat ve protein metabolizmasında, hücre duvarı sentezinde ve yapısında, membran bütünlüğünün korunmasında önemli roller oynadığı ileri sürülmektedir [16, 17]. Hayvanlarda embriyolojik gelişme esnasında borun gerekli olduğu ilk olarak zebra balığı ve alabalık embriyolarında gözlemlenmiştir [18, 19]. Borun hayvanlarda da çeşitli mekanizmaları etkilediği bilinmektedir. Bunlar arasında; karbonhidrat metabolizması, mineral metabolizması, enerji tüketimi, çeşitli enzimlerin aktivitelerinin düzenlenmesi, embriyonik gelişme sayılabilir. Ancak borun hayvanlardaki fonksiyonunun moleküler mekanizmaları henüz anlaşılamadığı dikkat

çekicidir [20]. İnsanlar yiyeceklerinden, içme sularından ve bazı tükettikleri ürünlerden (kozmetik, deterjan, sabun vs.) bora maruz kalmaktadır. Borun insanlar için zorunluluğu henüz gösterilmemiştir, ancak yararlı etkileri olduğu bir gerçektir. Hücre membranlarını etkilediği, steroid hormon metabolizmasında rol oynadığı ve sağlıklı kemik gelişimi için gerekli olduğu bildirilmektedir. Ayrıca yapılan klinik deneylerle, besinler ile bor alındığı zaman erkeklerde prostat kanserine yakalanma olasılığının önemli ölçüde azaldığı tespit edilmiştir [21].

Bu makalede borun tarım için önemi, çevresel etkileri ile hayvan ve insan sağlığı üzerine etkileri irdelenmiştir.

BORUN ÇEVRESEL ETKİLERİ

Havada Bor

Bor, havaya doğal ve endüstriyel kaynaklardan yayılmaktadır [22]. Doğal kaynaklar okyanusları, volkanları ve jeotermal buharları içermektedir. Bor bileşikleri antropojenik (insan etkinlikleri sonucu) kaynaklar şeklinde havaya karışmaktadır [23]. Borun havaya karışımıyla ilgili hiçbir nicel çalışma bulunmamıştır. Genel olarak bor madenlerinde, bor tozundan dolayı hava yoluyla bora maruz kalınmaktadır. Borik asit ve reçine üretilen yerler ile bor madenlerinde bir metreküp havada 1.14 mg bor dozu rapor edilmiştir [24].

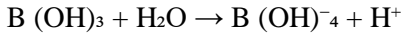
Toprakta Bor

Toprakların total B kapsamları 20-200 mg kg⁻¹, alınabilir B fraksiyonu ise 0.4-5 mg kg⁻¹ arasında değişmektedir [25, 26]. Toprakların sıcak su ile ekstrakte edilebilir bor miktarı 0.5 mg kg⁻¹’den düşük ise bitkiye elverişli bor miktarının yetersiz, 0.5-5 mg kg⁻¹ arasında ise yeterli düzeyde olduğu belirtilmektedir [27]. Topraklarda borun dört farklı şekilde bulunduğu bilinmektedir (kayalar ve mineraller şeklinde, /killerin ve demir ile alüminyum sulu oksitlerin yüzeylerinde adsorbe olmuş şekilde/organik maddeye bağlı şekilde/Toprak çözeltisinde bağımsız iyonize olmamış borik asit (H₂BO₃) ve B(OH)₄ iyonları şeklinde). Adsorbe edilmiş bor, toprak

çözültisindeki borun temel kaynağıdır ve bor içeriği yüksek alkalın topraklarda adsorbe edilmiş halde bulunur. Organik madde içeriği yüksek, ince tekstürlü topraklarda alkali pH'a sahip toprakların adsorbe edilmiş bor içerikleri yüksektir. Toprak pH'sı 8-10'na doğru arttıkça B adsorbsiyonunda artmaktadır. Kil mineralleri ile Fe ve Al oksitleri tarafından B'un adsorbe edilme mekanizmasının etkin yüzeylerdeki hidroksil gruplarıyla gerçekleştiği düşünülmektedir [28].

Topraklarda bitkiye yarayışlı borun önemli bir kısmı organik maddeye bağlanmış durumdadır. Organik madde içerikleri yüksek toprakların genellikle bor içerikleri de yüksektir. Mikrobiyal parçalanma sonucu borun toprakta yarayışlı hale geçtiği bilinmektedir. Toprak çözeltisinde bulunan bor bitkinin temel kaynağıdır. Toprakta çözünebilir borun önemli bir kısmı borik asit (H_2BO_3) şeklindedir. Borik asit, toprakların sahip olabilecekleri pH sınırları içerisinde dissosiyeye olmamaktadır. Bu yüzden diğer bitki besin elementlerinden farklı olarak, bor toprak çözeltisinde iyonize olmamış bir halde bulunmaktadır. İyon formunda bulunmadığından toprak koloitlerine bağlanmamakta ve kolayca yıkanarak alt toprak katlarına inmektedir. Kurak bölge topraklarında ise bor, üst toprak katlarında toksik düzeylere kadar yükselmektedir. Kurak bölge toprak çözeltisindeki B miktarının 0.14 mmol L^{-1} ile 3.5 mmol L^{-1} arasında değiştiği bilinmektedir [28, 29].

Borik asit proton (H^+) verici olmaktan çok, OH^- alıcısı olarak davranmaktadır.



Bu reaksiyon sadece yüksek pH değerlerinde gerçekleşmektedir. Bu nedenle $B(OH)_4^-$ (borat) anyonu yüksek pH'a sahip ortamlarda görülmekte ve borat anyonu kil mineralleri tarafından adsorbe edilmekte, yüksek pH'ya sahip topraklarda borat adsorbsiyonu artmaktadır. Bu durum diğer anyonların aksine bir durumdur, çünkü diğer anyon türlerinde pH yükseldikçe anyon adsorbsiyonu azalmaktadır. Maksimum B adsorbsiyonu pH 9 civarında gerçekleşmektedir. Kurak ve yarı kurak iklim bölgesi topraklarında sulama suyunun bor içeriğine bağlı olarak, toprakta bitki gelişmesini olumsuz düzeyde etkileyecek bor birikmesi görülebilmesine karşın özellikle

kireçli topraklarda fazla miktarlarda bulunan kalsiyumun bor ile suda çözünmez kalsiyum borat bileşikleri oluşturarak bitkilerin bor alımını olumsuz yönde etkilemektedir. Nitekim bazı araştırmacılar farklı bölgelerde yaptıkları çalışmalarda toprakta değişebilir kalsiyumun fazla olduğu zaman bitkinin bor alımının engellediğini belirlemişlerdir [30, 31].

Suda Bor

Bor bileşikleri toprak, kaya, yeraltı suyu, deniz suyu, yüzeysel su, bitki ve hayvanlarda doğal olarak bulunmaktadır. Ancak genellikle deniz suyunda ve kaplıca sularında bulunan bir elementtir. Deniz suyundaki bor konsantrasyonu ortalama 4.5 mg L^{-1} , tatlı sularda ise $0.01-1.5 \text{ mg L}^{-1}$ aralığındadır. Yeraltı sularındaki konsantrasyonu bütün dünyada $0.3-100 \text{ mg L}^{-1}$ arasında değişirken, kanalizasyon atık sularında ise bu oran $5-100 \text{ mg L}^{-1}$ arasında değişmektedir. Bor yeraltı suyunda doğal olarak, yüzey sularında endüstriyel kirlenici olarak veya tarımsal yüzey akışların ve çürüyen bitki materyallerinin bir ürünü olarak bulunabilmektedir [32]. Bor sulama sularını en çok kirlen ten toksik elementlerin başında gelmektedir. Pek çok endüstride kullanım alanı bulan bor bileşiklerinin endüstriyel gelişmelere bağlı olarak yüzeysel sularda bulunan konsantrasyonunun artış gösterdiği görülmektedir. Deterjan ve temizleme ürünleri bakımından zengin evsel atık sular, özellikle tarımda kullanılan çeşitli kimyasalların üretildiği endüstrilerden kaynaklanan atıklar yüzeysel sularda bulunan borun temel kaynakları olarak dikkati çekmektedir [33, 34]. Türkiye'de içme suyu kaynağı olarak en çok kullanılan yer altı sularındaki bor genellikle doğal kaynaklıdır. Dünyadaki en fazla bor rezervine sahip ülke olan Türkiye'de de bazı yer altı sularında yüksek konsantrasyonda bor bulunduğu bilinmektedir ve bor kirliliğinin Türkiye açısından önemli bir sorun olduğu dikkat çekicidir. Bor madenleri ve borik asit tesislerinden kaynaklanan atıkların kirliliğ in esas kaynakları olduğu görülmektedir. Özellikle Türkiye'nin Batı Anadolu Bölgesinde yüksek miktarda bor içeren jeotermal su kaynaklarının bulunduğu bilinmektedir [35]. Batı Anadolu'da bulunan akiferlerdeki bor konsantrasyonunun 163 mg

L^{-1} aralığında olduğu rapor edilmiştir [36]. Türkiye'deki çeşitli bor tesisleri önemli çevre sorunlarına neden olmakta, tesislerden yüksek bor içeren (yaklaşık 1500 mg L^{-1}) atık sular göletlere boşaltılmaktadır. Bu göletler bor tesis alanından daha geniş bir alanı işgal etmektedir [37]. Türkiye'de bor içeriği yüksek sular nedeniyle, Afyon, Aksaray, Bigadiç, Burdur, Konya-Ereğli, Eskişehir, Germencik, Ömerbeyli, Iğdır, Karasaz, Kayseri, Yüksekova ve Salihli yörelerindeki topraklarda yüksek düzeyde bor kirliliği görülmektedir. Bununla birlikte, bor mineralince zengin olan yeraltı sıcak su kaynaklarının, sulama sularına karışması önemli bir sorundur. Büyük Menderes Vadisi, jeotermal sıcak su kaynakları bakımından oldukça zengin bir bölgedir. Burada bulunan tesislerin birçoğunun atık sularını Büyük Menderes Nehrine boşalttığı için Büyük Menderes Nehri suyunda ve bu suyun kullanıldığı tarım alanlarında bor kirliliğinin giderek arttığı bilinmektedir [38]. Araştırmalara göre, bilhassa içme sularının düşük oranda bor içermesi insan sağlığı açısından önem arz etmektedir. Sulama suyundaki bor konsantrasyonunun yüksek olması, bitkilerde de toksik semptomların görünmesine, bitkilerin fotosentez kapasitesinin ve üretkenliğinin azalmasına neden olmakta, bitki büyümesini olumsuz yönde etkileyerek bitki ölümünü hızlandırmaktadır [39, 40]. İçme suları için, farklı bor sınır değerleri verilmiştir, 1968'de Su Kalitesi Kriterleri Komitesi (Committee on Water Quality Criteria) sınır olarak 1 mg L^{-1} belirlemiştir. 1971'de İçme Suları Teknik Komitesi'nin (Drinking Water Standarts Technical Review Committee) incelemeleri sonucunda 1 mg L^{-1} sınırını gerektirecek kanıtların olmadığına, insan sağlığı yönünde 0.3 mg L^{-1} 'nin güvenilir bir sınır olduğuna karar verilmiştir [41, 42]. Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO) borun insan sağlığına etkileri nedeniyle içme sularındaki bor seviyesinin 1 mg B L^{-1} 'den 0.3 mg B L^{-1} düşürülmesi yönünde 1991 yılında başlattığı çalışmalarını 1993'de yayınlamıştır. Bu kararı gerekçe gösteren Avrupa Birliği (AB)'de, deterjanda kullanılan borun azaltılması, hatta giderek yasaklanması hususunda üyelerine, bağlayıcı bir yönetmelik çıkarma çalışmalarını başlatmıştır. Bu durumun dünya bor

rezervlerinin %63'den fazlasını elinde bulunduran Türkiye'nin uzun vadede madencilik ihracatını etkileyecek bir konu olarak görülmüştür. Bu nedenle ETİ Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü Ar-Ge Daire Başkanlığı, Çevre Müdürlüğü tarafından bor üretim alanlarında uzman tıp bilim adamlarına yaptırılan bilimsel araştırmalarda WHO'nun hiçbir bilimsel veriye dayandırılmayan bu tezini çürütecek, içme sularındaki 1 mg B L^{-1} seviyesinde kalmasını sağlayacak ve böylece Türkiye'nin dünya bor pazarındaki yerini korumak amacı ile birçok proje yürütülmüştür [5, 43]. İçme ve kullanma sularındaki sınır değerinin, USEPA ve WHO standartlarına göre 0.3 mg L^{-1} olmasına karşın bor ve bor bileşiklerinin toksik olmadığı, özellikle borik asit ve sodyum boratların antiseptik özelliklere sahip oldukları bildirilmiştir [5, 44].

