

Cilt / Volume: 11, Sayı / Issue: Özel / Special

Aralık / December, 2021

ISSN 2146-0574

E-ISSN 2536-4618

**FBED / JIST**

Uluslararası Hakemli Dergi / International Peer Reviewed Journal

**İĞDIR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ  
ENSTİTÜSÜ DERGİSİ**

**JOURNAL OF THE INSTITUTE  
OF SCIENCE AND  
TECHNOLOGY**



# FBED / JIST

**IĞDIR ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ**  
**ENSTİTÜSÜ DERGİSİ**

***Journal of the Institute***  
***of Science and Technology***

<http://dergipark.gov.tr/jist>



**Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**  
**Kısaltılmış Başlık: Iğdır Üniv. Fen Bil. Enst. Der.**

**Journal of the Institute of Science and Technology**  
**Abbreviated Title: J. Inst. Sci. and Tech.**

**Uluslararası Hakemli Dergi / International Peer Reviewed Journal**

**Basılı ISSN: 2146-0574**

**Elektronik ISSN: 2536-4618**

**Veri Tabanı / Indexed by**

TR Dizin, EBSCO, ROAD, Open Access Library (oalib), COSMOS IF, Sobiad, Google Scholar, Türkiye Atıf Dizini, International Institute of Organized Researches, Sindex, CrossRef, Eurasian Scientific Journal Index, CiteFactor, International Scientific Indexing, CAB Abstract

**Sahibi / Owner**

Doç. Dr. Ahmet TAN / Assoc. Dr. Ahmet TAN  
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü / Graduate Education Institute Director

**Baş Editör / Editor in Chief**

Doç. Dr. Süleyman TEMEL / Assoc. Prof. Dr. Süleyman TEMEL

**Yardımcı Editörler / Associate Editors**

Prof. Dr. Bilal KESKİN / Prof. Dr. Bilal KESKİN  
Doç. Dr. Adem KOÇYİĞİT / Assoc. Prof. Dr. Adem KOÇYİĞİT  
Doç. Dr. Ersin GÜLSOY / Assoc. Prof. Dr. Ersin GÜLSOY  
Dr. Öğr. Üyesi Ümit YILDIKO / Assist. Prof. Dr. Ümit YILDIKO

**Danışma Kurulu/ Advisory Board**

Prof. Dr. Kağan KÖKTEN / *Field Crop*, Bingöl University, Agricultural, Bingöl, Turkey  
Prof. Dr. Abdulmecit TÜRÜT / *Physics*, İstanbul Medeniyet University, İstanbul, Turkey  
Prof. Dr. Muhammad SARWAR, *Animal Science*, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan  
Prof. Dr. Vaqif ABBASOV, *Chemistry*, Neft Kimya Prosesleri Institutu, Azerbaycan  
Prof. Dr. Şükrü BEYDEMİR, *Biochemistry*, Anadolu University, Eskisehir, Turkey  
Prof. Dr. Salih DOĞAN, *Zoology*, Erzincan Binali Yıldırım University, Erzincan, Turkey  
Prof. Dr. Özkan AKSAKAL, *Botanical*, Ataturk University, Erzurum, Turkey  
Doç. Dr. Üyesi Mehmet POLAT, *Horticulture*, Isparta University, Isparta, Turkey  
Dr. Snezana ANDJELKOVIC, *Forage Crops*, Institute Za Krmno Bilje, Krusevac, Republic of Serbia

**Tasarım / Design**

Prof. Dr. Bilal KESKİN  
Arş. Gör. Hasan Kaan KÜÇÜKERDEM  
Arş. Gör. Ramazan TOSUN

**Web link:** <https://dergipark.org.tr/tr/pub/jist>

**Mail address:** fbed@igdir.edu.tr

**ULUSAL EDİTÖRLER KURULU**  
**NATIONAL EDITORIAL BOARD**

Doç. Dr. Beyhan KİBAR, Horticulture Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu, Türkiye	Dr. Öğr. Üyesi Zeynep Şilan TURHAN IRAK, Chemistry İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye
Prof. Dr. Ferhat MURATOĞLU, Horticulture Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu, Türkiye	Dr. Öğr. Üyesi Ümit YILDIKO, Chemistry Kafkas Üniversitesi, Kars, Türkiye
Doç. Dr. Ersin GÜLSOY, Horticulture İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye	Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Harbi ÇALIMLI, Chemistry İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi Gültekin IŞIK, Computer Engineering İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye	Dr. Öğr. Üyesi Uğur GÜLLER, Chemistry İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye
Prof. Dr. Ahmet ULUDAĞ, Plant Protection Düzce Üniversitesi, Düzce, Türkiye	Doç. Dr. Mahir UZUN, Mechanical Engineering İnönü Üniversitesi, Malatya, Türkiye
Doç. Dr. Celalettin GÖZÜAÇIK, Plant Protection İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye	Dr. Öğr. Üyesi Mustafa HAMAMCI, Mechanical Engineering İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi Tuba GENÇ KESİMCİ, Plant Protection İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye	Dr. Öğr. Üyesi Arslan KAPTAN, Mechanical Engineering Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas, Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi Ramazan GÜRBÜZ, Plant Protection İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye	Dr. Öğr. Üyesi Muhammet Raci AYDIN, Mechanical Engineering İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye
Prof. Dr. Ümit İNCEKARA, Biology Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye	Prof. Dr. İsa YILDIRIM, Mathematics Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi Emel DIRAZ YILDIRIM, Biology Kahramanmaraş Sütçü İmam Üni. K.Maraş, Türkiye	Prof. Dr. Serpil HALICI, Mathematics İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi Ahmet POLAT, Biology Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye	Dr. Öğr. Üyesi Lokman BİLEN, Mathematics İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye
Doç. Dr. Hakan KİBAR, Biosystem Engineering Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu, Türkiye	Doç. Dr. Aynur ŞAHİN, Mathematics Sakarya Üniversitesi, Sakarya, Türkiye
Doç. Dr. Sefa ALTIKAT, Biosystem Engineering İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye	Prof. Dr. Ahmet ADIGÜZEL, Molecular Biology and Genetic Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi Züleyha BİNGÜL, Environmental Engineering Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Bilecik, Türkiye	Dr. Öğr. Üyesi Kaan HÜRKAN, Molecular Biology and Genetic İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi Sinan KUL, Environmental Engineering Bayburt Üniversitesi, Bayburt, Türkiye	Doç. Dr. Can Ali AĞCA, Molecular Biology and Genetic Bingöl Üniversitesi, Bingöl, Türkiye
Doç. Dr. Adem KOÇYİĞİT, Electrical Electronic Eng. İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye	Prof. Dr. Mehmet Hakkı ALMA, Forestry Engineering İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi Kenan ÇİÇEK, Electrical Electronic Eng. İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye	Prof. Dr. Murat ZENGİN, Landscape Architecture Pamukkale Üniversitesi, Denizli, Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi Agah Oktay ERTAY, Electrical Electronic Eng. Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Erzincan, Türkiye	Dr. Öğr. Üyesi Meryem Bihter BİNGÜL BULUT, Landscape Architecture Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale, Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi Seda TÜRK, Industrial Engineering İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye	Doç. Dr. İlknur MERİÇ TURGUT, Fisheries Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi Hamid YILMAZ, Industrial Engineering Bayburt Üniversitesi, Bayburt, Türkiye	Doç. Dr. Yakup Erdal ERTÜRK, Agricultural Economy İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye
Doç. Dr. Ferdi AKMAN, Physics Bingöl Üniversitesi, Bingöl, Türkiye	Dr. Öğr. Üyesi Tuba Pekirbizli ZEMESTANİ, Agricultural Eco. Bozok Üniversitesi, Yozgat, Türkiye
Doç. Dr. İkrım ORAK, Physics Bingöl Üniversitesi, Bingöl, Türkiye	Prof. Dr. Bilal KESKİN, Field Crops İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye
Doç. Dr. Abdülkerim KARABULUT, Physics Erzurum Teknik Üniversitesi, Erzurum, Türkiye	Doç. Dr. Süleyman TEMEL, Field Crops İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi Osman AĞAR, Physics Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Karaman, Türkiye	Doç. Dr. Tamer ERYİĞİT, Field Crops Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, Türkiye
Prof. Dr. Ahmet ERDOĞAN, Food Engineering Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye	Doç. Dr. Adem GÜNEŞ, Soil Science and Plant Nutrition Erciyes Üniversitesi, Kayseri, Türkiye
Prof. Dr. İhsan Güngör ŞAT, Food Engineering Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye	Dr. Öğr. Üyesi Sedat SARI, Soil Science and Plant Nutrition İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi Mubin KOYUNCU, Food Engineering İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye	Doç. Dr. İsa YILMAZ, Animal Science Muş Alparslan Üniversitesi, Muş, Türkiye
Doç. Dr. Muhammed Yasin ÇODUR, Civil Engineering Erzurum Teknik Üniversitesi, Erzurum, Türkiye	Doç. Dr. Ali İhsan ATALAY, Animal Science İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye
Doç. Dr. Rıza POLAT, Civil Engineering Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye	
Dr. Öğr. Üyesi Muhammed Alperen ÖZDEMİR, Civil Engineering İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye	
Dr. Öğr. Üyesi Fikret TÜRKAN, Chemistry İğdır Üniversitesi, İğdır, Türkiye	

**ULUSLARARASI EDİTÖRLER KURULU**  
**INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD**

Prof. Dr. Muhammad HANIF, Mathematic  
Lahore Üniversitesi, Lahore, Pakistan  
Prof. Dr. Muhammad SARWAR KHAN, Agri. Biotechnology  
University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan  
Prof. Dr. Tan YANWEN, Economics  
South China Agricultural University, Guangzhou, China  
Prof. Dr. Abdul WAHID, Department of Botany  
University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan  
Prof. Dr. Zafar IQBAL, Veterinary Science  
University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan  
Prof. Dr. Khalid JAVED, Dep. of Livestock Prod.  
University of Vet. & Animal Sciences, Lahore, Pakistan

Assist. Prof. Dr. Christina BENEKI, Dep. of Bus. Admin.  
Tech. Educ. Inst. of Ionian Islands, Cephalonia, Greece  
Dr. Abdul WAHEED, Animal Science  
Bahauddin Zakariya University, Multan, Pakistan  
Dr. Snezana ANDJELKOVIC, Forage Crops  
Institute for Forage Crops(IFC), Krusevac, Republic of Serbia  
Dr. Ferhat ABBAS, Vet- Animal Science, CASVAB  
University of Balochistan, Balochistan, Pakistan  
Dr. Naveen KUMAR, Horticulture  
University of Florida, Florida, USA

**DİL EDİTÖRLERİ**  
**LANGUAGE CONSULTANTS**

Prof. Dr. Guang Jie ZHAO, Forestry,  
Beijing Forestry University, China  
Prof. Dr. Vaqif ABBASOV, Chemistry,  
Neft Kimya Prosesleri Institutu, Azərbaycan  
Prof. Dr. Emanuele BOSELLI, Food Science and Technology  
Free University of Bozen, Bolzano, Italy  
Prof. Dr. Lenka KOURIMSKA, Food and Nutrition,  
Czech Uni. of Life Sciences Prague, Suchdol, Czech Republic

Dr. Öğr. Üyesi Didem ERDEL,  
Iğdır Üniversitesi, Iğdır, Türkiye  
Uzm. Handan YILDIZ,  
Milli Eğitim Müdürlüğü, Iğdır, Türkiye  
Öğr. Gör. Talha YILDIZ,  
Iğdır Üniversitesi, Iğdır, Türkiye

**BU SAYININ HAKEM LİSTESİ**  
**REFeree LIST IN THIS ISSUE**

Prof. Dr. Ertan YILDIRIM, Horticulture  
Prof. Dr. Kazım MAVİ, Horticulture  
Prof. Dr. Ahmet BALKAYA, Horticulture  
Prof. Dr. Suat ŞENSOY, Horticulture  
Prof. Dr. İbrahim DUMAN, Horticulture  
Prof. Dr. İbrahim DEMİR, Horticulture  
Prof. Dr. Ahmet Erhan ÖZDEMİR, Horticulture  
Prof. Dr. Ahmet KORKMAZ, Horticulture  
Prof. Dr. Yalçın KAYA, Field Crops  
Prof. Dr. Levent ARIN, Horticulture  
Doç. Dr. Sevinç BAŞAY, Horticulture  
Doç. Dr. Çeknas ERDİNÇ, Horticulture  
Doç. Dr. Emre DEMİRER DURAK, Plant Protection  
Doç. Dr. Kibar AK, Plant Protection  
Doç. Dr. Behçet İNAL, Agricultural Biotechnology  
Doç. Dr. Arzu ÜNAL, Agricultural Biotechnology  
Doç. Dr. Necat TOĞAY, Field Crops  
Doç. Dr. Mehmet Hadi AYDIN, Plant Protection  
Doç. Dr. Ferit SÖNMEZ, Soil Science and Plant Nutrition

Dr. Öğr. Üyesi Tuba GENÇ KESİMCİ, Plant Protection  
Dr. Öğr. Üyesi Emel DIRAZ, Biology  
Dr. Öğr. Üyesi Muhittin KULAK, Biology  
Dr. Öğr. Üyesi Belkıs MUCA YİĞİT, Biology  
Dr. Öğr. Üyesi Eren ÖZDEN, Horticulture  
Dr. Öğr. Üyesi Burcu Begüm KENANOĞLU, Horticulture  
Dr. Öğr. Üyesi Faika YARALI KARAKAN, Horticulture  
Dr. Öğr. Üyesi Adnan AYDIN, Agricultural Biotechnology  
Dr. Öğr. Üyesi Dilek KANDEMİR, Horticulture  
Dr. Öğr. Üyesi Kaan HÜRKAN, Agricultural Biotechnology  
Dr. Öğr. Üyesi Kasım ŞAHİN, Agricultural Economy  
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet KOÇ, Horticulture  
Dr. Öğr. Gör. Mehmet Zeki KOÇAK, Field Crops  
Dr. Arş. Gör. Mehmet TEKİN, Field Crops  
Dr. Arş. Gör. Mustafa AKBABA, Plant Protection  
Dr. Arş. Gör. Emine UYGUR GÖÇER, Field Crops  
Dr. Naim ÖZTÜRK, Plant Protection  
Dr. Veysel ARAS, Horticulture  
Dr. Sıtkı ERMİŞ, Horticulture

**İğdir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi (FBED)**  
**YAYIN İLKELERİ**

1. FBED, Uluslararası hakemli bir dergi olup yılda dört kez yayınlanır. Dergimiz herhangi bir ücret talep etmemektedir. Makalelerin tümüne açık erişimle ulaşılabilir ve tam metin olarak indirilebilir.
2. Dergiye gönderilebilecek makale konuları Bahçe bitkileri, Bilgisayar mühendisliği, Bitki koruma, Biyoloji, Biyosistem mühendisliği, Çevre mühendisliği, Elektrik elektronik mühendisliği, Endüstri mühendisliği, Fizik, Gıda mühendisliği, İnşaat mühendisliği, Kimya, Makina mühendisliği, Matematik, Moleküler biyoloji ve genetik, Orman mühendisliği, Peyzaj mimarlığı, Su ürünleri, Tarım ekonomisi, Tarla bitkileri, Toprak bilimi ve bitki besleme ve Zootekni'dir. Dergide orijinal araştırma makalesi, derleme, teknik not yayımlanabilir.
3. Tüm yazılar iki profesyonel hakem tarafından değerlendirilir, Editör ve Yayın Kurulu tarafından incelenir.
4. FBED Türkçe ve İngilizce dillerinde yazılmış orijinal araştırma makalesi, teknik not ve derleme (toplam yayınların %20) yayımlanmaktadır.
5. Yayınlanması istenilen eserlerin herhangi bir yerde yayınlanmamış veya yayınlanmak üzere herhangi bir dergiye gönderilmemiş olması zorunludur.
6. Dergiye yayınlanmak üzere gönderilen eserlerle birlikte Telif Hakkı Devir Sözleşmesi de tüm yazarlarca (farklı adreslerde bulunan yazarlar forma ait tüm bilgileri doldurarak ayrıca imzalamak suretiyle gönderebilirler) imzalanarak gönderilmelidir.
7. Eserlerin tüm sorumluluğu yazarlarına aittir.
8. Aynı sayıda ilk isim olarak bir yazarın en çok iki makalesi basılır.
9. Eserler bilim etiği ilkelerine uygun olarak hazırlanmalı, gerekliyse Etik Kurul Raporu'nun bir kopyası eklenmelidir.
10. Herhangi bir sorunuz için lütfen [fbed@igdir.edu.tr](mailto:fbed@igdir.edu.tr) adresine başvurun.

**Journal of the Institute of Science and Technology (JIST)**  
**PUBLISHING POLICIES**

1. JIST is International Peer Reviewed Journal and published four times a year. Our journal does not charge any fees. All of the articles are accessible by open access and can be downloaded in full text.
2. The articles that can be sent to the journal are Horticulture, Computer engineering, Plant protection, Biology, Biosystem engineering, Environment engineering, Electrical-electronic engineering, Industrial engineering, Physics, Food engineering, Civil engineering, Chemistry, Mechanical engineering, Mathematics, Molecular biology and genetic, Forestry engineering, Landscape architecture, Fisheries, Agricultural economy, Field crops, soil science and plant nutrition and animal science.
3. All the manuscripts submitted to our journal are peer reviewed by two professional referees, Editor in Chief, and Editorial Board.
4. JIST intends to publish original research papers, technical notes, and reviews (20% of total papers) written in Turkish and English languages.
5. Manuscripts and communications are accepted on the understanding that these have not been published nor are being considered for publication elsewhere.
6. All the authors should submit their manuscript with transfer form of copyright for potential publication. The transfer form of Copyright should be signed by all authors.
7. All the authors will be responsible contextually for contents of their manuscripts.
8. Only two manuscripts of each author as first author can be published in same issue of JIST.
9. Manuscripts should be prepared in accordance with scientific ethic rules. When required, ethical committee reports with the related documents should be submitted to JIST.
10. Please contact for any question to [fbed@igdir.edu.tr](mailto:fbed@igdir.edu.tr)

## İÇİNDEKİLER / CONTENTS

### Bahçe Bitkileri / Horticulture

#### Araştırma Makalesi / Research Article

Domateste (*Solanum lycopersicum*) Farklı Tuz Konsantrasyonu Ön Uygulamalarının Çimlenme ve Fide Gelişim Parametrelerine Etkileri

The Effects of Different Salt Concentration Pretreatments on Germination and Seedling Growth Parameters in Tomato (*Solanum lycopersicum*)

Sultan DERE

3324

#### Araştırma Makalesi / Research Article

*Capsicum chinense* Türüne Ait Biber Genotiplerinde Sıcaklığın Tohum Çimlenmesi Üzerine Etkisi

The Effect of Temperature on Seed Germination in *Capsicum chinense* Genotypes

Bircan GÖKPINAR, Ahmet BALKAYA, G. Tuğba ŞAHİN

3336

#### Araştırma Makalesi / Research Article

Determination of Emergence and Seedling Characteristics in One- and Two-Year Seeds of Some Long-Day Onion (*Allium cepa* L.) Varieties

Levent ARIN, Nihan ŞAHİN, Mehmet ULUDAĞ, Ali Kadir KIRCI

3347

#### Araştırma Makalesi / Research Article

Türkiye Orijinli Yedikule Tipi Marul (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*) Genotiplerinin Teksel Seleksiyon Yöntemiyle Islahı

The Breeding of Turkey Originated Yedikule Type Lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*) Genotypes with Pure-line Selection

G. Tuğba ŞAHİN, Dilek KANDEMİR, Ahmet BALKAYA, Onur KARAAĞAÇ

3353

#### Araştırma Makalesi / Research Article

Ekim Öncesi Bazı Uygulamaların Kereviz Tohumlarının Fide Performansına Etkileri

The Effects of Some Pre-Sowing Treatments on the Seedling Performance of Celery Seeds

Merve DEMİRKES, İbrahim DUMAN

3363

#### Araştırma Makalesi / Research Article

Aşılamanın Melez Karpuz Tohumlarında Çimlenme ve Çıkış Özellikleri Üzerine Etkileri

Effects of Grafting on Germination and Emergence Characteristics of Hybrid Watermelon Seeds

Veysel ARAS, Nebahat SARI, İlknur SOLMAZ

3372

#### Araştırma Makalesi / Research Article

Kavun Tohumu Ekstraksiyonunda Hidroklorik Asit Kullanımının Tohum ve Fide Özellikleri Üzerine Etkisi

Effect of Hydrochloric Acid on Seed and Seedling Properties in Melon Seed Extraction

Alperen ÖZTÜRK, Boran İKİZ, Bülent ARPACI, Yıldız DAŞGAN

3383

#### Araştırma Makalesi / Research Article

Bazı Biyoaktif Özellikler Bakımından Üstün Karpuz Hibritlerin Elde Edilmesi

Obtaining of Watermelon Hybrids Superior in term of Some Bioactive Properties

Veysel ARAS, Çetin NACAR, Mustafa ÜNLÜ, Zafer KARASHAHİN, Çağlar EROĞLU, C. Aylin OLUK, Nebahat SARI

3390

#### Araştırma Makalesi / Research Article

Farklı Tuzluluk Sınıfındaki Topraklarda Yetiştirilen Domates Tohumlarında Bazı Antioksidan Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi

Determination of Some Antioxidant Enzyme Activities in Tomato Seeds Grown in Soils of Different Salinity Classes

Ayşe TÜRKHAN, Elif Duygu KAYA, Serdar SARI, Faruk TOHUMCU, Eren ÖZDEN

3406

#### Derleme Makalesi / Review Article

Süs Bitkilerinin Tohum Çimlenmesi, Fide Büyümesi ve Gelişiminde Kullanılan Ultrasonik Ses Uygulamaları

Ultra-Sonic Sound Applications Used in Seed Viability, Seedling Growth and Plant Development of Ornamentals

Fazilet PARLAKOVA KARAGÖZ, Atilla DURSUN

3416

#### Derleme Makalesi / Review Article

Biyotik Stres Koşullarına Dayanıklı Turp Islah Programında Kullanılan Genitörler

The Use of Genitors in Biotic Stress Resistant Radish Breeding Program

Kübra PALA, Onur KARAAĞAÇ, Ahmet BALKAYA

3429

#### Derleme Makalesi / Review Article

Soğan Islahında Generasyon İlerlemesi ve Tohum Üretim Sürecini Hızlandırma Teknikleri

Accelerating Generation Advance and Shortening Seed Production Duration Techniques in Onion Breeding

Arif BAĞCI, Onur KARAAĞAÇ, Ahmet BALKAYA

3438

#### Derleme Makalesi / Review Article

Ülkemizde Tescilli Sebze Çeşitlerinin Mevcut Durumu ve Tescil Sistemi

Current Status and Registration System of Vegetable Varieties in Our Country

Sıtkı ERMİŞ, Gülede ÖKTEM

3447

### Bitki Koruma / Plant Protection

#### Araştırma Makalesi / Research Article

*Fusarium* Başak Yanıklığının Buğday Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi: Enfekteli Başaklara Fungisit Uygulamaları Sonrasındaki Değişim  
The Effect of *Fusarium* Head Blight on Wheat Quality Parameters: Change After Fungicide Applicates in Infected-Spikes  
Nagehan DESEN KÖYÇÜ 3455

#### Araştırma Makalesi / Research Article

Arpa (*Hordeum vulgare* L.)’da Hesse Sineği [(*Mayetiola destructor* (Say) (Diptera: Cecidomyiidae)]’ne Karşı Tohum İlaçlarının Verim, Morfolojik ve Bazı Agronomik Özelliklerine Etkileri  
Effects on Yield, Morphological and Some Agronomic Characteristics of Seed Treatment Against Hessian Fly [(*Mayetiola destructor* (Diptera: Cecidomyiidae)] on Barley (*Hordeum vulgare* L.)  
Ayda KONUKSAL, Mustafa GÜLLÜ, Celalettin GÖZÜAÇIK, Hakan HEKİMİHAN, Reşat DEĞİRMENCİ, Cem KARACA 3465

#### Araştırma Makalesi / Research Article

Bazı Çörek Otu Tohumlarında Fungal Floranın Tespiti  
Determination of Fungal Flora in Some Black Cumin Seeds  
Merve Nur ERTAŞ ÖZ, Emine Burcu TURGAY, Çiğdem BOZDEMİR, Sibel BÜLBÜL 3476

### Gıda Mühendisliği / Food Engineering

#### Araştırma Makalesi / Research Article

Otlu Peynir Üretiminde Kullanılan Alternatif Bir Aromatik Bitki “*Ornithogalum narbonense*”  
An Alternative Aromatic Plant Used in Herby Cheese Production “*Ornithogalum narbonense*”  
Mubin KOYUNCU 3482

### Moleküler Biyoloji ve Genetik / Molecular Biology and Genetic

#### Araştırma Makalesi / Research Article

Bazı *Nigella sativa* L. Genotiplerinde RAPD Markırları Kullanılarak DNA Sitozin Metilasyon Polimorfizminin Belirlenmesi  
Determination of DNA Cytosine Methylation Polymorphism Using RAPD Markers in Some *Nigella sativa* L. Genotypes  
Emine UYGUR GÖÇER 3488

#### Araştırma Makalesi / Research Article

Bazı Tef Genotiplerinde RAPD Markırları Kullanılarak Genetik Varyasyonun Belirlenmesi  
Determination of Genetic Variation in Some Teff Genotypes Using RAPD Markers  
Adnan AYDIN, Eren ÖZDEN 3496

### Tarım Ekonomisi / Agricultural Economy

#### Araştırma Makalesi / Research Article

Endüstriyel Kenevir Tohum Üretiminin Ekonomik Analizi: Vezirköprü Örneği  
Economic Analysis of Seed Production of Industrial Hemp: A Case Study of Vezirköprü  
Mehmet UĞURLU 3507

### Tarla Bitkileri / Field Crops

#### Araştırma Makalesi / Research Article

Tohum Kaplamasında Kullanılan Bazı Pestisitlerin Mısırın Morfolojik Ve Kalite Özelliklerine Etkileri  
Effects of Some Pesticides Used as Seed-Coating on Morphological and Quality Parameters of Corn  
Yakup Onur KOCA, Melis YALÇIN, Cafer TURGUT 3519

#### Araştırma Makalesi / Research Article

Combined Application of Microbial Inoculation and Biochar to Mitigate Drought Stress in Wheat  
Fatih ÇIĞ, Murat ERMAN, Mustafa CERİTOĞLU 3528

#### Araştırma Makalesi / Research Article

Apiaceae Familyasına Dahil Bazı Echinophora Türlerinin Çimlenme Özelliklerinin Belirlenmesi  
Determination of Germination Characteristics of Some Echinophora Species Included in Apiaceae Family  
Bekir TOSUN, Tahsin KARADOĞAN, Arif ŞANLI 3539

#### Araştırma Makalesi / Research Article

Hasat Öncesi Uygulanan Doğal ve Sentetik Sürgün Gelişimi Engelleyicilerinin Patates (*Solanum tuberosum* L.)’in Verim ve Depo Kalitesine Etkileri  
Effects of Pre-Harvest Application with Natural and Synthetic Sprout Inhibitors on Yield and Storage Quality of Potato (*Solanum tuberosum* L.)  
Fatma Zehra OK, Arif ŞANLI 3546

#### Derleme Makalesi / Review Article

Türkiye Tohumculuğunun Tarihsel Gelişimi, Mevcut Durumu, Problemleri ve Çözüm Önerileri  
Historical Development, Current Situation, Problems and Solution Suggestions of Seed Production in Turkey  
Seydi Ahmet BAĞCI, İrfan ÖZER 3559



**NOT:** Bu sayıda yer alan makalelerin çoğunluğu 15-17 Kasım 2021 tarihinde İğdir’da düzenlenen Uluslararası katılımlı 7.Tohumculuk Kongresinde bildiri olarak sunulmuş makalelerden ibarettir.

**Atf İçin:** Dere S, 2021. Domateste (*Solanum lycopersicum*) Farklı Tuz Konsantrasyonu Ön Uygulamalarının Çimlenme ve Fide Gelişim Parametrelerine Etkileri. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(Özel Sayı): 3324-3335.

**To Cite:** Dere S, 2021. The Effects of Different Salt Concentration Pretreatments on Germination and Seedling Growth Parameters in Tomato (*Solanum lycopersicum*). Journal of the Institute of Science and Technology, 11(Special Issue): 3324-3335.

### Domateste (*Solanum lycopersicum*) Farklı Tuz Konsantrasyonu Ön Uygulamalarının Çimlenme ve Fide Gelişim Parametrelerine Etkileri

Sultan DERE<sup>1\*</sup>

**ÖZET:** Tuzluluk bitkilerde büyüme ve gelişmeyi sınırlandıran en önemli abiyotik stres faktörlerinden biridir. Dünyada en çok üretilen ve tüketilen sebze türlerinin başında domates (*Solanum lycopersicum*) gelmektedir. Bu çalışmada, domates çimlenme ve fide gelişim parametreleri üzerine farklı tuz konsantrasyonu ön uygulamalarının etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Deneme, Siirt Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Bitki materyali olarak Rio Grande ve H2274 domates çeşidi kullanılmıştır. Tuz ön uygulaması olarak beş farklı tuz konsantrasyonu (0, 1, 2, 3 ve 4 M) belirlenmiştir. Çalışma iki faktörlü tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Denemelerde, 3 tekrür ve her tekerrürde 10 bitki materyali bulunmaktadır. Çalışma sonunda çimlenme yüzdesi (%), ortalama çimlenme zamanı, çimlenme indeksi, çimlenme hızı gibi çimlenme parametreleri ile fide boyu, hipokotil çapı, kök uzunluğu, yaş ağırlık ve kuru ağırlık parametreleri değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda elde ettiğimiz sonuçlara göre tuz ön uygulamasının çimlenme yüzdesini ve bitki boyunu her iki çeşitte de azalttığı belirlenmiştir. Rio Grande domates çeşidinde tuz ön uygulamasının tüm konsantrasyonlarında yaş ağırlığın, kontrole kıyasla azaldığı ancak H2274 çeşidinde uygulamalar arasında farklılıkların olduğu görülmüştür. Kök ağırlığı, kontrole kıyasla tuz ön uygulamalarında Rio Grande çeşidinde artmıştır, fakat H2274 çeşidinde 3 M tuz ön uygulaması haricinde azalmıştır. İki çeşit içinde, farklı tuz konsantrasyonu ön uygulamalarında çimlenme ve fide gelişiminde farklılıkların olduğu ortaya çıkmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Domates, tuzluluk, ön uygulama, çimlenme

### The Effects of Different Salt Concentration Pretreatments on Germination and Seedling Growth Parameters in Tomato (*Solanum lycopersicum*)

**ABSTRACT:** Salinity is one of the most important abiotic stress factors limiting growth and development in plants. Tomato (*Solanum lycopersicum*) is one of the most produced and consumed vegetables in the world. In this study, it was aimed to determine the effects of different salt concentration pre-treatments on tomato germination and seedling growth parameters. The experiment was carried out in Siirt University Horticulture Department Laboratory. Rio Grande and H2274 tomato cultivars were used as plant material. Five different salt concentrations (0, 1, 2, 3 and 4 M) were determined as salt pre-treatment. The study was carried out using completely randomized experimental design with two factors. In experiments, there were 3 replications and 10 plant materials in each replication. At the end of the study, germination parameters such as germination percentage (%), average germination time, germination index, germination rate, and seedling height, hypocotyl diameter, root length, fresh weight and dry weight were evaluated. According to the results we obtained at the end of the study, it was determined that salt pre-application decreased the germination percentage and plant height in both cultivars. Fresh weight of the Rio Grande tomato cultivar decreased at all concentrations of salt pre-treatment compared to the control, but there were differences between the treatments in the H2274 cultivar. Root weight increased in Rio Grande cultivar with salt pre-treatment compared to control, but decreased in H2274 except 3 M salt pre-treatment. It was revealed that there were differences in germination and seedling development in the two cultivars at different salt concentration pre-treatments.

**Keywords:** Tomato, salinity, pre-treatment, germination

<sup>1</sup>Sultan DERE ([Orcid ID: 0000-0001-5928-1060](https://orcid.org/0000-0001-5928-1060)) Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Siirt, TÜRKİYE

\***Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Sultan DERE, e-mail: sultan.dere@siirt.edu.tr

15-17 Kasım 2021 tarihinde Iğdır'da düzenlenen Uluslararası katılımlı 7.Tohumculuk Kongresinde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

## GİRİŞ

Bitkiler, yetiştirme ortamlarında genellikle büyüme ve gelişmeleri için uygun olmayan veya stres oluşturabilen faktörlerle karşılaşabilirler. Bu faktörler arasında biyotik ve abiyotik faktörler olabilmektedir. Biyotik stresler arasında mantar, bakteriyel ve viral bitki patojenleri, zararlılar, yabancı otlar (Peterson ve Higley, 2001) bulunurken, abiyotik stres faktörleri arasında ise kuraklık, tuzluluk, yüksek sıcaklık, soğuk, besin eksikliği, ağır metal gibi faktörler bulunmaktadır. İklim değişikliğiyle tarımsal üretimde olumsuz etkilere neden olan abiyotik stres faktörlerinin artma eğiliminde olduğu bilinmektedir (Zhu, 2016). İklim değişikliğiyle birlikte kurak ve yarı kurak alanlarda toprak tuzluluğunun artması beklenen bir durumdur (Dere, 2020; Özyazıcı ve Açıkbaş, 2021). Tuzluluk stresi dünyadaki tarımsal alanların yaklaşık olarak %20'sini etkileyen, tarımsal üretimi sınırlandıran önemli bir küresel faktör haline gelmiştir (Flowers ve Yeo, 1995; Çamlıca ve Yıldız, 2017). Bitkilerde tuz stresine karşı biyokimyasal ve fizyolojik tepkiler çeşitlilik gösterir ve neredeyse tüm bitki süreçlerini etkiler. Yüksek tuzluluk hem iyonik (kimyasal) hem de ozmotik (fiziksel) bileşeni içerir. Tuz stresi genellikle su stresine, iyonik toksisiteye, besin dengesizliğine (toprakta besinlerin varlığı, bitkide alınması ve taşınması), oksidatif strese, metabolik süreçlerde değişikliklere (fotosentez, lipid metabolizması ve protein sentezi), membran bozukluğuna, yavaş hücre bölünmesine neden olur ve büyüme ve genotoksisite, dolayısıyla bitki büyümesini etkiler. Bu etkiler bitkinin büyüme aşamasına, stresin süresine ve yoğunluğuna bağlıdır. Tuz stresinin en önemli etkisi, enzim aktivitelerini ve biyokimyasal bileşenleri azaltarak bitki büyümesinin engellenmesidir (Akladios ve Mohamed, 2018; Kaleem ve ark., 2018; Demir, 2019).

Bitkilerin yaşam döngüsünde en önemli aşamayı tohumlarda çimlenme oluşturmaktadır (Turhan ve Şeniz, 2010; Khan ve ark., 2000; Bradford, 1995). Tuz stresi özellikle çimlenme aşamasında etkili olabilmekte ve birçok bitki türü tuz stresine hassasiyet gösterebilmektedir. Tuz konsantrasyonunun da artış çimlenmeyi azalttığı, tuzun olmadığı ortamlarda ise çimlenmenin en yüksek düzeyde gerçekleştiği bilinmektedir (Turhan ve Şeniz, 2010; Khan ve ark., 2000). Bitkilerin çimlenme aşamasında tuzluluk stresine maruz kaldıklarında hızlı ve yeterli çimlenme gösterdiklerinde, fide aşamasında da daha yüksek direnç gösterebildiği bilinmektedir (Bradford, 1995). Bu nedenle kültür bitkilerinde tuza tolerans düzeylerinin erken aşamada belirlenmesi tuzluluk sorunu olan veya oluşabilecek alanlarda sürdürülebilir üretim için önemli bir durumdur.

Kültür bitkilerinde tohum ekim derinliğinin en fazla 10 cm olması ve ekim yapılan bu kısım tuzluluğun en yoğun olduğu tabaka olması nedeniyle tuzluluk kültür bitkileri için önemli bir sorundur (Esechie, 1995). Bu nedenle kültür bitkileri içerisinde tohumları direkt toprağa ekilerek yetiştiriciliği yapılanlarda bazı çimlenme problemleri yaşanabilmektedir. Tuzluluk sorunu yaşanan alanlarda tohum ekiminin normal topraklara kıyasla daha yüzlek ekilmesi çimlenme ve çıkışta yaşanan sorunlarının azalması sağlayarak çimlenme ve çıkış yüzdesini arttırmaktadır (Moud ve Maghsoudi, 2008).

Domates (*Solanum lycopersicum* L.) dünyada yetiştirilen en önemli kültür sebzelerinden biridir. Domatesin yetiştiriciliği direkt tohum ekimiyle veya fidelerin tarlalara dikilmesiyle olmaktadır. Direkt tohum ekimini çevresel stres koşulları sınırlandırmaktadır. Çevresel stres koşullarından tuzluluğa birçok ticari domates çeşidi çimlenme ve fide aşamasında hassastır (Maas, 1986; Foolad, 1997). Tuzluluğun yoğunluğuna ve süresine, toprağın su potansiyeline, tohumun genetik yapısına bağlı olarak direkt tohum ekimi yapılan tuzlu topraklarda çimlenme de gecikme ve engeller yaşanmaktadır. Bu durum tarladaki fide çıkışlarını ve buna bağlı olarak bitki sayısını azalttığı bunun da ekonomik verim alınmasını riske sokmaktadır (Cuartero ve Fernandez-Munoz, 1999; Foolad ve ark., 2007). Toprak tuzluluğunun az olduğu alanlarda yeni tohum ekilmesiyle bu sorun giderilebilecekken tuzluluğun yüksek olduğu

alanlarda çimlenme sorununun daha yüksek olması ve çimlenme zamanının uzaması önemli bir problemdir. Tohumun çimlenmeden toprakta kalması tohumun birçok hastalık ve zararlıya maruz kalma riskini arttıracaktır (Cuartero ve Fernandez-Munoz, 1999).

Tüm bu nedenler ışığında bu çalışmanın amacı 2 farklı domates çeşidinin çimlenme ve fide gelişim parametrelerine farklı tuz konsantrasyonu ön uygulamalarının etkisinin belirlenmesidir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma Siirt Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Bitki materyali olarak H2274 ve Rio Grande domates çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan H2274 (sanayi ve sofralık) ve Rio Grande (sanayilik) çeşitleri ticari olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Beş farklı tuz konsantrasyonu molar (M) düzeyinde (0, 1, 2, 3, 4 M) tuz (NaCl) belirlenerek çalışma yürütülmüştür. Tuz konsantrasyonları detaylı literatür taraması ve ön denemeler yapılarak belirlenmiştir.

Domates tohumlarını çimlendirmek için suya NaCl eklenerek 1, 2, 3 ve 4 M olmak üzere farklı tuz konsantrasyonu uygulaması ile içerisine NaCl eklenmeyen kontrol olarak uygulamalar yapılmıştır. Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 10 adet tohum olacak şekilde düzenlenmiştir. Domates tohumlarının çimlendirilmesi için kullanılan petri kaplarının iç kısmının altına ve üstüne filtre kağıdı yerleştirilmiştir. Petri kapları uygulamalara göre etiketlenmiştir. Domates tohumları filtre kağıtlarının arasına konulduktan sonra farklı konsantrasyonlarda tuz içeren çözeltilerden ve tuz içermeyen sudan 5ml alınarak sulanmış ve  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$  sıcaklık içeren karanlık koşullarda yetiştirme kabineine bu petri kapları kapalı olarak yerleştirilmiştir. Tuz uygulaması yapılan gruptaki tohumlara 48 saat sonunda musluk suyuyla yıkama işlemi uygulanmış ve bu yıkama 5 kez tekrar edilmiştir. Yıkama işlemi petri kapında filtre kağıtlarına da yapılmıştır. Bu uygulamadan sonra tohumlar çimlendirme ortamına tekrar alınmıştır. Çalışmanın sonuna kadar petri kaplarına 48 saatte bir (petri kaplarındaki tohumların nem seviyelerine göre) 5 ml farklı konsantrasyonlardaki çözeltiler ilave edilmiştir. Çimlenmiş tohumların sayımına deneme kurulmasından itibaren 3. günden başlanmış ve sayım işlemleri her gün aynı saatte ve aynı koşulda yapılmıştır. Çimlenen tohumların sayımları yapıldıktan sonra aynı ortamda tutulmuştur. Tohumlar maksimum çimlenme sayısına (9 gün) ulaştığında çalışma sonlandırılmıştır. Çimlenen tohumların yüzde oranları 9. günün sonunda sayım işlemi bitirildikten sonra hesaplanmıştır. Çimlenme kriteri olarak radikulanın belirgin olarak testadan çıkmış olması esas alınmıştır (İşlek ve ark., 2010).

Çalışma sonunda çimlenme yüzdesi (%), ortalama çimlenme zamanı, çimlenme hızı (çimlenme indeksi) gibi çimlenme parametreleri ile fide boyu, hipokotil çapı, kök uzunluğu, yaş ağırlık ve kuru ağırlık parametreleri değerlendirilmiştir.

### Çimlenme Yüzdesi Parametresi

Tohumlar 24 saatte bir kontrol edilmiştir ve çimlenen tohumlar sayılmıştır. Çimlenen tohumlar sayıldıktan sonra Scott ve ark. (1984)'nin yaptıkları yöntemle göre çimlenme yüzdesi (ÇY) belirlenmiştir. Çimlenme yüzdesi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{ÇY} = \frac{(\text{NÇS})}{(\text{TS})} \times 100 \quad (1)$$

NÇS: Normal çimlenen tohum sayısı

TS: Toplam tohum sayısı

### Ortalama Çimlenme Süresi Parametresi

Tohumların çimlenme gününü belirlemek ortalama çimlenme süresi için kullanılır. Ortalama çimlenme süresi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Ellis ve Roberts, 1981).

$$\text{OÇZ} = \frac{\sum(\text{SiGi})(\text{Gi})^{-1}}{\quad} \quad (2)$$

Si: Gi gününde çimlenen tohumların sayısıdır.

Gi: çimlenmenin başlangıcından itibaren geçen gün sayısını ifade eder.

### Çimlenme Üniformitesi

Çimlenme üniformitesi Bewley ve Black, (1994)'ın belirlediği yöntemle hesaplanmıştır.

$$\text{ÇUK} = \sum_s \sum [(O\text{ÇZ} - g)^2 s]^{-1} \quad (3)$$

g: Ekim günü olan 0. günden başlayarak gün cinsinden süredir.

s: g gününde çimlenmeyi tamamlayan tohum sayısıdır.

### Çimlenme Hızı Parametresi

Çimlenme hızı Abazarian ve ark. (2011)'a göre aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\text{ÇH} = (S1G1^{-1}) + (\text{Ç}2G2^{-1}) + \dots + (\text{Çn}Gn^{-1}) \quad (4)$$

S: Çimlenen tohumların sayısıdır.

G: Çimlenme için gereken gün sayısıdır.

### Fidede Yapılan Ölçümler

Gözlemler için fidelerin boy, çap ve kök örnekleri renkli tarayıcı (Iscan Color Mini Portable Scanner) ile 300 DPI çözünürlükte taranmıştır. Fide boyu, hipokotil çapı ve kök parametrelerinin hassas ve detaylı ölçümleri için ImageJ yazılımı (Rueden ve ark., 2017) kullanılmıştır (Özyazıcı ve Açıkbaz, 2021). Fide yaş ağırlıkları hassas terazi ile belirlenmiştir. Fide kuru ağırlığının belirlenmesi için örnekler 65°C'de etüvde 36 saat kurutulmuş ve hassas terazide tartılmıştır.

### İstatistiksel Analizler

Çalışmanın verilerinin istatistiksel analizi JMP paket programına göre yapılmıştır. Elde edilen veriler faktöriyel desende tesadüfi parsellere göre varyans analizine tabi tutulmuştur. Varyans analizinden önce yüzde ifade edilen verilere ArcSin dönüşümü uygulanmıştır. Ortalamalar arasındaki farklar TUKEY HSD çoklu karşılaştırma testi ile kontrol edilmiştir (Açıkgöz ve Açıkgöz, 2001).

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### Çimlenme değerlendirilmesi

Çimlenme yüzdesi değerlendirildiğinde uygulama ve çeşit etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 1). Çimlenme yüzdesinin en yüksek olduğu uygulama her iki çeşitte de kontrolde görülürken, Rio Grande %100 çimlenme yüzdesiyle en yüksek orana sahiptir. Tuz ön uygulamasının çimlenme yüzdesini düşürdüğü ve en düşük çimlenme oranının 4 M tuz ön uygulamasında H2274 çeşidindedir. Rio Grande çeşidinde ise tuz ön uygulama konsantrasyonlarına bağlı olarak çimlenme yüzdesinin değiştiği ve en düşük çimlenme yüzdesinin 1 M tuz ön uygulamasında olduğu belirlenmiştir. Rio Grande çeşidinde kontrole kıyasla en yüksek yüzde değişim 1 M tuz ön uygulamasında 63.33 azalış olarak görülmüştür. H2274 çeşidinde ise en yüksek yüzde değişim kontrole göre 4 M tuz ön uygulamasında 63.70 azalış şeklinde gerçekleşmiştir. H2274 çeşidinde tuz konsantrasyonu arttıkça kontrole göre yüzde değişimde negatif yönden yükseliş göstermiştir. Turhan ve Şeniz, (2010), tarafından yapılan çalışmada, domates genotiplerinin çimlenme yüzdesinin tuz uygulamasında azaldığı belirtilmiştir. Tuz stresinin çimlenme yüzdesinin azalttığı ve bu azalışın çeşitlere ve türlere bağlı olarak farklılık gösterdiği bildirilmiştir (Hajer ve ark., 2006; Al-Harbi ve ark., 2008; Çavuşoğlu, 2012; Çamlıca ve Yıldız, 2017). Yapılan birçok çalışmada tuz konsantrasyonu arttıkça çimlenme oranının düştüğü rapor edilmiştir (Erken, 2005; Kaya ve ark., 2005; Bulut, 2007; Arın ve Aybaş, 2008; Çolak ve ark., 2008; Doğan ve ark., 2008; Yokaş ve ark., 2008; Turhan ve Şeniz, 2010; Özyazıcı ve Açıkbaz, 2021). Bu sonuçlar ile H2274 çeşidinde elde ettiğimiz sonuçlar paralellik

gösterirken, Rio Grande çeşidinde tuz konsantrasyonu artışıyla çimlenme oranındaki düşüş paralellik göstermemektedir. Yani 4 M tuz konsantrasyonu ön uygulamasında çimlenme yüzdesi 90 iken, 1 M tuz ön uygulamasında 36,37 olduğu belirlenmiştir. Toprak çözeltisinin ozmotik potansiyelinde azalma ve köklerde su alımının engellenmesi tuzluluğun bir sonucudur (Kochak-Zadeh ve ark., 2013; Fernández-Torquemada ve Sánchez-Lizaso, 2013; Öner ve Kırılı, 2018). Ozmotik potansiyele tuzun böyle etkilemesi çimlenme için gerekli olan nem alımını olumsuz etkilemektedir (Abbasdokht, 2011; Aslan ve ark., 2016; Öner ve Kırılı, 2018). Bu durum tuz ön uygulamasında çimlenme yüzdesinde azalışın nedenlerinden birini ortaya çıkarmaktadır.

**Çizelge 1.** Farklı tuz konsantrasyonları ön uygulamalarında domates çeşitlerinin çimlenme yüzdesi

Uygulamalar	Rio Grande	% Değişim	H2274	% Değişim
Kontrol	100.00 (89.86)		96.67 (83.90)	
1 M	36.37 (36.16)	-63.33	90.00 (75.04)	-6.67
2 M	93.33 (77.75)	-6.67	86.67(68.89)	-10.00
3 M	63.33 (53.88)	-36.67	80.00 (63.96)	-17.04
4 M	90.00 (75.04)	-10.00	33.33 (14.07)	-63.70

( ): Açı transformasyonu değeridir.

Uygulama ve çeşit interaksiyonunun ortalama çimlenme zamanına etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). Ortalama çimlenme zamanı bakımından en uzun çimlenme zamanı H2274 çeşidinde 3M tuz ön uygulamasında görülmüştür. En kısa çimlenme zamanı kontrol uygulamasında ve Rio Grande çeşidinde görülmüştür. Rio Grande çeşidinde 1M tuz ön uygulamasında ortalama çimlenme zamanı kısa fakat çimlenme yüzdesi düşüktür. Aynı durum H2274 çeşidinde 4M tuz ön uygulamasında görülmüştür. Kontrole kıyasla en yüksek yüzde değişim Rio Grande çeşidinde 4 M tuz ön uygulamasında görülürken. H2274 çeşidinde 3 M tuz ön uygulamasında görülmüştür (Çizelge 2). Çimlenme süresindeki artışın nedeni olarak tuz konsantrasyonundaki artışın ozmotik ve iyonik strese sebep olması ve bunun sonucunda tohumun su alımındaki azalma gösterilebilir (Tabassum ve ark., 2017; Öner ve Kırılı, 2018). Yaptığımız çalışma sonuçları ile diğer araştırmacıların yaptıkları çalışma paralellik göstermektedir (Erken, 2005; Kaya ve ark., 2005; Okçu ve ark., 2005; Köşkeroğlu, 2006; Öz ve Karasu, 2007; Arın ve Aybaş, 2008; Çolak ve ark., 2008; Day ve ark., 2008; Doğan ve ark., 2008; Turhan ve Şeniz 2010; Yokaş ve ark., 2008; Özyazıcı ve Açıkbay, 2021)'nin çalışma sonuçlarıyla paralellik göstermektedir.

**Çizelge 2.** Farklı tuz konsantrasyonları ön uygulamalarında domates çeşitlerinin ortalama çimlenme zamanı

Uygulamalar	Rio Grande	% Değişim	H2274	% Değişim
Kontrol	3.00		3.28	
1 M	3.37	12.22	5.30	61.59
2 M	5.14	71.36	5.19	59.01
3 M	3.26	8.77	5.41	64.44
4 M	5.26	75.25	3.83	11.90

Çimlenme hızı bakımından uygulama ve çeşit interaksiyonunun istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Rio Grande ve H2274 çeşidinde tuz konsantrasyonu arttıkça çimlenme hızının düştüğü belirlenmiştir. Çimlenme hızı farklılığının istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Çimlenme hızı verileri Çizelge 3'de verilmiştir. Çimlenme hızının kontrole kıyasla tuz ön uygulamalarında azaldığı en yüksek azalışın H2274 çeşidinde 4 M tuz ön uygulamasında olduğu belirlenmiştir. Rio Grande çeşidinde en yüksek çimlenme hızının kontrol uygulamasında belirlenirken en düşük 1 M tuz ön uygulamasında belirlenmiştir. Çimlenme hızının kontrole göre en fazla yüzde

değişim Rio Grande çeşidinde 1 M tuz ön uygulamasında 77.90 ve H2274 çeşidinde 4 M tuz ön uygulamasında 77.37 azalış olarak belirlenmiştir. Özyazıcı ve Açıkbaş (2021) yaptıkları çalışma sonucuna göre tuz konsantrasyonu arttıkça çimlenme hızının azaldığını bildirmişlerdir. Bu sonuçlar ile yaptığımız çalışmanın sonuçlar paralellik göstermektedir.

**Çizelge 3.** Farklı tuz konsantrasyonları ön uygulamalarında domates çeşitlerinin çimlenme hızı\*

Uygulamalar	Rio Grande	% Değişim	H2274	% Değişim
Kontrol	3.33 a		3.08 ab	
1 M	0.74 c	-77.90	1.76 abc	-42.55
2 M	1.86 abc	-44.31	1.70 abc	-44.59
3 M	1.33 bc	-60.07	1.56 abc	-49.38
4 M	1.80 abc	-46.05	0.64 c	-77.37

\* : Aynı sütunda farklı harfler arasındaki farklılıklar önemlidir ( $P<0.001$ ).

Sonuçları değerlendirildiğinde uygulama ve çeşit interaksyonunun çimlenme üniformitesi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4). En yüksek çimlenme üniformitesi kontrol uygulamasında Rio Grande çeşidinde görülmüştür. H2274 çeşidinde kontrole kıyasla farklı tuz konsantrasyonu ön uygulamalarında çimlenme üniformitesinin azaldığı ve bu azalışın tuz konsantrasyonu arttıkça şiddetlendiği belirlenmiştir. Rio Grande çeşidinde kontrole kıyasla en düşük çimlenme üniformitesinin 1 M tuz ön uygulamasındadır. Çimlenme üniformitesi yüzde değişimi bakımından sonuçlar değerlendirildiğinde kontrole kıyasla en yüksek yüzde değişimin 1 M tuz ön uygulamasında Rio Grande çeşidinde 78.39 azalış olarak görülmüştür. H2274 çeşidinde ise kontrole kıyasla 4m tuz ön uygulamasındadır. H2274 tuz konsantrasyonu arttıkça çimlenme üniformitesinde yüzde değişimin negatif yönde arttığı belirlenmiştir. Yaptığımız çalışma sonuçlarıyla Özyazıcı ve Açıkbaş (2021)'in sonuçları paralellik göstermektedir.

**Çizelge 4.** Farklı tuz konsantrasyonları ön uygulamalarında domates çeşitlerinin çimlenme üniformitesi\*

Uygulamalar	Rio Grande	% Değişim	H2274	% Değişim
Kontrol	33.33 a		29.64 ab	
1 M	7.20 c	-78.39	17.25 abc	-41.72
2 M	18.17 abc	-45.49	16.69 abc	-43.34
3 M	12.94 bc	-61.18	15.31 abc	-48.53
4 M	17.33 abc	-48.02	6.36 c	-76.66

\* : Aynı sütunda farklı harfler arasındaki farklılıklar önemlidir ( $P<0.0009$ ).

### Fide büyüme değerlendirmesi

Fide boyu bakımından uygulama ve çeşit interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 5). Fide boyu her iki çeşitte de en yüksek kontrol uygulamasında görülmüştür. Kontrol kıyasla tuz ön uygulamasında fide boyunun Rio Grande çeşidinde azaldığı ve en fazla azalışın 2 M tuz ön uygulamasında olduğu belirlenmiştir. H2274 çeşidinde kontrole kıyasla 1 M tuz ön uygulamasında fide boyunun arttığı belirlenmiştir. Bu durum bünyedeki tuz konsantrasyonunu seyrelterek tuza tolerans olarak değerlendirilebilir. Kontrole göre fide boyu yüzde değişimi değerlendirildiğinde en yüksek yüzde değişim Rio Grande çeşidinde 83.93 ile 2 M tuz ön uygulamasında azalış olarak belirlenmiştir. H2274 çeşidinde ise 1 m tuz ön uygulaması hariç diğer uygulamalarda yüzde değişim negatif yöndedir ayrıca 2 M tuz ön uygulamasıyla birlikte tuz konsantrasyonu arttıkça yüzde azalış daha da yükselmiştir. Domates fide boyunun tuz dozu arttıkça azaldığı bildirilmiştir (Çavuşoğlu, 2012). Tuz stresinde sürgün uzunluğunun azaldığı bildirilmiştir (Çamlıca ve Yıldız, 2017). Kontrol ile tuz stresi uygulamaları karşılaştırıldığında artan tuz dozları ile radikula uzunluklarında azalışların olduğu ve bu azalışın yaklaşık %46 düzeyinde gözlemlendiği bildirilmiştir (Öner ve Kırılı, 2018). Diğer araştırmacıların elde ettikleri

sonuçları değerlendirildiğinde de tuz konsantrasyonu arttıkça bitki boyunun azaldığı tespitini bildirmişlerdir (Okçu ve ark., 2005; Köşkeröglü, 2006; Öz ve Karasu, 2007; Arın ve Aybaşı, 2008; Day ve ark., 2008; Özyazıcı ve Açıkbashi, 2021).

**Çizelge 5.** Farklı tuz konsantrasyonları ön uygulamalarında domates çeşitlerinin fide boyu (cm)\*

Uygulamalar	Rio Grande	% Değişim	H2274	% Değişim
Kontrol	6.069 a		4.165 abc	
1 M	2.327 bc	-65.47	4.495 ab	7.63
2 M	0.940 c	-83.93	3.964 abc	-3.94
3 M	3.686 abc	-37.55	2.463 bc	-39.22
4 M	3.182 abc	-47.03	1.305 c	-65.84

\* : Aynı sütunda farklı harfler arasındaki farklılıklar önemlidir ( $P<0.0014$ ).

Hipokotil çapı bakımından uygulama ve çeşit interaksyonunun istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 6). Hipokotil çapı en yüksek 4 M tuz ön uygulamasında Rio Grande çeşidinde görülürken en düşük H2274 çeşidinde yine 4 M tuz ön uygulamasında görülmüştür. Rio grande çeşidinde kontrole kıyasla en yüksek azalışın 2 M tuz ön uygulamasında olduğu belirlenmiştir. Kontrole göre hipokotil çapı yüzde değişimi değerlendirildiğinde en yüksek yüzde değişim H2274 çeşidinde 80.64 ile 4 M tuz ön uygulamasında azalış olarak belirlenmiştir. H2274 çeşidinde 2 M tuz ön uygulaması dışındaki tüm tuz ön uygulamalarında hipokotil çapı azalmıştır. Domates hipokotil çapının tuz stresinde azaldığı bildirilmiştir (Çavuşoğlu, 2012). Buna benzer sonuçlar (Akdoğan ve Özkan, 2000; Erken, 2005; Okçu ve ark., 2005; Köşkeröglü, 2006; Day ve ark., 2008)'nın yaptıkları çalışmalarda da görülmektedir.

**Çizelge 6.** Farklı tuz konsantrasyonları ön uygulamalarında domates çeşitlerinin hipokotil çapı (cm)

Uygulamalar	Rio Grande	% Değişim	H2274	% Değişim
Kontrol	0.0744 abc		0.0847 ab	
1 M	0.0370 bcd	-51.22	0.0837 ab	-1.24
2 M	0.0223 cd	-68.63	0.0913 a	8.28
3 M	0.0800 ab	7.26	0.0757 ab	-10.90
4 M	0.0920 a	23.60	0.0170 d	-80.64

\* : Aynı sütunda farklı harfler arasındaki farklılıklar önemlidir ( $P<0.0001$ ).

Fide kök uzunluğu bakımından uygulama ve çeşit interaksyonunun istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 7). Kök uzunluğunun en yüksek 3 M tuz ön uygulamasında Rio Grande çeşidinde belirlenmiştir. En düşük kök uzunluğu ise H2274 çeşidinde 3 M tuz ön uygulamasında bulunmuştur. Rio Grande çeşidinde kontrole göre yüzde değişim değerlendirildiğinde 2 M tuz ön uygulaması hariç diğer uygulamalarda arttığı belirlenmiştir. H2274 çeşidinde ise 1 M ve 2 M tuz ön uygulamasında artış, 3 M ve 4 M tuz ön uygulamasında azalış olduğu görülmüştür. Domates fide kök uzunluğunun tuz stresinde azaldığı bildirilmiştir (Çavuşoğlu, 2012). Kök toprağa direk temas eden kısım olduğu için tuzluluk stresinde kök uzunluğu önemli bir kriterdir. Tuz stresinde kök uzunluğunun azaldığı ve bu azalışın tuz konsantrasyonu arttıkça daha da yükseldiği belirtilmiştir (Çamlıca ve Yıldız, 2017).

**Çizelge 7.** Farklı tuz konsantrasyonları ön uygulamalarında domates çeşitlerinin fide kök uzunluğu veya boyu (cm)

Uygulamalar	Rio Grande	% Değişim	H2274	% Değişim
Kontrol	1.567 ab		2.356 ab	
1 M	3.041 a	108.68	3.108 a	43.83
2 M	0.840 ab	-38.33	2.827 ab	30.98
3 M	3.111 a	103.18	0.591 ab	-71.43
4 M	2.951 a	92.86	0.175 b	-94.34

\* : Aynı sütunda farklı harfler arasındaki farklılıklar önemlidir ( $P<0.003$ ).



Fide yaş ağırlığı bakımından uygulama ve çeşit interaksyonu istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 8). Rio Grande çeşidinde yaş ağırlığın kontrole kıyasla tuz ön uygulamalarında azaldığı belirlenmiştir. H2274 çeşidinde kontrole kıyasla 1M ve 2 M tuz ön uygulamasında yaş ağırlığın arttığı 3M ve 4 M tuz ön uygulamasında ise azaldığı görülmüştür. Yaş ağırlık bakımından uygulamalar arasında farklılığın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir. Rio Grande çeşidinde kontrole göre tuz ön uygulamalarında yüzde değişim azalış olarak belirlenmiştir. H2274 çeşidinde ise 1 M ve 2 M tuz ön uygulamasında artış ve 3 M ve 4 M tuz ön uygulamasında azalış olarak görülmüştür (Çizelge 8). Domates fide yaş ağırlığının tuz stresinde azaldığı bildirilmiştir (Çavuşoğlu, 2012). Kontrole kıyasla tuz konsantrasyonu arttıkça koleoptil yaş ağırlığının azaldığı bildirilmiştir (Öner ve Kırılı, 2018). Fide yaş ağırlığının tuz dozu arttıkça azaldığıyla ilgili benzer sonuçlar birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Erdal ve ark., 2000; Türkmen ve ark., 2002; Çanakçı ve Munzuroğlu, 2004; Bilgin ve Yıldız, 2007; Öz ve Karasu, 2007; Kuşvuran ve ark., 2007; Arın ve Aybaşı, 2008; Özyazıcı ve Açıkbay, 2021).

**Çizelge 8.** Farklı tuz konsantrasyonları ön uygulamalarında domates çeşitlerinin fide yaş ağırlığı (g)

Uygulamalar	Rio Grande	% Değişim	H2274	% Değişim
Kontrol	0.4600		0.3822	
1 M	0.2067	-56.56	0.4370	14.36
2 M	0.3707	-13.93	0.3980	3.61
3 M	0.2067	-43.34	0.3153	-17.59
4 M	0.3039	-31.79	0.2125	-43.13

Fide kuru ağırlığı bakımından uygulama ve çeşit interaksyonu istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 9). Rio Grande çeşidinde kontrole kıyasla 2 M ve 4 M tuz ön uygulamasında arttığı 1 M ve 3 M tuz ön uygulamasında ise azaldığı görülmüştür. H2274 çeşidinde kontrole kıyasla 4 M tuz ön uygulaması hariç diğer uygulamalarda fide kuru ağırlığının arttığı tespit edilmiştir. Rio Grande çeşidinde kontrole göre tuz ön uygulamalarında yüzde değişim 1 M ve 3 M azalış ve 2 M ve 4 M'da artış olarak belirlenmiştir. H2274 çeşidinde ise 4 M tuz ön uygulaması haricinde artış olarak görülmüştür (Çizelge 9). Tuz stresinin domateste kuru ağırlığı azalttığı yapılan çalışmada bildirilmiştir (Çavuşoğlu, 2012). Buna benzer sonuçlar (Akdoğan ve Özkan, 2000; Akıncı ve Akıncı, 2000; Erdal ve ark., 2000; Yurtseven ve Baran, 2000; Türkmen ve ark., 2002; Çanakçı ve Munzuroğlu, 2004; Bilgin ve Yıldız, 2007; Öz ve Karasu, 2007; Kuşvuran ve ark., 2007; Arın ve Aybaşı, 2008; Parlak ve Parlak, 2006, 2008; Özyazıcı ve Açıkbay, 2021)'nin yaptıkları sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Öner ve Kırılı (2018) yaptıkları çalışmada tuz dozlarındaki artışın kuru ağırlıkta azalışa neden olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca tuz stresine çeşitlerin tepkilerindeki farklılığın nedeni olarak hücre zarlarındaki ve hücrel homeostaz kapasitelerindeki genetik farklılıkların olabileceği rapor edilmiştir. Tohum dış su alımı fazla tuzun varlığında ya tamamen ya da belirli süre azalmaktadır (Moud ve Maghsoudi, 2008; Jalali ve ark., 2017).

**Çizelge 9.** Farklı tuz konsantrasyonları ön uygulamalarında domates çeşitlerinin fide kuru ağırlığı (g)

Uygulamalar	Rio Grande	% Değişim	H2274	% Değişim
Kontrol	0.0217		0.0233	
1 M	0.0103	-42.82	0.0261	12.24
2 M	0.0284	33.69	0.0263	13.03
3 M	0.0203	-13.29	0.0272	17.15
4 M	0.0263	25.08	0.0173	-24.85

## SONUÇ

Kontrol ve farklı tuz konsantrasyonları ön uygulaması koşullarına bağlı olarak sonuçlar değerlendirildiğinde; kontrole kıyasla çimlenme yüzdesi bakımından en yüksek yüzde değişim 4 M tuz ön uygulamasında H2274 çeşidinde azalış olarak en az yüzde değişim ise 1 M tuz ön uygulamasında H2274 çeşidinde belirlenmiştir. Ortalama çimlenme zamanı kontrole kıyasla en fazla 4 M tuz ön uygulamasında Rio Grande çeşidinde artarken en az ise 3 M tuz ön uygulamasında yine Rio Grande çeşidinde görülmüştür. Çimlenme hızı en fazla 1 M tuz ön uygulamasında Rio Grande çeşidinde azalırken en az ise H2274 çeşidinde 1 M tuz ön uygulamasında görülmüştür. Çimlenme üniformitesi yüzde değişimi en fazla 1 M tuz ön uygulamasında Rio Grande çeşidinde en az ise H2274 çeşidinde 1 M tuz ön uygulamasında belirlenmiştir. Fide boyunun kontrole kıyasla en fazla yüzde değişimin 2 M tuz ön uygulamasında Rio Grande çeşidinde belirlenmiştir. H2274 çeşidinde ise 2 M tuz ön uygulamasında en az yüzde değişimin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca H2274 çeşidinde 1 M tuz ön uygulamasında fide boyunda artış görülmüştür. Kök uzunluğu bakımından en fazla yüzde değişim artışının 1 M tuz ön uygulamasında Rio Grande çeşidinde görüldüğü, H2274 çeşidinde ise 4 M tuz ön uygulamasında en yüksek yüzde azalışın görüldüğü belirlenmiştir. Fide yaş ağırlığındaki kontrole kıyasla tuz ön uygulamalarındaki yüzde değişimin 1 M tuz ön uygulamasında Rio Grande çeşidinde en fazla azalış olduğu, H2274 çeşidinde 1 M tuz ön uygulamasında en fazla artış olduğu görülmüştür. Fide kuru ağırlığı yüzde değişim azalışının en fazla Rio Grande çeşidinde 1 M tuz ön uygulamasında, artışın ise yine Rio Grande çeşidinde 2 M tuz uygulamasında olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak çeşitlerin uygulamalara verdiği tepkilerin farklı olduğu H2274 çeşidinin Rio Grande çeşidine göre tuz ön uygulamalarına daha toleranslı olduğu fikri oluşmuştur. Ayrıca ileride yapılacak çalışmalarda bu tuz konsantrasyonlarının uygulanması durumunda daha kısa süreli ön uygulamalar şeklinde yapılması ve buna göre tolerans düzeylerinin ortaya çıkarılması önerilmektedir.

## Çıkar Çatışması

Makale yazarı tek isim olduğundan dolayı herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

## Yazar Katkısı

Yazar tek olduğundan makalenin tüm aşamasına tek yazarın katkı sağladığını beyan eder.

## KAYNAKLAR

- Abazarian R, Yazdani MR, Khosroyar K, Arvin P, 2011. Effects of Different Levels of Salinity on Germination of Four Components of Lentil Cultivars. African Journal of Agricultural Research, 6: 2761- 2766.
- Abbasdokht H, 2011. The Effect of Hydropriming and Halopriming on Germination and Early Growth Stage of Wheat (*Triticum aestivum* L.). Desert, 16: 61- 68.
- Açıkgöz N, Açıkgöz N, 2001. Common Mistakes in The Statistical Analyzes of Agricultural Experiments I. Single factorials. Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 11: 135-147.
- Akdoğan S, Özkan I, 2000. Gelişmenin Değişik Dönemlerinde Uygulanan Su Noksanlığı Geriliminin Biber Bitkisi (*Capsicum annum* L)'nin Tuza Duyarlılığı Üzerine Etkisi. Ankara Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 6: 1-8.
- Akıncı S, Akıncı İE, 2000. Bazı Patlıcan (*Solanum melongena* L.) Çeşitlerinin Çimlenme Döneminde Tuza Tepkileri. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 3: 58-64.
- Akladios SA, Hanafy RS, 2018. Alleviation of Oxidative Effects of Salt Stress in White Lupine (*Lupinus Termis* L.) Plants by Foliar Treatment with L-Arginine. Journal of Animal and Plant Sciences, 28: 165-176.
- Al-Harbi AR, Wahb-Allah MA, Abu-Muriefah SS, 2008. Salinity and Nitrogen Level Affects Germination, Emergence, and Seedling Growth of Tomato. International Journal of Vegetables Science, 14: 380-392.

- Arın L, Aybaş H, 2008. Ekim Öncesi Farklı Tuzlar Uygulanmış Karnabahar (*Brassica oleracea* var. *Botrytis*) Tohumunun Değişik Tuzluluk Seviyelerindeki Çimlenmesi ve Fide Gelişimi. Türkiye III. Tohumculuk Kongresi, 30-33, Nevşehir.
- Aslan D, Zencirci N, Etöz M, Ordu B, Bataw S, 2016. Bread Wheat Responds Salt Stress Better Than Einkorn Wheat Does During Germination. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 40: 783-794.
- Bewley J, Black M, 1994. Seeds: Physiology of Development and Germination. New York.
- Bilgin N, Yıldız N, 2007. Besin Kültüründe Yetiştirilen (Kaya F1) Domates Çeşidinin (*Lycopersicon esculentum*) Artan NaCl Uygulamalarına Toleransı ve Tuzluluk Stresinin Kuru Madde Miktarı ile Bitki Mineral Madde İçeriğine Etkisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 39:15-21.
- Bradford KJ, 1995. Water Relations in Seed Germination. In: Kigel. J. and G. Galili. (Ed.) Seed development and germination. Marcel Dekker. Inc.. pp: 351–396, New York.
- Bulut F, 2007. Bakla (*Vicia faba* L.)’da Tuzluluğun Fide Gelişimine ve Bazı Minerallerin Alımına Etkisi. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Cuartero J, Fernandez-Munoz R, 1999. Tomato and Salinity. Scienta Horticulture, 78: 83-125.
- Çamlıca M, Yıldız G, 2017. Effect of Salt Stress on Seed Germination. Shoot and Root Length in Basil (*Ocimum basilicum*). International Journal of Secondary Metabolite, 4: 69-76
- Çanakçı S, Munzuroğlu Ö (2004). Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Çeliklerinde Ağırlık Değişimleri, Pigment ve Protein Miktarları Üzerine Asetilsalisilik Asit ve Tuz (NaCl) Uygulamasının Karşılıklı Etkileri. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24: 23-40.
- Çavuşoğlu MC, 2012. Farklı Dozda Tuz İçeren Sulama Sularının Bazı Sebze Fidelerinin Gelişimi Üzerine Etkisi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Çolak G, Keser Ö, Caner N, 2008. *Lycopersicon Esculentum* Mill. ve *Raphanus sativus* L. Bitkilerinde Çimlenme ve Sonrası Büyüme Aşamalarında Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Tipi Tuz Stresinin Etkileri. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 24: 17-38.
- Day S, Kaya MD, Kolsarıcı Ö, 2008. Bazı Çerezlik Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Genotiplerinin Çimlenmesi Üzerine NaCl Konsantrasyonlarının Etkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 14: 230-236.
- Demir Y, 2019. Cross-Stress Tolerance (Cold and Salt) in Plants Have Different Deed Nutrient Content (Maize. Bean and Wheat). Alinteri Journal of Agriculture Sciences, 34: 121-127.
- Dere, 2020. Abiyotik Stres Faktörlerinin Bitkilerdeki Etkilerine Genel Bir Bakış. Tarım Ve Hayvancılıkta Yapılan Çalışmalar ve Güncel Değişimler. Iksad International Publishing House, s. 217.
- Doğan M, Avu A, Can E N, Aktan A, 2008. Farklı Domates Tohumlarının Çimlenmesi Üzerine Tuz Stresinin Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi, 3: 174-182.
- Ellis RA, Roberts EH, 1981. The Quantification of Ageing and Survival in Orthodox Seeds. Seed Science and Technology, 9: 373-409.
- Erdal İ, Türkmen Ö, Yıldız M, 2000. Tuz Stresi Altında Yetiştirilen Hıyar (*Cucumis sativus* L.) Fidelerinin Gelişimi ve Kimi Besin Maddeleri İçeriğindeki Değişimler Üzerine Potasyumlu Gübrelemenin Etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 10: 25-29.
- Erken NT, 2005. Soğanda (*Allium cepa* L.) Tuzluluğun Bitki Büyüme ve Gelişimi Üzerine Etkileri. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Lisans.
- Esechie HA, 1995. Partitioning of Chloride İon in The Germination Seed of Two Forage Legumes under Salt Tolerance During Germination and Analysis. AGRIS, 26: 3357–3370.
- Fernández-Torquemada Y, Sánchez-Lizaso JL, 2013. Effects of Salinity on Seed Germination and Early Seedling Growth of The Mediterranean Seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 119: 64-70.
- Flowers TJ, Yeo AR, 1995. Breeding for Salinity Resistance in Crop Plant: Where Next?. Australian Journal of Plant Physiology, 22: 875-884.

- Foolad MR, Lin GY, 1997. Genetic Potential for Salt Tolerance During Germination in Lycopersicon species. Horticultural Science, 32: 296-300.
- Foolad MR, Prakash S, Zhang L, 2007. Common QTL Affect The Rate of Tomato Seed Germination Under Different Stress and Nonstress conditions. International Journal of Plant Genomics, 42: 727-734.
- Hajer AS, Malibari AA, Al-Zahrani, HS, Almaghrabi OA, 2006. Responses of Three Tomato Cultivars to Sea Water Salinity 1. Effect of Salinity on The Seedling Growth. African Journal of Biotechnology, 5: 855-861.
- İşlek C, Koç E, Üstün AS, 2010. Biber (*Capsicum annuum* L.) Tohumlarında Bazı Bitki Büyüme Düzenleyicilerinin İn Vitro Çimlenme Üzerine Etkisi. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12: 42-49.
- Jalali V, Kapourchal SA, Homae M, 2017. Evaluating Performance of Macroscopic Water Uptake Models at Productive Growth Stages of Durum Wheat Under Saline Conditions. Agricultural Water Management, 180: 13-21.
- Kaleem F, Shabir G, Aslam K, Rasul S, Manzoor H, Shah SM, Khan AR, 2018. An Overview of The Genetics of Plant Response to Salt Stress: Present Status and The Way Forward. Applied Biochemistry and Biotechnology, 186: 306-334.
- Kaya MD, Kaya G, Kolsarıcı Ö, 2005. Bazı Brassica Türlerinin Çimlenme ve Çıkışı Üzerine NaCl Konsantrasyonlarının Etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi, 11: 448-452.
- Khan MA, Ungar IA, Showalter, AM, 2000. Effect of Sodium Chloride Treatments on Growth and Ion Accumulation of The Halophyte *Haloxylon Recurvum*. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 31: 2763-2774.
- Kochak-Zadeh A, Mousavi S, Nejad M, 2013. The Effect of Salinity Stress on Germination and Seedling Growth of Native and Breeded Varieties of Wheat. Journal of Novel Applied Sciences, 2: 703-709.
- Köşkeroğlu S, 2006. Tuz ve Su Stresi Altındaki Mısır (*Zea mays* L.) Bitkisinde Prolin Birikim Düzeyleri ve Stres Parametrelerinin Araştırılması. Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Kuşvuran Ş, Ellialtıoğlu Ş, Abak K, Yaşar F, 2007. Bazı Kavun (*Cucumis* sp.) Genotiplerinin Tuz Stresine Tepkileri. Ankara Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 13: 395-404.
- Maas EV, 1986. Salt tolerance of plants. Applied Agricultural Research, 1: 12-26.
- Moud AM, Maghsoudi K, 2008. Salt Stress Effects on Respiration and Growth of Germinated Seeds of Different Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars. World Journal of Agricultural Sciences, 4: 351-358.
- Okçu G, Kaya MD, Atak M, 2005. Effects of Salt and Drought Stresses on Germination and Seedling Growth of Pea (*Pisum sativum* L.). Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 29: 237-242.
- Öner F, Kırılı A, 2018. Effects of Salt Stress on Germination and Seedling Growth of Different Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars. Akademik Ziraat Dergisi, 7: 191-196.
- Öz M, Karasu A, 2007. Pamuğun Çimlenmesi ve Erken Fide Gelişimi Üzerine Tuz Stresinin Etkisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 21: 9-21.
- Özyazıcı MA, Açıkbay S, 2021. Effects of Different Salt Concentrations on Germination and Seedling Growth of Some Sweet Sorghum [*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.] Cultivars. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 8: 133-143.
- Parlak M, Parlak Özaslan A, 2006. Sulama Suyu Tuzluluk Düzeylerinin Silajlık Sorgumun (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) Verimine ve Toprak Tuzluluğuna Etkisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 12: 8-13.
- Parlak M, Parlak Özaslan A, 2008. Effect of Salinity in Irrigation Water on Some Plant Development Parameters of Sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) and Soil Salinity. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 14: 320-325.
- Peterson RK, Higley LG, 2001. Illuminating The Black box: The Relationship Between Injury and Yield. In: Peterson RKD & Higley LG (Eds.), Biotic stress and yield loss (pp. 1-14). Boca Raton: CRC Press.

- Rueden CT, Schindelin J, Hiner MC, DeZonia BE, Walter AE, Arena ET, Eliceiri KW, 2017. ImageJ2: Imagej for The Next Generation of Scientific Image Data. BMC Bioinformatics, 18: 529.
- Scott SJ, Jones RA, Williams WA, 1984. Review of Data Analysis Methods for Seed Germination. Crop Science, 24: 1192-1199.
- Tabassum T, Farooq M, Ahmad R, Zohaib A, Wahid A, 2017. Seed Priming and Transgenerational Drought Memory Improves Tolerance Against Salt Stress in Bread Wheat. Plant Physiology and Biochemistry, 118: 362-369.
- Turhan A, Şeniz V, 2010. Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Türkiye’de Yetiştirilen Bazı Domates Genotiplerinin Çimlenmesi Üzerine Etkileri. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 24: 11-22.
- Türkmen Ö, Şensoy S, Erdal İ, Kabay T, 2002. Kalsiyum Uygulamalarının Tuzlu Fide Yetiştirme Ortamlarında Domateste Çıkış ve Fide Gelişimi Üzerine Etkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 12: 53-57.
- Yokaş Ş, Tuna A L, Bürün B, Altunlu H, Altan F, Kaya C, 2008. Responses of The Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Plant to Exposure to Different Salt Forms and Rates. Turkish Journal of Agriculture and Forestr, 32: 319-329.
- Yurtseven E, Baran HY, 2000. Sulama suyu Tuzluluğu ve Su Miktarlarının Brokkolide (*Brassica Oleracea* var. *Botrytis*) Verim ve Mineral Madde İçeriğine Etkisi. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 24: 185–190.
- Zhu (2016). Abiotic Stress Signaling and Responses in Plants. Cell, 167: 313–324.

**Atıf İçin:** Gökpinar B, Balkaya A, Şahin GT, 2021. *Capsicum chinense* Türüne Ait Biber Genotiplerinde Sıcaklığın Tohum Çimlenmesi Üzerine Etkisi. İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(Özel Sayı): 3336-3346.

**To Cite:** Gökpinar B, Balkaya A, Şahin GT, 2021. The Effect of Temperature on Seed Germination in *Capsicum chinense* Genotypes. Journal of the Institute of Science and Technology, 11(Special Issue): 3336-3346.

### *Capsicum chinense* Türüne Ait Biber Genotiplerinde Sıcaklığın Tohum Çimlenmesi Üzerine Etkisi

Bircan GÖKPİNAR<sup>1</sup>, Ahmet BALKAYA<sup>2\*</sup>, G. Tuğba ŞAHİN<sup>3</sup>

**ÖZET:** Bitkisel üretimde tohum çimlenmesi ve çıkış için gerekli olan optimum sıcaklık değerleri, bitki tür ya da çeşitlerine göre farklılıklar göstermektedir. Sıcaklık, çimlenme ve çıkış sürecini etkileyen önemli bir çevresel faktördür. *Capsicum chinense* biber türü; tohum canlılığı, tohum iriliği, tohum şekli, tohum rengi yönünden yüksek düzeyde varyasyon göstermektedir. Bu çalışmada, *C. chinense* türüne ait biber tohumlarında sıcaklık faktörünün çimlenme kapasiteleri üzerine olan etkileri incelenmiştir. Araştırmada; *C. chinense* türüne ait 10 biber genotipinin tohumlarının çimlenme performansları, 11 farklı sıcaklık uygulamasında (9 °C, 12 °C, 15 °C, 18 °C, 21 °C, 24 °C, 27 °C, 30 °C, 33 °C, 36 °C, 39 °C) belirlenmiştir. Araştırma sonucunda; 9 °C ve 15 °C arasında çimlenmenin olmadığı, 21 °C ve 33 °C sıcaklık aralıklarında ise çimlenme hızı ve çimlenme oranlarının yükselen sıcaklıklara bağlı olarak artışlar gösterdiği saptanmıştır. Biber genotiplerinde, 24 °C ve 27 °C sıcaklık uygulamalarında en yüksek çimlenme oranlarına ulaşılmıştır. Çimlenme oranı değerleri yönünden CC-51 ve CC-63 genotiplerinin diğer genotiplere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca tohumların çimlenmesi üzerine, sıcaklık esas alınarak geliştirilen matematiksel modelleme ile, çimlenme oranın tahmin edilmesi olanağı da araştırılmıştır. Bu amaçla; çimlenme potansiyellerinin tahmini için Uzun ve ark. (2001) tarafından önceden türetilmiş model tarafımızdan geliştirilerek  $[D = a + (b \times T) + (c \times T^2)]$  şeklinde kullanılmıştır. Her bir genotip için üretilen denklemlerin regresyon katsayılarının ( $R^2$ ), çimlenme oranı değerleri için 0.33 ile 0.95 arasında değiştiği belirlenmiştir. Çimlenme performans özellikleri yönünden öne çıkan *C. chinense* genotiplerinin gelecekte biber ıslah programında değerlendirilmesi planlanmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Biber, *C. chinense*, tohum, sıcaklık, çimlenme, modelleme

#### The Effect of Temperature on Seed Germination in *Capsicum chinense* Genotypes

**ABSTRACT:** Optimum temperature values required for seed germination and emergence in plant propagation differ according to species or varieties. Temperature is an important environmental factor affecting the germination and emergence occurrence. *Capsicum chinense* genotypes shows a high level of variation in terms of seed viability, seed size, seed shape and seed colour. In this study, it was aimed to determine the effects of temperature on germination capacity of *C. chinense* seeds. In the research; germination performances of seeds were determined at 11 different temperatures (9 °C, 12 °C, 15 °C, 18 °C, 21 °C, 24 °C, 27 °C, 30 °C, 33 °C, 36 °C, 39 °C). As a result of the research; it was determined that there was no germination between 9 °C and 15 °C, and the germination speed and germination ratios increased depending on the rising temperatures at 21 °C and 33 °C temperature ranges. In *C. chinense* seeds, the highest germination rates were determined at 24 °C and 27 °C temperature. It was found that CC-63 and CC-51 genotypes were higher than other genotypes in terms of germination ratios. In addition, the possibility of predicting the germination rate by mathematical modelling based on temperature was also investigated. For this purpose, for the prediction of germination and emergence potentials, the previously derived model by Uzun et al. (2001) was developed by us and used as  $[D = a + (b \times T) + (c \times T^2)]$ . The regression coefficients ( $R^2$ ) of the equations produced for each genotype were changed between 0.33 and 0.95 for the germination rate values. The promising *C. chinense* genotypes, in terms of germination performance are planned to be evaluated in the pepper breeding programs in the future.

**Keywords:** Pepper, *C. chinense*, seed, temperature, germination, modelling

<sup>1</sup>Bircan GÖKPİNAR ([Orcid ID: 0000-0002-0746-6861](https://orcid.org/0000-0002-0746-6861)), Antalya Tarım Islah Departmanı, Antalya, Türkiye

<sup>2</sup>Ahmet BALKAYA ([Orcid ID: 0000-0001-9114-615X](https://orcid.org/0000-0001-9114-615X)), Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun, Türkiye

<sup>3</sup>G. Tuğba ŞAHİN ([Orcid ID: 0000-0002-3409-4282](https://orcid.org/0000-0002-3409-4282)), Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Samsun, Türkiye

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Ahmet BALKAYA, e-mail: abalkaya@omu.edu.tr

Bu araştırma, Bircan GÖKPİNAR'ın Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir. Makale 16 Kasım 2021 tarihinde Türkiye 7. Tohumculuk Kongresinde Sözlü Bildiri olarak sunulmuştur.

## GİRİŞ

Biber, dünyanın birçok bölgesinde yaygın olarak yetiştirilen önemli bir sebze türüdür. Günümüzde farklı şekillerde tüketime sunulmakta ve fonksiyonel gıda ürünleri şeklinde de değerlendirilmektedir. Biber, *Solanaceae* familyasında *Capsicum* cinsi içerisinde yer almaktadır (Greenleaf, 1986; Eshbaugh, 2012). Bu cins içerisinde toplam 43 tür bulunmaktadır (Barboza ve ark., 2019; Mavi, 2020). Bu türler içerisinde günümüzde kültüre alınmış olan beş tür bulunmaktadır. Bunlar; sırasıyla *Capsicum annuum* L., *Capsicum baccatum* L. var. *pendulum*, *Capsicum chinense* Jacq., *Capsicum frutescens* L. ve *C. pubescens*. türleridir (Eshbaugh, 2012; Barboza ve ark., 2019).

*C. chinense* biber türü en fazla Orta Amerika ve Güney Amerika ülkelerinde yayılış göstermektedir (Eshbaugh, 2012). Brezilya'da en çok yetiştirilen biber türüdür. Bilimsel kaynaklarda, *C. chinense* ve *C. frutescens* biber türlerinin gen merkezlerinin Amazon havzası olduğu bildirilmektedir (Ramchiary ve ark., 2014; Khoury ve ark., 2020). Meyve şekli, meyve rengi, meyve büyüklükleri ve acılık seviyeleri yönünden *C. chinense* türü yüksek oranda fenotipik çeşitliliğe sahiptir.

Tohumların yüksek çimlenme oranı ve çıkış hızına sahip olması, bitkilerin optimum büyüme ve gelişmesi, yüksek verim ve üstün kaliteli ürün elde edilmesinde aranan temel kriterlerdir. Kültür sebzelerinin yetiştiriciliğinde tohum kalitesi; tohumun sağlıklı olmasını, çimlenme-çıkış süresinin kısalmasını ve çimlenme ile çıkış performansının yüksek olmasını olumlu yönde etkilemektedir (Sivritepe ve Şentürk, 2011). Tohum kalitesini belirleyen en önemli faktörler; ana bitkinin beslenme durumu, hasat dönemi, hastalık ve zararlılar ile hasat sırasındaki mekanik zararlanmalar olarak sıralanabilir. Ekim sonrasında fungus, bakteri, böcek gibi biyotik etmenler ve kaymak tabakası, su stresi gibi abiyotik stres faktörlerinin etkisi sonucunda tohum çimlenme kapasitesi ve fide gelişimi olumsuz yönde etkilenmektedir (Sağsöz, 1990; Şehirli, 1997). Biber tohumunun kaliteli olması, üretimde birim alandan elde edilecek olan verim ve ürün kalitesinin artırılması yönünden büyük bir önem taşır. Ekilen biber tohumlarında ortaya çıkan çimlenme sorunları; teknik uygulamalar, ekolojik unsurlar ve tohum kalitesinin düşük olmasından kaynaklanabilir (Kaymak, 2014). Bunun sonucunda, biber üretiminde ciddi düzeyde verim ve kalite kayıpları söz konusu olmaktadır.

Tohum çimlenmesi, her biri sıcaklık tarafından etkilenen birçok reaksiyon ve devrelerini içeren oldukça kompleks bir süreç olarak tanımlanmaktadır (Sağsöz, 1990; Kevseroğlu ve Çalışkan, 1995). Bitkisel üretimde tohum çimlenmesi için gerekli olan sıcaklık değerlerinin bilinmesi önemlidir. Bu sıcaklıklar, bitki tür ya da çeşitlerine göre büyük oranda değişkenlikler göstermektedir (Günay, 1992; Uzun ve ark., 2001; Cengiz, 2017). Sıcaklık, çimlenmenin farklı aşamalarında ortaya çıkan reaksiyonların oluşum hızını etkileyen önemli bir çevresel faktördür (Kevseroğlu ve Çalışkan, 1995; Balkaya, 2004). Sıcaklık değişimleri; tohumlarda membran geçirgenliği, membran proteinlerin aktivitesi vb. gibi çimlenme olayını teşvik eden birçok biyokimyasal olayı olumlu veya olumsuz düzeyde etkilemektedir. Başarılı bir tohum çimlenmesi için sıcaklığa ek olarak oksijen ve yeterli tohum neminin de optimum düzeyde sağlanmış olması gereklidir.

Sebze tohumlarının çimlenmeleri için gerekli olan minimum, optimum ve maksimum sıcaklık değerleri, sebze türlerine ve çeşitlere göre belirgin farklılıklar göstermektedir (Günay, 1992; Cengiz, 2017). Çimlenme sıcaklığı aralıkları; kışlık sebze türlerinde 0-4°C'de minimum, 10-20°C'de optimum ve 30-35°C'de ise maksimumdur. Literatürde, yazlık sebze türlerinde ise sıcaklık değerleri 10-16°C'de minimum, 20-30°C'de optimum ve 40-45°C'de maksimum sıcaklık değerleri olarak bildirilmiştir (Günay, 1992). Yüksek sıcaklık değerleri, birçok sebze tohumunda çimlenme oranlarının azalmasına neden olmaktadır. Yüksek sıcaklıklarda çimlenmenin çok düşük olması, türlerin ve bazen de çeşitlerin

tohumlarının genetik yapılarından da kaynaklanabilmektedir (Watkins ve Cantliffe, 1983). Tohumlarda çimlenme bazı türlerde çok düşük sıcaklıklarda da meydana gelebilmektedir. Ancak, düşük sıcaklıklarda çimlenme için geçen süre optimum sıcaklıklara göre daha uzun sürelerde gerçekleşmektedir (Baskin ve Baskin, 1998). Bu durum üretim planlamasını olumsuz yönde etkilemektedir.

Biber tohumlarında minimum çimlenme sıcaklığı literatürde 9-10°C ve maksimum çimlenme sıcaklığı ise 35-36°C olarak bildirilmiştir (Vural ve ark., 2000; Günay, 2005). Biber tohumlarında düşük sıcaklıklarda yavaş gelişen ve uniform olmayan çimlenme sonucunda kademeli çıkışlar görülmektedir. Ayrıca, biber tohumları birçok sebze türünün tohumlarıyla karşılaştırıldığında tohum depolama ömrü oldukça kısadır. Uygun olmayan depolama koşullarında biber tohumlarında canlılık hızlı bir şekilde azalış göstermektedir (Demir ve Okçu, 2004; Khan ve ark., 2009, Yadav ve ark., 2011).

*C. annuum* türüne ait biber çeşitlerinde çimlenme sıcaklıklarının belirlenmesine yönelik araştırmalar bulunmasına rağmen, *C. chinense* türünde tohum canlılığı ve tohum gücü değerlerinin belirlenmesine yönelik yürütülmüş araştırma sayısı oldukça az sayıda ve sınırlı düzeydedir. Ülkemizde ise *C. annuum* türü dışında sadece *C. baccatum* var. *pendulum* türüne ait biber genotipinde tohum çimlenmesi için en uygun sıcaklıkların belirlenmesine yönelik bir çalışma yürütülmüştür (Mavi ve Mavi, 2012). Bu araştırma sonucunda; 25°C ve 30°C sıcaklık aralığının çimlenme için en iyi sonuçları veren optimum sıcaklık değerleri olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma ile ülkemizde ilk defa *C. chinense* türüne ait biber tohumlarında minimum, optimum ve maksimum sıcaklık değerlerinin belirlenmesi ve sıcaklık faktörünün çimlenme unsurları üzerine olan tüm etkilerinin ayrıntılı olarak ortaya konulması amaçlanmıştır.

Tarımda gelişmiş ülkelerde, bitki büyüme ve gelişme düzeylerinin belirlenmesinde regresyon modelleri yardımı ile matematiksel olarak ifade edilmesi konusunda çok sayıda araştırmalar yapılmıştır. Çevresel faktörler (ışık, sıcaklık, su ve toprak sıcaklığı vb.) sonucunda bitki büyümesinde oluşan farklılıklar, bitki büyüme modelleri (ürün modeli) ile simülasyon yapılarak ifade edilmektedir (Kandemir ve Uzun, 2019; Özkaplan ve Balkaya, 2020). Bu modeller, bitkisel üretimde özellikle birçok sebze türlerinde fide üretiminin yapıldığı fide işletmelerinde üretim dönemlerinin planlanması amacıyla da kullanılmaktadır (Finch-Savage ve Phelps, 1993; Cengiz, 2017). Ülkemizde son yıllarda farklı bitki türlerinde, tohum çimlenmesi, fide çıkış süreleri ve çıkış oranlarının belirlenmesi amacıyla matematiksel modellerin kullanılmasına yönelik bazı çalışmalar yürütülmüştür (Kevseroğlu ve Çalışkan, 1995; Balkaya, 2004; Kurtar ve ark., 2004; Odabaş ve Mut, 2007; Balkaya ve ark., 2008; Kurtar, 2010; Kandemir ve ark., 2012; Cengiz, 2017). Bu çalışmada ise *C. chinense* türüne ait biber genotiplerinde 11 farklı sıcaklık değerinde (9°C-39°C arasında linear artan sıcaklıklarda) çimlenme potansiyellerinin belirlenmesi ve bunun sonucunda elde edilen verilerin regresyon analizleri kullanılarak bir simülasyon modelinin oluşturulması amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

Araştırma, Antalya Tarım Ar-Ge Laboratuvarında ve Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü tohum uygulama laboratuvarında kademeli olarak yürütülmüştür. Çalışmada; Güney Amerika'nın farklı yerlerinden toplanmış olan *C. chinense* biber türünde morfolojik ve moleküler karakterizasyonu yapılmış, meyve özellikleri yönünden seçilen 10 genotipe ait tohumlar kullanılmıştır (Taş, 2020). Denemeye alınan *C. chinense* türüne ait biber genotiplerinin kayıt bilgileri, Çizelge 1'de verilmiştir. Seçilen genotipler, *C. chinense* biber popülasyonundan seleksiyon ıslahı yöntemi ile seçilen ve S4 kademesinde kendilenmiş olan genetik materyallerden oluşmaktadır.



**Çizelge 1.** Denemeye alınan *C. chinense* türüne ait biber genotiplerine ait aksesyon kayıt bilgileri

Genotip Kodu	Aksesyon kayıt numaraları	Orijini
CC-47	PI 238053 02	Porto Riko
CC-51	PI 241669 01	Ekvador
CC-61	PI 593925 02	Ekvador
CC-63	PI 241668 01	Ekvador
CC-65	PI 257064 01	Kolombiya
CC-68	PI 439419 01	Meksika
CC-72	PI 441635 01	Brezilya
CC-76	PI 260465 02	Arjantin
CC-79	PI 666547 01	Guatemala
CC-82	PI 260477 01	Peru

Çimlendirme testi analizi denemelerinde, 100 mm'lik petri kaplarında kâğıt arası yöntemi ile biber tohumları çimlendirme testlerine tabi tutulmuştur (ISTA, 1999). Çimlenme testlerinde, uniformitenin sağlanması için kullanılan tohumların aynı tohum partisinden olmalarına dikkat edilmiştir. Çimlendirme testi denemelerinde, Nüve FN 120 isimli çimlendirme dolabı kullanılmıştır. Çimlendirme dolabının sıcaklık aralıkları, +5/50°C arasındadır. Denemede uygulanan sıcaklıklarda sapma değeri,  $\pm 1^\circ\text{C}$  olacak şekilde ayarlanmıştır.

*C. chinense* türüne ait biber genotiplerinde tüm tohum partilerinde, genotiplerde stok tohum sayısının az olması nedeniyle her bir sıcaklık uygulamasında toplam 90 tohumda (her bir tekerrürde 30 tohum olmak üzere 3 tekerrürlü olarak) çimlendirme testleri gerçekleştirilmiştir. Literatürde, biber tohumlarının minimum çimlenme sıcaklığı 9-10°C ve maksimum çimlenme sıcaklığı ise 35-36°C, arasında bildirilmektedir (Vural ve ark., 2000; Günay, 2005). Bu nedenle araştırmada çimlendirme testleri, 11 farklı sıcaklıkta (9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33, 36, 39 °C) yürütülmüş ve yaklaşık olarak 4 aylık sürede tamamlanmıştır. Çimlenme denemesinde, *C. chinense* tohumlarında her bir sıcaklık uygulaması için ISTA kurallarına uygun olarak son sayım günü olan 14. günün sonuna kadar çimlendirme testine tabi tutulmuştur. Bu süre sonunda çimlenmiş tohum sayıları tespit edilmiş ve bu değerler % olarak ifade edilmiştir. ISTA (Uluslararası Tohum Test Birliği) kurallarına göre yürütülen testte 2 mm'lik kökçük çıkışı, (radisil) çimlenme kriteri olarak değerlendirilmiştir (ISTA, 2007). Çimlendirme analizlerinin sonucunda, her bir sıcaklık uygulaması için *C. chinense* genotiplerine ait biber tohumlarında çimlenme hızı ve toplam çimlenme oranı parametreleri belirlenmiştir (Şehirli, 1997).

a. Çimlenme Hızı (%): İlk sayım (7. gün) gününde, çimlenen tohum sayısının/toplam tohum sayısına oranlanmasıyla çimlenme hızı (%) değerleri yüzde olarak belirlenmiştir.

b. Çimlenme Oranı (%): Denemede 14'inci günün sonunda son sayımda çimlenen tohum sayısının, toplam tohum sayısına oranı, çimlenme oranı değeri (%) olarak hesaplanmıştır.

$$\text{ÇO} = \left[ \frac{\text{Çimlenen tohum sayısı}}{\text{Toplam tohum sayısı}} \right] \times 100 \quad (1)$$

### İstatistiksel Analizler

Deneme, tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine (sıcaklık, genotip, sıcaklık x genotip) göre kurulmuş ve varyans analizi uygulanmıştır. Bazı kriterler % değerler olması nedeniyle JMP- SAS 5.01 istatistik paket programında arcsin  $\sqrt{x}$  transformasyonu yapıldıktan sonra varyans analizine tabi tutulmuştur. Daha sonra, ortalama veriler LSD çoklu karşılaştırma testiyle istatistiksel olarak analiz edilerek farklılıklar ortaya konulmuştur.

*C. chinense* türüne ait biber genotipleri için farklı sıcaklık uygulamalarında meydana gelecek çimlenme oranlarının tahmin edilmesinde Uzun ve ark. (2001) tarafından regresyon analizleri kullanılarak elde edilmiş olan [ $D = a - (b \times T) + (c \times T^2)$ ] modeli, tarafımızdan modifiye edilmiştir.

**D:** Tohum ekiminden çimlenmeye kadar geçen süre

**T:** Çimlenme için istenen sıcaklık değeri

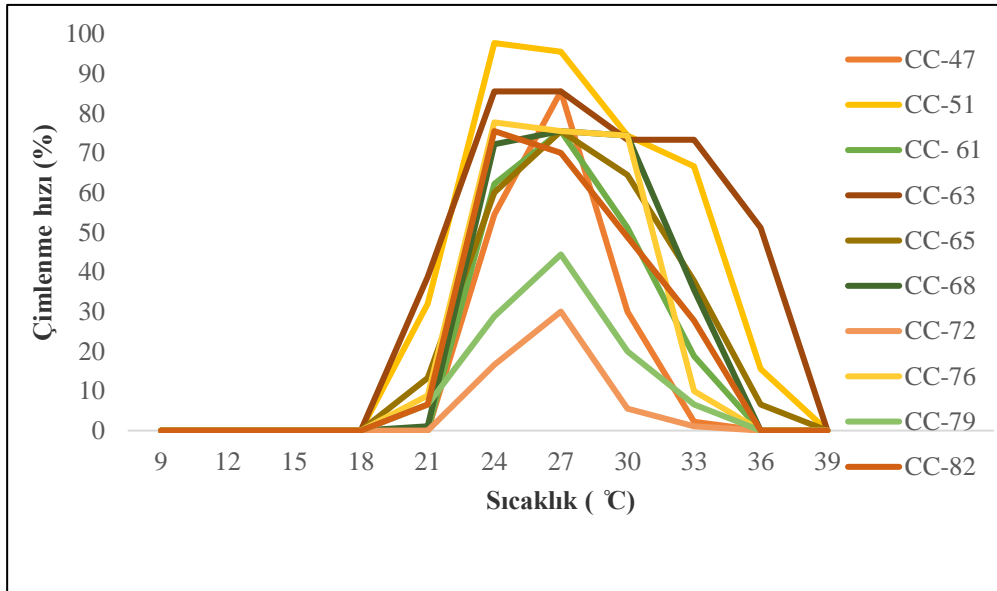
**a, b, c katsayıları:** Her bir genotip için ayrı ayrı belirlenen çimlenme katsayıları

Araştırma sonucunda elde edilen veriler, modelin değerlendirmesi için doğrusal olmayan kuadratik regresyon analizi yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Çimlenme oranı için belirtilen modelin *C. chinense* türüne adapte edilmesinde bağımlı değişken olarak çimlenme oranı ve bağımsız değişkenin yerine sıcaklık faktörü seçilmiş olup, eşitlikler JMP- SAS 5.01 programı kullanılarak yapılmıştır.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### *Capsicum chinense* Tohumlarında Farklı Sıcaklıkların (9 °C – 39 °C) Çimlenme Hızı Üzerine Etkisinin İncelenmesi

Çimlendirme analizi sonucunda elde edilen çimlenme hızı değerleri (%); tüm biber genotiplerinde sıcaklık artışına bağlı olarak belirgin oranlarda artışlar göstermiştir (Şekil 1).



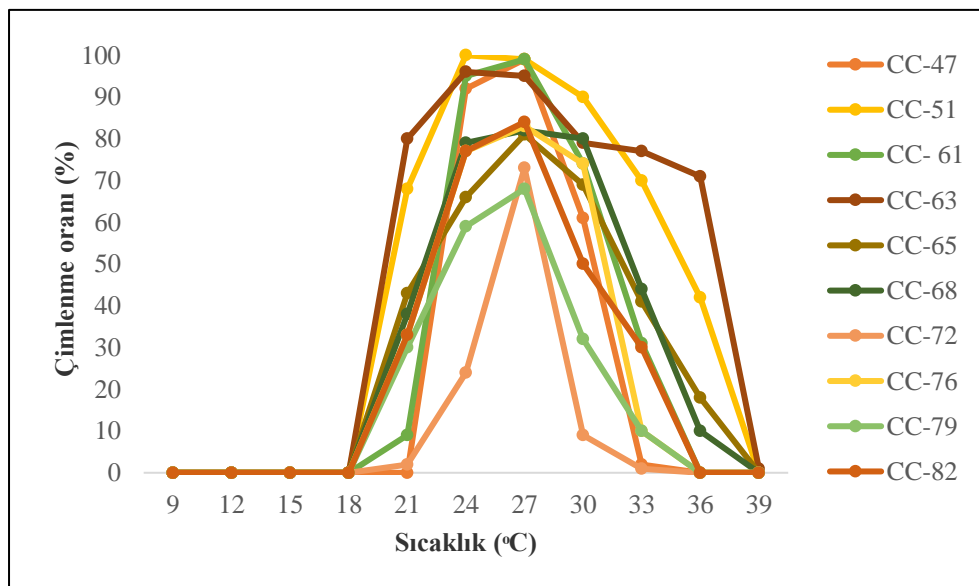
**Şekil 1.** *C. chinense* türüne ait genotiplerin farklı sıcaklık uygulamalarındaki çimlenme hızı (%) değerlerinin değişimi

Araştırma sonucunda; 9°C, 12°C, 15°C, 18°C ve 39°C’de sıcaklık testlemeleri sonucunda tüm *C. chinense* biber genotiplerinde ilk sayım tarihinde (7. gün) çimlenmenin gerçekleşmediği bulunmuştur (Şekil 1). Ayrıca, 36°C sıcaklık uygulamasında CC-47, CC-61, CC-68, CC-72, CC-76 ve CC-82 biber genotiplerinde çimlenmenin hiç meydana gelmediği saptanmıştır. Çalışmada, 21°C’de yapılan sıcaklık testleme uygulamasında ise ilk sayım tarihi olan 7. günde CC-47, CC-61, CC-72 nolu biber genotiplerinde çimlenmenin meydana gelmediği tespit edilmiştir. Araştırmada, 21°C yapılan sıcaklık uygulamasında *C. chinense* biber genotiplerinin çimlenme hızı değerleri yönünden performansları birlikte karşılaştırıldığında; %0-%38.8 oranları arasında değişim gösterdikleri saptanmıştır (Şekil 1). Belirtilen bu sıcaklık uygulamasında, en yüksek çimlenme hızı değerinin %38.8 oranı ile CC-63 nolu biber genotipinde olduğu tespit edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; 21°C ile 33°C arasındaki sıcaklık değerlerinde genel olarak artan sıcaklıklara bağlı olarak *C. chinense* türüne ait tüm biber genotiplerinde tohum çimlenme hızı performanslarının belirgin düzeylerde artışlar gösterdikleri saptanmıştır. Ayrıca, 24°C sıcaklık

testlemede en yüksek çimlenme hızı performansının, CC-51 genotipinde %97.7 oranında gerçekleştiği belirlenmiştir. Biber tohumlarında çimlenme sıcaklığı değerleri literatürlerde minimum 9-10 °C ve maksimum sıcaklığın ise 35-36 °C, arasında olduğu bildirilmektedir (Vural ve ark., 2000; Günay, 2005). Çimlenme hızı değerleri; *C. chinense* türüne ait tüm biber genotipleri için birlikte değerlendirildiğinde en yüksek değerler 24°C ve 27°C arasındaki sıcaklıklarda meydana gelmiştir. Çimlenme sırasındaki sıcaklıkların yükselmesi, tohumlarda meydana gelen kimyasal reaksiyonların daha hızlı olmasını teşvik etmektedir (Şehirali, 1997). Araştırma sonuçları, *C. chinense* türüne ait biber genotiplerinde düşük sıcaklıkların ve artan yüksek sıcaklık değerlerinin tohumların çimlenme hızı kapasitesi üzerine olumsuz yönde etkilerinin olduğunu göstermektedir. Ayrıca, biber genotiplerinde 33 °C sıcaklık uygulamalarında tüm genotiplerin çimlenme hızı değerlerinin genotiplere göre değişen düzeylerde azalışlar gösterdikleri tespit edilmiştir. Bu sıcaklık uygulamasında (33 °C); biber genotiplerinde, %1.1 (CC-72), %73.3 (CC-63) arasında çimlenme hızı değerleri olduğu bulunmuştur. Araştırma sonuçlarına göre, 39°C sıcaklık uygulamasında tüm tohumlarda çimlenmenin hiç meydana gelmediği belirlenmiştir.

### Farklı Sıcaklık Değerlerinin (9°C - 39°C) *C. chinense* Türüne ait Biber Tohumlarında Çimlenme Oranı Üzerine Etkilerinin İncelenmesi

Araştırmada, *C. chinense* türüne ait biber genotiplerinde 9°C-39°C arasındaki sıcaklık testleme uygulamaları sonucunda elde edilen toplam çimlenme oranlarına ait değerler; Şekil 2’de ayrıntılı olarak sunulmuştur. Genotip bazında yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; sıcaklık faktörünün tüm genotiplerin çimlenme oranı değerlerine etkisinin istatistiksel olarak anlamlı ve önemli düzeyde olduğu bulunmuştur. Tüm sıcaklık uygulamalarında çimlendirme testi analizlerinde; sıcaklık artışına bağlı olarak *C. chinense* biber genotiplerinin tamamında çimlenme oranlarının belirgin ve değişen düzeylerde artmaya başladığı belirlenmiştir (Şekil 2). Özellikle 24°C ve 27°C sıcaklık uygulamalarında; CC-47, CC-51, CC-61 ve CC-63 genotiplerinin %90 oranının üzerinde çimlenme oranlarına sahip oldukları saptanmıştır. Denemede yer alan CC-51 genotipinin, 24°C de %100 ve 27°C sıcaklıkta %99 oranı ile en yüksek çimlenme oranına ulaşan biber genotipi olduğu tespit edilmiştir. Bunu sırasıyla; CC-61 genotipi 24°C de %95, 27°C sıcaklıkta %99 oranı, CC-63 genotipi 24°C de %96, 27°C sıcaklıkta da %95 ve CC-47 genotipi, 24°C de %92, 27°C sıcaklıkta %99 oranı ile izlemişlerdir.



Şekil 2. *C. chinense* türüne ait tüm biber genotiplerinin çimlenme oranı (%) ile sıcaklık (°C) uygulamaları arasındaki değerlerinin değişimleri

Araştırma sonucunda, 36°C sıcaklık uygulamasında, bazı *C. chinense* genotiplerinde çimlenme oranlarının belirgin ve değişen düzeylerde azalış gösterdikleri ve bazılarında ise tohumların hiç çimlenmediği tespit edilmiştir. Ayrıca 39°C sıcaklık uygulamasında ise tüm biber genotiplerinde çimlenmenin hiç gerçekleşmediği saptanmıştır.

Farklı sıcaklık uygulamalarının genotiplerin ortalama çimlenme oranı değerleri üzerine istatistiksel olarak önemli düzeyde etkili olduğu bulunmuştur (Çizelge 2). Araştırma sonucunda; 27°C sıcaklık uygulaması, % 86.1 çimlenme oranı ile en uygun sıcaklık değeri olarak tespit edilmiştir. Ardından 24 °C sıcaklık değerinde ortalama % 76.7 çimlenme oranı ile ikinci en uygun sıcaklık değeri olarak tespit edilmiştir. En düşük ortalama çimlenme oranı ise 9°C, 12°C, 15°C, 18°C, 39°C sıcaklıklar da belirlenmiştir.

**Çizelge 2.** Farklı sıcaklık uygulamalarının genotiplerin ortalama çimlenme oranı değerleri üzerine etkisinin incelenmesi (P<0.01)

Sıcaklıklar (°C)	Çimlenme Oranı (%)
9	0 f
12	0 f
15	0 f
18	0 f
21	33.6 d
24	76.7 b
27	86.1 a
30	62.0 c
33	31.9 d
36	13.9 e
39	0.1 f

Araştırmada, farklı *C. chinense* genotiplerinin denemede yer alan farklı sıcaklık değerlerinin ortalamasına göre gösterdiği performanslar varyans analizi ile karşılaştırılmıştır. Tüm sıcaklık değerlerinde en yüksek çimlenme performansı CC-63 (%45.3) ve CC-51 (%42.6) genotiplerinde belirlenmiştir (Çizelge 3). Bu genotipler ekstrem sıcaklık şartlarında diğer genotiplere oranla daha iyi bir çimlenme oranı göstermişlerdir. En düşük çimlenme oranı değeri ise CC-72 biber genotipinde saptanmıştır.

**Çizelge 3.** Genotiplerin çimlenme oranına etkisinin incelenmesi (P<0.01)

Genotip	Çimlenme Oranı (%)
CC-47	23.1 d
CC-51	42.6 a
CC-61	28.0 bc
CC-63	45.3 a
CC-65	29.1 b
CC-68	30.1 b
CC-72	10.0 f
CC-76	25.4 cd
CC-79	18.1 e
CC-82	24.9 cd

Araştırmada çimlenme oranları değerleri yönünden; Genotip x Sıcaklık interaksyonunun da istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur (Çizelge 4). Bu durum, genotiplere göre sıcaklık değeri etkinliğinin değişebildiğini göstermektedir. Tüm genotipler için en iyi değerler 27°C'de bulunmuşken, ikinci en iyi değerler ise diğer farklı sıcaklık uygulamalarında elde edilmiştir. Örneğin CC-65, CC-68 ve CC-76 genotipleri 30 °C'de, CC-51 genotipi ise 24 °C'de en yüksek çimlenme oranı değerleri tespit edilmiştir.

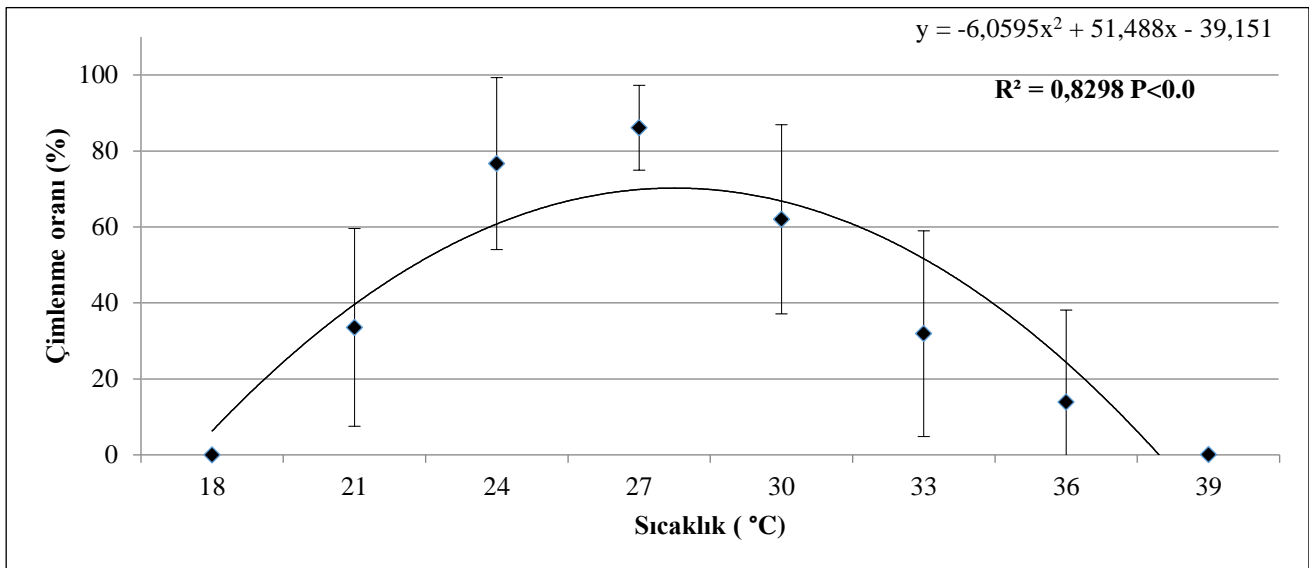
**Çizelge 4.** Genotip x Sıcaklık interaksiyonunun çimlenme oranına etkisi (P<0.01 )

	CC-47	CC-51	CC-61	CC-63	CC-65	CC-68	CC-72	CC-76	CC-79	CC-82
9	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t
12	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t
15	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t
18	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t
21	0 t	68 h-j	9 st	80 c-e	43 l-n	38 m-p	2 t	33 n-q	30 pq	33 n-q
24	92 ab	100 a	95 a	96 a	66 h-j	79 d-f	24 qr	77 d-g	59 jk	77 d-g
27	99 a	99 a	99 a	95 a	81 c-e	82 b-d	73 d-h	83 b-d	68 g-j	84 b-d
30	61 i-k	90 a-c	74 d-h	79 d-f	69 f-j	80 c-e	9 st	74 d-h	32 o-q	50 kl
33	2 t	70 e-i	31 pq	77 d-h	41 l-o	44 lm	1 t	10 st	10 st	30 pq
36	0 t	42 l-o	0 t	71 e-i	18 rs	10 st	0 t	0 t	0 t	0 t
39	0 t	0 t	0 t	1 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t

Sıcak iklim sebzelerinden biri olan biber bitkisinin 13-15°C'den daha düşük sıcaklık değerlerine çimlenme açısından duyarlı bir tür olduğu bilinmektedir. Biberde optimum çimlenme ve çıkışın 20-25°C'de gerçekleştiği, 0°C ve altındaki sıcaklıklarda ise bitki ölümlerinin olduğu, fakat 5°C'ye kadar canlılığın devam edebildiği bildirilmiştir (Vural ve ark., 2000). Ülkemizde yapılan bir çalışmada, *C. baccatum* var. *pendulum* biber türüne ait bir hatta tohumların 25°C'de 35°C'ye göre daha yüksek çimlenme oranına sahip olduğu belirlenmiştir (Mavi ve Mavi, 2012). Türlerin tohumlarının morfolojik yapılarının geçirimsiz olması, daha yüksek bir sıcaklıklarda çimlenme oranlarının düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Yazlık sebze türlerinde çeşitlere göre maksimum çimlenme sıcaklıklarının değişmesiyle birlikte 40°C ile 45°C sıcaklıklara da ulaşabildiği bildirilmiştir Günay (1992). Bu araştırma sonucunda; *C. chinense* türüne ait biber genotiplerinin maksimum çimlenme sıcaklığının 36°C'ye ulaştığı, ancak 39°C sıcaklıkta ise tüm genotiplerde çimlenme gerçekleşmediği belirlenmiştir.

### *Capsicum chinense* Türüne ait Biber Genotiplerinde Çimlenme Oranı Üzerine Sıcaklığın Etkisinin Regresyon Analizi ile Matematiksel Modellenmesi

*C. chinense* türüne ait biber genotiplerinde çimlenme oranlarının sıcaklığa olan tepkisinden elde edilen mevcut veriler, türetilen doğrusal olmayan kuadratik regresyon modeli yardımıyla [ $D = a + (b \times T) + (c \times T^2)$ ] tahmini olarak hesaplandığında elde edilen regresyon katsayısı ( $R^2$ ), 0.8298 olarak belirlenmiştir (Şekil 3).



**Şekil 3.** *Capsicum chinense* biber türünde tüm genotiplerin gerçek çimlenme oranı (%) ile [ $D = a + (b \times T) + (c \times T^2)$ ] modeli ile tahmin edilen çimlenme oranı arasındaki regresyon ilişkisi

Araştırma sonuçları, tüm genotiplerin 9-15 °C arasında çimlenme göstermediğini göstermiştir. En yüksek regresyon katsayısı değeri,  $R^2$  0.95 değeri ile CC-51 biber genotipinde tespit edilmiştir. Ayrıca, CC-65 biber genotipinde regresyon katsayısının 0.92, CC-68 biber genotipinde elde edilen regresyon katsayısının 0.88 ve CC-63 biber genotipinin ise regresyon katsayısının 0.84 olduğu saptanmıştır (Şekil 3). Araştırmada, CC-47, CC-61, CC-76, CC-79, CC-82 nolu genotiplerde istatistiki açıdan sıcaklığın çimlenme oranı üzerinde  $R^2$  katsayısının %1 olasılık düzeyine göre önemli düzeyde bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. CC-51, CC-63, CC-65, CC-68, nolu genotiplerde istatistiki açıdan sıcaklığın çimlenme oranı üzerinde  $R^2$  katsayısının %1 olasılık düzeyine göre yüksek ve çok önemli düzeyde olduğu saptanmıştır. Şekil 3 incelendiğinde, sıcaklık ile çimlenme oranı arasında parabolik ilişkilerin olduğu tespit edilmiştir. Buna göre, sıcaklık değeri 27°C'ye kadar arttığında çimlenme değeri pik değerine ulaşmış, sıcaklık değeri 27°C' den daha fazla arttığında ise çimlenme oranlarının parabolik olarak azalış gösterdiği belirlenmiştir.

## SONUÇ

Günümüzde *Capsicum* cinsi içerisinde yer alan ve kültüre alınmış olan önemli biber türlerinden birisi de *C. chinense* türüdür. Bu tür, en fazla Orta Amerika ve Güney Amerika ülkelerinde yayılış göstermektedir. Ülkemizde ise *C. chinense* türü çok fazla tanınan ve yetiştirilen bir biber türü değildir. Ancak, *C. chinense* türü özellikle biyotik ve abiyotik stres koşullarına dayanıklılık yönünden çeşit ıslah programlarında önemli bir genetik kaynaktır. Bu nedenle, ülkemizde gerek aşılı biber fidesi üretiminde anaç olarak kullanımı veya stres koşullarına dayanıklı (düşük sıcaklık, tuzluluk vb.) yeni biber çeşitlerinin geliştirilmesinde önemli bir genetik kaynak olarak değerlendirilmesi büyük bir önem taşımaktadır.

Bu araştırmada *C. chinense* türüne ait biber genotiplerinde yüksek ve düşük sıcaklık uygulamaları ile optimum çimlenme sıcaklık performansları birlikte değerlendirilmiş ve tohum fizyolojisi alanında pratik değeri olan önemli kazanımlar sağlanmıştır. Çalışmada tüm çimlendirme testi analizlerinde; sıcaklık artışına bağlı olarak *C. chinense* biber genotiplerinin tamamında çimlenme hızı ve çimlenme oranlarının belirgin düzeylerde artışlar gösterdiği tespit edilmiştir. Özellikle 24 °C ve 27 °C sıcaklık uygulamalarında; CC-47, CC-51, CC-61 ve CC-63 genotiplerinde %90 oranının üzerinde çimlenme oranlarına sahip oldukları saptanmıştır. CC-51 genotipi, 24 °C de %100 ve 27 °C sıcaklıkta %99 oranı ile en yüksek çimlenme oranına ulaşan genotip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca 36 °C sıcaklık uygulamasında, bazı biber genotiplerinde çimlenme oranlarının belirgin düzeylerde azalışlar gösterdikleri ve CC-47, CC-61, CC-72, CC-76, CC-79, CC-82 genotiplerinde ise tohumların hiç çimlenmediği belirlenmiştir. *C. chinense* türüne ait biber genotiplerinde çimlenme oranlarının sıcaklığa olan tepkisinden elde edilen mevcut veriler,  $[D = a + (b \times T) + (c \times T^2)]$  matematiksel model yardımıyla tahmini olarak hesaplandığında elde edilen regresyon katsayılarının ( $R^2$ ), 0.33-0.95 arasında değiştikleri saptanmıştır. Araştırma sonucunda, tüm biber genotiplerinin 9 °C-15°C arasındaki sıcaklık aralığında tohumların çimlenme göstermedikleri tespit edilmiştir. En yüksek regresyon katsayısı değeri, 0.95 katsayısı ile CC-51 biber genotipinde hesaplanmıştır. Bu araştırma sonrasında çimlenme performansı yüksek olan *C. chinense* genotiplerinin aşılı biber fidesi üretiminde anaç ıslahında değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Böylece *C. annuum* x *C. chinense* melezlerinde ortaya çıkan düşük çimlenme sorunun çözümünde tohum canlılık performansı yönünden seçilen *C. chinense* genotiplerinin kullanılması planlanmaktadır.

## Çıkar Çatışması

Makaleye yazarları arasında herhangi bir yazar çatışması olmadığı beyan olunur.

**Yazar Katkısı**

Makaleye yazarlar eşit oranda katkı sağlamıştır.

**KAYNAKLAR**

- Balkaya A, 2004. Modelling the Effect of Temperature on the Germination Speed in Some Legume Crops. *Journal of Agronomy*, 3 (3): 179-183.
- Balkaya A, Kurtar E, Cemek B, 2008. Bazı Lahana Türlerinde Tohumların Çimlenme Gücü Üzerine Sıcaklığın Etkisinin Modellenmesi. Türkiye III. Tohumculuk Kongresi. Bildiri Kitabı. 37-41. 25-28 Haziran, Kapadokya
- Barboza GE, Garcia CC, Gonzalez SL, Scaldaferrero M, Reyes X, 2019. Four New Species of *Capsicum* (*Solanaceae*) from the Tropical and an Update on the Phylogeny of the Genus. *PLoS One*, 14(1).
- Baskin CC, Baskin JM, 1998. Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination. Academic press, San Diego, CA, USA.
- Cengiz E, 2017. Bazı Kabak Anaçlarında Tohumların Çimlenmesi ve Çıkış Üzerine Sıcaklığın Etkisinin Modellenmesi. Yüksek Lisans Tezi, 76s. OMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Demir I, Okçu G, 2004. Aerated Hydration Treatment for Improved Germination and Seedling Growth in Aubergine (*Solanum melongena*) and Pepper (*Capsicum annuum*), *Annals Applied Biology*, 144: 121-123.
- Eshbaugh WH, 2012. The taxonomy of the Genus *Capsicum*. In: Peppers Botany Production and Uses. CAB International, 14-28.
- Finch-Savage WE, Phelps K, 1993. Onion (*Allium cepa* L.) Seedling Emergence Patterns can be Explained by the Influence of Soil Temperature and Water Potential on Seed Germination. *Journal of Experimental Botany*, 44: 407-414.
- Greenleaf WH, 1986. Pepper breeding. *Breeding Vegetable Crops*. CAP International. The Cambridge University Press, United Kingdom, 76-82.
- Günay A, 1992. Özel Sebze Yetiştiriciliği.1 (2): 14-15, Ankara.
- Günay A, 2005. Sebze Yetiştiriciliği. Baskı (1), 502s, Türkiye.
- ISTA, 1999. International Rules for Testing Seeds. *Seed Science and Technology* 27: 155-175.
- ISTA, 2007. International Rules for Seed Testing. Edition 2007. International Seed Testing Association. Bassersdorf, Switzerland.
- Kandemir D, Özkaraman F, Özer H, Yücel HŞ, Tarım G, Saka A.K, Uzun S, 2012. Bazı Baklagil Tohumlarının Çimlenme Zamanları Üzerine Sıcaklığın Etkisinin Modellenmesi. 9. Ulusal Sebze Tarımı Sempozyumu Bildiri Kitabı, 81-92, Konya.
- Kandemir D, Uzun S, 2019. Farklı Işık ve Sıcaklık Şartlarının Sera Biber Yetiştiriciliğinde Büyüme Parametreleri Üzerine Kantitatif Etkilerinin Modellenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*. 34: 1308-8750.
- Kaymak HÇ, 2014. Potential Effect of Seed Fatty Acid Profile of Pepper (*Capsicum annuum* L.) Cultivars on Germination at Various Temperatures. *Zemdirbyste-Agriculture*, vol.101, no.3, pp.321-326,
- Kevseroğlu K, Çalışkan Ö, 1995. Farklı Sıcaklık Derecelerinin Bazı Endüstri Bitkileri Tohumlarının Çimlenmesine Etkisi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10:23-31.
- Khan HA, Ayub CM, Pervez MA, Bilal RM, Shadid MA, Ziaf K, 2009. Effect of Seed Priming with Nacl on Salinity Tolerance of Hot Pepper (*Capsicum annuum* L.) at Seedling Stage. *Soil & Environment*, 28:1, 81-87.

- Khoury CK, Carver D, Barchenger DW, Barboza GE, Zonneveld M, Jarret R, Bohs L, Kantar M, Uchanski M, Mercer K, Nabhan GP, Bosland PW, Greene SL, 2020. Modelled Distributions and Conservation Status of the Wild Relatives of Chile Peppers (*Capsicum* L.) Diversity and Distributions. 26:209-225.
- Kurtar ES, 2010. Modelling the effect of Temperature on Seed Germination in Some Cucurbits. African Journal of Biotechnology, 9 (9): 1343-1353.
- Kurtar ES, Balkaya A, Uzun S, 2004. Modelling the Effect of Temperature on the Germination Power in Some Legume Crops. Journal of Agronomy, 3 (4): 311-314.
- Mavi K, Mavi F, 2012. *Capsicum baccatum* var. *pendulum* Türüne Ait Biber Hattının Tohumlarında Çimlenme İçin Uygun Sıcaklığın Belirlenmesi. MKU Ziraat Fakültesi Dergisi 17 (2): 79-86.
- Mavi K. 2020. Biberlerde Türler Arası Melezleme. International Journal of Life Sciences and Biotechnology, 3(3):386-406.
- Odabaş MS, Mut, Z, 2007. Modelling the Effect of Temperature on Percentage and Duration of Seed Germination in Grain Legumes and Cereals. American Journal of Plant Physiology, 2 (5): 303-310.
- Özkaplan M, Balkaya A, 2020. Topraksız Tarımda Domates Yetiştiriciliğinde Bitki Gelişme Parametreleri İle Sıcaklık Ve Işık Arasındaki İlişkilerin Modellenmesi. Mediterranean Agricultural Sciences, 33(2), 181-187.
- Ramchiary N, Kehie M, Brahma V, Kumaria S, Tandon P, 2014. Application of Genetics and Genomics Towards Capsicum Translational Research. Plant Biotechnology Reports, 8, 101-123.
- Sağsöz S, 1990. Tohumluk Bilimi. Atatürk Üniversitesi Yayınları. No:677. Ziraat Fakültesi Yayınları. No:302, Ders Kitapları Serisi. No:54, 273.
- Sivritepe Ö, Şentürk B, 2011. Biber Tohumlarının Fizyolojik Olarak İyileştirilmesi İçin Su Ve Tuz Çözeltileri İle Yapılan Priming ve Kurutma Uygulamalarının Karşılaştırılması. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 25:1, 53-64.
- Şehirali S, 1997. Tohumluk ve Teknolojisi. Fakülteler Matbaası. 422s, İstanbul.
- Taş K, 2020. *Capsicum chinense* türüne Ait Biber Genotiplerinin Morfolojik Ve Moleküler Karakterizasyonu. Yüksek lisans tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 95s. Samsun.
- Uzun S, Marangoz D, Özkaraman F, 2001. Modelling the Time Elapsing from Seed Sowing to Emergence in Some Vegetable Crops. Pakistan Journal of Biological Sciences, 4 (4): 442-445.
- Vural H, Eşiyok D, Duman İ, 2000. Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 331-338, İzmir.
- Watkins JT, Cantliffe DJ, 1983. Hormonal Control of Pepper Seed Germination, Hort science, 18: 342-343.
- Yadav PV, Kumari M, Ahmed Z, 2011. Chemical Seed Priming as simple Technique to Impart Cold and salt Stress Tolerance in Capsicum. Journal of Crop Improvement, 25: 497-503.



**To Cite:** Arın L, Şahin N, Uludağ M, Kırıcı AK, 2021. Determination of Emergence and Seedling Characteristics in One- and Two-Year Seeds of Some Long-Day Onion (*Allium cepa* L.) Varieties. Journal of the Institute of Science and Technology, 11(Special Issue): 3347-3352.

## Determination of Emergence and Seedling Characteristics in One- and Two-Year Seeds of Some Long-Day Onion (*Allium cepa* L.) Varieties

Levent ARIN<sup>1\*</sup>, Nihan ŞAHİN, Mehmet ULUDAĞ, Ali Kadir KIRCI

**ABSTRACT:** The most important factors are the seed quality and vigor in which determine the yield and quality of vegetable production. Seed quality is affected by many factors such as seed development on the mother plant, genetic characters of species, and variety, storage conditions, etc. Onion (*Allium cepa* L.) has a seed that is easily deteriorating. Therefore one-year seed use is commonly recommended. In this research, which was conducted to determine the effect of the production year and variety on seed emergence and seedling properties was used one- and the two-year seed of four long-day variety (denotes A, B, C or D). As result, it was determined that the seedling morphological characters were not affected by production year and one-year seeds had a higher emergence percentage and vigor index than two-year seeds. The highest emergence rates were seen in variety D (95.50%) for one-year seeds and in variety A (80.00%) for two-year seeds. Among vigor indexes, the highest values were observed in variety C (2.85) for one-year seeds and variety A (2.39) for two-year seeds. Also, seed viability and viability decreasing rate were different according to varieties.

**Keywords:** Onion, variety, emergence, vigor, seedling

<sup>1</sup> Levent ARIN ([Orcid ID: 0000-0002-0193-9912](https://orcid.org/0000-0002-0193-9912)), Nihan ŞAHİN ([Orcid ID: 0000-0002-3204-9082](https://orcid.org/0000-0002-3204-9082)), Mehmet ULUDAĞ ([Orcid ID: 0000-0002-8171-1108](https://orcid.org/0000-0002-8171-1108)), Ali Kadir KIRCI ([Orcid ID: 0000-0001-9126-2070](https://orcid.org/0000-0001-9126-2070)) Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Tekirdağ, Turkey

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Levent ARIN, e-mail: [larin@nku.edu.tr](mailto:larin@nku.edu.tr)

This article was presented orally at the 7th Seed Congress of Turkey held in İğdir between 15-17 November 2021

## INTRODUCTION

Seed is the basic and most critical input in agriculture and is considered to be the cheapest and most crucial component compared to other inputs like fertilizers, pesticides, water etc. It is known that the most crucial input for improving the yield is the use of good-quality seeds. In the case of high-quality seed use, the expected benefit from post-sowing cultural practices could be achieved, and yield and quality could be high. The seed quality is dependent on several factors, some of which are surrounding environment during plant growth and seed development, location of seeds on plant, time of seed harvest, seed harvesting techniques, storage conditions, container and packing materials, seed treatment before sowing (Roberts, 1974; Dorna et al., 2013; Ashok et al., 2019; Brar et al., 2019; Baslar and Ilbi, 2020). After the seed completes its development on the plant, it begins to age and deteriorate at a rate that changes depending on the conditions during its life (mainly storage). The storage life of seeds is affected by factors such as cultural applications during seed production, environmental factors such as climate and soil, genetic characteristics of the variety, chemical content of the seed, and maturity level of the seed (Arin, 2018). Onion, an indispensable vegetable in kitchens and tables, is a very important economic crop used in different ways and is well known for 5000 years (Brewster, 1994; Lorenz and Maynard, 1988). Turkey ranks fifth among the onion producing countries in the world with 2200 thousand tonnes of bulb production in 68713 hectares production area (FAO, 2021). It is essential to use quality seeds for the production of onion with high yield and quality. Also, seed quality is very important in onion set and seedling production. Poor germination and low seedling vigor are the serious problems limiting the production of onion bulb and onion set. It is well-known fact that onion seeds have short storage life and due to the nature of the seed loses their viability and vigor more rapidly after harvest than the seeds of other crops unless special precautions are taken in their storage. It is possible that to maintain germinability and vigor of onion seeds for more than one-year by reducing to  $6\pm 1\%$  of seed moisture content and storing them in moisture impervious containers at  $4-15^{\circ}\text{C}$  and 40-60% relative humidity (Khokhar, 2018). In addition, great differences can be seen between cultivars and seed lots in terms of storage life and germination characteristics (Khan et al., 2004; Sivasakthi and Renugadevi, 2020).

Knowledge of seed characteristics, which is the most important factor for determining yield and quality in onion, onion set or onion seedling production, is decisive in preparation of production marketing strategies. The current investigation was carried out to assess how was change emergence and seedling characters of onion depend on variety and production year.

## MATERIALS AND METHODS

The one and two-years seeds of four long-day onion varieties were obtained from a national seed company in Turkey (Satisfactory and clearly inform about the storage conditions of own onion seeds could not be taken from the company that has been producing seeds of different vegetable crops for many years). Varieties were expressed with letters (A, B, C, D), years with numbers (1st, 2nd). The commercial peat recommended for the production of vegetable seedlings was used as a growing medium (Klassmann Potground-H, Doktor Tarsa Inc., Antalya, Turkey). It had pH of 6.0, EC-value of  $0.40\text{ dS m}^{-1}$ , Added amount of fertilizer (NPK fertilizer 14:10:18):  $1.5\text{ kg m}^{-3}$ . Seeds were sown at a depth of approximately 1 cm in multi-cell trays with cell volume 45 cc filled with media mentioned above. The counts were done every day and it was accepted as emerged when the tip of cotyledon separated from soil surface and become upright (flag stage).

Mean emergence time (MET, days) was calculated according to the Formula 1.

$$\text{MET} = \Sigma n.t / \Sigma n \quad (1)$$

$n$  = number of newly emerged seedling at time  $t$ ,  $t$  = days from sowing, and  $\Sigma n$  = total emerged seedling.

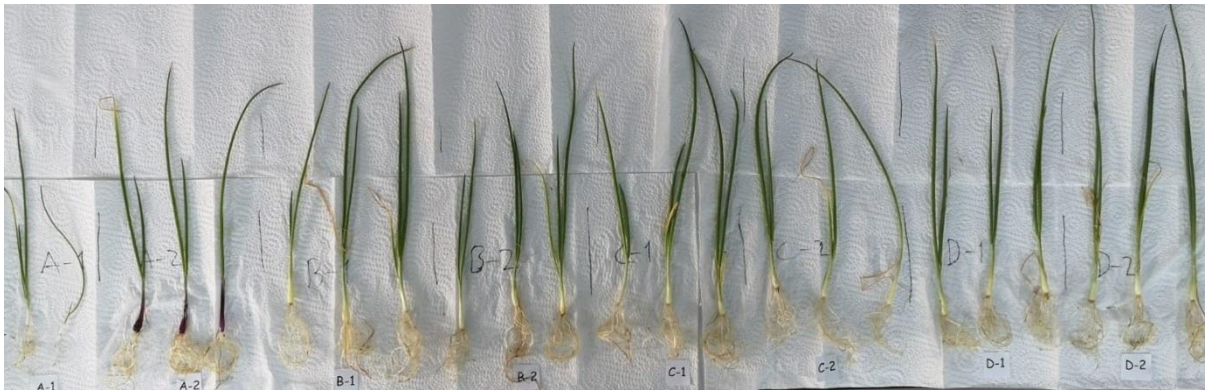
Vigor Index (VI, emergence rate) was calculated according to Mereddy et al. (2000) (Formula 2).

$$\text{VI} = (G1/D1) + G2/D2 + \dots + (GL/DL) n \quad (2)$$

where  $G1$  = number of emerged seeds (first count),  $D1$  = number of days to first count,  $GL$  = number of emerged seeds (last count), and  $DL$  = number of days to last count.

Daily maximum and minimum temperatures were recorded during the experiment. According to the records taken for 40 days, the temperatures varied between 0 and 27°C, and the average maximum temperature was determined as 15.9°C and the average minimum temperature 8.1°C.

Forty days after sowing the seedling were carefully removed from trays and the media adhering to the roots of seedlings was washed using tap water (Figure 1). After counting the leaves and measuring the stem diameter and length, seedlings were weighed by using an electronic weighing balance. Then, dry weight of seedlings was determined by drying in an oven at 65°C for 24 hours.



**Figure 1.** The seedling samples of four onion varieties

The experimental design was a randomized complete block with four replications. All data were subjected to analysis of variance (ANOVA) and mean value were compared with the LSD test. Statistic analyses are conducted in R statistical analysis software version 4.1.0. (R Core Team, 2021) and agricolae library (Mendiburu, 2021).

## RESULTS AND DISCUSSION

While the lowest fresh weight among the varieties was seen in variety A with 40.70 mg, other varieties were in the same importance group (a). The lowest fresh and dry seedling weight was recorded in one-year seeds of A variety. In the variety-year interaction, the two-year seeds of the A variety and the one-year seeds of the C variety gave the highest seedling fresh and dry weight values. The highest number of leaves was determined in the two-year seeds of variety A with 3.08, while the lowest number of leaves was determined in annual seeds of the same variety.

The year did not have a significant effect on the length and diameter of the seedlings. While the length of seedling obtained from the one-year seeds of the A variety was the lowest with 25.16 cm, the two-year seeds of the same variety were in the upper significance group (a) with 29.01 cm. In terms of seedling diameters, the lowest value of 3.46 mm was recorded in the one-year seed of variety A, while the differences among other year-variety interactions were not significant (Table 1).

Differences in emergence time were not statistically significant. In terms of emergence rate, the highest value (95.50%) was obtained from one-year seeds of D variety, while the emergence rate

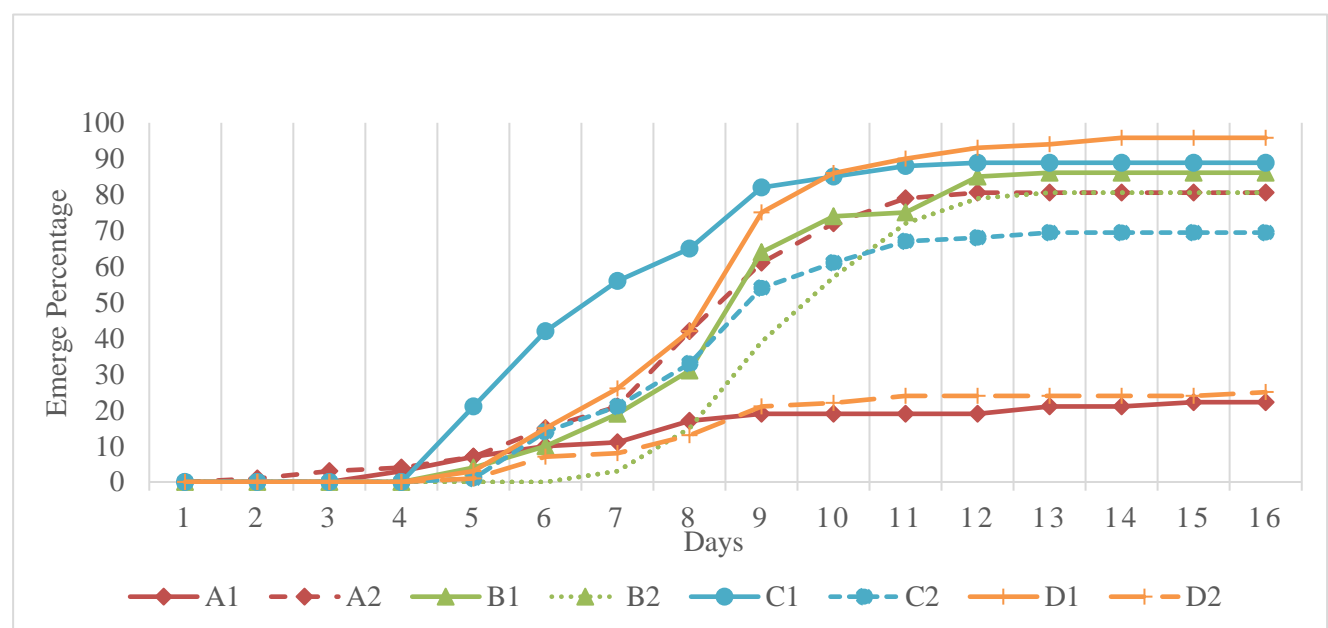
decreased with aging in varieties (except for variety A). A similar trend was observed in the case of seed vigor index, and one-year seeds of variety A and two-year seeds of variety D gave the lowest index values. The fact that one-year seeds of variety A have lower emergence rate and vigor index than two-year seeds may have many reasons, including the mistake in the labeling of the seeds. One-year seeds of variety A and two-year seeds of varieties C and D did not reach the official minimum germination standards (Table 2, and Figure 2). Although the highest emergence rate was observed in the one-year seeds of the D variety, it was noteworthy that the time taken for half of the seeds to emerge in the one-year seeds of the C variety was shorter than the others (Figure 2).

**Table 1.** The seedling properties in one and two-year seeds of four long-day onion varieties

		Dry Weight (mg)	Fresh Weight (mg)	Number of Leaves	Length (cm)	Diameter (mm)
1 <sup>st</sup> Year	A	3.66b	40.70b	2.30b	25.16c	3.46b
	B	5.58ab	77.16a	2.91a	27.40abc	5.34a
	C	6.41a	85.00a	2.83a	29.71a	4.84a
	D	5.83ab	78.91a	2.91a	28.75a	5.93a
	Mean	<b>5.48</b>	<b>71.73</b>	<b>2.76</b>	<b>27.87</b>	<b>4.95</b>
2 <sup>nd</sup> Year	A	6.58a	78.75a	3.08a	29.01a	5.31a
	B	5.16ab	72.08a	2.75ab	25.62bc	5.47a
	C	5.33ab	74.33a	2.83a	28.60ab	4.75a
	D	5.10ab	62.09ab	2.81a	27.74abc	5.39a
	Mean	<b>5.56</b>	<b>72.02</b>	<b>2.87</b>	<b>27.74</b>	<b>5.23</b>

**Table 2.** The seedling emergence characteristics in one and two-year seeds of four long-day onion varieties

		Emergence Rate (%)	Emergence Time (d)	Vigor Index
1 <sup>st</sup> Year	A	22.00c	7.09	0.73b
	B	85.50ab	7.13	2.11a
	C	88.25ab	7.75	2.85a
	D	95.50a	8.69	2.43a
	Mean	<b>72.81a</b>	<b>7.67</b>	<b>2.03a</b>
2 <sup>nd</sup> Year	A	80.00ab	6.06	2.39a
	B	79.75ab	7.41	1.70ab
	C	69.00b	7.52	1.79ab
	D	24.75c	6.914	0.66b
	Mean	<b>63.37b</b>	<b>6.97</b>	<b>1.64b</b>



**Figure 2.** Seed emergence percentages by day

In general, it was determined that seedling fresh and dry weight, emergence rate, and vigor decreased due to ageing in onion seeds (except variety A). This situation, namely the decrease in quality due to the rapid ageing of onion seeds, has been reported in previous studies (Rao et al., 2006; Ilbi and Eser, 2006; Demirkaya et al., 2010). Likewise, it was determined that the emergence rate and vigor index values of two-years seeds of D variety were very low. Possible reasons for this may be unsuitable environmental conditions in the seed production season and/or storage conditions. Seed quality and seed longevity are primarily governed and influenced by genetic factors and nowadays they are considered by the plant breeders as important traits (Selvi and Saraswathy, 2018). It is possible to classify varieties as good or poor according to their storability performance. In storage, beside the seed viability and vigor is regulated by many factors like seed moisture content, temperature, relative humidity, initial seed quality, physical and chemical composition of seed, storage structure, packaging materials, etc., also it could vary from species to species, and cultivars to cultivars (Doijode, 1995; Patel et al., 2017). Generally during storage, the seed viability and seed longevity is considerably influenced by key factors like the heritable genetic make-up of the varieties, initial seed quality, moisture content, relative humidity and temperature, provenance, the activity of organisms associated with seeds in storage, oxygen pressure and other factors such as direct sunlight on the seed, number of times and kind of fumigation, the effect of seed treatment, storage conditions in transit, and at the retailer's store and user's farm, etc. (Selvi and Saraswathy, 2018; Ashok et al., 2019). Even if the germination and vigor are good in seed harvest period, since onion seed loses its viability and vigor rapidly, the storage conditions are of great importance. In an experiment conducted by Geetanjali et al. (2019), onion seeds were storage three different conditions for 10 months (ambient condition, conditioned cold storage (18-20°C, 45-50% RH), commercial cold storage (5-7°C, 65% RH). The results exhibited that commercial cold storage was best for maintaining seed quality parameters. It has been expressed that the decline in seed germination and vigor related to storage conditions and duration could be due to a reduction in metabolic activity and enhancement in antioxidant activity. Also, Khan et al. (2004) suggested that the membrane integrity loss in relation to aging may be responsible for the decreased germinability, vigor.

## CONCLUSION

In this study, it was determined that the length, diameter, weight of seedlings, and the number of leaves were not changed according to seed production year (one- or two-year seeds) but the emergence rate and vigor index of two-year seeds was lower than to one-year seeds, except A variety. Also, the emergence percentage and vigor index of two-year seeds of D varieties remarkably decreased. From those results could be concluded that post-harvest conditions may be effective on onion seed quality, and there may be seed quality differences among varieties.

## Conflict of Interest

The article authors declare that there is no conflict of interest between them.

## Author's Contributions

The authors declare that they have contributed equally to the article.

## REFERENCES

- Arin L, 2018. Tohum Depolama, *Türktob*, 26, 8-10. In Turkish.
- Ashok GB, Doddagoudar SR, Vasudevan SN, Patil MG, Hosamani A, 2019. Evaluation of the Best Storage Methods for Maintaining Seed Quality of Onion. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8(4): 325-336.

- Baslar G, Ilbi H, 2020. Do Seed Harvest Period and Drying Method Affect the Seed Quality and Yield in Onion? *Acta Hort.* 1273, 323-328.
- Brar NS, Kaushik P, Dudi BS, 2019. Effect of Seed Priming Treatment on the Physiological Quality of Naturally Aged Onion (*Allium cepa* L.) Seed. *Applied Ecology and Environmental Research*, 18(1): 849-862.
- Brewster JL, 1994. *Onion and Other Vegetable Alliums*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Demirkaya M, Dietz KJ, Sivritepe HO, 2010. Changes in Antioxidant Enzymes During Ageing of Onion Seeds. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 38(1): 49-52.
- Doijode SD, 1995. Effect of Silica Gel and Storage Containers on Viability and Vigour in Onion. *Seed Research*, 18: 163-165.
- Dorna H, Jarosz M, Szopinska D, Szulc I, Rozinska A, 2013. Germination, Vigour and Health of Primed *Allium cepa* L. Seeds After Storage. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus*, 12(4): 43-58.
- Ellis RH, Roberts EH, 1981. The Quantification of Ageing and Survival in Orthodox Seeds. *Seed Science & Technology*, 9, 373-409.
- FAO, 2021. Statistics database. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Geetanjali C, Sangeeta IM, Prashant SM, Basavegowda A, Beladhadi RV, 2019. Effect of Storage Conditions on Seed Longevity of Onion (*Allium cepa* L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8(2): 1897-1905.
- Ilbi H, Eser B, 2006. The potential of Vigour Tests to Identify Differences in the Extent of Ageing in Onion Seeds. *Seed Science and Technology*, 34(3): 713- 718.
- Khan M, Iqbal MJ, Abbas M, Raza H, Waseem R, Ali A, 2004. Loss of Vigour and Viability in Aged Onion (*Allium cepa* L.) Seeds. *International Journal of Agriculture & Biology*: 6(4): 708-711.
- Khokhar KM, 2018. *Seed Viability and Germination, Part 1, Chapter 2, Onion: An Ancient Crop and Modern Practice- A Review*. Noor Publishing, 608 pp.
- Lorenz OA, Maynard DN, 1988. *Knott's Handbook for Vegetable Growers (Third Edition)*. A Wiley-Interscience Publication, New York.
- Mendiburu F, 2021. agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research. R Package Version 1.3-5. <https://CRAN.R-project.org/package=agricolae> <https://CRAN.R-project.org/package=agricolae>
- Mereddy R, Wu L, Hallgren SW, Wu Y, Conway KE, 2000. Solid Matrix Priming Improves Seedling Vigor of Okra Seeds. *Proceedings of the Oklahoma Academy of Science*, 80: 33-37.
- Patel JB, Babariya CA, Sondarva J, Ribadiya KH, Bhatiya VJ, 2017. Effect of Storage Conditions, Packing Materials and Seed Treatments on Viability and Seedling Vigour of Onion (*Allium cepa* L.) seeds. *Journal of Applied and Natural Science*, 9(2): 1054-1067.
- R Core Team, 2021. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
- Rao RGS, Singh PM, Rai M, 2006. Storability of Onion Seeds and Effects of Packaging and Storage Conditions on Viability and Vigour. *Scientia Horticulturae*, 110(1): 1- 6.
- Roberts EH, 1974. Storage Environment and the Control of Viability. In *Viability of Seeds*, E.H. Roberts (Eds.), pp.14-59, Chapman and Hall Ltd, London.
- Selvi DT, Sarawathy S, 2018. Seed Viability, Seed Deterioration and Seed Quality Improvements in Stored Onion Seeds: A Review. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 93: 1-7.
- Sivasakthi S, Renugadevi J, 2020. Appraisal of Storage Potential of Onion cv. CO (On) 5 Seeds Under Carbon Dioxide and Ambient Storage Condition. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(5): 925-932.

**Atf İçin:** Şahin GT, Kandemir D, Balkaya A, Karaağaç O, 2021. Türkiye Orijinli Yedikule Tipi Marul (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*) Genotiplerinin Teksel Seleksiyon Yöntemiyle Islahı. İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(Özel Sayı): 3353-3362.

**To Cite:** Şahin GT, Kandemir D, Balkaya A, Karaağaç O, 2021. The Breeding of Turkey Originated Yedikule Type Lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*) Genotypes with Pure-line Selection. Journal of the Institute of Science and Technology, 11(Special Issue): 3353-3362.

### **Türkiye Orijinli Yedikule Tipi Marul (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*) Genotiplerinin Teksel Seleksiyon Yöntemiyle Islahı**

G. Tuğba ŞAHİN<sup>1\*</sup>, Dilek KANDEMİR<sup>2</sup>, Ahmet BALKAYA<sup>3</sup>, Onur KARAAĞAÇ<sup>4</sup>

**ÖZET:** Marul, *Compositae* familyasının *Lactuca* cinsine bağlı tek yıllık bir sebze türüdür. Marulun anavatanı; Anadolu, Kafkasya, İran ve Türkistan olarak kabul edilmektedir. Ülkemiz, bitki genetik kaynakları ve genetik çeşitlilik açısından dünyanın eşsiz ve en önemli ülkelerinden birisidir. Yerel genetik kaynaklar, ıslah programlarının başarıya ulaşmasında en önemli faktörlerden birisi olan fenotipik varyasyonun temelini oluşturur. Bu çalışma 2020-2021 yılları arasında, Türkiye orijinli Yedikule tipi 28 marul genotipinin teksel seleksiyon ıslahı yöntemiyle değerlendirilmesi ve çeşit aday olabilecek ümit var marul genotiplerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Ayrıca, marul genotiplerinde kendileme çalışmaları da yapılmıştır. Seleksiyonda; ilkbahar ve sonbahar yetiştirme dönemlerine uygun, sapa kalkmayan, orta irilikte, erkenci marul genotiplerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla, seleksiyon kriterleri tarafımızdan geliştirilmiş ve tartılı derecelendirme yöntemine göre değerlendirme yapılmıştır. Tartılı derecelendirme yöntemine göre Yedikule tipi marul genotipleri ilkbahar yetiştirme döneminde 254-484 arasında puan ve sonbahar yetiştirme döneminde ise 16-480 arasında puan almışlardır. Sonbahar döneminde bazı marul genotiplerinde erken sapa kalkma (bolting) durumu gerçekleşmiştir. Her iki dönem de seleksiyon kriterleri yönünden öne çıkan 6 genotip (YM-1, YM-5, YM-13, YM-14, YM-16 ve YM-19) ümit var marul genotipleri olarak seçilmiştir. Araştırma sonucunda öne çıkan marul genotiplerinin gelecekte çeşit ıslah çalışmalarında değerlendirilerek ticari üretime kazandırılması planlanmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Marul, genetik kaynaklar, saf hat, tartılı derecelendirme, çeşit

### **The Breeding of Turkey Originated Yedikule Type Lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*) Genotypes with Pure-line Selection**

**ABSTRACT:** Lettuce is an annual vegetable species belonging to the *Lactuca* genus of the *Compositae* family. Its origin is considered to be Anatolia, the Caucasus, Iran and Turkistan. Turkey is one of the unique and important countries of the world in terms of plant genetic resources and genetic diversity. Local genetic resources are the basis of phenotypic variation, which is one of the most important factors in the success of breeding programs. This study was carried out between 2020 and 2021 years to evaluate 28 lettuce genotypes of Yedikule type originating in Turkey by pure-line selection method and to determine the promising genotypes that can be cultivar candidates. In addition, inbreeding studies were also conducted in the study. It was aimed to determine the medium size, no bolting and the early lettuce genotypes, which are suitable for spring and autumn growing periods. For this purpose, selection criteria were developed by us and evaluation was made according to the weighted ranking method. According to the weighted ranking method, Yedikule type lettuce genotypes scored among 254 to 484 in the spring growing period and among 16 to 480 in the autumn growing season. Early bolting occurred in some genotypes in the autumn period. The promising six genotypes (YM-1, YM-5, YM-13, YM-14, YM-16, and YM-19) are selected in terms of selection criteria in both periods. It is aimed to bring the lettuce genotypes, which were determined as promising as a result of the research, to commercial production by evaluating them in variety breeding studies in the future.