Türkiye'de 1998 yılında yayınlanan Çevre Bakanlığı Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne göre içme suları için bor limiti 1 mg kg^{-1} olup, bu miktarın 0.1 mg kg^{-1} düzeyini aşmamasının ideal olduğu bildirilmektedir. Buna göre Bigadiç-İskele kasabası, Bigadiç-Osmanca köyü ve Eskişehir-Seyitgazi'de tespit edilen değerlerin (İskele 674 mg L^{-1} , Osmanca 245 mg L^{-1} ve Seyitgazi 149 mg L^{-1}) üst limiti oldukça aştığı, söz konusu yönetmeliğe göre içme suyu olarak kullanılmalarının sakıncalı olduğu tespit edilmiştir [11]. Türkiye'de sulama sularını en çok kirlüten toksik elementlerin başında bor gelmektedir. Doğal olarak sulama sularının tümünde bor bulunmaktadır ancak derişimi çok düşüktür. Sulama sularının bor konsantrasyonuna göre sınıflandırılması Çizelge 1'de verilmiştir. Bor, yeraltı suyunda doğal olarak, yüzey sularında endüstriyel kirlenici olarak veya tarımsal yüzey akışların ve çürüten bitki materyallerinin bir ürünü olarak bulunmaktadır [45]. Bor, yeraltı suyunda ikincil çözünmüş bileşen olarak $0.01-10.0 \text{ mg L}^{-1}$ arasında bulunmaktadır [46].

Tarımsal sulamada uygulanan sulama yöntemi, sulama zamanı ve sulama suyu miktarı kadar kullanılan suyun kalitesi de son derece önemlidir. Tarımsal faaliyetlerle birlikte gelişen sanayi sektörü çevresel kirlenmelere neden olmaktadır. Bitkiler için gerekli olan ancak 1 mg L^{-1} 'den fazla bor içeriğine sahip suların sulamada kullanılması bitkilerde ve topraklarda soruna neden olmaktadır [47].

ABD Tuzluluk Laboratuvarında yapılan bir çalışmada bitkilerin, sulama suyundaki bora dayanıklılık sınırları ve sulama sularının bor derişimine göre sınıflandırılması belirlenmiştir [48]. İlgili sınıflandırılma Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 1. Sulama sularının bor konsantrasyonuna göre sınıflandırılması [48]

Table 1. Classification of irrigation water according to boron concentration [48]

Suyun Sınıfı Class of Water	Bor Konsantrasyonu (me L ⁻¹) / Boron Concentration (me L ⁻¹)		
	Duyarlı bitkiler Sensitive plants	Yarı duyarlı bitkiler Semi-sensitive plant	Dayanıklı bitkiler Resistant plants
I sınıf: Çok İyi / 1 st class: Very good	<0.33	<0.67	<1.0
II sınıf: İyi / 2 nd class: Good	0.33-0.67	0.67-1.33	1.0-2.0
III sınıf: Kullanılabilir / 3 rd class: Available	0.67-1.0	1.33-2.0	2.0-3.0
IV sınıf: Şüpheli / 4 th class: Suspicion	1.0-1.25	2.0-2.5	3.0-3.75
V sınıf: Uygun değil / 5 th class: Not available	>1-25	>2.5	>3.75

Çizelge 2. Bitkilerin sulama sularındaki bor’a nispi toleransları [48]

Table 2. The relative tolerance of plants to boron in irrigation water [48]

Duyarlı / Sensitive	Yarı Dayanıklı / Semi-Sensitive	Dayanıklı / Resistant
Sulama Suyunda / Irrigation Water 1 mg L ⁻¹	Sulama Suyunda / Irrigation Water 2 mg L ⁻¹	Sulama Suyunda / Irrigation Water 4 mg L ⁻¹
Ceviz / Walnut	Ayçiçeği / Sunflower	İlgın / Tamarisk
Enginar / Artichoke	Patates / Potato	Kuşkonmaz / Asparagus
Kuru Fasulye / Bean	Pamuk / Cotton	Palmiye / Palm
Erik / Plum	Domates / Tomato	Hurma / Date
Armut / Pear	Bezelye / Pea	Şekerpancarı / Sugar Beet
Elma / Apple	Turp / Radish	Yem Pancarı / Fodder Beet
Üzüm / Grape	Zeytin / Olive	Yonca / Clover
İncir / Fig	Arpa / Barley	Bakla / Broad Beans
Kiraz / Cherry	Buğday / Wheat	Soğan / Onion
Şeftali / Peach	Mısır / Corn	Şalgam / Turnip
Kayısı / Apricot	Yulaf / Oat	Lahana / Cabbage
Portakal / Orange	Kabak / Pumpkin	Marul / Lettuce
Greyfurt / Grapefruit	Lima Fasulyesi / Lima Bean	Havuç / Carrot
Limon / Lemon	Biber / Pepper	

Bitkide Bor

Bitkiler bor’u temelde pasif absorbsiyon yoluyla borik asit B(OH)₃ veya az miktarda da olsa aktif absorbsiyon yoluyla borat iyonları B(OH)₄ şeklinde almaktadır. Borun bitki bünyesinde immobil olması nedeniyle hareketinin sınırlı olduğu bilinmektedir. Transpirasyonun borun bitkide yukarı doğru taşınmasında etkili olduğu yıllar önce gösterilmiştir [49]. Pasif absorbsiyonla kökler tarafından alınan transpirasyona bağlı olarak bor ksilemde bitkinin tepe noktalarına kadar taşınmaktadır ve toprak pH’ı, nemi ve sıcaklığı alınımı etkilemektedir [50]. Borun alınımı, farklı organlara taşınması ve ksilemdeki hareketi bitkinin su alımı ile yakından ilişkilidir ve borun taşınmasında bitki türleri birbirinden farklılık gösterebilmektedir [51]. Bitkilerin bor elementinden optimum düzeyde yararlanabilmesi, toprakta ve bitki bünyesinde

belli miktar ve dengede bulunmasına bağlıdır. Toprakta ve bitki bünyesinde, iyonlar arasındaki olası dengesizlikler, bitkilerde yetersiz B beslenmesine neden olmakta ve noksanlık belirtileri gözlenmektedir [25].

Birçok araştırma borun nükleik asit metabolizması, karbonhidrat biyosentezi, fotosentez ve protein metabolizması üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Karbonhidrat metabolizması ve taşınması üzerinde rol oynayan bor kök gelişimi, çiçek ve meyve oluşumu üzerinde fizyolojik rollere sahiptir [52]. Ayrıca oksin ve fenol metabolizmasında etkili olduğu, hücre zarı ve hücre duvarı yapısında, doku farklılaşmasında, membran permeabilitesinde, kök uzaması, polen çimlenmesinde ve polen tüpü büyümesinde, şekerlerin taşınmasında, yaprağın uzama ve genişlemesinde, solunum ve transpirasyonu düzenlenmesinde, virüs ve fungal hastalıklara karşı olduğu kadar böcek zararlarına karşı da

dayanıklılık kazanmalarında önemli rol oynadığı belirtilmektedir [25]. Borun bitkiler üzerindeki bu etkileri, elementin ortamdaki çekildiği çalışmalarla ortaya konmuştur. Çalışmaların sonuçlarına göre, bor etkilerinin bitki türüne ve bor seviyelerine göre değiştiği rahatlıkla söylenebilir [53, 54, 55].

Bor noksanlığına en duyarlı bitkiler şeker pancarı, hayvan pancarı, kereviz ve ıspanaktır. Karnabahar, şalgam, lahanası, brüksel lahanası, havuç, pırasa, marul, turp bitkileri de bor noksanlığına duyarlı bitkilerdir. Meyve ağaçlarından elma ve armut bor noksanlığına duyarlı bitkiler olarak bilinirler [55]. Bor noksanlığı öncelikle bitkilerin büyüme noktalarına zarar verdiğinden bitkilerde büyüme çok yavaşlar. Yapraklar ve dallar kolay kırılan gevrek bir yapı alır. Çok şiddetli noksanlıkta büyüme noktaları ölür ve büyüme tamamen durur. Yaprakta nekrotik lekeler, ardından morumsu koyu yeşil renk ve aşağı doğru eğilmeler görülür. Ayrıca yaprak içerisinde bulunan eriyebilen proteinler ve klorofil ile tepede reaksiyonlarının aktiviteleri azaldığından stomalarda küçülmeler gözlemlenir, böylece karbondioksit hareketi stoma içerisinde azalır [56]. Meyvelerde şekil bozuklukları, yaprak uçlarında sararmalar, sürgünlerde geriye doğru kuruma, meyve dökümü, kabuk dokusunda anormallikler, sürgün uçlarının ölmesi sonucu çalılışma bor noksanlığında görülen tipik belirtiler olarak sıralanabilir [57, 58]. Bor toksisitesi diğer pek çok elementin toksisitesinden daha önemlidir. Çünkü bitkiler için yeterli ve gerekli bor miktarı ile zararlı olacak toksik seviye arasındaki fark çok azdır. Toprakta alınabilir bor miktarı 1 ppm'den az ise bor noksanlığı, 5 ppm'den fazla ise bor fazlalığı görülmektedir. Bu nedenle bor gübrelemesi yaparken toksik etki ortaya çıkması olasılığı yüksektir ve bu nedendir ki toprağa yapılacak bor gübrelemesinde çok dikkatli davranılmalıdır. Yaprak gübrelemesi ile bor verilmesi durumunda gübreleme sadece o bitkiyi yapıldığı için böyle bir risk söz konusu değildir. Bor toksisitesine en duyarlı bitkiler şeftali, asma, incir ve fasulyedir. Orta derecede duyarlı bitkiler arpa, bezelye, mısır, patates, yonca, tütün ve domatestir. Şalgam, şeker pancarı ve pamuk bor toksisitesine dayanıklı bitkilerdendir [25]. Normalin üzerinde bir bor beslenmesinin solunum şiddetini arttırdığı,

böylece net asimilasyonun azaldığı ifade edilmektedir [59]. Bitkilerde normal bor beslenmesi koşullarında asimilasyon organlarındaki bor miktarı genel olarak 2-100 mg kg⁻¹ arasında değişebilmektedir [52].

BORUN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİSİ

Bor, toprakta ortalama olarak 5-150 mg kg⁻¹, yer kabuğunda 10 mg kg⁻¹, deniz suyunda 4.6 mg L⁻¹ ve havada ise 20 ng m⁻³ miktarında bulunmaktadır [60]. Başlıca bor alımı besinler ve içme suyu ile gerçekleşmektedir. Ancak bor madeninin üretildiği veya işlendiği yerlerde insanlar bor bileşiklerine, solunum veya deriden temas yolu ile gaz veya toz halinde maruz kalmaktadır. Ayrıca sabun, deterjan gibi temizleyici ve beyazlatıcı ürünlerin ve kozmetik ürünlerinin üretildiği yerlerde çalışanlar veya bu ürünleri kullananlar da bor bileşiklerine maruz kalmaktadır [61]. Bor yatakları üzerinde binlerce yıldır yaşayan insanlar, gerek içme ve kullanma sularıyla ve gerekse çevre yoluyla, yiyecek, içeceklerle ve daha birçok yolla bora maruz kalmaktadır. Böyle bir ortamda yaşayan ve özellikle maden ocağı veya fabrikasında çalışan kişiler bor ve bileşiklerine özellikle tozlara daha yakından maruz kalmaktadır. Buna karşılık bor yataklarından uzak veya bor bakımından fakir topraklar üzerinde yaşayan insanların ocak veya fabrikalarda çalışması sonucunda yine bora maruz kalmaları söz konusudur. Borun hemen her yerde bulunduğu düşünülürse insan grupları arasında sınır çekilemeyeceği kabul edilmektedir. Bor üretiminin uzun süre kendi kabuğu içinde kalmasından dolayı insan sağlığı üzerindeki etkileri çok fazla bilinmemekle birlikte bu konuda yapılan çalışmalar mevcuttur. Canlı beslenmesinde bor bir mikro besin elementidir. Mikro elementlerin çok yüksek etki katsayıları söz konusudur ve çok az miktarları dahi optimum tesiri sağlamak için yeterlidirler. Bu elementlerin az bir noksanlığı veya az bir fazlalığı zararlı olabilmektedir [62]. Yapılan araştırmalara göre bor, besinlerde borik asit ve bor formunda bulunmaktadır [63] ve bu nedenle borik asit birçok hayvan türü ve insanlarda oral yoldan alınmakta ve ardından kolaylıkla, hatta tamamıyla emilmektedir [64]. Sodyum borat ve borik asit formunda besinlerle, solunum ve deri yoluyla alınan

borun büyük bir kısmı yaklaşık %90-95 kadarı ilk 24 saatte değişikliğe uğramadan idrar ile atılmakta, çok az bir kısmı gastrointestinal sistemden emilip, insan ve hayvan doku ve organlarında (kemik, tırnak, saç, diş, yumuşak dokularda) değişen konsantrasyonlarda birirmektedir [65]. Tüketilen veya maruz kalınan bor miktarının artışına paralel olarak dokulardaki bor konsantrasyonunun arttığı bildirilmektedir [66]. Bitkisel kökenli yiyeceklerden özellikle meyvelerin, lifli sebzelerin, sap ve kabukların hayvansal ürünlere ve tahıllara (mısır, pirinç ve buğday vb.) oranla bor bakımından daha zengin olduğu ifade edilmektedir [67]. Kanatlı rasyonlarının büyük çoğunluğunun tahıllardan oluşması ve tahıl tanelerinin de bor bakımından yetersiz olması, kanatlıları yetersiz bor beslemesi ile karşı karşıya bırakmaktadır [68]. Türkiye’de bol miktarda bulunan kaliteli bor ve bileşiklerinin [69] kanatlı hayvan beslemede kullanılmasının verim artışı nedeniyle ülke ekonomisine büyük katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

Hayvan Sağlığı Üzerine Etkisi

Bitkisel üretimde esansiyel bir element olduğu belirlenen borun, insanlar ve hayvanlar için esansiyel olup olmadığı henüz kesinlik kazanmamıştır. Ancak, seksenli yıllardan sonra besleyici bir mikro element olarak, insan ve hayvan metabolizmasında çeşitli biyokimyasal araştırmalarda yoğun olarak çalışılmıştır [69, 70]. Yapılan araştırmalar özellikle makro elementler, trigliserit, glikoz, amino asitler, proteinler ve östrojenli bileşiklerin metabolizmasını etkileyebilen bir iz element olduğunu [15] ve mineral [71], lipit [72], enerji metabolizmaları [73] ile enzim ve steroid hormon aktivitesinde rol aldığını göstermektedir [74, 75, 76]. Yapılan araştırmalar bor elementinin hayvan beslenmesinde özellikle kemik metabolizması üzerine olumlu etkilerinin olduğunu göstermektedir. Bu çalışmalar doğrultusunda bor elementi hayvan rasyonlarına eklenmektedir. Ancak bor mineralinin biyolojik etkileri ile metabolizma üzerine olan etkilerinin saptanmasına dair çalışmalar devam etmektedir. Bor elementinin insan ve hayvan vücudundaki biyokimyasal mekanizması çok az bilinmesine rağmen cis-hidroksil grupları

içeren biyosubstratlarla (şekerler, polisakkaritler, adenozin-5 fosfat, piridoksin, riboflavin, dehidroaskorbik asit ve püridin nükleotidi) reaksiyona girerek hücre zarı fonksiyonları ve stabilitesinde, hormon reseptörleri ve transmembran sinyallerinde etkili olabileceği ileri sürülmektedir [77, 78]. Hayvanın türüne bağlı olarak değişen borik asitin öldürücü dozu, hayvanın her kg’ı için 1.2-3.45 g arasında değişmektedir. Hayvanın içme suyunda 2500 mg L⁻¹ borik asit bulunması büyümeyi engellemektedir. Yapılan bir araştırmaya göre 2000 mg L⁻¹ borik asit derişiminin alabalığa herhangi bir zarar vermediği, 5000 mg L⁻¹’nin ise balığın derisinde koyulaşmaya neden olduğu saptanmıştır [78]. Küçük deniz balıklarının 20°C’de 6 saat süreyle damıtık suda 18-19 g L⁻¹ veya sert suda 19.0-19.5 g L⁻¹ bor iyonu ile teması sonucu ölmeleri nedeniyle bu dozun öldürücü olduğu tespit edilmiştir. Süt ineğine 40 gün boyunca 16-20 g gün⁻¹ borik asit verilmesi durumunda herhangi bir etki gözlenmediği bildirilmiştir [79]. NRC tarafından 1984 yılında kanatlı hayvanların türü ve üretim tipi dikkate alınmadan rasyonlarında 2 mg kg⁻¹ düzeyinde bulunması gerektiği bildirilmiştir. Sonraki dönemlerde ise kanatlılar için bir düzey belirtmekten kaçınılmıştır [80, 81]. Kanatlı hayvanların genelde bazal rasyonlarının bor içeriği 0.16-0.45 mg kg⁻¹ arasında olmalıdır [82], özellikle kanatlılarda 0.30 veya 0.40 mg gün⁻¹ düzeyinde bor beslenmesinin mineral metabolizması için yararlı olabileceği düşünülmektedir [6]. Kanatlıların ihtiyaç duyduğu miktarlar oldukça düşüktür, normal şartlarda noksanlık belirtileri görülmemekte, hormonal veya hücre zarı stabilitesini olumsuz yönde değiştiren kalsiyum, fosfor, kolekalsiferol veya magnezyum yetersizliği gibi stres faktörlerinde bor yetersizliği çok daha bariz görülmektedir [83]. Bor broylerlerde gelişim ve mineral (Ca ve P) metabolizması üzerine etkilidir ve Vitamin D noksanlığına bağlı belirtilerin azaltılmasında rol almaktadır [84]. Yapılan diğer çalışmalara göre bor, broylerlerde makro mineral metabolizması üzerinde de önemli rol oynamaktadır [8, 66, 85]. Karma yemdeki bor’un yumurta verimi ile yumurta kabuk kalitesi ve Ca metabolizması üzerine etkilerini incelenmiş, bor katkısı ile yumurta veriminin

azaldığı, yumurta kabuk kalitesinin etkilenmediği, tibia kemik külünün arttığı ifade edilmiştir [86]. Karma yemde borik asit ve sodyum tetra borat-borax ile yapılan çalışmada canlı ağırlık, yumurta ağırlığı, ölüm oranı ve kabuk ağırlığının uygulamalardan etkilenmediği, yumurtadan çıkış gücü ve kuluçka randımanının kontrol grubuna göre daha yüksek bulunduğu ifade edilmektedir [87]. Etlik civcivlerde bor ve riboflavinin etkilerinin incelendiği çalışmada 21. gündeki canlı ağırlık, yem tüketimi ve ölüm oranının 320 mg kg^{-1} bor katkılı yemle beslenen deneme grubunda düşük çıktığını tespit edilmiştir [66]. Vitamin D bakımından yetersiz olarak beslenen civcivlerin yemlerine yapılan bor katkısı eksiklik belirtilerini azaltmaktadır [88].

İnsan Sağlığı Üzerine Etkisi

Bor insan vücuduna doğal olarak yiyecek ve içeceklerle, solunum ve deri yolu ile alınmaktadır. Dünya Sağlık Örgütüne tarafından bor için çevresel sağlık ölçütü oluşturulmuş, buna göre havadan $0.44 \mu\text{g gün}^{-1}$, içme suyundan $0.2-0.6 \text{ mg gün}^{-1}$ ve diyetle $1-2 \text{ mg gün}^{-1}$ alınması normal sınırlar içinde kabul edilmiştir [61]. Sindirim ve solunum sistemi yoluyla %100'e yakın bir oranda emilen bor, organizmaya alındıktan sonra büyük bir kısmı borik asit B(OH)_3 ve çok az bir kısmı da borat anyonlarına B(OH)_4 dönüşmektedir. Emilen bor bileşiklerinin, 24 saat veya daha az sürede yarılanıp, birkaç gün içinde %90'dan fazlasının hızlı bir şekilde üriner yolla atıldığı, çok az bir kısmının kemik, tırnak, saç, diş, kıl, karaciğer ve dalak gibi organlarda biriktiği bilinmektedir [8, 65, 89]. Borun yumuşak dokularda birikmediği, kemik dokusunda eser miktarda biriktiği bilinmektedir. 1980'li yıllarda iz element olarak tanımlanan bor, 1996 yıllarında Dünya Sağlık Örgütü tarafından insan sağlığı açısından olası temel elementler sınıfına alınmıştır. İnsan ve hayvanlar için esansiyel bir iz element olduğu bildirilen bor'un mineral metabolizması, lipid metabolizması ve enerji metabolizmasında, immun ve endokrin sistem ile birlikte beyinde önemli fonksiyonları olduğu, performansı olumlu etkilediği, osteoporoz, osteoartrit ve artrit önlenmesinde etkili olabildiği ileri sürülmektedir [8, 15]. Bor elementi vücudumuzda özellikle kemiklerdeki

kalsiyum, magnezyum ve fosforun korunması için gereklidir. Ayrıca bu üç mineralin vücutta maksimum düzeyde kullanılmasını ve korunmasını da sağlamaktadır. Bunun dışında bor beyin fonksiyonlarında, immun sistemde, kan hücrelerinin kompozisyonunda da rol oynamaktadır. Son zamanlarda yapılan çalışmalar üreme sisteminde ve embriyo gelişiminde de rol aldığını ortaya koymuştur. Kemik metabolizması açısından önemi bulunan vitamin D, kalsiyum ve magnezyum ile olan düzenleyici ilişkisinin yanı sıra, menopoz sonrası kadınlarda antioksidan etkileri saptanmıştır [70]. İnsan diyetinin içerisinde bor yükseltildiği zaman östrojen, testosteron ve plazma iyonize kalsiyum düzeylerinin yükseldiği ve kalsiyum, D vitamini ve magnezyum eksikliğinin negatif etkilerinin azaldığı gösterilmiştir [90]. Bu özellikleri nedeniyle, bor içeren preparatlar, dünyada ve Türkiye'de menopoz sonrası osteoporozu (kemik erimesini) önlemek amacıyla besin desteği olarak kullanılmaktadır. Diyetle alınan borun plazma lipidlerinin düşürülmesinde rol oynadığı ve koroner arter hastalığı (kalp krizi) riskini azalttığı, bağışıklık sistemi üzerine olumlu etkileri olduğu gösterilmiştir. Son yıllarda, özellikle bazı kanser türleri üzerinde koruyucu ve tedavi edici etkileri saptanmış, gerek epidemiyolojik ve gerekse hayvan laboratuvar çalışmalarında ümit verici sonuçlar ortaya çıkmıştır [91, 92, 93].

Araştırmalara göre kabuklu yemişler, kuru baklagiller ($10-45 \text{ mg kg}^{-1}$), meyve ve sebzeler ($1-6 \text{ mg kg}^{-1}$) bor içeriği bakımından zengin gıdalardır (Şekil 2). Tahılların ve patatesin bor içeriği ise daha düşüktür, et ve et ürünleri, süt ve süt ürünleri ile yumurta ($<0.6 \text{ ppm}$) ise bor açısından fakir gıdalar arasında yer almaktadır [60]. Türkiye'de gıdalardaki bor konsantrasyonunu belirlemek amacıyla yapılmış çalışmalarda bor miktarının çayda ortalama 1.05 mg kg^{-1} , Türk kahvesinde 14.33 mg kg^{-1} ve kırmızı şarap örneklerinde 9.33 mg L^{-1} olduğu tespit edilmiştir [94, 95]. Fındık çeşitlerinde ise bor içeriğinin ortalama 18 mg kg^{-1} olduğu tayin edilmiş ve Türk fındığının borun doğal bir kaynağı olduğu ileri sürülmüştür [96]. Hatay ilimizde yapılmış olan bir çalışmada kekik, nane, kırmızılahana, bakla, ayva, nar ve portakalın yüksek konsantrasyonda bor içerdiği tespit edilmiştir

[14, 97]. Türkiye’de bor üretim bölgelerinden toplanan gıda örneklerinde fıstık, üzüm yaprağı, vişne ve ayvanın yüksek konsantrasyonda bor içerdiği belirlenmiştir [14, 98]. Bazı gıdaların içerdikleri bor miktarları Çizelge 3’de verilmiştir [67].