**Keywords:** Lettuce, genetic resources, pure-line, weighted ranking method, variety

<sup>1</sup>G. Tuğba ŞAHİN ([Orcid ID: 0000-0002-3409-4282](https://orcid.org/0000-0002-3409-4282)), Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Samsun, Türkiye

<sup>2</sup>Dilek KANDEMİR ([Orcid ID: 0000-0002-3097-3394](https://orcid.org/0000-0002-3097-3394)), Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Samsun, Türkiye

<sup>3</sup>Ahmet BALKAYA ([Orcid ID: 0000-0001-9114-615X](https://orcid.org/0000-0001-9114-615X)), Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun, Türkiye

<sup>4</sup>Onur KARAAĞAÇ ([Orcid ID: 0000-0002-8794-2556](https://orcid.org/0000-0002-8794-2556)), Tohum Sertifikasyon Test Müdürlüğü, Samsun, Türkiye

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: G.Tuğba ŞAHİN, e-mail: sahin9653@gmail.com

Makale 15-17 Kasım 2021 tarihlerinde İğdır'da düzenlenen "Türkiye 7. Tohumculuk Kongresinde" sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

## GİRİŞ

Marul, ülkemizde hem açık tarla ve hem de örtüaltında farklı dönemlerde yıl boyu yetiştirilebilen tek yıllık bir sebze türüdür. Marul türünün anavatanı, Mısır olarak kabul edilmektedir. Daha sonra Yunanistan ve Türkiye üzerinden Avrupa'ya yayılış göstermiştir (De Vries, 1997; Karaağaç ve Balkaya, 2017). Marul, farklı morfolojik özelliklere ve niteliklere sahip geniş bir ürün grubunu içermektedir (Balkaya ve Özgen, 2019). Yaprak özelliklerine göre kıvrıkcık yapraklı (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*), göbekli (baş) (*L. sativa* L. var. *capitata*) ve cos marul (*L. sativa* L. var. *longifolia*) olarak gruplandırılmaktadır (Şalk ve ark., 2008). Marul (cos marulu), ülkemizde Yedikule marulu ve Roman marulu olarak da isimlendirilmektedir (Karaağaç ve Balkaya, 2019) Bu marul grubu, ülkemizde tüketimi en eskiye dayanan gruptur. Daha çok Ortadoğu ve Akdeniz ülkelerinde yaygın olarak tüketilmektedir. Son yıllarda ABD'de üretimi artmaya başlamıştır. Ülkemizde 2020 yılı itibariyle toplam 520.151 ton marul üretimi gerçekleşmiştir. Marul tarımında, bölgelere göre ve segment gruplarına göre ürün payları önemli düzeylerde değişkenlikler göstermektedir. Buna göre marul üretiminin %39.8'i (207.234 ton) kıvrıkcık yapraklı marul, %43.4'ü (225.639 ton) göbekli (baş) marul ve %16.8'i (87.278 ton) ise Iceberg tipi marullardan oluşmuştur. Ülkemizde göbekli (baş) marul üretimi en fazla Akdeniz Bölgesinde (%56.6) ve Ege Bölgesinde (%15.1) yapılmaktadır. Adana İli göbekli marul yetiştiriciliğinin en fazla (65.454 ton) gerçekleştiği üretim merkezidir. Diğer önemli üretici iller ise Ankara (23.515 ton), Mersin (21.345 ton) ve Antalya (17.838) illeri olarak sıralanmıştır (TUİK, 2020). Bununla birlikte ülkemizin birçok bölgesinde üretim miktarı sınırlı da olsa göbekli marul üretimi gerçekleştirilmektedir.

Türkiye, bitki genetik kaynakları ve genetik çeşitlilik açısından dünyanın eşsiz ve önemli ülkelerinden birisidir. Birçok türün orijini veya gen merkezi konumundadır (Balkaya ve Karaağaç, 2005). Zengin genetik çeşitlilik, bitki ıslah programları açısından büyük önem kazanmaktadır. Yeni çeşitlerin geliştirilmesinde yerel gen kaynakları; yetiştirildikleri farklı ekolojilere adaptasyon yetenekleri, hastalık ve zararlılara dayanıklılıkları ve istenen birçok kalite özelliğine sahip olmaları nedeniyle ıslah programları açısından nitelikli genetik kaynaklardır. Yerel marul genetik kaynaklarımızın tanımlanması ve ıslah programlarına alınarak yeni çeşitlerin geliştirilmesi büyük bir önem taşımaktadır. Dünya'nın farklı ülkelerinde bulunan tohum gen bankalarında, marul türünde Türkiye orijinli toplam 682 adet genetik kaynak bulunmaktadır (Karaağaç ve Balkaya, 2017). Genetik kaynaklardan etkin bir şekilde yararlanabilmek için bir ülkenin sahip olduğu o bitki türüne ait mevcut gen havuzunun tanımlanması, mevcut çeşitliliğin belirlenmesi ve çeşit ıslah programlarında değerlendirilmesi gerekmektedir (Balkaya ve Yanmaz, 2001; Che ve ark., 2003).

Çeşit geliştirmede kullanılan ıslah metotlarının en önemlilerinden biri seleksiyondur. Seleksiyon, genotipik varyasyona sahip olan bir popülasyon ya da ekotip içerisinde amaca uygun hattın seçilip ortaya çıkarılması esasına dayanmaktadır (Şehirali ve Özgen, 2006). Seleksiyon ıslahı yöntemi ile böylece ıslah amaçlarına göre bir popülasyonun yapısını değiştirmek mümkün olabilmektedir. Seleksiyon sonucunda bir popülasyondaki gen frekansı değiştiği için, bazı genotipler azalır veya çoğalır. Böylece ümit var genotiplerin daha fazla öne çıkmasına olanak sağlanmış olur.

Marulda 19 yy.'a kadar sistematik bir çeşit ıslah programı çalışması yapılmamıştır. Özellikle Akdeniz ülkelerinde 15. ve 18. yy arasında doğal ya da üretici elinde seleksiyon, adaptasyon veya mutasyon sonucunda dört ana marul grubu içerisinde çok sayıda çeşitler meydana gelmiştir (Karaağaç ve Balkaya, 2019). Dünyada kayıt altına alınmış en eski marul çeşitleri; "Passion Blonde a Graine" (1755) ve "Palatine" (1771) isimli iki Fransız çeşididir (Boukema ve ark., 1990). Ülkemizin ilk marul çeşidi, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından 1968 yılında geliştirilmiş olan "Yedikule 5701"



çeşididir. Yedikule 5701 çeşidi, 1990 yılına kadar ülkemizin sertifikalı marul tohum ihtiyacını karşılayan tek marul çeşidi olmuştur (Karaağaç ve Balkaya, 2019). Marul türünde diğer sebze türlerine göre ıslah programlarının sayısı sınırlı düzeyde olmuştur. Yapılan bir çalışmada, İçel İli ve yöresinde ilkbahar dönemi yetiştiriciliğine uygun Çatak marulu genotipleri seleksiyon yöntemi ile seçilmiştir. Denemeye alınan genotiplerde verim ve kalite özellikleri dikkate alınarak yapılan seleksiyon sonucunda beş hat belirlenmiş ve bunlardan da 16 numaralı hat verim ve kalite yönünden birinci sırayı aldığı için, bu hat İçel yöresi ilkbahar marul yetiştiriciliği için önerilmiştir (Tunar ve Kesici, 1998).

Ülkemizde özel sektör tarafından son yıllarda sayıları azda olsa marul grubunda çeşit ıslah çalışmaları ile tohum üretimlerinin gerçekleştirilmesine yönelik bazı adımlar atılmaya başlanmıştır. Ancak marul başta olmak üzere diğer kışlık sebze türlerinde hem özel sektör hem de kamu kuruluşları tarafından gerekli çeşit ıslah alt yapılarının oluşturulmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu durum marul çeşit ıslahı çalışmalarına daha fazla ağırlık verilmesi gerektiği gerçeğini ortaya çıkarmaktadır. Ülkemizde 1994 yılından itibaren yabancı marul çeşitlerinin tohumlukları ithal edilerek ülkemizde yetiştirilmeye başlanmıştır. Son yıllarda üretici ve tüketici talebini karşılayacak şekilde çeşit ıslah programlarının uygulanmasıyla birlikte ülkemizde kayıt altına alınan marul çeşitlerinin sayılarında önemli düzeyde artışlar olduğu kaydedilmiştir (Karaağaç ve Balkaya, 2017). Ülkemizde halen tescil edilmiş ya da üretim izni alınmış toplam 292 adet marul çeşidi bulunmaktadır (TTSM, 2021). Ülkemizde ıslah programları ile geliştirilmiş ve piyasada ticareti yapılan yerli marul çeşidi sayımız ise yok denecek kadar azdır (Karaağaç ve Balkaya, 2019). Yurtdışı menşeli tohum firmaları, ülkemizde marul çeşit ıslahı çalışmaları yapmakta ve çok sayıda marul çeşitleri geliştirmektedirler. Ülkemizde, yerli marul çeşitlerinin ıslahı ve ticari üretimde paylarının artırılması gerekmektedir. Bunun içinde yerli marul tohumu üretiminin geliştirilmesine yönelik olarak çeşit ıslahı programlarının sayısının artırılmasına gereksinim vardır. Bu çalışma ile ülkemizin farklı lokasyonlarından toplanmış olan Yedikule tipi marul popülasyonlarının teksel seleksiyon yöntemi ile değerlendirilmesi ve ümit var Yedikule tipi marul genotiplerinin saptanması amaçlanmıştır. Böylece gelecekte bu ıslah programı çıktılarının yerli marul çeşitleri olarak ülke ekonomisine kazandırılması hedeflenmiştir.

## MATERYAL VE METOT

Bu çalışma, 2020 yılı sonbahar ve 2021 yılı ilkbahar dönemlerinde Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Sera Ünitesinde bulunan deneme arazisinde yürütülmüştür. Araştırmada, Türkiye'nin farklı lokasyonlarından toplanan 28 adet Yedikule tipi marul genotipi kullanılmıştır. Bu genetik materyaller, Amerika Tarım Bakanlığı Tohum Gen Bankasından (USDA ARS-National Plant Germplasm System) temin edilmiştir. İncelenen Yedikule tipi marul genotiplerine ait kayıt bilgileri ve orijinleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Denemenin kurulduğu arazi, 2020 yılı sonbahar ve 2021 yılı ilkbahar döneminde pulluk ve diskaro ile sürdürülmüş daha sonra yetiştirme masuraları hazırlanmıştır. Hazırlanan masuralar; yaldızlı malçla malçlanarak, damlama sulama sistemi çekilmiş ve fide dikimi için hazır hale getirilmiştir. Deneme alanında yapılan toprak analizi sonucunda, toprak yapısının pH'sının nötr, tuzsuz yapıda, az kireçli, fosfor ve potasyum yönünden yüksek ve organik madde miktarı bakımından ise iyi düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Yedikule marul genotiplerine ait tohumlar torf ve perlit harç karışımının (2:1, v:v) konulduğu viyollere, sonbahar dönemi yetiştiriciliği için 08.08.2019 ve ilkbahar dönemi yetiştiriciliği için 15.02.2020 tarihlerinde ekilmiştir. Yedikule tipi marul fideleri 3-4 gerçek yaprak büyüklüğüne ulaşana kadar fide yetiştirme tezgâhları üzerinde yetiştirilmiştir. Sera içerisinde bakım işlemleri (sulama, ilaçlama, gübreleme vb.) düzenli olarak yapılmıştır. Çalışmada 28 genotipin her birinden 12'şer adet olacak şekilde fideler, daha önceden hazırlanan masuralara 40x40 cm dikim

mesafelerinde, sonbahar dönemi yetiştiriciliği için 08.09.2019 ve ilkbahar dönemi yetiştiriciliği için 15.03.2020 tarihlerinde (Her iki yetiştirme dönemi için tohum ekiminden itibaren 30 gün sonra) dikilmiştir. Bitkilerin 8 tanesinde seleksiyon ve diğer 4 tanesinde ise kendileme çalışmaları yürütülmüştür. Yetiştiricilik dönemi boyunca tüm bakım işlemleri düzenli olarak yapılmıştır.

**Çizelge 1.** Yedikule marul genotiplerine ait kayıt bilgileri ve orijinleri

Genotipler	Kayıt Numarası	Orijini	Genotipler	Kayıt Numarası	Orijini
YM-1	PI 164940	İstanbul	YM-15	PI 278098	Muğla
YM-2	PI 120938	Diyarbakır	YM-16	PI 491010	Samsun
YM-3	PI 171672 (A)	Tokat	YM-17	PI 491019	Samsun
YM-4	PI 167235	Samsun	YM-18	PI 278072	Balıkesir
YM-5	PI 172916 (A)	Kayseri	YM-19	PI 206964	Samsun
YM-6	PI 172916 (B)	Kayseri	YM-20	PI 176980	Samsun
YM-7	PI 175738 (B)	Kayseri	YM-21	PI 491008	Samsun
YM-8	PI 176579	Erzincan	YM-22	PI 491018	Samsun
YM-9	PI 176583	Sivas	YM-23	PI 171668	Kastamonu
YM-10	PI 176585	Konya	YM-24	PI 177422 (A)	Siirt
YM-11	PI 204706	Kayseri	YM-25	PI 177422 (B)	Siirt
YM-12	PI 171674 (B)	Gümüşhane	YM-26	PI 491061	Samsun
YM-13	PI 278074	Balıkesir	YM-27	PI 171674 (A)	Gümüşhane
YM-14	PI 278078	Bursa	YM-28	PI 172915	Iğdır

Marul genotiplerinin olgunlaşma durumlarına bağlı olarak her iki yetiştirme döneminde de kademeli hasatlar yapılarak seleksiyon ıslahına başlanmıştır. Seleksiyon çalışmasında, teksel seleksiyon yöntemi kullanılmıştır. Seleksiyon kriterleri; tarafımızdan oluşturulmuş ve sınıf aralıkları belirlenmiştir. Buna göre seleksiyon kriterleri olarak; bitkinin baş oluşumu, baş rengi, baş sıklığı, baş büyüklüğü (g), baş şekli, yaprak sayısı (bitki/adet), yaprak şekli, hasat süresi, sapa kalkma süresi (gün) ve sapa kalkma oranı (%) özellikleri incelenmiştir (Çizelge 2). Seleksiyon ıslahında ilkbahar ve sonbahar yetiştirme dönemlerine uygun, sapa kalkmayan, orta irilikte, erkenci marul genotiplerinin belirlenmesi amacıyla, tartılı derecelendirme yöntemi kullanılmıştır. Tartılı derecelendirme, ıslahçıların amaçlarına uygun bitkisel genetik materyallerin seçilmesinde kullanılan bir seleksiyon değerlendirme yöntemidir (Kanal ve ark., 2021).

Seleksiyon sırasında üzerinde durulan özellikler yönünden değerlendirilen ve her bir genotipin aldığı sınıf ve göreceli puanları çarpılarak toplam puanları belirlenmiştir. Her iki yetiştirme döneminde de incelenen marul genotiplerinde yaklaşık %80 seleksiyon şiddeti uygulanarak 400 ve üzerinde puan alan ilk 6 genotip marul çeşit ıslah programı için seçilmiştir. Ayrıca seleksiyon kriterleri yönünden marul genotiplerinin sınıf aralıklarına göre dağılım durumları da ayrıntılı olarak belirlenmiştir.

İslah programında tüm marul genotiplerinde kendileme çalışmaları da yapılmıştır. Denemede yerel marul genetik kaynaklarında bitkiler çiçeklenmeden önce izolasyon kabinleri içerisine alınmıştır. Bu amaçla, kendileme için o genotipi temsil eden, sağlıklı 4 bitkinin tül kabinler içerisinde izolasyonları yapılmıştır. İzolasyon kabinleri, dışarıdan hiçbir böcek ve arı faaliyetinin olmaması için düzenli olarak kontrol edilmiştir. Denemenin her iki yetiştirme döneminde de tohum hasatları yapılmış ve generasyon ilerlemesi sağlanmıştır.

**Çizelge 2.** Yedikule marul genotiplerine ait seleksiyon kriterleri ve tartılı derecelendirme puanları

Özellikler	Sınıflar	Sınıf Puanı (SP)	Göreceli Puan (GP)
Baş oluşumu (BO)	Kapalı baş	5	12
	Açık baş	3	
	Baş yapmıyor	1	
Baş rengi (BR)	Yeşil	5	10
	Koyu yeşil	4	
	Açık yeşil	2	
Baş sıklığı (BS)	Sert	5	10
	Orta	4	
	Gevşek	3	
	Çok gevşek	1	
Baş büyüklüğü (BB)	Orta (965.7-722.3 g)	5	15
	Büyük (1209.1-965.7 g)	3	
	Küçük (722.3-478.9 g)	1	
Baş şekli (BŞ)	Eliptik	5	9
	Geniş Eliptik	3	
	Yuvarlak	1	
Yaprak sayısı (bitki/adet)(YS)	Çok (>50 adet)	5	8
	Orta (35-50 adet)	3	
	Az (<35 adet)	1	
Yaprak şekli (YŞ)	Oval	5	5
	Eliptik	3	
	Yuvarlak	1	
Hasat süresi (HS)	Erkenci (< 55 gün)	5	15
	Vakitli (55-70 gün)	3	
	Geçci (>70 gün)	1	
Sapa kalkma süresi (gün) (SKS)	Geç	5	8
	Orta	3	
	Erken	1	
Sapa kalkma oranı (%) (SKO)	Az <%20	5	8
	Orta %20- %50	3	
	Çok> %50	1	

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Seleksiyon bir popülasyondaki gen frekansını değiştirdiği için bazı genotipleri azaltmakta ya da çoğaltmaktadır. Buna bağlı olarak popülasyonun genetik yapısı değişmektedir (Yıldırım, 1985; Balkaya ve ark., 2011; Kanal ve ark., 2021). Materyal ve yöntem kısmında sınıf, sınıf puanları ve göreceli puanları ayrıntılı olarak verilmiş olan tartılı derecelendirme yöntemine göre marul genotipleri değerlendirilmiştir. Sonbahar yetiştirme dönemi için tartılı derecelendirme sonuçları, Çizelge 3'te verilmiştir. Seleksiyon sırasında üzerinde durulan özellikler yönünden değerlendirilen ve her bir marul genotipinin aldığı sınıf ve göreceli puanları çarpılarak, aldıkları toplam puanlar belirlenmiştir. Bu dönemde, YM-13 ve YM-14 genotipleri en yüksek puan alan genotipler olarak belirlenmiştir. Araştırmada, 16 ve 32 puan alan 12 marul genotipinde, hasat öncesinde bitkilerde sapa kalkma durumu (bolting) gerçekleştiğinden, sapa kalkma süresi ve sapa kalkma oranı dışındaki seleksiyon kriterleri yönünden değerlendirmeler yapılamamıştır. Bu dönemde sapa kalkmayan 16 marul genotipi seleksiyon kriterleri yönünden incelenmiş ve seleksiyon kriterlerine göre dağılım durumları ayrıntılı olarak belirlenmiştir. Sonbahar döneminde incelenen Yedikule marul genotiplerinin toplam 16-480 arasında puan aldıkları tespit edilmiştir.

**Çizelge 3.** Sonbahar döneminde yetiştirilen Yedikule marul genotiplerinin incelenen her bir özellik yönünden aldığı puanlar (göreceli puan x sınıf puanı) ile toplam puanları

Genotip	BBO	BR	BS	BB	BŞ	YS	YŞ	HS	SKS	SKO	TOPLAM
YM-1	60	40	50	75	45	24	25	75	24	40	<b>458</b>
YM-2	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8	16
YM-3	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8	16
YM-4	60	40	30	45	45	24	25	75	40	8	392
YM-5	60	20	40	75	45	24	25	75	40	24	<b>428</b>
YM-6	60	40	30	75	45	24	15	75	24	8	396
YM-7	60	40	50	45	45	40	25	75	24	24	<b>428</b>
YM-8	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8	16
YM-9	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8	16
YM-10	60	40	50	45	27	40	25	75	24	24	410
YM-11	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8	16
YM-12	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8	16
YM-13	60	40	40	75	45	40	25	75	40	40	<b>480</b>
YM-14	60	50	50	75	27	40	25	75	40	24	<b>466</b>
YM-15	60	40	50	45	45	40	25	75	40	24	<b>444</b>
YM-16	60	40	50	45	27	40	25	75	40	40	<b>442</b>
YM-17	60	40	50	75	45	40	25	75	24	8	<b>442</b>
YM-18	60	40	50	45	27	40	25	75	24	8	394
YM-19	60	50	40	75	27	40	25	75	24	40	<b>456</b>
YM-20	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8	16
YM-21	0	0	0	0	0	0	0	0	8	24	32
YM-22	60	40	40	45	27	40	25	75	24	8	384
YM-23	0	0	0	0	0	0	0	0	8	24	32
YM-24	36	50	30	75	45	8	15	75	24	24	382
YM-25	60	20	50	75	45	8	5	75	40	24	<b>402</b>
YM-26	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8	16
YM-27	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8	16
YM-28	0	0	0	0	0	0	0	0	24	8	32

Sonbahar döneminde yetiştirilen Yedikule marul genotiplerinde hasat edilen toplam 16 genotipte bitki baş oluşumu yönünden (BBO), 15 tanesinin kapalı baş ve 1 tanesinin (YM-24) ise açık baş yapısına sahip olduğu saptanmıştır. Yedikule tipi marul çeşitlerinde başlar örtülü ya da örtüsüz olabilmektedir (Karaağaç ve Balkaya, 2019). Ülkemizde üretici ve tüketiciler tarafından, Yedikule marul çeşitlerinin kapalı baş yapısında olması arzu edilmektedir. Denemede incelenen Yedikule tipi gen havuzunun istenen nitelikte kapalı baş formuna sahip olduğu söylenebilir. Baş rengi yönünden yapılan görsel değerlendirmede, incelenen Yedikule marul genotiplerinde renk tonlarında belirgin farklılıklar olduğu saptanmıştır. Marul genotipleri; renk durumu yönünden (BR) yeşil (3 genotip), koyu yeşil (11 genotip) ve açık yeşil (2 genotip) olarak gruplara ayrılmıştır. Genotiplerin büyük bir çoğunluğunun koyu yeşil renk tonunda sahip olduğu belirlenmiştir. Baş sıklığı (BS) yönünden elle yapılan incelemede; 9 genotipin sert, 4 genotipin orta sıklıkta ve 3 genotipin ise gevşek baş yapısına sahip olduğu tespit edilmiştir. Gevşek baş oluşumu, Yedikule marul üretiminde istenen bir özellik değildir. Seleksiyon çalışmasında hedeflendiği gibi Yedikule marul genotiplerinin büyük bir çoğunluğunun; ortalama baş büyüklüğünün orta irilikte (9 genotip) ve büyük (8 genotip) formda olduğu tespit edilmiştir. Yedikule tipi marullarda başların ortalama ağırlığının 750 g ve üzerinde olması tercih sebebidir (Karaağaç ve Balkaya, 2019). Marul yetiştiricileri, yaprak sayısının verime etki eden önemli bir faktör olması nedeniyle, marul bitkisinde yaprak sayısının çok olmasını isterler. Yedikule marul genotipleri içerisinde yaprak sayısının (YS), 10 genotipte fazla, 4 genotipte orta ve 2 genotipte az olduğu belirlenmiştir.

Marul genotipleri yaprak şekilleri (YŞ) yönünden değerlendirildiğinde, 13 genotipin oval yaprak şekline, 2 genotipin eliptik yaprak şekline ve 1 genotipin ise yuvarlak yaprak şekline sahip olduğu saptanmıştır. Yetiştiriciler için en önemli parametrelerden birisi de erken hasata gelen çeşitlerle marul yetiştiriciliğinin gerçekleştirilmesidir. Bu çalışmada, sonbahar döneminde tüm özellikler yönünden değerlendirilen 16 genotipin tamamında fide dikiminden itibaren 25-40 günde (erken dönemde) hasada geldiği tespit edilmiştir.

Sonbahar dönemi yetiştiriciliğinde bazı genotiplerde sapa kalkma meydana gelmiştir. Uzun gün koşulları, yüksek sıcaklık ve kuraklık stresi sonucunda marul bitkilerinde vejetatif gelişme durur ve bitkiler generatif faza geçer. Bu aşamadan itibaren marul yaprakları sertleşir, süt oluşturur ve acılaşma meydana gelir (Karaağaç ve Balkaya, 2019). Marul genotiplerinin 4 tanesinde sapa kalkma oranının (SKO) %20'den az olduğu, 9 genotipin %20-%50 oranında sapa kalktığı ve 15 genotipte ise %50'den daha fazla oranda sapa kalkmanın gerçekleştiği tespit edilmiştir. Son yıllarda küresel ısınmadan dolayı sonbahar döneminde artan yüksek sıcaklıklar nedeniyle bitkiler sapa kalkmakta ve bunun sonucunda ürün verimi olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu kapsamda hiç sapa kalkmayan veya sapa kalkma oranının çok düşük olduğu marul genotiplerinin seçilmesi marul ıslah programları yönünden büyük bir önem taşımaktadır.

İlkbahar döneminde incelenen Yedikule tipi marul genotiplerinin toplam 254-480 arasında puan aldıkları tespit edilmiştir. Bu dönemde en yüksek puanlar YM1 ve YM13 genotiplerinde kaydedilmiştir (Çizelge 4). Bitki baş oluşumu (BBO) yönünden 25 tanesinin kapalı baş ve 3 tanesinin ise açık baş yapısına sahip olduğu saptanmıştır. Baş rengi (BR) yönünden yapılan değerlendirmede, marul genotiplerinin renk tonlarında belirgin farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Marul genotipleri; renk durumu yönünden yeşil (13 genotip), koyu yeşil (9 genotip) ve açık yeşil (6 genotip) olarak gruplara ayrılmıştır. Baş sıklığı (BS) yönünden yapılan incelemede, 11 genotipin sert, 8 genotipin orta sıklıkta ve 9 genotipin ise gevşek olduğu tespit edilmiştir. Bu dönemde gevşek yapılı genotip sayısının fazla olduğu belirlenmiştir. Baş büyüklüğü (BB) yönünden 16 genotipin orta irilikte, 9 genotipin büyük ve 3 genotipin (YM-9, YM-12, YM-26) ise küçük yapıda oldukları belirlenmiştir. Tunar ve Kesici (1998), Çatak marul popülasyonunda, seleksiyon yöntemi ile seçilen marul hatlarının ilkbahar yetiştiriciliğinde ortalama baş ağırlıklarının 738-902 g arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Bağcı ve ark. (1980), tarafından yapılan başka bir marul seleksiyon ıslahı çalışmasında, seçilen Yedikule-44 hattının ortalama baş ağırlığı değerinin 800 g olduğu tespit edilmiştir. Araştırma sonuçları, seleksiyon ıslahı sonucunda ümit var olarak belirlemiş olduğumuz Yedikule tipi marul genotiplerinin, ilkbahar döneminde 823-1209 g arasında daha yüksek baş ağırlığı değerlerine sahip olduğunu göstermiştir (Çizelge 5).

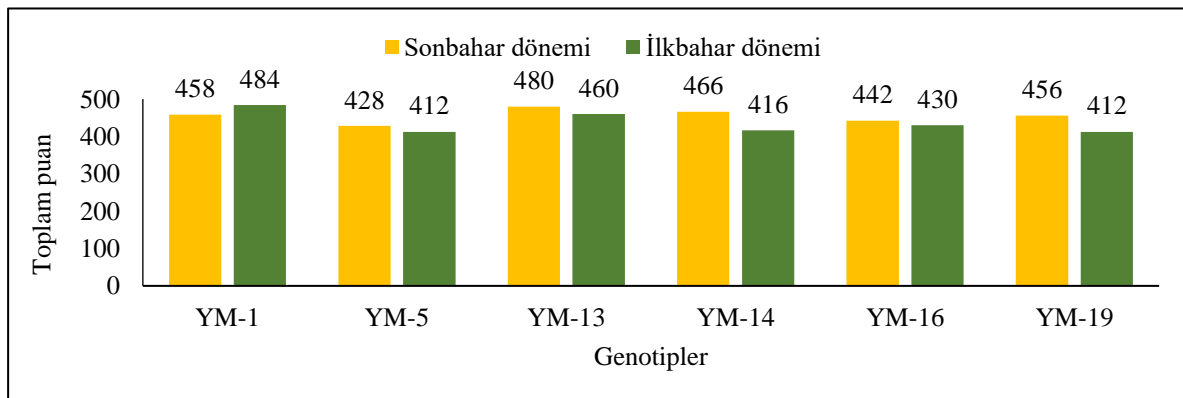
Bu çalışmada ilkbahar döneminde Yedikule marul genotiplerinin %82.1'inin (23 genotip) eliptik ve %17.9'unun (5 genotip) ise geniş eliptik baş şekline (BŞ) sahip olduğu tespit edilmiştir. Yedikule marul genotipleri yaprak sayıları (YS) yönünden karşılaştırıldığında, 5 genotipin (YM-4, YM-12, YM-25, YM-26 VE YM-28) yaprak sayısının 35 adetten az olduğu belirlenmiştir. Yaprak sayısının 15 genotipte 35-50 adet arasında değiştiği ve 5 genotipin 50 adetten fazla yaprağı olduğu saptanmıştır. İlkbahar döneminde yaprak şekli (YŞ) yönünden yapılan değerlendirmede; marul genotiplerinin 23 tanesinin oval, 4 tanesinin eliptik ve 1 tanesinin ise yuvarlak olduğu saptanmıştır.

**Çizelge 4.** İlkbahar döneminde yetiştirilen Yedikule marul genotiplerinin incelenen her bir özellik yönünden aldığı puanlar (göreceli puan x sınıf puanı) ile toplam puanları

Genotip	BBO	BR	BS	BB	BŞ	YS	YŞ	HS	SKS	SKO	TOPLAM
YM-1	60	50	50	75	45	24	25	75	40	40	<b>484</b>
YM-2	60	50	50	75	45	24	25	75	24	24	<b>452</b>
YM-3	36	40	30	45	45	40	25	45	8	40	354
YM-4	60	40	30	45	45	8	15	45	24	24	336
YM-5	60	40	50	75	45	24	25	45	24	24	<b>412</b>
YM-6	60	40	50	45	45	24	15	45	40	24	388
YM-7	60	50	50	75	45	24	25	15	8	24	376
YM-8	60	20	30	75	45	24	25	45	40	24	388
YM-9	60	50	30	15	45	24	25	45	8	8	310
YM-10	60	50	40	75	45	24	25	45	24	24	<b>412</b>
YM-11	60	50	50	75	45	24	25	15	24	24	392
YM-12	36	20	30	15	27	8	25	45	24	24	254
YM-13	60	50	40	45	45	40	25	75	40	40	<b>460</b>
YM-14	60	50	40	75	45	24	25	75	24	8	<b>426</b>
YM-15	60	50	40	45	45	24	25	75	24	8	396
YM-16	60	40	50	45	45	40	25	45	40	40	<b>430</b>
YM-17	60	50	50	45	45	40	25	45	24	24	<b>408</b>
YM-18	60	50	50	45	45	40	25	15	40	40	<b>410</b>
YM-19	60	40	50	45	27	40	25	45	40	40	<b>412</b>
YM-20	60	20	40	75	45	40	25	45	24	24	398
YM-21	60	40	30	75	27	40	25	15	8	24	344
YM-22	60	20	40	75	45	24	25	75	40	40	<b>444</b>
YM-23	60	50	40	75	45	24	25	75	40	24	<b>458</b>
YM-24	60	20	30	75	27	24	15	75	24	24	374
YM-25	60	50	50	75	45	8	5	75	8	24	<b>400</b>
YM-26	36	20	40	15	27	8	15	75	24	24	284
YM-27	60	40	30	75	45	24	25	15	40	40	394
YM-28	60	40	30	75	45	8	25	45	8	8	344

İlkbahar döneminde marul genotipleri 45-70 gün arasında hasada gelmiştir. Seleksiyon ıslahı çalışmasında hedeflendiği gibi marul genotiplerinde hasat süresi yönünden erkenci olan 10 genotipin ve geççi olan 5 genotipin bulunduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4). İlkbahar yetiştiriciliğinde tüm marul genotiplerinde hasat dönemine kadar sapa kalkma olayı meydana gelmediğinden, marul genotiplerinin özellikle ilkbahar yetiştiriciliği için daha uygun olduğu belirlenmiştir.

Seleksiyon kriterleri yönünden 400 ve üzeri puan alan 6 adet Yedikule marul genotipi, hem ilkbahar hem de sonbahar yetiştiriciliğine uygun, sapa kalkmayan, orta irilikte ve erkenci marul genotipleri olarak kaydedilmiştir. Teksel seleksiyon ıslah programıyla seçilen ümit var Yedikule marul genotiplerinin aldıkları toplam puanlar Şekil 1’de verilmiştir.

**Şekil 1.** Sonbahar ve İlkbahar dönemlerinde seçilen Yedikule marul genotipleri ve aldıkları puanlar

Her iki yetiştirme dönemi için seçilen marul genotiplerinin baş renginin koyu yeşil ile açık yeşil arasında tonlara sahip olduğu kaydedilmiştir. Seçilen marul genotiplerinin genellikle orta ve sert baş sıklığına sahip olduğu, yaprak şekillerinin oval ve ortalama baş ağırlıklarının 766-1209 g arasında değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 5).

**Çizelge 5.** Sonbahar ve ilkbahar döneminde seleksiyon yöntemi ile seçilen marul genotiplerinin özellikleri

SONBAHAR DÖNEMİ						
ÜMİT VAR GENOTİPLER	Baş rengi	Baş sıklığı	Yaprak şekli	Yaprak sayısı	Baş büyüklüğü (g)	Hasat süresi (gün)
YM-1	Koyu yeşil	Sert	Oval	48.0±5.1	798.1±91.7	40
YM-5	Açık yeşil	Orta	Oval	46.0±4.0	820.4±25.7	40
YM-13	Koyu yeşil	Orta	Oval	58.3±9.0	847.9±166.2	35
YM-14	Yeşil	Sert	Oval	55.0±1.0	835.4±155.2	38
YM-16	Koyu yeşil	Sert	Oval	68.3±5.6	930.4±116.1	40
YM-19	Yeşil	Sert	Oval	64.0±9.2	766.3±62.5	37
İLKBAHAR DÖNEMİ						
ÜMİT VAR GENOTİPLER	Baş rengi	Baş sıklığı	Yaprak şekli	Yaprak sayısı	Baş büyüklüğü (g)	Hasat süresi (gün)
YM-1	Yeşil	Sert	Oval	45.0±4.5	964.5±114.9	47
YM-5	Koyu yeşil	Sert	Oval	46.7±5.6	823.5±134.4	60
YM-13	Yeşil	Orta	Oval	57.0±3.5	1049.0±111.5	56
YM-14	Yeşil	Orta	Oval	45.3±10.6	836.1±132.1	45
YM-16	Koyu yeşil	Sert	Oval	53.3±7.0	1209.1±198.6	62
YM-19	Koyu yeşil	Sert	Oval	50.0±1.4	1025.5±140.6	62

## SONUÇ

Ülkemizde marul bitkisinde seleksiyon ıslahı ile yürütülmüş olan ıslah programlarının sayısı yok denecek kadar azdır. Bu nedenle kendine döllen marul bitkisinde klasik ıslah yöntemleri içerisinde yer alan seleksiyon ıslahı programlarından yararlanılarak yeni çeşitlerin geliştirilmesi büyük bir önem taşımaktadır. Seleksiyon ıslahında başarı, üzerine çalışılan bitki türünün çoğaltım yöntemine, döllenme biyolojisine ve yaşam süresine, ayrıca seleksiyonla ıslah edilmek istenen karakter veya karakterlerin sayısına, seleksiyon yöntemine (toptan seleksiyon, teksel seleksiyon vb.) ve kalıtım duruma göre farklılıklar gösterebilmektedir. Bu çalışma sonucunda; Türkiye'nin farklı yerlerinden toplanan Yedikule tipi marul popülasyonunda teksel seleksiyon yöntemiyle hem ilkbahar hem de sonbahar yetiştirme dönemlerine uygun, sapa kalkmayan, orta irilikte ve erkenci ümit var marul genotipleri başarılı bir şekilde belirlenmiştir. Tartılı derecelendirme yöntemine göre yapılan seçimlerde her iki yetiştirme periyodu için de YM-1, YM5, YM13, YM14, YM16 ve YM19 nolu genotipler ümit var Yedikule tipi marul çeşit adayları olarak tespit edilmiştir. Bu araştırma sonunda seleksiyon ıslahı ile seçilmiş olan ümit var marul genotiplerinin yakın gelecekte çeşit ıslah programında değerlendirilerek, ülke ekonomisine kazandırılmaları planlanmaktadır.

## Çıkar Çatışması

Makaleye yazarları arasında herhangi bir yazar çatışması olmadığı beyan olunur.

## Yazar Katkısı

Makaleye yazarlar eşit oranda katkı sağlamıştır.

## KAYNAKLAR

- Bağcı H, Baş T, 1980. Marul İslah ve Adaptasyonu. Ege Bölge Zirai Araştırma Enstitüsü, Menemen, İzmir.
- Balkaya A, Karaağaç O, 2005. Vegetable Genetic Resources of Turkey. Journal of Vegetable Science, 11(4): 81-102.

- Balkaya A, Kurtar ES, Yanmaz R, Özbakır M, 2011. Karadeniz Bölgesi Kestane Kabağı (*Cucurbita maxima*) Populasyonlarından Seleksiyon Islahı Yoluyla Geliştirilen Çeşit Adayları. Türkiye IV. Tohumculuk Kongresi, 14-17 Haziran 2011, Bildiriler Kitabı-1 s: 17-2, Samsun.
- Balkaya A, Özgen R, 2019. Marul Tarımı. Tarım Gündem Dergisi, s. 9-11.
- Balkaya A, Yanmaz R, 2001. Bitki Genetik Kaynaklarının Muhafaza İmkanları ve Tohum Gen Bankalarının Çalışma Sistemleri. Ekoloji Çevre Dergisi, 10(39): 25-30.
- Boukema IW, Hazekamp T, Van Hintum TJL, 1990. The CGN Lettuce Collection. Centre for Genetic Resources, 27p., The Netherlands, Wageningen.
- Che KP, Liang CY, Wang YG, Jin DM, Wang B, Xu Y, Zhang HY, 2003. Genetic Assessment of Watermelon Germplasm using the AFLP technique. HortScience, 38(1): 81-84.
- De Vries IM, 1997. Origin and Domestication of *Lactuca sativa* L. Genetic Resources and Crop Evolution, 44(2): 165-174.
- Kanal A, Balkaya A, Karaağaç O, 2021. *Capsicum baccatum* Türüne Ait Biber Genotiplerinin Fenotipik Kök Özellikleri Yönünden Seleksiyonu. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 26 (1): 19-33.
- Karaağaç O, Balkaya A, 2017. Türkiye’de Yerel Sebze Çeşitlerinin Mevcut Durumu ve Islah Programlarında Değerlendirilmesi, Türktob Dergisi, 23: 8-15.
- Karaağaç O, Balkaya A, 2019. Marul Tarımı. Tarım Gündem Dergisi, s. 17-24.
- Şalk A, Arın L, Deveci M, Polat S, 2008. Özel Sebzeçilik. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, s. 438-440, Tekirdağ.
- Şehirli S, Özgen, M, 2006. Bitki Islahı Ders Kitabı. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara Üniversitesi Matbaası, Ankara.
- TTSM, 2021. Tescilli ve Üretim İzinli Çeşitler Listesi. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü. <http://www.tarimorman.gov.tr> (Erişim tarihi: 23.11.2021).
- Tunar M, Kesici S, 1998. İlkbahar Yetiştiriciliğinde Çatak Marulunun Teksel Seleksiyon Yöntemi ile Islahı. II. Sebze Tarımı Sempozyumu, 28-30 Eylül, s: 239-246, Tokat.
- TÜİK, 2020. Türkiye İstatistik Kurumu. Tarımsal veriler. <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim tarihi: 23.11.2021).
- Yıldırım M, 1985. Populasyon Genetiği II. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Ders Kitabı, 236s., İzmir.



**Atf için:** Demirkes M, Duman İ, 2021. Ekim Öncesi Bazı Uygulamaların Kereviz Tohumlarının Fide Performansına Etkileri. İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(Özel Sayı): 3363-3371.

**To Cite:** Demirkes M, Duman İ, 2021. The Effects of Some Pre-Sowing Treatments on the Seedling Performance of Celery Seeds. Journal of the Institute of Science and Technology, 11(Special Issue): 3363-3371.

### Ekim Öncesi Bazı Uygulamaların Kereviz Tohumlarının Fide Performansına Etkileri

Merve DEMİRKES<sup>1\*</sup>, İbrahim DUMAN<sup>2</sup>

**ÖZET:** Kereviz tohumlarında kademeli tohum olgunluğu ve tohumdan kaynaklı faktörlerin etkisi ile çimlenme ile fide çıkışı geç ve düzensiz gerçekleşmektedir. Bu sorun ön koşullandırma (priming) uygulamaları ile giderilebilmektedir. Buradan hareketle kereviz tohumlarına ekim öncesinde yapılan bazı uygulamaların kereviz fidesi üretimindeki çimlenme performansına olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla planlanan çalışma 2021 yılında kontrollü laboratuvar koşullarında yürütülmüştür. Çanakkale kereviz çeşidinin tohumlarının kullanıldığı çalışmada, çimlenmenin teşvik edilmesi amacıyla ekim öncesi potasyum tuzlarından  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ 'ın iki farklı dozunda (0.5 mol ve 1 mol) priming uygulaması, ön üşütme (5 gün ve 7 gün) ve humudifikasyon (36 saat ve 48 saat) uygulamalarından yararlanılmıştır. Uygulamalardan sonra optimum nem içeriğine kadar kurutulan kereviz tohumları kontrol tohumları ile birlikte ISTA (2014) kuralları çerçevesinde çimlendirme testine alınmıştır. Çimlenme oranı (%) ve ortalama çimlenme zamanı (gün) değerlerinin irdelendiği çalışmada, çimlenme oranı (%) bakımından uygulamalar arasında istatistiki anlamda önemli bir farklılık belirlenmemiştir. Buna karşılık ortalama çimlenme zamanı (gün) bakımından uygulamalar arasındaki fark  $p \leq 0.001$  güvenle önemli bulunmuştur. Kontrol tohumlarının 8.1 günde ulaştığı ortalama çimlenme zamanına  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  uygulamasında 6.0 günde, ön üşütme uygulamasında 7.4 günde ulaşılmıştır. Uygulama dozlarının etkisi de  $p \leq 0.001$  güvenle önemli bulunmuştur. Yedi gün gerçekleştirilen ön üşütme uygulaması ile en yüksek çimlenme oranı değerine (%92.75) ulaşılırken ortalama çimlenme zamanı değerleri ise kontrol tohumlarında 7.9-8.3 gün, 0.5 ve 1 mol  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  uygulamalarında ise 5.7 ve 6.3 gün tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kereviz tohumu, fide, priming, çimlenme oranı, ortalama çimlenme zamanı

### The Effects of Some Pre-Sowing Treatments on the Seedling Performance of Celery Seeds

**ABSTRACT:** The study was carried out in controlled laboratory conditions in 2021 to determine the effects of some pre-sowing applications on celery seeds on the germination performance of celery seedling production. In the study, in which seeds of Çanakkale celery variety were used, priming application of potassium salts  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  at two different doses (0.5 mol and 1 mol) before sowing, prechill (5 days and 7 days) and humudification in order to promote germination. (36 hours and 48 hours) applications were used in order to promote germination. After the applications, celery seeds dried to the optimum moisture content were taken to the germination test in accordance with the rules of ISTA (2014). In the study in which the germination rate (%) and average germination time (days) values were examined, no statistically significant difference was determined between the applications in terms of germination rate (%). On the other hand, the difference between the applications in terms of mean germination time (days) was found to be significant with confidence interval,  $p \leq 0.001$ . The mean germination time of control seeds in 8.1 days was reached in 6.7 days in  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  application and in 7.7 days in prechill application. The effect of the application doses  $p \leq 0.001$  was found to be significant. The highest germination rate (92.75%) was reached the 7-day pre-chill application while mean germination time value of 7.9-8.3 days determined in the control seeds was found to be 5.7 and 6.3 days in 0.5 and 1 mol  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  applications.

**Keywords:** Celery seed, seedling, priming, germination rate, mean germination time

<sup>1</sup>Merve DEMİRKES ([Orcid ID: 0000-0002-0489-0544](https://orcid.org/0000-0002-0489-0544)), Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye

<sup>2</sup>İbrahim DUMAN ([Orcid ID: 0000-0003-0081-7208](https://orcid.org/0000-0003-0081-7208)), Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Merve DEMİRKES, e-mail: demirkes.merve@hotmail.com

Makale 15-17 Kasım 2021 tarihlerinde İğdir'da düzenlenen "Uluslararası Katılımlı Türkiye 7. Tohumculuk Kongresi'nde" sözlü sunum olarak sunulmuştur.

## GİRİŞ

Kışlık sebze olarak bilinen kereviz, kök ve yaprak sapsarı tüketilen bir bitkidir. Kök kerevizin ilk yıl toprak altında yumru kısmı oluşur ve bu kısım tüketilir. Kerevizin anavatanı Amerika, Avrupa, Avustralya ve Hindistan olarak kabul edilmektedir. 2019 yılı verilerine göre ülkemizde toplam 9.739 ha alanda 23.323 ton kök kereviz üretimi yapıldığı belirlenmiştir. İllere göre kök kereviz üretiminin dağılımına bakıldığında ise İzmir 11.560 ton, Sakarya 4.188 ton, Bursa 3.245 ton üretim miktarları ile ön plandadır (TUİK, 2019).

Umbelliferae familyasında yer alan sebze türlerinde başta kereviz olmak üzere çiçeklenme şemsiyenin en dış kısmından başlamakta önce en dıştaki çiçekler açmakta ve en içteki çiçeklere doğru devam etmektedir (Bayraktar, 1976). Çiçeklenmedeki bu özelliğe bağlı olarak kademeli tohum olgunluğu gerçekleşmektedir. Kademeli tohum olgunluğu da kereviz tohumlarında büyük çaplı çimlenme ve çıkış problemlerini ortaya çıkarmaktadır. Kereviz tohumlarında kademeli tohum olgunluğu ve çevre koşulları etkisinden meydana gelen dormansi sebebi ile çimlenme ve fide çıkışı geç ve düzensiz olmaktadır. Ayrıca toprak özelliklerinde görülen olumsuz koşullar (toprak yapısı, tuzluluk, kaymak tabakası vb.) da kereviz tohumlarında çimlenme ile çıkış performanslarında düşüşe sebep olmakta fide çıkışlarının olumsuz koşullar altında etkilenmesi ile önemli oranlarda ürün kayıpları yaşanmaktadır (Duman ve Eşiyok, 1998).

Kereviz üretimi birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de fide ile yapılmaktadır. Kereviz fidesi üretiminde tohumlar genelde özel kasalara ekilerek kotiledon aşamasına gelen fidelerin yastıklara şaşırtılması yöntemi ile yapılmaktadır. Bununla birlikte hazırlanan yastıklara direk tohum ekimi yöntemi ile de şaşırtma yapılmadan fide üretimi yapılabilmektedir. Ancak bu yöntemde ekilen tohumlarda çimlenme döneminde kontrol edilemeyen koşullar nedeniyle önemli oranda tohum çimlenme ve çıkış sorunları yaşanmaktadır. Bu nedenle homojen olmayan düzensiz çimlenme ve çıkış oluşmakta, fide gelişiminde de önemli sorun yaşanmakta ve heterojen fide gelişimi gözlenmektedir (Vural ve ark., 2000).

Son yıllarda hazır fide (viyol fide) üretim kuruluşları tarafından yapılmaya çalışılan fide üretiminde de tohum kaynaklı geç, düzensiz ve heterojen çimlenme/çıkış sorunları nedeniyle kaliteli fide üretiminde önemli sorunlar yaşandığı bilinmektedir (Duman ve Nas, 2017).

Kereviz fidesi üretiminde tohumların erken, hızlı ve homojen çimlenme/çıkış göstermesi homojen fide gelişimi ile birlikte fide kalitesinde de önemli oranlarda iyileşmeler sağlayacaktır. Bunun için de kereviz fidesi yetiştiriciliğinde kullanılması öngörülen tohumların çimlenme/çıkış özelliklerinin iyileştirilmesi önem taşımaktadır.

Çimlenmesi zor ve küçük embriyolu tohumların olumsuz çevre ve toprak koşullarındaki çimlenme ve fide çıkış sorunlarına çözüm olarak uygulanan bazı “kalite iyileştirici uygulamaların” erken, hızlı ve homojen çimlenme/çıkış sağladığı bildirilmiştir (Heydecker, 1973). Ekim öncesinde yapılan ve “priming uygulaması” olarak tanımlanan bu uygulamalardan sonra tohumlardaki zorunlu dinlenme aşaması (dormansi) ortadan kaldırılırken düşük ve yüksek sıcaklıklarda, ağır karakterli topraklarda erken ve hızlı çıkış sağlanabilmektedir (Duman ve Gökçöl, 2018).

Ekim öncesi tohum uygulamaları konusundaki çalışmalar 1960’lı yılların başında başlamıştır. Domates tohumlarına uygulanan  $KNO_3 + K_3PO_4$  kimyasal uygulamalarından sonra tohumların fide çıkış hız ve oranında önemli iyileşmeler gözlemlenmiştir (Heydecker and Coolbear, 1977). Bu konuda takip eden yıllarda da havuç, kereviz, soğan gibi çiçeklenme ve tohum olgunluğu kademeli türlerde çalışmaların yoğunlaştığı belirlenmiştir (Yanmaz ve Özdil, 1992). Benzer şekilde biber tohumlarında ekim öncesi yapılan humudifikasyon ve osmopriming uygulamalarının çimlenme oranında önemli oranda iyileşmeler sağladığı belirlenmiştir (Demirkaya, 2006).

Bir başka çalışmada kimyon tohumlarına PEG (polietilen glikol) ile osmoprime uygulaması yapılmıştır. Osmoprime uygulaması ile tohumların çimlenme oranları artmıştır. Kontrol tohumlarına kıyasla uygulama gören tohumların daha erken ve hızlı fide boyutuna geldiği gözlemlenmiştir (Mirmazloum et al., 2020).

Pırasa, kereviz ve lahanada görülen termodormansi sebebi ile ekim zamanında karşılaşılan yüksek sıcaklıklar geç ve homojen olmayan çimlenmelere sebep olmakta ve bitki gelişimi olumsuz etkilenmektedir. Bu türlerin çimlenme ve çıkış performanslarının artırılması amacı ile farklı uygulama yöntemlerinin (petri ve havalandırılan bubble-kolonda) uygulandığı çalışmada, kereviz tohumlarında uygulanan  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ -Bubble kolon uygulamasının tarla çıkış gücünü ve çıkış hızını önemli oranda iyileştirdiği belirtilmiştir (Duman ve İlbi, 2003).

Ekim öncesinde kereviz tohumlarına yapılan bazı uygulamaların kereviz fidesi yetiştiriciliğindeki etkisinin belirlenmesi amacıyla planlanan bu çalışmada, potasyum tuzu  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (0.5 mol ve 1 mol), ön ısıtma (5 gün ve 7 gün) ve humidifikasyon (36 saat ve 48 saat) uygulamalarından yararlanılmıştır. Farklı ekim öncesi uygulamaların ve uygulama dozlarının öncelikle çimlenme oranı (%) ve ortalama çimlenme zamanı (gün) üzerindeki etkilerinin fidelik koşullarındaki uygulanabilirliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

Çalışma, 2021 yılında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı laboratuvarları ile E.Ü. Tohum Teknolojisi Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü (TOTEM) laboratuvarlarında kontrollü koşullarda yürütülmüştür.

Çalışmada Balıkesir Tohumculuk A.Ş.'ne ait Çanakkale Kök Kereviz çeşidi tohumları kullanılmıştır. Ekim öncesi tohum uygulamaları olarak priming, humidifikasyon ve ön ısıtma uygulamalarından yararlanılmıştır. Priming uygulaması havalandırılmış kolon sisteminde, ön ısıtma uygulaması  $+4^\circ\text{C}$  buzdolabında, humidifikasyon uygulaması su ile nemlendirilmiş ortamda gerçekleştirilmiştir. Kereviz tohumları ön uygulama işlemlerine başlamadan önce tohum kaynaklı patojenlere karşı Beltanol- L (0.5 L saf su; 1 ml Beltanol L) solüsyonunda 10 dk süre ile bekletilmiştir.

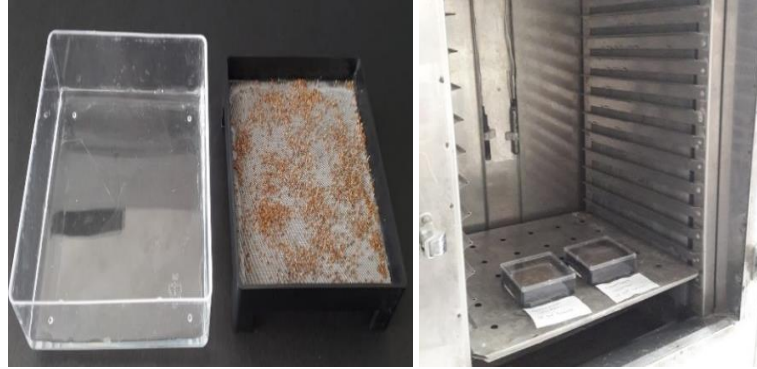
İlaçlama sonrası kurutulan tohumlar için belirlenen ön uygulamalar (Brocklehurst and Dearman, 1983; Duman ve İlbi, 2003) belirlenen doz ve sürelerde gerçekleştirilmiştir. Priming uygulaması, 0.5 ve 1.0 mol hazırlanan  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (potasyum di hidrojen fosfat) solüsyonlarında  $15^\circ\text{C}\pm 1^\circ\text{C}$  de 14 gün uygulamaya tabi tutulmuştur. Uygulama yöntemi olarak havalandırılmalı uygulama kabı (Bubble-kolon) yönteminden yararlanılmıştır (Finch-Savage et al., 1991; Duman ve Eşiyok, 1998; Duman ve İlbi, 2003). Uygulama sonunda tohumlar saf su ile üç kez yıkanmış ve orijinal nem içeriğine kadar özel kurutma kağıdı üzerinde kurutulmuşlardır. Orijinal ağırlıklarına kadar kurutulan tohumlar uygulama görmemiş kontrol tohumları ile birlikte çimlendirme testine alınmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Havalandırılmalı uygulama kabı (Bubble-kolon) yönteminde  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  uygulaması ve çimlendirme testi

Ön ışıltme uygulaması, ISTA (2014) önerileri doğrultusunda saf su ile nemlendirilmiş filtre kâğıdı arasındaki tohumların buzdolabında 5 ve 7 gün uygulama süreleri ile +4 °C 'de gerçekleştirilmiştir. Bu uygulama için çimlendirme kutularına (çimlendirme testine uygun) ekilen tohumlar buzdolabında bekletildikten sonra 25 °C' deki inkübatöre aktarılarak çimlendirme testine alınmışlardır.

Humudifikasyon uygulaması için, içerisinde 60 ml saf su bulunan telli ve kapaklı kaplar kullanılmıştır (Şekil 2). Altında su ve tel üzerinde tohum bulunan kaplar 15 °C sıcaklık ve %90-95 nem içeren etüvde 36 ve 48 saat süre ile bekletilmişlerdir (Sivritepe and Demirkaya, 2002). Uygulama sonunda tohumlar yine orijinal nem içeriğine kadar özel kurutma kâğıdı üzerinde kurutulmuşlar ve ardından çimlendirme testine alınmışlardır.



Şekil 2. Humudifikasyon uygulama kabı ve uygulama yöntemi

Kontrol tohumları ile priming, ön ışıltme ve humidifikasyon uygulaması görmüş tohumlar uygulamalar sonunda çimlendirme testine alınmışlardır. ISTA (2014) kurallarına göre gerçekleştirilen çimlendirme testleri 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 100 tohum olacak şekilde tesadüf parselleri deneme desenine göre 21 gün süreli yürütülmüştür. Tohum ekim sonrası her gün radisil uzunluğu 2 mm olan tohumlar çimlenmiş kabul edilmiş ve kaydedilmiştir. Çimlendirme testlerinde 3 gün boyunca çimlenme olmadığı sürece denemeye son verilmiştir. Çimlendirme testi sonunda elde edilen verilere göre çimlenme oranı (%) ve ortalama çimlenme zamanı (gün) değerleri hesaplanmıştır. Uygulamalara göre tekerrürlerin aritmetik ortalaması alınarak çimlenme oranı (%) değeri hesaplanmıştır (Larsen and Andreasen, 2004 ).

Çimlenme zamanının hesaplanması amacıyla, yapılan günlük sayımlar kullanılarak Pederson et al., (1993)'in belirttiği eşitlik yardımıyla ortalama çimlenme zamanı gün cinsinden belirlenmiştir. Bu eşitlik için aşağıda belirtilen formülden yararlanılmıştır.

$$\text{Ortalama çimlenme zamanı (Ç50)} = \frac{\sum(g_x \times n_x)}{\sum n_x} \quad (1)$$

$g_x$  : Testin başlangıcından itibaren sayımın yapıldığı saat

$n_x$  : Sayımın yapıldığı saat çimlenen tohum sayısı

$\sum n_x$  : Toplam çimlenen tohum sayısı

Elde edilen veriler SPSS 25 (Windows 16.00) istatistik paket programı ile tesadüf parselleri deneme desenine göre hesaplanmıştır. Uygulamalar arası farklılıklar için Duncan'ın çoklu sınıflandırma testi kullanılmıştır. Ana uygulamaların etkisi (uygulama ve doz) ve bunların interaksiyonunu belirlemek amacıyla two way ANOVA yapılmıştır.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Günlük belirlenen çimlenme oranı değerleri bakımından uygulamalar arasındaki fark istatistiki anlamda önemli bulunmazken ortalama çimlenme zamanı bakımından en düşük süre (6.7 gün)  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 1). Ortalama çimlenme zamanı bakımından hem uygulamalar arasındaki fark hem de uygulama dozları arasındaki fark istatistiki anlamda ( $p \leq 0.001$ ) önemli

bulunmuştur. Uygulama görmemiş kontrol tohumlarının 7.9-8.3 günde ulaşılan ortalama çimlenme zamanına 0.5 mol  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  uygulama dozunda 5.7 günde ulaşılmıştır. Yine 1.0 mol  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  uygulama dozunda 6.3 günde ulaşılan ortalama çimlenme zamanına humidifikasyon ve ön üşütme dozlarında 7.4-8.3 günde ancak ulaşılmıştır (Çizelge 1). Çimlenme oranı bakımından da uygulama dozları arasındaki fark  $p \leq 0.05$  düzeyinde önemli bulunurken 7 gün ön üşütme dozunda en yüksek (%92.75) çimlenme oranı elde edilmiştir. Kontrol tohumlarında %91-92 çimlenme oranı tespit edilir iken, diğer uygulama dozlarında %83.50-89.75 çimlenme oranı belirlenmiştir (Çizelge 1).

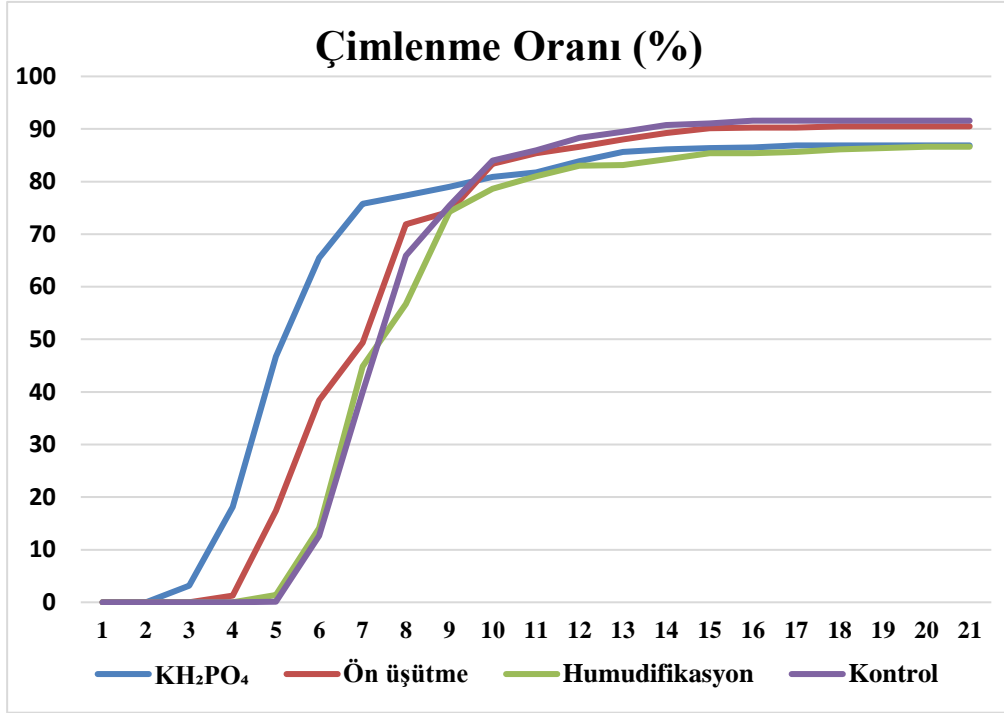
Uygulama ve uygulama dozlarına göre çimlenme oranı ve ortalama çimlenme zamanındaki farklılık yapılan bazı çalışmalarda (Gray, 1989; Duman ve İlbi, 2003; Demirkaya, 2006) da çimlenme oranı ve hızında farklı etkiler saptandığı belirtilmiştir. Nitekim Duman ve İlbi (2003) kereviz tohumlarında  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  uygulamasının olumlu etkisine işaret ederek farklı doz ve sürelerle çalışmaların sürdürülmesini önermişlerdir. Heydecker and Coolbear, 1977; Brocklehurst and Dearman, 1983; Finch-Savage et al., 1991; Yanmaz ve Özdil, 1992; Abdolahi et al., 2012 başta kereviz olmak üzere havuç, maydanoz, soğan, pırasa ve biber tohumları gibi küçük embriyolu ve çimlenmesi düzensiz olan tohumlarda çimlenme iyileştirici uygulamaların olumlu etkisine dikkat çekmişlerdir. Aynı şekilde Brocklehurst and Dearman (1983), Duman ve İlbi (2003) ve Arın ve Duman, (2019) söz konusu tür tohumlarına ekim öncesinde yapılan osmopriming (PEG,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{K}_3\text{PO}_4$ ) uygulamaları ile önemli oranda erken, hızlı, homojen ve yüksek oranda çimlenme sağlanabildiğini belirtmişlerdir.

**Çizelge 1.** Uygulamalar ve uygulama dozlarına göre elde edilen çimlenme oranı (%) ve ortalama çimlenme zamanı (gün) değerleri

Uygulamalar	Uygulama dozu	Çimlenme oranı (%)		Çimlenme oranı (Açısal transformasyon)	Ortalama çimlenme zamanı (gün)	
Humidifikasyon	36 saat	89.75	a	1.12	7.9	b
	48 saat	83.50	b	0.99	8.3	a
	Kontrol	92.00	a	1.17	7.9	b
	<b>Ortalama</b>	<b>88.42</b>		<b>1.09</b>	<b>8.1</b>	<b>A</b>
$\text{KH}_2\text{PO}_4$	0.5 mol	89.00	ab	1.10	5.7	c
	1.0 mol	84.75	b	1.01	6.3	b
	Kontrol	91.75	a	1.17	8.1	a
	<b>Ortalama</b>	<b>88.50</b>		<b>1.09</b>	<b>6.7</b>	<b>C</b>
Ön üşütme	5 gün	88.25	b	1.09	7.5	b
	7 gün	92.75	a	1.20	7.4	c
	Kontrol	91.00	ab	1.15	8.3	a
	<b>Ortalama</b>	<b>90.67</b>		<b>1.14</b>	<b>7.7</b>	<b>B</b>
<b>Genel ortalama</b>		<b>89.19</b>		<b>1.10</b>	<b>7.5</b>	
	Uygulama	öd		öd	***	
	Doz	*		*	***	
	Uygulama*doz	*		*	***	

Uygulamalara göre sayım günlerinde belirlenen ortalama çimlenme oranı (%) değerleri incelendiğinde ise, ilk çimlenmenin  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  uygulamasında 2. günde başladığı bu durumu takiben ön üşütme uygulaması görmüş olan tohumlarda 3. günde çimlenmenin başladığı görülmüştür (Şekil 3). Humidifikasyon ve kontrol uygulamalarında ise sırası ile 4. ve 5. günlerde başlayan çimlenme ancak 9 ve 10. gün sonunda  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  ve ön üşütme uygulamalarına eşit değerlere ulaşmıştır. Diğer bir ifade ile kontrol tohumlarında 5. günde başlayan çimlenme değeri  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  uygulamasında %50 oranına ulaşmıştır. Ancak çimlenme denemesi sonunda (21.gün) kontrol ve tüm uygulamalar %90-92 çimlenme oranına ulaşmıştır (Şekil 3). Çalışmada kereviz tohumlarına yapılan ekim öncesi uygulamalardan

öncelikle  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  ve ön üşütme uygulamalarının erken ve hızlı çimlenme sağladığı saptanmıştır. Bu olumlu etkinin de özellikle hazır fide sektöründe yapılacak fide üretimlerinde viyollere ekilen tohumların çimlendirme odasındaki bekletilme süresini kısaltacağı, çimlendirme odasında bekletilen viyollerin daha kısa sürede çıkartılarak yetiştirme serasına taşınabileceğini göstermektedir. Fide kuruluşlarının en önemli talebi de bu olmaktadır (Duman ve Nas, 2017). Ayrıca erken ve hızlı gerçekleşen çimlenmenin homojen fide gelişimini de sağlayacağı düşünülmektedir. Çalışmada belirlenen  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  ve ön üşütme uygulamalarının olumlu etkisi benzer şekilde Arın et al., (2011), Başer, (2012) ve Abdolahi et al. (2012),  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  başta olmak üzere farklı uygulama etkili maddelerinden sağlanan erken, hızlı ve yüksek orandaki çimlenme değerleri ile uyumlu bulunmuştur.

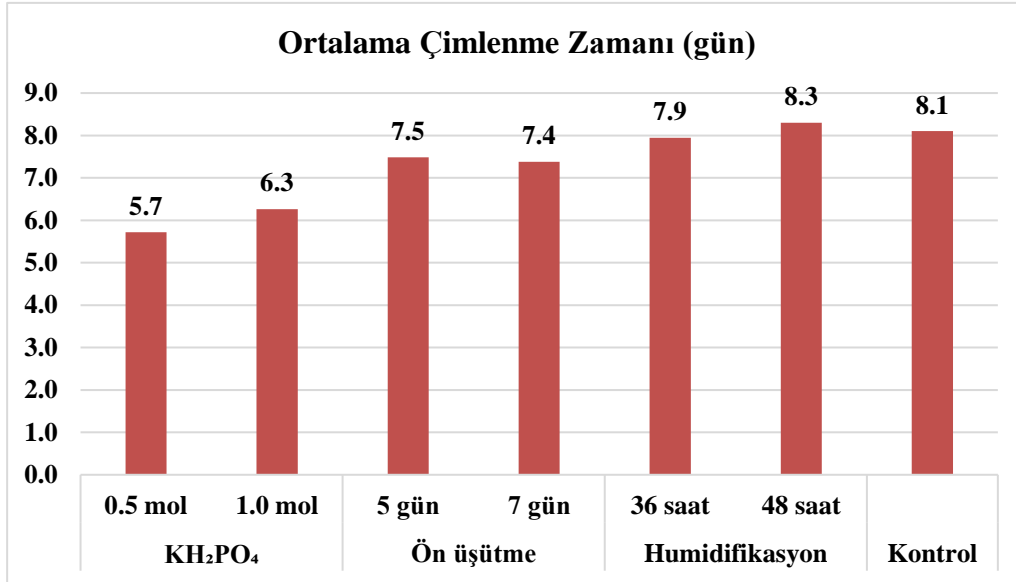


Şekil 3. Uygulamaların günlük çimlenme ortalamaları

Kereviz tohumlarının çimlenme özelliklerinin iyileştirilmesi amaçlı ekim öncesi yapılan uygulamaların etkisi uygulamalar ve uygulama dozları bazında ortalama çimlenme zamanı (gün) değerlerine olan etkisi Şekil 4'te verilmiştir. Ortalama çimlenme zamanına kontrol tohumları 8.1 günde ulaşılırken 36 ve 48 saat süreli uygulanan humidifikasyon uygulamalarının etkisi önemsiz bulunmuş ve kontrol tohumlarına benzer etki gösterdiği tespit edilmiştir. Buna karşılık ön üşütme uygulamalarında 7.4 ve 7.5 günde ulaşılan ortalama çimlenme zamanına özellikle 0.5 mol  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  uygulamasında 5.7 günde (en kısa sürede) ulaşılmıştır (Şekil 4).

Kereviz tohumlarının çimlenme oranı ve ortalama çimlenme zamanı üzerine olan etkileri genel olarak değerlendirildiğinde ise (Çizelge 2) uygulamalar arasında çimlenme oranı (%) bakımından istatistiki anlamda önemli farklılık gözlemlenmemiştir. Çimlenme oranı kontrol (91.58) ve ön üşütme uygulanmış tohumlarda (90.50) en yüksek bulunmuştur. Buna karşın ortalama çimlenme zamanı (gün) bakımından ise uygulamalar arasında istatistiki anlamda önemli ( $p \leq 0.001$ ) farklılık saptanmış olup  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  uygulamasında en kısa zamanda (6.0 gün) ortalama çimlenme zamanına ulaştığı belirlenmiştir. Kontrol tohumlarında ve humidifikasyon uygulamasında 8.1 günde ulaşılan ortalama çimlenme zamanına ön üşütme uygulamasında da 7.4 günde ulaştığı tespit edilmiştir (Çizelge 2).  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  ve ön üşütme uygulamalarında kısa sürede ortalama çimlenme zamanına ulaşılması söz konusu uygulamalar ile homojen çimlenmenin sağladığını da göstermektedir. Nitekim soğan, pırasa, kereviz ve biber

tohumlarında yapılan benzer ekim öncesi uygulamalardan (Brocklehurst and Dearman, 1983; Duman ve İlbi, 2001; Arın et al., 2011) sağlanan homojen çimlenme bulguları da çalışmamız bulguları ile benzerlik göstermektedir. Yanmaz ve ark., (2015) hazır fide üretiminde homojen çimlenme ve çıkışın, fide kalitesini önemli oranda etkilediğini, tohumların aynı anda ve yüksek oranda çimlenme/çıkış göstermesinin kademeli çimlenme/çıkışa göre hem erken hem de homojen fide gelişimi sağladığını belirtmişlerdir.



Şekil 4. Uygulama ve uygulama dozlarına göre belirlenen ortalama çimlenme zamanı (gün) değerleri

Çizelge 2. Uygulamalara göre belirlenen çimlenme oranı (%) ve ortalama çimlenme zamanı (gün) değerleri

Uygulamalar	Çimlenme oranı (%)	Çimlenme oranı (Açısal transformasyon)	Ortalama çimlenme zamanı (gün)	
Humidifikasyon	86.63	1.05	8.1	a
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	86.88	1.06	6.0	c
Ön üşütme	90.50	1.14	7.4	b
Kontrol	91.58	1.16	8.1	a
<b>Ortalama</b>	<b>88.90</b>	<b>öd</b>	<b>1.10</b>	<b>öd</b>
			<b>7.4</b>	<b>***</b>

## SONUÇ

Kereviz tohumlarına ekim öncesi yapılan uygulamaların çimlenme oranı ve ortalama çimlenme zamanına olan etkilerinin değerlendirildiği çalışmada elde edilen verilerin genel değerlendirilmesi yapıldığında, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> ve ön üşütme uygulamalarının öncelikle ortalama çimlenme zamanı (sırası ile 6.0 ve 7.4 gün) bakımından erken, hızlı ve homojen çimlenme sağladığı saptanmıştır. Ortalama çimlenme zamanı bakımından ise ön üşütme uygulamasının (%90.50) yüksek çimlenme oranı oluşturduğu belirlenmiştir.

Uygulama dozu bakımından ise KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> uygulamasının 0.5 mol uygulama dozunun öncelikle erken, hızlı ve homojen çimlenme sağlaması (5.7 gün) yanında yüksek orandaki (%89.0) çimlenme oranı sağlaması da bu uygulama dozunun uygulanabilirliğini ön plana çıkarmıştır. Ancak KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> uygulamasının maliyeti dikkate alındığında 7 gün süreli yapılan ön üşütme uygulamasının da hem yüksek oranda (%92.75) çimlenme sağlaması hem de 7.4 günde ortalama çimlenme zamanına ulaşılması bakımından uygulanabilir diğer bir yöntem olarak ön plana çıkmıştır. Diğer yandan kontrol tohumlarında belirlenen yüksek çimlenme oranının nedeni olarak ise, muhtemelen uygulama yapılan tohumlarda,

uygulamalar sırasında gözle görülemeyen radicial çıkışı olması olasılığı düşünülmektedir. Bu nedenle yapılacak ön uygulamalarda dikkatli olunması gerektiği sonucuna da varılmıştır.

Sonuç olarak, kereviz fidesi üretiminde tohumlara ekim öncesinde 0.5 mol  $KH_2PO_4$  ve 7 gün ön üşütme uygulamalarının uygulanabilir olduğu belirlenmiştir. Öncelikle hazır fide sektörü tarafından ekim öncesinde tohumlara uygulanması durumunda çimlenme ortamında erken, hızlı ve homojen çimlenme sağlayabileceği kanısına varılmıştır. Böylece erken ve kaliteli kereviz fidesi üretimi de gerçekleştirilebilecektir. Ancak bu konuda kereviz tohumlarına ekim öncesinde farklı uygulamaların yapılarak sonuçların araştırılmasında yarar görülmektedir.

## TEŞEKKÜR

Çalışmayı yürüttüğüm süreçte desteğini hep hissettiğim ve öğrencisi olmaktan gurur duyduğum sayın hocam Prof. Dr. İbrahim DUMAN' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Çalışmamı gerçekleştirmek için tüm laboratuvar imkanlarından yararlandığım E.Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Anabilim Dalı çalışanlarına ve yine E.Ü. Tohum Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi çalışanlarına, tohum teminini sağlayan Balıkesir Tohum A.Ş.'ne çok teşekkür ederim.

## Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

## Yazar Katkısı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağladıklarını beyan eder.

## KAYNAKLAR

- Abdolahi M, Andelibi B, Zangani E, Shekari F, Jamaati-e- Somarin S, 2012. Effect of Accelerated Again and Priming on Seed Germination of Rape Seed (*Brassica nabus* L.) Cultivars. *International Research Journal of Applied Sciences*, (3): 499- 508.
- Arın L, Duman İ, 2019. Kaliteyi İyileştirici Olarak Ön Çimlendirme Kaplama ve Diğer Uygulamalar. *Tohum Tohumluk ve Teknolojileri*, Cilt 3, s: 1599-1642. Bitki İslahçıları Alt Birliği, Arkadaş Basımevi, Ulus, Ankara.
- Arın L, Polat S, Deveci M, Salk A, 2011. Effects of Different Osmotic Solution on Onion Seed Emergence. *African Journal of Agricultural Research*, 6(4): 986-991.
- Başer S, 2012. Bazı Sıklamen Türlerinin Tohumlarının Çimlendirilmesi ve Yumrularının Büyütülmesi Üzerine Araştırmalar. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 177 s.
- Bayraktar K, 1976. Sebze Yetiştirme Cilt III. Sebzelerde Tohum Üretimi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, İzmir, Bornova, Yayın No: 244:356.
- Brocklehurst PA, Dearman J, 1983. Interactions Between Seed Priming Treatments and Nine Seed Lots of Carrot, Celery and Onion. I. Laboratory Germination. *Annals of Applied Biology*, 102:577-584.
- Demirkaya M, 2006. Polietilenglikol ile Osmotik Koşullandırma ve Humidifikasyon Uygulamalarının Biber Tohumlarının Çimlenme Hızı ve Oranı Üzerine Etkileri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(1-2):223-228.
- Duman İ, Eşiyok D, 1998. Ekim Öncesi PEG ve  $KH_2PO_4$  Uygulamalarının Havuç Tohumlarının Çimlenme ve Çıkış Oranı ile Verim Üzerine Etkileri. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 22:445-449.
- Duman İ, Gökçöl A, 2018. Ekim Öncesi Tohum Uygulamaları: Priming. *TÜRKTOB Dergisi*, 26:4-7.



- Duman İ, İlbi H, 2001. Bazı Sebze Tohumlarının Optimum Ön Çimlendirme (Priming) Sürelerinin ve Yöntemlerinin Belirlenmesi. Ege Üniversitesi Araştırma Fonu Proje Raporu. Bornova- İzmir.
- Duman İ, İlbi H, 2003. Pırasa, Kereviz ve Lahana Tohumlarının Yüksek Sıcaklık Stres ve Tarla Koşullarındaki Çıkış Özelliklerinin İyileştirilmesi. Türkiye 4. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya, 378-380.
- Duman İ, Nas Y, 2017. Kereviz Fidesi Yetiştiriciliği. Tarım Türk Dergisi, 68: 143-147.
- Finch-Savage WE, Gray D, Dickson GM, 1991. The Combined Effects of Osmotic Priming with Plant Growth Regulator and Fungicide Soaks on the Seed Quality of Five Bedding Plant Species. *Seed Science and Technology*, 19:495-503.
- Gray D, 1989. Improving the Quality of Horticultural Seeds. *Professional Horticulture*, 3: 117-123p.
- Heydecker W, 1973. Germination of an İdea: The Priming Of Seeds. University of Nottingham School of Agriculture Report, 50-67.
- Heydecker W, Coolbear P, 1977. Seed Treatment for Improved Performance Survey and Attempted Prognosis. *Seed Science and Technology*, 5:353-425.
- ISTA 2014, International Rules for Seed Testing, Edition 2014. International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland. *Seed Science & Technology*, 27.
- Larsen U, Andreasen C, 2004. Light and Heavy Turfgrass Seeds Differ in Germination Percentage and Mean Germination Thermal Time. *Crop Science*, 44:1710-1720.
- Mirmazloum I, Kiss A, Erdelyi E, Ladanyi M, Nemeth EZ, Radacsi P, 2020. The Effect of Osmopriming on Seed Germination and Early Seedling Characteristics of *Carum carvi* L. *Agriculture*, 10.
- Pedersen LH, Jorgensen PE, Pulsen I, 1993. Effect of Seed Vigor and Dormancy on Field Emergence, Development and Grain Yield of Winter Wheat (*Triticum Aestivum* L.) and Winter Barley (*Hordeum Vulgare* L.) *Seed Science & Technology*, 21(1): 159- 178
- Sivritepe HÖ, Demirkaya M, 2002. Effects of Pre-Storage Hydration Treatments on Viability of Onion Seeds, 2nd Balkan Seymp. on Vegetable and Patatoes. *Acta Horticulturae*, 579: 215-219.
- TUİK, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu Veri Tabanı, Bitkisel Üretim İstatistikleri. [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1001](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001) (Erişim Tarihi: 20.01.2020).
- Vural H, Eşiyok D, Duman İ, 2000. Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme), E. Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Ege Üniversitesi Basımevi, s: 440, Bornova.
- Yanmaz R, Duman İ, Yaralı F, Demir K, Sarıkamış G, Sarı N, Balkaya A, Kaymak HÇ, Akan S, Özalp R, 2015. Sebze Üretiminde Değişimler ve Yeni Arayışlar. Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi, 12-16 Ocak 2015, s: 579-605, Ankara.
- Yanmaz R, Özdil AH, 1992. Domates ve Havuç Tohumlarında Ekim Öncesi PEG (polyethylenglycol) Uygulamalarının Çimlenme ve Çıkış Oranı ile Çıkış Süresi Üzerine Etkileri. Türkiye I. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Cilt II., 25-27.