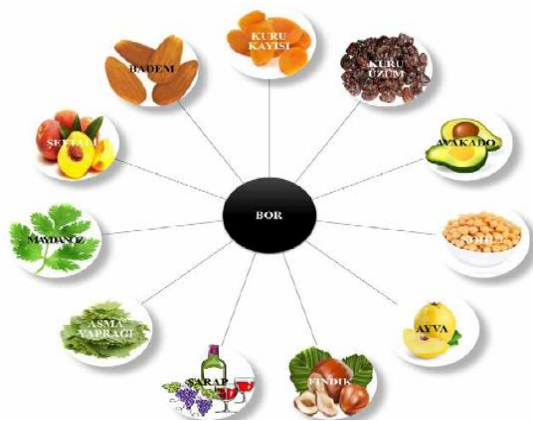
İnsanlar arasında borun günlük alınımı için yeterli olabilecek düzey henüz belirlenmemiştir. Fakat hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda insanlar için ihtiyaç duyulabilecek düzeyin en az 0.5 mg gün⁻¹ olabileceği düşünülmektedir [6].

Günümüzde The Food and Nutrition Board of the Institute of Medicine (ABD) tarafından 18 yaş üstü yetişkin insanlarda bor için tolere edilebilir en yüksek düzeyin (UL) 20 mg gün⁻¹ olduğu bildirilmektedir [99]. İnsan vücudundaki bor düzeyi 3-20 mg kg⁻¹ düzeyinde olup kemiklerde, tırnaklarda, parmaklarda ve saçta yüksek konsantrasyonda bulunmaktadır. İnsanlar üzerinde yapılan çalışmalarda kan, serum ve idrar gibi vücut sıvılarında bor düzeyi sırasıyla 0.06; 0.02 ve 0.75 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir [8].

Çizelge 3. Bazı gıdaların bor içerikleri [67]

Table 3. Boron content in some food [67]

Besin türü Foods	Bor konsantrasyonu (µg g ⁻¹) Boron concentration (µg g ⁻¹)	Besin türü Foods	Bor konsantrasyonu (µg g ⁻¹) Boron concentration (µg g ⁻¹)
Meyveler / Fruits		Hayvansal Ürünler / Animal Foods	
Elma / Apple	2.73	Sığır eti / Beef	< 0.05
Muz / Banana	1.04	Tavuk / Chicken	0.34
Kiraz / Cherry	1.47	Kuzu / Lamb	0.14
Şeftali / Peach	1.87	Karaciğer / (sığır) / Liver	<0.07
Armut / Pear	1.22	Peynir / Cheese	0.19
Portakal / Orange	2.17	Süt (%2 yağ) / Milk (2% fat)	0.23
Elma suyu / Apple juice	1.88	Yumurta / Egg	0.12
Üzüm suyu / Grape juice	2.02	Tahıl Ürünleri / Crops Foods	
Portakal suyu / Orange juice	0.41	Ekmek / Bread	0.48
Kuru erik / Dry plum	27	Mısır gevreği / Corn flakes	0.92
Kuru üzüm / Raisins	25	Pirinç / Rice	0.32
Sebzeler / Vegetables		Makarna / Pasta	0.14
Domates / Tomato	0.75	Yulaf unu / Oat flour	0.10
Taze fasulye / Green beans	0.46	Diğer Ürünler / Other Foods	
Brokoli / Broccoli	1.85	Bal / Honey	6.07
Salatalık / Cucumber	0.015	Şeker / Sugar	0.29
Havuç / Carrot	0.75	Fındık / Hazelnut	16
Mısır / Corn	0.49	Fıstık / Peanut	18



Şekil 2. Borun en fazla bulunduğu gıdalar
Figure 2. Foods with the highest boron

Dünya Sağlık Örgütü’ne göre içme suyunun bor içeriği 0.1-0.3 mg L⁻¹ arasında değişmektedir, gıda olarak bor beslenmesi 1.2

mg gün⁻¹ düzeyinde olmalıdır [61]. Avustralya’da kişilerin diyetle aldıkları bor miktarı ortalama 2.22 mg gün⁻¹ olarak saptanmıştır [14]. Besin ve içme suyu ile bor beslenmesinin, coğrafik koşullara ve diyetel özelliklere göre değiştiği, günlük toplam 1-7 mg gün⁻¹ bor alımının gerçekleştiği ifade edilmektedir [100]. Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (European Food Safety Authority, EFSA) içme sularının günlük bor beslenmesine 0.2-0.6 mg gün⁻¹ düzeyinde katkı yaptığını ifade etmektedir [101]. Amerika Birleşik Devletleri İlaç, Besin ve Beslenme Komitesi (United States of Medicine Food and Nutrition Board) tarafından tolere edilebilir üst seviye yetişkinler için 20 mg gün⁻¹ olarak belirlenmiştir [102]. Dünya Sağlık Örgütü güvenli üst alım seviyesini ilk olarak 13 mg gün⁻¹ olarak belirlemiştir. Fakat sonra bunu

arttırmış ve 0.4 mg kg⁻¹ veya 70 kg bir insan için yaklaşık 28 mg gün⁻¹ bor olarak belirlemişlerdir [61]. Avrupa Birliği tolere edilebilir üst alım seviyesini vücut ağırlığı baz alınarak toplam 10 mg gün⁻¹ olarak belirlemiştir. EFSA, 2013 panelinde bor için kabul edilebilir günlük alım miktarı (Acceptable Daily Intake, ADI) 0.16 mg B kg gün⁻¹ olarak belirlenmiştir [14].

SONUÇ

Bor bitki metabolizmasında önemli işlevlere sahip olmakla birlikte insan sağlığında da az miktarda alınmasına rağmen çok önemli fonksiyonların gelişimine katkıda bulunmaktadır. Toprakların alınabilir bor kapsamları 0.4-5 ppm arasında değişmekte ve bitkiler boru daha çok borik asit formunda almaktadır. Bor noksanlığında bitkiler zarar görmekte ve şiddetli noksanlıklarda büyüme tamamen durmaktadır. Bor elementi yukarıda belirtildiği gibi çevreye yaptığı etkiler sonucunda 2011 yılında EFSA'nın da kabul ettiği ve yapılan birçok araştırmada kanıtlandığı üzere; bor mineralinin insan fizyolojisinde birçok önemli fonksiyonu bulunmakta ve birçok hastalık ile ilişkisi bulunmaktadır. Bor, mineralinin toksik etkileri yanında esansiyel rolünün de unutulmaması ve sağlık için önemli bir mineral olduğunun kanıtlanması amacıyla bu konu ile ilgili daha çok araştırma yapılmasına ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

- Kemp, P.H., 1956. The chemistry of borax. *Part I. Borax Consolidated Limited, S.W.I., London.*
- Duman, I., 2003. Bor madenleri ve stratejik bor ürünleri. *Bilim ve Ütopya Dergisi, 114:18-21.*
- Bolanos, L., K. Lukaszewski, I. Bonilla and D. Blevins, 2004. Why boron? *Plant Physiol Biochemistry, 42:907-912.*
- Göncü, N., 1982. Dünya ve Türkiye'de metal ve mineral kaynaklarının potansiyeli, ticareti, beklenen gelişmeler. *10. Bor Mineralleri, M.T.A. Enstitüsü Yayınları, 187, Ankara.*
- Demirtaş, A., 2010. Bor'un insan beslenmesi ve sağlığı açısından önemi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 41(1):75-80.*
- Nielsen, F., 1988. Boron an overlooked element of potential nutritional importance. *Nutrition Today, 4-7 January/February.*
- Önocak, T., 1990. Bor yataklarının işletilmesinin yüzey sularına etkileri (Yüksek Lisans Tezi). *Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.*
- Yeşildağ, D., 2008. Hayvan beslemede bor kullanımının önemi. *Uludağ University J. Fac. Vet. Med. 27(1-2):61-68.*
- Ademdir, O., 2002. Bor ürünlerinin teknolojileri ve Türkiye'nin durumu. *İTÜ İleri Teknoloji Seramik ve Kompozitleri Araştırma Merkezi, I. Uluslararası Bor Sempozyumu, 3-4.10.2002, Dumlupınar.*
- Velioğlu, S., B.S. Savlı ve S. Alınsoy, 1999. Bor madeni havzalarında üretilen bazı gıdalarda bor miktarının belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Gıda, 24:13-19.*
- Velioğlu, S. ve A. Şimşek, 2003. İnsan sağlığı ve beslenmesi açısından bor. *Anadolu Üniversitesi, Bilim ve Teknoloji Dergisi, 4(2):123-130.*
- Doonan, D.J. and L.D. Lower, 1978. Boran compounds (oxides acid, borates) in Knk Oihmer encyclopedia of chemical technology. *John Wiley an Sons Vol:4. 3rd Ed., 67-110, New York.*
- BOREN, 2016. Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü (<http://www.boren.gov.tr>; Erişim Tarihi: Aralık 2016).
- Kuru, R. ve A. Yarat, 2017. Bor ve sağlığımıza olan etkilerine güncel bir bakış. *Journal of Marmara University, Institute of Health Sciences, Clinical and Experimental Health Sciences, doi:10.5152/clinexphealthsci.*
- Nielsen, F.H., 1997. Boron in human and animal nutrition. *Plant and Soil, 193:199-208.*
- Mosema, N.R.F., 1994. Chemical disposition of boron in animals and humans. *Environ. Health Perspect, 102:113-117.*
- Miwa, K., J. Takano, H. Omori, M. Seki, K. Shinozaki and T. Fujiwara. Plants

- tolerant of high boron levels. *Science* 30 Nov 2007, 318(5855):1417, doi:10.1126/science.1146634.
18. Rowe, R.I., C. Bouzan, S. Nabili and C.D. Eckhert, 1998. The response of trout and zebrafish embryos to low and high boron concentrations is u-shaped. *Biol. Trace Elem. Res.*, 66(1-3):261-70.
 19. Rowe, R.I., 1999. Boron is required for zebrafish embryogenesis. *J. Exp. Biol.*, 202:1649-1654.
 20. Tanaka, M. and T. Fujiwara, 2008. Physiological roles and transport mechanisms of boron: perspectives from plants. *Eur. J. Physiol.* 456:671-677.
 21. Cui, Y., M.I. Winton, Z.F. Zhang, C. Rainey, J. Marshall, J.B. Dekernion and C.D. Eckhert, 2004. Dietary boron intake and prostate cancer risk. *Oncol. Rep.*, 11(4):887-920.
 22. Graedcl, T.F., 1978. Inorganic elements, hydrides, oxides and carbonates. In *Chemical Compounds in The Ainospheie*, NY Academic Pres, New York, pp:35-40.
 23. EPA, 1987. Toxic au pollutant/source uosswalk a screening tool for locating possible sources emitting toxic a pollutants research triangle park. *NC US Environmental Protection Agency, Oltce of 430 Air Quality Planning and Standards, UPA-4MW4-87-023a.*
 24. US Public Health Service, 1992. Toxicological profile for boron and compounds. (<http://www.ar.sdi.ctif.aov/toxpronji's/jp.26>).
 25. Deliboran, A. ve Ş. Savran, 2017. Bor, bitki fizyolojisindeki önemi ve meyve ağaçlarında kullanımı. 5. *Uluslararası Katımlı Toprak ve Su Kaynakları Kongresi, 12-15 Eylül 2017, Kırklareli.*
 26. Gupta, U.C., 1979. Boron nutrition of crops. *Adv. Agronomy*, 31:2373-307.
 27. Sillanpaa, M., 1982. Micronutrients and the nutrient status of soils. *A Global Study, FAO Soils Bulletin, No:48, Rome.*
 28. Kacar, B. ve A.V. Katkat, 1976. Bitki besleme. *Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No:127, Vipaş Yayınları: 3.*
 29. Rhodes, J.D., R.D. Ingvalson and J.T. Hatcher, 1970. Absorption of boron by ferromagnesian minerals and magnesium hydroxides. *Soil Sci. Am. Proc.*, 34:938-941.
 30. Dechnik, I., B. Chmielewska, T. Filipek and J. Mazur, 1989. Effect of differentiated nitrogen and potassium fertilizer application on the trace dement consent in soil and sugar beet. *I. Boron, C2. 1. Bor, Roczniki Nauk Rolniczych, 108(1):149-153.*
 31. Olsen, S.R., 1972. Micronutrient interactions, micronutrients in agriculture. *Soil Science Society of Amerika, Ine Madison, Wisconsin, USA, pp:243-264.*
 32. Başkan, M.B. ve N. Atalay, 2014. İçme ve sulama sularında bor kirliliği ve bor giderme yöntemleri. *Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, 20(3):78-84.*
 33. Garci'a-Soto, M.F. and E.M. Camacho, 2006. Boron removal by means of adsorption with magnesium oxide. *Sep. Purif. Technol.*, pp:36-48.
 34. Yüksel, S. and Y. Yürüm, 2010. Removal of boron from aqueous solutions by adsorption using fly ash, zeolite and demineralized lignite. *Separation Science and Technology, 45:105-115.*
 35. Kavak, D., 2009. Removal of boron from aqueous solutions by batch adsorption on calcined alunite using experimental design. *Journal of Hazardous Materials, 163:308-314.*
 36. Dinçer, A.R., 2004. Use of activated sludge in biological treatment of boron containing wastewater by fed-batch operation. *Process Biochem.*, 39:721-728.
 37. Öztürk, N. and D. Kavak, 2003. Boron removal from aqueous solutions by adsorption using full factorial design. *Fresenius Environ. Bull.*, 12:1450-1456.
 38. Harite, Ü., 2008. Pamukta bor toksisitesine dayanıklılık (Yüksek Lisans Tezi). *Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, ZTO-YL-2008-0001.*
 39. Parks, J.L. and M. Edwards, 2005. Boron in the environment. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 35(2):81-114.*
 40. Wei, Y., Y. Zheng and J.P. Chen, 2011. Design and fabrication of an innovative and environmental friendly adsorbent for boron removal. *Water Research, 45:2297-2305.*

41. Kalaratoğlu, E., N. Ors, S. Sahin, H. Yuzer ve A.Ç. Erbil, 1997. Bor bileşikleri içeren atık suların arıtılması. *TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, 01.09.1997, Gebze/Kocaeli.*
42. Uygan, D. ve Ö. Çetin, 2004. Borun tarımsal ve çevresel etkileri, Seydisuyu su toplama havzası. *II. Uluslararası Bor Sempozyumu 23-25 Eylül 2004, Maden Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara.*
43. DPT, 1999. VIII. beş yıllık kalkınma planı. *Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara.*
44. Helvacı, C., 2005. Batı Anadolu'da arserik ve bor mineralleri ilişkisi ve sağlığa etkileri. *I. Tıbbi Jeoloji Sempozyumu Kitabı, Ankara, s:74-92.*
45. Provin, T.L. and J.L. Pitt, 2002. Description of water analysis parameters. *Soil and Crop Science Department, The Texas A&M University.*
46. Anonymous, 2004. Water quality assessment. *A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring-Second Edition, UNESCO, (http://www.who.int/doctorel; Erişim Tarihi: Mart 2004).*
47. FAO, 1976. Water quality for agriculture. *Irag. and Drainage Paper, 29-81, Rome.*
48. Richards, L.A., 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. *Us Salinity Lab., USA.*
49. Micheal, G., E. Wilberg and K. Kouhsiahai-Tork, 1969. Boron deficiency induced by high air humidity. *Z. Pflanz, Bodenkunde, 122:1-3.*
50. Goldberg, S., 1997. Reaction of boron with soils. *In Plant and Soil Proceedings Eds. R.W. Bell and B. Rerkasem, 193:35-48. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands.*
51. Marschner, H., 1976. Mineral metabolism, short and long distance transport. *Fortschr. Botany, 38:71-80.*
52. Finck, A., 1969. Pflanzenernahrung in Stickworten Verlag Ferdinand hirt, Kiel.
53. Lovalt, C.J. and W.M. Dugger, 1984. Biochemistry of the essential ultrace elements. *In: E. Frieden (ed.), Plenum Publishing Corp Boron, 389-420, New York.*
54. Shelp, B.J., 1993. Physiology and biochemistry of boron in plants, in boron and its role in crop production. *Ed. UC Gupta, 53-85, CRC Pres. Boca Raton, FL., USA.*
55. Aktaş, M. ve M. Ateş, 2005. Bitkilerde beslenme bozuklukları, nedenleri ve tanınmaları. *Engin Yayınevi, Ankara.*
56. Dell, B. and L. Huang, 1997. Physiological response of plants to low boron. *Plant and Soil, 193:103-120.*
57. Freeman, M., K. Uriu and H.T. Hartman, 1994. Diagnosing and correcting nutrient problems. *In: L. Ferguson, G.S. Sibbert and G.C. Martin (eds.), Olive Production Manual, Univ. Calif. Div. Agr. and Natural Resources Publ., 3353:77-86.*
58. Hartman, J.S. and P. Stilbs, 1980. Ionic-covalent equilibria in boron trihalide adducts, the BF₂ (hmpa) 2 + cation. *J. Chem. Soc., Dalton Trans., pp:1142-1144, doi:10.1039/DT9800001142.*
59. Mengel, K., 1984. Bitkinin beslenmesi ve metabolizması. (Çeviri: H. Özbeke, Z. Kaya, M. Tamçı). 5. Baskı, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayın No: 162, s:590, Adana.
60. Uçkun, Z., 2013. Esansiyel bir komponent: bor-borun günlük alımı ve fizyolojik etkileri. *J. Turkish Sci. Rev., 6:119-23.*
61. World Health Organization, 1998. Boron in drinking-water report. *Geneva, pp:1-12.*
62. Yılmaz, A., 2002. Her derde deva hazinemiz bor. *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, Ankara.*
63. EFSA: European Food Safety Authority, 2006. Opinion of the scientific panel on dietetic products, nutrition and allergies on a request from the commission related to the tolerable upper intake level of boron. *Request pp:309-325 (http://www.slv.se/upload/dokument/efsa/upper_level_opinions_full-part33,0.pdf).*
64. Murray, F.J., 1998. A comparative review of the pharmacokinetics of boric acid in rodent and humans. *Biol. Trace Elem. Res., 66:331-41.*
65. Şaylı, B.S., 2000. İnsan sağlığı ve bor mineralleri. *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Eti Holding Araştırma Projeleri Yürütücüsü, Mayıs 2000, Ankara, (www.bigadic.gov.tr).*

66. Rossi, A.F., R.D. Miles, B.L. Damron and L.K. Flunker, 1993. Effect of dietary boron supplementation on broilers. *Poult. Sci.*, 72:2124-2130.
67. Hunt, C.D., T.K. Shule and L.M. Mullen, 1991. Concentration of boron and other elements in human foods and personal care products. *J. Am. Diet. Assoc.* 91:558-568.
68. Hunt, C.D., 2006. Dietary boron: Progress in establishing essential roles in human and animal physiology. III. *Uluslararası Bor Sempozyumu, 02-04 Kasım 2006, Ankara, s:3-10.*
69. Yıldız, G., F. Özçelik, H. Köksal, S. Bağder ve Ö. Abacıoğlu, 2008. Organik bor üretilebilirliği ve broyler rasyonlarında bor ile humatın kullanımı. 2. *Ulusal Bor Çalıştayı Bildirileri, 17-18 Nisan 2008, Ankara, s:597-604.*
70. Devirian, T.A. and S.L. Volpe, 2003. The physiological effects of dietary boron. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 43(2):219-231.
71. Kurtoglu, V., F. Kurtoglu and B. Coskun, 2001. Effects of boron supplementation of adequate and inadequate vitamin D3 containing diet on performance and serum biochemical characters of broiler chickens. *Research in Vet. Sci.*, 71:183-187.
72. Eren, M., B. Kocaoğlu, F. Uyanık and N. Karabulut, 2006. The effects of boron supplementation on performance, carcass composition and serum lipids in Japanese quails. *J. of Animal and Vet. Advances*, 5(12):1105-1108.
73. Hunt, C.D. and J.L. Herbel, 1991. Effects of dietary boron on calcium and mineral metabolism in the streptozotocin-injected, vitamin D3-deprived rat. *Magnesium Trace Elem.*, 10:387-408.
74. Hunt, C.D., 1998. One possible role of dietary boron in higher animals and humans. *Biol. Tr. Elem. Res.*, 66:205-225.
75. Naghii, M.R. and M. Mofid, 2008. Elevation of biosynthesis of endogenous 17- β estradiol by boron supplementation: one possible role of dietary boron consumption in humans. *Journal of Nutritional & Environmental Medicine*, 17(2):127-135.
76. Çimrin, T. ve M. Demirel, 2012. Kanatlı karma yemlerinde bor elementinin kullanımı. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 17(1):46-56.
77. Nielsen, F.H., 1991. Nutritional requirements for boron, silicon, vanadium, nickel and arsenic: current knowledge and speculation. *Faseb., J.*, 5:2661-2667.
78. DSİ, 1983. Kırka yöresi bor kirliliği araştırması raporu. *Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, DSİ İçme Suyu ve Kanalizasyon Daire Başkanlığı, Ankara.*
79. Cantürk, M., 2002. Borun etkileri. *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*. (www.biltek.tubitak.gov.tr/merakettikleriniz; Erişim Tarihi: Haziran 2017).
80. Fassani, E.J., A.G. Bertechini, J.A.G. Brito, R.K. Kato, E.T. Fialho and A. Geraldo, 2004. Boron supplementation in broiler diets. *Brazilian J. of Poult. Sci.*, 6:213-217.
81. NRC, 1984. National Research Council, Nutrient Requirements of Poultry. *National Academy Press, Washington, DC.*
82. Hunt, C.D., 1994. The biochemical effects of physiologic amounts of dietary boron in animal nutrition models. *Environ Health Perspects*, 102(7):35-43.
83. Nielsen, F.H., 1998. Ultra trace elements in nutrition: current knowledge and speculation. *The J. of Trace Elem., In Exp. Medicine*, 11:251-274.
84. Hunt, C.D. and F.H. Nielsen, 1981. Interaction between boron and cholecalciferol in the chicks. *Australian Academy of Science, (Abstract)*, 97:600.
85. Elliot, M.A. and H.M. Edwards, 1992. Studies to determine whether an interaction exists among boron, calcium and cholecalciferol on the skeletal development of broiler chickens. *Poult. Sci.*, 71:677-690.
86. Qin, X. and H. Klandorf, 1991. Effects of dietary boron supplementation on egg production, shell quality, and calcium metabolism in aged broiler breeder hens. *Poult. Sci.*, 70:2131-2138.
87. Rossi, A.F., S.M. Bootwalla and R.D. Miles, 1990. The Effect of feeding two sources of boron on broiler breeder performance. *Poult. Sci. (Abstract)*, 69:187.

88. Dupre, J.N., M.J. Keenan, M. Hegsted and A. Brudevold, 1994. Effects of dietary boron in rats fed vitamin D-deficient diet. *Environmental Health Perspectives*, 102, Supplement, 7:55-58.
89. Jensen, J.A., J.S. Schou and A. Aggerbeck, 1984. Gastrointestinal absorption and *in vitro* release of boric acid from water-emulsifying ointments. *Food Chem. Toxicol*, pp:49-53.
90. Benderdour, M., T. Bui-Van, A. Dicko and F. Belleville, 1998. *In vivo* and *in vitro* effects of boron and boronated compounds. *J. Trace Elem. Med. Biol.*, 12(1):2-7.
91. Korkmaz, M., 2007a. Boron insan sağlığına etkisi. *Celal Bayar Üniversitesi, Tıp Fakültesi Biyoloji Anabilim Dalı, Manisa*.
92. Barranco, W.T. and C.D. Eckhert, 2004. Boric acid inhibits human prostate cancer cell proliferation. *Cancer Lett.* 216:21-29.
93. Cui, Y., Winton, M.I., Zhang, Z.F., Rainey, C., Marshall, J., De Kernion, J.B., 2004. Dietary boron intake and prostate cancer risk. *Oncol. Rep.* 11:887-92.
94. Derun, E.M., A.S. Kipcak and O.D. Özdemir, 2010. The determination of the boron amounts of teas that are sold in Turkey by using the ICP boron in human health evidence for dietary recommendations and public policies. *Proceedings of the World Congress on Engineering; London*, pp:2277-9.
95. Özbek, N. and S. Akman, 2015. Determination of boron in Turkish wines by microwave plasma atomic emission spectrometry. *J. Food Sci.* 61:532-5.
96. Şimsek, A., S. Velioglu, A.L. Çoşkun and B.S. Sayılı, 2003a. Boron concentrations in selected foods from borate-producing regions in Turkey. *J. Sci. Food Agric.*, 83:586-92.
97. Sungur, S. and R. Okur, 2009. Using azomethine-h method determination of boron contents of various foods consumed in Hatay region in Turkey. *Food Chem.*, 115:711-4.
98. Şimsek, A., D. Korkmaz, A. Velioglu and Y.O. Ataman, 2003b. Determination of boron in hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties by inductively coupled plasma optical emission spectrometry and spectrophotometry. *Food Chem.*, 83:293-6.
99. National Academy Press, 2001. Food and nutrition board, institute of medicine, panel on micronutrients. Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicone, vanadium and zinc.
100. Karadağ, M. ve D. Türközü, 2014. Diyetle bor alımının sağlık ile etkileşimi. *Gümüşhane Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Dergisi, GUSBD*, 3:770-85.
101. EFSA: European Food Safety Authority, 2004. Opinion of the scientific panel on dietetic products, nutrition and allergies on a request from the commission related to the tolerable upper intake level of boron. *Request N EFSA-Q-2003-018. The EFSA Journal* 210:1-9.
102. Trumbo, P., A.A. Yates, S. Schlicker and M. Poos, 2001. Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium and zinc. *J. Am. Diet. Assoc.*, 101:294-301.