**Atf İçin:** Aras V, Solmaz İ, Sarı N, 2021. Aşılamanın Melez Karpuz Tohumlarında Çimlenme ve Çıkış Özellikleri Üzerine Etkileri. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(Özel Sayı): 3372-3382.

**To Cite:** Aras V, Solmaz İ, Sarı N, 2021. Effects of Grafting on Germination and Emergence Characteristics of Hybrid Watermelon Seeds. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(Special Issue): 3372-3382.

### Aşılamanın Melez Karpuz Tohumlarında Çimlenme ve Çıkış Özellikleri Üzerine Etkileri

Veysel ARAS<sup>1\*</sup>, Nebahat SARI<sup>2</sup>, İlknur SOLMAZ<sup>3</sup>

**ÖZET:** Bu çalışma 2019 ve 2020 yıllarının ilkbahar aylarında yürütülmüştür. Çalışmada; anaç olarak *Cucurbita maxima*×*Cucurbita moschata* melezi ticari anaçlarından TZ148 ve Nun9075, *Lagenaria* spp. anaçlarından Argentario hibrit anaç ve 3335 numaralı lokal genotip, *Citrullus amarus* grubundan PI296341 ve ayrıca her hat kendi üzerine aşılanarak kullanılmıştır. Kalem olarak ise Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilen 187×125 ve 11×162 karpuz hibritlerinin ebeveynleri kullanılmıştır. Aşısız bitkiler ise kontrol grubunu oluşturmuştur. Araştırma iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada; bütün anaçlar kendi içerisinde çimlenme ve çıkış açısından değerlendirilmiştir. İkinci aşamada ise her ana ebeveyn her anaç kendi içerisinde olmak üzere; 1-aynı anaç üzerine aşılı baba ebeveyninden, 2-kendi üzerine aşılı baba ebeveyninden ve 3-aşısız baba ebeveyninden getirilen çiçek tozları ile tozlanmış, elde edilen hibrit tohumlarda çimlenme oranı (%), ortalama çimlenme süresi (gün), çimlenme hız indeksi, çıkış oranı (%), ortalama çıkış süresi (gün) ve çıkış hız indeksi üzerine etkileri incelenmiştir. Her iki yılda da alınan bütün sonuçlar göz önünde bulundurulurak; tüm anaçlar bir arada ve ayrı ayrı değerlendirilecek olursa toplam çimlenen ve çıkan sayıları bakımından uygulamalar arasında fark bulunamamıştır. Ortalama çimlendirme süresinde kısalma ve buna bağlı olarak çimlenme hız indeksini artırma bakımından yıldan yıla ve kombinasyondan kombinasyona değişimle beraber, genel olarak en iyi sonuçların TZ148 üzerine aşılananlardan alındığı, ayrıca Nun9075 üzerine aşılanmanın ortalama çıkış süresini kısalttığı söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Aşılı karpuz, anaç, türlerarası aşılama, kendi üzerine aşılama, tozlama, hibrit tohum

#### Effects of Grafting on Germination and Emergence Characteristics of Hybrid Watermelon Seeds

**ABSTRACT:** This study was carried out in the spring of 2019 and 2020. In the study, TZ148 and Nun9075 from *Cucurbita maxima*×*Cucurbita moschata* hybrid commercial rootstocks, hybrid rootstock Argentario and local genotype 3335 from *Lagenaria* spp., PI296341 from *Citrullus amarus* group and also self grafted plants of each line were used. The parents of 187×125 and 11×162 watermelon hybrids developed by Alata Horticultural Research Institute were used as scion. Ungrafted plants formed the control group. The research consists of two stages. At the first stage, all rootstocks were evaluated in terms of germination and emergence. In the second stage, including each rootstock within itself, effects on germination rate (%), average germination time (days), germination rate index, emergence rate (%), average emergence time (days) and emergence rate index were investigated on hybrid seeds obtained by pollination of female parent with pollens brought 1-from the male parent grafted on the same rootstock, 2-from the male parent grafted on itself and 3-from the ungrafted male-parent. Considering all the results obtained in both years, if all rootstocks are evaluated together and separately, no difference was found in terms of applications among total germination and emergence numbers. Although it varies from year to year and from combination to combination in terms of shortening the average germination time and consequently increasing the germination rate index, it can be said that the best results are obtained from those grafted on TZ148, and grafting on Nun9075 shortens the average emergence time.

**Keywords:** Grafted watermelon, rootstocks, interspecific grafting, self grafting, pollination, hybrid seed

<sup>1</sup> Veysel ARAS ([Orcid ID: 0000-0003-3372-2096](https://orcid.org/0000-0003-3372-2096)), Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, 33740 Erdemli, MERSİN

<sup>2</sup> Nebahat SARI ([Orcid ID: 0000-0001-7112-4279](https://orcid.org/0000-0001-7112-4279)), Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Balcalı, ADANA (Emekli)

<sup>3</sup> İlknur SOLMAZ ([Orcid ID: 0000-0003-2996-0286](https://orcid.org/0000-0003-2996-0286)), Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Balcalı, ADANA

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Veysel ARAS, e-mail: varas2001@yahoo.com

Bu çalışma, Veysel ARAS'ın doktora tezinden ve aynı zamanda Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından desteklenen TAGEM/BBAD/A/19/A1/P1/1545 numarası projeden üretilmiştir.

15-17 Kasım 2021 tarihinde Iğdır'da düzenlenen Uluslararası katılımlı 7.Tohumculuk Kongresinde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

## GİRİŞ

Dünyada 3.084.217 hektar alanda 100.414.933 ton karpuz üretimi yapılmaktadır. Çin %60.4 (60.685.237 ton)'lük payla üretimde ilk sırayı alırken, Türkiye %3.9 (3.870.515 ton)'luk pay ile ikinci sırada yer almaktadır (FAO, 2019).

Karpuzda fusarium solgunluğu (*Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*) üretimi sınırlayan en önemli faktörlerdendir. Bu hastalık için kullanılan kimyasallar çözüm olamamakla birlikte, alınan kültürel önlemler de sorunu çözememektedir (Alan ve ark., 2007; Rivero ve ark., 2003; Yetisir ve Sari, 2004). Bu nedenlerden dolayı en etkili yöntem dayanıklı çeşit kullanmak olmakla beraber, *F. oxysporum* f. sp. *niveum*'un bu güne kadar 4 ırkı (0, 1, 2 ve 3 no'lu ırkları) tanımlanmış (Netzer, 1976; Martyn, 1987; Zhou ve Everts, 2010) ve dört ırkına karşı dayanıklı çeşit bulunmamaktadır. Pratikte aşılı fide kullanımı ise kullanılan en etkili yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır (Lee, 1994; Miguel ve ark., 2004; Paroussi ve ark., 2007; Davis ve ark., 2008). Karpuzda aşılı fide kullanımı, *F. oxysporum* f.sp. *niveum*'a dayanıklılık sağladıkları, erkencilik, verim ve meyve kalitesi ile diğer biyotik ve abiyotik stres koşullarına dirençlerinden dolayı hızla artmıştır. Karpuzda anaç olarak günümüzde yaygın olarak en fazla kullanılan ticari anaçlar *Cucurbita maxima*×*Cucurbita moschata* türler arası melezleri ile *Lagenaria siceraria* melezleridir (Lee, 1994, Qin ve ark., 2014). Bu çalışmada, 2019 ve 2020 yıllarında iki farklı hibrit karpuzda, farklı anaçlar ve kendi üzerine aşılamanın çimlenme oranı (%), ortalama çimlenme süresi (gün), çimlenme hız indeksi, çıkış oranı (%), ortalama çıkış süresi (gün) ve çıkış hız indeksi üzerine etkileri araştırılmıştır. Ayrıca farklı anaçlar ve kendi üzerine aşılı ana ebeveynler ile farklı anaçlar ve kendi üzerine aşılı ve aşısız baba ebeveynler ile tozlama sonucu hem toplu olarak hem de ayrı ayrı tohum çimlenme ve çıkış özellikleri de belirlenmiştir.

## MATERYAL VE METOT

Araştırma, 2019 ve 2020 ilkbahar yetiştirme dönemlerinde, Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü'ne ait seralar ile laboratuvarlarında yürütülmüştür. Araştırmada anaç olarak *C. maxima*×*C. moschata* grubunda Türkiye'de en fazla kullanılan TZ148 ile Nun9075, su kabağı (*Lagenaria* spp.) olarak Argentario hibrit anacı ile 3335 numaralı lokal genotip (Yetisir ve ark., 2007; Karaca ve ark., 2012) ve karpuzun yabanisi olan *Citrullus amarus* grubundan PI296341 kullanılmış, kalem olarak ise Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilen çizgili oval 187×125 ve koyu yeşil zemin rengine sahip 11×162 hibritlerinin ana ve baba hatları seçilmiştir. Ayrıca her hat kendi üzerine de aşılanmıştır. Karpuz hatlarına ait aşısız fideler ise kontrol olarak kullanılmıştır. Seradaki deneme, “tesadüf blokları deneme deseni”ne göre 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. *C. maxima*×*C. moschata* melezi (TZ148 ile Nun9075), su kabağı (Argentario ile 3335) ve *Citrullus amarus* (PI296341) üzerine aşılanmış ana bitkilerin her tekerrürünün 10 bitkisi, o tekerrürdeki anacın aynısı üzerine aşılanmış baba ebeveyni ile, 10 bitkisi baba ebeveynin kendi üzerine aşılanmış olan baba ebeveyni ile ve geriye kalan 10 bitki ise aşılanmamış baba ebeveyn tozlamada kullanılmıştır. Ayrıca aşısız ana bitkilerin her tekerrürünün 10 bitkisi de aşılanmamış baba ebeveyn ile tozlanmıştır.

Bu amaçla tüm hatlar ile anaçların tohum ekimleri ve aşılamalar Antalya Fide firmasında eğimli kesik aşı yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Fideler, 2019 ve 2020 yıllarında Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü'nde bulunan PE örtülü seralara 1.5 x 0.4 m aralık ve mesafelerle dikilmiştir. Askıya alma aşamasına gelen bitkiler ipe sardırılarak ve koltukları alınarak tek gövdeli olarak yetiştirilmiştir. Denemelerde sulama ve gübreleme damla sulama sistemiyle yapılmıştır. Sulamalar dikim ile birlikte başlamış ve sera içerisindeki iklim koşullarına bağlı olarak gerektiğinde verilmiştir. Gübrelenmeler saf madde olarak 14-16 kg/da N, 8-10 kg/da P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 6-8 kg/da K<sub>2</sub>O olacak şekilde

yapılmıştır (Güçdemir, 2006). Hastalık ve zararlılarla mücadele görüldüğü anda kimyasal yolla, yabancı otlarla ise mekanik yolla mücadele edilmiştir. Hastalık ve zararlılarla mücadelede dikim esnasında Fusarium solgunluk hastalığı için %80 Thiram içerikli Pomarsol Forte 80 Wp damla sulama ile dikim esnasında ve ardından gelen 2 sulamada verilmiştir. İleriki dönemlerde antraknoz görüldüğü aşamada Thiram, ayrıca kırmızı örümceğe karşı görüldüğü anda Bifenazate etkin maddeli ilaçlar uygun dozlarında kullanılmıştır.

Melezlemeler, antesisten bir önceki güne rastlayan ve taç yaprakları yeşilden sarıya dönme aşamasında olan çiçeklerin bir metal pens yardımıyla izolasyonu ve ertesi gün erkek çiçeklerin dişi çiçeklere sürtülmesi yoluyla sağlanmıştır. Hasat olgunluğuna ulaşan meyveler tek seferde hasat edilmiştir. Tohumlar, meyve etinden ayrıldıktan sonra kurutma ünitesinde kurumaya bırakılmıştır. İyi bir kurutma için tohumlar belirli aralıklarla karıştırılmıştır. Kurutulan tohumlar paketlenerek, aşağıdaki kriterler incelenmek üzere +4 °C'deki soğuk hava deposunda muhafaza edilmiştir.

Tohumlar 100 x 4 tekerrür tohum üzerinden canlılık testine tabi tutulmuş ve başlangıç canlılıkları belirlenmiştir. ISTA (International Seed Testing Association, 2018) kurallarına göre yürütülen testte, 2 mm'lik kökçük çıkışı çimlenme kriteri olarak değerlendirilmiştir. Tohumlar 20x20 cm ebadındaki kurutma kağıdı arasında, karanlık ortamda 25 °C'de 14 gün tutulmuş ve ortalama çimlenme zamanının da belirlenebilmesi amacıyla günlük sayımlar yapılmıştır. Kağıt arasında kurulan denemelerde alta iki kat kağıt, üzerine tohum ve üzerine tekrar bir kat kağıt olacak şekilde yerleştirilmiş, kağıtlar alt köşelerinden ~2 cm katlandıktan sonra rulo şeklinde sarılmıştır. Bu şekilde hazırlanan rulolar, nem kaybını önlemek için buzdolabı poşetleri içerisine konularak, çimlendirme dolaplarına yerleştirilmiştir. Her bir kağıdın nemlendirilmesinde 6 ml saf su kullanılmış, enfeksiyonlara karşı kullanılan saf su içerisine % 0.2'lik Thiram ilave edilmiştir. Çimlenen tohumlar sayılmış ve çimlenme oranları yüzde (%) olarak ifade edilmiştir.

Başlangıç canlılıklarının belirlenmesi amacıyla yapılan çimlendirme denemesi sırasında yapılan günlük sayımlardan elde edilen değerlerle, aşağıdaki formülden yararlanılarak gün olarak hesaplanmıştır (Demir ve ark., 2008; Ellis ve Robert, 1980).

$$O\check{C}S = \frac{\sum n.D}{\sum n} \quad (1)$$

OÇS : Ortalama çimlenme süresi

n : D. günde çimlenen tohum sayısı

D : Çimlenme başlangıcından itibaren geçen gün sayısı

**Çimlenme Hız İndeksi:** Başlangıç canlılıklarının belirlenmesi amacıyla yapılan standart çimlendirme testinden elde edilen günlük sayım değerleri, Maguire (1962) tarafından bildirilen formülde yerlerine konularak hesaplanmıştır (Copeland ve McDonald, 2001). Kıyaslamada değerlerin yüksek olması, tohum gücünün daha yüksek olduğunu göstermektedir.

$$\check{C}H\check{I} = \frac{\check{C}TS}{SG_1} + \frac{\check{C}TS}{SG_2} + \dots + \frac{\check{C}TS}{SG_x} \quad (2)$$

CHI : Çimlenme hız indeksi

ÇTS : X. günde çimlenen tohum sayısı

SG<sub>1</sub> : Birinci sayım günü

SG<sub>2</sub> : İkinci sayım günü

SG<sub>x</sub> : En son sayım günü

**Fide Çıkış Oranı:** Her parselden 100'er adet (100 tohum x 4 tekrarlama=400 tohum) tohum steril dere kumuna ekilmiş, iklim dolabında ISTA kurallarına göre 25 °C'de sürdürülmüş ve süren (çıkan) fidelerin toplam tohuma oranı ile sürme (çıkış) oranları tespit edilmiştir.

**Fide Çıkış Süresi (gün) ve Hız İndeksi:** Her parselden 100'er adet (100 tohum x 4 tekrarlama=400 tohum) tohum steril dere kumuna ekilmiş, iklim dolabında ISTA kurallarına göre 25 °C'de sürdürülmüştür. Çıkış süresinin hesaplanması için ortalama çimlenme süresi ve çıkış hız indeksinin hesaplanmasında da çimlenme hız indeksi formüllerinden yararlanılmıştır.

İstatistiksel analizler JMP 7.0 Paket programında, ikili karşılaştırmalar T-Student ve çoklu karşılaştırmalar ise Tukey Testinden yararlanılarak 0.05 önem düzeyinde gerçekleştirilmiştir.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Farklı anaçlar ile kendi üzerine aşılı ve aşısız 187 numaralı ana hattı ile farklı anaçlar ile kendi üzerine aşılı ve aşısız 125 baba hattın melezlenmesinden sonra elde edilen hibrit tohumlardaki toplam çimlenme oranları bakımından her iki yılda da istatistiki bir fark bulunmamıştır. Ortalama çimlenme süreleri bakımından 2019 yılını incelediğimizde, en yüksek değerler (187/187)×(125/125) (8.21 gün) ve (TZ148/187)×(TZ148/125) (8.20 gün) kombinasyonlarından alınırken, en düşük değerler (3335/187)×(125/125) (5.07 gün), (Argentario/187)×125 (5.49 gün), (TZ148/187)×125 (5.64 gün) ve (Nun9075/187)×(Nun9075/125) (5.35 gün) kombinasyonlarından alınmıştır. 2020 yılında ise en yüksek değer (Nun9075/187)×(125/125) (8.07 gün) kombinasyonundan, en düşük değerler ise (3335/187)×125 (6.47 gün) ve (TZ148/187)×(125/125) (6.54 gün) kombinasyonlarından elde edilmiştir. Çimlenme hız indeksleri bakımından ise 2019 yılında en yüksek değerler (3335/187)×(125/125) (22.70), (Argentario/187)×125 (22.71), (TZ148/187)×125 (21.78) ve (Nun9075/187)×(Nun9075/125) (22.60) kombinasyonlarından alınırken, en düşük değeri (TZ148/187)×(TZ148/125) (13.06) kombinasyonu almıştır. 2020 yılında ise en yüksek (TZ148/187)×(125/125) (15.90) ve (3335/187)×125 (15.92 gün) kombinasyonlarından, en düşük değer ise (Nun9075/187)×125 (12.53) kombinasyonundan elde edilmiştir (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Farklı anaçlar ile kendi üzerine aşılı ve aşısız 187 numaralı ana hat ile farklı anaçlar ile kendi üzerine aşılı ve aşısız 125 baba hattın melezlenmesinden elde edilen hibrit tohumlardaki toplam çimlenme oranları, ortalama çimlenme süreleri ve çimlenme hız indeksleri

Kombinasyonlar	Toplam Çimlenen (%) <sup>*</sup>		Ortalama Çimlenme Süresi (gün)		Çimlenme Hız İndeksi	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
187×125 (Kontrol)	97.00	99.25	7.90 A-C	6.88 A-D	13.71 BC	14.68 A-C
(187/187)×125	99.00	98.25	8.05 AB	7.53 A-D	14.05 BC	13.41 A-C
(187/187)×(125/125)	98.25	98.25	8.21 A	7.76 A-D	14.90 BC	13.11 B-C
(Nun9075/187)×(Nun9075/125)	99.25	99.50	5.35 D	7.60 A-D	22.60 A	13.69 A-C
(Nun9075/187)×125	99.00	99.50	6.86 A-D	8.25 AB	13.95 BC	12.53 C
(Nun9075/187)×(125/125)	99.25	99.00	7.16 A-D	8.07 A	14.48 BC	12.87 B-C
(TZ148/187)×(TZ148/125)	97.75	99.50	8.20 A	7.41 A-D	13.06 C	14.02 A-C
(TZ148/187)×125	98.75	99.25	5.64 D	7.11 A-D	21.78 A	14.35 A-C
(TZ148/187)×(125/125)	98.75	99.50	6.32 A-D	6.54 D	19.18 A-C	15.90 A
(Argentario/187)×(Argentario/125)	99.00	99.75	6.13 B-D	7.87 A-C	19.28 AC	13.06 B-C
(Argentario/187)×125	99.25	99.50	5.49 D	7.69 A-D	22.71 A	13.25 A-C
(Argentario/187)×(125/125)	98.75	99.50	5.96 CD	7.73 A-D	19.03 A-C	13.28 A-C
(3335/187)×(3335/125)	99.25	99.75	6.28 A-D	6.72 B-D	17.86 A-C	15.32 AB
(3335/187)×125	100.00	99.50	5.79 CD	6.47 D	19.66 AB	15.92 A
(3335/187)×(125/125)	99.50	99.75	5.07 D	6.88 A-D	22.70 A	14.96 A-C
(PI296341/187)×(PI296341/125)	98.00	99.50	6.14 B-D	6.61 CD	17.90 A-C	15.32 AB
(PI296341/187)×125	98.25	99.50	6.15 A-D	6.70 A-D	20.52 A-C	15.08 A-C
(PI296341/187)×(125/125)	98.50	99.75	5.97 C-D	6.62 CD	18.46 A-C	15.38 AB
CV (% 5)	0.05	0.04	0.12	0.07	0.13	0.07

<sup>\*</sup>Açı transformasyonu uygulanmıştır.

Farklı anaçlar ve kendi üzerine aşılı 187 numaralı ana hat ile farklı anaçlar ve kendi üzerine aşılı ve aşısız 125 numaralı baba hattın melezlenmesinden elde edilen hibrit tohumlardaki her anacın kendi

içerisindeki toplam çimlenme oranları bakımından her iki yılda da istatistiki bir fark bulunmamıştır. Ortalama çimlenme süresi ve çimlenme hız indeksi bakımından 2019 ve 2020 yılları için uygulamalar arasında genel olarak çok önemli bir fark bulunmamıştır (Çizelge 2).

**Çizelge 2.** Farklı anaçlar ile kendi üzerine aşılı ve aşısız 187 numaralı ana hat ile farklı anaçlar ile kendi üzerine aşılı ve aşısız 125 baba hattın melezlenmesinden elde edilen hibrit tohumlardaki her anaç kendi içerisinde toplam çimlenme oranları, ortalama çimlenme süreleri ve çimlenme hız indeksleri

Kombinasyonlar	Toplam Çimlenen (%)*		Ortalama Çimlenme Süresi (gün)		Çimlenme Hız İndeksi	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
(187/187)×125	99.00	98.25	8.05	7.53	14.05	13.41
(187/187)×(125/125)	98.25	98.25	8.21	7.76	14.90	13.11
CV (% 5)	0.05	0.04	0.14	0.04	0.26	0.04
(Nun9075/187)×(Nun9075/125)	99.25	99.50	6.17	7.60	19.82	13.69
(Nun9075/187)×125	99.00	99.50	6.86	8.29	15.85	12.53
(Nun9075/187)×(125/125)	99.25	99.00	6.62	8.07	16.92	12.87
CV (% 5)	0.05	0.04	0.20	0.12	0.28	0.12
(TZ148/187)×(TZ148/125)	97.75	99.50	8.20 A	7.41	13.06 B	14.02
(TZ148/187)×125	98.75	99.25	5.64 B	7.11	21.78 A	14.35
(TZ148/187)×(125/125)	98.75	99.50	6.32 B	6.54	19.18 A	15.90
CV (% 5)	0.03	0.04	0.11	0.09	0.11	0.09
(Argentario/187)×(Argentario/125)	99.00	99.75	6.13	7.87	19.28	13.06
(Argentario/187)×125	99.25	99.50	5.49	7.69	22.71	13.25
(Argentario/187)×(125/125)	98.75	99.50	5.96	7.73	19.03	13.28
CV (% 5)	0.04	0.04	0.13	0.05	0.12	0.05
(3335/187)×(3335/125)	99.25	99.75	6.28 A	6.72	17.86	15.32
(3335/187)×125	100.00	99.50	5.79 AB	6.47	19.66	15.92
(3335/187)×(125/125)	99.50	99.75	5.07 B	6.88	22.70	14.96
CV (% 5)	0.03	0.03	0.11	0.07	0.12	0.06
(PI296341/187)×(PI296341/125)	98.00	99.50	5.85	6.61	17.90	15.32
(PI296341/187)×125	98.25	99.50	6.16	6.70	20.52	15.08
(PI296341/187)×(125/125)	98.50	99.75	5.97	6.62	18.46	15.38
CV (% 5)	0.08	0.04	0.03	0.06	0.12	0.05

\*Açı transformasyonu uygulanmıştır.

Farklı anaçlar ve kendi üzerine aşılı 11 numaralı ana hat ile farklı anaçlar ve kendi üzerine aşılı ve aşısız 162 numaralı baba hattın melezlenmesinden elde edilen hibrit tohumlardaki toplam çimlenme oranları bakımından her iki yılda da istatistiki bir fark bulunmamıştır. Ortalama çimlenme süresi için 2019 yılı yılında en yüksek değeri (7.24 gün) (PI296341/11)×(PI296341/162) kombinasyonu alırken, en düşük değerleri ise (5.63 gün) (Argentario/11)×(Argentario/162), (TZ148/11)×(162/162) (5.73 gün) kombinasyonlarından, 2020 yılında ise en yüksek değer (8.30 gün) (Nun9075/11)×(162/162) kombinasyonundan alınırken, en düşük değer (6.82 gün) (PI296341/11)×(162/162) kombinasyonundan elde edilmiştir. Çimlenme hız indeksleri bakımından, 2019 yılında en yüksek değeri (20.77 gün) (Argentario/11)×(Argentario/162) kombinasyonu, en düşük değeri ise (13.90 gün) (PI296341/11)×(PI296341/162) kombinasyonu verirken, 2020 yılında ise en yüksek değeri (15.10) (Nun9075/11)×(Nun9075/162), (TZ148/11)×162 (15.26), (PI296341/11)×162 (14.92) ve (PI296341/11)×(162/162) (15.04) alırken, en düşük değeri (12.38 gün) ise (Nun9075/11)×(162/162) kombinasyonu vermiştir (Çizelge 3).

Farklı anaçlar ve kendi üzerine aşılı 11 numaralı ana hat ile farklı anaçlar ve kendi üzerine aşılı ve aşısız 162 numaralı baba hattın melezlenmesinden elde edilen hibrit tohumlardaki her anacın kendi içerisindeki toplam çimlenme oranları bakımından her iki yılda da istatistiki bir fark bulunmamıştır. Ortalama çimlenme süresi ve çimlenme hız indeksi bakımından 2019 ve 2020 yılları için uygulamalar arasında yıldan yıla değişmekle beraber küçük farklılıklar çıkmış olsa da genel olarak çok önemli bir fark bulunmamıştır. (Çizelge 4).

**Çizelge 3.** Farklı anaçlar ile kendi üzerine aşılı ve aşısız 11 numaralı ana hat ile farklı anaçlar ile kendi üzerine aşılı ve aşısız 162 baba hattın melezlenmesinden elde edilen hibrit tohumlardaki toplam çimlenme oranları, ortalama çimlenme süreleri ve çimlenme hız indeksleri

Kombinasyonlar	Toplam Çimlenen (%)*		Ortalama Çimlenme Süresi (gün)		Çimlenme Hız İndeksi (gün)	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
11×162 (Kontrol)	99.25	99.50	5.97 A-E	7.75 AB	19.82 A-C	13.17 AB
(11/11)×162	98.25	99.50	6.96 AB	7.29 AB	16.98 B-D	14.01 AB
(11/11)×(162/162)	97.50	99.25	6.65 A-D	7.38 AB	17.63 A-C	14.02 AB
(Nun9075/11)×(Nun9075/162)	98.25	99.25	6.44 A-E	7.15 AB	18.33 A-C	15.10 A
(Nun9075/11)×162	98.75	99.50	6.11 C-E	7.69 AB	20.00 AB	13.43 AB
(Nun9075/11)×(162/162)	98.25	99.75	6.46 A-E	8.30 A	18.34 A-C	12.38 B
(TZ148/11)×(TZ148/162)	100.00	99.50	6.34 B-E	7.12 AB	18.79 A-C	13.64 AB
(TZ148/11)×162	96.75	99.25	5.86 DE	7.16 AB	19.24 A-C	15.26 A
(TZ148/11)×(162/162)	99.25	99.00	5.73 E	8.03 AB	19.64 A-C	12.84 AB
(Argentario/11)×(Argentario/162)	99.25	99.25	5.63 E	7.56 AB	20.77 A	13.36 AB
(Argentario/11)×162	97.25	99.50	6.30 B-E	7.46 AB	18.47 A-C	13.65 AB
(Argentario/11)×(162/162)	96.00	99.25	6.21 B-E	7.18 AB	18.03 A-C	14.12 AB
(3335/11)×(3335/162)	99.50	99.50	5.93 C-E	7.81 AB	20.01 AB	13.00 AB
(3335/11)×162	99.25	99.50	5.79 DE	7.67 AB	20.17 AB	13.30 AB
(3335/11)×(162/162)	99.00	99.25	6.81 A-C	7.26 AB	15.95 CD	14.03 AB
(PI296341/11)×(PI296341/162)	97.75	99.00	7.24 A	7.67 AB	13.90 D	13.33 AB
(PI296341/11)×162	97.50	99.50	6.30 B-E	7.00 AB	19.12 A-C	14.92 A
(PI296341/11)×(162/162)	98.50	99.25	6.33 B-E	6.82 B	18.19 A-C	15.04 A
CV (% 5)	0.05	0.04	0.05	0.08	0.07	0.06

\*Açı transformasyonu uygulanmıştır.

**Çizelge 4.** Farklı anaçlar ile kendi üzerine aşılı ve aşısız 11 numaralı ana hat ile farklı anaçlar ile kendi üzerine aşılı ve aşısız 162 baba hattın melezlenmesinden elde edilen hibrit tohumlardaki her anaç kendi içerisinde toplam çimlenme oranları, ortalama çimlenme süreleri ve çimlenme hız indeksleri

Kombinasyonlar	Toplam Çimlenen (%)*		Ortalama Çimlenme Süresi (gün)		Çimlenme Hız İndeksi	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
(11/ 11)×162	98.25	99.50	6.96	7.29	16.98	14.01
(11/ 11)×(162/162)	97.50	99.25	6.57	7.38	17.63	14.02
CV (% 5)	0.07	0.04	0.07	0.07	0.12	0.06
(Nun9075/11)×(Nun9075/162)	98.25	99.25	6.44	7.15	18.33	14.39
(Nun9075/11)×162	98.75	99.50	6.11	7.69	20.00	13.43
(Nun9075/11)×(162/162)	98.25	99.75	6.46	8.30	18.34	12.38
CV (% 5)	0.05	0.04	0.20	0.10	0.28	0.10
(TZ148/11)×(TZ148/162)	100.00	99.50	6.34 A	7.12	18.79	14.59
(TZ148/11)×162	96.75	99.25	5.86 B	7.16	19.24	14.53
(TZ148/11)×(162/162)	99.25	99.00	5.73 B	8.03	19.64	12.84
CV (% 5)	0.03	0.04	0.03	0.10	0.05	0.11
(Argentario/187)×(Argentario/125)	99.25	99.25	5.63	7.56	20.77	13.36
(Argentario/187)×125	97.25	99.50	6.00	7.46	19.57	13.65
(Argentario/187)×(125/125)	96.00	99.25	6.21	7.18	18.03	14.12
CV (% 5)	0.07	0.04	0.07	0.04	0.09	0.04
(3335/11)×(3335/162)	99.50	99.50	5.93	7.81 A	20.01	13.00 B
(3335/11)×162	99.25	99.50	5.79	7.67 AB	20.17	13.30 AB
(3335/11)×(162/162)	99.00	99.25	6.46	7.26 B	17.36	14.03 A
CV (% 5)	0.04	0.04	0.08	0.03	0.11	0.04
(PI296341/11)×(PI296341/162)	97.75	99.00	7.24 A	7.67	13.90 b	13.33
(PI296341/11)×162	97.50	99.50	6.04 B	7.00	19.12 a	14.92
(PI296341/11)×(162/162)	98.50	99.25	6.33 B	6.82	18.19 a	15.04
CV (% 5)	0.08	0.05	0.06	0.07	0.07	0.08

\*Açı transformasyonu uygulanmıştır.

Farklı anaçlar ile kendi üzerine aşılı ve aşısız 187 numaralı ana hat ile farklı anaçlar ile kendi üzerine aşılı ve aşısız 125 numaralı baba hattın melezlenmesinden elde edilen hibrit tohumlardaki

toplam çıkış oranları bakımından her iki yılda da istatistiksel bir fark bulunmamıştır. Ortalama çıkış süreleri bakımından 2019 yılında en yüksek değer (9.55 gün) (Argentario/187)×(125/125) kombinasyonundan, en düşük değer (8.48 gün) ise (Nun9075/187)×(Nun9075/125) kombinasyonundan elde edilirken, 2020 yılında en yüksek değer (6.71 gün) (Argentario/187)×(125/125) kombinasyonundan, en düşük değer (TZ148/187)×125 (5.05 gün) kombinasyonundan alınmıştır. Çıkış hız indeksleri bakımından ise 2019 yılında en yüksek değer (11.22 gün) (12.51 gün) (Nun9075/187)×(Nun9075/125) kombinasyonundan, en düşük değer (Argentario/187)×(125/125) kombinasyonundan alınırken, 2020 yılında ise en yüksek değer (19.84 gün) (TZ148/187)×125 kombinasyonundan, en düşük değer (15.10 gün) (Argentario/187)×(125/125) kombinasyonundan elde edilmiştir (Çizelge 5).

**Çizelge 5.** Farklı anaçlar ile kendi üzerine aşılı ve aşısız 187 numaralı ana hat ile farklı anaçlar ile kendi üzerine aşılı ve aşısız 125 baba hattın melezlenmesinden elde edilen hibrit tohumlardaki toplam çıkış oranları, ortalama çıkış süreleri ve çıkış hız indeksleri

Kombinasyonlar	Toplam Çıkan (%)*		Ortalama Çıkış Süresi (gün)		Çıkış Hız İndeksi (gün)	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
187×125 (Kontrol)	99.25	99.50	9.00 AB	5.44 FG	12.21 A-C	18.47 AB
(187/187)×125	99.50	99.25	9.37 AB	6.50 A-D	11.76 A-C	16.28 CD
(187/187)×(125/125)	99.50	99.25	9.31 AB	6.09 A-F	11.68 A-C	16.52 CD
(Nun9075/187)×(Nun9075/125)	99.50	100.00	8.48 B	6.08 A-F	12.51 A	16.94 B-D
(Nun9075/187)×125	99.00	99.00	8.75 AB	5.92 B-F	12.31 AB	17.04 BC
(Nun9075/187)×(125/125)	99.75	99.00	8.98 AB	6.45 A-D	12.19 A-C	15.69 CD
(TZ148/187)×(TZ148/125)	99.00	99.75	8.61 AB	5.67 E-G	12.38 AB	17.31 BC
(TZ148/187)×125	99.50	100.00	9.48 AB	5.05 G	11.60 A-C	19.84 A
(TZ148/187)×(125/125)	99.25	99.50	9.24 AB	6.04 A-F	11.64 A-C	16.80 B-D
(Argentario/187)×(Argentario/125)	99.50	99.50	9.33 AB	6.20 A-E	11.53 A-C	16.28 CD
(Argentario/187)×125	100.00	99.50	9.42 AB	6.60 AB	11.38 BC	15.42 CD
(Argentario/187)×(125/125)	99.50	99.25	9.55 A	6.71 A	11.22 C	15.10 D
(3335/187)×(3335/125)	99.50	99.25	9.46 AB	6.56 A-C	11.37 BC	15.37 CD
(3335/187)×125	99.75	99.50	9.49 AB	6.18 A-E	11.52 A-C	16.64 B-D
(3335/187)×(125/125)	100.00	99.25	9.26 AB	6.13 A-F	11.66 A-C	16.78 B-D
(PI296341/187)×(PI296341/125)	98.50	99.25	9.47 AB	5.86 C-F	11.35 BC	17.11 BC
(PI296341/187)×125	99.25	99.25	8.88 AB	5.81 D-F	11.96 A-C	17.21 BC
(PI296341/187)×(125/125)	99.75	99.75	9.52 AB	5.89 B-F	11.50 A-C	17.12 BC
CV (% 5)	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04

\*Açı transformasyonu uygulanmıştır.

Farklı anaçlar ve kendi üzerine aşılı 187 numaralı ana hat ile farklı anaçlar ve kendi üzerine aşılı ve aşısız 125 numaralı baba hattın melezlenmesinden elde edilen hibrit tohumlardaki her anacın kendi içerisindeki toplam çıkış oranları bakımından her iki yılda da istatistiksel bir fark bulunmamıştır. Ortalama çıkış süresi ve çıkış hız indeksi bakımından kombinasyonlar içerisinde yıldan yıla değişmekle beraber küçük farklılıklar çıksa da, genel olarak 2019 ve 2020 yılları için uygulamalar arasında çok önemli bir farklılık tespit edilmemiştir (Çizelge 6).

Farklı anaçlar ve kendi üzerine aşılı 11 numaralı ana hat ile farklı anaçlar ve kendi üzerine aşılı ve aşısız 162 numaralı baba hattın melezlenmesinden elde edilen hibrit tohumlardaki toplam çıkış oranları bakımından her iki yılda da istatistiksel bir fark bulunmamıştır. Ortalama çıkış süreleri bakımından 2019 yılında en yüksek değeri (8.96 gün) 11×162 kombinasyonu, en düşük değerleri (TZ148/11)×(162/162) (8.04 gün), (Argentario/11)×(Argentario/162) (8.08 gün) ve (Nun9075/11)×(162/162) (8.10 gün) kombinasyonları verirken, 2020 yılında ise en yüksek değerleri (3335/11)×162 (6.49 gün) ve (3335/11)×(3335/162) (6.43 gün) kombinasyonları, en düşük değeri (5.71 gün) ise (Nun9075/11)×(162/162) kombinasyonu vermiştir. Çıkış hız indeksleri bakımından 2019 yılında en yüksek değeri (13.15) (TZ148/11)×(162/162) kombinasyonu, en düşük değeri (11.88)



ise 11×162 kombinasyonu verirken, 2020 yılında ise en yüksek değeri (17.50) (Argentario/11)×162 ve (Nun9075/11)×162 (17.31), en düşük değeri ise (15.47) (3335/11)×162 kombinasyonları vermiştir (Çizelge 7).

**Çizelge 6.** Farklı anaçlar ile kendi üzerine aşılı ve aşısız 187 numaralı ana hat ile farklı anaçlar ile kendi üzerine aşılı ve aşısız 125 baba hattın melezlenmesinden elde edilen hibrit tohumlardaki her anaç kendi içerisinde toplam çıkış oranları, ortalama çıkış süreleri ve çıkış hız indeksleri

Kombinasyonlar	Toplam Çıkan (%)*		Ortalama Çıkış Süresi (gün)		Çıkış Hız İndeksi	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
(187/187)×125	99.50	99.25	9.37	6.50	11.76	16.28
(187/187)×(125/125)	99.50	99.25	9.31	6.09	11.68	16.52
CV (% 5)	0.04	0.04	0.04	0.05	0.03	0.04
(Nun9075/187)×(Nun9075/125)	99.50	100.00	8.48	6.08 B	12.51	16.94 A
(Nun9075/187)×125	99.00	99.00	8.75	5.92 B	12.31	17.04 A
(Nun9075/187)×(125/125)	99.75	99.00	8.98	6.45 A	12.19	15.69 B
CV (% 5)	0.04	0.05	0.06	0.03	0.04	0.03
(TZ148/187)×(TZ148/125)	99.00	99.75	8.61 C	5.67 AB	12.38 A	18.06 AB
(TZ148/187)×125	99.50	100.00	9.48 A	5.05 B	11.60 B	19.84 A
(TZ148/187)×(125/125)	99.25	99.50	9.07 B	6.04 A	11.64 B	16.80 B
CV (% 5)	0.08	0.03	0.01	0.07	0.02	0.08
(Argentario/187)×(Argentario/125)	99.50	99.50	9.33	6.20 B	11.53	16.28 A
(Argentario/187)×125	100.00	99.50	9.42	6.60 AB	11.38	14.98 B
(Argentario/187)×(125/125)	99.50	99.25	9.55	6.71 A	11.22	15.10 B
CV (% 5)	0.03	0.04	0.03	0.04	0.02	0.02
(3335/187)×(3335/125)	99.50	99.25	9.46	6.56	11.37	15.37 B
(3335/187)×125	99.75	99.50	9.49	6.18	11.52	16.64 AB
(3335/187)×(125/125)	100.00	99.25	9.26	6.13	11.66	16.78 A
CV (% 5)	0.03	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04
(PI296341/187)×(PI296341/125)	98.50	99.25	9.47	5.86	11.35	17.11
(PI296341/187)×125	99.25	99.25	8.88	5.81	11.96	17.21
(PI296341/187)×(125/125)	99.75	99.75	9.52	5.89	11.50	17.12
CV (% 5)	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.05

\*Açı transformasyonu uygulanmıştır.

**Çizelge 7.** Farklı anaçlar ile kendi üzerine aşılı ve aşısız 11 numaralı ana hat ile farklı anaçlar ile kendi üzerine aşılı ve aşısız 162 baba hattın melezlenmesinden elde edilen hibrit tohumlardaki toplam çıkış oranları, ortalama çıkış süreleri ve çıkış hız indeksleri

Kombinasyonlar	Toplam Çıkan (%)*		Ortalama Çıkış Süresi (gün)		Çıkış Hız İndeksi (gün)	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
11×162 (Kontrol)	98.25	99.75	8.96 A	6.13 A-C	11.88 D	16.44 A-C
(11/11)×162	99.50	99.25	8.54 AB	6.40 AB	12.45 A-D	15.61 BC
(11/11)×(162/162)	99.75	99.25	8.61 AB	5.86 A-C	12.42 A-D	17.06 A-C
(Nun9075/11)×(Nun9075/162)	100.00	99.50	8.33 AB	5.98 A-C	12.80 A-D	16.75 A-C
(Nun9075/11)×162	99.75	99.50	8.39 AB	5.79 BC	12.67 A-D	17.31 A
(Nun9075/11)×(162/162)	99.50	99.50	8.10 B	5.71 C	12.99 AB	17.07 A-C
(TZ148/11)×(TZ148/162)	99.75	100.00	8.41 AB	6.09 A-C	12.64 A-D	16.49 A-C
(TZ148/11)×162	99.75	99.75	8.19 AB	5.96 A-C	12.93 A-C	16.85 A-C
(TZ148/11)×(162/162)	99.75	99.25	8.04 B	5.81 A-C	13.15 A	17.19 AB
(Argentario/11)×(Argentario/162)	99.50	99.50	8.08 B	6.35 A-C	13.03 AB	15.81 A-C
(Argentario/11)×162	99.50	99.25	8.34 AB	5.90 A-C	12.67 A-D	17.50 A
(Argentario/11)×(162/162)	99.25	99.00	8.27 AB	5.91 A-C	12.68 A-D	16.94 A-C
(3335/11)×(3335/162)	99.25	99.25	8.62 AB	6.43 A	12.33 A-D	15.62 BC
(3335/11)×162	99.75	99.50	8.40 AB	6.49 A	12.60 A-D	15.47 C
(3335/11)×(162/162)	99.75	99.75	8.54 AB	6.21 A-C	12.46 A-D	16.21 A-C
(PI296341/11)×(PI296341/162)	99.75	98.50	8.84 AB	5.90 A-C	12.01 CD	16.86 A-C
(PI296341/11)×162	99.50	99.50	8.75 AB	6.04 A-C	12.06 B-D	16.62 A-C
(PI296341/11)×(162/162)	99.75	99.00	8.61 AB	6.39 AB	12.38 A-D	15.63 BC
CV (% 5)	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04

\*Açı transformasyonu uygulanmıştır.

Farklı anaçlar ve kendi üzerine aşılı 11 numaralı ana hat ile farklı anaçlar ve kendi üzerine aşılı ve aşısız 162 baba hattın melezlenmesinden elde edilen hibrit tohumlardaki toplam çıkış oranları bakımından her iki yılda da istatistiksel bir fark bulunmamıştır. Ortalama çıkış süresi ve çıkış hız indeksi bakımından kombinasyonlar içerisinde yıldan yıla değişmekle beraber küçük farklılıklar olsa da, genel olarak 2019 ve 2020 yılları için uygulamalar arasında çok önemli bir fark tespit edilmemiştir (Çizelge 8).

**Çizelge 8.** Farklı anaçlar ile kendi üzerine aşılı ve aşısız 11 numaralı ana hat ile farklı anaçlar ile kendi üzerine aşılı ve aşısız 162 baba hattın melezlenmesinden elde edilen hibrit tohumlardaki her anaç kendi içerisinde toplam çıkış oranları, ortalama çıkış süreleri ve çıkış hız indeksleri

Kombinasyonlar	Toplam Çıkan (%)*		Ortalama Çıkış Süresi (gün)		Çıkış Hız İndeksi	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
(11/11)×162	99.50	99.25	8.54	6.40 A	12.45	15.61 B
(11/11)×(162/162)	99.75	99.25	8.61	5.86 B	12.42	17.06 A
CV (% 5)	0.04	0.05	0.06	0.03	0.04	0.04
(Nun9075/11)×(Nun9075/162)	100.00	99.50	8.33	5.98	12.80	16.75
(Nun9075/11)×162	99.75	99.50	8.39	5.79	12.84	17.31
(Nun9075/11)×(162/162)	99.50	99.50	8.10	5.71	12.99	17.69
CV (% 5)	0.03	0.04	0.06	0.05	0.02	0.05
(TZ148/11)×(TZ148/162)	99.75	100.00	8.41	6.09	12.64	16.49
(TZ148/11)×162	99.75	99.75	7.98	5.96	12.93	16.85
(TZ148/11)×(162/162)	99.75	99.25	8.04	5.81	13.15	17.19
CV (% 5)	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03
(Argentario/11)×(Argentario/162)	99.50	99.50	8.08	6.35	13.03	15.81
(Argentario/11)×162	99.50	99.25	8.34	5.90	12.67	17.03
(Argentario/11)×(162/162)	99.25	99.00	8.27	5.91	12.68	16.94
CV (% 5)	0.05	0.04	0.03	0.05	0.03	0.06
(3335/11)×(3335/162)	99.25	99.25	8.62	6.43	12.33	15.62
(3335/11)×162	99.75	99.50	8.40	6.29	12.60	15.99
(3335/11)×(162/162)	99.75	99.75	8.54	6.21	12.46	16.21
CV (% 5)	0.04	0.03	0.04	0.05	0.04	0.05
(PI296341/11)×(PI296341/162)	99.75	98.50	8.84	5.90 B	12.01	16.86 A
(PI296341/11)×162	99.50	99.50	8.75	6.04 B	12.06	16.62 A
(PI296341/11)×(162/162)	99.75	99.00	8.61	6.39 A	12.38	15.63 B
CV (% 5)	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03

\*Açı transformasyonu uygulanmıştır.

## SONUÇ

Her iki yıldan alınan bütün sonuçlar göz önünde bulundurularak tüm anaçlar bir arada ve ayrı ayrı değerlendirilecek olursa toplam çimlenen ve çıkan tohum sayıları bakımından uygulamalar bakımından önemli bir fark bulunmamıştır. Ortalama çimlendirme süresini kısaltma ve çimlenme hız indeksini artırma bakımından yıldan yıla ve kombinasyondan kombinasyona değişmekle beraber genel olarak TZ148 üzerine aşılana bitkilerden alındığı, ayrıca Nun9075 üzerine aşılamanın ortalama çıkış süresini kısalttığı söylenebilir. Kombo ve Sarı (2019) 2016 ve 2017 yıllarında yaptıkları çalışmada; PI296341, Argentario ve Nun9075 anaçları üzerine Crimson Sweet (CS) karpuz çeşidini aşılamaşlar ve tohum çıkış ve çimlenme oranı bakımından aşılların kontrole göre daha yüksek olduğunu, çimlenme ve çıkış gün sayısı bakımından 2016 yılında Argentario ve Nun9075 üzerine aşılların daha hızlı çıkış yaptığını, 2017 yılında ise tohum çıkış oranı, çimlenme ve çıkış gün sayısı bakımından uygulamalar arasında fark bulmazlarken, çimlenme oranı bakımından en düşük Nun9075/CS kombinasyonunun aldığını, kontrol dahil diğer uygulamaların en iyi sonucu verdiğini bildirmişlerdir. Sonuç olarak, diploid karpuz tohumları normalde yüksek oranda çimlenme ve çıkış yeteneğine sahiptirler, bu çalışmada da aynı yıl alınan hibrit karpuz tohumlarında çimlendirme ve çıkışta çok büyük farklar görülmemiştir. İleride yapılacak olan araştırmalarda farklı sürelerde

depolandıktan sonra tohumların çimlenme ve çıkış oranlarına bakılması aşılamanın etkisini daha net ortaya koyabilecektir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından TAGEM/BBAD/A/19/A1/P1/1545 proje numarası ile desteklenmiştir.

## Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## Yazar Katkısı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

## KAYNAKLAR

- Alan Ö, Özdemir N, Evrenosoğlu Y, 2007. Effect of Grafting on Watermelon Plant Growth Yield and Quality. *Journal of Agronomy*, 6: 362-365.
- Copeland LO, McDonald MB, 2001. *Principles of Seed Science and Technology*. Kluwer Academic Publishers, Massachusetts. USA. 467.
- Davis AR, Perkins-Veazie P, Hassell R, Levi A, King SR, Zhang X, 2008. Grafting Effects on Vegetable Quality. *HortScience*, 43(6): 1670-1672.
- Demir İ, Ermiş S, Mavi K, Matthews S, 2008. Mean Germination Time of Pepper Seed Lots (*Capsicum annuum* L.) Predicts Size and Uniformity of Seedlings in Germination Tests And Transplant Modules. *Seed Science and Technology*, 36: 2130.
- Ellis RH, Roberts EH, 1980. Towards a Rational Basis for Testing Seed Quality. In *Seed Production*, (ed. P.D. Hebblethwaite), pp. 605-635, Butterworths, London.
- FAO, 2019. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Erişim Tarihi: 21.06.2021.
- Güçdemir İH, 2006. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Ankara, Genel Yayın Numarası: 231, Teknik Yayın numarası: T.69.
- ISTA, 2018. *International Rules for Seed Testing*, International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland.
- JMP, 2007. *Statistics and graphics guide*. SAS Institute, Cary, North Carolina, USA.
- Karaca F, Yetişir H, Solmaz İ, Çandır E, Kurt S, Sarı N, Güler Z, 2012. Rootstock Potential of Turkish *Lagenaria siceraria* Germplasm for Watermelon: Plant Growth, Yield and Quality. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 36: 167-177.
- Kombo MD, Sarı N, 2019. Rootstock Effects on Seed Yield and Quality in Watermelon. *Horticulture, Environment and Biotechnology*, 60: 303-312.
- Lee JM, 1994. Cultivation of grafted vegetables. I. Current status, grafting methods, and benefits. *HortScience* 29(4): 235-239.
- Maguire JD, 1962. Speed of Germination-Aid Selection and Evaluation For Seedling Emergence and Vigor. *Crop Science*, 2: 176-177.
- Martyn RD, 1987. *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* Race 2: A Highly Aggressive Race New to the United States. *Plant Disease*, 71: 233-236.
- Miguel A, Maroto JV, San Bautista A, Baixauli C, Cebolla V, Pascual B, Lopez S, Guardiola JL, 2004. The Grafting of Triploid Watermelon is an Advantageous Alternative to Soil Fumigation by Methyl Bromide for Control of Fusarium Wilt. *Scientia Horticulturae*, 103(1): 9-17.

- Netzer D, 1976. Physiological Races and Soil Population Level of Fusarium Wilt of Watermelon. *Phytoparasitica*, 4: 131-136.
- Paroussi G, Bletsos F, Bardas GA, Kouvelos JA, Klonari A, 2007. Control of Fusarium and Verticillium Wilt of Watermelon by Grafting and Its Effect on Fruit Yield and Quality. *Acta Horticulturae*, (729): 281-285.
- Qin Y, Yang C, Xia J, Jing HE, Xiaoli MA, Yang C, Yangxia Z, Lin X, Zhongqun HE, Zhi H, Yan Z, 2014. Effects of Dual/Threelap Rootstock Grafting on the Plant Growth, Yield and Quality of Watermelon. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 42 (2): 495-500.
- Rivero RM, Ruiz JM, Romero L, 2003. Role of Grafting in Horticultural Plants under Stress Conditions. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 1: 70-74.
- Yetişir H, Kurt S, Sarı N, Tok MF, 2007. Rootstock Potential of Turkish *Lagenaria siceraria* Germplasm for Watermelon: Plant Growth, Graft Compatibility, and Resistance to Fusarium. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 31: 381-388.
- Yetişir H, Sarı N, 2004. Effect of Hypocotyl Morphology on Survival Rate and Growth of Watermelon Seedlings Grafted on Rootstocks with Different Emergence Performance at Various Temperatures. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 28: 231-237.
- Zhou XG, and Everts KL, 2010. Race 3, a New and Highly Virulent Race of *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* Causing Fusarium Wilt in Watermelon. *Plant Disease*, 94: 92-98.

**Atf için:** Öztürk A, İkiz B, Arpacı B, Daşgan Y, 2021. Kavun Tohumu Ekstraksiyonunda Hidroklorik Asit Kullanımının Tohum ve Fide Özellikleri Üzerine Etkisi. İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(Özel Sayı): 3383-3389.

**To Cite:** : Ozturk A, İkiz B, Arpacı B, Daşgan Y 2021. Effect of Hydrochloric Acid on Seed and Seedling Properties in Melon Seed Extraction Journal of the Institute of Science and Technology, 11(Special Issue): 3383-3389.

## Kavun Tohumu Ekstraksiyonunda Hidroklorik Asit Kullanımının Tohum ve Fide Özellikleri Üzerine Etkisi

Alperen ÖZTÜRK<sup>1</sup>, Boran İKİZ<sup>1\*</sup>, Bülent ARPACI<sup>1</sup>, Yıldız DAŞGAN<sup>1</sup>

**ÖZET:** Kavun tohumu çıkarılırken meyve eti, plasenta ve tohum etrafındaki jelimsi tabakadan arındırılması gerekmektedir. Bu işlem için yaygın olarak kullanılan fermantasyon yöntemine alternatif olarak bazı kimyasalların kullanılması zaman ve işgücü tasarrufu sağlamaktadır. Bu çalışmada hidroklorik asit uygulamasının kavun tohumlarındaki ekstraksiyon işlemini kolaylaştırıcı, zaman kazandırıcı etkileri ile çimlenme, çıkış ve fide büyümesi üzerine etkileri incelenmiştir. Bitkisel materyal olarak Sena F1 kavun çeşidine ait tohumlar kullanılmıştır. Tohumlar çekirdek evinden çıkarılarak etraflarındaki jelimsi madde, bir miktar meyve eti ve plasenta ile beraber %1, 5, 10, 15, 20 konsantrasyonlarındaki hidroklorik asit (HCl) çözeltileri içerisinde 5, 10, 20, 30 dakika süreyle bekletilmiştir. Uygulamaların, tohum çimlenme oranı ve hızı, çıkış oranı ve hızı üzerine etkileri ile fidelerde bitki boyu, yeşil aksam yaş ağırlığı ve hipokotil boyu üzerine etkileri değerlendirilmiştir. Bu çalışmayla kavunda yüksek dozda hidroklorik asit ile ekstraksiyonda doz ve bekletme süresi belirlenmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre HCl kullanımında tohumların kolay ayrıldığı bu bağlamda klasik fermantasyon yöntemine göre zamandan ve işgücünden kazanç sağlandığı görülmüştür. Kavun tohumlarının hidroklorik asit ile ekstraksiyonunda, yüksek tohum çıkış oranı ve yeterli fide gelişimi dikkate alındığında düşük asit konsantrasyonunda %1 HCl - 20 dakika veya kısa bekleme süresi tercih edilirse %5 HCl-5 dakika uygulamalarının önerilebileceği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Cucumis melo* L., tohum, çimlenme, çıkış, fide büyümesi

### Effect of Hydrochloric Acid on Seed and Seedling Properties in Melon Seed Extraction

**ABSTRACT:** For a successful melon seed extraction, it is very important to clear the fruit pulp, placenta and gel layer around the seed. The use of some chemicals as an alternative to the commonly used fermentation method. Using chemicals in seed extraction saves time and labour. In this study, the facilitating and time-saving effects of hydrochloric acid application in melon seeds, as well as the effects on germination, emergence and seedling growth were investigated. Sena F1 melon seeds were used as plant material. The seeds, together with the gel layer, fruit pulp and placenta, were soaked in hydrochloric acid (HCl) concentrations of 1, 5, 10, 15, 20 for 5, 10, 20, 30 minutes. The effects of applications on seed germination rate and speed, emergence rate and speed were determined. The effects on seedling height, seedling shoot fresh weight and cotyledon leaf length were measured. In this study, for the first time in melon, the concentration and soaked time in acid extraction were determined. The results of the study; in the extraction of melon seeds with hydrochloric acid, two applications came to the fore for high seed emergence rate and adequate seedling growth. At low acid concentration, 1% HCl - 20 minutes, but if a short waiting time is preferred, 5% HCl-5 minutes is recommended.

**Keywords:** *Cucumis melo* L., seed, germination, emergence, seedling growth

<sup>1</sup> Alperen ÖZTÜRK ([Orcid ID: 0000-0003-4340-6644](https://orcid.org/0000-0003-4340-6644)), Boran İKİZ ([Orcid ID: 0000-0003-3012-4533](https://orcid.org/0000-0003-3012-4533)), Bekir Bülent ARPACI ([Orcid ID: 0000-0001-7505-3658](https://orcid.org/0000-0001-7505-3658)), H. Yıldız DAŞGAN ([Orcid ID: 0000-0002-0403-1627](https://orcid.org/0000-0002-0403-1627)) Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Boran İKİZ, e-mail: boranikiz@gmail.com

15-17 Kasım 2021 tarihinde İğdır'da düzenlenen Uluslararası katılımlı 7. Tohumculuk Kongresinde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

## GİRİŞ

Kavun (*Cucumis melo* L.) Cucurbitaceae familyasından, Dünya’da ve Türkiye’de en çok üretilen sıcak iklim sebzelerinden biridir. Dünya’da toplam 27.349.214 ton kavun üretimi yapılmakta ve Türkiye yaklaşık 2 milyon ton ile Çin’den sonra ikinci sırada yer almaktadır (FAO, 2018).

Tohumların meyve etinden kolay ayrılması ve tohum etrafındaki jelimsi maddeden bütünüyle arınması amacıyla fermantasyon yöntemi kullanılmaktadır. Kavun, karpuz, domates gibi önemli miktarda üretilen sebze tohumları genellikle fermantasyon yöntemi ile çıkarılmaktadır. Ancak bu yöntemde bekleme süresi zaman kaybına neden olurken, tohumların meyve etinden veya plasentadan ayrılması her zaman kolay olmamaktadır. Tohum ekstraksiyon sürecinde zamandan ve işgücünden tasarruf sağlamak amacıyla bazı kimyasallardan yardım alınmaktadır. Ayrıca, fermantasyon işleminin tohumu çevreleyen jelin parçalanmasına neden olduğu ve tohum canlılığı ile çimlenme kalitesi üzerine azaltıcı etkiler yapabildiği de bildirilmiştir (Das ve ark. 1997).

Kavun tohumları fermantasyon ile çıkarılırken bekleme, yıkama, eleme ve kurutma işlemlerine tabi tutulmaktadır (Kushwaha ve ark. 2005). Fermantasyon uygulaması 2-4 gün sürebilmektedir. Bu süre sonunda meyve eti, plasenta ve jelimsi tabaka çürüyüp yumuşamakta ve kavun tohumlarından kolayca ayrılmaktadır (Jackson ve ark., 2013). Hava sıcaklığının nispeten yüksek olduğu koşullarda (25-30 °C) fermantasyon 24 saatte tamamlanabilmektedir (Fenwick-Kelly ve George, 1998). Ancak bu süre bile, tohum işlemleri için önemli derece uzun bir süredir.

Fermantasyon yöntemindeki bekleme süresini kısaltmak ve tohumun meyve eti, plasenta ve jelimsi tabakadan daha kolay ve temiz ayrılmasını sağlamak üzere, bazı kimyasal maddeler tohum ekstraksiyonu için kullanılmaktadır.

Kimyasal maddeler ile tohum ekstraksiyonu sırasında yüksek konsantrasyonlar tohumlara zarar verebilir ve iş güvenliği açısından riskler taşıyabilir (Eevera ve Vanangamudi, 2006). Kimyasal uygulamaları fermantasyona göre süre açısından önemli avantajlar sağlamaktadır. Kimyasal uygulamalarında aşındırıcı özelliklerinden dolayı genellikle asitlerden faydalanılmaktadır. Asitler arasında en yaygın kullanılanı hidroklorik asittir. Kimyasal uygulama sonucu jel tabakadan hızla ayrılan tohumlar temiz ve parlak görümlü olarak elde edilebilmektedir (Desai, 2004). Asitler dışında kimyasal madde olarak kullanılan sodyum karbonat ise tohum rengini koyulaştırdığı için ticari sebze tohum ekstraksiyonunda tercih edilmemektedir (McDonald ve Copeland, 1997).

Das ve ark. (1997) kaliteli tohumların fermantasyon yöntemiyle çıkarıldığını bildirmiştir. Yazarlar, fermantasyon işleminin tohuma en az zarar veren doğal bir süreç olduğunu, tohum kaynaklı bazı hastalıkları yok edebildiğini bildirmiştir. Bununla birlikte, fermantasyonun, tohumu çevreleyen jelin zayıf bir şekilde parçalanmasına neden olduğu, tohum canlılığı ve çimlenme kalitesi üzerine azaltıcı etkiler yapabildiği rapor edilmiştir.

Hidroklorik asit uygulaması parlak ve temiz bir tohum elde edilmesine olanak sağladığından ticari tohum kuruluşları tarafından tercih edilmekle birlikte, konsantrasyonu ve süresi önemli bir bilgi olarak genellikle gizli tutulmaktadır (George, 2009). Domates tohumu üreticileri, 567 ml hidroklorik asidi 10 litre su ve tohum-pulp karışımına ilave edip 90 dakika süre bekleterek tohumları çıkarmaktadır (George, 2009). Tohum ekstraksiyonunda süre, meyve olgunluğu ve ortam sıcaklığının domates tohumlarının kalitesini etkilediği bildirilmiştir (Kailappan ve Karunanithy, 2006).

Hidroklorik asit uygulaması ile tohum ekstraksiyonu bazı sebzelerde kullanılmakla birlikte çimlenme ve çıkış üzerine olumsuz etkilerinin bulunması, iş sağlığı ve güvenliği açısından riskleri barındırması nedenleri ile asit konsantrasyonu ve asitte bekletme sürelerinin belirlenmesi gerekmektedir. Kavunda tohum çıkarılması maliyet, zaman ve işgücü gerektirmektedir. Kavun tohumlarının çıkarılması

sırasında asit kullanımına ilişkin daha önce yapılmış bir çalışmaya rastlanmadığından bu konudaki eksikliği gidermek amacıyla bu araştırma planlanmıştır. Çalışmada, hidroklorik asit konsantrasyonları (%1, 5, 10, 15 ve 20) ve asitte bekletme sürelerinin (5, 10, 20 ve 30 dakika) kavun tohumlarının çimlenme ve çıkış oranları, çıkış hızları ile bazı fide özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

## MATERYAL VE METOT

Denemede bitkisel materyal olarak Sena F1 kavun çeşidinin tohumları kullanılmıştır. Kavun tohumlarının etrafındaki meyve eti, plasenta ve jelimsi tabakayı ayırmak amacıyla hidroklorik asit konsantrasyonları ve asitte bekletme süreleri kombinasyonları oluşturulmuştur. Buna göre % 1, 5, 10, 15, 20 HCl konsantrasyonlarında 5, 10, 20, 30 dakika bekletme süreleri kullanılmıştır. Asit konsantrasyonu ve bekletme süreleri kombinasyonları için üç tekerrür ve her tekerrürde iki kavun meyvesinin tohumları kullanılmıştır. Çalışma 25-28 °C ortam sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Kontrol amacıyla aynı tohum ve meyve materyalleri ile 48 saat klasik fermantasyon işlemi yapılmıştır.

Ekstraksiyon işlemleri sonrasında yıkanıp kurutulan tohumların çimlenme testleri filtre kâğıtları arasında petri kaplarında üç tekerrürlü ve her tekerrürde 25 tohum, çıkış testleri ise viyoller içerisindeki torf ortamına üç tekerrürlü ve her tekerrürde 25 tohum olacak şekilde ekilerek gerçekleştirilmiştir. Çimlenme ve çıkış testleri 25 °C’de 16 saat ışık 8 saat karanlık ortamda kontrollü iklim odalarında yürütülmüştür. Tohum boyu kadar kökçük oluşturan kavun tohumları çimlenmiş kabul edilerek 8 gün boyunca günlük olarak sayılmıştır. Çıkış testlerinde de torf yüzeyine çıkan ve kotiledon yaprakları açılan tohumlar 8 gün boyunca her gün sayılarak kaydedilmiştir. Çimlenme ve çıkış oranları % olarak, çimlenme ve çıkış süreleri ise aşağıdaki formül kullanarak “gün” birimi şeklinde hesaplanmıştır (ISTA, 1993).

Ortalama çıkış zamanı (OÇZ) (gün):

$$OÇZ = \frac{\sum n.D}{\sum n} \quad (1)$$

Formülde

n: D. günde çimlenen tohum sayısı

D: Çimlenme başlangıcından itibaren geçen günü ifade etmektedir.

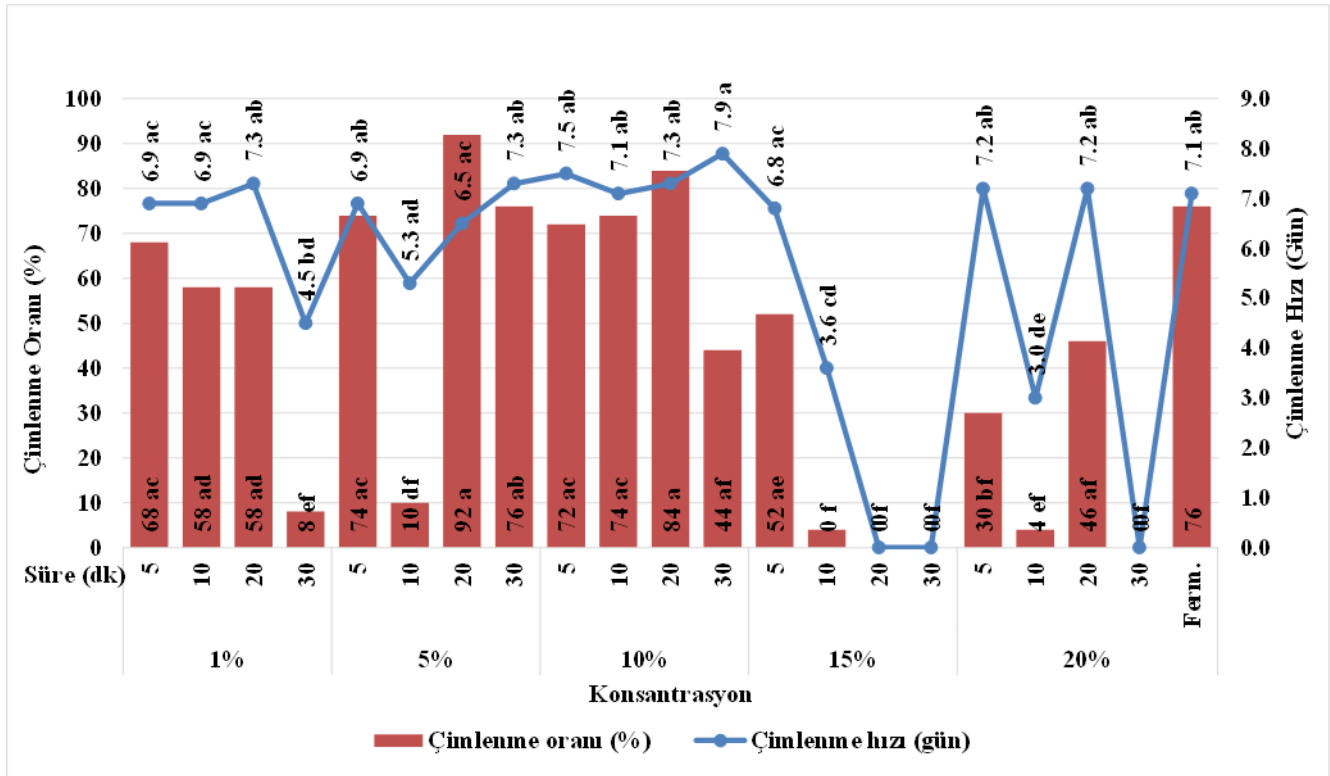
Farklı uygulamalara göre ekstraksiyon yapılan kavun tohumları fide özellikleri belirlenmek üzere aynı iklim kontrollü büyütme odasında viyollerde torf ortamına ekilerek, üç tekerrürlü ve her tekerrürde 25 bitki olacak şekilde fide boyu (cm), fide taze ağırlığı (g/bitki) ve hipokotil boyu (cm) ölçümleri yapılmıştır.

İstatistiksel hesaplamalar tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 yinelemeli olarak JMP paket programında değerlendirilmiştir. Uygulamaların etkisi varyans analizi ile ortalamaların karşılaştırılması ise en küçük önemli fark (Least significant difference=LSD) çoklu karşılaştırma testi ile gerçekleştirilmiştir.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### Tohum Çimlenme Oranı ve Çimlenme Süresi

Kavun tohumu çimlenmesi üzerine başarılı olan HCl asit konsantrasyonu ve süre kombinasyonları sırasıyla %5’de 20 dakika (%92 çimlenme oranı ve 6.5 gün çimlenme süresi) ve %10’da 20 dakika (%84 çimlenme oranı ve 7.3 çimlenme süresi) olmuştur (Şekil 1). Asit konsantrasyonu %15 ve %20 düzeylerine çıktığında tohum çimlenme oranları %0 düzeyine kadar düşmüştür. Kontrol olarak fermantasyon uygulamasında %76 çimlenme oranı ve 7.1 gün çimlenme hızı kaydedilmiştir (Şekil 1).



**Şekil 1.** Kavun tohumu ekstraksiyonunda HCl konsantrasyonu ve bekleme süresinin çimlenme oranı (%) ve çimlenme süresi (gün) üzerine etkileri

### Tohum Çıkış Oranı ve Çıkış süresi

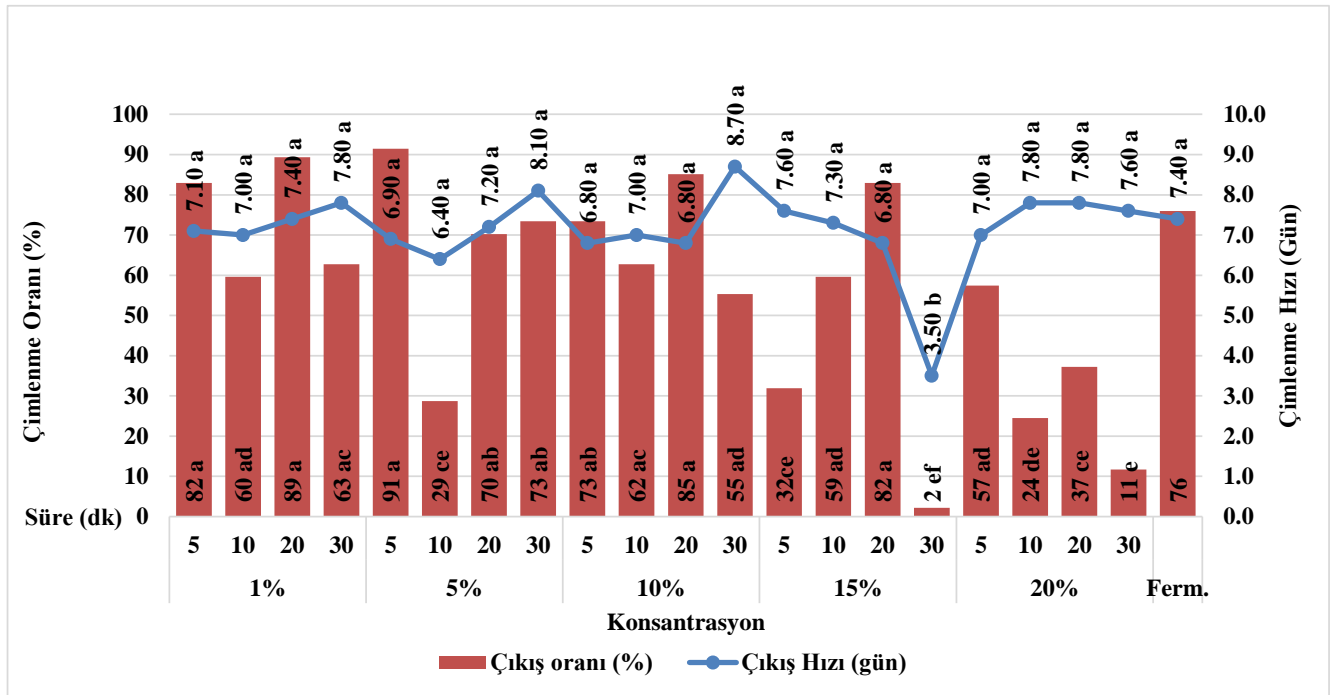
Kavun tohumlarının çıkışı üzerine başarılı bulunan asit konsantrasyonu ve asitte bekleme süresi kombinasyonları sırasıyla %5 HCl'de 5 dakika bekleme (%91 çıkış oranı, 7 gün), %1 HCl'de 20 dakika (%89 çıkış, 7.5 gün), %10 HCl asitte 20 dakika bekleme (%85 çıkış oranı, 6.9 gün) olmuştur (Şekil 2). Hidroklorik asidin %1 dozunda 5 dakika bekleme (%82 çıkış, 7 gün) ve %15 dozunda 20 dakika bekleme (%82 çıkış, 6.9 gün) takip eden diğer başarılı kombinasyonlar olarak belirlenmiştir. Hidroklorik asidin %15 konsantrasyonunda 20 dakika beklemede çıkış oranının %2 düzeyine kadar düştüğü gözlenmiştir. Kontrol olarak fermantasyon uygulamasında ise %76 çıkış oranı ve 7.4 gün çimlenme hızı kaydedilmiştir (Şekil 2). Orman ağaçları arasında yer alan *Persoonia sericea* tohumlarında %32 oranında HCl uygulamasının tohum çimlenmesini tamamen engellediğini bildirmiştir. Pipinis ve ark., (2012) *Prunus mahaleb* L. tohumlarında sülfürik asit uygulamasının uzun sürelerde tohumun çimlenme oranını azalttığını belirlemişlerdir.

### Kavun Fide Özellikleri Üzerine Uygulamaların Etkileri

#### Fide boyu

Araştırmada en uzun boylu fideler 24.08 cm ve 24.00 cm ile sırasıyla %15 HCl dozunda 10 dakika ve 20 dakika bekletilen tohumlardan alınmıştır. Bunu 23.67 cm ile %1 asitte 10 dakika bekleme kombinasyonu izlemiştir (Çizelge 1). Şekil 2'de %91 tohum çıkış oranı elde edilen %5 HCl asitte 20 dakika bekleme uygulamasında fide boyu 19.75 cm, tohum çıkış oranı %89 olan %1 HCl asitte 20 dakika bekleme uygulamasında ise fide boyu 21.83 cm bulunmuştur. En kısa boylu kavun fideleri ise 15.64 cm ile %15 HCl asitte 30 dakika bekleme uygulamasından alınmıştır. Kontrol olarak yapılan fermantasyon uygulaması ile tohum çıkarılan kavun fidelerinin boyu 17.25 cm ile asit uygulamalarının birçoğundan daha kısa olmuştur. Ankit ve ark. (2016) domateste yaptığı çalışmada %1'lik HCl uygulanan tohumlarda bitki boyunun 12.7 cm olduğunu, %2'lik HCl uygulanan tohumlarda bitki boyunun 12 cm'e düştüğünü bildirmiştir.





Şekil 2. Kavun tohumu ekstraksiyonunda HCl konsantrasyonu ve bekleme sürelerinin çıkış oranı (%) ve çıkış süresi (gün) üzerine etkileri

Çizelge 1. Kavun tohumu ekstraksiyonunda HCl konsantrasyonu ve bekleme süresinin fide boyu üzerine etkisi (cm)

Konsantrasyon (%)	Süre (dakika)				Konsantrasyon (Ortalama)
	5	10	20	30	
1	21.42 a-c	23.67 a	21.83 a-b	21.58 a-c	22.13 A
5	19.75 b-d	19.00 b-e	20.08 b-d	18.50 b-e	19.33 B
10	19.67 b-d	21.33 a-c	19.50 b-e	20.08 b-d	20.15 B
15	18.42 b-e	24.08 a	24.00 a	15.64 d-e	21.50 AB
20	21.42 a-c	15.42 e	20.88 a-c	19.25 b-e	19.63 B
<b>Süre (Ortalama)</b>	20.13	21.28	21.27	19.52	

Süre ÖD (Önemli Değil), Konsantrasyon ve interaksiyon %5'de önemli bulunmuştur.

### Fide Yaş Ağırlığı

Araştırmada en yüksek fide yaş ağırlığı kavun tohumlarına %1 (2.78 g), %10 (2.70 g) ve %15 (2.65 g) HCl uygulamaları sonucunda elde edilmiştir. Asitte bekleme süreleri arasında istatistiksel anlamda fark görülmemiştir. İnteraksiyonlar incelendiğinde %1 HCl konsantrasyonunda 30 dakika ve %10 HCl konsantrasyonunda 5 dakika uygulamalarında bitki ağırlığı sırasıyla 3.03 ve 2.91 g ile en yüksek değerlere ulaşmıştır. Şekil 2'de gösterilen %91 ve %89 yüksek çıkış oranları elde edilen sırasıyla %5 HCl-5 dakika ve %1 HCl-20 dakika uygulamalarındaki fide yaş ağırlıkları sırasıyla 2.47 g ve 2.81 g'dır. Bu değerler sırasıyla 3.03 g ve 2.91 g fide yaş ağırlığı değerlerinin elde edildiği %1-30dk ve %10-5dk uygulamaları ile aynı istatistik gruptadır (Çizelge 2). %20 HCl konsantrasyonunda 10 dakika uygulaması 2.13 g ile en düşük değeri göstermiştir Kontrol olan klasik fermantasyon uygulamasında fide taze ağırlığı 1.46 g ile bütün HCl uygulamalarından geride kalmıştır. Domateste yapılan benzer bir çalışmada, 30 dakika uygulanan %1'lik HCl uygulamasında gövde ağırlığının 533 mg, %2'lik uygulamada ise bitki ağırlığının 471 mg olduğu bildirilmiştir (Ankit ve ark., 2016).