- Adaptasyon;** Doğadan Gelen Mucize: Zencefil (*Zingiber officinale*). 49(2):99–110
- Alkalin stres;** Fasulye Tohumlarına Melatonin Uygulamalarının Orta Alkalin Toprak Koşullarında Fide Gelişimi Üzerine Etkileri. 49(1):1–9
- Armut (*Pyrus communis*);** Deveci Armutunda Meyve Mineral Madde İçeriklerinin Öz Sulanması Sorunu ile İlişkileri. 49(2):75–81
- Baharat;** Doğadan Gelen Mucize: Zencefil (*Zingiber officinale*). 49(2):99–110
- Bergamot;** Farklı Hasat Zamanlarının Bergamot (*Citrus bergamia* Risso et Poiteau) Kabuk Uçucu Yağının Bazı Kalite Parametrelerine Etkisi. 49(2):67–73
- Bitki paraziti nematodlar;** Tokat (Türkiye) İli Sebze (Domates, Hıyar, Biber ve Patlıcan) Ekiliş Alanlarında Tylenchida (Nematoda) Takımına Bağlı Bitki Paraziti Nematod Türlerinin Belirlenmesi. 49(2):59–66
- Biyolojik çeşitlilik;** Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Kampüs Alanında Doğal Olarak Yetişen *Brassicaceae* Çeşitliliğinin Belirlenmesi. 49(1):25–33
- Biyoteknoloji;** Turunçgil Islahı: Embriyo Kültürü Çalışmaları. 49(2):111–125
- Bor;** Neden Bor? Borun Çevre ile İnsan, Hayvan ve Bitki Sağlığı Açısından Önemi. 49(2):127–141
- Ceviz (*Juglans regia*);** Ceviz Dış Ticareti ve Değer Zincirini Etkileyen Faktörler. 49(1):11–24
- Citrus bergamia* Risso et Poiteau;** Farklı Hasat Zamanlarının Bergamot (*Citrus bergamia* Risso et Poiteau) Kabuk Uçucu Yağının Bazı Kalite Parametrelerine Etkisi. 49(2):67–73
- Citrus;** Turunçgil Islahı: Embriyo Kültürü Çalışmaları. 49(2):111–125
- Çanak kale;** Batakovası (Çanak kale) Açık Alan Domates Yetiştiriciliğinde Domates Güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)'nin Popülasyon Değişiminin Belirlenmesi. 49(1):35–41
- Çevre;** Neden Bor? Borun Çevre ile İnsan, Hayvan ve Bitki Sağlığı Açısından Önemi. 49(2):127–141
- Date;** he Effect of Different Processing Techniques in Production of Fig and Date Molasses (Pekmez). 49(2):83–98
- Değer zinciri;** Ceviz Dış Ticareti ve Değer Zincirini Etkileyen Faktörler. 49(1):11–24
- Deveci çeşidi;** Deveci Armutunda Meyve Mineral Madde İçeriklerinin Öz Sulanması Sorunu ile İlişkileri. 49(2):75–81
- Dış ticaret;** Ceviz Dış Ticareti ve Değer Zincirini Etkileyen Faktörler. 49(1):11–24
- Doku kültürü;** Turunçgil Islahı: Embriyo Kültürü Çalışmaları. 49(2):111–125
- Domates (*Solanum lycopersicum*);** Batakovası (Çanak kale) Açık Alan Domates Yetiştiriciliğinde Domates Güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)'nin Popülasyon Değişiminin Belirlenmesi. 49(1):35–41
- Domates güvesi [*Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)];** Batakovası (Çanak kale) Açık Alan Domates Yetiştiriciliğinde Domates Güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)'nin Popülasyon Değişiminin Belirlenmesi. 49(1):35–41
- Embriyo kurtarma;** Turunçgil Islahı: Embriyo Kültürü Çalışmaları. 49(2):111–125
- Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.);** Fasulye Tohumlarına Melatonin Uygulamalarının Orta Alkalin Toprak Koşullarında Fide Gelişimi Üzerine Etkileri. 49(1):1–9
- Feromon tuzak;** Batakovası (Çanak kale) Açık Alan Domates Yetiştiriciliğinde Domates Güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)'nin Popülasyon Değişiminin Belirlenmesi. 49(1):35–41
- Fig;** he Effect of Different Processing Techniques in Production of Fig and Date Molasses (Pekmez). 49(2):83–98
- H₂O₂;** Fasulye Tohumlarına Melatonin Uygulamalarının Orta Alkalin Toprak Koşullarında Fide Gelişimi Üzerine Etkileri. 49(1):1–9
- Hasat zamanı;** Farklı Hasat Zamanlarının Bergamot (*Citrus bergamia* Risso et Poiteau) Kabuk Uçucu Yağının Bazı Kalite Parametrelerine Etkisi. 49(2):67–73
- Islah;** Turunçgil Islahı: Embriyo Kültürü Çalışmaları. 49(2):111–125
- İçme suyu;** Neden Bor? Borun Çevre ile İnsan, Hayvan ve Bitki Sağlığı Açısından Önemi. 49(2):127–141
- İstilacı bitkiler;** Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Kampüs Alanında Doğal Olarak Yetişen *Brassicaceae* Çeşitliliğinin Belirlenmesi. 49(1):25–33
- Kalite;** Farklı Hasat Zamanlarının Bergamot (*Citrus bergamia* Risso et Poiteau) Kabuk Uçucu Yağının Bazı Kalite Parametrelerine Etkisi. 49(2):67–73
- Kekik (*Thymus vulgaris* L.);** Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Türkiye'de Ekonomik Önemi: Kekik ve Lavanta Örnekleri. 49(1):35–42
- Kış budaması;** Bazı Yeni Sofralık Üzüm Çeşitlerinin (*Vitis vinifera*) Göz Verimliliklerinin Belirlenmesi. 49(1):43–49
- Kış tomurcuğu;** Bazı Yeni Sofralık Üzüm Çeşitlerinin (*Vitis vinifera*) Göz Verimliliklerinin Belirlenmesi. 49(1):43–49
- Küme sayısı;** Bazı Yeni Sofralık Üzüm Çeşitlerinin (*Vitis vinifera*) Göz Verimliliklerinin Belirlenmesi. 49(1):43–49
- Lavanta (*Lavandula officinalis*);** Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Türkiye'de Ekonomik Önemi: Kekik ve Lavanta Örnekleri. 49(1):35–42
- MDA;** Fasulye Tohumlarına Melatonin Uygulamalarının Orta Alkalin Toprak Koşullarında Fide Gelişimi Üzerine Etkileri. 49(1):1–9
- Melatonin;** Fasulye Tohumlarına Melatonin Uygulamalarının Orta Alkalin Toprak Koşullarında Fide Gelişimi Üzerine Etkileri. 49(1):1–9
- Mineral madde;** Deveci Armutunda Meyve Mineral Madde İçeriklerinin Öz Sulanması Sorunu ile İlişkileri. 49(2):75–81
- Molasses (pekmez);** The Effect of Different Processing Techniques in Production of Fig and Date Molasses (Pekmez). 49(2):83–98
- Nematoda;** Tokat (Türkiye) İli Sebze (Domates, Hıyar, Biber ve Patlıcan) Ekiliş Alanlarında Tylenchida (Nematoda) Takımına Bağlı Bitki Paraziti Nematod Türlerinin Belirlenmesi. 49(2):59–66
- Öz sulanması;** Deveci Armutunda Meyve Mineral Madde İçeriklerinin Öz Sulanması Sorunu ile İlişkileri. 49(2):75–81
- Process;** he Effect of Different Processing Techniques in Production of Fig and Date Molasses (Pekmez). 49(2):83–98
- Prolin;** Fasulye Tohumlarına Melatonin Uygulamalarının Orta Alkalin Toprak Koşullarında Fide Gelişimi Üzerine Etkileri. 49(1):1–9
- Sebze;** Tokat (Türkiye) İli Sebze (Domates, Hıyar, Biber ve Patlıcan) Ekiliş Alanlarında Tylenchida (Nematoda) Takımına Bağlı Bitki Paraziti Nematod Türlerinin Belirlenmesi. 49(2):59–66
- Sorensen;** Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Kampüs Alanında Doğal Olarak Yetişen *Brassicaceae* Çeşitliliğinin Belirlenmesi. 49(1):25–33
- Sulama suyu;** Neden Bor? Borun Çevre ile İnsan, Hayvan ve Bitki Sağlığı Açısından Önemi. 49(2):127–141
- Tarım ekonomisi;** Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Türkiye'de Ekonomik Önemi: Kekik ve Lavanta Örnekleri. 49(1):35–42
- Technique;** he Effect of Different Processing Techniques in Production of Fig and Date Molasses (Pekmez). 49(2):83–98
- Tıbbi ve aromatik bitkiler;** Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Türkiye'de Ekonomik Önemi: Kekik ve Lavanta Örnekleri. 49(1):35–42
- Tokat;** Tokat (Türkiye) İli Sebze (Domates, Hıyar, Biber ve Patlıcan) Ekiliş Alanlarında Tylenchida (Nematoda) Takımına Bağlı Bitki Paraziti Nematod Türlerinin Belirlenmesi. 49(2):59–66

- Tropik bitki;** Doğadan Gelen Mucize: Zencefil (*Zingiber officinale*). 49(2):99–110
- Türkiye;** Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Türkiye’de Ekonomik Önemi: Kekik ve Lavanta Örnekleri. 49(1):35–42
- Tylenchida;** Tokat (Türkiye) İli Sebze (Domates, Hıyar, Biber ve Patlıcan) Ekiliş Alanlarında Tylenchida (Nematoda) Takımına Bağlı Bitki Paraziti Nematod Türlerinin Belirlenmesi. 49(2):59–66
- Uçucu yağ;** Farklı Hasat Zamanlarının Bergamot (*Citrus bergamia* Risso et Poiteau) Kabuk Uçucu Yağının Bazı Kalite Parametrelerine Etkisi. 49(2):67–73
- Verim;** Bazı Yeni Sofralık Üzüm Çeşitlerinin (*Vitis vinifera*) Göz Verimliliklerinin Belirlenmesi. 49(1):43–49
- Yağ bitkileri;** Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Kampüs Alanında Doğal Olarak Yetişen *Brassicaceae* Çeşitliliğinin Belirlenmesi. 49(1):25–33
- Yetiştiricilik;** Doğadan Gelen Mucize: Zencefil (*Zingiber officinale*). 49(2):99–110
- Zencefil (*Zingiber officinale*);** Doğadan Gelen Mucize: Zencefil (*Zingiber officinale*). 49(2):99–110



BAHÇE

Dergi web sayfası – *Journal home page*

<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/yalovabahce/Menu/49/Bahce-Dergisi>

BAHÇE Yayın İlkeleri

BAHÇE dergisinde, tarım bilimleri alanında Türkçe ve İngilizce makaleler yayınlanır. Özgün nitelikli araştırma sonuçlarını içeren makaleler yanında sınırlı sayıda derleme ve çevirilere de yer verilir. Dergi yılda iki kez olmak üzere Mart ve Kasım aylarında yayınlanır.

Dergiye gönderilen makaleler başka yerde yayınlanmamış ve yayın hakkı devredilmemiş olmalıdır. Çalışmaların bilimsel etik alanındaki her türlü sorumluluğu yazar/larına aittir. Yayın hakkı Bahçe dergisine aittir. Yazar/lara telif hakkı ödenmez. Yayınlanan makalelerin 5'er adet ayrı basımı yazarlara gönderilir.

Hazırlanan makale "Makale Gönderme ve Telif Hakkı Devir Sözleşmesi" ile birlikte Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Bahçe Yayın Kurulu'na posta ile yâda yalova.arastirma@tarimorman.gov.tr adresine elektronik olarak gönderilir.

Makaleler Yayın Kurulu tarafından incelenerek iki adet hakeme gönderilir. Hakem önerileri ve yazarın cevap hakkı dikkate alınarak Yayın Kurulu tarafından kabul veya ret kararı alınır. İhtilafli durumlarda Dergi Danışma Kurulu üyelerinin kararı bağlayıcıdır. Gerekli olması durumunda üçüncü bir hakemden görüş alınır. Hakem ya da Yayın Kurulu tarafından önerilen değişiklik ve düzeltmeler sorumlu yazara iletilir. Makale üzerinde bu değişiklik ve düzeltmeler dışında sonradan ekleme ya da çıkarma yapılamaz.