**Çizelge 2.** Kavun tohumu ekstraksiyonunda HCl konsantrasyonu ve bekletme süresinin fide taze ağırlığı üzerine etkisi (g/fide)

Konsantrasyon (%)	Süre (dakika)				Konsantrasyon (Ortalama)
	5	10	20	30	
1	2.50 a-d	2.76 a-c	2.81 a-c	3.03 a	2.78 A
5	2.47 a-d	2.83 a-b	2.29 b-d	2,26 c-d	2.46 BC
10	2.91 a	2.59 a-c	2.54 a-d	2.77 a-c	2.70 AB
15	2.63 a-c	2.58 a-c	2.82 a-c	2.56 a-d	2.65 AB
20	2.78 a-c	2.13 d	2.41 c-d	2.59 a-c	2.34 C
<b>Süre (Ortalama)</b>	2.66 ÖD	2.58 ÖD	2.57 ÖD	2.64 ÖD	

Süre ÖD (Önemli Değil), Konsantrasyon ve interaksiyon %5'de önemli bulunmuştur

### Hipokotil Boyu

HCl uygulamaları arasında en uzun hipokotil boyu 9.77 cm ile %1 HCl konsantrasyonundan elde edilmiştir. Fermantasyon uygulamasında (kontrol) hipokotil boyu 7.5 cm olarak kaydedilmiştir. İnteraksiyonlar incelendiğinde %1 HCl konsantrasyonunda 20 dakika uygulamasında ölçülen hipokotil boyu tüm uygulamalardan daha yüksek (10.33 cm) bulunmuştur. Asitte bekletme süreleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmuş, en yüksek hipokotil boyu 8.66 ile 20 dakika bekletme süresinden elde edilmiştir (Çizelge 3). Elde edilen bulgular ışığında hipokotil boyu bakımından %1 konsantrasyonunda HCl kullanımının maliyet ve iş güvenliği açısından uygun olduğu görülmektedir. HCl konsantrasyonu ve uygulama süresinin kavunda hipokotil boyunu azalttığı belirlenmiştir. Warrag (1994) NaCl ve sitrik asit uygulamalarında konsantrasyon artışının *Prosopis juliflora* bitkisinde hipokotil uzunluğunu azalttığını bildirmiştir.

**Çizelge 3.** Kavun tohumu ekstraksiyonunda HCl konsantrasyonu ve uygulama süresinin hipokotil boyu üzerine etkisi (cm)

Konsantrasyon (%)	Süre (dakika)				Konsantrasyon (Ortalama)
	5	10	20	30	
1	9.83 ab	9.75 a-c	10.33 a	9.17 a-d	9.77 A
5	8.08 b-f	6.50 fg	8.25 b-f	7.17 ef	7.50 B
10	7.92 b-f	8.00 b-f	7.33 d-f	7.83 c-f	7.77 B
15	6.42 ef	8.25 b-f	9.58 a-c	6.25 e-g	7.90 B
20	8.50 a-e	6.37 ef	7.48 d-f	6.92 ef	6.98 B
<b>Süre (Ortalama)</b>	8.15 AB	7.77 B	8.66 A	7.65 B	

Süre, Konsantrasyon ve interaksiyon %5'de önemli bulunmuştur.

### SONUÇ

Bu çalışma kavunda asit ile tohum ekstraksiyonunda yüksek doz ve bekletme sürelerinin uygulandığı çalışmalardan biridir. Çalışmanın sonuçları, hidroklorik asit uygulamasının klasik fermantasyon yöntemine göre zamandan ve işgücünden kazanç sağlamada üstün olduğu tespit edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, kavun tohumlarının hidroklorik asit ile ekstraksiyonunda, yüksek tohum çıkış oranı ve yeterli fide gelişimi için iki uygulama öne çıkmıştır. Bu uygulamalar; düşük asit konsantrasyonunda (%1 HCl) 20 dakika bekletme veya %5'lik HCl'de 5 dakika bekletme olarak belirlenmiştir.

### Çıkar Çatışması

Makale yazarları arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

**Yazar Katkısı**

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamıştır.

**KAYNAKLAR**

- Ankit R, Sasidharanand N, Kalyan R, 2016. Effect of Seed Extraction Procedures on Seed Quality Parameters in Tomato. *Advances in Life Science*, 5(20): 9020-9024.
- Das R, Baruah G, Paul S, 1997. Effect of Extraction Techniques on Seed Quality of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Annual Agricultural Research*, 18: 220-221.
- Desai B, 2004. Seed Handbook, Biology, Production, Processing and Storage. 2nd Edn., *Marcel Decker Inc., New York*, pp: 233- 359
- Eevera T, Vanangamudi K, 2006. Tomato: Advances in Science and Technology. In: *Quality Seed Production in Vegetables*, Agrobios Publisher, India, pp:159-185
- FAO 2018 <https://www.fao.org/faostat/en/> .
- Fenwick-Kelly, A. ve George A, 1998. *Encyclopedia of Seed Production of World Crops*. John Wiley & Sons, USA. 356-364.
- George A, 2009. *Vegetable Seed Production*. CABI. pp. 320 Wallingford-UK.
- ISTA, 1993. *International rules for seed testing, Seed Science ve Technology 21: Supplement, Rules*.
- Jackson A, Adamade A, Azogu I, Oni C, 2013. Melon Pod Fermentation and Its Effects on Physiochemical Characteristics of Melon Seeds. *Academic Journal*, 8(17): 664-669.
- Kailappan P, Karunanithy C, 2006. Seed Processing Equipments: Advances in Science And Technology. in: *Recent Trends in Seed Technology and Management*.
- Kushwaha HL, Strivastava AP, Singh H, 2005. Development and Performance Evaluation of an okra seed Extractor. *Agric. Eng. Int.: CIGR E J. P.M. B. 05 001*, vol VII< December 2 (Article 52)
- McDonald M, Copeland O, 1997. *Seed Production, Principles and Practices*. Chapman & Hall, New York. 590-643.
- Pipinis E, Milios E, Mavrokordopoulou O, Gkanatsiou C, Aslanidou M, Smiris P, 2012. Effect of pretreatments on seed germination of *Prunus mahaleb* L. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 40(2): 183-189.
- Warrag MOA, 1994. Autotoxicity of mesquite (*Prosopis juliflora*) pericarps on seed germination and seedling growth. *Journal of Arid Environments*, 27(1): 79-84.

**Atf İçin:** Aras V, Nacar Ç, Ünlü M, Karaşahin Z, Eroğlu Z, Oluk CA, Sarı N, 2021. Bazı Biyoaktif Özellikler Bakımından Üstün Karpuz Hibritlerin Elde Edilmesi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(Özel Sayı): 3390-3405.

**To Cite:** Aras V, Nacar Ç, Ünlü M, Karaşahin Z, Eroğlu Z, Oluk CA, Sarı N, 2021. Obtaining of Watermelon Hybrids Superior in term of Some Bioactive Properties. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(Special Issue): 3390-3405.

## Bazı Biyoaktif Özellikler Bakımından Üstün Karpuz Hibritlerin Elde Edilmesi

Veysel ARAS<sup>1\*</sup>, Çetin NACAR<sup>1</sup>, Mustafa ÜNLÜ<sup>1</sup>, Zafer KARAŞAHİN<sup>1</sup>, Çağlar EROĞLU<sup>1</sup>, C. Aylin OLUK<sup>2</sup>, Nebahat SARI<sup>3</sup>

**ÖZET:** Bu çalışmada, “İleri Islah Programlarında Değerlendirmek Üzere Karpuz Gen Havuzundaki Elit Saf Hatların Hasat Sonrası Biyoaktif Özelliklerinin Karakterizasyonu” projesinden elde edilen veriler sonucunda seçilen 30 adet karpuz hattı 2016 yılında melezlenmiş ve hibrit tohumları çıkarılmıştır. Bu hibrit tohumlar 2017 ve 2018 yıllarında açık araziye dikilmiş ve temmuz ayında hasatları yapılmıştır. 2017 yılında çeşitler arasında L, a, b, C\*, titre edilebilir asitlik ve pH değerleri açısından farklar istatistiki olarak önemsiz bulunurken, h<sup>o</sup> değeri önemli bulunmuştur. 2018 yılında ise L, a, b, C\*, h<sup>o</sup>, ve pH değerleri önemli bulunmuştur. Toplam karotenoid, likopen ve β-karoten değerleri açısından 2017 yılında hepsi önemli bulunurken, 2018 yılında ise sadece β-karoten değerleri açısından önemli bulunmuştur. Hibritlerin 2017 ve 2018 yıllarındaki askorbik asit, toplam fenol, antioksidant aktivite, citrullin, pektin metilesteraz, kitinaz, fruktoz, glikoz, sakkaroz ve suda çözünebilir kuru madde değerleri açısından her iki yılda da önemli bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Karpuz, biyoaktif özellikler, hibrit, likopen, karotenoid, antioksidant

### Obtaining of Watermelon Hybrids Superior in term of Some Bioactive Properties

**ABSTRACT:** In this study, 30 watermelon lines which were selected as a result of the data obtained from the “Characterization of Post-Harvest Bioactive Properties of Watermelon Gene Pure Lines in Advanced Breeding Programs” project were hybridized and hybrid seeds were obtained in 2016. These hybrid seeds were planted in an open field in 2017 and 2018 and harvested in July. In 2017, the values of L, a, b, C \*, titratable acidity and pH values were found to be statistically insignificant while the value of h<sup>o</sup> was found to be significant. In 2018, L, a, b, C \*, h<sup>o</sup>, and pH values were found to be significant. Total carotenoid, lycopene and β-carotene values were found to be important in 2017, whereas in 2018, only β-carotene values were found to be significant. Ascorbic acid, total phenol, antioxidant activity, citrullin, pectin methylesterase, chitinase, fructose, glucose, sucrose and total soluble solid values of hybrids in 2017 and 2018 were found to be significant in both years.

**Keywords:** Watermelon, bioactive characteristics, hybrid, lycopene, carotenoids, antioxidants

<sup>1</sup> Veysel ARAS (Orcid ID: 0000-0003-3372-2096), Çetin NACAR (Orcid ID: 0000-0002-1510-4094), Mustafa ÜNLÜ (Orcid ID: 0000-0001-9957-2954), Zafer KARAŞAHİN (Orcid ID: 0000-0002-5960-6694), Çağlar EROĞLU (Orcid ID: 0000-0002-1169-9000), Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü, 33740 Erdemli, MERSİN

<sup>2</sup> C. Aylin OLUK (Orcid ID: 0000-0001-8939-3610), Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Yüreğir, ADANA

<sup>3</sup> Nebahat SARI (Orcid ID: 0000-0001-7112-4279), Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Balcalı, ADANA (Emekli)

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Veysel ARAS, e-mail: varas2001@yahoo.com

Bu çalışma Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından desteklenen TAGEM/BBAD/16/A09/P04/04 numarası projeden üretilmiştir.

15-17 Kasım 2021 tarihinde Iğdır’da düzenlenen Uluslararası katılımlı 7.Tohumculuk Kongresinde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

## GİRİŞ

Türkiye’de toplam 30.266.897 ton sebze üretimi yapılmaktadır, karpuz üretimi 3.9 milyon tonluk üretim ile bu sebze üretiminin yaklaşık %13’ünü karşılamaktadır. Karpuz genellikle iç tüketime konu olan bir üründür. Dış ticaret verileri incelendiğinde de 2016 yılında 47.857 ton ihracat gerçekleşmiştir. Türkiye karpuz ihracatı yıllara göre değişmekle beraber, ortalama ülke toplam üretiminin %0.30 - %1.00 arasında değişmektedir. 2016 yılındaki ihracatımız Irak, Almanya, Polonya, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Bosna Hersek vb. gibi ülkelere yapılmıştır (ITC, 2016).

Karpuz meyvesi besin değeri açısından protein, yağ ve nişasta içeriği düşük olan bir sebzedir. Avrupalı tüketiciler sağlık bakımından bilinçli olmaya başlamışlardır. Bu tutum aynı zamanda hükümetler tarafından taze meyve ve sebze tüketimini teşvik etmek için yüksek yatırımlarla desteklenmeye başlamıştır. Karpuz, diyetle antioksidanlar gibi karotenoidler (likopen ve beta-karoten), fenoller, vitaminler (A, B, C ve E) ve belirli amino asitler (citrulline ve arginin) bulundurarak geniş bir yelpaze sağlar (Perkins-Veazie, 2002; Perkins-Veazie ve ark., 2007), ki bu elementlerin bazı kanser türleri riski, kalp-damar hastalıkları ve yaşa bağlı dejeneratif patolojilerin azaltılmasında koruyucu bir rol oynadığı düşünülmektedir (Rice-Evans ve Miller, 1996; Giovannucci, 1999; Rao,2006). Birçok meyve ve sebzenin biyoaktif bileşenlerinin tanımlanması çok iyi şekilde yapılmıştır. Ancak karpuzun fitokimyasal ve antioksidan özellikleri ile ilgili çalışmalar çok sınırlıdır. Yüksek su içeriği bakımından serinletici etkisi olan karpuz bir antioksidan olan likopen içeren sebzelerden birisidir. Likopen bağırsaklardan emilebilen nadir karotenoidlerden olduğu gibi, plazmada en çok bulunan karotenoiddir. İnsanlar karotenoid sentezleyemediklerinden onları besin olarak almak zorundadır. Likopen hücrelerarası boşluk iletişimini (gap junction communication) de sağladığından kanserden korunma mekanizmasının bu olduğu düşünülmektedir. Bu mekanizma antioksidan etkisiyle ilişkili değildir. Likopenin koroner kalp hastalığını önlediği bildirilmiştir. Bu etkinin serum lipoproteinlerinin oksitlenmesini önleyici antioksidan etkisinden ötürü olduğu sanılmaktadır. (Packer et al, 1999; Bramley, 2000). Likopenin biyoyararlılığı, yağ dahil besin yoluyla alınan bileşenler, diğer karotenoidler, vitaminler ve minerallerden de etkilenir. Gıdaların fiziksel olarak küçülmesine neden olan, doğrama ve püre haline getirme gibi işlemler de likopenin biyoyararlılığını artırırlar.

Daha önceki yıllarda Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü gen havuzunda bulunan ve hibrit olabilecek morfolojik özelliklere sahip hatların, “İleri Islah Programlarında Değerlendirmek Üzere Karpuz Gen Havuzundaki Elit Saf Hatların Hasat Sonrası Biyoaktif Özelliklerinin Karakterizasyonu” projesi sonucunda elde edilen veriler çerçevesinde; SÇKM, antioksidan aktivite, toplam fenol, toplam karotenoid,  $\beta$ -Karoten, likopen, fruktoz, glikoz, sakkaroz, askorbik asit, pektinmetilesteraz ve kitinaz sonuçlarına bakılarak 30 adet karpuz hattı seçilmiştir. Bu çalışma ile bitirilen bu projenin devamı ve çıktısı olarak; bu projeden seçilen hatlardan yapılan melezlemelerle sadece verim ve morfolojik özellikler açısından değil, ayrıca insan beslenmesi açısından da biyoaktif özellikleri yüksek hibrit çeşitlerin elde edilmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

### Materyal

Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarafından desteklenen “İleri Islah Programlarında Değerlendirmek Üzere Karpuz Gen Havuzundaki Elit Saf Hatların Hasat Sonrası Biyoaktif Özelliklerinin Karakterizasyonu” projesi sonucunda elde edilen veriler çerçevesinde; SÇKM (%), antioksidan aktivite (%), toplam fenol ( $\text{mg kg}^{-1}$ ), toplam karotenoid miktarı ( $\text{mg kg}^{-1}$ ),  $\beta$ -karoten ( $\text{mg kg}^{-1}$ ), likopen ( $\text{mg kg}^{-1}$ ), fruktoz ( $\text{g } 100\text{g}^{-1}$ ), glikoz ( $\text{g } 100\text{g}^{-1}$ ), sakkaroz ( $\text{g } 100\text{g}^{-1}$ ), askorbik asit

(mg kg<sup>-1</sup>), pektinmetilesteraz (U mL<sup>-1</sup>) ve kitinaz (U mL<sup>-1</sup>) sonuçlarına bakılarak seçilen toplamda 30 adet karpuz hattı kullanılmıştır.

### Metot

Öncelikli olarak iki grup melezleme yapılmıştır. Birinci grup melezleme çizgili (Crimson sweet tipi) karpuz hibritleri elde etmeye yönelik olarak yapılmıştır. İkinci grup melezleme koyu zemin rengine sahip karpuz hibritleri elde etmeye yönelik olarak yapılmıştır. Melezlemeler 2016 yılında yapıldıktan sonra 2017 yılında 4 Martta tohum ekimleri, 6 Nisan'da arazi hazırlığı (Toprak analiz sonuçları (Çizelge 14), 11 Nisan'da dikimler açık alana sıra üzeri 70 cm, yüksekliği 40 cm olan ve siyah malç ile örtülmüş seddelere 40 cm sıra aralıkları ile tek sıralı olacak şekilde her melezden 10 adet olacak şekilde yapılmış (36°38'08.3"N 34°21'00.5"E) ve 4 Temmuzda sülük ve kulakçığın kuruduğu anda meyveler hasat edilmiş ve soğuk hava deposuna getirilmiştir. 2018 yılında 8 Mart'ta tohum ekimleri, 5 Nisan'da arazi hazırlığı (Toprak analizleri Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Yaprak ve Toprak Analiz Laboravurunda yapılmıştır (Çizelge 1 ve Çizelge 2)), 9 Nisan'da dikimler açık alana sıra üzeri 70 cm, yüksekliği 40 cm olan ve siyah malç ile örtülmüş seddelere 40 cm sıra aralıkları ile tek sıralı olacak şekilde her melezden 10 adet olacak şekilde yapılmış (36°37'39.1"N 34°20'28.5"E) ve 2 Temmuzda sülük ve kulakçığın kuruduğu anda meyveler hasat edilmiş ve soğuk hava deposuna getirilmiştir. Sulamalar damla sulama sistemi ile yapılmıştır. Gübrelemeler, toprak tahlili yapıldıktan sonra Güçdemir (2006) ve Karaman (2012)'a göre yapılmıştır. Gübrelemeler her sulamada damla sulama sistemi ile birlikte yapılmıştır. Kırmızı örümcek ve diğer zararlılara karşı ilaçlama görüldükleri anda yapılmıştır. Yabancı ot kontrolü mekanik olarak ve elle yapılmıştır. Araştırmanın yapıldığı 2017-2018 yıllarına ve aylarına ait iklim değerleri Çizelge 3'de verilmiştir. Hasat edilen meyvelerden her melezden dokuz adet meyve alınmış, her üç meyvenin 1/4'lük dilimleri bir tekerrür olacak şekilde örnekleme yapılmıştır.

**Çizelge 1.** 2017 yılı toprak analiz sonuçları

Yapılan Analizler	Sınır Değerleri	Analiz Sonuçları	Değerlendirme
Bünye (100 g ml <sup>-1</sup> )	30 - 50	48.00	Tınlı
Toplam kireç (CaCO <sub>3</sub> %)	5.0 - 15	40.00	Çok kireçli
Tuzluluk E.C. (dsm <sup>-1</sup> 25 °C)	0 - 2.00	0.32	İyi
Organik madde (%)	3.0 - 4.0	2.20	Noksan
pH (1:2,5)	6.0 - 7.0	7.71	Alkali
Alınabilir potasyum (mgkg <sup>-1</sup> )	244-300	70.60	Noksan
Alınabilir fosfor (mgkg <sup>-1</sup> )	20 - 40	21.30	Yeterli

**Çizelge 2.** 2018 yılı toprak analiz sonuçları

Yapılan Analizler	Sınır Değerleri	Analiz Sonuçları	Değerlendirme
Bünye (100 g ml <sup>-1</sup> )	30-50	38.00	Tınlı
Toplam kireç (CaCO <sub>3</sub> %)	5 - 15	<b>35.40</b>	Çok kireçli
Tuzluluk E.C. (dsm <sup>-1</sup> 25 °C)	0 - 0.8	0.35	Normal
Organik madde (%)	3 - 4	3.30	Yeterli
pH (1:2,5)	6.0-7.0	7.56	Hafif alkali
Alınabilir potasyum (mgkg <sup>-1</sup> )	244-300	350.90	Yüksek
Alınabilir fosfor (mgkg <sup>-1</sup> )	20 - 40	29.80	Yeterli

**Çizelge 3.** 2017 ve 2018 yıllarına ait aylık iklim verileri

Yıl	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz
Maksimum Sıcaklık Değerleri (°C)					
2017	23.5	28.2	30.0	34.2	40.5
2018	27.3	31.9	34.7	34.3	33.1
Minimum Sıcaklık Değerleri (°C)					
2017	2.6	6.1	2.0	14.7	19.3
2018	6.7	7.2	12.7	17.2	17.9
Ortalama Sıcaklık Değerleri (°C)					
2017	13.4	16.8	20.0	24.6	28.8
2018	15.6	18.1	22.9	25.4	27.8
Maksimum Nem Değerleri (%)					
2017	90.5	88.8	84.0	81.3	80.4
2018	85.4	86.4	82.1	78.6	80.0
Aylık Minimum Nem Değerleri (%)					
2017	39.6	41.4	59.0	61.5	43.5
2018	47.7	41.7	39.6	51.5	66.1
Aylık Ortalama Nem Değerleri (%)					
2017	69.9	67.2	75.8	75.0	71.4
2018	72.8	69.7	67.3	72.3	74.3
Aylık Ortalama Yağış Değerleri (mm=kg÷m <sup>2</sup> )					
2017	211.6	76.4	12.8	0.2	0.0
2018	13.8	10.4	20.0	3.4	0.0

### Yapılan Ölçüm ve Analizler

Meyve Et Rengi: L\* (Minolta CR 300) (McGuire,1992), C\*, h°, Titrasyon Edilebilir Asitlik (%) (Cemeroğlu, 2010), pH, ve Suda Çözünebilir Toplam Kuru Madde (SÇKM) (%) (Cemeroğlu, 2010) analizleri yapılmıştır.

Spektrofotometrik olarak Toplam Karotenoid miktarı (mg kg<sup>-1</sup>) Lee ve ark. (2001), Toplam Fenol miktarı (µg GAE gFW<sup>-1</sup>) FW: Fresh weight) (Singleton ve Rossi, 1965), Antioksidan aktivite (%) (Klimczak ve ark., 2007), Pektinmetilesteraz (PME) Aktivitesi Tayini (Cemeroğlu, 2010) (U mL<sup>-1</sup>), Kitinaz (Fernandez-Caballero ve ark., 2009; Merodio ve ark., 1998; Cemeroğlu, 2010) (U mL<sup>-1</sup>) ölçümleri yapılırken, yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC)'nde Karotenoid Bileşen Analizi (Likopen, β Karoten) (mg kg<sup>-1</sup>) (Fish ve ark., 2002), Askorbik Asit (mg kg<sup>-1</sup>) Lee ve Coates(1999), Citrullin (µmol g<sup>-1</sup>) (Jayaprakasha ve ark. 2011; Tarazona-Díaz ve ark. 2011) ve Şeker Analizi (Fruktoz, Glukoz, Sakkaroz) (Bartolome ve ark., 1995) (g 100g<sup>-1</sup>) yapılmıştır.

### BULGULAR VE TARTIŞMA

2017 yılında meyve et rengi L\* değeri 41.23 (Y-5×177) ve 17.90 (Crimson Tide) arasında değişirken, 2018 yılında bu değişim 58.45 (187×156-Y) ve 37.10 (138×80) arasında olmuştur (Çizelge 4). Tokgöz ve ark. (2015)'nin yaptığı çalışmada meyve et rengi L\* renk değeri 35.26 ile 37.17 arasında değişim göstermiştir. Karpuzun en belirleyici renk bileşeni kırmızılık olup, kırmızılık göstergesi olan meyve et rengi a\* değeri 2017 yılında 28.02 (138Y×125)- 9.55 (187×15-5Y) arasında değişim gösterirken, 2018 yılındaki değişim 41.23 (Y-5×177)- 16.90 (138-Y×118) arasında olmuştur. Sarı renk göstergesi olan pozitif meyve et rengi b\* değerleri 2017 yılında 34.10 (9-4-Y×102-3-Y) -11.41 (187×15-5-Y) arasında, 2018 yılında 23.67(187×9-4-Y) ile 6.71 (187×118) arasında dağılım göstermiştir (Çizelge 4). Tokgöz ve ark. (2015) nin yaptığı çalışmada meyve et rengi b\* değeri 12.98 ile 16.62 arasında belirlenmiştir. Meyve et rengi a\* ve b\* değerleri yardımıyla da hesaplanabilen renk şiddeti olarak da bilinen Meyve et rengi C\* değeri ortalamaları 2017 yılında 47.09(9-4-Y×102-3-Y) ve 14.88(187×15-5-Y) arasında değişmiştir. 2018 yılında bu değişim 24.54 (138-Y×9-1-Y) ile 11.41 (187×15-5-Y) arasında olmuştur (Çizelge 4). Tokgöz ve ark.(2015) C değerini 26.72 ile 33.25 arasında belirlemiştir. Renk tonu açısı olarak da bilinen Meyve et rengi h° değeri olup, bu değer 2017 yılında en

yüksek 187×156-Y(58.45) melezinde belirlenirken, en düşük 187×133(37.66) melezinde belirlenmiştir. 2018 yılında meyve et rengi  $h^{\circ}$  değeri 31.44 (187×9-4-Y) ve 14.88(187×15-5-Y) arasında değişmiştir (Çizelge 4 ve 5). Tokgöz ve ark. (2015)'nin yaptığı çalışmada meyve et rengi  $h^{\circ}$  değeri ortalama 26.67 ile 33.28 arasında dağılım göstermiştir. Karaca ve ark. (2012)'nin yaptıkları çalışmada ise meyve et rengi  $C^*$  ve  $h^{\circ}$  değerleri de sırasıyla 28.1-35.9 ile 35.2°-42.3° aralığında dağılım göstermiştir.

2017 yılı toplam karoten miktarı 72.26 mg  $kg^{-1}$  (138 Y×128-Y) ve 17.94 mg  $kg^{-1}$  (11×183) arasında değişmiştir. 11× Y5, Y-5× 11, 9-4-Y×9-1-Y, 187×125, 187×147 çizgili, 138-Y× 80 ve 138-Y×107 sarı melezleri standardın üzerinde toplam karoten değerlerine sahip olmuşlardır. 2018 yılında Y-5×Y-1-1-Y (143.19 mg  $kg^{-1}$ ) en yüksek toplam karoten değerine sahip olurken, 9-4-Y×138-Y (24.06 mg  $kg^{-1}$ ) en düşük değere sahip olmuştur. 2018 yılında 21 adet melez, standart çeşitlerden daha düşük toplam karoten içeriğine sahip olmuştur (Çizelge 5). 2017 yılı ve 2018 yılı likopen içerikleri ve toplam karoten içerikleri uyumluluk göstermektedir. Toplam karoten içerikleri yüksek olan melezlerin likopen içeriklerinin de yüksek olduğu belirlenmiştir. 2017 yılı likopen içeriği aynı çeşitlerde 63.11-10.06 mg  $kg^{-1}$  arasında değişirken, 2018 yılında 138.36-19.32 arasında bulunmuştur (Çizelge 6). Olives-Barba ve ark. (2006), karpuzun da içinde olduğu bazı sebzelerin likopen içeriklerini analiz etmişler ve çalışmada materyal olarak kullanılan karpuzun likopen içeriğinin 6.5-7.3 mg  $100g^{-1}$  olarak belirlemişlerdir. Tadmor ve ark. (2005) tarafından yapılan çalışmada da karpuzun likopen içeriği 4.88 mg  $100g^{-1}$  olarak saptanmıştır. Tlili ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmada 6 karpuz çeşidinde likopen içeriklerinin 47.4-112.0 mg  $kg^{-1}$  aralığında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Bulgularımız genel olarak literatür değerleri ile benzerlikler göstermektedir. Araştırma bulguları arasında görülen farklılıkların yetiştirme teknikleri, iklim ve toprak gibi faktörlerdeki farklılıklardan ileri gelebileceği düşünülmektedir. 2017 yılında toplam karoten ve likopen içeriği yüksek olan 138-Y×128-Y melezi 7.05 mg  $kg^{-1}$  ile en yüksek  $\beta$ - karoten içeriğine sahip olmuştur. 9-4-Y×138-Y melezinde en düşük  $\beta$ -karoten değeri tespit edilmiştir. 2018 yılında  $\beta$ - karoten değeri 6.86 mg  $kg^{-1}$  (11×177 melezi) ile 4.64 mg  $kg^{-1}$  (Y-5×177 melezi) arasında değişmiştir (Çizelge 5).



Çizelge 4. Hibritlerin 2017 ve 2018 yılları L, C\*, h°, titre edilebilir asitlik ve pH değerleri

Hibritler	L*		C*		h°		TEA (%)		pH	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
11 × 162	35.63	17.82 r-w	30.62	18.40 yz	47.69 l	58.56 op	0.28	0.25	5.38	5.57 F
11 × 177	32.83	32.83 d	27.34	27.34 e	49.73 h	49.73 w	0.26	0.26	5.15	5.15 N
11 × 183	33.52	18.58 o-t	29.77	20.26 o-u	42.52 v	58.71 n-p	0.32	0.39	4.94	5.52 I
11 × 184	34.66	20.74 k-n	21.11	19.22 v-y	56.11 d	63.38 cd	0.37	0.38	4.12	5.47 K
11 × Y-5	34.68	16.41 u-y	31.13	19.29 v-y	37.76 Z	56.27 rs	0.44	0.25	4.90	5.54 H
Y-5 × 11	38.40	17.45 r-w	26.92	18.59 yz	39.08 S	59.20 m-o	0.45	0.32	4.53	5.59 E
Y-5 × 162	39.55	18.45 o-t	23.62	20.51 n-u	39.23 Q	56.09 rs	0.39	0.30	4.41	5.67 z
Y-5 × 177	41.23	41.23 a	31.32	31.32 a	40.52 G	40.52 z	0.49	0.49	4.29	4.29 R
Y-5 × 183	33.05	18.02 p-v	28.90	20.24 o-u	41.37 D	59.48 l-n	0.21	0.30	4.79	5.56 G
Y-5 × 184	30.18	30.18 e	30.00	30.00 c	47.19 m	47.19 x	0.38	0.38	5.14	5.14 O
Y-5 × 10-4 Y	35.55	17.44 r-w	25.21	23.24 ij	49.26 i	56.32 rs	0.15	0.28	4.48	5.75 u
Y-5 × Y-19 Y	27.43	27.43 fg	20.95	20.95 m-r	47.17 n	47.17 x	0.24	0.24	4.84	4.84 P
Y-5 × Y-1-1 Y	30.81	16.19 w-y	20.95	19.07 w-z	39.54 N	60.09 jkl	0.54	0.26	4.35	5.49 J
Y-5 × Y-27 Y	36.74	20.16 l-o	23.91	20.06 r-v	39.64 K	58.24 p	0.19	0.25	4.46	6.10 g
Y-5 × NH	32.54	16.28 v-y	29.26	21.53 k-m	48.66 k	61.05 hi	0.24	0.37	4.89	6.22 b
NH × 10-3 Y	26.87	17.87 q-w	33.82	23.89 h-j	42.08 z	62.02 ef	0.22	0.23	4.81	6.44 a
NH × 3-6 Y	37.29	16.40 u-y	29.89	19.97 s-v	39.94 J	58.75 n-p	0.27	0.27	4.56	6.10 g
9-4-Y × 9-1-Y	32.31	17.64 r-w	33.33	24.21 h	39.45 P	36.21 B	0.35	0.26	4.51	5.85 p
9-4-Y × 15-5-Y	32.06	15.21 y	30.46	22.29 k	43.48 t	61.17 gh	0.21	0.35	4.57	6.00 j
9-4-Y × 102-3-Y	32.67	17.50 r-w	47.09	19.91 t-w	46.40 o	62.38 e	0.30	0.30	5.41	5.76 t
9-4-Y × 125	29.29	19.25 n-r	32.03	16.98 B	41.06 E	63.63 c	0.28	0.34	4.54	5.81 q
9-4-Y × 128	35.66	23.09 ij	33.94	20.00 s-v	40.96 F	61.06 hi	0.35	0.27	4.43	5.76 t
9-4-Y × 138-Y	31.09	21.32 k-m	20.91	24.05 hi	54.34 e	53.16 u	0.30	0.45	4.31	5.71 w
9-4-Y × 147 Çizgili	38.95	24.68 hi	28.62	29.75 c	43.83 s	50.91 v	0.29	0.25	4.49	5.71 w
187 × 80	34.06	18.45 o-t	27.77	25.82 fg	39.17 R	55.65 s	0.24	0.46	4.81	5.99 k
187 × 91	37.47	17.59 r-w	31.21	28.96 d	41.69 A	58.46 op	0.30	0.33	4.57	5.98 l
187 × 102	23.93	15.63 xy	25.08	21.04 m-q	38.04 Y	61.25 f-h	0.28	0.32	4.57	5.60 D
187 × 118	22.05	17.00 s-x	33.85	18.83 x-z	45.83 p	69.12 a	0.20	0.32	4.71	6.18 c
187 × 120	30.38	18.54 o-t	36.25	17.45 AB	41.59 C	63.57 c	0.25	0.31	4.99	5.63 A
187 × 125	31.44	21.86 j-l	30.71	20.12 q-v	41.67 B	58.08 p	0.21	0.36	4.95	5.62 B
187 × 128	30.10	20.99 k-m	29.47	18.21 zA	49.04 j	60.20 i-l	0.20	0.29	5.42	5.67 z
187 × 147 çizgili	31.39	23.06 ij	28.23	19.63 u-x	40.20 I	60.86 h-j	0.41	0.28	4.91	5.79 s
187 × 133	30.64	26.09 gh	26.46	25.63 g	37.66 Aa	64.01 c	0.32	0.24	4.63	6.13 f
187 × 147	31.33	21.20 k-m	21.25	20.72 m-t	50.48 f	59.46 l-n	0.30	0.29	4.83	5.93 o
187 × 107 sarı	28.16	28.16 f	27.23	27.23 e	38.30 W	38.30 A	0.32	0.32	4.72	4.72 Q
187 × 121 çizgili	32.44	21.19 k-m	28.98	23.13 j	39.60 M	54.13 t	0.29	0.41	4.36	5.44 M
187 × 155 sarı	27.77	24.25 i	25.24	20.29 o-u	36.51 Ac	58.67 n-p	0.37	0.22	4.48	5.47 K
187 × 138-Y	34.61	26.23 gh	30.60	24.15 h	38.05 X	67.53 b	0.30	0.25	4.60	5.94 n
187 × 156-Y	20.23	38.32 b	21.13	31.01 ab	58.45 a	42.71 y	0.33	0.33	5.72	5.72 v
187 × 9-4-Y	31.69	36.21 c	21.18	31.44 a	44.41 r	41.19 z	0.29	0.35	4.47	5.80 r
187 × 15-5-Y	39.75	39.75 ab	14.88	14.88 C	50.07 g	50.07 w	0.30	0.30	4.20	4.20 S
138-Y × 80	31.78	21.58 j-l	30.45	21.45 k-m	37.10 Ab	60.02 j-m	0.33	0.41	4.51	6.44 a
138-Y × 91	31.78	17.06 s-x	30.45	20.89 m-s	37.10 Ab	61.03 hi	0.33	0.33	4.51	5.68 y
138-Y × 102	39.37	18.95 o-r	25.06	20.23 p-u	43.37 u	62.70 de	0.26	0.30	4.78	5.75 u
138-Y × 118	35.67	16.90 t-y	26.69	24.14 hi	38.81 T	58.84 n-p	0.22	0.39	4.88	6.01 i
138-Y × 125	33.80	18.77 o-s	35.72	20.90 m-s	38.34 V	61.91 e-g	0.26	0.28	5.03	5.95 m
138-Y × 128	34.45	20.88 k-n	28.99	21.26 l-n	40.33 H	60.49 h-k	0.35	0.24	4.53	5.67 z
138-Y × 107 sarı	31.98	18.96 o-r	27.79	22.08 kl	39.45 O	60.42 h-k	0.30	0.25	4.69	5.61 C
138-Y × 155 sarı	28.71	28.71 ef	30.46	30.46 bc	42.49 w	42.49 y	0.32	0.32	5.60	5.60 D
138-Y × 102-3-Y	34.01	19.21 n-r	22.31	24.52 h	39.60 L	60.73 h-j	0.38	0.25	4.27	6.14 e
138-Y × 128-Y	32.01	19.67 m-q	22.31	21.13 m-p	39.60 L	64.25 c	0.38	0.21	4.27	6.15 d
138-Y × 156-Y	28.81	22.30 jk	24.33	23.24 ij	42.28 x	59.83 k-m	0.38	0.25	4.78	5.79 s
138-Y × 9-1-Y	37.92	22.10 jk	21.49	27.34 e	42.17 y	63.83 c	0.36	0.23	4.34	5.98 l
138-Y × 9-4-Y	33.71	18.36 o-t	31.25	23.83 h-j	38.61 U	58.05 p	0.30	0.21	4.47	6.04 h
138-Y × 15-5-Y	18.17	18.17 p-u	26.56	26.56 ef	57.17 b	57.17 q	0.20	0.20	5.68	5.68 y
Paskal	34.92	19.72 m-p	18.37	23.76 h-j	45.75 q	54.66 t	0.39	0.35	4.20	5.69 x
Crimson Tide	17.90	17.90 q-w	21.18	21.18 m-o	56.69 c	56.69 qr	0.32	0.32	5.45	5.45 L
LSD (%5)	ÖD	1.49	ÖD	0.79	0.48	0.76	ÖD	ÖD	ÖD	2.92

Çizelge 5. Hibritlerin 2017 ve 2018 yıllarının toplam karotenoid, likopen ve  $\beta$  karoten değerleri

Hibritler	Toplam Karotenoid (mg kg <sup>-1</sup> )		Likopen (mg kg <sup>-1</sup> )		$\beta$ karoten (mg kg <sup>-1</sup> )	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
11 × 162	34.25 u	91.81	26.60 r	87.04	5.55 e-h	4.78 o
11 × 177	26.25 N	63.94	18.16 FG	57.08	5.98 c	6.86 a
11 × 183	17.94 X	39.17	10.06 M	34.42	5.77 c-f	4.75 A
11 × 184	30.24 C	115.66	21.62 yz	110.84	6.52 b	4.81 i
11 × Y-5	55.44 g	78.08	48.41 e	73.27	4.93 l-s	4.81 j
Y-5 × 11	67.01 c	33.64	60.01 b	28.88	4.91 m-s	4.76 z
Y-5 × 162	27.97 J	29.10	21.19 AB	24.35	4.68 p-t	4.75 D
Y-5 × 177	24.66 Q	53.34	17.85 G	48.70	4.71 o-t	4.64 I
Y-5 × 183	21.14 T	91.18	14.08 J	86.39	4.96 l-r	4.79 m
Y-5 × 184	29.52 E	57.49	21.57 yz	52.70	5.85 c-e	4.79 n
Y-5 × 10-4 Y	34.24 u	113.51	27.35 q	108.70	4.79 n-t	4.81 h
Y-5 × Y-19 Y	30.65 B	62.85	23.61 v	57.36	4.94 l-r	5.49 c
Y-5 × Y-1-1 Y	30.07 D	143.19	23.37 v	138.36	4.60 rst	4.83 g
Y-5 × Y-27 Y	28.13 I	38.09	21.30 z-B	33.34	4.73 n-t	4.75 D
Y-5 × NH	18.07 W	24.45	11.37 L	19.70	4.60 r-t	4.74 H
NH × 10-3 Y	31.52 y	56.23	24.64 t	51.44	4.78 n-t	4.79 l
NH × 3-6 Y	39.06 o	37.83	32.43 l	33.07	4.54 t	4.75 B
9-4-Y × 9-1-Y	52.12 i	35.59	45.25 g	30.83	4.77 n-t	4.76 w
9-4-Y × 15-5-Y	27.62 L	41.18	20.83 C	36.42	4.69 o-t	4.76 u
9-4-Y × 102-3-Y	28.07 IJ	27.53	20.05 D	22.79	5.92 cd	4.74 H
9-4-Y × 125	40.91 n	67.29	34.06 j	62.50	4.75 n-t	4.79 k
9-4-Y × 128	35.48 s	45.13	28.64 o	40.37	4.74 n-t	4.76 t
9-4-Y × 138-Y	25.04 P	24.06	18.36 F	19.32	4.57 st	4.74 H
9-4-Y × 147 Çizgili	37.30 q	67.65	30.47 m	62.88	4.73 n-t	4.77 q
187 × 80	35.26 t	27.53	28.25 p	22.79	4.91 m-s	4.75 G
187 × 91	33.31 w	51.18	26.64 r	46.42	4.58 st	4.76 v
187 × 102	27.02 M	67.65	19.26 E	62.88	5.66 c-g	4.77 q
187 × 118	53.86 h	24.48	46.06 f	19.74	5.70 c-f	4.74 H
187 × 120	35.59 r	33.73	27.92 p	28.98	5.58 d-h	4.75 F
187 × 125	59.61 d	39.88	50.89 c	35.11	6.62 b	4.77 r
187 × 128	38.49 p	67.65	29.40 n	62.88	7.00 a	4.77 q
187 × 147 çizgili	69.03 b	42.78	60.29 b	38.03	6.64 b	4.76 z
187 × 133	29.23 F	38.10	22.04 wx	33.35	5.09 j-n	4.75 C
187 × 147	31.52 y	58.72	24.14 u	53.96	5.28 h-l	4.76 y
187 × 107 sarı	42.43 l	81.65	35.36 i	76.42	4.98 k-q	5.23 d
187 × 121 çizgili	25.59 O	54.94	18.32 F	50.17	5.16 i-m	4.77 s
187 × 155 sarı	29.15 F	31.88	22.26 w	27.13	4.79 n-t	4.75 D
187 × 138-Y	31.77 x	25.32	24.34 tu	20.58	5.33 g-k	4.74 H
187 × 156-Y	28.69 G	25.42	24.12 u	20.68	4.75 n-t	4.75 G
187 × 9-4-Y	27.79 K	60.57	21.83 xy	19.58	4.76 n-t	4.74 H
187 × 15-5-Y	56.69 f	66.52	21.06 BC	56.09	4.63 q-t	4.48 J
138-Y × 80	22.01 S	67.65	48.81 d	61.76	5.78 c-f	4.76 x
138-Y × 91	31.27 z	67.65	14.64 I	62.88	5.27 h-l	4.77 q
138-Y × 102	41.25 m	24.76	24.22 u	62.88	4.95 l-r	4.77 q
138-Y × 118	19.93 U	61.95	33.68 k	20.02	5.47 f-i	4.74 H
138-Y × 125	58.16 e	29.93	12.36 K	56.90	5.47 f-i	5.05 f
138-Y × 128	19.62 V	37.35	50.98 c	25.18	5.08 j-n	4.75 D
138-Y × 107 sarı	28.53 H	41.64	12.56 K	32.59	4.97 l-r	4.75 B
138-Y × 155 sarı	22.76 R	57.42	21.46 zA	36.46	4.97 l-r	5.18 e
138-Y × 102-3-Y	72.26 a	24.62	15.98 H	52.67	4.68 p-t	4.75 A
138-Y × 128-Y	33.66 v	62.33	63.11 a	19.87	7.05 a	4.74 H
138-Y × 156-Y	40.93 n	57.28	26.21 s	56.68	5.35 g-j	5.65 b
138-Y × 9-1-Y	40.99 n	61.95	33.83 jk	52.52	5.00 k-p	4.76 z
138-Y × 9-4-Y	35.38 s	61.95	33.90 jk	56.90	4.99 k-q	5.05 f
138-Y × 15-5-Y	28.69 G	60.57	28.26 p	56.90	5.02 j-p	5.05 f
Paskal	50.11 k	47.09	42.96 h	42.34	5.05 j-o	4.75 E
Crimson Tide	50.90 j	46.00	42.87 h	41.23	5.94 c	4.77 p
LSD (%5)	0.11 ÖD	0.33	ÖD 0.30	1.46		

Toplam fenol içeriği 2017 yılında 110.49 ve 13.59 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişirken, 2018 yılında bu değerler 106.64 ve 13.59 arasında olmuştur. En yüksek ve en düşük toplam değerlerine her iki yılda da sırasıyla 138-Y×128 ve 138-Y×102-3-Y sahip olmuştur. 9 adet melez, standart karpuz çeşitlerinden daha düşük toplam fenol içeriğine sahip olmuştur (Çizelge 6 ve 7). Tlili ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada 6 karpuz çeşidinde toplam fenol içeriğinin 89.7-127.2 mg kg<sup>-1</sup> (taze meyve) aralığında dağılım gösterdiğini bulmuşlardır. Bulgularımız ortalama değerlere göre literatür değerlerinden biraz düşüktür. Bunun yetiştirme ve iklim koşulları, hasat zamanı gibi faktör farklılıklarından ileri gelebileceği düşünülmektedir. 2017 ve 2018 yılı askorbik asit değerleri sırasıyla 257.88-5.99 mg kg<sup>-1</sup> ve 245.56-8.97 mg kg<sup>-1</sup> değerleri arasında değişmiştir. 2017 yılında en yüksek askorbik asit değerine 187×138Y melezi sahip olurken, 2018 yılında 138-Y×9-1-Y melezi sahip olmuştur (Çizelge 6 ve 7). Sonuçlar Oluk ve ark. (2017)'nin değerlerinden yüksek olarak bulunmuştur. Bulgular arasında görülen farklılıkların incelenen çeşitlerin farklılığından ileri gelebileceği düşünülmektedir. 2017 yılında 187×80 melezi 6.07 g kg<sup>-1</sup> ile en yüksek değere sahip olurken, 2018 yılında 137-Y×80 melezi diğer melezler ve standartlardan daha yüksek citrullin içeriğine (9.68 g kg<sup>-1</sup>) sahip olmuştur (Çizelge 6 ve 7). Standart karpuz çeşitlerinden Crimson Tide 5.19 g kg<sup>-1</sup> ile her iki yıl da aynı citrullin içeriğine sahip olmuştur. Tarazona-D'iaz ve ark. (2011), diploid, triploid, açık tozlanan siyah ve çizgili kabuklu karpuz çeşitlerinin citrullin içeriklerini 2.0 ve 7.2 g kg<sup>-1</sup> arasında belirlemişlerdir. En yüksek citrullin içeriği siyah kabuklu ve çekirdeksiz çeşitte tespit edilmiştir. 2017 yılında Y-5-Y×19-Y melezi 143.93 µmol L<sup>-1</sup> ile en yüksek antioksidan içeriğine sahipken, 2018 yılında 187×125 melezi 157.76 µmol L<sup>-1</sup> değeriyle en yüksek içeriğe sahip olmuştur. 138-Y×118 melezi her iki yılda da en düşük antioksidan değerine sahip olmuştur (Çizelge 6 ve 7). Antioksidan içeriği Tarazona-D'iaz ve ark. (2011), Gil ve ark. (2006)'nin antioksidan içeriklerinden yüksek, Leong ve Shui (2002)'nin yaptığı çalışmadaki Malezya karpuz çeşitleri ile benzerlik göstermektedir. Bu farklılıklar çeşit özellikleri ve iklimsel değişiklikler ile açıklanabilir.

**Çizelge 6.** Hibritlerin 2017 yılı askorbik asit, toplam fenol, antioksidant aktivite ve citrullin değerleri

Hibritler	Askorbik Asit (mg kg <sup>-1</sup> )	Toplam Fenol (mg kg <sup>-1</sup> )	Antioksidant Aktivite (µmol L <sup>-1</sup> )	Citrullin (g kg <sup>-1</sup> )
11 × 162	27.33 w	36.37 j-o	98.18 f-h	0.96 o-w
11 × 177	75.36 tu	44.88 e-i	47.14 v-x	1.34 m-s
11 × 183	70.89 u	34.73 l-p	127.47 b	1.63 k-o
11 × 184	124.77 j-l	33.90 l-q	68.84 m-r	1.63 k-o
11 × Y-5	143.15 gh	39.94 h-n	105.64 e-g	0.50 t-w
Y-5 × 11	163.14 e	30.06 o-r	51.58 u-w	0.46 u-w
Y-5 × 162	202.26 c	26.76 q-u	102.94 e-g	1.10 n-u
Y-5 × 177	149.21 fg	32.53 n-q	19.93 y	2.25 h-k
Y-5 × 183	86.25 s	55.31 bc	75.93 k-o	0.94 p-w
Y-5 × 184	120.79 k-m	42.69 g-k	98.47 f-h	0.91 p-w
Y-5 × 10-4 Y	78.15 t	23.20 r-w	126.60 b	0.32 w
Y-5 × Y-19 Y	121.41 k-m	35.82 k-p	143.93 a	0.86 r-w
Y-5 × Y-1-1 Y	119.55 lm	45.43 d-i	132.24 b	1.15 n-t
Y-5 × Y-27 Y	123.54 jkl	41.04 h-l	68.28 n-r	1.14 n-t
Y-5 × NH	161.94 e	41.04 h-l	74.16 k-o	1.81 i-m
NH × 10-3 Y	129.43 ij	40.49 h-m	95.44 g-i	2.37 h-j
NH × 3-6 Y	134.97 i	33.08 m-q	42.21 wx	2.12 i-l
9-4-Y × 9-1-Y	112.61 no	40.22 h-m	59.10 q-u	2.45 hi
9-4-Y × 15-5-Y	41.60 v	25.12 r-v	55.94 s-v	1.03 o-v
9-4-Y × 102-3-Y	150.35 f	51.75 c-e	131.98 b	1.50 l-r
9-4-Y × 125	70.74 u	52.57 cd	59.57 q-u	0.89 q-w
9-4-Y × 128	111.13 no	59.43 b	111.75 de	1.57 l-p
9-4-Y × 138-Y	93.07 qr	50.10 c-f	80.92 j-m	1.26 m-s
9-4-Y × 147 Çizgili	103.63 p	46.80 d-h	62.11 p-u	0.39 vw

Çizelge 6'nın devamı

187 × 80	89.38	rs	43.78	f-j	70.63	m-q	6.07	a
187 × 91	128.85	ij	38.84	i-n	56.04	s-v	1.45	m-r
187 × 102	95.91	q	39.12	i-n	85.53	i-k	2.14	i-l
187 × 118	115.86	mn	29.51	o-r	41.33	wx	1.40	m-r
187 × 120	40.07	v	48.73	c-g	77.84	k-o	3.80	ef
187 × 125	160.21	e	35.82	k-p	151.25	a	5.34	b
187 × 128	106.96	op	29.24	o-s	77.65	k-o	1.01	o-v
187 × 147 çizgili	130.12	ij	21.00	u-x	122.15	b-d	2.79	gh
187 × 133	143.15	gh	21.82	s-w	100.13	f-h	3.91	e
187 × 147	103.95	p	22.92	r-w	67.63	n-s	2.12	i-l
187 × 107 sarı	150.21	f	21.55	t-w	41.37	wx	1.04	o-v
187 × 121 çizgili	126.41	jk	17.71	v-x	76.29	k-o	0.38	vw
187 × 155 sarı	127.40	jk	17.16	wx	72.37	l-p	2.31	h-j
187 × 138-Y	257.88	a	23.20	r-w	58.50	r-v	0.45	u-w
187 × 156-Y	147.19	f-h	20.18	u-x	99.17	f-h	1.75	j-n
187 × 9-4-Y	197.86	c	17.16	wx	89.87	h-j	0.68	s-w
187 × 15-5-Y	6.54	x	16.06	wx	79.10	j-n	0.41	vw
138-Y × 80	146.17	f-h	17.71	v-x	66.55	o-t	1.54	l-q
138-Y × 91	173.03	d	28.69	p-t	67.87	n-s	0.31	w
138-Y × 102	9.73	x	41.31	h-l	80.57	j-m	0.49	t-w
138-Y × 118	158.44	e	19.63	u-x	38.18	x	4.85	b-d
138-Y × 125	213.94	b	33.08	m-q	94.81	g-i	3.28	fg
138-Y × 128	147.01	f-h	110.49	a	58.11	r-v	1.08	o-u
138-Y × 107 sarı	141.28	h	50.92	c-f	55.60	t-v	3.24	fg
138-Y × 155 sarı	149.99	fg	17.98	v-x	124.00	bc	4.33	de
138-Y × 102-3-Y	102.50	p	13.59	x	72.19	l-p	1.10	n-u
138-Y × 128-Y	146.92	f-h	38.29	i-n	114.07	c-e	1.27	m-s
138-Y × 156-Y	5.99	x	50.92	c-f	83.25	j-l	4.67	cd
138-Y × 9-1-Y	6.73	x	21.82	s-w	51.67	u-w	1.85	i-m
138-Y × 9-4-Y	6.97	x	49.27	c-g	67.03	n-t	2.80	gh
138-Y × 15-5-Y	123.45	j-l	43.51	f-j	107.57	ef	5.04	bc
Paskal	134.16	i	19.63	u-x	85.67	i-k	2.34	h-j
Crimson Tide	145.10	f-h	28.96	o-t	76.67	k-o	5.19	bc
LSD (%5)	5.91		6.26		10.05		0.54	

Çizelge 7. Hibritlerin 2018 yılı askorbik asit, toplam fenol, antioksidant aktivite ve citrullin değerleri

Hibritler	Askorbik Asit (mg kg <sup>-1</sup> )	Toplam Fenol (mg kg <sup>-1</sup> )	Antioksidant Aktivite (µmol L <sup>-1</sup> )	Citrullin (g kg <sup>-1</sup> )
11 × 162	98.22 g-i	38.98 h-l	98.22 g-i	5.38 h-l
11 × 177	48.71 yz	44.53 e-i	48.71 yz	1.34 u-w
11 × 183	132.37 c	35.02 kn	132.37 c	3.44 p-r
11 × 184	68.18 r-t	33.26 l-n	68.18 r-t	3.23 p-r
11 × Y-5	106.64 f	38.65 i-l	106.64 f	1.82 s-v
Y-5 × 11	51.58 xy	30.38 m-o	51.58 xy	2.94 q-s
Y-5 × 162	104.08 fg	26.10 o-r	104.08 fg	2.46 r-u
Y-5 × 177	17.90 B	29.62 m-o	17.90 B	2.63 q-t
Y-5 × 183	74.49 o-r	53.60 bc	74.49 o-r	1.88 s-v
Y-5 × 184	99.77 f-h	42.03 g-j	99.77 f-h	1.03 vw
Y-5 × 10-4 Y	130.85 cd	23.20 p-t	130.85 cd	3.22 p-r
Y-5 × Y-19 Y	148.84 b	35.82 j-m	148.84 b	0.57 w
Y-5 × Y-1-1 Y	134.27 c	45.43 e-h	134.27 c	1.50 t-w
Y-5 × Y-27 Y	68.81 q-t	41.04 g-k	68.81 q-t	4.63 l-o
Y-5 × NH	73.62 p-s	41.04 g-k	73.62 p-s	7.03 cd
NH × 10-3 Y	94.67 h-j	40.11 h-k	94.67 h-j	6.26 d-i
NH × 3-6 Y	43.11 zA	33.08 l-n	43.11 zA	1.88 s-v
9-4-Y × 9-1-Y	61.33 t-w	39.57 h-l	61.33 t-w	6.62 c-g
9-4-Y × 15-5-Y	55.94 w-y	25.12 o-s	55.94 w-y	3.42 p-r
9-4-Y × 102-3-Y	136.68 c	47.44 c-g	136.68 c	4.93 j-n
9-4-Y × 125	59.57 u-w	52.57 b-d	59.57 u-w	4.84 k-n
9-4-Y × 128	115.88 e	57.06 b	115.88 e	1.89 s-v

Çizelge 7'nin devamı

9-4-Y	×	138-Y	82.65	k-n	50.10	c-f	82.65	k-n	5.29	i-m
9-4-Y	×	147 Çizgili	64.39	t-v	46.80	d-g	64.39	t-v	6.54	c-h
187	×	80	74.93	n-r	43.78	f-i	74.93	n-r	2.33	r-u
187	×	91	57.96	v-x	38.84	h-l	57.96	v-x	2.77	q-s
187	×	102	87.66	j-l	39.12	h-l	87.66	j-l	1.57	t-w
187	×	118	42.66	zA	29.51	m-o	42.66	zA	6.05	d-j
187	×	120	80.30	l-p	48.73	c-f	80.30	l-p	4.99	j-n
187	×	125	157.76	a	35.82	j-m	157.76	a	3.69	o-q
187	×	128	80.20	l-p	29.24	n-p	80.20	l-p	5.51	f-l
187	×	147 çizgili	124.47	d	21.00	r-u	124.47	d	7.60	c
187	×	133	101.36	f-h	21.82	r-u	101.36	f-h	5.69	e-l
187	×	147	67.63	r-t	22.92	q-u	67.63	r-t	2.06	s-v
187	×	107 sarı	41.37	A	20.74	r-u	41.37	A	4.10	n-p
187	×	121 çizgili	76.29	m-q	19.04	s-v	76.29	m-q	1.30	u-w
187	×	155 sarı	72.37	q-s	17.16	t-v	72.37	q-s	0.91	vw
187	×	138-Y	58.50	v-x	22.08	r-u	58.50	v-x	6.89	cd
187	×	156-Y	100.02	f-h	18.91	s-v	100.02	f-h	6.67	c-f
187	×	9-4-Y	91.40	ij	17.16	t-v	91.40	ij	1.40	u-w
187	×	15-5-Y	81.92	k-o	16.35	uv	81.92	k-o	4.13	m-p
138-Y	×	80	57.71	v-x	17.71	t-v	57.71	v-x	0.51	w
138-Y	×	91	68.37	r-t	28.96	n-q	68.37	r-t	9.68	a
138-Y	×	102	81.77	k-o	41.31	g-k	81.77	k-o	2.28	r-u
138-Y	×	118	38.18	A	19.63	r-v	38.18	A	5.48	g-l
138-Y	×	125	97.01	g-i	33.08	l-n	97.01	g-i	5.37	h-l
138-Y	×	128	58.85	v-x	106.64	a	58.85	v-x	8.61	b
138-Y	×	107 sarı	55.60	w-y	50.92	c-e	55.60	w-y	4.16	m-p
138-Y	×	155 sarı	147.80	b	17.98	t-v	147.80	b	5.42	h-l
138-Y	×	102-3-Y	72.19	q-s	13.59	v	72.19	q-s	6.51	c-h
138-Y	×	128-Y	130.19	cd	38.29	i-l	130.19	cd	5.96	d-k
138-Y	×	156-Y	83.25	k-m	50.92	c-e	83.25	k-m	4.67	l-o
138-Y	×	9-1-Y	49.57	yz	22.78	q-u	49.57	yz	1.90	s-v
138-Y	×	9-4-Y	66.47	s-u	49.27	c-f	66.47	s-u	5.38	h-l
138-Y	×	15-5-Y	116.80	e	43.76	f-i	116.80	e	6.72	c-e
Paskal			88.83	jk	20.71	r-u	88.83	jk	5.99	d-k
Crimson Tide			81.94	k-o	20.46	r-u	81.94	k-o	5.19	i-n
LSD (%5)			<b>6.70</b>		<b>5.49</b>		<b>6.70</b>		<b>0.98</b>	

Meyve ve sebze gibi bitkisel dokuların sert ve sıkı yapısında pektinin önemli rolü vardır. Öyle ki pektin, bitki hücreleri arasında doğal bir harç maddesi olarak görülmektedir. Dolayısıyla pektinin yapısındaki değişimler tekstür açısından çok önemli sonuçlar doğurmaktadır. Örneğin, meyvelerin olgunlaşma sürecinde, pektin ve diğer hücre duvarı polisakaritlerinin enzimatik yolla parçalanması, meyvenin yumuşamasına neden olur (Cemeroğlu, 2010). Pektinmetilesteraz enzimi bitki hücrelerinin arasında bulunan pektini parçalayarak meyve sebzelerin yumuşamasını hızlandırır. Dolayısıyla pektinmetilesteraz enzim aktivitesinin düşük olması istenen bir durumdur. Karpuz genotipleri pektinmetilesteraz aktivitesi açısından değerlendirildiğinde 2017 yılında en yüksek aktivite miktarı, 187×128 genotipinde, en düşük aktivite 187×120 genotipinde belirlenmiştir. 2018 yılında en yüksek aktivite miktarı 9-4-Y×138-Y genotipinde, en düşük aktivite 11×177 genotipinde belirlenmiştir (Çizelge 8). Bitkiler, kitinazı fungal patojenlere karşı kendilerini korumak için üretirler (Wen ve ark., 2002). Kitinaz, fungal patojenlerin misellerini parçalar. Kitinaz geninin bitkilere transferi ile elde edilen transgenik bitkiler fungusit ve insektisit özellikler kazanmakta ve böylece transgenik bitkiler kendileri için patojen funguslarla ve böceklerle savaşılabilmektedir (Muzzarelli, 1977). Dolayısıyla kitinaz enzim aktivitesinin yüksek olması istenen bir durumdur. Karpuz genotipleri kitinaz aktivitesi açısından değerlendirildiğinde 2017 yılında en yüksek aktivite miktarı, Paskal F<sub>1</sub> çeşidinde, en düşük aktivite, 11×162 genotipinde belirlenmiştir. 2018 yılında en yüksek aktivite miktarı, NH×10-3Y genotipinde, en düşük aktivite, 11×177 genotipinde belirlenmiştir (Çizelge 8).

Çizelge 8. Hibritlerin 2017- 2018 yılı pektinmetilesteraz ve kitinaz değerleri

Hibritler	2017				2018			
	Pektinmetilesteraz (U mL <sup>-1</sup> )		Kitinaz (U mL <sup>-1</sup> )		Pektinmetilesteraz (U mL <sup>-1</sup> )		Kitinaz (U mL <sup>-1</sup> )	
11 × 162	280.00	mn	34.44	A	855.00	e	75.56	s-v
11 × 177	95.00	v-z	75.56	s-w	95.00	y	75.56	s-v
11 × 183	85.00	w-A	55.56	w-z	940.00	d	101.11	l-r
11 × 184	175.00	q-s	64.44	u-x	570.00	i-l	90.00	p-t
11 × Y-5	115.00	t-x	195.56	d-g	620.00	h-k	218.89	b
Y-5 × 11	125.00	s-w	88.89	r-t	820.00	ef	247.78	a
Y-5 × 162	55.00	y-A	208.89	c-e	380.00	q-u	96.67	m-s
Y-5 × 177	295.00	lm	57.78	u-y	295.00	v-x	57.78	vw
Y-5 × 183	40.00	zA	122.22	pq	520.00	l-o	166.67	d
Y-5 × 184	255.00	m-o	162.22	i-k	255.00	x	162.22	de
Y-5 × 10-4 Y	145.00	r-v	56.67	v-z	850.00	e	85.56	p-u
Y-5 × Y-19 Y	445.00	f-h	77.78	r-u	445.00	n-r	77.78	r-v
Y-5 × Y-1-1 Y	85.00	w-A	92.22	rs	1065.00	c	82.22	q-u
Y-5 × Y-27 Y	55.00	y-A	70.00	t-w	720.00	g	143.33	e-h
Y-5 × NH	110.00	u-y	70.00	t-w	840.00	e	121.11	h-l
NH × 10-3 Y	195.00	p-r	148.89	k-n	675.00	gh	51.11	w
NH × 3-6 Y	130.00	s-w	75.56	s-w	360.00	s-w	108.89	j-p
9-4-Y × 9-1-Y	60.00	x-A	136.67	n-q	855.00	e	113.33	i-o
9-4-Y × 15-5-Y	80.00	w-A	67.78	u-x	290.00	v-x	76.67	s-v
9-4-Y × 102-3-Y	225.00	o-q	65.56	u-x	530.00	l-n	115.56	i-o
9-4-Y × 125	55.00	y-A	203.33	c-f	805.00	ef	85.56	p-u
9-4-Y × 128	95.00	v-z	217.78	c	1065.00	c	94.44	n-t
9-4-Y × 138-Y	45.00	zA	94.44	rs	2275.00	a	88.89	p-u
9-4-Y × 147 Çizgili	415.00	g-i	48.89	x-A	575.00	i-l	85.56	p-u
187 × 80	170.00	r-t	71.11	t-w	505.00	l-p	65.56	u-w
187 × 91	80.00	w-A	37.78	zA	1105.00	c	71.11	t-w
187 × 102	60.00	x-A	166.67	i-k	685.00	gh	65.56	u-w
187 × 118	130.00	s-w	196.67	d-g	630.00	h-j	72.22	t-w
187 × 120	35.00	A	41.11	y-A	1295.00	b	117.78	i-n
187 × 125	45.00	zA	76.67	s-v	395.00	q-u	88.89	p-u
187 × 128	560.00	d	195.56	d-g	500.00	l-p	147.78	d-g
187 × 147 çizgili	230.00	n-p	127.78	o-q	440.00	o-s	93.33	o-t
187 × 133	230.00	n-p	160.00	i-l	345.00	u-w	72.22	t-w
187 × 147	530.00	de	211.11	cd	430.00	p-t	108.89	j-p
187 × 107 sarı	510.00	de	126.67	o-q	510.00	l-p	126.67	g-k
187 × 121 çizgili	150.00	r-v	195.56	d-g	755.00	fg	191.11	c
187 × 155 sarı	380.00	i-k	125.56	o-q	620.00	h-k	105.56	k-q
187 × 138-Y	115.00	t-x	223.33	c	625.00	h-j	145.56	d-g
187 × 156-Y	1035.00	b	204.44	c-f	1035.00	c	204.44	bc
187 × 9-4-Y	525.00	de	173.33	h-j	505.00	l-p	134.44	f-i
187 × 15-5-Y	130.00	s-w	127.78	o-q	130.00	y	127.78	g-k
138-Y × 80	115.00	t-x	156.67	j-m	520.00	l-o	126.67	g-k
138-Y × 91	165.00	r-u	245.56	b	410.00	q-u	73.33	s-w
138-Y × 102	370.00	i-k	178.89	g-i	540.00	k-m	154.44	d-f
138-Y × 118	450.00	fg	163.33	i-k	455.00	m-q	88.89	p-u
138-Y × 125	360.00	jk	96.67	r	370.00	r-v	148.89	d-g
138-Y × 128	490.00	ef	148.89	k-n	280.00	wx	198.89	bc
138-Y × 107 sarı	175.00	q-s	138.89	m-p	750.00	fg	161.11	de
138-Y × 155 sarı	245.00	m-p	186.67	f-h	245.00	x	186.67	c
138-Y × 102-3-Y	445.00	f-h	218.89	c	350.00	t-w	116.67	i-o
138-Y × 128-Y	395.00	h-j	223.33	c	550.00	j-l	102.22	l-q
138-Y × 156-Y	455.00	fg	206.67	c-f	855.00	e	130.00	g-j
138-Y × 9-1-Y	515.00	de	284.44	a	260.00	x	107.78	j-p
138-Y × 9-4-Y	245.00	m-p	190.00	e-h	635.00	hi	94.44	n-t
138-Y × 15-5-Y	880.00	c	118.89	q	880.00	de	118.89	i-m
Paskal	335.00	kl	298.89	a	225.00	x	146.67	d-g
Crimson Tide	1270.00	a	142.22	l-o	1270.00	b	143.99	d-g
LSD (%5)		47.74		17.13		72.28		19.37

2017 yılında standart çeşitler Paskal ve Crimson Tide en yüksek fruktoz ve glikoz içeriğine sahip olmuşlardır. Standart çeşitten sonra en yüksek fruktoz ve içeriğine sırasıyla 5.58g 100g<sup>-1</sup> ve 3.29 g 100g<sup>-1</sup> ie Y-5×162 melezi sahip olmuştur.187×156-Y melezi en düşük fruktoz ve glikoz değeri göstermiştir. 2018 yılında 11×177 melezi en yüksek fruktoz ve glikoz içeriğine sahip olurken, 9-4-Y×147 çizgili melezi en düşük fruktoz ve glikoz değerine sahip olmuştur. 2017 yılında 138-Y×125 ve 138Y×15-5-Y sırasıyla en yüksek ve en düşük sakkaroz değerine sahip olurken, 2018 yılında Y-5×184 ve 187×147 çizgili melezleri sırasıyla en düşük ve en yüksek değerleri göstermişlerdir (Çizelge 9 ve 10). Sonuçlar Oluk ve ark. (2017) ile benzerlik göstermektedir.

**Çizelge 9.** Hibritlerin 2017 yılı fruktoz, glikoz, sakkaroz ve SÇKM değerleri

Hibritler	Fruktoz (g 100g <sup>-1</sup> )	Glikoz (g 100g <sup>-1</sup> )	Sakkaroz (g 100g <sup>-1</sup> )	SÇKM (%)
11 × 162	4.38 a-f	1.81 b-m	2.13 l-r	10.78 c-e
11 × 177	4.22 a-h	2.29 a-f	2.20 k-r	9.68 ij
11 × 183	3.81 c-l	2.06 a-i	2.32 i-q	8.58 q-v
11 × 184	3.28 f-n	1.51 g-p	2.41 h-q	9.13 l-o
11 × Y-5	3.97 b-k	1.72 d-m	2.47 g-q	8.69 p-u
Y-5 × 11	4.68 a-c	2.10 a-h	1.36 r	8.60 q-v
Y-5 × 162	4.21 a-h	2.40 a-d	2.50 f-q	9.23 k-m
Y-5 × 177	3.40 e-n	1.75 c-m	2.43 g-q	8.47 s-v
Y-5 × 183	3.27 f-n	1.98 a-j	2.10 m-r	7.53 yz
Y-5 × 184	3.67 c-m	1.67 e-n	4.86 ab	11.88 a
Y-5 × 10-4 Y	3.57 c-m	1.86 b-l	2.33 i-q	8.03 wx
Y-5 × Y-19 Y	3.57 c-m	1.44 g-p	4.59 b	9.77 ij
Y-5 × Y-1-1 Y	3.58 c-m	1.66 e-n	2.83 d-n	8.40 t-w
Y-5 × Y-27 Y	3.95 b-k	1.76 c-m	2.65 f-p	9.03 m-p
Y-5 × NH	2.58 mn	1.25 l-p	4.35 bc	8.41 s-w
NH × 10-3 Y	3.21 g-n	1.43 g-p	3.10 d-j	8.80 n-t
NH × 3-6 Y	3.79 c-l	1.69 e-n	2.56 f-q	8.36 u-w
9-4-Y × 9-1-Y	3.23 f-n	1.78 c-m	3.25 d-h	8.82 n-s
9-4-Y × 15-5-Y	3.85 c-l	2.31 a-e	1.79 p-r	8.27 vw
9-4-Y × 102-3-Y	3.19 g-n	2.05 a-i	4.56 b	11.00 b-d
9-4-Y × 125	3.47 d-m	2.48 ab	3.00 d-l	9.13 l-o
9-4-Y × 128	3.45 d-m	2.44 a-c	3.13 d-i	10.45 e-g
9-4-Y × 138-Y	2.58 mn	2.11 a-g	2.24 j-q	7.46 z
9-4-Y × 147 Çizgili	3.52 d-m	2.00 a-j	3.13 d-i	8.91 m-r
187 × 80	3.67 c-m	2.06 a-i	2.85 d-n	10.23 gh
187 × 91	3.47 d-m	2.03 a-i	2.97 d-m	9.17 l-n
187 × 102	3.93 b-k	2.56 a	3.02 d-k	10.67 d-f
187 × 118	2.94 i-n	0.89 pq	1.69 qr	7.39 z
187 × 120	3.51 d-m	1.98 a-j	2.71 e-o	8.50 r-v
187 × 125	4.56 a-e	2.02 a-i	2.88 d-n	10.34 fg
187 × 128	3.85 c-l	1.64 e-n	3.66 cd	11.22 b
187 × 147 çizgili	3.17 g-n	1.24 l-p	3.38 d-f	8.07 wx
187 × 133	4.00 b-j	1.86 b-l	2.12 l-r	9.79 ij
187 × 147	3.33 f-n	1.81 b-m	2.89 d-n	9.57 i-k
187 × 107 sarı	2.82 k-n	1.64 e-n	3.25 d-h	10.23 gh
187 × 121 çizgili	3.11 h-n	1.15 m-p	2.95 d-m	9.46 j-l
187 × 155 sarı	4.33 a-g	1.43 g-p	2.63 f-p	9.90 hi
187 × 138-Y	2.92 i-n	1.45 g-p	2.85 d-n	9.68 ij
187 × 156-Y	3.73 c-m	0.50 q	2.78 e-o	7.48 yz
187 × 9-4-Y	4.02 b-j	1.62 f-o	2.26 i-q	9.68 ij
187 × 15-5-Y	3.19 g-n	1.39 i-p	2.55 f-q	7.87 xy
138-Y × 80	2.60 mn	1.01 n-q	3.14 d-i	7.59 yz
138-Y × 91	2.76 l-n	1.01 n-q	2.75 e-o	7.59 yz
138-Y × 102	2.75 l-n	1.89 a-l	3.06 d-k	9.46 j-l
138-Y × 118	2.58 mn	1.20 l-p	3.58 de	9.24 k-m
138-Y × 125	2.25 n	0.91 pq	5.48 a	11.11 bc
138-Y × 128	4.13 b-h	1.31 j-p	2.02 n-r	8.91 m-r
138-Y × 107 sarı	4.60 a-d	1.28 k-p	1.91 o-r	8.47 s-v

Çizelge 9'un devamı

138-Y × 155 sarı	4.06 b-i	1.55 g-p	2.20 k-r	9.57 i-k
138-Y × 102-3-Y	3.49 d-m	2.08 a-i	2.95 d-m	8.90 m-r
138-Y × 128-Y	3.32 f-n	1.41 h-p	3.30 d-g	10.56 e-g
138-Y × 156-Y	2.86 j-n	1.25 l-p	2.28 i-q	7.59 yz
138-Y × 9-1-Y	3.22 f-n	1.96 a-k	3.23 d-h	9.23 k-m
138-Y × 9-4-Y	3.88 b-l	1.80 b-m	2.80 d-n	8.72 o-u
138-Y × 15-5-Y	5.00 ab	0.94 o-q	2.90 d-n	9.13 l-o
Paskal	3.93 b-k	0.45 q	3.30 d-g	8.67 p-v
Crimson Tide	5.28 a	0.46 q	2.26 i-q	8.93 m-q
LSD (%5)	0.93	0.56	0.71	0.35

Çizelge 10. Hibritlerin 2018 yılı fruktoz, glikoz, sakkaroz ve SÇKM değerleri

Hibritler	Fruktoz (g 100g <sup>-1</sup> )	Glikoz (g 100g <sup>-1</sup> )	Sakkaroz (g 100g <sup>-1</sup> )	SÇKM (%)
11 × 162	3.27 g-j	1.17 f-n	2.52 c-e	8.47 r-u
11 × 177	4.33 a-g	2.18 ab	2.53 b-e	9.68 k-m
11 × 183	3.83 b-j	1.83 a-f	3.37 a-d	10.23 f-i
11 × 184	3.83 b-j	0.86 k-o	2.00 e	8.36 s-v
11 × Y-5	3.50 f-j	0.96 i-o	2.70 a-e	8.80 o-r
Y-5 × 11	5.07 a	1.10 g-o	2.50 c-e	9.68 k-m
Y-5 × 162	3.87 b-j	0.98 i-o	2.62 a-e	8.25 t-x
Y-5 × 177	3.34 f-j	1.65 b-i	3.00 a-e	8.47 r-u
Y-5 × 183	3.90 b-j	0.56 no	3.29 a-e	8.14 u-y
Y-5 × 184	3.57 d-j	1.61 b-i	3.63 a-d	10.88 cd
Y-5 × 10-4 Y	3.63 c-j	0.81 l-o	3.21 a-e	8.14 u-y
Y-5 × Y-19 Y	3.55 d-j	1.29 e-m	3.36 a-d	9.02 n-p
Y-5 × Y-1-1 Y	3.67 c-j	1.17 f-n	3.00 a-e	8.26 t-x
Y-5 × Y-27 Y	3.77 c-j	1.57 b-j	2.47 de	10.56 d-f
Y-5 × NH	4.03 a-j	1.01 i-o	2.40 de	10.34 e-h
NH × 10-3 Y	3.51 f-j	0.72 m-o	3.45 a-d	7.92 xy
NH × 3-6 Y	3.85 b-j	1.10 g-o	3.53 a-d	9.67 k-m
9-4-Y × 9-1-Y	2.97 j	1.07 g-o	3.61 a-d	8.25 t-x
9-4-Y × 15-5-Y	3.27 g-j	0.78 m-o	3.10 a-e	7.75 y
9-4-Y × 102-3-Y	3.50 f-j	1.29 e-m	2.69 a-e	8.25 t-x
9-4-Y × 125	3.40 f-j	1.13 g-o	2.94 a-e	7.93 w-y
9-4-Y × 128	4.40 a-g	1.23 e-n	2.62 a-e	9.68 k-m
9-4-Y × 138-Y	3.93 a-j	1.49 c-l	3.60 a-d	11.88 b
9-4-Y × 147 Çizgili	3.87 b-j	2.13 a-c	3.50 a-d	11.22 c
187 × 80	3.67 c-j	1.77 a-g	3.10 a-e	10.67 de
187 × 91	3.57 d-j	1.21 e-n	3.00 a-e	9.35 mn
187 × 102	4.43 a-f	1.27 e-m	3.37 a-d	10.12 g-j
187 × 118	4.93 ab	2.00 a-d	3.03 a-e	11.97 b
187 × 120	3.03 ij	1.16 f-o	2.62 a-e	7.38 z
187 × 125	4.47 a-f	0.47 o	2.94 a-e	8.20 t-x
187 × 128	4.67 a-e	2.37 a	3.93 a	13.23 a
187 × 147 çizgili	4.70 a-d	1.60 b-i	3.27 a-e	10.56 d-f
187 × 133	4.77 a-c	1.03 i-o	3.17 a-e	10.67 de
187 × 147	4.50 a-f	1.11 g-o	3.15 a-e	10.01 h-k
187 × 107 sarı	4.20 a-h	2.18 ab	3.15 a-e	10.23 f-i
187 × 121 çizgili	3.57 d-j	1.02 i-o	3.40 a-e	8.58 q-t
187 × 155 sarı	4.03 a-j	1.06 h-o	3.17 a-e	8.69 p-s
187 × 138-Y	4.03 a-j	1.30 e-m	2.72 a-e	8.47 r-u
187 × 156-Y	3.40 f-j	1.18 f-n	3.06 a-e	7.99 v-y
187 × 9-4-Y	4.13 a-i	1.17 f-n	2.75 a-e	9.90 i-l
187 × 15-5-Y	3.17 h-j	1.59 b-j	2.87 a-e	7.93 w-y
138-Y × 80	3.47 f-j	1.75 a-h	3.13 a-e	10.45 e-g
138-Y × 91	4.03 a-j	1.24 e-n	3.11 a-e	10.12 g-j
138-Y × 102	4.00 a-j	0.84 l-o	3.65 a-d	10.01 h-k
138-Y × 118	3.87 b-j	1.37 d-m	3.83 a-c	9.68 k-m
138-Y × 125	3.97 a-j	1.88 a-e	3.09 a-e	11.77 b
138-Y × 128	4.27 a-h	1.26 e-m	2.73 a-e	9.02 n-p
138-Y × 107 sarı	3.80 b-j	1.19 e-n	2.96 a-e	8.23 t-x
138-Y × 155 sarı	3.83 b-j	1.55 b-k	2.74 a-e	9.57 lm



## Çizelge 10'un devamı

138-Y × 102-3-Y	4.07 a-j	1.06 h-o	3.59 a-d	9.13 no
138-Y × 128-Y	4.67 a-e	1.39 d-m	3.87 ab	10.34 e-h
138-Y × 156-Y	3.87 b-j	0.90 j-o	3.74 a-d	9.79 j-l
138-Y × 9-1-Y	4.30 a-h	1.27 e-m	3.16 a-e	10.56 d-f
138-Y × 9-4-Y	4.03 a-j	1.24 e-n	3.08 a-e	10.01 h-k
138-Y × 15-5-Y	3.53 e-j	1.38 d-m	2.91 a-e	8.91 o-q
Paskal	3.67 c-j	1.60 b-i	3.37 a-d	9.03 n-p
Crimson Tide	3.77 c-j	1.17 f-n	3.09 a-e	8.34 s-w
LSD (%5)	0.92	0.56	1.06	0.35

## SONUÇ

Rapor edilen sağlık düzeylerinin belirlenmesinde meyve ve sebzelerin genotiplerinin biyoaktif bileşikleri ve antioksidan düzeyleri dış faktörler kadar agroteknik prosesler, çevresel koşullar, olgunlaşma aşaması, hasat ve hasat sonrası değişikliklerden güçlü şekilde etkilenmektedir (Waterman ve Mole, 1994; Abushita ve ark., 2000; Dumas ve ark., 2003; Lenucci ve ark., 2009). Perkins-Veazie ve ark. (2006, 2007) ve Leskovar ve ark. (2004) karpuzun askorbik asit içeriği, çözünür katı maddesi ve likopen içeriğinde genotipin önemini vurgulamıştır. Bizim iki yılda aldığımız sonuçlar da literatürleri desteklenmektedir.