BAHÇE Yazım Kuralları

Sayfa düzeni ve yazı karakteri: Makaleler A4 ebadındaki kâğıda, her taraftan 2.5 cm boşluk bırakılacak şekilde, **11 punto büyüklüğünde, tek satır aralığı ve Times New Roman karakteri** ile Windows uyumlu işlemcide yazılmalıdır. Şekil ve Çizelgeler dahil toplam sayfa sayısının 15'i geçmemesine özen gösterilmelidir. Paragrafların ilk satırı 0.5 cm içeriden başlamalı, paragraflar arası boşluk bırakılmamalıdır. Makale tek sütun halinde düzenlenmelidir.

Makale metni sırasıyla; başlık, yazar isim ve adresleri, öz, anahtar kelimeler, İngilizce başlık, abstract, keywords, metin, teşekkür (gerekli ise) ve kaynaklar bölümünden oluşmalıdır.

Makale Başlığı: Makalenin Türkçe ve İngilizce başlığı 10 punto olacak şekilde yazılmalıdır.

Yazar isim(ler)i: Başlığın altına bir boşluk bırakılarak yazar(lar)ın isim ve soyisimleri yazılmalı, yazar(lar)ın ünvanı ve adresi yazar isimlerinin altında bir boşluk bırakılarak verilmelidir. Yazar isim ve adresleri 10 punto ile yazılmalıdır. Sorumlu yazara ait eposta adresi ilk sayfada dipnot olarak verilmelidir.

Öz ve Anahtar Kelimeler: Türkçe öz, yazar(lar)ın isim ve adresinin altında 200 kelimeyi geçmeyecek şekilde olmalı, anahtar kelimeler verilmelidir. Ardından makalenin İngilizce başlığı ve abstract 200 kelimeyi geçmeyecek şekilde verilmeli, hemen altına Keywords yazılmalıdır. Anahtar kelimelerin seçiminde Agris–Caris sınıflandırmasından faydalanılması tavsiye edilir. Anahtar kelimelerin 7'yi geçmemesine özen gösterilmelidir.

Metin: Yazı genel olarak a) Giriş, b) Materyal ve Metot, c) Bulgular, d) Tartışma, e) Sonuç(lar), f) Kaynaklar bölümlerinden meydana gelmelidir, c ve d maddeleri "Bulgular ve Tartışma" başlığı altında tek bölümde incelenebilir. Derleme makaleler, materyal, metot ve bulgular başlıkları dikkate alınmadan diğer kurallara uyumlu olarak yazılır.

Makalenin metin bölümünde bulunan ana başlıklar koyu ve büyük harfle, ikinci derece başlıklar koyu, italik ve küçük harfle, üçüncü derece başlıklar normal tümce düzeninde ve italik olarak verilir. Ana başlıklar üstten iki alttan tek satır boşlukla, ikincil başlıklar alt ve üstten tek satır boşlukla, üçüncül başlıklar boşluksuz satır olarak yer almalıdır. Paragraflar 0.5 cm içeriden başlamalıdır.

GİRİŞ: Bu bölümde sorunun ne olduğu ortaya konulacak ve sorunun, çalışmanın başındaki durumu belirtilecektir. Sadece konuya uygun ve gerekli olan literatür bilgileri aktarılacaktır. Sonunda araştırmanın amacı yazılacaktır.

MATERYAL VE METOT: Kullanılan materyal ve uygulanan metot kısa ve öz bir şekilde açıkça anlatılmalıdır. Materyal ve metot ayrı alt başlıklar halinde verilmelidir.

BULGULAR: Araştırma bulguları sunuşunda, metin yazısı, çizelge ve şekiller birbirlerini tamamlayıcı olmalıdır.

Şekiller ve Çizelgeler: Makalede yer alan şekil, grafik, fotoğraf vb. "şekil"; sayısal değerler ise "çizelge" olarak belirtilmeli ve metin içinde atıfta bulunulmalıdır. Açıklama yazıları şekillerin altında, çizelgelerin üstünde verilmelidir. Açıklamalar Türkçe ve İngilizce olarak yazılmalıdır. Ayrıca çizelge ve şekil içerisinde kullanılan ifadelerin İngilizce karşılıkları da yazılmalıdır. Şekil ve Çizelgeler mümkün olduğu kadar birleştirilerek ve özetlenerek verilmelidir. Ortalamalar arasındaki farklılığın önemi için yapılan test ve seviyesi Çizelge altında verilmelidir. Çizelgelerde dip not koyarken alfabenin son harfinden başlanmalıdır. Şekiller baskı tekniğinin gereği olarak Microsoft Office programında düzenlenmelidir. Fotoğraflar baskıya uygun olarak seçilmelidir. Şekil ve Çizelge örnekleri aşağıda verilmiştir.

Çizelge 2. 2001 yılında Çanakkale yöresinde yetiştirilen Trabzon hurması meyvelerinin olgunlaşma sürecinde kimyasal yapılarındaki değişimler^z

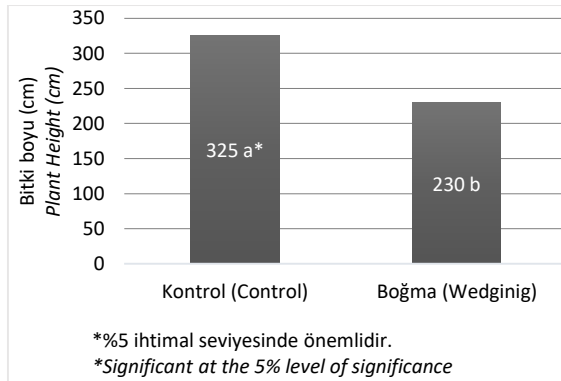
Table 2. Changes of chemical composition during maturation of persimmon fruits grown in Çanakkale in 2001^z

	MES (kg) <i>Fruit firmness</i>	SÇKM (%) <i>Soluble solids</i>	L-ascorbik <i>Acid (mg 100g⁻¹)</i>	Tanen (mg l ⁻¹) <i>Tannin</i>	Pektin (mg 100g ⁻¹) <i>Pectin</i>	T. Şeker (mg 100g ⁻¹) <i>Total Sugar</i>
1. Hasat <i>1st Harvest</i>	4.30 b	23.84 a	21.85 ab	20.59 a	1.02	22.04 d
2. Hasat <i>2st Harvest</i>	4.61 a	23.65 a	22.69 ab	20.01 a	1.17	26.15 b
3. Hasat <i>3st Harvest</i>	3.74 c	22.65 ab	23.74 a	17.45 b	1.26	27.90 a
4. Hasat <i>4st Harvest</i>	3.51 c	22.75 ab	20.14 b	17.22 b	1.46	23.74 c
5. Hasat <i>5st Harvest</i>	3.38 c	22.46 b	7.89 c	16.90 b	1.19	23.93 c
LSD _{0.05}	0.28	0.37	2.00	0.89	Ö.D. N.S.	1.46

^zAynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD)

^zMean separation within columns by LSD multiple test at, 0.05 level

Ö.D.: Önemli değil N.S.: Nonsignificant



Şekil 1. Boğma uygulamasının bitki boyu (cm) üzerine etkisi

Figure 1. The effect of wedging plant height (cm)

Birimler: Makalelerde SI (Système International d'Units) ölçü birimleri kullanılacaktır. Ondalık ayrımlarda virgöl yerine nokta kullanılmalıdır. Birimlerde "/" yerine üstel ifade kullanılmalıdır (örn: mg/l yerine mg l⁻¹). Binlik sayı gösterimlerinde noktalama işareti yerine boşluk kullanılmalıdır.



TARTIŞMA: Bu bölümde sonuçlar irdelenerek, daha önce yapılan çalışmalarla karşılaştırılarak aradaki farkın bir genelleme yapılmalıdır. Girişte belirtilen amaç ile sonuç arasında bir bağlantı kurularak, sorunun açık kalan yanları literatür ışığında tartışılmalıdır.

SONUÇ/LAR: Bu bölümde çalışma sonucunda elde edilen bulgular, bilime/uygulamaya katkı yönünden değerlendirilerek öneriler şeklinde ifade edilmelidir.

KAYNAKLAR: Çalışmada faydalanılan kaynaklar yazarların soyadlarına göre sıraya konularak numaralanmalıdır. Yazar isimleri gerek metin içerisinde ve gerekse kaynaklar listesinde baş harfi büyük diğer kısmı küçük harflerle yazılmalıdır. Metin içerisinde kaynaklar belirtilirken kaynağın sadece numarası genellikle cümle sonuna ve köşeli parantez içine konulmalı, cümle başında ise yazarın isimden sonra kaynak numarası verilmelidir. (Örneğin: Satsuma'da yüzde meyve suları miktarı bölgelere göre değişmektedir [2]. Meyve ağırlığı yönünden bölgeler arasında fark yoktur [3, 5, 1]. Kibar ve Uslu [10] yaptıkları çalışmada... gibi). Eserde faydalanılmayan kaynaklar bu bölümde gösterilmez.

Kaynak verilmesine ait bazı örnekler aşağıda gösterilmiştir.

Kitap:

1. Özbek, N., 1969. Deneme tekniği (I. Sera denemesi, tekniği ve metotları). *A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları 406. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara. 346 s.*
2. Brown, A.C., 1975. Apples. In: J. Janick, J. N. Moore (Eds.): *Advances in fruit breeding. Prudue University Press, West Lafayette, Indiana, ABD. pp: 3–37.*

Çeviri:

3. Kaşka, N., Yılmaz, M., 1974. Bahçe bitkileri yetiştirme tekniği (Çeviri: "Plant propagation" H.T. Hartman ve D.E. Kester). *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayınları 79. 610 s.*

Makale / Bildiri:

4. Büyükyılmaz, M., Bulagay A.N., Burak, M., 1994. Marmara bölgesi için ümitvar armut çeşitleri–III. *Bahçe 23(1–2):79–92.*
5. Turhan, Ş., Tipi, T., Erol, A.O., 2004. EurepGap uygulamalarının Türk yaş meyve–sebze üretimi ve rekabet gücü üzerine etkileri. *Türkiye VI. Tarım Ekonomisi Kongresi, 16–18 Eylül 2004. Tokat. Cilt I:315–322.*

Tez:

6. Akpınar, I., 1990. Değişik turuncgil anaçları üzerine aşılı Washington Navel, Valencia ve Moro portakal meyvelerinin muhafazası üzerine araştırmalar (Yüksek Lisans Tezi). *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana, 146s.*

Sürelili Yayınlar:

7. Anonymous, 1951. Soil survey manual hand book. *18. U.S. Gover Prin. Office. Washington, D.C. pp: 340–343.*
8. Anonim, 2000. Tarımsal yapı (üretim, fiyat, değer). T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Yayın No:2614, Haziran 2002, Ankara. 598 s.

Elektronik Kaynaklar:

9. Stiglitz, J.E., 1999. Whither reform? Ten years of the transition. *Annual World Bank Conference on Development Economics, Washington, DC, 28–30 April, (www.worldbank.org/research/abcde/stiglitz.html), (Erişim: Mayıs 2000).*



BAHÇE

Dergi web sayfası – *Journal home page*

<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/yalovabahce/Menu/49/Bahce-Dergisi>

BAHÇE

ISSN 1300–8943 (basılı)

Dergi web sayfası: <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/yalovabahce/Menu/49/Bahce-Dergisi>

Adres: Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, PK:15 77102, YALOVA

Makale Gönderme ve Telif Hakkı Devir Sözleşmesi

Makale Başlığı	
Yazar İsimleri	
Tüm Yazarlara ait ORCID No	
Eserden sorumlu yazarın bilgileri	
Adı Soyadı	
Adresi	
e-posta	
Telefon/Faks	

Yazar/lar aşağıdaki ifadeleri onayladıklarını belirtirler:

1. Bu makalenin bir kısmı ya da tamamı başka bir yerde yayınlanmamış, yayınlanmak üzere başka bir yere yollanmamıştır,
2. Tüm yazarlar ilgili makaleyi okumuş ve onaylamıştır, dergiye yayınlanmak üzere gönderildiğinden haberdardırlar,
3. Makale yazar/lar tarafından yazılmış, özgün bir çalışmadır,
4. Makalenin içinde yer alan bilgilerin sorumluluğu yazar/larına aittir,
5. Yazar/lar makalenin telif hakkından feragat ederler,

Bu makalenin telif hakkı Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü'ne devredilmiş olup, Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Yayın Kurulu makalenin yayınlanabilmesi konusunda yetkili kılınmıştır.