Projedeki hibritler hasat edilmeden önce özel sektör firmalarına haber verilmiştir. Bu projeye özel sektör büyük ilgi göstermiş ve özel sektör firmalarının beğendikleri hibritlerin tohumlarından deneme amacıyla numuneler verilmiştir. Özel sektör firmaları da bu hibrit tohumları farklı lokasyonlarda denemeye almıştır. Bunun sonucu olarak 187×125 ve 11×162 kod numaralı karpuz çeşit adayları bir özel şirkete satılmıştır. Ayrıca başka özel sektör temsilcileri diğer hibrit çeşit adaylarının denemesine devam etmektedir. Gelen talepler doğrultusunda diğer çeşit adaylarının satışının yapılacağı düşünülmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından TAGEM/BBAD/16/A09/P04/04 proje numarası ile desteklenmiştir.

## Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## Yazar Katkısı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

## KAYNAKLAR

- Abushita AA, Daood HG, Biacs PA, 2000. Change in Carotenoids and Antioxidant Vitamins in Tomato as a Function of Varietal and Technological Factors. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 2075-2081.
- Bartolome AP, Ruperez P, Fuster C, 1995. Pineapple Fruit: Morphological Characteristics, Chemical Composition And Sensory Analysis Of Red Spanish And Smooth Cayenne Cultivars. *Food Chemistry* 53. 75-79.
- Bramley PM, 2000. Is lycopene beneficial to human health? *Phytochemistry*, 54(3): 233-236
- Cemeroğlu B, 2010. Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği yayınları No:34 No: 02-2. Ankara, 18s.
- Dumas Y, Dadomo M, Lucca GD, Grolier P, Di Lucca G, 2003. Effects of Environmental Factors and Agricultural Techniques on Antioxidant Content of Tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 83: 369-382.
- Fernandez-Caballero C, Romero I, Goni O, Escribano MI, Merodio C, Sanchez-Ballesta MT, 2009. Characterization of an Antifungal and Cryoprotective Class I Chitinase from Table Grape

- Berries (*Vitis vinifera* Cv. Cardinal). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 57 (19): 8893-8900.
- Fish WW, Perkins-Veazie P, Collins JK, 2002. A quantitative assay for lycopene that utilizes reduced volumes of organic solvents. Journal of Food Composition and Analysis, 15(3): 309-317
- Gil MI, Aguayo E, Kader AA, 2006. Quality Changes and Nutrient Retention in Fresh-Cut Versus whole Fruits During Storage. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54:4284-4296.
- Giovannucci E, 1999. Tomatoes, Tomato-Based Products, Lycopene, And Cancer: Review of the Epidemiologic Literature. Journal of the National Cancer Institute, 91: 317-331.
- Güçdemir İH, 2006. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü yayınları, Genel Yayın Numarası: 231, Teknik Yayın Numarası: T.69. Ankara.
- ITC, 2016. Uluslararası Ticaret Merkezi Web Sayfası. <http://www.intracen.org/>
- Jayaprakasha GK, Chidambara Murthy KN, Patil BS, 2011. Rapid HPLC-UV Method for Quantification of L-Citrulline in Watermelon and its Potential Role on Smooth Muscle Relaxation Markers. Food Chemistry, 127: 240-248.
- Karaca F, Yetişir H, Solmaz I, Çandır E, Kurt Ş, Sarı N, Güler Z, 2012. Rootstock potential of Turkish *Lagenaria siceraria* Germplasm for Watermelon: Plant Growth, Yield And Quality. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 36: 167-177.
- Karaman MR, 2012. Bitki Besleme. 1066 S. Ankara.
- Klimczak I, Ma"ecka M, Szlachta M, Gliszczynska-Swig"o A, 2007.Effect of Storage on the Content of Polyphenols, Vitamin C and the Antioxidant Activity of Orange Juices. Journal of Food Composition and Analysis, 20: 313-322.
- Lee HS, Castle WS, Coates GA, 2001. High-Performance Liquid Chromatography for the Characterization of Carotenoids in the New Sweet Orange (Earlygold) Grown in Florida, USA. Journal of Chromatography A, 913 (2001): 371-377.
- Lee HS, Coates GA, 1999. Food Chemistry, 65:165-168
- Lenucci MS, Caccioppola A, Durante M, Serrone L, De Caroli M, Piro G, Dalessandro G, 2009. Carotenoid Content During Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Fruit Ripening in Traditional and High-Pigment Cultivars. Italian Journal of Food Science, 4 (21): 461-472.
- Leong LP, Shui G, 2002. An Investigation of Antioxidant Capacity of Fruits in Singapore Markets. Food Chemistry, 76:69-75.
- Leskovar DI, Bang HJ, Crosby K, Maness N, Franco JA, Perkins-Veazie P, 2004. Lycopene, Carbohydrates, Ascorbic Acid, and Yield Components of Diploid and Triploid Watermelon Cultivars are Affected by Deficit Irrigation. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 79 (3): 75-81.
- Mcguire RG, 1992. Reporting of Objective Color Measurements. HortScience, 27 (12): 1254-1255.
- Merodio C, Munoz MT, Del Cura B, Buitrago D, Escribano MI, 1998. Effect of High CO<sub>2</sub> Level on the Titres of C-Aminobutyric Acid, Total Polyamines and Some Pathogenesis-Related Proteins in Cherimoya Fruit Stored at Low Temperature. Journal of Experimental Botany, 49(325):1339-1347.
- Muzzarelli RAA, 1977. Chitin. Pergamon Pres, 163.
- Olives-Barba AI, Hurtado MC, Sanchez-Mata MC, Ruiz VF, Saenz-De Tejado ML, 2006. Application of UV-Vis Detection HPLC Method for a Rapid Determination of Lycopene and B-Carotene in Vegetables. Food Chemistry, 95 (2): 328-336.
- Oluk AC, Aras V, Ağçam E, Akyıldız A, Sari N, 2017. Some Biochemical Characteristics of Grafted Watermelon. Indian Journal of Horticulture, 74(1): 71-74.
- Packer L, Rimbach G, Virgili F, 1999. Antioxidant activity and biologic properties of a procyanidin-rich extract from pine (*pinus maritima*) bark, pycnogenol. Free Radical Biology and Medicine, 27(5-6): 704-724.
- Perkins-Veazie P, 2002. Composition of Orange, Yellow, and Red Fleshed Watermelon. Cucurbitacea, 436-440.

- Perkins-Veazie P, Collins JK, Clevidence B, 2007. Watermelons and health. *Acta Horticulture (ISHS)*, 731: 121–128.
- Perkins-Veazie P, Collins JK, Davis AR, Roberts W, 2006. Carotenoid content of 50 watermelon cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54: 2593–2597
- Rao AV, 2006. Tomatoes, Lycopene and Human Health. *Preventing Chronic Diseases*. Caledonian Science Press, Badalona, Spain
- Rice- Evans CA, Miller NJ, 1996. Antioxidant activities of flavonoids as bioactive components of food. *Biochemical Society Transactions*, 24(3): 790-795.
- Singleton VL, Rossi JL, 1965. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdc Phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16:144-158.
- Tadmor Y, King S, Levi A, Davis A, Meir A, Wasserman B, Hirschberg J, Lewinsohn E, 2005. Comparative Fruit Colouration in Watermelon and Tomato. *Food Research International*, 8-9: 837-841.
- Tarazona-Díaz MP, Viegas J, Moldao-Martins M, Aguayo E, 2011. Bioactive compounds from flesh and by-product of fresh-cut watermelon cultivars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(5): 805-812.
- Tlili I, Hdider C, Lenucci, MS, Riadh I, Jebari H, Dalessandro G, 2011. Bioactive Compounds and Antioxidant Activities of Different Watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansfeld) Cultivars as Affected by Fruit Sampling Area. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24: 307-314
- Tokgöz H, Gölükçü M, Toker R, Yıldız Turgut D, 2015. Karpuzun (*Citrullus Lanatus*) Bazı Fiziksel Ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Aşılı Fide Kullanımı Ve Hasat Zamanının Etkileri. *GIDA*.
- Waterman PG, Mole S, 1994. Why Are Phenolic Compounds so Important. In: Waterman, P.G., Mole, S. (Eds.), *Analysis of Phenolic Plant Metabolites*. Blackwell, Oxford, pp. 61–63.
- Wen CM, Tseng CS, Cheng CY, Li YK, 2002. Purification, Characterization and Cloning of a Chitinase from *Bacillus* sp. NCTU2. *Biotechnology and Applied Biochemistry*, 35, 213–219.

**Atf İçin:** Türkhan A, Kaya ED, Sarı S, Tohumcu F, Özden E, 2021. Farklı Tuzluluk Sınıfındaki Topraklarda Yetiştirilen Domates Tohumlarında Bazı Antioksidan Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(Özel Sayı): 3406-3415.

**To Cite:** Türkhan A, Kaya ED, Sarı S, Tohumcu F, Özden E, 2021. Determination of Some Antioxidant Enzyme Activities in Tomato Seeds Grown in Soils of Different Salinity Classes. Journal of the Institute of Science and Technology, 11(Special Issue): 3406-3415.

### Farklı Tuzluluk Sınıfındaki Topraklarda Yetiştirilen Domates Tohumlarında Bazı Antioksidan Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi

Ayşe TÜRKHAN<sup>1</sup>, Elif Duygu KAYA<sup>2</sup>, Serdar SARI<sup>3</sup>, Faruk TOHUMCU<sup>3</sup>, Eren ÖZDEN<sup>4</sup>

**ÖZET:** Toprak tuzluluğu bitkisel üretimde verim kaybına yol açmakla birlikte doğrudan veya dolaylı olarak tohum verim ve kalitesini de etkilemektedir. Iğdır ovası yazları sıcak ve kurak geçmesi, yıllık ortalama yağış miktarının Türkiye ortalamasının altında olması ve taban suyu yüksekliği nedeniyle yüksek tuzlanma potansiyeli taşımaktadır. Bu durum hali hazırda ovanın bir kısım topraklarının tarım dışı kalmasına yol açmıştır. Bu çalışma ile Iğdır üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezinde bulunan altı farklı toprak tuzluluğuna sahip alanlarda iki yıl hasat edilmiş ‘Süper domates’ genotiplerinde bazı antioksidan enzim aktiviteleri belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca çalışma sırasında SOD, KAT ve APX enzim aktiviteleri spektrofotometrik olarak belirlenen tohumlarda doğal poliakrilamid jel elektroforezleri (Doğal PAGE) ayrı ayrı yapılmıştır. Her bir enzim için elektroforez sonrası jellere substrat boyama yapılarak enzimlerin varlığı gösterilmiştir. Elde edilen veriler ışığında tuzlu-alkali topraklarda hasat edilen tohumlarda protein aktivitesi düşük belirlenmişken, en yüksek protein aktivitesi tuzlu topraklardan alınan tohumlarda belirlenmiştir. Toprak tuzluluğunun bitkide oluşturduğu tuz stresi ile tuzlu-alkali alanlarda SOD ve KAT enzim aktiviteleri en yüksek bulunmuşken, normal topraklardan hasat edilen topraklarda SOD ve KAT aktiviteleri daha düşük hesaplanmıştır. APX enzim aktivitelerinde ise normal toprak koşullarında tuzlu-alkali toprak koşullarına doğru aktivitenin arttığı gözlenmiştir. Elde edilen sonuçlar toprak tuzluluğu ve alkaliliğine bağlı olarak bitkide tuz stresinin şiddeti arttıkça hasat edilen tohumlardaki antioksidan enzim aktivitelerinin de arttığını göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** APX, KAT, SOD, Doğal-PAGE, *Solanum lycopersicon*, toprak tuzluluğu, tuz stresi

#### Determination of Some Antioxidant Enzyme Activities in Tomato Seeds Grown in Soils of Different Salinity Classes

**ABSTRACT:** Soil salinity causes yield loss in plant production, but also directly or indirectly affects seed yield and quality. Iğdır plain has a high salinization potential due to hot and dry summers, low annual average rainfall for Turkey, and high groundwater. This situation has already caused some lands of the plain to be out of agriculture. In this study, it was tried to determine some antioxidant enzyme activities in ‘Süper domates’ genotypes harvested for two years in six different soil salinity areas in Iğdır University Agricultural Application and Research Center. In addition, Native Polyacrylamide Gel Electrophoresis (Native-PAGE) was performed separately on the seeds whose SOD, CAT and APX enzyme activities were determined spectrophotometrically during the study. After electrophoresis for each enzyme, the presence of enzymes was demonstrated by performing substrate staining on the gels. In the light of the data obtained, while the protein activity was low in the seeds harvested in saline alkaline soils, the highest protein activity was determined in the seeds taken from saline soils. SOD and CAT enzyme activities were found to be highest in salt stress caused by soil salinity in the plant and in saline-alkaline areas, while SOD and CAT activities were calculated lower in soils harvested from normal soils. In the APX enzyme activities, it was observed that the activity increased from normal soil to saline-alkaline soil conditions. The results showed that the antioxidant activity in the harvested seeds increased as the severity of salt stress increased in the plant depending on the soil salinity and alkalinity.

**Keywords:** APX, CAT, SOD, Native-PAGE, *Solanum lycopersicon*, soil salinity, salt stress

<sup>1</sup> Ayşe TÜRKHAN ([Orcid ID: 0000-0002-2195-9435](https://orcid.org/0000-0002-2195-9435)) Iğdır Üniversitesi, Iğdır Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri Bölümü, Iğdır, Türkiye

<sup>2</sup> Elif Duygu KAYA ([Orcid ID: 0000-0003-1203-979X](https://orcid.org/0000-0003-1203-979X)) Iğdır Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Iğdır, Türkiye

<sup>3</sup> Serdar SARI ([Orcid ID: 0000-0002-9990-7918](https://orcid.org/0000-0002-9990-7918)) Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

<sup>3</sup> Faruk TOHUMCU ([Orcid ID: 0000-0003-4092-4868](https://orcid.org/0000-0003-4092-4868)) Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

<sup>4</sup> Eren ÖZDEN ([Orcid ID: 0000-0001-7507-9815](https://orcid.org/0000-0001-7507-9815)) Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Eren ÖZDEN, e-mail: eren.ozden@igdir.edu.tr

Makale 15-17 Kasım 2021 tarihlerinde Iğdır’da online olarak düzenlenen “Uluslararası Katılımlı Türkiye 7. Tohumculuk Kongresi’nde Sözlü Sunum olarak sunulmuştur.

## GİRİŞ

Ülkemizde ve dünyada hızla artan nüfus beraberinde gıdaya olan ihtiyacı her geçen gün artırmaktadır. Yoğun nüfus artışı, su kaynaklarının ve tarım alanlarının azalmasına neden olmaktadır. Tarımsal üretimde verimi artırmak için kullanılan kimyasallar nedeniyle tarım alanları kirlenmekte ve verimsizleşmektedir (Dere, 2021).

Tuzluluk, özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yıkama sonucu yeraltı suyuna karışan çözünabilir tuzların yüksek taban suyuyla birlikte toprak yüzeyine çıkması ve ardından buharlaşma sonucu suyun topraktan ayrılarak tuzun toprak yüzeyinde veya yüzeye yakın bölümünde birikmesi olayı olup abiyotik stres faktörleri olarak bilinen olumsuz çevre koşullarının yarattığı sınırlandırıcı etkilerin en başta gelenlerinden birisidir (Patel ve ark., 2002; Rogers, 2002; Demir, 2009). Abiyotik bir faktör olan toprak tuzluluğu, doğal ve yapay olarak iki şekilde ortaya çıkmaktadır. Doğal tuzluluğun sebepleri arasında drenaj problemleri, yağışlar ile tuzların taşınması ve yer altındaki tuzların yükselmesi nedenleri sayılabilmektedir. Yapay tuzluluk probleminin sebepleri ise sulama, gübreleme, sulama suyu kalitesi, bilinçsiz otlatmadır (Karaoğlu ve Yalçın, 2018; Korkmaz, 2021).

Tuz stresi dünyada her yıl çok büyük ekonomik zararlara neden olmaktadır ve ülkemiz topraklarının yaklaşık %5.5'i gibi büyük bir kısmı tuzluluk tehdidi ile karşı karşıyadır (Temel ve Şimşek, 2011). Bu durum, ürün verimi ve kalitesindeki azalmaya bağlı olarak büyük ekonomik kayıplara da yol açabilmektedir. 2030 yıllarda kuru ve sıcak bir iklim dalgasının Güney Avrupa'yı ki burası Türkiye'yi de içine alan bölgede oldukça etkili olacağı ve bitkisel üretimi olumsuz yönde etkileyeceği tahmin edilmektedir (Talhouni ve ark., 2017).

Tuz stresi oldukça karmaşık bir şekilde çalışarak birçok metabolik aktiviteyi etkilemektedir. Bitkiler için atmosferik oksijen ( $O_2$ ) düzeyi oldukça önemlidir.  $O_2$  normal koşullar altında bitki büyümesi ve gelişmesi için gerekli iken, konsantrasyonu gereğinden fazla arttığı zaman, ölüm ile sonuçlanabilecek hücre hasarları oluşmasına neden olabilir (Çulha ve Çakırlar, 2011). Ozmotik değişim sonucunda su noksanlığı oluşmakta ve bu noksanlık süperoksit ( $O_2^{\cdot-}$ ), hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ), hidroksil radikalleri ( $OH^{\cdot}$ ) ve tekil oksijen ( $^1O_2$ ) gibi çeşitli reaktif oksijen türlerinin oluşumuna neden olmaktadır. Reaktif oksijen türleri, stres şartlarında kloroplast ve mitokondrilerde meydana gelen metabolik reaksiyonlar sonucu ve hücrede membran lipitleri, nükleik asitler, proteinler, klorofiller ve diğer makro moleküllere zarar vermektedir (Mittler, 2002; Apel ve Hirt, 2004; Çulha ve Çakırlar, 2011). Bitkiler, tuz stresi ile meydana getirilen Reaktif oksijen türlerinden hücreyi korumak için, askorbat, glutatyon,  $\alpha$ -tokoferol, karotenoidler gibi antioksidanları ve katalaz (KAT), Askorbat peroksidaz (APX), glutatyon redüktaz (GR), süperoksit dismutaz (SOD) gibi antioksidatif enzimleri kullanmaktadırlar (Chen ve Murata, 2002; Yaşar ve ark., 2008).

Türkiye, elverişli iklim koşulları sayesinde çeşitli meyve ve sebzelerin küresel üretim ve ihracatında önemli bir role sahiptir. Domates, Türkiye'de yerli sebze üretiminin %40'ından fazlasını karşılayan, iç piyasada yaygın olarak tüketilen ve gıda sanayisine hammadde sağlayan önemli bir üründür (Keskin, 2021). Dünyada yaklaşık 51 milyon dekar alanda 177 milyon ton domates üretimi yapılırken, ülkemizde yaklaşık 1.7 milyon dekar alanda 12.2 milyon ton domates üretimi yapılmaktadır (FAO, 2020). Buda domatesin Dünya'da ve ülkemizde en fazla üretimi yapılan ve ekonomik büyüklüğü olan sebzeler arasında olduğunu göstermektedir (Nangare ve ark., 2016; Cui ve ark., 2020). Abiyotik stres faktörleri olan, tuzluluk, kuraklık, ağır metal, düşük ve yüksek sıcaklık gibi etkenlerden domates olumsuz etkilenmektedir (Shao ve ark., 2015; Dere ve Daşgan, 2019; Dere, 2021).

Birçok çalışmada, antioksidan savunma sistemlerinin bitki tuz toleransının belirlenmesinde hayati bir role sahip olduğu bilinmektedir. Antioksidanlar, bitki hücrelerinin optimum sağlığını korumak için

kritik öneme sahiptir (Ali ve Alquainy, 2006). Antioksidan koruma sistemi, enzimatik [Süperoksit dismutaz (SOD), peroksidaz (POX) ve katalaz (CAT)] ve enzimatik olmayan [askorbik asit (AsA), salisilik asit, tokoferol, glutatyon (GSH) ve karotenoidler] moleküllere bağlıdır ve bu moleküller sayesinde ROT'ların zararlı etkileri bloke edilir (Chen ve Murata, 2002). Bitkilerde reaktif oksijen türlerinin temizlenmesinde rol oynayan antioksidan enzimlerin oksidatif strese maruz kaldıklarında arttığı kabul edilmektedir (Ozden ve ark., 2021). Bu tür enzimler arasında superoxide dismutase, (SOD; EC 1.15.1.1), katalaz (CAT; EC 1.1.1.1.6) ve askorbat peroksidaz (APX; EC 1.11.1.11)'de bulunur (Kapoor ve ark., 2019).

Oksijeni metabolize eden bütün hücrelerde bulunan süperoksit dismutaz [(SOD), süperoksit oksidoredüktaz, EC 1.15.1.1], süperoksidin hidrojen peroksitide dismutasyonunu katalizleyen metalloenzimdir. Organizmalarda serbest radikallere karşı ilk savunma süperoksit dismutaz ile gerçekleşmektedir (Blokhina ve ark., 2003). SOD, Süperoksidin daha az toksik olan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'ye dönüşümünü katalizler (Karadağ, 2013). Katalaz (KAT), (Hidrojen Peroksit; Hidrojen peroksit oksidoredüktaz, (EC.1.11.1.6), H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'nin su ve oksijene indirgenmesini katalizleyen, tetramerik demir porfirin içeren yüksek molekül ağırlıklı bir antioksidan enzimdir (Brown-Peterson ve Salin 1993; Gonçalves ve ark., 1999; Chaudiere ve Ferrari-Iliou, 1999). Katalaz, moleküler O<sub>2</sub> varlığında metabolizmanın bazı kademelerinde sentezlenen, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> radikalliğini gidererek özellikle membranlarda oluşturabileceği geri dönüşümsüz hasarları engellemektir (Karadağ, 2013). Askorbat peroksidaz fotosentez sırasında meydana gelen H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 'nin uzaklaştırılmasında CAT'a yardımcı olurlar. APX, askorbatı elektron vericisi olarak kullanır ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'i suya indirger. APX, birçok organizmada ROT'a karşı oluşturulan savunmada önemli bir rol üstlendiği bilinen enzimatik antioksidanlardandır (Demiral, 2003; Karadağ, 2013).

Çalışmamızda farklı toprak tuzluluk değerlerine sahip topraklarda yetiştirilen domates bitkilerinden alınan tohumlarda stres koşullarında bitki savunma mekanizmasında görev alan bazı antioksidan enzim aktiviteleri spektrofotometre kullanılarak hesaplanmış ve elektrofotometrik olarak gösterilmiştir.

## MATERYAL VE METOT

### Bitkisel Materyal

Bu çalışma Iğdır üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezinde bulunan altı farklı toprak tuzluluğuna sahip alanda iki üretim sezonu yürütülmüştür. Domates çeşidi olarak Iğdır ovasında yoğun bir kullanım alanı bulunan yerel genotip 'Süper domates' kullanılmıştır. Domates fideleri tesadüf blokları deneme desenine göre dikilmişlerdir. Sulama hafta bir kez olarak yapılmış, ekim öncesi toprak işlemeyle beraber DAP gübresi (~18.4 kg/da) verilmiş, fide dikiminden sonraki 2 ve 4. haftalarda çapa ve boğaz doldurma işlemleri yapılmıştır. Bunların dışında bitkilerin yetiştirilmesi süresi boyunca gübreleme, budama ve çapalama gibi herhangi teknik bir işlem yapılmamıştır. Tohum alımı amacıyla meyveler olgun meyvelerden tek seferde üçüncü hasat döneminde yapılmıştır.

### Kimyasal Sarf Materyal

Deneylerde kullanılan kimyasal sarf malzemeler; bovine serum albümin, coomassie brilliant blue G-250, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, CuCl<sub>2</sub> 2H<sub>2</sub>O, NBT (nitro blue tetrazolium kloridin), askorbat, xhantine, EDTA, xanthine oxidase, akrilamid, TEMED, Tris, sodyum asetat, potasyum fosfat Sigma-Aldrich firmasından temin edilmiştir.

## Toprak Analizi

Tohumların hasat edildiği bitkilerin yetiştirildiği toprak özellikleri yapılan toprak analizi sonuçlarına bakıldığında U1 ve U2 normal, U3 ve U4 tuzlu, U5 ve U6 tuzlu alkali sınıfına ait olduğu görülmüştür (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Tohumların hasat edildiği bitkilerin yetiştirildiği toprak özellikleri

Bölgeler	pH (Saturasyon.Ekstraktı)	EC (mS cm <sup>-1</sup> )	ESP (%)	Tuzluluk Sınıfı
U1	8.29	0.67	3.7	Normal
U2	8.21	2.55	4.7	Normal
U3	8.37	7.45	11.9	Tuzlu
U4	8.41	4.65	6.4	Tuzlu
U5	8.64	7.66	18.7	Tuzlu-Alkali
U6	10.14	11.87	50.6	Tuzlu-Alkali

## Enzim Ekstraktı Hazırlanması

Özkan ve arkadaşları (2000) yöntemi modifiye edilerek kullanılmıştır. Farklı tuzluluk değerlerine sahip topraklarda yetiştirilen domates bitkilerinden elde edilen tohumlardan 0.5 gram tartılarak 10 mL, 50 mM fosfat tamponu (pH 7.0) içerisinde homojenatörde parçalanmıştır. Numune 4 katlı tülbentten süzülüş ve elde edilen süzüntü 4 °C' de, 10.000 rpm'de 1 saat santrifüj edilip, elde edilen süpernatant enzim ekstraktı olarak kullanılmıştır (Özkan ve ark., 2000)

## Protein tayini

Protein miktarları Bradford yöntemiyle belirlenmiştir. Standart grafiğin hazırlanmasında 1 mg mL<sup>-1</sup> sığır serum albumininden hazırlanan (BSA)(0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 ve 1 mg mL<sup>-1</sup>) konsantrasyonları kullanılmıştır (Bradford, 1976).

## Katalaz (KAT) Aktivitesi

Katalaz aktivitesi spektrofotometrik yöntemle belirlenmiştir. 3 mL kuvarz kuvet içinde 25 °C'de 2 mL 30 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> çözeltisi, 0.9 mL 50 mM fosfat (pH 7.0) tamponu ve 0.1 mL enzim çözeltisi karışımının 240 nm ( $\epsilon=43.6$ ) absorbanstai azalma  $\pm 0.001$  hassasiyetle kaydedilmiştir (Aebi, 1984; Dinçer, 2005). Bir ünite enzim, bir dakikada 1 mL'de 1  $\mu$ mol H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'in bozunması için gerekli olan enzim miktarı olarak belirlenmiştir. Spesifik aktivite, mg protein başına aktivite olarak belirlenmiştir.

## Askorbat Peroksidaz (APX) Aktivitesi

Askorbat peroksidaz (EC 1.11.1.11) aktivitesi Nakano ve Asada (1981)'nin önerdiği yöntemle belirlenmiştir. 1.6 mL 50 mM potasyum fosfat tamponu (pH 7.0), 0.2 mL enzim ekstresi, 0.2 mL 0.5 mM askorbat ve 0.2 mL 10 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> içeren reaksiyon karışımının absorbanstaidaki azalma, askorbik asidin okside olmasına bağlı olarak, 290 nm'de 2 dakika boyunca 10 sn aralıklarla kaydedilmiştir. Toplam APX aktivitesi, askorbatın ekstinksiyon katsayısı (2800 M<sup>-1</sup>cm<sup>-1</sup>) kullanılarak U mg<sup>-1</sup> protein olarak hesaplanmıştır. APX aktivitesi dakikada okside olan 1  $\mu$ mol ml<sup>-1</sup> askorbat olarak ifade edilmiştir.

## Süperoksit Dismutaz (SOD) Aktivitesi

Süperoksit Dismutaz (SOD) enzim aktivitesi Sun ve ark. (1988) tarafından geliştirilen metot kullanılarak ölçülmüştür. Reaksiyon çözeltisini 30  $\mu$ L 0.6 mM Ksantin, 20  $\mu$ L 0.6 mM EDTA, 30  $\mu$ L 150 mg l<sup>-1</sup> NBT, 10  $\mu$ L 400 mM Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 10  $\mu$ L 1 mg mL<sup>-1</sup> Sığır serum albümin, 0.166 U/mL Xanthine oxidase (Stoktan seyreltme yapılacaksa 2 M amonyum sülfat kullanılır.), 0.8 mM CuCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O ve 100  $\mu$ L enzim ekstraktı oluşturmuştur. Kör enzim dışındaki çözeltilerden oluşmaktadır. 20 dakika 25°C'de inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda 50  $\mu$ L CuCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O eklenerek reaksiyon durdurulmuş hem kör tüpü hem de numune tüpü saf suya karşılık 560 nm de absorbanstai okunmuştur. İnkübasyon esnasına

NBT'nin redüksiyon hızındaki %50'lik inhibisyon 1 SOD ünitesi olarak ifade edilmiştir. Hesaplamalar için aşağıdaki formüller kullanılmıştır. Spesifik aktivite, mg protein başına aktivite olarak belirlenmiştir.

### **Doğal Poliakrilamid Jel Elektrofrez (Doğal-PAGE)**

Doğal PAGE jeller Laemmli (1970) tarafından tarif edildiği gibi hazırlanmıştır.

### **Katalaz (KAT) (DOĞAL-PAGE)**

Katalaz enzimi için Doğal-PAGE, SDS içermeyen %5'lik yükleme jeli ve %10'luk ayırma jeli kullanılarak yapılmıştır. Jeller hazırlandıktan sonra tanka yerleştirilmiş. Daha sonra tank doğal-PAGE yürütme tamponu ile doldurulmuştur. Doğal PAGE Yükleme Çözeltisi ile karıştırılan örnekler şırınga yardımıyla kuyucuklara yüklenmiş ve elektroforez ünitesi buz dolu bir kabın içine yerleştirilmiştir. Ve boya yığma jelinden ayrılana kadar 30 mA'de daha sonra 50 mA'de çalıştırılarak yürütülmüştür. Elde edilen jel 3'er kez saf suda 10'ar dakika inkübe edilmiştir. 0.97 mM 100 mL H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> çözeltisinde 10 dk inkübe edilmiştir. Ardından jellerden H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uzaklaşması için saf suyla yıkanmış. Jelleri boyamak için taze hazırlanmış %2'lik FeCl<sub>3</sub>, %2'lik K<sub>3</sub>FeCN<sub>6</sub> çözeltilerinin karışımına eklenmiş jeller yeşil rengi gördüğü gibi saf suyla yıkanmıştır (Woodbury ve ark., 1971; Wayne ve Diaz, 1986; Dinçer, 2005). Jellerin görüntüsü alınmıştır.

### **Askorbat Peroksidaz (APX) (DOĞAL-PAGE)**

Askorbat peroksidazı doğal-PAGE'yi Mittler ve Zilinkas (1993)'in yöntemine göre belirlenmiştir. Doğal-PAGE, SDS içermeyen %5'lik yükleme jeli ve %10'luk ayırma jeli kullanılarak yapılmıştır. Jeller hazırlandıktan sonra tanka yerleştirilmiştir. Jeller örnekler yüklenmeden önce 2mM askorbat içeren tamponda 4 °C'de 30 dakika yürütülmüştür. Doğal PAGE yükleme çözeltisi ile karıştırılan örnekler şırınga yardımıyla kuyucuklara yüklenmiştir ve elektroforez ünitesi buz dolu bir kabın içine yerleştirilmiştir. Ve boya yığma jelinden ayrılana kadar 30 mA'de daha sonra 50 mA'de çalıştırılarak yürütülmüştür. Yürütme işlemi bittikten sonra jeller 2 mM askorbat içeren 50 mM potasyum fosfat tamponunda (pH 7.0) 20 dakika inkübe edilmiştir. Ardından 4 mM askorbat ve 2 mM hidrojen peroksit içeren 50 mM potasyum fosfat tamponunda (pH 7.0) 20 dakika bekletilmiştir. Daha sonra jeller tamponla 1 dakika yıkanmış ve 28 mM TEMED ve 2.5 mM NBT içeren 50 mM potasyum fosfat tamponuna alınmış ve ışıktaki 10-20 dakika bekletilmiştir (Yıldızıtugay, 2011). Jellerin görüntüsü alınmıştır.

### **Süperoksit Dismutaz (SOD)(DOĞAL-PAGE)**

Süperoksit dismutazın doğal-PAGE'yi Beauchamp ve Fridovich (1971)'e göre riboflavin ve NBT boyamasıyla yapılmıştır. Doğal-PAGE, SDS içermeyen %5'lik yükleme jeli ve %10'luk ayırma jeli kullanılarak yapılmıştır. Jeller hazırlandıktan sonra tanka yerleştirilmiştir. Daha sonra tank doğal-PAGE yürütme tamponu ile doldurulmuştur. Doğal PAGE Yükleme Çözeltisi ile karıştırılan örnekler şırınga yardımıyla kuyucuklara yüklenmiş ve elektroforez ünitesi buz dolu bir kabın içine yerleştirilmiştir. Ve boya yığma jelinden ayrılana kadar 30 mA'de daha sonra 50 mA'de çalıştırılarak yürütülmüştür. Jel yürütme işlemi bitince jeller 1.22 mM 50 mL NBT içinde 45 dk inkübe edilmiştir. Daha sonra jeller pH 7.0 fosfat tamponu içinde hazırlanmış 0.0265 mM riboflavin ve 28 mM TEMED içerisinde bantlar belirene kadar bekletilmiş ve jeller görüntülenmiştir.

### **İstatiksel Analiz**

Farklı toprak tuzluluğuna sahip alanlardan hasat edilen domates tohumlarının antioksidan enzim aktivitelerindeki istatistik farklılık JMP 14 paket programı kullanılarak DUNCAN çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.

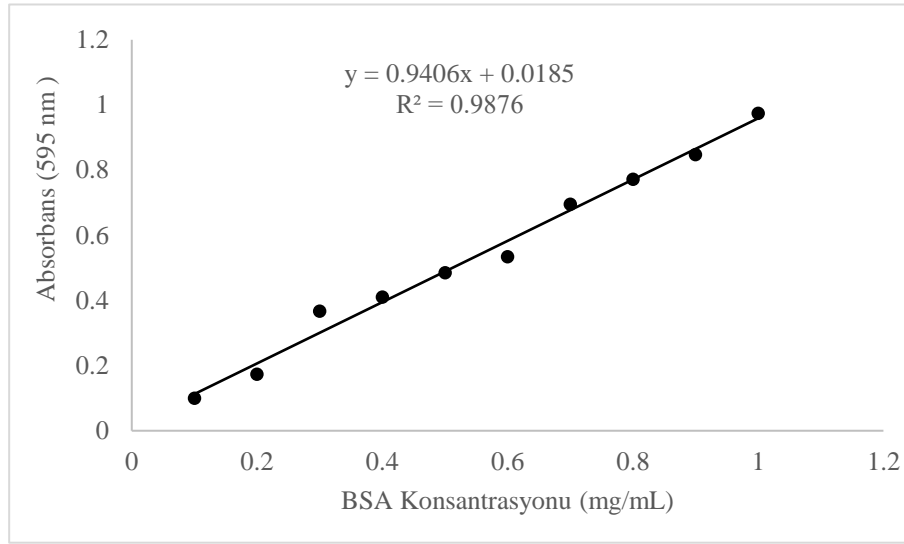


## BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışma Iğdır Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezinde bulunan altı farklı toprak tuzluluğuna sahip alanda iki üretim sezonu yürütülmüştür. Domates çeşidi olarak Iğdır ovasında yoğun bir kullanım alanı bulunan yerel genotip 'süper domates' kullanılmıştır. Bu altı bölgenin toprak analizi yapılmıştır. Domateslerin tohumları enzim ekstraktı hazırlanması yönteminde bahsedildiği gibi hazırlanmıştır. Her bir tohum için SOD, KAT ve APX antioksidan enzimleri aktiviteleri spektrofotometrik olarak belirlenmiş ve elektroforetik olarak enzimlerin varlığı gösterilmiştir.

### SOD, KAT, APX Aktiviteleri ve Protein Miktarlarının Belirlenmesi

2019, 2020 yıllarında 2 yıllık dönemde altı farklı toprak tuzluluğunda yetiştirilmiş domateslerden elde edilen tohumlardaki SOD, KAT, APX aktiviteleri ve protein miktarları aşağıdaki tabloda verilmiştir (Çizelge 2, Çizelge 3). Örneklerdeki protein miktarı tayininde kullanılan standart grafik Şekil 1. ile gösterilmiştir.



Şekil 1. Protein standart grafiği (1mg/ml BSA)

Çalışmamızdan elde edilen veriler ışığında farklı toprak tuzluluklarında hasat edilen tohumlarda protein içeriği açısından istatistik açıdan farklılık bulunmakla beraber, toprak sınıflarına göre farklılık görülmemiştir.

### Çizelge 2. 2019 yılı hasat edilen domates tohumlarında bazı antioksidan enzim aktiviteleri

Bölgeler	SOD EU/mg protein	KAT EU/mg protein	APX EU/mg protein	Protein mg/0,5 gram tohum
U1	0.445e	0.953d	0.0013c	342.2a
U2	0.629c	1.842b	0.0012c	220.8b
U3	0.518d	1.880b	0.0014bc	217.2b
U4	0.409e	1.245c	0.0016b	334.9a
U5	0.700b	2.129a	0.0026a	213.4b
U6	0.982a	2.393a	0.0023a	136.8c

$P \leq \%0.5$  'e göre önemli olduğunu göstermektedir.

2019 yılında istatistiki olarak en yüksek protein içeriği U1 ve U4 alanlarından alınan tohumlarda tespit edilmişken, 2020 yılında istatistiki olarak en yüksek protein içeriği U2 ve U4 alanlarından alınan tohumlarda belirlenmiştir. Ancak 2019 yılında en düşük protein içeriği istatistik açıdan U6 alanından alınan tohumlarda, 2020 yılında ise U1 ve U6 alanından alınan tohumlarda belirlenmiştir (Çizelge 2, Çizelge 3). Benzer olarak Durukan, (2011) yaptığı çalışmada, farklı konsantrasyonlarda tuz stresi uygulanmış haşhaş (*Papaver somniferum* L) çeşitlerinden elde edilen tanelerde, tuz stresi uygulamalarının genel olarak toplam protein miktarlarında azalmalara neden olduğu bildirilmiştir.

**Çizelge 3.** 2020 yılı hasat edilen domates tohumlarında bazı antioksidan enzim aktiviteleri

Bölgeler	SOD EU/mg protein	KAT EU/mg protein	APX EU/mg protein	Protein mg/0.5 gram tohum
U1	0.227e	1.057c	0.0009d	140.0d
U2	0.387d	1.055c	0.0014c	375.4a
U3	0.405cd	1.666b	0.0016c	271.2c
U4	0.544b	2.476a	0.0013c	381.7a
U5	0.462c	1.357bc	0.0024b	330.1b
U6	0.665a	2.757a	0.0034a	148.1d

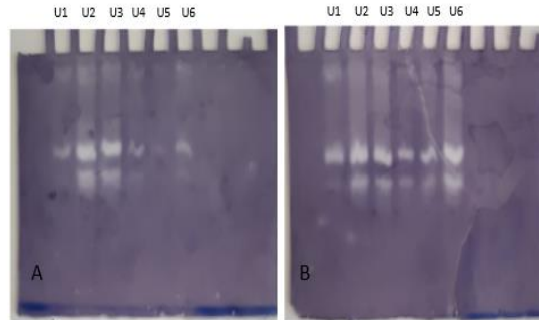
$P \leq \%0.5$  'e göre önemli olduğunu göstermektedir.

Stress koşullarında oluşan ROT'ların oksidatif hasarını ortadan kaldırmak için bitkide var olan antioksidan enzimlerin aktivitelerinin arttığı birçok çalışmada bildirilmektedir. Birçok araştırmacı farklı bitkisel kaynaklarda tuzun zararlarından kurutulmak için antioksidan enzim aktivitelerinde oluşan değişimleri incelemiştir (Yaşar ve ark., 2008; Durukan, 2011).

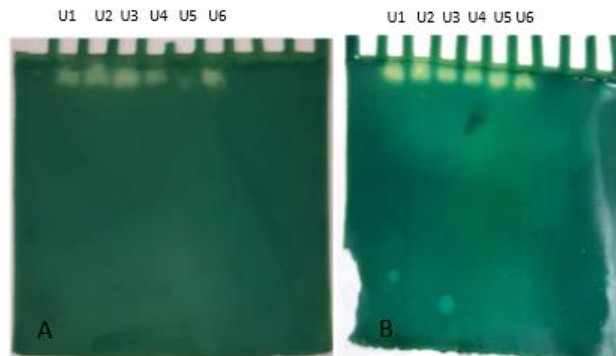
SOD, KAT ve APX enzim aktivitelerinin her üçü de toprak tuzluluğuna göre istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Çalışmamızda toprak tuzluluğunun bitkide oluşturduğu tuz stresi ile tuzlu-alkali alanlarda SOD ve KAT enzim aktiviteleri en yüksek bulunmuşken, normal topraklardan hasat edilen topraklarda SOD ve KAT aktiviteleri daha düşük hesaplanmıştır. APX enzim aktivitelerinde ise normal toprak koşullarında tuzlu-alkali toprak koşullarına doğru aktivitenin arttığı gözlenmiştir. Elde edilen sonuçlar toprak tuzluluğu ve alkaliliğine bağlı olarak bitkide tuz stresinin şiddeti arttıkça hasat edilen tohumlardaki antioksidan enzim aktivitelerinin de arttığını göstermiştir. Benzer çalışmalar literatürde gösterilmiştir (Bor ve ark., 2003; Li, 2009; Yıldıztuğay, 2011; Sharma ve ark., 2013).

### SOD, KAT ve APX Doğal-PAGE

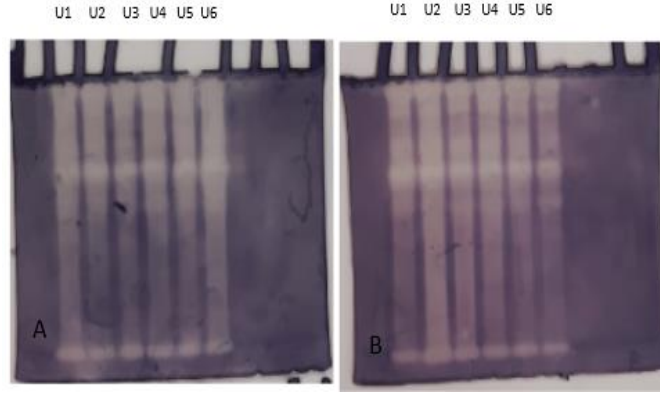
Bu çalışmada, domates tohumlarına SOD, CAT ve APX enzimleri için Doğal-PAGE yapılmış ve enzimlerin varlığı elektroforetik olarak substrat boyamaları yapılarak gösterilmiştir (Şekil 2, Şekil 3, Şekil 4). Benzer çalışmalarda jel görüntüleri literatürde verilmiştir (Yıldızdoğan, 2011; Tang ve ark., 2019).



**Şekil 2.** Domates tohumunun Süperoksit dismutaz enzimi için Doğal –PAGE görüntüleri. A) 2019 yılı B) 2020 yılı



**Şekil 3.** Domates tohumunun Katalaz enzimi için Doğal –PAGE görüntüleri. A) 2019 yılı, B) 2020 yılı



**Şekil 4.** Domates tohumunun Askorbat peroksidaz enzimi için Doğal –PAGE görüntüleri. A) 2019 yılı B) 2020 yılı

## SONUÇ

Toprakta veya bitkinin yetiştiği herhangi bir ortamda tuzluluk seviyesi arttıkça başta sebzeler olmak üzere bitkilerin birçoğunda gelişiminin olumsuz etkileneceği bilinen bir gerçektir. Bu çalışma ile farklı toprak tuzluluğuna sahip alanlarda yetiştirilen domateslerden hasat edilen tohumlarda topraktaki tuzluluk şiddeti arttıkça SOD, KAT ve APX antioksidan enzim aktivitelerinin de artış gösterdiği görülmüştür. Yani tuzluluk stresinin etkilerini sadece bitki yaşamamış, bu bitkilerden hasat edilen tohumlarda da stresin etkileri görülmüştür. Bu bağlamda özellikle açık tozlanan çeşitler veya genotiplerde tohumların farklı çimlenme ya da gelişim göstermelerinin nedeni esas bitkinin yetiştiği toprak veya ortam koşullarına bağlı olabileceğini göstermiştir. Bitki fizyolojisi birçok etmen tarafından yönlendirildiğinden benzer şekilde hasat edilen tohum partilerinde diğer birçok enzim, hormon, aminoasit ve fenoliklerin de incelenmesi konunun aydınlatılmasının önünü açabilecektir.

## Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## Yazar Katkısı

Bu çalışmada antioksidan enzim analizleri, DOĞAL-PAGE Ayşe Türkhan, Elif Duygu Kaya, Eren Özden tarafından, toprak tuzluluk analizleri Serdar Sarı ve Faruk Tohumcu tarafından, domates tohumlarının üretimi ve hasadı Eren Özden tarafında yapılmıştır.

## KAYNAKLAR

- Aebi H, 1984. Catalase *In Vitro*, In: *Methods in Enzymology*, Eds: Elsevier, 121-126.
- Ali AA, Alqurainy F, 2006. Activities of Antioxidants in Plants Under Environmental Stress. *The Lutein-Prevention and Treatment For Diseases*, 187-256.
- Apel K, Hirt, 2004. Reactive Oxygen Species: Metabolism, Oxidative Stress and Signal Transduction. *Annual Review of Plant Biology*, 55:373-399.
- BeauchampC, Fridovich I, 1971, Superoxide Dismutase: Improved Assays and An Assay Applicable to Acrylamide Gels. *Analytical Biochemistry*, 44:276-287.
- Blokhina O, Virolainen E, Fagerstedt KV, 2003. Antioxidants, Oxidative Damage and Oxygen Deprivation Stres. *Analns of Botany*, 91:179-194
- Bor M, Özdemir F, Türkan I. 2003. The Effect of Salt Stress on Lipid Peroxidation and Antioksidants in Leaves of Sugar Beet *vulgaris L.* and wild beet *Beta maritima L.* *Plant Science*, 164(1):77-84.
- Bradford MM, 1976. A Rapid and Sensitive Method for the Quantitationof Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding. *Analytical Biochemistry*, 72: 248–254.

- Brown-Peterson NJ, Salin ML, 1993. Purification of Catalase-Peroxidase from Halobacterium Halobium: Characterization of Some Unique Properties of the Halophilic Enzyme. *Journal of bacteriology*, 175(13): 4197-4202.
- Chaudiere J, Ferrari-Iliou R, 1999. Intracellular Antioxidants from Chemical to Biochemical Mechanism. *Food Chemical Toxicology*, 37:949-962.
- Chen TH, Murata N, 2002. Enhancement of Tolerance of Abiotic Stress by Metabolic Engineering of Betaines and Other Compatible Solutes. *Current Opinion in Plant Biology*, 5: 250–257.
- Cui J, Shao G, Lu J, Keabetswe L, Hoogenboom G, 2020. Yield, Quality and Drought Sensitivity of Tomato to Water Deficit during Different Growth Stages. *Scientia Agricola*, 7(2):e20180390.
- Çulha Ş, Çakırlar H, 2011. Tuzluluğun Bitkiler Üzerine Etkileri ve Tuz Tolerans Mekanizmaları. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11:11-34.
- Demir S, 2009. Tuz gölü Çevresinde Yetiştirilen Yöresel Kavun Populasyonunun (Koçhisar Kavunu) Tuza Tolerans Özellikleri Bakımından İncelenmesi. *Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*. Ankara.
- Demiral T, 2003. Genç Prinç Fidelerine Dışarıdan Glisinbetain Uygulamasıyla, Tuza Toleransının Arttırılmasında Antioksidan Enzim Aktivitelerinin Rolünün Araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Dere S, 2021. Kuraklık Stresi Koşullarında Bakteri Uygulamasının Domates Bitkileri Üzerine Etkileri. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 10(1):52-62.
- Dere S, Daşgan HY, 2019. Effect of Waterlogging on Three Different Tomato Genotypes. *2th International Mersin Symposium, Mersin;2003.p.145-158*.
- Diñer B, 2005. Bazı Termofilik Bakterilerden Katalazın Aktivitesinin İncelenmesi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktra Tezi*, Trabzon.
- Durukan H, 2011. Tescilli Haşhaş (*papaver somniferum* l.) Çeşitlerinde tuz stresinin antioksidan enzimler üzerine etkisi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilimdalı Yüksek Lisans tezi*. Tokat.
- FAO, 2020. The Global Status of Vegatable Production, Trade and Utilization. *Crop Production Manual*. <https://www.fao.org/3/ca7556en/CA7556EN.pdf>
- Gonçalves VM, de Cerqueira Leite, LC, Raw I, Cabrera-Crespo J, 1999. Purification of Catalase from Human Placenta. *Biotechnology and Applied Biochemistry*, 29:73-77.
- Gökoğlu BÇ, Aycı G, 2021. Organik Materyal Kullanımının Alkali Bir Toprağın Bazı Islah Göstergeleri Üzerine Etkisi. *Toprak Su Dergisi*, 10(1): 60-67.
- Kapoor D, Singh S, Kumar V, Romero R, Prasad R, 2019. Antioxidant Enzymes Regulation in Plants in Reference to Reactive Oxygen Species (Ros) and Reactive Nitrogen Species (rns). *Plant Gene*, 19.
- Karadağ F, 2013. Farklı dozlarda selenyum uygulamalarının Haşhaş (*papaver somniferum* l.)Yapraklarında Antioksidan Enzimler Üzerine Etkisi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*.
- Karaoğlu M, Yalçın AM, 2018. Toprak Tuzluluğu ve Iğdır Ovası Örneği. *Journal of Agriculture*, 1(1):27-41.
- Keskin G, 2021. Türkiye'nin Domates Üretimindeki Kayıpları Ve Rekabet Gücü. *Eurasian Journal of Agricultural Economics*, 1(2):18-37.
- Korkmaz Ş, 2021. In Vitro Tuz Stresinde Ayçiçeğinin (*Helianthus annuus* l.) Çimlenme ve Fide Gelişimine Putresinin Etkisi. *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans tezi*.
- Laemmli DK, 1970. Cleavage of Structural Proteins during in Assembly of the Head of Bacteriophage T4. *Nature*, 227: 680.
- LiY,2009. Physiological Responses of Tomato Seedlings (*Lycopersicon esculentum*) to Salt Stress. *Modern Applied Science*, 3(3):171.
- Mittler R, 2002. Oxidative Stress, Antioxidants and Stress Tolerance. *Trends in Plant Science*, 7:405- 410.

- Mittler R, Zilinskas BA, 1993. Detection of Ascorbate Peroxidase Activity in Native Gels by Inhibition of the Ascorbate Dependent Reduction of Nitroblue Tetrazolium. *Analytical Biochemistry*, 212:540-546.
- Nakano Y, Asada K, 1981. Hydrogen Peroxide is Scavenged by Ascorbate Specific Peroxidase in Spinach Chloroplast. *Plant Cell Physiology*, 22:867-80.
- Nangare DD, Singh Y, Kumar PS, Minhas PS, 2016. Growth, Fruit Yield and Quality of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) as Affected by Deficit Irrigation Regulated on Phenological Basis. *Agricultural Water Management*, 171:73-79.
- Ozden E, Light ME, Demir I, 2021. Alternating Temperatures Increase Germination and Emergence in Relation to Endogenous Hormones and Enzyme Activities in Aubergine Seeds. *South African Journal of Botany*, 139:130-139.
- Özkan A, Gündüz G, Çıplak B, Fışkın K, 2000. Kimyasal mücadele uygulanmış *Dociostaurus maroccanus* epidemik popülasyonundan alınan örneklerde antioksidan enzim aktiviteleri. *Turkish Journal of Biology*, 24(1): 141 - 149.
- Patel R, Prasher S, Bonnell R, Broughton R, 2002. Development of Comprehensive Soil Salinity Index. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 128(3):185-188.
- Rogers M, 2002. Irrigating Perennial Pasture with Saline Water: Effects on Soil Chemistry, Pasture Production and composition. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 42(3):265-272.
- Shao GC, Deng S, Liu N, Wang MH, She DL, 2015. Fruit Quality and Yield of Tomato as Influenced by Rain Shelters and Deficit Irrigation. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 17:691-704.
- Sharma I, Bhardwaj R, Pati PK, 2013. Stress Modulation Response of 24- epibrassinolide Against Imidacloprid in An Elite Indica Rice Variety Pusa Basmati-1. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 105(2):144-153.
- Talhouni M, Sönmez K, Ellialtıoğlu ŞŞ, Kuşvuran Ş, 2017. Tuz Stresi Altında Yetiştirilen Aşılı Patlıcan Bitkilerinde Bazı Bitki ve Meyve Özelliklerinin İncelenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6:71-80.
- Tang J, Wang SO, Hu KD, Huang ZO, Li YH, Han Z, Chen XY, Hu LY, Yao GF, Zhang, H, 2019. Antioxidative Capacity is Highly Associated with the Storage Property of Tuberous Roots in Different Sweet potato Cultivars. *Scientific Reports*, 9:11141.
- Temel S, Şimşek U, 2011. Iğdır Ovası Toprakların Çoraklaşma Süreci ve Çözüm Önerileri. *Alınteri*, 21(B):53-59.
- Wayne LG, Diaz GA, 1986. A Double Staining Method for Differentiating Between Two Classes of Mycobacterial Catalase in Polyacrylamide Electrophoresis Gels. *Analytical Biochemistry*, 157: 89-92.
- Woodbury W, Spencer AK, Stahmann MA, 1971. An Improved Procedure Using Ferricyanide for Detecting Catalase Isozymes. *Analytical Biochemistry*, 44: 301-305.
- Yaşar F, Ellialtıoğlu Ş, Özpaya T, Uzal Ö, 2008. Tuz Stresinin Karpuzda (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.) Antioksidatif Enzim (SOD, CAT, APX ve GR) Aktivitesi Üzerine Etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi. Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, 18(1): 61-65.
- Yıldıztuğay E, 2011. Endemik *Centaurea tuzgoluensis* Aytaç & H. Duman ve *Centaurea Lycaonica* Boiss. & Heldr.'nin Fizyolojik ve Biyokimyasal Özellikleri Üzerine Tuz Stresinin Etkileri, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Konya.

**Atf İçin:** Parlakova Karagöz F, Dursun A, 2021. Ultra-Sonic Sound Applications Used in Seed Viability, Seedling Growth and Plant Development of Ornamentals. İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(Özel sayı): 3416-3428.

**To Cite:** Parlakova Karagöz F, Dursun A, 2021. Ultra-Sonic Sound Applications Used in Seed Viability, Seedling Growth and Plant Development of Ornamentals. Journal of the Institute of Science and Technology, 11(Special Issue): 3416-3428.

## Süs Bitkilerinin Tohum Çimlenmesi, Fide Büyümesi ve Gelişiminde Kullanılan Ultrasonik Ses Uygulamaları

Fazilet PARLAKOVA KARAGÖZ<sup>1\*</sup>, Atilla DURSUN<sup>1,2</sup>

**ÖZET:** Ultrasonik ses, insan kulağının duyamayacağı (20-100 kHz) frekanslarda üretilen, maddelerle etkileşime giren akustik dalgalar, tarım endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda ultrasonik ses, tohumlarla ilgili literatürde bildirilen birçok örnekle çimlenmeyi teşvik eden bir teknoloji olarak büyük ilgi görmüştür. Bu derlemede ses ve mekanizması, ultrasonik ses uygulamalarının tohum ve bitki büyüme ve gelişimine etkileri kısaca sunulmuştur. Derlemenin temel amacı, süs bitkisi türlerinin tohum çimlenmesi üzerine ultrasonik ses uygulamalarının etkilerini detaylı olarak incelemek ve süs bitkilerinde ultrasonik ses uygulamalarının kullanım ve potansiyelini ortaya koymaktır. Ultra ses dalgası teknolojisi uzun bir geçmişe sahip olmasına rağmen, kullanılan teknolojinin sürekli gelişimi, modifikasyonu ve genişlemesi ile güncelliğini korumaktadır. Bu derleme, süs bitkisi türlerinin üretimine bu güncel teknolojinin dahil edilmesine dikkat çekilmesine katkıda bulunacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Çimlenmenin iyileştirilmesi, süs bitkisi, çiçekçilik, tohum çimlenmesi, ultrasonik ses

## Ultra-Sonic Sound Applications Used in Seed Viability, Seedling Growth and Plant Development of Ornamentals

**ABSTRACT:** Ultra-sonic sound, acoustic waves generated from frequencies in the ranges (20-100 kHz) that cannot be heard by the human ear, which interact with substances, are extensively used in agricultural industry. In recent years, ultra-sonic sound has gained great attention as a technology to stimulate germination with many examples reported in literature on seeds. In this review, sound and its mechanism, the effects of ultra-sonic sound applications on seed and plant growth and development are briefly presented. The main purpose of the review is to examine the effects of ultra-sonic sound applications on seed germination of ornamental plant species in detail and to present the use and potential of ultra-sonic sound applications in ornamental plants. Although ultra sound wave technology has a long history, it remains up-to-date with the continuous development, modification and expansion of the technology used. This review would help to contribute drawing attention to the inclusion of this current technology in the production of ornamental plant species.

**Keywords:** Improving germination, ornamental plant, floricultural, seed germination, ultrasound

<sup>1</sup> Fazilet PARLAKOVA KARAGÖZ ([Orcid ID: 0000-0001-7417-1716](https://orcid.org/0000-0001-7417-1716)), Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Erzurum, Türkiye

<sup>2</sup> Atilla DURSUN ([Orcid ID: 0000-0002-8475-8534](https://orcid.org/0000-0002-8475-8534)), Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Erzurum, Türkiye <sup>3</sup>Atilla DURSUN Department of Horticulture and Agronomy, Faculty of Agriculture, Kyrgyz – Turkish Manas University, Bishkek, Kyrgyzstan

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Fazilet PARLAKOVA KARAGÖZ, e-mail: f.parlakova@atauni.edu.tr

This article was presented orally at the 7th Seed Congress of Turkey held in İğdır between 15-17 November 2021

## INTRODUCTION

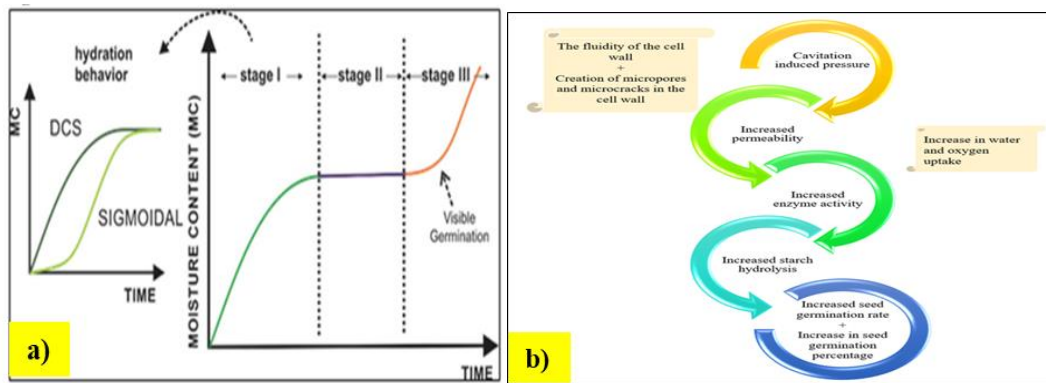
Seed is the basis for annual and biennial ornamental plants and an important starting material for the propagation of these plants. Germination of the seed is an event controlled by many biotic and abiotic factors. The seed must first emerge from embryonal dormancy and be in an environment with the optimum temperature and humidity required for germination in order to germinate the seed. In addition, the seed coat must allow water and gas (oxygen and carbon dioxide) permeability for germination.

In plant production, it is desired to complete the germination of the seeds sown in a short time and to complete the seedling emergence in a homogeneously. The seed used must be of high quality order for this request to be realized in the best way. The term seed quality describing the potential performance of a seed lot means seed in high genetic and physical purity, vigor, high yield potential, disease and pest infestation free, weed-free, not aged, undamaged, with optimum moisture content (usually 8-12%), high germination percentage (>80%), fast and uniform germination traits (Memiş, 2020). In general, seed quality is affected by many factors that occur before harvest, during harvest and after harvest during drying, processing and storage (Kibinza et al., 2006).

In order to improve seed quality, seed coating applications, germination promoting chemical applications, pre-germination (osmotic conditioning, hydropriming, priming, etc.) applications, which are called post-harvest applications, are widely used today. One of the applications for improving germination and eliminating dormancy in seeds (Miano et al., 2015) is Ultra-sonic sound applications. Successful results have been obtained from the studies on the effect of ultra-sonic sound applications on seed germination and plant growth. It has been reported that Ultra-sonic sound application induces seed germination (Creath and Schwartz 2004; Wang et al., 2012; Miano et al., 2015; Shekari et al., 2015; Liu et al., 2016; López-Ribera and Vicient, 2017). It has been stated that Ultra-sonic sound vibrations have effects such as washing the germination inhibitory substances in the seed coat, increasing in the embryonic development of the vibrations, and thinning the impermeable layer on the outer part of the seed coat (Gaba et al., 2008). The micro-holes opened from the seed coat can eliminate the negative effects caused by the seed coat and thus seed germination can be improved by increasing in the oxygen uptake and the contact of water with the embryo during the application process (Baker et al., 2001; Moussatov et al., 2005; Yaldagard et al., 2008). It also increases in germination percentage, root and stem length of seedlings, and seedling emergence index. It promotes enzyme activity and initiation of other biological processes (Baker et al., 2001; Teixeira Da Silva and Dobránszki, 2014; Shekari et al., 2015). In addition, this technique provides seed application by modifying the seed coat without damaging the seed, with natural drying allowing storage after application (Porto et al., 2018).

The mechanism of action of ultra-sonic sound waves on the seed is shown in Figure 1.b. Ultra-sonic sound applications provide the water and oxygen required for seed germination. Cavitation works by creating micro bubbles in water. It is led to the formation of the cell wall micro-pores, micro-cracks and cell wall fluidity by applying mechanical pressure on the seed. This increases in water and oxygen uptake (Figure 1.a). Enzyme activity increases as the seeds absorb water (Baker et al., 2001; Moussatov et al., 2005; Yaldagard et al., 2008; Wu et al., 2013).

Ultra-sonic sound water bath applications are short-term applications and seeds are applied for a short time with a simple Ultra-sonic sound water bath and can be used for sowing immediately after application. Ultra-sonic sound applications in seeds are advantageous as they are low cost, water saving, low energy use, easy and safe (Nazari and Eteghadipour 2017; Memiş, 2020).



**Figure 1. a);** Stages of the seeds germination as function of the moisture content. Adapted from Bewley and Black (1978) and Ibarz and Augusto (2015); DCS: the downward concave shape (Miano et al., 2016). **b);** the mechanism of action of ultra-sonic sound waves on the seed (Memiş, 2020)

The effects of ultra-sonic sound applications on organisms have been discussed in detail in terms of the preservation of agricultural products and plant growth, and the positive effects of the frequency and intensity of the sound wave on the products have been evaluated in various studies (Awad et al., 2012; Bilek and Turantaş, 2013; Hassanien et al., 2014; Teixeira Da Silva and Dobránszki, 2014; Dikilitaş et al., 2016; Leon et al., 2018). While some studies have focused on the positive effects of frequency and power on organisms, some of studies have examined the negative (Yiyao et al., 2002; Chivukula and Ramaswamy, 2014) effects of sound waves. It has been reported that when sound waves are applied to various plants, they contribute to the increase in their aromatic components (Shao et al., 2008; Li et al., 2008) and to the change of hormone levels in tissues (Bochu et al., 2001). Ultra-sonic sound applications have also been found to be effective in increasing in resistance to diseases (Zhang, 2012) and pests (Hou et al., 2009) and thus reducing the need for chemical fertilizers and biocides (Zhang, 2012; Carlson 2013; Hassanien et al. 2014; Chen et al., 2016).

In recent years, there have been many examples reported in the literature of seeds exposed to high-energy ultra-sonic sound using an ultrasonic wave water bath. Moreover, Ultra-sonic sound wave applications have also attracted attention as a technology to promote plant germination (Wang et al., 2012; Ghafoor et al., 2014; Miano et al., 2015; Tabaru et al., 2015; Yang et al., 2015; López-Ribera and Vicient, 2017). In previous studies, the application of Ultra-sonic sound has been investigated to promote germination in carrot, radish, okra, squash, tomato, corn, barley, soybean, bean, chickpea, wheat, pepper, watermelon, rice and sunflower seed species (Miyoshi and Mii, 1988; Hebling and da Silva, 1995; Shimomura, 1998; Shors et al., 1999; Carbonell et al., 2000; Aladjadjian, 2002; Florez ' et al., 2007; Yaldagard et al., 2008). The results of these studies have determined that the effects of ultra-sonic sound application on seed germination depend on the frequency, exposure time, distance and density from the organism, the physiological state of the environment, the temperature of the environment, and show great differences between different species and cultivars.

The literature on the use of ultra-sonic sound to enhance seed germination of in horticultural crops, is scarce. The literature on the use of ultra-sonic sound to enhance seed germination of in vegetable crops, is rather scarce. A study was conducted to determine its effectiveness on germination rate and time of different exposure times (10, 20, 30 minutes) of 50 kHz sound wave at 25 C on seed lots of 10 varieties of 8 species (watermelon, cucumber, melon, carrot, leek, tomato, pepper, eggplant) (Memiş 2020). The effects of the applications varied according to the time and plant species. Dönmez (2018) reported that ultrasound applications can be used as a pre-germination application in spinach seeds. Processing of spinach with agri-wave technology stimulated growth rate and increased yield (22.7%)



(Hou and Mooneyham, 1999). It has been reported that the sound wave-mediated growth of the mushroom mycelium increased by 15% and accelerated the fruiting of the edible mushroom (Jiang et al., 2011). The effects of the applications on both the germination rate and seedling emergence rate were positive (Memiş 2020).

The literature on the use of ultra-sonic sound on seed germination of ornamental plants is much more limited. Ultra-sonic sound applications on some ornamental plant species were performed in vitro and their effects on root growth and callus development in general were investigated [(*Gerbera jamesonii*) (Wang et al. 2003), (*Aloe arborescens* Mill.) (Liu et al. 2003), (*Dendrobium officinale*) (Wei et al. 2012), (*Dahlia x pinnata*) (Otani et al. 2013)].

In this review, it is aimed to examine the effects of Ultra-sonic sound applications on seed germination of ornamental plant species in detail and to present the use and potential of Ultra-sonic sound applications in ornamental plants. Although ultra sound wave technology has a long history, it remains up-to-date with the continuous development, modification and expansion of the technology used. This review would help to strengthen our knowledge to apply Ultra-sonic sound in horticultural practice and contribute to the development and drawing attention to the inclusion of this current technology in the production of ornamental plant species.

### Sound Wave and Mechanism of Action

Mechanical waves are physical factors that we are commonly exposed to as sound, light and water waves in our environment. A sound wave is a mechanical vibration that oscillates in frequency within the audible range of the ear (Middlebrooks and Green 1991). The unit of sound is measured in decibels and is a logarithmic unit. The lowest sound that can be heard with normal hearing is zero decibels (0 dB), and a person with good hearing can even hear a weaker sound level of minus five (-5) dB (Takeuchi et al., 2014; Mohanta, 2018).

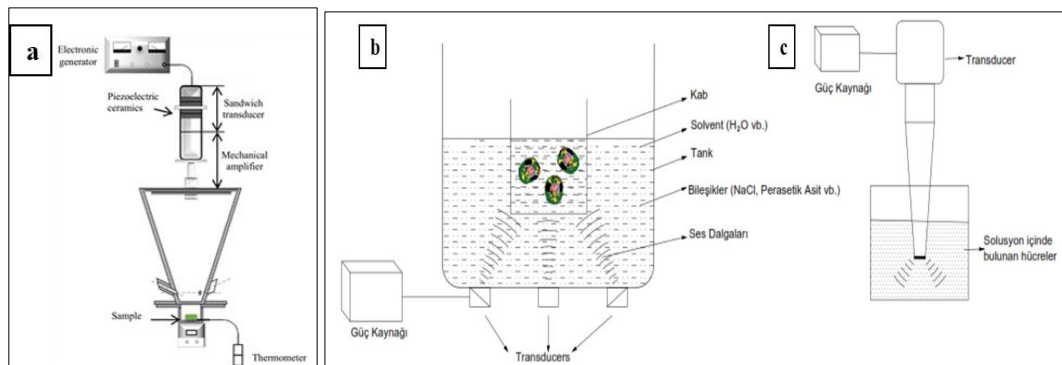
Sound waves are examined in three main spectra: “infrasound” with a frequency (vibration) less than 20 Hz, “audible sound” between 20 Hz and 20 kHz and “Ultra-sonic sound” with a frequency greater than 20 kHz. Ultra-sonic sound is a sound wave that includes frequencies that cannot be heard by the human ear, such as infrasound (Dolatowski et al., 2007; Dikilitaş et al., 2018). The human hearing limit is 15-20 kHz, and the frequency of ultra sound waves is above 50 kHz (Knorr et al., 2004). Accordingly, Ultra-sonic sound applications are divided into two as low energy and high energy (Kentish and Ashokkumar 2011). The low energy group has a frequency between 100-1000 kHz and a sound intensity lower than  $1 \text{ W m}^{-2}$ , the high energy group has a frequency between 20-100 kHz and a sound intensity higher than  $1 \text{ W m}^{-2}$ . Low-energy sound waves are waves that do not change the physical and chemical structure of the material they pass through. They do not have a destructing effect on foods, they are used to illuminate the structure and physicochemistry of foods (Leadley and Williams, 2006). They are also used for imaging purposes in the medical and industrial areas (Kentish and Ashokkumar, 2011). High-energy Ultra-sonic sound waves, on the other hand, not only increase in physical deterioration by leaving mechanical and chemical effects on living and non-living organisms, but also increase in chemical reactions (Golmohamadi et al., 2013). High-energy Ultra-sonic sound waves are the most widely used sound waves in biological studie (Piyasena et al., 2003).

When the ultra-sonic sound wave is applied to liquids (sonication), it creates waves deep in the liquid, and when these waves hit a solid object, they create a compression and expansion zone around them, creating a structure called a vortex or cavitation. These structures, called cavitation, are formed as a result of the formation, growth and collapse of air bubbles. Cavitation in the liquid is divided into stable and non-stable. Stable cavitation is achieved by low-intensity ultra-sonic sound waves, and non-

stable cavitation is achieved by high-intensity ultra-sonic sound waves. The gas formed in micro-air bubbles creates a shock wave with high temperature and pressure by exploding. During the explosion, a heat of 50-70 °C is released as theoretical and a pressure of 100 MPa, that is, 1000 atm, is formed, which allows the formation of free radicals in the liquid inside and outside the cell (Fellows, 2000). This situation, which occurs in a chain manner, creates negative pressure and facilitates the inactivation of microorganisms (Valero et al., 2007). These bubbles are very successful in breaking off particles on foods such as fruits and vegetables and disrupting their membrane structure. As a mechanism, the ultra-sonic sound wave also has the power to break up the film layer formed by microorganisms. Apart from the physical mechanism mentioned above, the most important mechanism is the chemical mechanism of action. This mechanism is explained by thinning of cell membranes, local heating and formation of free radicals (Fellows, 2000; Kadkhodae and Povey, 2008; Weiss et al., 2011). Again, hydrogen atoms by combining with hydroxyl radicals during cavitation generate  $H_2O_2$ ; this formation causes an extra damage to the cell wall (Lee and Feng, 2011; Dikilitaş et al., 2016).

### Generation of Ultra-Sonic Sound Wave

To generate an Ultra-sonic sound wave, an electrical source, transducer and coupler/emitter are needed firstly (Mothibe et al., 2011). While the electrical source produces the energy required for the Ultra-sonic sound wave, the transducers convert the electrical energy into mechanical vibration at the desired frequency and create pressure (Bermudez-Aguirre et al., 2011). Coupler/emitter, also called reactor or ultra-sonic sound cell, is involved in transferring to the liquid medium from the transducer of the ultra-sonic sound wave (Leadley and Williams, 2006). Such devices are used for mixing and homogenization process. The mechanism of the sound wave and the method used in this area are presented in Figure 2.



**Figure 2.** (a) Scheme of the Airborne Acoustic Ultra-sonic sound generator (Porto et al., 2018); (b) Application of Ultra-sonic sound on cell suspension in a cap; (c) Application of soundwave via sonicator (modified from the work of Sao Jose et al., 2014) (Dikilitaş et al., 2016)

### Ultra-Sonic Sound Applications Used in Seed Germination, Seedling Growth and Development of Ornamental Plants

Ultra-sonic sound applications used in seed germination, seedling development, plant growth and development of ornamental plants were generally carried out in vitro conditions, and root growth and callus development were emphasized especially as growth parameters. The reviewed research results on the subject are presented below.

In an attempt to develop a suitable protocol for the asymbiotic germination of *Calanthe* hybrid seeds (“Hyesung”x“Jeongmong”, “Hwagung”x“Hesung”), modified medium supplemented with different concentrations of activated charcoal (0, 0.01, 0.1 g l<sup>-1</sup>), naphthaleneacetic acid (NAA) and 6-benzylaminopurine (BA) (0.1, 0.5, 1.0 mg l<sup>-1</sup>) were tested. In addition, the effects of ultra-sonic sound

pretreatment time (at 42 kHz frequency, 0 (control), 3, 5, 7 and 10 minutes) were also investigated. Ultra-sonic sound applications significantly increased in the number of germinated seeds at exposure times of up to 10 minutes (Shin et al., 2011).

Mature seeds of *Calanthe discolor* were sterilized with 1% sodium hypochlorite solution and sowed in liquid medium after ultra-sonic sound application. The seed coat was removed from almost all seeds after 4 minutes of sonication. However, prolonged administration of more than 8 minutes increased in the percentage of destroyed embryos. Seed germination rate increased significantly with sonication application. Less than 10% of the seeds were germinated in the control cultures while 60% of the seeds were germinated in the sonicated cultures (Miyoshi and Mii 1988).

*Pinus banksiana* Lamb., *P. resinosa* Ait., *Larix europaea* L. and *Picea glauca* (Moench) Voss) seeds were subjected to 30 minutes to 1 MHz Ultra-sonic sound at one of three Ultra-sonic sound intensities ranging from 0.5 to 6.0 W cm<sup>-2</sup>. Only *Pinus banksiana* Lamb. responded to ultrasonic treatments with higher mean daily germination and germination values. Seeds were stimulated equally by all intensities used. Germination rates and percentage of other tree species were not affected by any of the sonication treatments. *Pinus banksiana* Lamb. seeds were also sonicated at 25, 50, 100, 250 and 750 kHz at an intensity in the range of 0.5–1.0 W cm<sup>-2</sup>. In addition, the highest seedling height and the highest number of seedlings were detected in *Pinus banksiana* Lamb. among plant species that were sonicated at 1 MHz (Weinberger and Burton (1981).

Due to the poor germination of *Picea abies* (L.) Karsten seeds (the germination rate is less than 50% in some years), it is aimed to stimulate the germination of seeds by exposing them to Ultra-sonic sound at certain doses. Ultra-sonic sound was applied to the collected seeds with piezoelectric generator at two different frequencies (0 kHz, 500 kHz and 1 MHz), generating a density of 1 W/cm<sup>2</sup>, at different exposure times (3, 6, 9, 12, 15, 18, 20, 30, 40, 50 and 60 seconds). Significant increases were determined in terms of germination values and root elongation. It has been determined that they generally have an inhibitory effect, especially at the 1 MHz frequency, at exposure times above 30 seconds. It was concluded that if optimal parameters (frequency, intensity and exposure times) were established, its use could be a useful tool for stimulating the germination of *Picea abies* (L.) Karsten seeds (Rîșca et al., 2007).

In the research in which the relationship between embryo development and seed germination of *Cypripedium formosanum* in vitro was investigated, ultrasonic application was performed for 15, 30, 45 and 60 minutes. Ultrasonic application for 30 minutes increased in germination when compared to control. However, ultrasonic applications for 45 and 60 minutes caused to the extension of the germination period. It was determined that the Ultra-sonic sound application applied to the seeds of *Cypripedium formosanum* for 30 minutes did not damage the seed coat; It was emphasized that this result may be an important factor in mechanical abrasion (Lee et al., 2005).

The effects of Ultra-sonic sound application on grass seed germination and seedling were investigated. 5, 15, 25, 35 minutes application time, 25, 35, 45, 55 °C application temperature and 200, 300, 400, 500 W ultrasonic power were used in the study. As a result, ultrasonic power had the greatest effect on seedling growth, while temperature was the most influential factor for germination. Ultra-sonic sound treatment at 39.7 °C with an ultrasonic power of 348 W for 22.5 minutes provided the greatest germination percentage and the best seedling growth. The electrical conductivity of the seed leaks during the ultra-sonic sound application was significantly higher than the control. It have showed that this ultra-sonic sound application had positive effects on the grass seed (Wang et al., 2012).

Pre-moistened *Achillea millefolium* seeds were subjected to ultra-sonic sound for 5 and 10 minutes. The highest seed germination rate was measured at 5 minutes application, and the highest seedling length

was measured at 5 and 10 minutes application times. The highest seedling dry weight was obtained from the 5 minutes application. Ultra-sonic sound for 5 minutes gave the best results in all criteria (Mirshekari et al., 2013).

The effects of media and seed pretreatments on seed germination and seedling growth of *Paphiopedilum armeniacum* S. C. orchid were investigated. The study was carried out at 40 kHz for 2, 4, 6, 8 and 10 minutes at room temperature. Ultra-sonic sound treated seeds were stained with 2,3,5-triphenyl tetrazolium chloride (TTC). The percentage of TTC staining and germination gradually were increased when ultra-sonic sound was applied to the seeds for 2 to 8 minutes. When the ultrasonication time exceeded 10 minutes, the percentage of TTC staining and germination were decreased. However, the highest TTC staining (19.7%) and germination percentage (25.4%) were observed after 8 minutes of Ultra-sonic sound (Zhang et al., 2015).

In another similar study, the effect of ultra-sonic sound wave application on TTC staining on in vitro *Paphiopedilum* SCBG Red Jewel seed germination was investigated and it was determined whether these priming applications could promote seed germination. Ultra-sonic sound application was carried out at 40 kHz frequency at room temperature for 2, 3, 4, 6, 8 and 10 minutes. The germination percentage increased when ultra-sonic sound was applied to the seeds for 2-8 minutes. The highest TTC staining (18.3% and 20.0%) and germination percentage (53.1% and 54.03%) were seen in 6 and 8 minute ultra-sonic sound applications. Prolonged Ultra-sonic sound (10 minutes) caused adverse effects (Jiang et al., 2016).

Ultra-sonic sound was effective in revitalizing aged seeds by increasing in superoxide dismutase (SOD) and peroxidase (POD) activities and decreasing malondialdehyde (MDA) content. In addition, Liu et al. (2018) have reported where ultra-sonic sound temperature is the most important factor for germination of aged seeds.

Yi et al. (2003a) have determined that the sound wave (1 kHz, 100 dB) accelerated their development, and increased in the activity of soluble sugar, protein and amylase by stimulating the roots of chrysanthemum plants. The chrysanthemum seedling cuttings were irradiated with a sound wave of 100 dB at 1,000 Hz per day for 60 minutes and for 3-15 days (Yi et al., 2003b). The relative permeability of root membranes, as measured by the conductivity of the exosmosis solution, did not change under sound stimulation, although there were significant differences in soluble protein content after 6 and 9 days of sound stimulation. After the sound stimulation, the soluble sugar of the roots increased in about 30% and the total amylase activity increased. Based on these results, the authors have hypothesized that robust irradiation accelerates metabolism and growth in chrysanthemum roots. However, these claims were not supported by any growth data.

Sound waves also contribute to the change of hormone levels in tissues. Bochu et al. (2001) have found that a 95 dB sound wave at a frequency of 1.4 kHz, when applied to chrysanthemum plants for 10 days, caused an increase in indole acetic acid (IAA) level and a decrease in abscisic acid (ABA) level. This proportional situation not only accelerated tissue formation but also led to different tissue formation. Yiyao et al. (2002) have determined that certain sound waves contributed to the development of the chrysanthemum plant. But they have stated that the opposite occurred when the energy level of the sound wave increases. It is known that the vibrations created by the low frequency sound wave make a positive contribution to the plant or seeds. At the same time, high frequency sound waves have a negative effect on plants or seeds (Chivukula and Ramaswamy, 2014). In fact, high-vibration sound waves can have a deadly effect on sensitive plants, even at low volume settings (Chivukula and Ramaswamy, 2014).

In another study supporting this, the best results obtained from impatiens seedlings (*Impatiens* sp.) at the same sound pressure level (91-94 dB) exposed to sound vibrations of different frequencies (500,

5.000, 6.000, 12.000, 14.000 Hz) were found in plants exposed to 12.000 Hz frequency, especially in terms of leaf sizes (Collins and Foreman, 2001).

Russowski et al. (2013) have said that the production yield of valepotriate, which is a secondary metabolite, and the growth of cultivated plants without any change could double when *Valeriana glechomifolia* (FGMey.) plants in liquid culture, sonicated with an ultra-sonic sound wave for 2.5-5 minutes (Ultrasonic with 40 kHz). However, the total phenolic content was not affected by ultra-sonic sound treatment, indicating that secondary metabolism was only partially affected by ultrasonication (Wang et al. 2002; Liu et al. 2003; Ananthakrishnan et al., 2007; Rokhina et al., 2009).

To evaluate the effect of NAA, BA and ultra-sonic sound waves on the in vitro rooting and callus induction of *Lilium ledebourii*, scale explants were exposed to an ultrasonic bath with a frequency of 35 kHz for 0, 5, 10, 20 and 30 seconds at different concentrations (0, 0.01, 0.1 and 1 mg l<sup>-1</sup>) NAA and BA alone or in combination with each other were cultured in MS medium. It was stated that plant growth regulators and ultra-sonic sound application did not have a significant effect on callus formation. In this study, the best treatment for increasing in rooting parameters in scale explants was 1 mg l<sup>-1</sup> NAA concentration (Azimzadeh et al., 2018a; Mohebodini et al., (2018) have applied the same treatments to the same plant species under the same conditions and showed that Ultra-sonic sound had a negative effect on root length, thus the highest root length was observed in explants that were not treated with Ultra-sonic sound. The result also showed that ultra-sonic sound had a positive effect on bulb production and root induction. A different effect of growth regulators on the percentage of bulb formation was observed in similar environments. The maximum average weight of the bulblet was within 30 seconds of the ultra-sonic sound treatment, which had a significant difference with the control treatment (without ultrasonic treatment). On the other hand, ultra-sonic sound increased in the number and weight of bulbs. The results showed that bulblet production in the early stages and little root formation in tissue culture are beneficial for rapid bulblet induction and subsequent rooting. Finally, ultra-sonic sound application with plant growth regulators has been reported to have the potential to produce the highest mean number of bulblets in the scale explant. In addition to the results of this research, as a result of the research conducted by Azimzadeh et al., (2018b), parallel results were obtained by applying the same applications to the same plant species under the same conditions.

An efficient micropropagation protocol was developed for *Dendrobium officinale* via stem-like protocorm (PLBs). A correlation has been described between enhanced differentiation of PLBs of *D. officinale* by ultra-sonic sound and changes in endogenous hormone levels and antioxidant enzyme activities. Ultra-sonic sound treatments improved the transformation of PLBs of *D. officinale* into shoots. The highest conversion frequency of PLBs to shoots was obtained from applying ultra-sonic sound at 300W for 5 minutes. When compared to control, the increase in the transformation of PLBs into shoots following ultra-sonic sound application was accompanied by an increase in the ratio of total cytokinins (CTKs) to indole-3-acetic acid (IAA). Ultra-sonic sound application was increased in the activities of superoxide dismutase, catalase and peroxidase during the transformation of PLBs into shoots (Wei et al., 2012).

It was conducted to document the basic anatomical features during development of *P. armeniacum* zygotic embryos and their ability to germinate asymbiotically in vitro. The effect of media and seed pretreatments on seed germination and subsequent seedling growth were also investigated in this study. Pretreatment of dry mature seeds (180 days after pollination) for 90 minutes or with 1.0% sodium hypochlorite solution for 40 kHz ultra-sonic sound with 8 minutes were increased in the germination percentage. Orchid seedlings at least 5 cm height were transplanted into special orchid substrate and 85.3% of the seedlings survived after 180 days from transplantation (Zhang et al., 2015).

## CONCLUSION

As a result of the general evaluation of the study results in this review, we can express that the effects of ultra-sonic sound application on seed germination depend on the frequency, exposure time, distance and density from the organism, the physiological state of the environment, and the temperature of the environment. It can be added that ultra-sonic sound application showed great differences between different plant species and cultivars. In this review, it was emphasized again that low-intensity ultra-sonic sound applications show a number of non-lethal biological effects with potential importance in seed germination of ornamental plants.

Low-energy ultra-sonic sound can alter cellular metabolisms or facilitate nutrient uptake and pass them easily through cell walls and membranes. Due to these characteristics of ultra-sonic sound applications, it has been made many positive contributions to the study results. It is a useful method for improving seed germination, to determine seed viability, germination of aged seeds, accelerating plant and root development by stimulating the roots of the plants, increasing in soluble sugar, protein and amylase activity, also contributing to the change of hormone levels in tissues.

In addition, it can be said that when used in bulb cultivation, it has a positive effect on flower bulb production and root induction, and it can contribute greatly to the quality and aesthetic properties of ornamental plants, especially by increasing in plant leaf size. It can be stated that the use of ultra-sonic sound applications as a priming method may be beneficial in species that have the potential to be many ornamental plants in nature and show low germination rate.

## Conflict of Interest

The article authors declare that there is no conflict of interest between them.

## Author's Contributions

The authors declare that they have contributed equally to the article.

## REFERENCES

- Aladjadjyan A, 2002. Increasing carrot seeds (*Daucus carota* L.), cv. Nantes, viability through ultrasound treatment. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 8: 469–472.
- Ananthakrishnan G, Xia X, Amutha S, Singer S, Muruganatham M, Yablomsky S, Fisher E, Gaba V, 2007. Ultrasonic treatment stimulates multiple shoot regeneration and explant enlargement in recalcitrant squash cotyledon explants in vitro. Plant Cell Rep, 26: 267–276.
- Awad TS, Moharram HA, Shaltout OE, Asker DYMM, Youssef MM, 2012. Applications of ultrasound in analysis, processing and quality control of food: A review. Food research international, 48(2): 410-427.
- Azimzadeh Z, Mohebodini M, Chamani E, 2018a. Effects of plant growth regulators and ultrasound treatments on in vitro rooting and callogenesis of *Lilium ledebourii* Boiss. Iranian Journal of Horticultural Science, 48(4): 845-854.
- Azimzadeh Z, Mohebodini M, CHamani E, Erfani M, 2018b. The Influence of ultrasound and growth regulators on in vitro micropropagation of *Lilium Ledebourii* Boiss. Journal of Plant Productions (Agronomy, Breeding and Horticulture), 40(4): 11-20.
- Baker KG, Robertson VJ, Duck FA, 2001. A Review of therapeutic ultrasound: Biophysical effects. Physical therapy, 81(7): 1351-1358.
- Bermúdez-Aguirre D, Mobbs T, BarbosaCánovas GV, 2011. Ultrasound applications in food processing. In H. Feng, G. V. Barbosa-Cánovas, & J. Weiss (Eds.), Ultrasound Technologies for Food and Bioprocessing (pp. 64-105). New York: Springer.
- Bewley JD, Black M, 1978. In Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination: 1 development, germination, and growth. 106–131 (Springer Berlin Heidelberg).

- Bilek SE, Turantaş F, 2013. Decontamination efficiency of high power ultrasound in the fruit and vegetable industry, a review. *International journal of food microbiology*, 166(1): 155-162.
- Bochu W, Hucheng Z, Yiyao L, Yi J, Sakanishi A, 2001. The Effects of alternative stress on the cell membrane deformability of chrysanthemum callus cells. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 20: 321–325.
- Carbonell MV, Martinez E, Amaya JM, 2000. Stimulation of germination of rice by a static magnetic field, *Electro- and Magnetobiology*, 19: 121–128.
- Carlson D, 2013. Sonic bloom organic farming made easy! The best organic fertilizer in the world. Retrieved April, 3, 2017.
- Chen S, Xu C, Yan J, Zhang X, Zhang X, Wang D, 2016. The Influence of the type of crop residue on soil organic carbon fractions: An 11-year field study of rice-based cropping systems in southeast China. *Agriculture Ecosystem & Environment*, 223: 261-269.
- Chivukula V, Ramaswamy S, 2014. Effect of different types of music on *Rosa chinensis* plants. *International Journal of Environmental Science and Development*, 5 (5): 431-434.
- Collins ME, Foreman JEK, 2001. The Effect of sound on the growth of plants. *Can Acoust*, 29(2): 3–8.
- Creath K, Schwartz GE, 2004. Measuring effects of music, noise, and healing energy using a seed germination bioassay. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 10(1): 113–122.
- Dikilitaş M, Balak V, Karakaş S, 2016. Effects of sound waves on preserving agricultural products and plant development. *Harran Journal of Agricultural and Food Science*, 20(4): 338-355.
- Dikilitaş M, Balak V, Şimşek E, Karakaş S, 2018. Control of microorganisms with sound waves. *Harran Journal of Agricultural and Food Science*, 22(3): 431-444.
- Dolatowski ZJ, Stadnik J, Stasiak D, 2007. Applications of ultrasound in food technology. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 6 (3): 89-99.
- Dönmez F, 2018. Ultrasonik ses dalgası uygulamalarının ispanak tohumlarında çimlenme ve çıkış üzerine etkileri. Yüksek lisans tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı. 46 s.
- Fellows P, 2000. *Food Processing Technology—Principles and Practice* (2nd ed.). Cambridge, UK: Woodhead Publishing.
- Florez M, Carbonell MV, Martinez E, 2007. Exposure of maize seeds to stationary magnetic fields: effects of germination and early growth. *Environmental and Experimental Botany*, 59: 68–75.
- Gaba V, Kathiravan K, Amutha S, Singer S, Xiaodi X, Ananthakrishnan G, 2008. The Uses of ultrasound in plant tissue culture, In *Focus on Biotechnology, Vol VI. Plant Tissue Culture Engineering*, 6: 417- 426.
- Ghafoor M, Misra NN, Mahadevan K, Tiwari BK, 2014. Ultrasound assisted hydration of navy beans (*Phaseolus vulgaris*). *Ultrasonics Sonochemistry*, 21(1): 409-414.
- Golmohamadi A, Möller G, Powers J, Nindo C, 2013. Effect of ultrasound frequency on antioxidant activity, total phenolic and anthocyanin content of red raspberry puree. *Ultrasonics sonochemistry*, 20(5): 1316-1323.
- Hassanien RH, Hou TZ, Li YF, Li BM, 2014. Advances in effects of sound waves on plants. *Journal of Integrative Agriculture*, 13(2): 335-348.
- Hebling SA, da Silva WR, 1995. Effects of low intensity ultrasound on the germination of corn seeds (*Zea mays* L.) under different water availabilities. *Scientia Agricola*, 52: 514–520.
- Hou T, Li B, Teng G, Zhao Q, Xiao Y, Qi L, 2009. Application of acoustic frequency technology to protected vegetable production. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 25: 156–159.
- Hou TZ, Mooneyham RE, 1999. Applied Studies of the Plant Meridian System II. Agri-wave Technology Increases the Yield and Quality of Spinach and Lettuce and Enhances the Disease Resistant Properties of Spinach. *The American journal of Chinese medicine*, 27(02): 131-141.
- Ibarz A, Augusto PE, 2015. Describing the food sigmoidal behavior during hydration based on a second-order autocatalytic kinetic. *Drying Technology*, 33: 315–321.
- Jiang N, Zhang JX, Da Silva JA, Duan J, Liu HT, Zeng SJ, 2016. Stimulatory effects of sodium hypochlorite and ultrasonic treatments on tetrazolium staining and seed germination in vitro of *paphiopedilum* SCBG Red Jewel. *Seed Science and Technology*, 44(1): 77-90.

- Jiang S, Huang J, Han X, Zeng X, 2011. Influence of audio frequency mixing of music and cricket voice on growth of edible mushrooms. *Trans. Chinese Soc. Agric. Eng.* (In chinese). 27:300–305.
- Kadkhodae R, Povey MJW, 2008. Ultrasonic Inactivation of *Bacillus*  $\alpha$ -amylase I effect of gas content and emitting face of probe. *Ultrasonics Sonochemistry*, 15: 133–142.
- Kentish S, Ashokkumar M, 2011. The Physical and chemical effects of ultrasound. In *Ultrasound technologies for food and bioprocessing* (pp. 1-12). Springer, New York, NY.
- Kibinza S, Vinel D, Côme D, Bailly C, Corbineau F, 2006. Sunflower seed deterioration as related to moisture content during ageing, energy metabolism and active oxygen species scavenging. *Physiologia Plantarum*, 128(3): 496-506.
- Knorr D, Zenker M, Heinz V, Lee DU, 2004. Applications and potential of ultrasonics in food processing. *Trends in Food Science & Technology*, 15(5): 261-266.
- Leadley CE, Williams A, 2006. Pulsed electric field processing, power ultrasound and other emerging technologies. In James G. Brennan (Ed.), *Food Processing Handbook*. Weinheim: Wiley-Vch Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Lee H, Feng H, 2011. Effect of power ultrasound on food quality. In: Feng, H., Barbosa-Cánovas, G.V., Weiss, J. (Eds.), *Ultrasound Technologies for Food and Bioprocessing*. Springer, London, pp. 559– 582.
- Lee YI, Lee N, Yeung EC, Chung MC, 2005. Embryo development of *Cypripedium formosanum* in relation to seed germination in vitro. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 130: 747–753.
- Leon AD, Perera R, Nittayacharn P, Cooley M, Exner AA, 2018. Ultrasound contrast agents and delivery systems in cancer detection and therapy. *Advances in Cancer Research*, 139: 57-84.
- Li B, Wei J, Wei X, Tang K, Liang Y, Shu K, Wang B, 2008. Effect of sound wave stress on antioxidant enzyme activities and lipid peroxidation of *Dendrobium candidum*. *Colloids Surf B Biointerfaces*, 63: 269–75.
- Liu J, Wang Q, Karagić Đ, Liu XV, Cui J, Gui J, Gao W, 2016. Effects of ultrasonication on increased germination and improved seedling growth of aged grass seeds of tall fescue and Russian Wildrye. *Scientific reports*, 6(1): 1-12.
- Liu X, Chen Z, Liu Q, Gao YN, Zhou WN, Cui XW, Wang QZ, 2018. Effects of ultrasound on the germination and seedling growth of three aged forage seeds. *The Journal of Applied Ecology*, 29 (6): 1857-1866.
- Liu YY, Takatsuki H, Yoshikoshi A, Wang BC, Sakanishi A, 2003. Effects of ultrasound on the growth and vacuolar H<sup>+</sup>-ATPase activity of *Aloe arborescens* callus cells. *Coll Surf B: Biointerfaces*, 32: 105–116.
- López-Ribera I, Vicent CM, 2017. Use of ultrasonication to increase germination rates of *Arabidopsis* seeds. *Plant Methods*, 13(1): 1-6.
- Memiş N, 2020. The effects of ultra-sonic sound priming treatment on germination and seedling emergence percentages in vegetable seeds. Master thesis, Ankara University, Institute of Graduate School of Natural and Applied Science Department of Horticulture, 71 p.
- Miano AC, da Costa Pereira J, Castanha N, da Matta Júnior MD, Augusto PED, 2016. Enhancing mung bean hydration using the ultrasound technology: Description of mechanisms and impact on its germination and main components. *Scientific reports*, 6(1): 1-14.
- Miano AC, Forti VA, Abud HF, Gomes-Junior FG, Cicero SM, Augusto PED, 2015. Effect of ultrasound technology on barley seed germination and vigour. *Seed Science and Technology*, 43(2): 297-302.
- Middlebrooks JC, Green DM, 1991. Sound localization by human listeners. *Annual Review of Psychology*, 42: 135–159.
- Mirshakari B, Farahvash F, Siyami R, Hosseinzadeh Moghbeli A, Sotudeh Khiabani A, 2013. Ultrasonic irradiation could increase germination and seedling vigor of common yarrow (*Achillea millefolium*), as a medicinal plant. *Life Science Journal*, 10(5): 302-305.
- Miyoshi K, Mii M, 1988. Ultrasonic treatment for enhancing seed germination of terrestrial orchid, *Calanthe discolor*, in asymbiotic culture. *Scientia Horticulturae*, 35(1-2): 127-130.
- Mohanta TK, 2018. Sound wave in plant growth regulation: A review of potential biotechnological applications. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 28: 11-9.



- Mohebodini M, Azimzadeh Z, Chamani E, Erfani M, 2018. Effect of plant growth regulators and ultrasound on the bulblet production and root induction in *Lilium ledebourii*. Journal of Horticultural Science, 32(1): 23-33.
- Moore BJ, Gibbs A, Onions G, Glasberg BR, 2014. Measurement and modeling of binaural loudness summation for hearing-impaired listeners. The Journal of the Acoustical Society of America, 136: 736-47.
- Mothibe KJ, Zhang M, Nsor-Atindana J, Wang Y, 2011. Use of ultrasound pretreatment in drying of fruits: drying rates, quality attributes, and shelf life extension. Drying Technology, 29(14): 1611-1621.
- Moussatov A, Granger C, Dubus B, 2005. Ultrasonic cavitation in thin liquid layers. Ultrasonics Sonochemistry, 12: 415-422.
- Nazari M, Eteghadipour M, 2017. Impacts of ultrasonic waves on seeds: A mini-review. Agricultural Research & Technology Open Access Journal, 6(3): 5.
- Otani Y, Chin DP, Mii M, 2013. Establishment of agrobacterium mediated genetic transformation system in *Dahlia*. Plant Biotechnology Journal, 30: 135-139.
- Piyasena P, Mohareb E, McKellar RC, 2003. Inactivation of microbes using ultrasound: A review. International Journal of Food Microbiology, 87(3), 207-216.
- Porto CL, Ziuzina D, Los A, Boehm D, Palumbo F, Favia P, Cullen PJ, 2018. Plasma activated water and airborne ultrasound treatments for enhanced germination and growth of soybean. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 49: 13-19.
- Rîșca IM, Fărtăiș L, Ștucă P, 2007. Ultrasounds effects contributions on the Norway spruce seeds germination (*Picea abies* (L.) Karsten), Analele Științifice ale Universității, Alexandru Ioan Cuza”, Secțiunea Genetică și Biologie Moleculară, TOM VIII, 2007.
- Rokhina EV, Lens P, Virkutyte J, 2009. Low-frequency ultrasound in biotechnology: State of the art, Trends in Biotechnology, 27: 298-306.
- Shao H, Li B, Wang B, Tang K, Liang Y, 2008. A study of differentially expressed gene screening of chrysanthemum plants under sound stress. CR Biology, 331: 329-333.
- Shekari F, Mustafavi SH, Abbasi A, 2015. Sonication of seeds increase germination performance of sesame under low temperature stress, Acta agriculturae Slovenica, 105(2): 203 - 212.
- Shimomura S, 1998. The Effects of ultrasonic irradiation on germination, Proceedings Ultrasonic Symposium IEEE 2, 1439-1442.
- Shin YK, Baque MA, Elghamedi S, Lee EJ, Paek KY, 2011. Effects of activated charcoal, plant growth regulators and ultrasonic pre-treatments on 'in vitro' germination and protocorm formation of *Calanthe* hybrids. Australian Journal of Crop Science, 5(5): 582-588.
- Shors JD, Soll DR, Daniels KJ, Gibson DP, 1999. Method for enhancing germination, US Patent No. 5950362.
- Tabaru M, Fujino R, Nakamura K, 2015. Effects of ultrasound irradiation on the growth of Japanese radish sprouts. Acoustical Science and Technology, 36(2): 167-170.
- Takeuchi K, Matsumoto T, Takeuchi Y, Kudo H, Ohnishi N, 2014. A smart-phone based system to detect warning sound for hearing impaired people. Comput Help People with Spec Needs, 506-511.
- Teixeira Da Silva JA, Dobránszki J, 2014. Sonication and ultrasound: Impact on plant growth and development. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 117: 131-143.
- Valero M, Recrosio N, Saura D, Munoz N, Marti N, Lizama V, 2007. Effects of ultrasonic treatments in orange juice processing. Journal of Food Engineering, 80: 509-516.
- Wang B, Zhao H, Wang X, Duan Z, Wang D, Akio S, 2002. Influence of sound stimulation on plasma membrane H<sup>+</sup>-ATPase activity. Coll Surf B: Biointerfaces, 25: 183-188.
- Wang Q, Chen G, Yersaiyiti H, Liu Y, Cui J, Wu C, 2012. Modeling analysis on germination and seedling growth using ultrasound seed pretreatment in switchgrass. PLoS ONE 7(10): e47204.
- Wang X, Wang B, Jia Y, Huo D, Duan C, 2003. Effect of sound stimulation on cell cycle of chrysanthemum (*Gerbera jamesonii*). Coll Surf B: Biointerfaces, 29: 103-107.
- Wang Y, Li Y, Xue H, Pritchard HW, Wang X, 2015. Reactive oxygen species-provoked mitochondria-dependent cell death during ageing of elm (*Ulmus pumila* L.) seeds. Plant Journal, 81: 438-452.

- Wei M, Yang CY, Wei SH, 2012. Enhancement of the differentiation of protocorm-like bodies of *Dendrobium officinale* to shoots by ultrasound treatment. *Journal of plant physiology*, 169(8): 770-774.
- Weinberger P, Burton C, 1981. The Effect of sonication on the growth of some tree seeds. *Canadian Journal of Forest Research*, 11(4): 840-844.
- Weiss J, Gulseren I, Kjartansson G, 2011. Physicochemical effects of high intensity ultrasonication on food proteins and carbohydrates. In: Zhang, H., BarbosaCanovas, G.V., Balasubramaniam, V.M., Dunne, C.P., Farkas, D.F., Yuan, J.T.C. (Eds.), *Nonthermal Processing Technologies for Foods*. Wiley, UK, pp. 109–134.
- Wu TY, Guo N, Teh CY, Hay JXW, (Eds.). 2013. Advances in ultrasound technology for environmental remediation. In *Advances in Ultrasound Technology for Environmental Remediation* (pp. 13-93). Springer, Dordrecht.
- Yaldagard M, Mortazavi SA, Tabatabaie F, 2008. Application of ultrasonic waves as a priming technique for accelerating and enhancing the germination of barley seed: Optimization of method by the Taguchi approach. *Journal of the Institute of Brewing*, 114: 14–21.
- Yi J, Bochu W, Xiujuan W, Chuanren D, Xiaocheng Y, 2003a. Effect of sound stimulation on roots growth and plasmalemma H-ATPase activity of chrysanthemum (*Gerbera jamesonii*). *Colloids Surfaces B Biointerfaces*, 27: 65–69.
- Yi J, Wang B, Wang X, Wang D, Duan C, Yoshiharu T, Akio S, 2003b. Effect of sound wave on the metabolism of chrysanthemum roots. *Coll Surf B: Biointerfaces*, 29: 115–118.
- Yiyao L, Wang B, Xuefeng L, Chuanren D, Sakanishi A, 2002. Effects of sound field on the growth of chrysanthemum callus. *Colloids Surfaces B Biointerfaces*, 24: 321–326.
- Zhang J, 2012. Application progress of plant audio control technology in modern agriculture. *Ningxia Journal of Agriculture and Forestry Science and Technology*, 53: 80–81.
- Zhang YY, Wu KL, Zhang JX, Deng RF, Duan J, da Silva JAT, Zeng SJ, 2015. Embryo development in association with asymbiotic seed germination in vitro of *Paphiopedilum armeniacum* SC Chen et FY Liu. *Scientific Reports*, 5(1): 1-15.

**Atf İçin:** Pala K, Karaağaç O, Balkaya A, 2021. Biyotik Stres Koşullarına Dayanıklı Turp Islah Programında Kullanılan Genitörler. İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(Özel Sayı): 3429-3437.

**To Cite:** Pala K, Karaağaç O, Balkaya A, 2021. The Use of Genitors in Biotic Stress Resistant Radish Breeding Program. Journal of the Institute of Science and Technology, 11(Special Issue): 3429-3437.

### Biyotik Stres Koşullarına Dayanıklı Turp Islah Programında Kullanılan Genitörler

Kübra PALA<sup>1\*</sup>, Onur KARAAĞAÇ<sup>2</sup>, Ahmet BALKAYA<sup>3</sup>

**ÖZET:** Turp (*Raphanus sativus* L.), *Brassicaceae* (Lahanagiller) familyasının içinde yer alan önemli bir sebzedir. Lahanagil grubu sebze türleri içerisinde kültüre alınan en eski türdür. Turplar şekil ve irilik özellikleri yönünden çok geniş bir genetik varyasyona sahiptir. Günümüzde turp yetiştiriciliğinde biyotik stres (hastalık ve zararlı etmenleri vb.) faktörleri nedeniyle önemli düzeylerde verim ve kalite kayıpları meydana gelmektedir. Turp yetiştiriciliğinde en yaygın olarak gözlemlenen hastalıklar; beyaz pas, Fusarium solgunluğu, mildiyö ve şalgam mozaik virüsü olarak sıralanabilir. Ayrıca turplar; kök, gövde ve yaprakları ile beslenen lahana kurdu, turp afidi, kök lezyon nematodu gibi birçok zararlının da tehlikesi ve tehdidi altındadır. Genetik kaynaklar, çeşit ıslah çalışmalarının başarıya ulaşmasında en önemli faktörlerden birisi olan fenotipik varyasyonun temelini oluşturmaktadır. Ayrıca halihazırda ticareti yapılan turp çeşitlerinde bulunmayan dayanıklılık genleri, yabani ve farklı alt varyetelerde bulunabilmektedir. Son yıllarda turp bitkisinde mevcut genetik kaynaklardan yararlanılarak hibrit çeşit ıslahı çalışmalarında hastalık ve zararlılara karşı tolerant yeni genotiplerin geliştirilmesi ve toleranlıkta rol alan mekanizmaların belirlenmesine yönelik çalışmalara daha fazla önem verilmeye başlanmıştır. Bu derlemede turp ıslah programlarında dayanıklılık kaynağı olarak yararlanılan genitörler ve hastalık ve zararlılara karşı tolerant yeni genotiplerin geliştirilmesi konusunda yapılan ıslah çalışmaları derlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Biyotik stres, dayanıklılık, germplazm, ıslah, turp

### The Use of Genitors in Biotic Stress Resistant Radish Breeding Program

**ABSTRACT:** Radish (*Raphanus sativus* L.) is an important vegetable species in the *Brassicaceae* family. It is the oldest cultivated species among *Brassicaceae* vegetables. Radishes have a wide genetic variation in terms of shape and size characteristics. Today, yield and quality losses occur in radish cultivation due to biotic stress (diseases and pests etc.). The most common diseases in radish cultivation are white rust, Fusarium wilt, downy mildew and turnip mosaic virus. Also radishes are in danger of many pests such as cabbage worm, radish aphid, and root lesion nematode. Genetic resources, which are the basis of phenotypic variation, are one of the most important factors in the success of variety breeding. In addition, resistance genes that are not found in commercial radish varieties can be found in wild and different sub-varieties. In recent years, radish breeding studies have begun to focus on the selection of tolerant genotypes and tolerance mechanisms against diseases and pests by using new germplasm sources. In this review, use of genitors that are resistant to diseases and pests and development of new tolerant genotypes studies are presented in radish breeding programmes.

**Keywords:** Biotic stress, resistance, germplasm, breeding, radish

<sup>1</sup>Kübra PALA ([Orcid ID: 0000-0001-5005-4304](https://orcid.org/0000-0001-5005-4304)), Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bahçe Bitkileri, Ana Bilim Dalı, Samsun, Türkiye

<sup>2</sup> Onur KARAAĞAÇ ([Orcid ID: 0000-0002-8794-2556](https://orcid.org/0000-0002-8794-2556)), Tohum Sertifikasyon Test Müdürlüğü, Samsun, Türkiye

<sup>3</sup> Ahmet BALKAYA ([Orcid ID: 0000-0001-9114-615X](https://orcid.org/0000-0001-9114-615X)), Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun, Türkiye

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Kübra PALA, e-mail: pkubraa.29@gmail.com

Derleme makale, 15-17 Kasım 2021 tarihlerinde İğdir'da düzenlenen "Türkiye 7. Tohumculuk Kongresi"nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur

## GİRİŞ

Lahanagil grubu sebze türleri içerisinde kültüre alınan en eski tür olarak bilinen Turp (*Raphanus sativus* L.), *Brassicaceae* (Lahanagiller) familyasında yer alan önemli bir sebze türüdür. Turp hakkında en eski tarihi belgeler, M.Ö. 4000 yıl öncesine kadar uzanmakta olup ilk bilgiler Mısır piramitlerinin duvarlarındaki tarihi yazılardan gelmektedir. Tarihçi Herodot (M.Ö. 484-425 yılları), Mısır'da piramitler üzerinde bulunan yazılarda turp, soğan ve sarımsağın isminin geçtiğini bildirmiştir (Günay, 1984). Turp, Çin'de yaklaşık 2000 yıldan beri (Li, 1989) ve Japonya'da ise 1000 yıldan beri bilinmektedir (Crisp, 1995). Bu türün kültüre alınan başlangıç formlarının *Raphanus raphanistrum* L. türüne ait olduğu kabul edilmekte olup ve yabani formlarının Çin'in güney batısında yaygın olduğu ileri sürülmektedir (Cheo ve ark., 1987). Turpta türler arası melezleme çalışmaları, kültür türü (*R. sativus*) ile yabani turp (*R. raphanistrum*) arasında yapılmıştır. Bu yabani turp türü, erkek kısırılığı dışında herbisite dayanıklılık ve yabancı ot kontrolüne yönelik amaçlarla da türler arası melezleme çalışmalarında kullanılmıştır. Jugulam ve ark. (2014), 'MCPA (4-chloro-2-methylphenoxy acetic acid)' etken maddeli herbisite tolerans için *R. sativus* × *R. raphanistrum* türler arası melezinden yararlanmışlardır. Günümüzde erkek kısırılık sistemi ile geliştirilen hibrit turp çeşitlerinin büyük bir bölümü, *R. raphanistrum* türünden aktarılan 'OGURA' kısır sitoplazma ve 'Orf138' mitokondriyal genini içermektedir (Yamagishi ve Terachi, 1997; Yamagishi ve Bhat, 2014; Karaağaç ve ark., 2021).

Shoemaker (1949), turp bitkisinin orijininin Batı Çin ile Hindistan arasındaki bölge olarak bildirmiştir. Ayrıca yabani formlarının Akdeniz Havzası'nda da bulunduğunu belirtmiştir. Crisp (1995) ise turpun orijin bölgesinin Akdeniz ve Hazar Denizi arasındaki bölgenin olduğunu ifade etmiştir. Bayraktar (1981), bayır ve kestane turplarının Ön Asya'dan (Anadolu) çıktığını belirtmektedir. Vural ve ark., (2000); bayır ve kestane turplarının form zenginliğinin özellikle Anadolu'da diğer yörelere oranla daha fazla olduğunu ve bu nedenle de anavatanının Akdeniz Bölgesi olduğunu bildirmişlerdir. Kargioğlu ve ark., (2010) ise Anadolu'ya özgü endemik turp bitkilerinin oldukça fazla olduğunu belirtmişlerdir.

Uzakdoğu ülkelerinde (Çin, Japonya ve Kore vb.) yüzyıllar boyunca yapılan yetiştiricilik sürecinde zaman içerisinde oldukça farklı turp tipleri oluşmuş ve buradan dünyanın diğer bölgelerine yayılış göstermiştir. Pistrick (1987) kültüre alınan turpları genel olarak üç grup içerisinde değerlendirmiştir. *R. sativus* var. *oleiformis*, Güneydoğu Asya ve Avrupa'da hem hayvan yemi ve hem de yeşil gübre bitkisi olarak değerlendirilmektedir. Diğer bir tür olan *R. sativus* var. *caudatus*, sadece Güneydoğu Asya'da yetiştirilmektedir. Olgunlaşmamış yeşil veya mor tohum baklaları ile yaprakları tüketilmektedir. *R. sativus* var. *sativus*, genellikle küçük yapılı çeşitlerden oluşmaktadır. Avrupa ve Amerika ülkelerinde sebze olarak yumruları tüketilen turp çeşitleri bu varyeteye girmektedir. Ayrıca, kotiledon yaprakları mikro filiz şeklinde tüketilmektedir. Wiersema ve León (1999), *R. sativus* L. var. *niger* J.'i de dördüncü bir grup olarak tanımlamıştır. Bu grup; Çin turpu, Japon turpu veya doğu turpları olarak tanımlanmıştır.

Bitki genetik kaynakları, özellikleri belirlenmiş kültür bitkilerini ve bunların yabani akrabalarını bünyesinde toplaması nedeniyle ıslah programları için büyük bir öneme sahiptirler (Engels ve ark., 1995). Ayrıca yerel genetik kaynaklar, özellikle yetiştirdikleri farklı ekolojilere adaptasyon yetenekleri, hastalık ve zararlılara dayanıklılık durumları ve istenilen birçok kalite özelliğine sahip olmaları nedeniyle de çeşit ıslah programları için eşsiz nitelikli kaynaklardır (Şehirli ve Özgen, 1988; Şeniz, 1993). Türkiye'nin hemen her bölgesinde çok uzun yıllardır yerel çeşitlerle turp üretimi yapıldığı için genetik kaynaklar yönünden önemli bir çeşitlilik merkezidir. Turpta dayanıklılık ıslahı yönünden önemli bir genitör olan yabani turp (*R. raphanistrum*), ülkemizin önemli yerel yabani

bitkilerindedir (Kargıoğlu ve ark., 2010; Karaağaç ve Balkaya, 2017). Ülkemizde turp genetik kaynaklarının toplanması ile ilgili ilk çalışmalar, ABD Tohum Gen Bankası tarafından yapılmıştır. Westover ve Enlow isimli araştırmacılar, 1935 yılında Türkiye'nin farklı bölgelerinden yerel turp tohumlarını toplayarak ABD'ye götürmüştür (USDA, 1939). ABD Tohum Gen Bankasında halen mevcut olan 783 turp genetik materyalinin yaklaşık 200'ü Türkiye orijinli aksesyonlardan oluşmaktadır (Karaağaç ve ark., 2021).

Dünya lahanagil genetik kaynaklarının mevcut durumu ile ilgili ilk rapor, IBPGR (1981) tarafından yayınlanmıştır. Günümüzde birçok ülkede çok sayıda tohum gen bankasında turp genetik kaynakları bulunmaktadır. Karaağaç ve ark. (2021), farklı kaynaklardan topladıkları bilgilere göre Dünya'da 34 tohum gen bankasında, toplam 5975 adet turp genetik materyalinin bulunduğunu bildirmişlerdir. Bu sayının 244'ü *R. raphanistrum* ve 55'i ise diğer yabancı turp türlerinden oluşmaktadır. Ülkemizde ise Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Bitki Genetik Kaynakları Bölümü'nde toplam 133 turp gen kaynağı bulunmaktadır. Ulusal Tohum Gen Bankasındaki bu turp genetik materyalinin morfolojik ve moleküler tanımlanmaları ile ilgili şimdiye kadar herhangi bir çalışma yapılmamıştır (Karaağaç ve ark., 2021).

Günümüzde güncel turp ıslah hedefleri; hastalık ve zararlılara dayanıklılık, verim, erkencilik, yumru şekli ve iriliği, renk, acılık veya baharatlılık, iç boşalması, koflaşma, çatallanma, erken çiçeklenme ve sapa kalkma özellikleri olarak sıralanmaktadır. Son yıllarda turp üretiminde hibrit çeşitlerin kullanım oranı artış eğilimindedir. Hibrit turp çeşit ıslahı çalışmalarında özellikle hastalık ve zararlılara karşı tolerant yeni çeşitlerin geliştirilmesine yönelik olarak dayanıklı genitörlerin belirlenmesi ve ıslah programında değerlendirilmesine ilişkin çalışmalara daha fazla önem verilmeye başlanmıştır. Bu derlemede turp ıslah programlarında dayanıklılık kaynağı olarak yararlanılan genitörler ve hastalık ve zararlılara karşı tolerant yeni turp çeşitlerinin geliştirilmesi konusunda yapılan ıslah programları özetlenmiştir.

### **Dünyada ve Ülkemizde Turp Islahının Gelişimi ve Genetik Kaynakların Çeşit Islah Programlarında Değerlendirilmesi**

İlk turp genetik ve ıslah çalışmaları Japonya'da başlamıştır. Takabe (1944), erken sapa kalkan 'Shogoin' ile geç sapa kalkan 'Hama-daikon' çeşitlerini melezleyerek sapa kalkmanın kalıtsal yapısını araştırmıştır. Bu ıslah programında, farklı özelliklere sahip nitelikli 127 turp hattının morfolojik karakterizasyonları yapılarak kayıt altına alınmıştır (Furusato ve Miyazawa, 1958). Dünyanın ilk hibrit turp çeşidi 'Harumaki Minowase' ise 1961 yılında Japon Takii Seed firması tarafından geliştirilmiştir (Haruta, 1962; Niikura, 2002). Bu çeşidin ıslahı, üçlü melez kendine uyumsuzluk sisteminin ilk defa kullanılmış olması nedeniyle lahanagillerin hibrit tohum üretimindeki yeri bakımından oldukça önemlidir. Avrupa ve Amerika'da ise hibrit turp çeşitlerinin ıslahına ancak 1990'lı yılların sonunda başlanmıştır.

Ülkemizde turp seleksiyonu ve ıslahına yönelik çalışmalar ise çok sınırlı düzeydedir. İlk turp ıslah programı Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde yürütülmüştür. Bu çalışmanın sonunda 1983 yılında '8-Tr-14', '8 Tr-17' ve '8 Tr-18' isimleri ile yuvarlak kırmızı, uzun kırmızı, uzun ve iki renkli (üst yarısı kırmızı alt yarısı beyaz) olmak üzere ülkemizin ilk açık tozlanan fındık turp çeşitleri geliştirilmiş ve tescil edilmiştir. Bu çeşitler, uzun yıllar ülkemizin sertifikalı turp tohum ihtiyacını karşılamıştır. Ülkemizde resmî kurumlarda gerçekleşen ikinci ıslah programı ise Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümünde yapılmıştır (Sarı ve ark., 1995). Kadirli yöresinde bulunan turp popülasyonunun seleksiyon ıslahı sonucunda 2004 yılında kırmızı, yuvarlak yumrulu ve beyaz etli açık tozlanan 'Balcalı' çeşidi geliştirilmiştir. Bu ıslah projesinin dışında halen

ülkemizde yerel turp genetik kaynaklarının morfolojik ve moleküler karakterizasyonu ile teksel seleksiyon yöntemi ile ıslahı üzerine Ondokuz Mayıs Üniversitesinde Yücel ve ark. (2021) tarafından geniş kapsamlı bir ıslah programı yürütülmektedir. Özel sektörde ise yerli tohum firmaları tarafından 2003 yılından itibaren açık tozlanan turp çeşitlerini geliştirmeye başlamışlar ve geliştirdikleri çeşitleri turp üreticisine sunmuşlardır (Karaağaç ve ark., 2021). Bununla birlikte henüz turpta geniş kapsamlı hibrit çeşit ıslah programları oluşturulamamıştır. Ülkemizde daha çok Avrupa grubunda yer alan turp çeşitleri (*R. sativus* var. *sativus*) yetiştirilmektedir. Turp üretiminde açık tozlanan turp çeşitlerinin kullanımı daha fazla yaygındır. Hibrit çeşitlerin kullanımı ise çok az düzeydedir. Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü 2021 yılı kayıtlarına göre, standart tohumluk kayıt listesinde yer alan toplam 43 adet turp çeşidi bulunmaktadır. Bu çeşitlerden 14 tanesi hibrit çeşit, diğerleri ise açık tozlanan çeşitlerden oluşmaktadır (Anonim, 2021). Ülkemizde en fazla fındık turpları ve kırmızı kabuklu orta irilikte turpların hibrit çeşitleri daha çok tercih edilmekte ve turp üretiminde kullanılmaktadır.

### **Hastalıklarla Mücadelede Tolerant/Dayanıklı Turp Genitörlerinin Belirlenmesi ve Islah Programlarında Değerlendirilmesi**

Turp yetiştiriciliğinde en fazla görülen hastalıklar fusarium solgunluğu (*Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani*,: For), şalgam mozaik virüsü (*TuMV*), mildiyö (*Peronospora parasitica*), kök ur hastalığı (*Plasmodiophora brassicae*), beyaz pas (*Albugo candida*) ve bakteriyel yaprak lekesi (*Pseudomonas syringae* pv. *maculicola*) olarak sıralanabilir (Kaygısız, 1989).

Fusarium solgunluğu, daha çok fide ve genç bitki aşamasında, 25 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda etkisini göstermektedir. Damarlarda siyahlaşma başlayarak besin ve su iletimini olumsuz yönde etkilemektedir. Ardından bitkilerde sararma ve ölümler görülmektedir. Literatürde, dayanıklılığın üç adet eklemeli resesif gen tarafından kontrol edildiği bildirilmektedir (Niikura, 2017). Ayrıca bu hastalığa dayanıklılığı kontrol eden gen bölgesi de '*Fwr*' ortaya çıkarılmıştır. Son yıllarda yapılan bir turp ıslah programı sonucunda, '99-1006' no'lu (Tohoku Seed, Japonya) ve 'B2' no'lu ıslah hatlarının (Syngenta Seed, G. Kore) bu hastalığa karşı dayanıklı olduğu bildirilmiştir (Niikura, 2017; Yu ve ark., 2020). Günümüzde ticari olarak yetiştiriciliği yapılan birçok hibrit turp çeşidinde bu hastalığa dayanıklılık bulunmaktadır. Baik ve ark. (2010) tarafından yürütülen hastalık testleme (screen) çalışmasında; 41 turp çeşidinin 6'sının dayanıklı, 22'sinin toleran ve 13'ünün ise hassas olduğu bildirilmiştir.

Mildiyö, turp yetiştiriciliği için önemli bir fungal hastalıktır. Bitkinin tüm gelişme dönemlerinde ortaya çıkabilmektedir. Öncelikle, yapraklarda sarı, mor veya kahverengi düzensiz lekeler şeklinde kendini göstermekte; daha sonra bu lekeler dış yaprak yüzeylerinde 'beyaz-gri tüylü' spor birikimlerine dönüşmektedir. Bu obligat patojen, erken aşamalarda damar içine yerleşerek kararmaya da neden olabilmektedir. Enfekte olmuş turp yumruları, pazar değerini tamamen kaybedebilmektedir. Liang ve ark. (2014), hassas ve dayanıklı turp hatları arasındaki genetik açılım generasyonlarını ( $F_1$ ,  $F_2$  ve  $GM_1$ ) testlemişlerdir.  $F_1$  generasyonu tamamen dayanıklı,  $F_2$  generasyonu 3 dayanıklı:1 hassas ve  $GM_1$  generasyonu 1 dayanıklı: 1 hassas açılım göstermişlerdir. Bu sonuçlar turpta mildiyö dayanıklılığın tek dominant gen ile kontrol edildiğini göstermektedir (Coelho ve Monteiro, 2018). Günümüzde mildiyöye dayanıklı ticari hibrit turp çeşitleri piyasada bulunmaktadır.

Beyaz pas, bütün lahanagil sebze türlerini etkilese de en yaygın olarak turp ve şalgamda görülmektedir. İlk aşamalarda yaprak yüzeylerinin üst kısmında klorotik ve nekrotik lekeler oluşmaktadır. Daha sonra dış yaprak yüzeylerinde, küçük gövdelerde kabarcıklar ve bölümlere ayrılmış alanlarda beyaz tebeşir gibi keseler ortaya çıkmaktadır (Kaygısız, 1989). Ayrıca turp

yumrularında kök uruna benzer şişliklere neden olmaktadır. Bu hastalığın lahanagillerde zarar yapan en az on adet ırkı bulunmaktadır. Turpta ise 1 no'lu ırk daha çok zarar vermektedir (Meena ve ark., 2014; Jouet ve ark., 2019). Özellikle kırmızı kabuklu yuvarlak turpları tamamen pazarlanamaz duruma getirmektedir. Bu nedenle kırmızı renkli turp çeşitlerinde bu hastalığa dayanıklılığın aktarılması büyük bir önem taşımaktadır. Williams ve Pound (1963), çok sayıda turp genotipini beyaz pas hastalığına karşı dayanım düzeyleri yönünden testlemişler ancak kırmızı kabuklu turplarda dayanıklı genotipe rastlamamışlardır. Yapılan bu çalışmadan 48 yıl sonra Nickerson-Zwaan ıslah firması, beyaz pasa yüksek derecede dayanıklı kırmızı ve yuvarlak 'NIZ-AC2' saf hattını geliştirmiş ve patentlemiştir (Van Andel, 2011). Günümüzde bazı hibrit çeşitler bu hastalığa dayanıklılık genini taşımaktadır.

Turpta en yaygın görünen ve zarar yapan virüs hastalığı şalgam mozaik virüsü (*TuMV*)'dür (Yoon ve ark., 2017). Afid ve diğer böceklerle kolayca taşınabilen bu virüs yaprakların renk ve yapısını bozarak hem verim ve hem de kalite kaybına neden olmaktadır. Li ve ark. (2010), turpta *TuMV*'ye dayanıklılığın iki majör gen bölgesi tarafından kontrol edildiğini bildirmişlerdir. *Brassicaceae* familyasında yapılan araştırmalar 'C' genomunu taşıyan türlerin *TuMV*'den daha az düzeyde etkilendiğini göstermiştir (Yoshii, 1963). Bunun üzerine 'C' genomu taşıyan yaprak lahana ile turp arasında türler arası melez ıslah programı yürütülmüş ve geriye melezleme ıslahı yöntemi ile dayanıklı turp çeşitleri geliştirilmiştir (Matsuzawa ve ark., 1985; Kaneko ve ark., 1993).

Toprak kökenli kök ur hastalığının en belirgin simptomsu, köklerde ur nematoduna benzer urlaşma yapmasıdır. Bu hastalık 'A' genomu (*B. rapa*) ve 'C' genomu (*B. oleraceae*) taşıyan lahanagil sebzelerinde ciddi zararlar yaparken, turpta zarar oranı daha düşüktür (Yoshikawa, 1983). Özellikle Japon Daikon grubu turp çeşitlerinin bu hastalık etmenine diğer gruplardan çok daha dayanıklı olduğu belirlenmiştir (Randall, 1980). Tespit edilen on adet ırkı bulunmakla birlikte ilk dört tanesinin daha çok yaygın olduğu saptanmıştır (Yoshikawa, 1976). Turpta dayanımı sağlayan gen bölgeleri tespit edilmiştir (Gan ve ark., 2019). Dayanıklı x hassas çeşit açılımlarında yapılan QTL analizleri sonucunda turpta bu hastalığa dayanımın tek lokusta bulunan alleller tarafından kontrol edildiği saptanmıştır (Diederichsen ve ark., 2009). Geriye melezleme ile ıslah hatlarında kolaylıkla dayanım sağlanabilmektedir. Günümüzde bu hastalığın bazı ırklarına karşı dayanıklı olan hibrit turp çeşitleri geliştirilmiştir.

### Zararlılarla Mücadelede Tolerant/Dayanıklı Turp Genitörlerinin Belirlenmesi ve Islah Programlarında Kullanımları

Dünyada turp ıslah programlarında zararlılara dayanıklılık konusunda, hastalıklara karşı olandan daha az sayıda çalışma yürütülmüştür. Bu duruma sebep o zararlılara dayanıklılığın elde edilmesi oldukça zor olması ve yüksek maliyetli ıslah programlarına gereksinim duyulması olarak sıralanabilir (Karaağaç ve ark., 2021). Turplar, kök, gövde ve yaprakları ile beslenen birçok zararlının tehlikesi ve tehdidi altındadır (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Turp yetiştiriciliğinde görülen bazı önemli zararlılar (Karaağaç ve ark., 2021)

Yaygın kullanım adı	Bilimsel adı
Lahana kurdu	<i>Pieris ranae</i>
Lahana bevaz kelebeği	<i>Pieris brassicae</i>
Kök lezvon nematodu	<i>Pratylenchus penetrans</i>
Seker pancarı kist nematodu	<i>Heterodera schachtii</i>
Lahana afidi	<i>Brevicoryne brassicae</i>
Turp afidi	<i>Hyalothrips pseudobrassicae</i>
Lahana sineği	<i>Delia radicum</i>
Lahana piresi	<i>Phyllotreta cruciferae</i>

Turpun, lahana beyaz kelebeği (Hasan ve Ansari, 2010), lahana kurdu (Smallegange ve ark., 2007), lahana afidi (Pal ve Singh, 2014) ve turp afidine (Belesky ve ark., 2020) karşı hassas olduğu bilinmektedir. Ancak günümüzde turp ıslah programlarında zararlılara dayanıklılık ıslahı çalışmaları yok denecek kadar az sayıda yürütülmüştür. Konu ile ilgili olarak son yıllarda bazı temel düzeyde çalışmalar başlamıştır. Pan ve ark. (2014), turpta 'myrosinase glukozinolat' miktarındaki artışın zararlıların tercihini azalttığını belirlemişlerdir. McCall ve ark. (2013), lahana kurdunun beyaz çiçekli turpları pembe çiçekli olanlara göre daha fazla tercih ettiğini bildirmişlerdir. Kök lezyon nematodu birçok ülkede turp alanlarında önemli zararlar yapmaktadır (Sato ve ark., 2009; Wada ve ark., 2011). Ancak bu nematoda dayanıklılıkla ilgili bir ıslah programı henüz bulunmamaktadır. Şeker pancarı kist nematodu, turpta zarar yapan diğer önemli bir zararlıdır. Literatürde yağlık turpun (*R. sativus* L. ssp. *oleiferus* DC.) kist nematoduna karşı dayanıklı olduğu bildirilmiştir (Bünthe ve ark., 1997). Bu nedenle yağlık turptaki dayanıklılık genlerinin kolza bitkisine aktarılmasıyla ilgili olarak bazı ıslah çalışmaları yürütülmüştür (Voss ve ark., 2000; Peterka ve ark., 2004; Zhong ve ark., 2019).

## SONUÇ

Bitki ıslahçısının amacı mevcut çeşitlere göre verim ve kalite bakımından üstün, hastalık ve zararlılara dayanımı daha iyi olan stres koşullarından daha az etkilenen yeni nitelikli özelliklere sahip tolerant çeşitlerin geliştirilmesidir. Bu amaca yönelik olarak turp çeşit ıslah programlarında turp yabancı formlarının, yakın akraba türlerinin ve türler arası melezlerin önemli biyotik ve abiyotik stres faktörlerine karşı dayanıklılık durumlarının belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Turpun yabancı akrabaları, dayanıklılık kaynakları açısından son derece değerlidir. Islah programında yer alacak yabancı turp türlerinin öncelikle tohum verimi ile tohum çimlenme kapasitesinin yüksek olması gerekmektedir. Dünya genelinde turpta yapılan ıslah programları; birçok sebze türüne ve aynı familyadaki baş lahana, karnabahar ve brokoliye göre daha az sayıda ve düşük ölçeklidir. Bunun nedenleri, belirtilen türlere göre turpun ekonomik öneminin daha az olması ve turpta hala hibrit çeşitlerin yeterince talep görmemesi olabilir. Son yıllarda üretici ve tüketici istekleri doğrultusunda, özellikle klasik yöntemlerden yararlanılarak yeni turp çeşitleri geliştirilmiştir. Ancak şimdiye kadar turp ıslah programlarında daha çok ürünün fiziksel kalitesi, erkencilik ve fizyolojik bozukluklara tolerans gibi tüketicileri ilgilendiren özellikler üzerinde çalışılmıştır. Ülkemizde üreticiyi ilgilendiren biyotik ve abiyotik streslere karşı dayanım ve tolerans amaçlı ıslah programları ise yetersiz düzeyde kalmıştır. Ülkemizde kışlık sebze türlerinde hibrit çeşit ıslah çalışmaları ile tohum üretimlerinin gerçekleştirilmesi yönünde özel sektörün son yıllarda ilgi duymaya başladığı belirlenmiştir. Bu konuda özel sektörün ıslah altyapılarını oluşturarak biyotik stres (hastalık ve zararlılar) koşullarına da dayanıklı-tolerant hat ve çeşitlerin geliştirmesi ve yerli hibrit turp çeşit ıslah programlarının artırılmasına büyük gereksinim duyulmaktadır.

## Çıkar Çatışması

Makale yazarları arasında herhangi bir çıkar çatışması olmadığı beyan olunur.

## Yazar Katkısı

Makaleye yazarlar eşit oranda katkı sağlamışlardır.

## KAYNAKLAR

Anonim 2021. Tescilli ve Üretim İzinli Çeşitler Listesi. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü. <http://www.ttsm.gov.tr/TR/belge/1-248/tescilli-cesitler-listesi>.<http://www.ttsm.gov.tr/TR/belge/1-247/uretimizinli-cesitler-istes.html> (Erişim Tarihi: 23.11.2021).



- Baik SY, Kim JC, Jang KS, Choi, YH, Choi GJ, 2010. Development of Effective Screening Method and Evaluation of Radish Cultivars for Resistance to *Fusarium oxysporum f. Sp. Raphani*. The Korean Society of Plant Pathology, 16 (2):148-152.
- Bayraktar K, 1981. Sebze Yetiştirme Cilt 3. Sebzelerde Tohum Üretimi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No. 244, İzmir-Türkiye.
- Belesky DP, Walker JW, Cassida KA, Muir JP, 2020. Forbs and Browse Species. Forages: The Science of Grassland Agriculture, 2: 347-366.
- Bünthe R, Müller J, Friedt W, 1997. Genetic Variation and Response to Selection for Resistance to Root-Knot Nematodes in Oil Radish (*Raphanus sativus ssp. oleiferus*). Plant Breeding, 116 (3):263-266.
- Cheo TY, Guo RL, Lan YZ, Lou LL, Kuan KC, An ZX, 1987. Angiospermae, Dicotyledoneae, Cruciferae. In: Cheo TY, ed. Flora Reipublicae Popularis Sinicae, 33. Science Press, Beijing (China), pp. 1-483.
- Coelho PS, Monteiro AA, 2018. Genetic and Histological Characterization of Downy Mildew Resistance at the Cotyledon Stage in *Raphanus sativus* L. Euphytica, 214 (11):1-14.
- Crisp P, 1995. Radish, *Raphanus Sativus* (Cruciferae). In: J Smartt, NW Simmonds (editors.) Evolution of Crop Plants. Wiley-Blackwell, 2nd Edition, ISBN: 978-0-582-08643-2, pp. 86-89.
- Diederichsen E, Frauen M, Linders EG, Hatakeyama K, Hirai M, 2009. Status and Perspectives of Clubroot Resistance Breeding in Crucifer Crops. Journal of Plant Growth Regulation, 28 (3):265-281.
- Engels JMM, Arora RK, Guarino L, 1995. An introduction to Plant Germplasm Exploration and Collecting: Planning, Methods and Procedures, Follow-Up. Collecting Plant Genetic Diversity, Technical guidelines, CAB International, Wallingford, United Kingdom, 31-63.
- Furusato K, Miyazawa A, 1958. Japanese Radish Cultivars from the Viewpoints of Horticultural Science. In: I Nishiyama (editor), The Radish in Japan, Gakujutsu Shinkokai, Tokyo, pp.138-161.
- Gan C, Deng X, Cui L, Yu X, Yuan W, Dai Z, Yao M, Pang W, Ma Y, Yu X, Choi SY, Lim YP, Piao Z, 2019. Construction of a High-Density Genetic Linkage Map and Identification of Quantitative Trait Loci Associated with Clubroot Resistance in Radish (*Raphanus sativus* L.). Molecular Breeding, 39 (8): 1-12.
- Günay A, 1984. Özel Sebze Yetiştiriciliği. Cilt III, Çağ Matbaası, s. 312.
- Haruta T, 1962. Studies on the Genetics of Self- and Cross-Incompatibility in Cruciferous Vegetable. Res Bull Takii Plant Breeding Exp Stn 2: 1-169.
- Hasan F, Ansari MS, 2010. Effect of Different Cole Crops on the Biological Parameters of *Pieris brassicae* (L.) (Lepidoptera: Pieridae) under Laboratory Conditions. Journal of Crop Science and Biotechnology, 13 (3): 195-202.
- IBPGR (1981). Genetic resources of Cruciferous Crops. IBPGR Secretariat Consultation on The Genetic Resources of Cruciferous Crops, 17-19 November 1980. International Board for Plant Genetic Resources, Rome-Italy, pp. 47.
- Jouet A, Saunders DG, McMullan M, Ward B, Furzer O, Jupe F, Jones JD, 2019. *Albugo candida* Race Diversity, Ploidy and Host-Associated Microbes Revealed using DNA Sequence Capture on Diseased Plants in the Field. New Phytologist, 221 (3): 1529-1543.
- Jugulam M, Walsh M, Hall JC, 2014. Introgression of Phenoxy Herbicide Resistance from *Raphanus raphanistrum* into *Raphanus sativus*. Plant Breeding, 133 (4): 489-492.
- Kaneko Y, Matsuzawa Y, 1993. Radish: *Raphanus sativus* L. In: G Kalloo, BO Bergh (editors.) Genetic Improvement of Vegetable Crops, Pergamon, ISBN 0080408265, pp. 487-510.
- Karaağaç O, Balkaya A, 2017. Türkiye’de Yerel Sebze Çeşitlerinin Mevcut Durumu ve Islah Programlarında Değerlendirilmesi. Türktob Dergisi, 23: 8-15.
- Karaağaç O, Balkaya A, Abak K, 2021. Sebze Islahı, Cilt 1, Lahanagiller (*Brassicaceae*) Islahı, Bölüm:3 Turp Islahı, Gece Kitaplığı, 149-198, ISBN 978-625-7478-52-6.
- Kargioğlu M, Cenkeci S, Serteser A, Konuk M, Vural G, 2010. Traditional Uses of Wild Plants in The Middle Aegean Region of Turkey. Human Ecology, 38 (3): 429-450.
- Kaygısız H, 1989. Sebze Üreticisinin El Kitabı. Hasat Yayıncılık ve Reklamcılık, s. 55. İstanbul.

- Li GS, Li XX, Shen D, Yang YG, Qiu Y, Wang HP, Gong HZ, 2010. Genetic Analysis of the Resistance to TUMV in Elite Radish Germplasm. *Journal of Plant Genetic Resources*, 11 (2): 152-156.
- Li S, 1989. The Origin and Resources of Vegetable Crops in China. International Symposium on Horticultural Germplasm, Cultivated and Wild; Beijing, China, Sept. 1988. Chinese Society for Horticultural Science, International Academic Publishers, Beijing, pp. 197-202.
- Liang XU, Jiang QW, Jian WU, Yan W, Gong, YQ, Wang XL, Limera C, Liu LW, 2014. Identification and Molecular Mapping of the Rsdmr Locus Conferring Resistance to Downy Mildew at Seedling Stage in Radish (*Raphanus sativus* L.). *Journal of Integrative Agriculture*, 13 (11): 2362-2369.
- Matsuzawa Y, Kaneko Y, Sarashima M, 1985. Fertility in the Intergeneric Hybrid Plant, Raphanobrassica. *Bulletin College Agriculture Utsunomiya University*, 12: 31-39.
- McCall AC, Murphy SJ, Venner C, Brown M, 2013. Florivores Prefer White Versus Pink Petal Color Morphs in Wild Radish, *Raphanus sativus*. *Oecologia*, 172(1):189-195.
- Meena PD, Verma PR, Saharan GS, Hossein Borhan M, 2014. Historical Perspectives of White Rust Caused by *Albugo Candida* in Oilseed Brassica. *Journal of Oilseed Brassica*, 5: 1-41.
- Niikura S, 2002. Self-Incompatibility in Vegetable Seed Breeding. *Technical Bulletin*, 157: 1-8.
- Niikura S, 2017. F<sub>1</sub> Hybrid Breeding Using Genome Information. In: Nishio T, Kitashiba H (editors.), *The Radish Genome*, Springer Int. Publishing, Cham. ISBN 978-3-319-59253-4, pp. 199-216.
- Pan Y, Xu YY, Zhu XW, Zhe L, Liu Z, Gong YQ, Xu L, Gong MY, Liu LW 2014. Molecular Characterization and Expression Profiles of Myrosinase Gene (rsmr2) in Radish (*Raphanus sativus* L.). *Journal of Integrative Agriculture*, 13 (9): 1877-1888.
- Peterka H, Budahn H, Schrader O, Ahne R, Schütze W, 2004. Transfer of Resistance Against the Beet Cyst Nematode from Radish (*Raphanus sativus*) to Rape (*Brassica napus*) by Monosomic Chromosome Addition. *Theoretical and Applied Genetics*, 109 (1): 30-41.
- Pistrick K, 1987. Untersuchungen Zur Systematik Der Gattung Raphanus. *Kulturpflanze*, 35: 224-321.
- Randall C, 1980. Evaluation of Radish Cultivars for Resistance to Clubroot (*Plasmodiophora brassicae*) Race 6 for Midwestern United States. *Plant Disease*, 64(5):463.
- Sarı N, Abak K, Paksoy M, 1995. Kadirli-Kozan Turplarının Seleksiyonla Islahı ve Geliştirilen Hatların Adana ve Şanlıurfa Koşullarındaki Verimleri. *Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Bildirileri*, 13-16 Ekim 1995, Cilt II, s. 341-345.
- Sato E, Min YY, Toyota K, Takada A, 2009. Relationships Between the Damage to Radish Caused by the Root-Lesion Nematode *Pratylenchus Penetrans*, Its Density Prior to Cultivation and the Soil Nematode Community Structure Evaluated by Polymerase Chain Reaction-Denaturing Gradient Gel Electrophoresis. *Soil Science and Plant Nutrition*, 55 (4): 478-484.
- Shoemaker JS, 1949. *Vegetable Growing*. John Wiley and Sons, New York, s. 506.
- Smallegange RC, Van Loon JJA, Blatt SE, Harvey JA, Agerbirk N, Dicke M, 2007. Flower vs. Leaf feeding by *Pieris Brassicae*: Glucosinolate-Rich Flower Tissues are Preferred and Sustain Higher Growth Rate. *Journal of Chemical Ecology*, 33 (10): 1831-1844.
- Şehirli S, Özgen M, 1988. Bitki Islahı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1059, Ders Kitabı No: 310, s. 183-190.
- Şeniz V, 1993. Bahçe Bitkileri Islahı. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları No: 13, s. 15-25, Bursa-Türkiye.
- Takabe T, 1944. Studies on the Hybrids Between Radish and Hama-Daikon. *Japanese Society for Horticultural Science*, 15: 74-77.
- Van Andel A, 2011. Inbred Radish Line NIZ-AC2 U.S. Patent No: 8,063,271. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Voss A, Snowdon RJ, Lühs W, 2000. Intergeneric Transfer of Nematode Resistance from *Raphanus sativus* Into the *Brassica napus* Genome. In III International Symposium on Brassicas and XII Crucifer Genetics Workshop 539, pp. 129-134.

- Vural H, Eşiyok D, Duman İ, 2000. Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, ISBN 975-97190-0-2, s. 440.
- Wada S, Toyota K, Takada A, 2011. Effects of the Nematicide Imicyafos on Soil Nematode Community Structure and Damage to Radish Caused by *Pratylenchus Penetrans*. Journal of Nematology, 43 (1): 1-6.
- Wiersema JH, León B, 1999. World Economic Plants - A Standard Reference. CRC Press, USA.
- Williams PH, Pound GS, 1963. Nature and Inheritance of Resistance to *Albugo candida* in Radish. Phytopathology, 53: 1150-1154.
- Yamagishi H, Bhat SR, 2014. Cytoplasmic Male Sterility in Brassicaceae Crops. Breeding Science, 64 (1): 38-47.
- Yamagishi H, Terachi T, 1997. Molecular and Biological Studies on Male-Sterile Cytoplasm in the cruciferae. IV. Ogura-Type Cytoplasm Found in The Wild Radish, *Raphanus raphanistrum*. Plant Breeding, 116 (4): 323-329.
- Yoon JY, Choi GS, Kim S, Choi SK, 2017. Resistance Evaluation of Radish (*Raphanus sativus* L.) Inbred Lines Against Turnip Mosaic Virus. Research in Plant Disease, 23 (1): 60-64.
- Yoshii H, 1963. Studies on the Mosaic Virus of Radish. Special Bulletin. Kyushu Research Disease and Insect, 1: 1-26.
- Yoshikawa H, 1976. Examination of Races of Clubroot in Cole Crops. Agriculture Horticulture, 51: 628-634.
- Yoshikawa H, 1983. Breeding for Clubroot Resistance of Crucifer Crops in Japan. Japan Agricultural Research Quarterly, 17 (1): 6-11.
- Yu X, Lu L, Ma Y, Chhapekar SS, Yi SY, Lim YP, Choi SR, 2020. Fine-Mapping of A Major Qtl (Fwr1) for Fusarium wilt Resistance in Radish. Theoretical and Applied Genetics, 133 (1): 329-340.
- Yücel Ş, Balkaya A, Unlu AT, Kandemir D, Pala K, 2021. Yerel Turp Genetik Kaynaklarının Morfolojik ve Moleküler Karakterizasyonu ve Teksel Seleksiyon Islahı Yöntemi ile Ümitvar Genotiplerin Seçilmesi. TÜBİTAK TOVAG 2210172 No'lu Proje (Yürürlükte).
- Zhong X, Zhou Q, Cui N, Cai D, Tang G, 2019. Bvzr3 and Bvhs1pro-1 Genes Pyramiding Enhanced Beet Cyst Nematode (*Heterodera Schachtii* Schm.) Resistance in Oilseed Rape (*Brassica napus* L.). International Journal of Molecular Sciences, 20 (7): 1-16.

**Atf İçin:** Bağcı A, Karaağaç O, Balkaya A, 2021. Soğan İslahında Generasyon İlerlemesi ve Tohum Üretim Sürecini Hızlandırma Teknikleri. İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(Özel Sayı): 3438-3446.

**To Cite:** Bağcı A, Karaağaç O, Balkaya A, 2021. Accelerating Generation Advance and Shortening Seed Production Duration Techniques in Onion Breeding. Journal of the Institute of Science and Technology, 11(Special Issue): 3438-3446.

## Soğan İslahında Generasyon İlerlemesi ve Tohum Üretim Sürecini Hızlandırma Teknikleri

Arif BAĞCI<sup>1</sup>, Onur KARAAĞAÇ<sup>2\*</sup>, Ahmet BALKAYA<sup>3</sup>

**ÖZET:** Soğan (*Allium cepa* var. *cepa* L.) insanlar tarafından kültürü yapılan ilk tarım bitkilerindedir. Ülkemiz, soğanın birincil gen merkezlerinden birisidir. Binlerce yıldır Anadolu'da soğan tarımı yapılmaktadır. Soğan, iki yıllık bir sebze olup ilk yıl tohumdan soğan oluşumu gerçekleşir ertesi yıl ise soğandan tekrar tohum oluşumu sağlanarak yaşam döngüsü tamamlanmaktadır. Soğanın anavatanı olan ve aynı zamanda önemli bir üretici olan ülkemizde çeşit ıslah çalışmaları yeterli düzeyde değildir. Bunun en önemli nedeni, tek yıllık sebzelerle göre soğanda ıslah sürecinin, neredeyse iki kat daha fazla sürmesidir. İslah kuruluşlarının; uzun süren, yüksek maliyetli ve yoğun işgücü gerektiren soğan ıslah programları oluşturmaları hiçte kolay olmamaktadır. Bu nedenle soğan ıslah programlarında tohum üretim süresinin kısaltılması büyük önem taşımaktadır. Son yıllarda soğan ıslah programlarında farklı agronomik uygulamalar ve vernalizasyon şartları kullanılarak aynı yıl içerisinde tohum üretimleri gerçekleştirilebilmektedir. Bu sürecin hızlandırılması amacıyla H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> gibi bazı kimyasal uygulamalar yapılmaya başlamıştır. Ayrıca son yıllarda soğanda double haploid ıslah hatlarının elde edilmesine yönelik olarak olumlu sonuçlar alınmaya başlanmıştır. Bu derleme çalışmasında, soğan ıslah programlarında sürecin hızlanmasına yönelik olarak uygulanan bu tekniklerin etkileri ve etki mekanizmaları sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Dihaploidizasyon, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, ıslah, soğan, tek yıllık, vernalizasyon

### Accelerating Generation Advance and Shortening Seed Production Duration Techniques in Onion Breeding

**ABSTRACT:** Onion (*Allium cepa* var. *cepa* L.) is one of the first agricultural plants cultivated by humans. Turkey is one of the primary gene centers of onion. Onion has been cultivated in Anatolia for thousands of years. Onion, which is a biannual vegetable, completes its life cycle by forming an onion from the seed in the first year and a seed from the onion in the second year. Although Turkey, which is the gene centre of onions, is also an important producer, variety breeding studies are not sufficient. The most important reason for this is that the breeding process for onions takes almost twice as long as for annual vegetables. It is not easy for breeding companies to create onion breeding programs that take many years, require high cost and labour intensive. Therefore, shortening the seed production period is of great importance in onion breeding programs. In recent years, seed can be produced in the same year by using different agronomic practices and vernalisation conditions in onion breeding programs. Some chemical applications such as H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> have been started to accelerate this process. In addition, in recent years, good results have begun to be obtained for the production of double haploid breeding lines in onions. In this review, the effects of these techniques applied and their mechanisms to accelerate the process in onion breeding programs are presented.

**Keywords:** Dihaploidizasyon, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, breeding, onion, annualization, vernalization

<sup>1</sup> Arif BAĞCI (Orcid ID: 0000-0001-9604-219X), Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Samsun, Türkiye

<sup>2</sup> Onur KARAAĞAÇ (Orcid ID: 0000-0002-8794-2556), Tohum Sertifikasyon Test Müdürlüğü, Samsun, Türkiye

<sup>3</sup> Ahmet BALKAYA (Orcid ID: 0000-0001-9114-615X), Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun, Türkiye

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Onur KARAAĞAÇ, e-mail: onur.karaagac@tarimorman.gov.tr

Derleme makalesi, 15-17 Kasım 2021 tarihlerinde İğdır'da düzenlenen Uluslararası Katılımlı Türkiye 7. Tohumculuk Kongresi'nde sözlü olarak sunulmuştur.

## GİRİŞ

Ülkemizin soğan üretimi 2.32 milyon ton olup dünyada 5. sırada yer almaktadır. Bu üretimin 2.2 milyon tonu kuru soğan olarak üretilmektedir (Anonim, 2019a). Üretilen kuru soğanın yarısını Ankara (669.000 t), Amasya (317.000 t) ve Çorum (168.000 t) illeri karşılamaktadır. Ülkemizin taze ve işlenmiş soğan ihracatı 52 milyon \$, ithalatı ise 34 milyon \$ düzeyindedir (Anonim, 2019b). Buna karşılık ülkemiz, 2019 yılında yaklaşık 57 ton soğan tohumluğu ithal ederek 3.6 milyon \$ döviz ödemesi gerçekleştirmiştir. Ürün dış ticaret dengesi pozitif olmasına rağmen tohumluk dış ticaret dengesi negatif yöndedir.

Ülkemizde kayıt altına alınmış ilk soğan çeşitleri, Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü tarafından 1984 yılında tarafından geliştirilmiş olan “Kantartopu 3” ve “Akgün 12” çeşitleridir (Anonim, 2021). Bu çeşitler, 1998 yılına kadar ülkemizin sertifikalı soğan tohumluğu ihtiyacını karşılamışlardır. Ülkemizde bu zamana kadar tescil edilmiş ya da üretim izni alınmış toplam 207 adet soğan çeşidi bulunmaktadır (Anonim, 2021). Soğanda standart çeşitlerin kullanımı hala yaygın olmasına rağmen son yıllarda hibrit çeşitlerin oranı artmaya başlamıştır. Günümüzde ülkemizde standart tohum kaydına alınan hibrit soğan çeşitlerinin toplam çeşitlere oranı %18’i bulmuştur. Özel sektör tohumculuk kuruluşları tarafından farklı özelliklerde açık tozlanan çok sayıda soğan çeşidi geliştirilerek ticarete konu olabilmektedir. Ancak hibrit soğan çeşitlerinin geliştirilmesi diğer sebze türlerine göre daha zor ve uzun sürmektedir. Ayrıca yerli ıslah kuruluşlarının geçmişi ve tecrübesi yurtdışı ıslah kuruluşlarına göre oldukça azdır. Gelecekte ülkemizin hibrit soğan tohumluk talebi artma eğiliminde olduğu için ithalat miktarı da o oranda artacağı düşünülmektedir. Ülkemizde nitelikli ve yerli soğan çeşitlerinin geliştirilmesine yönelik olarak ıslah sürecinin kısaltılma yollarının araştırılması gerekmektedir. Son yıllarda farklı vernalizasyon şartları, agronomik ve kimyasal uygulamalar ile generasyon kademe ilerleme sürecini tek yıla indirgeme ve biyoteknolojik yöntemlerle bir yılda saf hat eldesine yönelik olarak çalışmalar yapılmaktadır. Bu derlemede soğan ıslah programlarında bulunan genetik materyalin kısa sürede saf hat haline getirme teknikleri ayrıntılı olarak irdelenmiştir.

### Yaşam Döngüsünü Kısaltma

İki yıllık bir sebze olan soğanın yaşam döngüsünü bir yıla indirgeyerek ıslah sürecini hızlandırmak mümkündür. Bunun için soğanlar hasat olgunluğuna gelmeden önce arpacık soğan aşamasına hızlı bir şekilde ulaşmaları sağlanmalıdır. Tohum hasadından sonra arpacık soğanların eldesi ve bu soğanların farklı agronomik ve kimyasal uygulamalar ile birlikte vernalize olmalarının sağlanması sonucunda generatif devreye geçmeleri ve hızlı bir şekilde sapa kalkmaları amaçlanmaktadır. Sapa kalkmaya genetik eğilim, depolama öncesi bitkinin fizyolojik yaşı ve vernalizasyon şartları, soğanlarda generatif devreye geçiş durumunu etkilemektedir. Bu kısaltmanın sağlanabilmesi için aşağıda sıralanan faktörlerin bir arada dikkate alınması gerekmektedir.