Yukarıdaki konular dışında yazar/ların aşağıdaki hakları ayrıca saklıdır;

- Telif hakkı dışındaki patent vb. bütün tescil edilmiş hakları yazar/lara aittir,
- Yazar/lar makalenin tümünü kitaplarında ve derslerinde, sözlü sunumlarında ve konferanslarda kullanabilirler,
- Makalenin tümü ya da bir bölümünü satış amaçlı olmamak koşulu ile kendi faaliyetleri için çoğaltma hakkına sahiptirler.

Yukarıdaki haklar dışında makalenin çoğaltılması, postalanması ve diğer yollardan dağıtılması, ancak Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Yetkilisinin ve Yayın Kurulunun izni ile yapılabilir. Makalenin tümü ya da bir kısmından atıf yapılarak yararlanılabilir.

Bu belge tüm yazarlar tarafından imzalanmalıdır, yazarların farklı kuruluşlarda bulunması durumunda imzalar farklı formlarda sunulabilir. İmzalar ıslak imza olmalıdır. Makale bu formla birlikte dergi adresine gönderilmelidir.

Yazar/lar Adı ve Soyadı	Tarih	İmza

Satır sayısı yazar sayısına göre artırılabilir/azaltılabilir.

Makalenin Yayın Kurulunca yayına kabul edilmemesi durumunda bu belge geçersizdir.



BAHÇE

Dergi web sayfası – *Journal home page*

<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/yalovabahce/Menus/72/Bahce-Journal>

BAHÇE Publication Principles

BAHÇE journal publish articles about agriculture sciences in Turkish and English. In addition to articles containing original quality research results, a limited number of reviews and translations are also included. This journal has been published twice in a year at March and November.

Articles which were sent to publish in this journal should have not published and the broadcast right must not be transferred. Any responsibility for the scientific ethics of the work belongs to the authors. The right of publication belongs to the garden magazine. No copyright is paid to the author / s. 5 s copies of the published articles are sent to the authors.

The prepared article is sent electronically to Atatürk Horticultural Central Research Institute Horticultural Publishing Board or to yalova.arastirma@tarimorman.gov.tr together with "Article Submission and Copyright Transfer Contract".

The articles are examined by the Editorial Board and sent to two reviewers. A decision of acceptance or rejection is taken by the Editorial Board considering the reviewer's recommendation and author's right of reply. In case of dispute, the decision of the members of the Magazine Advisory Board will be used. If necessary, a third reviewer is consulted. Amendments and corrections proposed by the reviewer or Editorial Board are forwarded to the responsible author. The article cannot be added or subtracted later except these changes and corrections.

BAHÇE Article Preparation Rules

Page layout and font: Article should be written in A4 paper, space for all sides were 2.5 cm, **11 punt and Times New Roman font by Windows processor.** Article with Figures and Tables should not exceed 15 pages. The first line of paragraphs should start within 0.5 cm from inside, no spaces between paragraphs should be left. The article should be organized in a single column.

The text of the article is; title, author name and address, Turkish abstract, Turkish key words, English title, English abstract, English key words, text, acknowledgment (if necessary), and references.

Article title: Article title should be written in Turkish and English at 10 punt.

Author name(s): Name and surname of the author(s) should be written under the article title after one space. Title and address of the author(s) should be written after one space. Author names and addresses should be written in 10 punt. The email address of the responsible author should be given as a footnote on the first page.

Abstract and Key words: Turkish abstract should be not exceed 200 words and written under the name and address, write key words. Then the English title of the article and the abstract should be given not to exceed 200 words, just below the key words should be written. It is advisable to use the Agris–Caris classification in the selection of keywords. Care must be taken that do not exceed 7 key words.

Text: Generally article should be consist of a) Introduction, b) Material and Method, c) Findings, d) Discussion, e) Result/s and f) References parts. Part c and d can be examined in one part named as "Findings and Discussion". Main titles in the article should be written bold and capital letter, second degree titles should be written bold, italic and small letter, third degree titles should be written as normal text but italic. Main titles are written two space from up and one space from down, second degree titles are written one space from up and down and third degree titles are written without spaces. Paragraphs are started 0.5 cm in side. Text of article:

INTRODUCTION: In this part, problem is defined and status of the problem before the study is expressed. Literatures are written only needed and concerned with subject of the article. Aim of the article is written at the end.

MATERIAL AND METHOD: Used material and applied method should be explained short and concise format under separate titles.

FINDINGS: Text, figures and tables should be complementing each other in the presentation of findings.

Figures and Tables: Figure, graphic, photo etc. should be named as "figure" and numeric values in chart should be named as "table" in the article. Author should give refer the figures and tables in the text. Captions should be written up side the figures and down side the tables. Captions should be written in Turkish and English. Additionally meaning of the expressions in figures and tables should be written in English. Figures and tables should be given combined and summarized as possible as. Instead of recurrences, mean of recurrences should be written in tables. Variance analysis table which was prepared to determine the differences between the mean values should not be given in the article. Applied test method and significance of the difference level of the mean values should be written under the table. Footnote in tables should be start from the last letter of the alphabet and differences of the mean values should be indicate with letter by starting from first letter of the alphabet. Small letter should be used in both. Because of the publication technique, figures should be prepared in Microsoft Office programs. For publication appropriate photos should be selected. Examples of figure and table are given at below.

Çizelge 2. 2001 yılında Çanakkale yöresinde yetiştirilen Trabzon hurması meyvelerinin olgunlaşma sürecinde kimyasal yapılarındaki değişimler^z

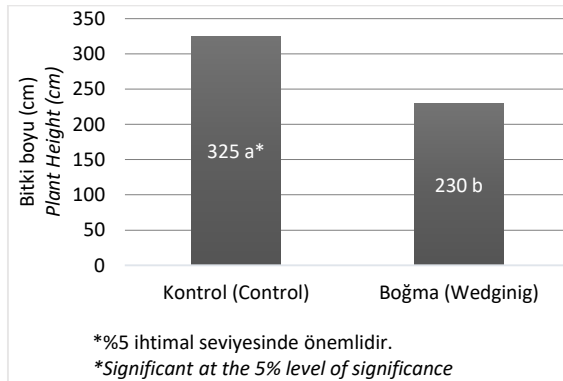
Table 2. Changes of chemical composition during maturation of persimmon fruits grown in Çanakkale in 2001^z

	MES (kg) Fruit firmness	SÇKM (%) Soluble solids	L–ascorbik Acid (mg 100g ⁻¹)	Tanen (mg l ⁻¹) Tannin	Pektin (mg 100g ⁻¹) Pectin	T. Şeker (mg 100g ⁻¹) Total Sugar
1. Hasat 1 st Harvest	4.30 b	23.84 a	21.85 ab	20.59 a	1.02	22.04 d
2. Hasat 2 st Harvest	4.61 a	23.65 a	22.69 ab	20.01 a	1.17	26.15 b
3. Hasat 3 st Harvest	3.74 c	22.65 ab	23.74 a	17.45 b	1.26	27.90 a
4. Hasat 4 st Harvest	3.51 c	22.75 ab	20.14 b	17.22 b	1.46	23.74 c
5. Hasat 5 st Harvest	3.38 c	22.46 b	7.89 c	16.90 b	1.19	23.93 c
LSD 0.05	0.28	0.37	2.00	0.89	Ö.D. N.S.	1.46

^zAynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD)

^zMean separation within columns by LSD multiple test at, 0.05 level

Ö.D.: Önemli değil N.S.: Nonsignificant



Şekil 1. Boğma uygulamasının bitki boyu (cm) üzerine etkisi

Figure 1. The effect of wedging plant height (cm)



Units: SI (Systeme International d'Units) units should be used in the article. Instead of comma, point should be used in decimal number distinctions. Instead of point, space should be used in thousands numbers.

DISCUSSION: Results are investigated and compared with the prior research result and the differences are generalized in this part. Author should be set a contact between the result and the aim which are expressed in Introduction part. Unsolved part of the problem should be discussed under the light of the literature.

RESULT(S): Obtained findings should be evaluated according to contribution to science/applications and expressed as proposals.

REFERENCES: Utilized references should be written in order of author last names and enumerated. Author names should be written with small letter in text and references. References should be given after the sentence or before the sentence after the author name by number with parenthesis. (Example: Fruit juice content show differences depend on regions in Satsuma [2]. There are not any differences among the regions according to fruit weights [3, 5, 12]. Kibar and Uslu [10] showed that in their study... etc). Only utilized references are given in this part. Review articles are prepared according to this guide but without material and method and findings parts.

Example of reference writings are as follows:

Books:

1. Özbek, N., 1969. Experimental technique (I. Greenhouse experiment, technique and methods). *A.U. Agricultural Faculty Publications 406. Ankara University Printing House, Ankara. 346 p.*
2. Brown, A.C., 1975. Apples. In: J. Janick, J.N. Moore (Eds.): *Advances in fruit breeding. Prudue University Press, West Lafayette, Indiana, ABD. pp: 3–37.*

Translates:

3. Kaşka, N., Yılmaz, M., 1974. Techniques for growing garden plants (Translation: "Plant propagation" by H.T. Hartman and D.E. Kester). *Cukurova University Faculty of Agriculture, Publications 79. 610 p.*

Articles:

4. Buyukyılmaz, M., Bulagay, A.N., Burak, M., 1994. Pomegranate pear variety for Marmara region–III. *Garden 23 (1–2): 79–92.*
5. Turhan, Ş., Tipi, T., Erol, A.O., 2004. The effects of EurepGap applications on Turkish fruit and vegetable production and competitiveness. *Turkey VI. Agricultural Economics Congress, 16–18 September 2004. Tokat. Volume I: 315–322.*

Thesis:

6. Akpınar, I., 1990. Studies on the preservation of Washington Navel, Valencia and Moro orange fruits, grafted on various citrus rootstocks (Master Thesis). *Cukurova University Institute of Natural and Applied Sciences Horticulture Department, Adana, 146p.*

Periodicals:

7. Anonymous, 1951. Soil Survey Manual Hand Book. *18. U.S. Gover Prin. Office. Washington, D.C. pp: 340–343.*
8. Anonymous, 2000. Agricultural Structure (Production, Price, Value). *Statistics Institute of Turkish Republic Prime Ministry, Publication No: 2614, June 2002, Ankara. 598 p.*

Electronic References:

9. Stiglitz, J.E., 1999. Whither Reform? Ten Years of the Transition. Annual World Bank Conference on Development Economics, Washington, DC, 28–30 April, (www.worldbank.org/research/abcde/stiglitz.html), (Access: May 2000).



BAHÇE

Dergi web sayfası – *Journal home page*

<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/yalovabahce/Menus/72/Bahce-Journal>

BAHÇE

ISSN 1300–8943

Web page of journal <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/yalovabahce/Menus/72/Bahce-Journal>

e–mail: yalova.arastirma@tarimorman.gov.tr

Address: Ataturk Central Horticultural Research Institute, Post Box: 15 77102, Yalova/TURKEY

Manuscript Submission and Copyright Release Form

Article title	
Author/s	
ORCID Numbers	
Corresponding authors	
Name	
Address	
e–mail	
Telephone/Fax	

Author/s approve the followings

1. This article or part of the article was not published or sent for publication before
2. All the authors read and approved the article and they are notified about sending the article to this journal.
3. This article was genuine and it was written by author/s
4. Responsibilities which were born from article contents belong to author
5. Author/s disclaim the copyright of the article.

Copyright of this article is belong to Ataturk Central Horticultural Research Institute and Ataturk Central Horticultural Research Institute Editorial Board is authorized to publish the article.

Except the copyright which is mentioned above, proprietary rights of the author/s are followed;

- Except the copyright all the rights such as patent are belong to author/s
- Author/s can be use all part of the article in their books, lectures and oral presentations
- All part of the article can be copied by author for their own activities except sales objective.

Except the copyright which mentioned above copying, posting and multiplication by other methods can be done with only permission of authorized person and Editorial Board of Ataturk Central Horticultural Research Institute. Article or part of the article can be used with cross–referring.

This form should be signed by all authors. If authors work in different installations, signs may be present in different forms. Signs should be wet. Article should be sent to the journal address with this form.

Names of author/s	Date	Sign

Number of raw can be increased/ decreased according to number of author.

If article is not approved for publication by Editorial Board, this form is invalid.