#### a. Fizyolojik yaş

Soğanda vejetatif ve generatif yaşam döngüsündeki dengeyi kontrol eden dört adet gelişim aşaması bulunmaktadır. Bunlar; gençlik aşaması, ısıl istek, rekabet fazı ve bitirme fazıdır. Gençlik aşamasında bitkiler kritik büyüklüğe gelmediği için generatif gelişimleri söz konusu değildir. Isıl istek fazı içerisinde ise gerekli düşük sıcaklıkta generatif organların uyartımı sağlanmaktadır. Esas generatif gelişme ise rekabet fazında başlamaktadır. Bu aşamada soğan büyüklüğü ve vernalizasyon durumuna göre denge, generatif gelişme lehine oluşmaktadır. Bitirme fazı ise tamamen generatif gelişim sürecidir. Genel olarak soğan tohumu hasadı temmuz ve ağustos aylarında yapılmaktadır. Hasat edilen tohumlar vakit kaybetmeden ekilerek soğuklar başlamadan gençlik fazının tamamlanması gerekmektedir. Arpacık soğanın gençlik fazını tamamladığı gösteren kriterlerden birisi yaprak

sayısıdır. Heath ve Mathur (1944), genotipe göre değişmekle beraber bu fazın tamamlanması için 4-14 adet yaprak sayısına ulaşılmasını, Brewster (1983) ise minimum 10 adet olması gerektiğini bildirmişlerdir. Yaprak sayısının yeterli olması tohumdan tohuma üretimi garanti altına almamaktadır. Vernalizasyon sürecinde solunumdan dolayı arpacık soğanda ağırlık kaybı da olacağı dikkate alınarak bu süreçte soğanın ihtiyacı olan besin maddelerini yeterince ihtiva edecek minimum iriliğe ulaşması da diğer önemli bir kriterdir. Arpacık iriliği ile depo şartlarında ağırlık kaybı oranı arasında negatif ilişki bulunmaktadır (Krawie, 2007). Örneğin 1 cm civarında iriliğe sahip arpacık soğanın vernalizasyondan sonra sapa kalkma ihtimali neredeyse imkânsızdır. Arpacık soğanın irilik miktarı ile sapa kalkma ve tohum verimi arasında ise pozitif bir ilişki bulunmaktadır (Khokhar ve ark., 2007). Van Kampen (1970), arpacık soğanın yetiştirileceği sınırlı süre içerisinde minimum 17.5 mm çapına ulaşması gerektiğini bildirmiştir. Jones ve Davis (1944) ise 2.2-2.5 cm çapa sahip arpacık soğanların tamamında sapa kalkmanın gerçekleştiğini ve bu iriliğin azaldıkça sapa kalkmanın ciddi ölçüde azaldığını belirtmişlerdir. Khokhar (2009); 12.5 mm, 17.5 mm ve 22.5 mm çapındaki arpacık soğanlarda generatif gelişim aşamalarını incelemiştir. Araştırmacı, 22.5 mm çapındaki soğanların daha erken sapa kalktığını ve daha fazla tohum ürettiğini bildirmiştir.

Arpacık soğanın taze ağırlığı da önem verilmesi gereken diğer bir kriterdir. Hasat edilen arpacık soğanlarda 4 g taze ağırlığın altında vernalizasyon sonrası generatif gelişimde önemli sorunlar olduğu ortaya konulmuştur (Heath ve ark., 1947). Diğer önemli bir kriter ise gövde çapıdır. Shishido ve Saito (1976), hasat olumundan önce suni vernalizasyona tabi tutulacak bitkilerin gençlik fazından çıkış göstergesi olarak gövde çapının en az 3.3 mm olması gerektiğini belirtmiştir. Belirtilen bu nedenlerden dolayı yaprak sayısı, soğan iriliği, ağırlık ve gövde çapı kriterleri bir arada değerlendirilmeli, arpacık soğan yetiştiriciliği sonlandırılmalı ve vernalizasyon aşamasına geçilmelidir.

### **b. Vernalizasyon**

Soğanda tohumdan tohuma olan generasyon süresinin kısaltılabilmesi için vernalizasyon faktörünün de irdelenmesi gerekmektedir. Günümüzde ticari üretimi yapılan çeşitlerin neredeyse tamamının vegetatif büyüme ve gelişmenin sonunda oluşan soğanları, dormant formdadır. Bu soğanların generatif büyüme evresine geçmesi için soğandaki içsel dormansinin kırılması gerekmektedir. Bunun için soğanların belirli bir müddet düşük sıcaklıkta muhafaza edilerek generatif organlarının uyartımı sağlanmalıdır. Optimum vernalizasyon şartları, çiçeklenmenin erkene alınmasını ve tohum veriminin artmasını olumlu yönde etkilemektedir. Vernalizasyonun süresi ve şiddeti, genotipe göre değişken olmakla birlikte genel olarak, 5-13° C ve 20-120 gün arasında dağılışı göstermektedir. Ancak sapa kalkmaya tolerant olan bazı çeşitlerde bu süre 185 günü bulabilmektedir (Shishido ve Saito, 1975). Yapılan çalışmalar genel olarak değerlendirildiğinde; soğanlar için optimum vernalizasyon şartlarının 10 °C'de 90 gün olduğu bildirilmiştir (Peters, 2018). D'Angelo ve Goldman (2018), uzun gün soğan çeşitlerinde 14 hafta süreyle ve 10 °C'de depolama uygulamasının generatif gelişme üzerine en iyi sonucu verdiğini belirlemişlerdir. Bunun yanında vernalizasyon sürecinde fotoperiyodun da önemli düzeyde etkisi bulunmaktadır. Yapılan araştırmalar, uzun fotoperiyot süresinin (18-20 saat gündüz) genel olarak vernalizasyon ihtiyacını kısalttığını ortaya koymuştur (Brewster, 1983). Ancak fotoperiyodizme duyarlılık genotiplere göre değişkenlik gösterebilmektedir. Bu nedenle, tohum üretim sürecini yarıya indirgeyebilmek için öncelikle ıslah materyalinin ihtiyaç duyduğu optimum vernalizasyon şartlarının bilinmesi gereklidir. Ayrıca hızlı tohumluk üretimi için henüz olgunlaşmamış soğanlar olan arpacık soğanların vernalizasyon ihtiyaçlarının tespit edilmesi de gerekmektedir. Çünkü aynı genotipe ait normal soğan ve arpacık soğanların dormant aktiviteleri farklı olabilecektir. Aslında ülkemizde ekolojik koşullar düşünüldüğünde vernalizasyon süresinin uzun olması tohumdan tohuma olan süreyi ciddi olarak etkileyen bir faktör değildir. Çünkü arpacıkların

hasatından ilkbaharda yerlerine dikimine kadar olan süreçte vernalize olmaları için yeterli zaman olacaktır. Burada önemli olan husus, arpacık soğanların en optimum şartlarda vernalize olmalarını sağlayarak tohum verimini arttırmaya çalışmaktır. Tohum üretimini hızlandırmak amacıyla vernalizasyon süresi kısa olan genetik materyaller üzerine yoğunlaşmaktan kaçınılmalıdır. Bu durumun, ıslah programının ilerleyen safhalarında sapa kalkmaya hassas olan materyal oranını artırma ihtimali yüksektir. Bu nedenle generasyon kademesi hızlandırma işlemine başlamadan önce eldeki genotiplerin vernalizasyona tepki durumları bilinmelidir. Burada ıslahçı hem tohumluk üretimini hızlandırılabilceği hem de sapa kalkmaya hassasiyeti arttırmayacağı bir dengeyi göz önünde bulundurması gerekmektedir. Bu dengeyi sağlayabilmenin en iyi yöntemlerinden birisi ise genotip bazında “efektif vernalizasyon süresi” nin belirlenmesidir. Soğanda bu konu ile ilgili ilk çalışmalar Streck (2003) tarafından yapılmıştır. Araştırmacı, farklı soğan çeşitlerini farklı sürelerde depolayarak çeşitlerin en uygun vernalizasyon sürelerini tespit etmiştir. Elde ettiği verileri bütün soğan çeşitleri için kullanabileceği bir matematiksel model de geliştirmiştir:  $f(VD) = (VD)^5 / [(30)^5 + (VD)^5]$ . Burada VD: çeşidin vernalize olduğu optimum süre,  $f(VD)$  ise bu sürenin fonksiyonudur ve 0-1 arasında bir değerdir. Bu değer 1'e yaklaştıkça tamamen vernalizasyon sağlanma durumunu ve 0'a doğru azaldıkça vernalize olmama durumunu göstermektedir. Bu çalışma sonuçları, çok sayıda soğan çeşidinde vernalizasyon süresinin tahmin edilmesinde kullanılan bir model olmuştur. Ancak bu model, hasat olumundaki soğanlar için geçerlidir. Arpacık soğanlarda bu süre genel olarak 5-13° C sıcaklığa maruz kaldığı toplam saat süresi cinsinden 2100-2500 saat arasında değişmektedir (Peluffo ve ark., 2016). Soğan ıslah süresini kısaltmaya yönelik yapılan çalışmalarda da farklı genotiplere ait farklı boyutlardaki arpacık soğanlarda da sıcaklığa bağlı vernalizasyon süresi modelleme çalışmalarının yapılmasına ihtiyaç bulunmaktadır. Modelleme yapılamasa bile ıslahçı, üzerinde çalıştığı genotiplerin arpacık soğanları için gerekli minimum vernalizasyon süresini belirleme çalışmalarını yapmak zorundadır. Bu amaca yönelik çalışmalar da yapılmaya başlanmıştır. Khokhar ve ark. (2007), iki farklı soğan çeşidine ait 22.5 mm çapındaki arpacık soğanları hem düşük sıcaklık ve hem de oda sıcaklığında ve farklı sürelerde depolamışlardır. Araştırmacılar, vernalizasyon süresi üzerine genotipin etkisinin önemli olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca genel olarak 5° C'de 90 gün depolamanın en iyi sonucu verdiğini bildirmişlerdir. Düşük sıcaklıkta 90 gün muhafaza edilenler, 50 gün muhafaza edilenlere göre üç kat daha fazla tohum verimine ulaştığını tespit etmişlerdir. Bununla birlikte, arpacık soğanların tohum veriminin normal soğanlardan alınan verimden çok daha az olacağı da unutulmamalıdır.

### ***c. Ekolojinin optimizasyonu***

Ekoloji faktörü vernalizasyondan önce ve vernalizasyondan sonra olmak üzere iki kısma ayrılmalıdır. Vernalizasyon öncesi arpacık soğan üretiminde dikkat edilen soğan iriliği, gövde çapı, ağırlık ve yaprak sayısı kriterleri aslında ileride generatif aşamaya geçebilmek için bitkinin bünyesinde tamamlanması gereken oluşumların göstergesidir. Islah süresini kısaltmaya yönelik olarak, tohumların Temmuz-Ağustos aylarında ekilmesi, yukarıda belirtilen minimum şartlar sağlanana kadar büyütülmesi ve hemen ardından depo şartlarında muhafaza edilmesi gerekmektedir. Arpacık soğanın istenen minimum olgunluğa gelmesi kadar bu olgunluğun hangi iklimik koşulda gerçekleştiği de bir o kadar önemli bir konudur. Aslında normal şartlar altında soğanda irileşme, yaz sıcaklarında ve uzun gün şartlarında olmaktadır. Ancak generasyon kısaltma amaçlı uzun gün tip arpacık soğan üretimi sonbaharda yapılacağı için soğan oluşum ve irileşme sürecinde, kısa gün ve düşük sıcaklık şartları giderek oluşmaya başlayacaktır. Bitkide sağlıklı toprak üstü organ gelişimini ve soğanın daha hızlı irileşmesini sağlamak adına bu üretimin kontrollü koşullarda yapılmasında fayda vardır. Islah materyallerinde hızlı çoğaltma amaçlı yapılan bu üretim nispeten çok daha küçük alanlarda ve bu nedenle de düşük maliyetli olarak yapılabilir. Sonbaharda sıcaklık ve gün uzunluğunun azalmaya

başlamasıyla birlikte sera koşullarında ısıtma (25 °C) ve kısmi süreli yapay ışıklandırma (16/8 saat) yapılarak arpacık soğanların sağlıklı ve yeterli gelişimi sağlanabilmektedir.

Vernalizasyondan sonra tohumluk parseline dikilen bitkilerin maruz kaldığı ekoloji de soğanın çiçeklenme sürecini direkt olarak etkileyen bir faktördür. Aynı genetik yapı ve yaştaki soğanlar aynı vernalizasyon koşullarında tutulsa bile farklı yerlere dikildiklerinde çiçeklenme performansları değişebilmektedir (Van Kampen, 1970). Bundan dolayı tohumluk üretimi yapılacak yerin rakım ve uzun yıllar iklim verileri analiz edilmelidir. Ayrıca bitkilerin dikim zamanı, hem iklim verilerine ve hem de vernalizasyon sürecinin tamamlanma durumuna bağlı olarak ayarlanmalıdır. Özellikle geç dikimden kaçınılmalıdır. Bitkiler, vernalizasyonu tamamladıktan kısa bir süre sonra uzun gün ve yüksek sıcaklığa maruz kaldığı takdirde vejetatif büyüme, generatif gelişimlerini baskılayarak bitkilerin sapa kalkmalarını önleyebilmektedir (Lawadale ve Kale, 1986).

#### **d. Kimyasal uygulamalar**

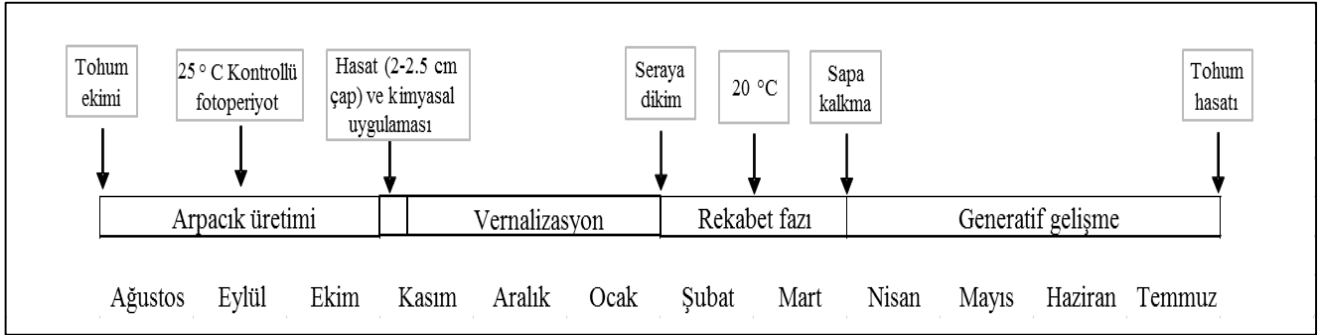
Soğan muhafazası sırasında kimyasal uygulamalarının genel amacı aslında vernalizasyon sürecinde ağırlık kaybını azaltmak ve zamanından önce oluşacak sürgün gelişimini engellemektir. Generasyon hızlandırmada ise aksine vernalizasyonu hızla tamamlayarak bir an önce generatif devreye geçişi sağlayabilecek kimyasal uygulamaların yapılması gereklidir. Optimum agronomik, ekoloji ve vernalizasyon şartları sağlansa da bazen bunlar, generasyon süresinin kısaltılması için yeterli gelmeyebilmektedir. Özellikle uzun gün soğanları içerisinde vernalizasyon ihtiyacı çok fazla olan genotiplerde bu sorunla karşılaşılabilir. Buna yönelik olarak son yıllarda yapılan bazı çalışmalarda bu sorun çözülmeye çalışılmıştır.

**H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulaması:** Bitki organlarında H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> birikiminin geçici oksidatif strese neden olduğu ve bu durumun generatif gelişmeyi hızlandırdığını ortaya koyan bazı çalışmalar yapılmıştır (El-Maarouf-Bouteau ve Bailly, 2008; Liu ve ark., 2011; Chope ve ark., 2012, Mohamed ve ark., 2012). D'Angelo ve Goldman (2019a), hidrojen peroksitin bazı uzun gün soğanlar üzerindeki etkisini araştırmışlardır. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulaması yapılan soğanların hem köklenme hem de sürgün gelişimleri daha hızlı olmuştur. D'Angelo ve Goldman (2019b) ise H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulaması ve vernalizasyon kombinasyonlarının etkisini incelemişlerdir. Araştırmada %15 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulaması ve 10 °C'de 12 hafta vernalizasyon koşullarında soğanda tohumdan tohuma süreci bir yıla indirebilmişlerdir. Araştırmacıların belirledikleri en iyi yöntem şu şekildedir: Sökülen bitkilerin kurumaları sağlandıktan sonra soğanlar üst kısımdan 1/3 oranında kesilip geriye kalan 2/3'lük kısmın kesilen yüzü aşağı bakacak şekilde %15'lik H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> solüsyonuna konulur. Daha sonra soğanların mevcut solüsyonu absorbe etmesi için 4 saat bekletilir. Soğanlar solüsyondan çıkarılıp durulandıktan sonra perlit ve torf içeren kasalara dikimi yapılır. 20° C'de ve 16 saat ışıklandırma koşullarında 3 hafta bekletilir. Ardından 10 °C'de 16/8 fotoperiyot koşullarında 12 hafta depolanır. Bu yöntem vernalizasyon isteği bir hayli fazla olan uzun gün soğanlarında da generasyon sürecini bir yıla indirebilmesi yönünden çok önemlidir. Fakat bu söz konusu çalışmada tohum ekimi Mayıs ayında yapılmış ve Eylül ayına kadar soğanlar büyütülmüştür. Bu nedenle soğan çapları hasat olumu iriliğine neredeyse yaklaşmıştır. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulamasının arpacık soğanlarda olan etkisine yönelik bir çalışma yapılmamasına rağmen benzer etkiyi göstereceği düşünülmektedir.

Yukarıda ayrıntılı olarak sunulan faktörler çerçevesinde, ülkemiz ekolojik şartlarında, uzun gün tipindeki soğan materyalinde kendileme kademesi ilerleme sürecini 2 yıldan tek yıla indirmek mümkün gözükmemektedir. Genel özellikleri ve vernalizasyon ihtiyacı önceden belirlenen ıslah materyalinin tohumları hasat edildikten sonra zaman geçirmeden ağustos ayında iklim kontrollü şartlarda ekimleri yapılmalıdır (Şekil 1). Gençlik aşaması üç ay içerisinde tamamlanarak soğan iriliği 2.0-2.5 cm çapına ulaşması hedeflenmelidir. Burada beslemede kullanılan azot-potasyum gübrelemesinin dengeli ve zamanında yapılması en az sıcaklık ve ışık faktörü kadar önemlidir. Hasat



edilen arpacık soğanlarda kurumanın ardından H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulaması yapılmasının ilerideki generatif gelişmeye katkısı olacaktır. Vernalizasyon süreci değişmekle beraber genel olarak 12 hafta olacak şekilde planlanmalıdır. Bu süreçte 9 °C sıcaklık, 12 saat fotoperiyot ve nem kontrollü hava sirkülasyonu sağlanmalıdır. Vernalize olan arpacık soğanlar Şubat ayında seraya dikilerek generatif devreye geçebilecek yeterli sıcaklık sağlanmaya çalışılmalıdır. Çiçek kümesi oluşumundan önce her soğan hattı kendi içerisinde bitki grubu izolasyon kabinlerine alınması gerekmektedir. Temmuz ayında kendilenmiş tohumların hasadı yapılarak bir yılda bir generasyon ilerlemesi hedefine ulaşılmış olacaktır.



Şekil 1. Türkiye ekolojik şartlarında uzun gün tip arpacık soğandan tek yılda tohumdan tohumla üretim şeması

### Double Haploidizasyon

Laboratuvar şartlarında besin ortamında genetik olarak saf bitkilerin elde edilmesini sağlayan bu tekniğin soğan için önemi daha büyüktür. Çünkü soğan ıslahında sadece saf hatların elde edilme süreci 12 yılı bulmaktadır. Yüksek oranda kendileme depresyonu görülen soğanda bu yöntemle saf hat eldesi birkaç yıla düşürülebilmektedir. Soğanda dihaploid bitki eldesi için ovul ya da ovaryum kültürü kullanılmaktadır (Campion ve Alloni, 1990). Ancak bu yöntemde geniş ölçekli bir ıslah programında başarı elde edilmesi hiçte kolay olmamaktadır. Diğer birçok türde olduğu gibi soğanda da; genotip, eksplant, ortam kompozisyonu gibi çok fazla sayıda ve birbiri ile etkileşimli ve değişkenli faktör bulunmaktadır. Başarıya etkisi olan bu faktörlerle ilgili özet bilgiler aşağıda sunulmuştur.

#### a. Genotip

Donör bitkinin genetik yapısı diğer bir deyişle haploid bitki oluşturma yeteneği, *in-vitro* üretimin başarısını etkileyen en önemli faktörlerden birisidir. Bohanec ve ark. (1995), soğan genotiplerinin %7'sinin ovaryum ve %1'inin ovul kültürüne tepki gösterdiklerini bildirmişlerdir. Bohanec ve Jakše (1999), inceledikleri soğan genotiplerinin %85'inde rejenerasyon saptamamışlar, %15'inde ise sadece %8'lik bir tepki belirlemişlerdir. Jakše ve ark. (2010), ginogenesis tepkiyi %2 olarak tespit etmişler ve bu özelliğin poligenik kalıtmı olduğunu bildirmişlerdir.

#### b. Orijin

Yapılan çalışmalar ABD orijinli soğanların rejenerasyon ve hayatta kalma oranının diğer soğanlara göre daha yüksek düzeyde olduğunu göstermektedir (Geoffriau ve ark., 1997). Türkiye, Rusya, Japonya ve Hindistan orijinli materyallerde bu tepkinin düşük olduğunu belirlemişlerdir (Bohanec ve Jakše, 1999).

#### c. Ön uygulamalar

Stres ortamı oluşturmak, gametofitik gelişimden sporofitik faza geçişi tetikleyerek embriyogenesis oranını arttırabilmektedir. Soğanda 15 °C'de muhafaza edilen donör bitkilerden çiçek tomurcuklarının kullanımının ginogenesis başarı oranını arttırdığı bildirilmiştir (Puddephat ve ark., 1999). Çiçek tomurcuklarının çiçek açmadan önce farklı konsantrasyonlarda sodyum hipoklorit (%3-10) ve birkaç damla Tween 20 ile 10-15 dakika muamele edilmesi ve ardından steril su ile durulanması

ümit verici olarak bulunmuştur (Martinez ve ark., 2000, Ponce ve ark., 2006). Soğanda sterilizasyon için etanol ve dikloroizosiyanürik asit disodyum tuzunun kullanımı da önerilmiştir (Geoffriau ve ark., 1997; Alan ve ark., 2007).

#### **d. Eksplant**

Soğanda donör bitkiden ovul ve ovaryum alınma zamanı, mikrospor kültüründeki erken tek çekirdekli aşamaya denk gelmektedir (Campion ve Alloni, 1990). Ovaryum kültüründe, ovul kültürüne göre daha başarılı rejenerasyonlar ortaya çıkmıştır (Bohanec ve ark., 1995). Çiçeklenmeden 3-5 gün önce ve uzunluğu 3-4 mm olan çiçek tomurcuklarının en uygun örnek alma zamanı olduğu saptanmıştır (Musial ve ark., 2005).

#### **e. Besin ortamı**

Başarı oranını etkileyen diğer önemli bir faktördür. MS veya BDS ortamında çeşitli vitaminler, büyüme düzenleyiciler ve makro-mikro elementlerin çeşitli kombinasyonlarında bir veya iki aşamalı kültür yaklaşımında soğan çiçek tomurcuklarının rejenerasyonu inceleyen birçok çalışma yapılmıştır (Campion ve ark., 1992; Bohanec ve ark., 1995; Jakše ve ark., 1996; Martinez ve ark., 2000; Michalik ve ark., 2000). Ancak besin ortamının etkinliği genotipe göre değişkenlik göstermesi nedeniyle geniş ölçekte dihaploid bitki eldesinde kullanılan standart bir protokol bulunmamaktadır.

Soğanda ıslah programındaki tüm genotiplerde dihaploid bitki eldesi bilinen *in-vitro* tekniklerle mümkün görünmemektedir. Çok düşük bir oranda dihaploid bitki elde edilse bile sadece bu genetik materyaller ile ıslah programının ilerlemeyeceği aşikârdır. Buna ek olarak dihaploidizasyonla elde edilen her saf hattın ıslahçı için değerli bir hat olmama ihtimali de bulunmaktadır. Örneğin iki gen ile determine edilen bir özellik için dört farklı allel kombinasyonda saf hat elde edilebilmektedir. Bu kombinasyonlardan birçoğu istenen özellikte olmayabilecektir. Bu nedenle günümüzde, haploidizasyon temelli saf hat elde etme prosedürü, soğan ıslah programında yaygın olarak kullanılan bir yöntem olmaktan uzaktır.

## **SONUÇ**

Ülkemizde diğer kışlık sebze türlerinde olduğu gibi soğan türünde de ıslah çalışmaları istenen düzeyde değildir. Soğanda kendileme süresinin iki yıl olması, yerli tohum ıslah firmalarının yeni çeşit geliştirme çalışmalarına ağırlık verememesinin ardındaki en önemli engeli teşkil etmektedir. Soğan ıslah sürecinde yarı yol materyali ya da saf hat elde edilme sürecinin kısaltılması oldukça önemlidir. Bu derlemede, soğan ıslah sürecinin hızlandırılması ve generasyon ilerlemesi sağlanmasına yönelik uygulamalar özetlenmiştir. Buna göre morfolojik özellikleri ve vernalizasyon gereksinimi bilinen genetik materyalde tohum üretim sürecini iki yıldan bir yılda indirebilmek mümkündür. Soğanda dihaploidizasyon çalışmaları henüz istenen düzeyde değildir. Yurt içi AR-GE kuruluşlarının bu tekniği ıslah programlarında uygulamaya aktarabilmesi için gerekli çalışmaların hızlandırılması, gelecekteki uluslararası rekabet ortamından ülkemizin kazançlı çıkmasını sağlayacaktır.

## **Çıkar Çatışması**

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## **Yazar Katkısı**

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder

## **KAYNAKLAR**

Alan AR, Lim W, Mutschler MA, Earle ED, 2007. Complementary Strategies for Ploidy Manipulations in Gynogenic Onion (*Allium cepa* L.). Plant Science, 173: 25-31.

- Anonim, 2019a. Crop Production Statistics. Food and Agriculture Organization (FAO). <https://www.fao.org/faostat/en/#home> (Erişim Tarihi: 13.08.2021).
- Anonim, 2019b. Bitkisel Üretim İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://www.tuik.gov.tr> (Erişim Tarihi: 13.08.2021).
- Anonim, 2021. Standart Tohumluk Kayıtları. Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü. <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM> (Erişim Tarihi: 13.08.2021).
- Bohanec B, Jakše M, 1999. Variations in Gynogenic Response among Long-Day Onion (*Allium cepa* L.) Accessions. *Plant Cell Reports*, 18: 737-742.
- Bohanec B, Jakše M, Ihan A, Javornik B, 1995. Studies of Gynogenesis in Onion (*Allium cepa* L.) Induction Procedures and Genetic Analysis of Regenerants. *Plant Science*, 104: 215-224.
- Brewster JL, 1983. Effects of Photoperiod, Nitrogen Nutrition and Temperature on Inflorescence Initiation and Development in Onion (*Allium cepa* L.). *Annals of Botany*, 51: 429-440.
- Campion B, Alloni C, 1990. Induction of Haploid Plants in Onion (*Allium cepa* L.) by in Vitro Culture of Unpollinated Ovules. *Plant Cell Tissue Organ Cult*, 20: 1-6.
- Campion B, Azzimonti MT, Vicini E, Schiayi M, Falavigna A, 1992. Advances in Haploid Induction in Onion (*Allium cepa* L.) through In vitro Gynogenesis. *Plant Science*, 86: 97-104.
- Chope GA, Cools K, Terry LA, Hammond JP, Thompson AJ, 2012. Association of Gene Expression Data with Dormancy and Sprout Suppression in Onion Bulbs using a Newly Developed Onion Microarray. In VI International Symposium on Edible Alliaceae 969, pp: 169-174.
- D'Angelo CJ, Goldman IL, 2018. Temporal Aspects of Vernalization and Flowering in Long-day Storage Onion. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 143(6): 446-453.
- D'Angelo CJ, Goldman IL, 2019a. Annualization of the Long Day Onion Breeding Cycle through Threshold Vernalization and Dormancy Disruption. *Crop Breeding, Genetics and Genomics*, 1, e190009, p: 1-15.
- D'Angelo CJ, Goldman IL, 2019b. Breaking Onion Bulb Endodormancy with Hydrogen Peroxide. *HortScience*, 54 (10): 1694-1702.
- El-Maarouf-Bouteau H, Bailly C, 2008. Oxidative Signaling in Seed Germination and Dormancy. *Plant Signaling & Behavior*, 3 (3): 175-182.
- Geoffriau E, Kahane R, Rancillac M, 1997. Variation of Gynogenesis Ability in Onion (*Allium cepa* L.). *Euphytica*, 94: 37-44.
- Heath OVS, Holdsworth M, Tincker MAH, Brown FC, 1947. Studies in the Physiology of the Onion Plant: III. Further Experiments on the Effects of Storage Temperature and other Factors on Onions Grown from Sets. *Annals of Applied Biology*, 34 (4): 473-502.
- Heath OVS, Mathur PB, 1944. Studies in the Physiology of the Onion Plant: II. Inflorescence Initiation and Development, and Other Changes in the Internal Morphology of Onion Sets, as Influenced by Temperature and Day Length. *Annals of Applied Biology*, 31 (3): 173-186.
- Jakše M, Bohanec B, Ihan A, 1996. Effect of Media Components on the Gynogenic Regeneration of Onion (*Allium cepa* L.) Cultivars and Analysis of Regenerants. *Plant Cell Reports*, 15: 934-938.
- Jakše M, Hirschegger P, Bohanec B, Havey MJ, 2010. Evaluation of Gynogenic Responsiveness and Pollen Viability of Selfed Doubled Haploid Onion Lines and Chromosome Doubling via Somatic Regeneration. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 135: 67-73.
- Jones HA, Davis GN, 1944. Inbreeding and Heterosis and their Relation to the Development of New Varieties of Onions. United States Department of Agriculture Washington D.C. Technical Bulletin No:874 August 1944, p: 1-28.
- Khokhar KM, Hadley P, Pearson S, 2007. Effect of Cold Temperature Durations of Onion Sets in Store on the Incidence of Bolting, Bulbing and Seed Yield. *Scientia Horticulturae*, 112 (1): 16-22.
- Khokhar KM, 2009. Effect of Set-Size and Storage Temperature on Bolting, Bulbing and Seed Yield in Two Onion Cultivars. *Scientia Horticulturae*, 122 (2): 187-194.
- Krawiec M, 2007. Effect of Storage Duration and Temperature on Sets Loss and Bolting of Onion. *Vegetable Crops Research Bulletin*, 66: 47.

- Lawadale KE, Kale PN, 1986. Effect of Monthly Planting Round the Year on Yield, Bolting, Self-Topping and Twin Bulb Formation in Onions. *Journal of Maharashtra Agricultural Universities*, 11: 167-170.
- Liu X, Deng Z, Cheng H, He X, Song S, 2011. Nitrite, Sodium Nitroprusside, Potassium Ferricyanide and Hydrogen Peroxide Release Dormancy of *Amaranthus retroflexus* Seeds in a Nitric Oxide-Dependent Manner. *Plant Growth Regulation*, 64: 155-161.
- Martinez LE, Augero CB, Lopez ME, Galmarini CR, 2000. Improvement of in vitro Gynogenesis Induction in Onion (*Allium cepa* L.) using Polyamines. *Plant Science*, 156: 221-226.
- Michalik B, Adamus A, Nowak E, 2000. Gynogenesis in Polish Onion Cultivars. *Journal of Plant Physiology*, 156: 211–216.
- Mohamed HB, Vadel AM, Geuns JMC, Khemira H, 2012. Effects of Hydrogen Cyanamide on Antioxidant Enzymes' Activity, Proline and Polyamine Contents during Bud Dormancy Release in Superior Seedless Grapevine Buds. *Acta Physiologiae Plantarum*, 34: 429–437.
- Musial K, Bohanec B, Jakše M, Przywara L, 2005. The Development of Onion (*Allium cepa* L.) Embryo sacs in vitro and Gynogenesis Induction in Relation to Flower Size. *In Vitro Cellular & Developmental Biology Plant*, 41 (4): 446-452.
- Peluffo S, Gonzalez Idiarte H, Borges A, Arboleya J, Galvan GA, 2016. Onion Sets as Planting Material for Seed Production of Three Cultivars in Uruguay. *Seed Science and Technology*, 44 (3): 500-513.
- Peters R, 2018. Seed Production in Onions and Some Other Allium Species. In *Onions and Allied Crops*. CRC Press, pp. 161-176, Boca Raton-USA.
- Ponce M, Martinez L, Galmarini CR, 2006. Influence of CCC, Putrescine and Gellam Gum Concentration on Gynogenic Embryo Induction in *Allium cepa*. *Biologia Plantarum*, 50 (3): 425-428.
- Puddephat IJ, Robinson HT, Smith BM, Lynn J, 1999. Influence of Stock Plant Pre-treatment on Gynogenic Embryo Induction from Flower Buds of Onion. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 57 (2): 145-148.
- Shishido Y, Saito T, 1975. Studies on the Flower Bud Formation in Onion Plants. I. Effects of Temperature, Photoperiod and Light Intensity on the Low Temperature Induction of Flower Buds. *Journal of Japanese Society for Horticultural Science*, 44 (2): 122-130.
- Shishido Y, Saito T, 1976. Studies on the Flower Bud Formation in Onion Plants. II. Effects of Physiological Conditions on the Low Temperature IFInduction of Flower Bud on Green Plants. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 45 (2): 160-167.
- Streck NA, 2003. A Vernalization Model in Onion (*Allium cepa* L.). *Revista Brasileira Agrociência*, 9(2): 99-105.
- Van Kampen J, 1970. Shortening the Breeding Cycle in Onions. *Journal Meded Proefstat Groent*, 51: 1-69 (In Dutch).

**Atf İçin:** Ermiş S, Öktem G, 2021. Ülkemizde Tescilli Sebze Çeşitlerinin Mevcut Durumu ve Tescil Sistemi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(Özel Sayı): 3447-3454.

**To Cite:** Ermis S, Oktem G, 2021. Current Status and Registration System of Vegetable Varieties in Our Country. Journal of the Institute of Science and Technology, 11(Special Issue): 3447-3454.

## Ülkemizde Tescilli Sebze Çeşitlerinin Mevcut Durumu ve Tescil Sistemi

Sıtkı ERMİŞ<sup>1\*</sup>, Güleda ÖKTEM<sup>1</sup>

**ÖZET:** Tarımsal üretimin başlangıcı ve birçok bitkinin çoğaltım materyali olan tohum, ülkelerin tarım ve gıda sektörleri için stratejik bir öneme sahiptir. Yetiştiricilikte kullanılan diğer tüm üretim girdileri sadece tohumluğun üretim potansiyelini gerçekleştirmeye yardımcı olmaktadır. Sebze tohumculuğunda özellikle son yıllarda yüksek kalite ön plana çıkmış olup tohumdan beklenen çeşit özellikleri hem üretici hem de tüketici açısından önemli hale gelmiştir. Sebze ıslah faaliyetleri sonucunda geliştirilmiş ve 1964 yılından günümüze kadar kayıt altına alınmış sebze çeşitleri özellikle son 20 yılda hızlı bir ivme ile büyüyerek hem ulusal hem de uluslararası pazarda önemli bir hale gelmiştir. Bu çalışmada, sebze üretim miktarı bakımından dünyada önemli bir yere sahip olan ülkemizin sebze tohumculuğu açısından irdelenmesi ve mevcut durumu ile birlikte sebze tescil sistemi ele alınmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Tohum, Tescil, UPOV, Sebze, Islah

### Current Status and Registration System of Vegetable Varieties in Our Country

**ABSTRACT:** The seed, which is the beginning of agricultural production and the propagation material of many plants, has a strategic importance for the agriculture and food sectors of the countries. All other production inputs used in growing only help to realize the production potential of the seed. Especially in recent years, high quality has come to the fore in vegetable seeds, and the variety characteristics expected from the seed have become important for both the producer and the consumer. Vegetable varieties developed as a result of vegetable breeding activities and recorded since 1964 have grown rapidly, especially in the last 20 years, and have become important in both national and international markets. In this study, our country which has an important place in the world in terms of vegetable production has been evaluated with regard to vegetable seeds, and the registration system and its current situation are discussed.

**Keywords:** Seed, Registration, UPOV, Vegetable, Breeding

<sup>1</sup>Sıtkı ERMİŞ ([Orcid ID: 0000-0003-4919-921X](https://orcid.org/0000-0003-4919-921X)), Güleda ÖKTEM ([Orcid ID: 0000-0002-1749-4903](https://orcid.org/0000-0002-1749-4903)), Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü-Yenimahalle/ANKARA

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Sıtkı ERMİŞ, e-mail: seedman37@gmail.com

Makale Uluslararası katılımlı 7. Tohumculuk Kongresi, 15-17 Kasım, Iğdır sözlü olarak sunulmuştur.

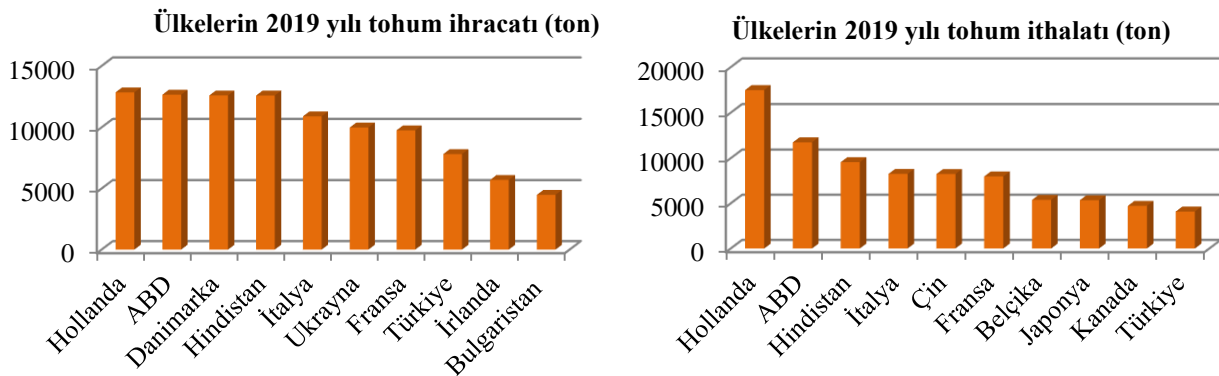
## GİRİŞ

Tohum, tarımsal üretimin temel girdilerinin başında gelmekte olup, kaliteli tohum kullanımı; verimi ve üretimi artırmasının yanı sıra daha dayanıklı, daha az maliyetli ve rekabet gücü yüksek ürünlerin elde edilmesi bakımından büyük önem taşımaktadır.

Dünyada tohumculuk faaliyetlerinin endüstriye dönüşmesi 20. yüzyılın ilk yıllarında başlamış olup ülkemize göre en az 100 yıl öncesinden bu faaliyetler gündeme gelmiştir. 1950'li yıllarda genetik bilimi, sistematik bitki ıslahı ile çeşit geliştirme faaliyetlerinin gelişmesi ve 1970'li yıllarda bitki ıslahçı hakları sisteminin oluşturulması ile birlikte tohumculuğun gelişimi hızlı bir ivme kazanmıştır.

Özellikle 20'nci yüzyılın sonunda modern biyoteknoloji ve rekombinant DNA teknolojileri ile sebze tohumculuğundaki gelişim daha da artmıştır. 1970'li yıllarda yaklaşık 1 milyar dolar olan tohum ticareti, 1980'li yılların ortasından itibaren hızla artmaya başlamış, 2012 yılı ISF (Uluslararası Tohum Ticareti Federasyonu) verilerine göre küresel tohum üretim değeri 44.9 milyar dolar olarak gerçekleşmiş olup, ABD (%26.7) ve Çin (%22.1) ilk iki sırada yer almıştır. Bugün itibariyle dünya tohumluk üretim değeri yaklaşık 62.9 milyar dolar olarak belirlenmiştir (Anonim, 2021a). Bu artış trendi halen aynı hızla devam etmekte olup, uluslararası tohum ticaretinin en önemli ayağını sırasıyla Hollanda, Fransa, ABD ve Almanya oluşturmaktadır (TİGEM, 2019). Ülkemiz ise bugün dünya tohum ticaretinde 13. sırada yer almaktadır (TÜRKTÖB 2020).

Toplam tohumluk artışındaki payın yaklaşık %80'ini hububat ve yağlı tohum bitkilerin oluşturduğu, küresel tohum pazarındaki sebze tohum payının yaklaşık %20 olduğu ve önümüzdeki dönem sebze tohumu pazarının %8.70'lik bir ortalama artış kaydetmesi beklendiği ifade edilmektedir. (TÜRKTED, 2019). Dünya'da 2019 yılı itibariyle yaklaşık 14.10 milyon ton tohum, dış ticarete dâhil olmuştur. Bunun 7.257 milyon tonu ihracat, 6.841 milyon tonu ise ithalatı oluşturmaktadır. 2019 yılı itibariyle toplam 278.276 ton sebze tohumu dış ticarete konu olmuş bunun 139.087 tonu ihracat, 137.189 tonu ise ithalat olarak gerçekleşmiştir. Dünya sebze tohumu ihracatının %71'i ile ithalatının %60'ının 10 ülke tarafından gerçekleştirildiği ve Hollanda'nın ilk sırada yer aldığı görülmektedir (Şekil 1). Ülkemiz ise dünya sebze tohum ticaretinde ihracat bakımından 7.826 ton ile 8. sırada, ithalat bakımından ise 4.096 ton ile 10. sırada yer almaktadır (Anonim, 2019).



Şekil 1. Ülkelerin 2019 yılı sebze tohum ihracat ve ithalat verileri (Anonim, 2019).

Dünya tohum endüstrisindeki gelişmeler tarihsel olarak incelendiğinde ilk tohumluk laboratuvarı 1869 yılında Almanya, 1871'de Danimarka ve 1876'da ise Amerika Birleşik Devletleri'nde kurulmuştur. 1906 yılında Avrupa Tohumluk Kontrol Birliği (ESTA), 1908 yılında ABD ve Kanada tarafından Resmi Tohumluk Sertifikasyon Ajansları Birliği (AOSCA), 1924 yılında Uluslararası Tohum Test Birliği (ISTA) ve Uluslararası Tohum Ticareti Federasyonu (ISF), 1958 yılında ise Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Teşkilatı (OECD) kurulması şeklinde sıralanmaktadır.

Ülkemizde bitkisel üretimi çeşitlendirme ve bu çeşitleri iç ve dış pazarlara sunma çalışmalarının Osmanlı'ya kadar dayandığı bilinmektedir (Anonim, 2016). 1839 yılında Osmanlı'da bitkisel üretimi artırma, çeşitlendirme ve ihracat gelirleri elde etmede yeni türler, yeni bitki çeşitleri ve kaliteli tohumun önemi fark edilmiş, Tanzimat devri ile birlikte ziraat alanında yeniden yapılanmaya gidilmiştir. 1860 yılında ABD ve Mısır'dan pamuk tohumluğu ithal edilmiş Ege ve Çukurova bölgelerine dağıtılmıştır. 1881 yılında Edirne'de ziraat okulunun açılmasıyla eğitim atağı ivme kazanmıştır (TURKTED, 2019).

Cumhuriyetin ilk yıllarında Adapazarı, Eskişehir ve Yeşilköy daha sonraki yıllarda da Ankara ve Samsun tohum ıslah istasyonları faaliyete geçmiş, 1926'da yurt dışından "anaçlık" pancar tohumluğu ilk defa ithal edilmiştir. 1935 yılında ilk yerli buğday ve arpa çeşitleri elde edilmiş ve çiftçiye dağıtılmıştır. 1950 yılında Devlet Üretim Çiftlikleri (Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü-TİGEM) kurulmuş ve ıslah edilen tohumlukların üretimine başlanmıştır (TÜRKTED, 2019). 1953 yılında tahıl tohumluklarının kontrol ve sertifikasyonu için Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Yetiştirme ve Islahı Kürsüsü vazife almış ve çalışmalar 1959 yılına kadar sürdürülmüştür (Kara ve ark., 2014). Aynı dönemlerde 1956 yılında Milli Tohumluk İstisare Komitesi tarafından "Tohumluk Sertifikasyon Talimatnamesi" hazırlanmıştır. 1959 yılında Ankara'da "Tohumluk Kontrol ve Sertifikasyon Enstitüsü" kurulmuş olup ülkemizde ilk olarak araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin bir sonucu olarak yeni çeşitlerin ortaya konulması ve bu çeşitlerin tarafsız bir kuruluşça tescil edilmesi gereği üzerine 1960 yılında "Bölge Çeşit Deneme Enstitüsü" kurulmuştur. 1961 yılında ise sektördeki ilk özel kuruluş kabul edilen tohumculuk şirketi "BETA Ziraat ve Ticaret A.Ş" kurulmuştur (Anonim, 2021b). 1963 yılında 308 Sayılı "Tohumlukların Tescil, Kontrol ve Sertifikasyonu Hakkında Kanun" yürürlüğe girmiş ve tohumlukların sertifikasyonuna ilişkin faaliyetler bu Kanun hükümlerine göre yürütülmeye başlanmıştır. Ülkemiz, 1963 yılında ISTA'ya (Uluslararası Tohum Test Birliği) üye olmuş, 1968 yılında ise (tarla bitkileri ve yem bitkileri kategorilerinde olmak üzere) OECD (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Teşkilatı) sertifikasyon sistemine katılmıştır. 1960-1985 yılları arasında resmi tedarik sistemi ile tohumlukların ülkeye girişi ve kaydı yapılmıştır.

Bugünkü adını 1987 yılında alan Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü'nün yeniden yapılanması, 1998 yılında FIS/ISF üyeliği, izleyen yıllarda diğer örgütlere üyelikler, özel sektöre verilen destek ve araştırma izinleri ile sektör gelişimini sürdürmüştür (Çelik ve Nazlı 2014; TÜRKTÖB, 2017). Cumhuriyetin kuruluşundan 2004 yılına kadar yaşanan gelişmeler sonucunda tohumculukla ilgili mevzuat ihtiyaçlara cevap veremediği için ülkemiz 1973 yılında ilk kez ıslahçı hakları ile ilgili yasal bir düzenlemede yer almıştır. 2004 yılında "5042 sayılı Yeni Bitki Çeşitlerine Ait Islahçı Haklarının Korunmasına İlişkin Kanun" ve 2006 yılında "5553 sayılı Tohumculuk Kanunu" kabul edilmiş ve bu kanunlar ile sektördeki pek çok sorun çözüme kavuşturulmuştur. 2007 yılında 5601 Sayılı Kanun ile UPOV (Uluslararası Yeni Bitki Çeşitlerini Koruma Birliği) üyeliği gerçekleştirilmiştir. 2008 yılında Tohumculuk Kanunu'na istinaden çıkarılan 26755 sayılı Bitki Çeşitlerinin Kayıt Altına Alınması Yönetmeliği kapsamında ve UPOV sözleşmesi çerçevesinde sebze çeşitlerinde kayıt işlemleri yapılmaya başlanmıştır.

Bu çalışma ile ülkemizde bugüne kadar kayıt altına alınan sebze çeşitlerinin hem üretim izni, tescil, ıslahçı hakları kapsamında değerlendirilmesi hem de mevcut durumu hakkında bilgi verilmeye çalışılmıştır.

### **Tescil Edilen Sebze Çeşitlerinin Mevcut Durumu**

Ülkemizde 5553 sayılı Tohumculuk Kanunu gereği yalnızca kayıt altına alınmış tohumlukların ticaretine izin verilmektedir. Tohumluk üretmek isteyen asıl veya tüzel kişilerin; Tohumluk Yetiştirici, Üretici veya Özel Sektör Araştırmacı Kuruluş Yetki Belgesi almış olmaları gerekmektedir. (Anonim,

2018a). Tohumluk üretimi konusunda görevlendirilen kamu kuruluşları ile tohumluk üretmek amacıyla kurulmuş olan, bu konuda gerekli alt yapısı bulunan fiilen sertifikalı ya da standart tohumluk üreten 993 özel şirketin 225'i sebze türlerinde tohumluk üretimi yapan tohumluk üreten özel sektör kuruluşlarıdır. Bakanlık araştırma kuruluşları haricinde 2021 yılı itibariyle tohumluk ile ilgili ıslah, araştırma, geliştirme ve deneme yapan özel sektör tarımsal araştırma kuruluşu 129'u bulmuştur (Anonim, 2021c).

Yurt içinde veya yurt dışında ıslah edilen veya bulunan ve geliştirilen bitki çeşitlerinin farklı, yeknesak ve durulmuş olduğunun tespit edilerek kütüğe kaydedilmesi işlemi çeşit tescili olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2008). Ülkemizde sebze kayıt çeşit sisteminde 1963, 1991 ve 2008 yılları önemli değişimlerin olduğu yıllar olarak bilinmektedir. 1963 yılında performans esasına dayalı bir tescil sistemi yer alırken, 1991 yılında "Ticari Sebze Tohumluk Kaydı" modeli ile çeşit özellik belgeleri doldurularak çeşitlerin hızlı biçimde piyasaya girmesi sağlanmıştır (Çelen ve ark., 2020).

Sebze çeşitlerinde kayıt işlemlerinin tüm mekanizmaları Tarım ve Orman Bakanlığı adına "Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü" tarafından yürütülmektedir. Çeşitlerin kayıt altına alınması için morfolojik karakterlerin belirlenerek çeşit kimliğinin ortaya konulması gerekmektedir. Çeşidin tanımlanmasında ve ayırımında kullanılan bazı çeşit özellik belgeleri geliştirilmiş, ülkeler arasında çeşit özellik belgeleri konusunda metot birliği oluşturması için UPOV tarafından çeşit özellik belgeleri oluşturulmuştur. 2008 yılında çıkarılan Bitki Çeşitlerinin Kayıt Altına Alınması Yönetmeliği Avrupa Birliği Uyum çerçevesinde hazırlanmış olup, bu aşamada aday çeşit için FYD (Farklılık, Yeknesaklık, Durulmuşluk) testi gerçekleştirilmektedir. Bu test; belirli bir çeşidin tüm morfolojik ve fizyolojik karakteristiklerinin kayıt, koruma, kimliklendirme ve sertifikasyona esas olmak üzere kaydedilmesi ve belgelendirilmesinden oluşmaktadır. Bitki Çeşitlerinin Kayıt Altına Alınması Yönetmeliğinde;

- Farklılık; Çeşidin, tescile başvurusunun yapıldığı tarihte kayıtlı olan diğer çeşitlerden en az bir ya da birkaçı bakımından açıkça ayırt edilebilmesi,
- Yeknesaklık; Çeşidin çoğaltılması sırasında, çoğaltma yöntemine bağlı olarak beklenen varyasyonun dışındaki diğer özellikler yönünden yeterince homojen olması,
- Durulmuşluk; Çeşidin tekrarlanan üretimlerden sonra veya belirli üretim devreleri sonunda ilgili özellikler yönünden değişmeden kalması olarak adlandırılmaktadır (Anonim, 2008).

Bir sebze çeşidi kayıt altına alınırken Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü'ne başvuru yapılan çeşitlerin kabul edilmesi ve incelenmesi ile başlayan süreç söz konusu çeşitlere üretim izni verilerek bu süreç içerisinde çeşidin piyasaya sürülerek çiftçilere ulaştırılması sağlanmaktadır. Üretim izni verilen çeşitlere tescil süresince FYD testlerinin planlanması ve deneme setlerinin hazırlanması ile devam edilmektedir. FYD testleri kurulduktan sonra ilgili çeşitlere ait tüm gözlemler UPOV çeşit özellik belgeleri temel alınarak yapılmaktadır. Deneme sonunda 1. ve 2. yıl alınan tüm veriler değerlendirilerek çeşit diğer çeşitlerden farklı, durulmuş ve yeknesak olduğu belirlenirse tescil raporları hazırlanarak tescil komitesinde tartışılması ve çeşit isminin bu komitede bir kez daha onaylanarak çeşit özellik belgelerinin oluşturularak başvuru sahibine/ıslahçıya gönderilmesi ile tamamlanmaktadır. Sebze çeşitleri için üretim izni ve tescil komitesi toplantıları her yılın Şubat, Mayıs ve Ekim aylarında yapılmaktadır (Anonim, 2012).

Kayıt altına alınma işlemleri 1964 yılında kamu ağırlıklı bir sebze tescil süreci ile başlamış bu yılda 13 domates, 7 fasulye, 3 patlıcan, 2'şer biber, havuç ve bezelye, 1'er de ıspanak, karpuz, kırmızı pancar, marul ve pırasa olmak üzere toplam 34 çeşit Bakan Olur'u ile kayıt altına alınmıştır. 1963 yılında kabul edilen 308 sayılı Tohumculuk Kanunu ile kayıt altına işlemleri kapsamında 3001, 2008 yılında 5553 yılında Tohumculuk Kanunu kapsamında ise 3861 sebze çeşidi kayıt altına alınmıştır. Onar yıllık dilimlerde kayıt altına alınan sebze çeşitleri incelendiğinde; 1964 ile 1981 yılları arasında 52, 1982 ile



1992 yılları arasında 209, 1993 ile 2002 yılları arasında 1426, 2003-2008 yılları arasında 1408 adet sebze çeşidi kayıt altına alınırken, 2008 yılından günümüze kadar FYD testleri yapılarak 3861 sebze çeşidi kayıt altına alınmıştır.

Günümüzde sebze tipleri olarak kabul edilen isimlendirmelerden bazıları aslında o tipi temsilen ilk kayıt altına alınan çeşitlerin adlarıdır. 1964 yılı ile başlayan bu süreçte tip halinde geçerlilik kazanan sebze çeşitlerinin bazıları Çizelge 1’de verilmiştir.

**Çizelge 1.** 1964 yılından günümüze tip ismi haline dönüşen bazı sebze çeşitleri

Tür Adı	Çeşit Adı	Başvuru Sahibi Kuruluş	Tescil Tarihi
Biber	Çarliston 52	Batı Akdeniz Tar. Arşt. Ens. Müd.	16.05.1964
Biber	Dolma Biber 14	Geçit Kuşağı Tar. Arşt. Ens. Müd.	16.05.1964
Biber	Kandil Dolma	Atatürk Bahçe Kült. Mrk.Arşt.Ens.Müd.	26.04.1984
Biber	Yalova Tatlı Sivri	Atatürk Bahçe Kült. Mrk.Arşt.Ens.Müd.	26.04.1984
Biber	Yalova Yağlık 28	Atatürk Bahçe Kült. Mrk.Arşt.Ens.Müd.	27.04.1988
Biber	Yalova Çorbacı 12	Atatürk Bahçe Kült. Mrk.Arşt.Ens.Müd.	29.04.1991
Biber	Sera Demre 8	Batı Akdeniz Tar. Arşt. Ens. Müd.	01.04.1994
Havuç	Nantes	Tarla Bitkileri Mrk.Arşt.Ens.Müd.	16.05.1964
Hıyar	Çengelköy Hıyarı 5802	Atatürk Bahçe Kült. Mrk.Arşt.Ens.Müd.	16.04.1968
Hıyar	Beith Alpha	Geçit Kuşağı Tar. Arşt. Ens. Müd.	29.04.1991
Karpuz	Crimson Sweet	May-Agro Tohumculuk San. ve Tic. A.Ş	14.05.1992
Kavun	Ananas	Batı Akdeniz Tar. Arşt. Ens. Müd.	26.04.1984
Kavun	Hasan Bey	Ege Tar. Arşt. Ens. Müd.	24.04.1985
Kavun	Kırkağaç 589	Ege Tar. Arşt. Ens. Müd.	24.04.1985
Kavun	Kırkağaç 637	Ege Tar. Arşt. Ens. Müd.	24.04.1985
Patlıcan	Kemer 27	Trakya Tar. Arşt. Ens. Müd.	16.05.1964
Patlıcan	Topan 374	Ege Tar. Arşt. Ens. Müd.	16.05.1964
Patlıcan	Pala-49	Atatürk Bahçe Kült. Mrk.Arşt.Ens.Müd.	26.04.1984
Pırasa	İnegöl 92	Atatürk Bahçe Kült. Mrk.Arşt.Ens.Müd.	14.05.1992
Fasulye	Barbunya 5702	Trakya Tar. Arşt. Ens. Müd.	16.05.1964
Fasulye	40 Günlük	Geçit Kuşağı Tar. Arşt. Ens. Müd.	24.04.1985

Ülkemizde farklı sebze türlerinde üretimi yapılan çeşit sayısı her geçen gün artış göstermektedir. Bugüne kadar 40 bitki türünde 6877 sebze çeşidi kayıt altına alınmıştır (Anonim, 2021d). En çok sayıda çeşit kaydının yapıldığı türler sırasıyla domates, hıyar, biber, marul, karpuz, kavun, taze fasulye, kabak ve karnabahardır (Çizelge 2). Sebze çeşitlerinin 6618 tanesi özel, 248 tanesi kamu ve 11 tanesi de üniversite adına kayıt altına alınmıştır. Son yıllarda yılda ortalama 300 civarında sebze çeşidi kayıt altına alınmaktadır. Bunun en önemli nedenleri, tarımsal üretimde genişleyen ve hızla değişen pazar ve tüketici talepleri ile yurt içi ve yurt dışı özel bitki ıslah çalışmalarından kaynaklanan rekabetçi çeşit tedarik sistemidir. Kayıt altına alınan çeşitlerin %67.8 yurtdışı, %32.2 yerli firmaların çeşitlerinden oluşmaktadır.

Yurt içinde veya yurt dışında ıslah edilen veya bulunan ve geliştirilen bitki çeşitlerinin biyolojik ve teknolojik özellikleri ile hastalık ve zararlılara dayanıklılığının ve tarımsal özelliklerinin tespit edilerek, çeşit tescil edilinceye kadar verilen süreli izni üretim izni olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2008). İlgili yönetmelik gereği üretim izni alan çeşitlerde 2 vejetasyon süresince farklılık, yeknesaklık ve durulmuşluk testleri yapılmaktadır. 2021 yılı itibarıyla üretim izni verilen türlere ait çeşit sayıları Çizelge 3’te verilmiştir. Buna göre domates, biber ve hıyar, üretim izni alan çeşitler arasında ilk üç sırayı almaktadır.

**Çizelge 2.** Kayıt altına alınan sebze çeşitleri ile özel, kamu ve üniversite içindeki payı

Tür	Özel	Kamu	Ünv.	Toplam	Tür	Özel	Kamu	Ünv.	Toplam
Domates	1745	51	-	1796	Bakla	26	1	-	27
Hıyar	859	7	-	866	K. Pancar	21	1	-	22
Biber	780	41	1	822	Enginar	18	4	-	22
Marul	396	13	-	409	Tere	15	-	1	16
Karpuz	355	7	-	362	Roka	15	-	-	15
Kavun	336	15	3	354	Kereviz	13	1	-	14
Fasulye	274	30	-	304	Alabaş/Şalgam	14	-	-	14
Kabak	285	9	-	294	Dereotu	12	-	-	12
Karnabahar	243	7	-	250	Pırasa	9	2	-	11
Lahanalar	203	8	1	212	Semizotu	11	-	-	11
Ispanak	184	4	-	188	Maydanoz	9	-	-	9
Soğan	177	6	-	183	Pazı	6	-	-	6
Patlıcan	164	14	1	179	Bamya	2	4	-	6
Havuç	118	2	-	120	Sarımsak	-	3	-	3
Brokoli	93	-	-	93	Rezene	3	-	-	3
Bezelye	82	8	1	91	Kuşkonmaz	2	-	-	2
Şeker/cin mısır	61	5	-	66	Kuzukulağı	2	-	-	2
Turp	53	4	1	58	Nane	1	-	-	1

**Çizelge 3.** 2021 yılında üretim izni verilen türlere ait çeşit sayıları

Türler	Çeşit sayısı
Domates	421
Biber	241
Hıyar	116
Kabak	49
Kavun	26
Karpuz	45
Marul	19
Patlıcan	52
Soğan	92
Taze fasulye	45
Lahanagiller	34
Diğer	72
<b>Toplam</b>	<b>1212</b>

Ülkemizde bitki çeşitlerinin korunması ve ıslahçı hakları ile ilgili tüm uygulamalar 5042 kanun kapsamında Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yürütülmektedir. Bitki çeşitlerinin korunması için başvuruların kabul edilmesi ve değerlendirilmesinde Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü, FYD (Farklılık, Yeknesaklık, Durulmuşluk) testleri ve diğer teknik işlemleri yürütmek üzere teknik inceleme kuruluşu olarak da Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü (TTSM) Bakanlık tarafından görevlendirilmiştir (Ermiş ve ark., 2010).

Islahçı hakları kapsamında 19 özel, 457 kamu ve üniversiteye ait sebze çeşit aday başvurusu yapmıştır. Ülkemizde uygulanan bu sistemde bugüne kadar 14 özel, 275 kamu olmak üzere toplam 289 çeşidin ıslahçı hakları kapsamında tescili tamamlanmıştır. Islahçı hakları kapsamında Tescili tamamlanan sebze çeşitlerinin 54 tanesi yerli, 235 tanesi ise yurtdışında ıslah edilmiştir.

## SONUÇ

Ülkemiz sebze tohumu sektörünün, tescil aşamasından başlayarak uzun yılların deneyimi ile inceleme değerlendirme ve güncelleştirilmesine devam edilmelidir (Çelen ve ark., 2020). 1925 yılından itibaren açılan tohum ıslah istasyonları ile başlayan süreç 1953 yılında tahıl tohumluklarının kontrol ve sertifikasyonu ile devam ederek 1986 yılında kurulmuş olan Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü'nün kurulması ile perçinlenmiştir. Bu yıldan günümüze kadar gelen bilgi birikimi ve tecrübe ile yapılacak olan yeni değişimler ile ülkemiz tohumculuk sektörüne katkı sağlayacaktır. Geline bu noktada, Bitki Çeşitlerinin Kayıt Altına Alınması Yönetmeliği'nde yapılacak olan köklü değişiklikler ile başta ülkemiz çiftçileri olmak üzere sektör, paydaş ve tohumculuk sektörüne yeni bir ivme kazandırılacağı da aşikârdır.

Ülkemizde, özellikle sebze tohumculuğu sektöründe hem yerli hem de yabancı firmalar sürekli olarak yeni yatırımlar yapmakta olup her geçen gün yeni sebze çeşitleri geliştirmekte ve bu çeşitler kayıt altına alınmaktadır (Balkaya ve ark., 2020). Ülkemiz UPOV üyesi ülkelerin çeşit özellik belgelerini hem ıslahçı hakları hem de kayıt altına alma işlemlerinde kabul etmektedir (Anonim, 2008; Çelen ve Erçik, 2020). Ancak ülkemizin oluşturduğu teknik inceleme raporları, FYD raporlarını kabul ettiğimiz bazı ülkeler tarafından kabul edilmemektedir (Çelen vd., 2020). Kayıt altına alma işlemlerinde özellik belgesinin yaklaşık %20'lik kısmını hastalık ve zararlılara dayanım oluşturmaktadır. Ülkemizde FYD testlerinde maalesef hastalık ve zararlıların testlemelerine ilişkin bir karakterizasyon yapılmamaktadır. Tohumluk Tescil tarafından doldurulan çeşit özellik belgelerinin belirli türlerden başlayarak hastalık testlemelerinin yapılması ve karşılıklılık ilkesi kapsamında hareket edilerek tüm UPOV üyesi ülkelerde geçerli sayılabilmesi hem tescil edilen türler hem de ülke ülkemiz prestiji açısından son derece önemlidir.

Fikri-sınai mülkiyet hakları çerçevesinde, 'genetik kaynak', 'gen patenti', 'bitki patenti', 'bitki çeşidi', 'esastan (bir başlangıç çeşidinden) türetilmiş çeşitler', vb. konularda politikaların oluşturulması, yeni çeşitlerin mutlaka koruma altına alınması ile ilgili bilgilendirmelerin yapılması, ülkemizin zengin biyolojik çeşitliliğinin ve bitki gen kaynaklarının korunması ve kayıt altına alınması, kayıtlı kaynaklara bitki ıslahçıların birçok ülkede olduğu gibi kolayca erişiminin sağlanması ile ilgili tedbirler alınmalıdır (Anonim, 2018b).

Ülkemiz sebze tohumculuğu sektöründe üretim izni aşamasından başlayarak tescil ve ıslahçı haklarına kadar, güncellemeleri ve değişikliği sağlanmalıdır. Bu adımların atılmasının temelinde de hiç şüphesiz tohum ve tohumculuğa gereken değerin verilmesi ve bu kapsamda gerekli politikaların oluşturulması gerekmektedir.

## Çıkar Çatışması

Makale yazarları arasında herhangi bir çıkar çatışması olmadığı beyan olunur.

## Yazar Katkısı

Makaleye yazarlar eşit oranda katkı sağlamışlardır.

## KAYNAKLAR

Anonim, 2008. Bitki Çeşitlerinin Kayıt Altına Alınması Yönetmeliği (R.G. 13.01.2008/26755).

Anonim, 2012. Bitki Çeşitlerinin Kayıt Altına Alınması Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik (R. G. 12.05. 2012/28290).

Anonim, 2016. Tohumculuk 2015. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Eğitim Yayın ve Yayınlar Dairesi Başkanlığı, 2016, Ankara,

- <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/Belgeler/Duyurular/tohumculuk.pdf>. (Erişim Tarihi: 29.10.2021).
- Anonim, 2018a. Tohumculuk Sektör Politika Belgesi 2018-2022 <https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/Tohumculuk%20Sekt%C3%B6r%20Politika%20Belgesi%202018-2022.pdf> (Erişim Tarihi: 02.11.2021).
- Anonim, 2018b. Tarım ve Gıdada Rekabetçi Üretim Özel İhtisas Komisyonu Raporu. [https://www.sbb.gov.tr/wpcontent/uploads/2020/04/Tarim\\_ve\\_GidadaRekabetçiÜretimÖzelİhtisasKomisyonuRaporu.pdf](https://www.sbb.gov.tr/wpcontent/uploads/2020/04/Tarim_ve_GidadaRekabetciUretimOzelIhtisasKomisyonuRaporu.pdf). (Erişim Tarihi: 29.10.2021).
- Anonim, 2019. Uluslararası Tohum Federasyonu Tohumculuk İstatistikleri. <https://www.worldseed.org/resources/seed-statistics>. (Erişim Tarihi: 02.11.2021).
- Anonim, 2021c. Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü Verileri. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Tohumculuk/Ozel-Sektor-Tarimsal-Arastirma-Kuruluslari> (Erişim tarihi: 02.11.2021).
- Anonim,2021a. <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/seed-market-126130457.html>. (Erişim tarihi: 07.11.2021).
- Anonim,2021b. Beta Ziraat ve Ticaret A.Ş. Hakkında, <http://betaziraat.com.tr/Tr/kurumsal>. (Erişim Tarihi: 25.10.2021).
- Anonim, 2021d. Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü Verileri, Ankara.
- Balkaya A, Duman İ, Arın L, Özcan M, Demir İ, Kandemir D, Zengin S, Ermiş S, ve Sarıbaş Ş, 2020. Bahçe Bitkilerinde Tohum Üretimi; Mevcut Durum ve Gelecek, Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı, 13-17 Ocak 2020, Cilt II, s: 339-370. Ankara.
- Çelen H, Ermiş S, Ata A, 2020. Avrupa Birliği ve Türk Sebze Çeşit Tescilli Mevzuatlarının Karşılaştırılması. WOJHENS World Journal of Health& Natural Sciences, 2.
- Çelen H, Erçik K, 2020. Türk Bitki Islahçı Hakları Sistemi. Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi, 2(1):34-43.
- Çelik Y, Nazlı T, 2014. Konya İlinde Sertifikalı Tohumluk Üreten İşletmelerin Yapısal Analizi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 1(2): 124-131.
- Ermiş S, Yılmaz K, Özden ŞY, Güney E, 2010. Ülkemizdeki Sebze Türlerinde Bitki Islahçı Haklarının Uygulanması ve UPOV Sistemi. VIII. Sebze Tarımı Sempozyumu. s: 1-5 Van.
- Kara S, Benlioğlu B, Güler M, 2014. Türkiye Tahıl Tohumculuğunun Durumu. Türkiye 5. Uluslararası Katılımlı Tohumculuk Kongresi, 19-23 Ekim 2014, Diyarbakır.
- TİGEM, 2019. Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü 2019 Yılı Tohumculuk Sektör Raporu, <https://www.tigem.gov.tr/WebUserFile/DosyaGaleri/2018/2/a374cc25-acc1-44e8-a546-63b4c8bce146/dosya/2019%20YILI%20TOHUMCULUK%20SEKTOR%20RAPORU.pdf>. (Erişim tarihi: 02.11.2021).
- TÜRKTED, 2019. Türkiye Tohumculuk Endüstrisi Derneği Ürün Grupları Bazlı Türkiye Tohumculuk Sektörü Raporu. <http://turkted.org.tr/urun-gruplari-bazli-turkted-raporu.pdf>. (Erişim Tarihi: 12.11.2021).
- TÜRKTOB, 2017. Türkiye Tohumcular Birliği Tohumculuk Sektörü Ulusal Strateji Raporu 2017. <https://www.turktob.org.tr/uploads/plugo/TURKTOB%20-20TOHUMCULUK%20SEKTORU%20ULUSAL%20STRATEJI%20RAPORU.pdf>. (Erişim Tarihi: 30.10.2021).
- TÜRKTOB, 2020. Türkiye Tohumcular Birliği Tohumculuk Sektör Raporu 2020. [https://turktob.org.tr/upload/2020\\_TOHUMCULUK\\_SEKTOR\\_RAPORU-.pdf](https://turktob.org.tr/upload/2020_TOHUMCULUK_SEKTOR_RAPORU-.pdf). (Erişim Tarihi: 30.10.2021).

**Atf İçin:** Köycü ND, 2021. *Fusarium* Başak Yanıklığının Buğday Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi: Enfekteli Başaklara Fungisit Uygulamaları Sonrasındaki Değişim. İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(Özel Sayı): 3455-3464.

**To Cite:** Köycü ND, 2021. The Effect of *Fusarium* Head Blight on Wheat Quality Parameters: Change After Fungicide Applicates in Infected-Spikes. Journal of the Institute of Science and Technology, 11(Special Issue): 3455-3464.

## ***Fusarium* Başak Yanıklığının Buğday Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi: Enfekteli Başaklara Fungisit Uygulamaları Sonrasındaki Değişim**

Nagehan Desen KÖYCÜ

**ÖZET:** *Fusarium culmorum*'un (Wm. G. Sm.) Sacc. tahıllarda fide yanıklığı (FSB), kök çürüklüğü ve başak yanıklığına (FHB) neden olduğu enfeksiyonlar, dünyada ve aynı zamanda Trakya Bölgesi'nde de önemli bir sorundur. Bu çalışmanın amacı, *F. culmorum*'un buğday tanelerinde protein oranı (%), tanecik boyutu (Particulate Size Index), Zeleny sedimentasyon (ml), gluten (%) ve gluten index (%) kriterlerinin kalite parametreleri üzerine etkisini ve fungus ile enfekteli başaklara fungisit uygulamaları sonrasında tane kalite kriterlerindeki değişimi belirlemektir. Buğdayın antezis döneminde (ZGS 61), başaklara el spreyi ile fungusun spor süspansiyonu uygulaması yapılmıştır. Başaklara fungusun suni inokulasyonundan 48 saat sonra, prothioconazole+trifloxystrobin (Madison SC, Bayer CropScience, Türkiye), thiophanate-methyl+tetraconazole (Yamato SE, SumiAgro, Türkiye) ve tebuconazole (Rally SC 250, Agrofarm, Türkiye) etkili maddeleri el pulverizatörü ile uygulanmıştır. Deneme sonunda buğday tanelerinin kalite parametrelerindeki değişimi tespit edilmiştir. Fungisit uygulaması yapılan enfekteli başaklarla karşılaştırıldığında, FHB ile enfekteli tanelerde de protein oranı içeriği değişmemiştir. Enfekteli tanelerde yaş gluten (%), tanecik boyutu (PSI), Zeleny sedimentasyon miktarı (ml) ve gluten indeks (%) değerleri kontrolle kıyaslandığında azalmıştır. Fungisitler arasında, prothioconazole+trifloxystrobin kalite parametreleri üzerinde en etkili fungisit olmuştur. Zeleny sedimentasyon ve yaş gluten arasındaki korelasyon pozitif ve önemli ( $p<0.01$ ) bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** *Fusarium culmorum*, yaş gluten, protein oranı, Zeleny sedimentasyon, fungisit

### **The Effect of *Fusarium* Head Blight on Wheat Quality Parameters: Change After Fungicide Applicates in Infected-Spikes**

**ABSTRACT:** The infections caused by seedling blight (FSB), root rot, and *Fusarium* head blight (FHB) of *Fusarium culmorum* (Wm. G. Sm.) Sacc. is a serious problem in cereal agriculture of the world as well the Trakya Region. The aim of this study was to determine the effect on protein rate (%), Particle Size Index (PSI), Zeleny sedimentation (ml), wet gluten (%) and gluten index (%) on wheat kernels of *F. culmorum* and change of these quality parameters after applied fungicides. Spikes were the hand-sprayer pump-inoculated with conidial suspension of the fungus at the anthesis stage (ZGS 61) of wheat. Prothioconazole+trifloxystrobin (Madison SC Bayer CropScience, Türkiye), thiophanate-methyl+tetraconazole (Yamato, SumiAgro, Türkiye) ve tebuconazole (Rally SC 250, Agrofarm, Türkiye) active ingredients were applied 48 h post-inoculation of fungi with a hand-garden sprayer. At the end of the experiment, quality parameters of wheat kernels were measured. Protein rate contents also did not change in FHB infected-kernels compared to applicated-fungicide parcels. Wet gluten (%), Particle Size Index (PSI), Zeleny sedimentation (ml) and gluten index (%) were decreased in infected-kernels compared to control kernels. Among fungicides, prothioconazole+trifloxystrobin was the most effective fungicide on quality parameters. Zeleny sedimentation and gluten were significant and positive ( $p<0.01$ ).

**Keywords:** *Fusarium culmorum*, wet gluten, protein rate, Zeleny sedimentation, fungicide

<sup>1</sup>Nagehan Desen KÖYCÜ ([Orcid ID: 0000-0003-2511-6096](https://orcid.org/0000-0003-2511-6096)), Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Tekirdağ, Türkiye

**\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Nagehan Desen KÖYCÜ, e-mail: dkoycu@nku.edu.tr

Bu çalışma 15-17 Kasım 2021 tarihlerinde İğdır'da düzenlenen 'Uluslararası Katılımlı Türkiye 7. Tohumculuk Kongresi'nde' sözlü olarak sunulmuştur.

## GİRİŞ

*Fusarium* tahıllarda fide yanıklığı, kök çürüklüğü ve başak yanıklığı gibi önemli hastalıklara neden olan parazitik-saprotrofik yaşam tarzlarına sahip önemli bir fungus cinsidir. Bu cins buğdayın en önemli patojenleridir (Wang ve ark., 2020; Trail, 2009; Bottalico ve Perrone, 2002). *Fusarium* başak yanıklığı (FHB), *F. culmorum*, *F. graminearum*, *F. avenaceum* ve *F. pseudograminearum* gibi birkaç *Fusarium* türünün neden olduğu bir hastalık kompleksi olarak adlandırılır. Buğdayda, *Fusarium* başak yanıklığı (FHB), tahıl üretim ve satışında milyarlarca dolar zarara neden olabilmektedir (Bottalico ve Perrone, 2002, Foroud ve Eudes, 2009; Marin ve ark., 2013) Çin, Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada gibi ülkelerde buğdaydaki verim kayıplarının ana nedeninin FHB olduğu tespit edilmiştir (Anonymous, 2007). Buğdayda *Fusarium* solgunluğunun neden olduğu fide yanıklığı, kök çürüklüğü ve *Fusarium* başak yanıklığı (FHB) özellikle bitki büyümesi, gelişmesi, tane verimi ve kalitesi üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır (Xu ve Nicholson 2009; Salgado ve ark., 2014; Wang ve ark., 2020) Aynı tarz ürün rotasyonu uygulanması, toprak işleminin iyi yapılmaması ve iklim değişikliği ile birlikte hastalık riski gittikçe artmıştır (Streuter ve ark., 1989; Gaudet ve ark., 1999; Morkunas ve ark., 2005; Tarkowski ve ark., 2019). *Fusarium* başak enfeksiyonu, çiçeklenme döneminde tek bir başakçığın enfekteli olmasıyla tüm başaklara bulaşabilmekte ve başak kavuzlarında pembe-kırmızı renkteki sporodochia yatakları fungusun sporlarının kaynağı olarak diğer başaklar için bir hastalık tehdidi oluşturabilmektedir. Beyaz başak semptomlarına neden olarak başakçık içerisindeki tanelerin cılız ve buruşuk gelişme göstererek buğdayın tane kalitesini olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Bai, 1995). *Fusarium* deoksinivalenol (DON), nivalenol (NIV), T-2 toksini ve zearalenon (ZEN) gibi çok sayıda tehlikeli mikotoksinleri üretir. Bu mikotoksinler, trikotesen ailesinden yani patojenik virülans ve protein oranı sentezinden sorumlu epoksi-seskitenoid metabolitleri temsil eder (Scherin ve ark., 2013) *F. culmorum*'un bu metabolitleri ile kontamine olmuş gıda ürünleri ile beslenen insanlara ve hayvan yemleri beslenen hayvanlara ciddi ve kronik zararlar verebilmektedir (Bottalico ve ark., 2002; Foroud ve Eudes, 2009; Marin ve ark., 2013). Bu nedenle *Fusarium* başak yanıklığına karşı fungisit uygulamalarının yapılması yüksek hastalık şiddetinin ve etmenin mikotoksin üretiminin önlenmesi açısından önemlidir (Scherin ve ark., 2013). Bu hastalık etmenine karşı azol (bromuconazol, siproconazol, metconazol, procloraz, propiconazol, protioconazol ve tebuconazol) ve strobilin (azoxystrobin) sınıflarına ait olan çeşitli fungisitlerin, tarlada hastalığı %70'e varan oranlarda kontrol ettiği belirlenmiştir. (Chala ve ark., 2003; Jones, 2000; Paul ve ark., 2008; González-Domínguez ve ark., 2021)

Trakya Bölgesi'nde kök ve kök boğazı hastalığının uzun yıllardan beri sorun olduğu bilinmektedir (Finci, 1979; Hekimhan, 2010). Bununla birlikte kök, kök boğazı ve başak yanıklığına neden olan *Fusarium culmorum* (Wm. G. Sm.) Sacc. Trakya Bölgesi'nde buğdayda en yaygın olarak görülen ve yüksek hastalık şiddetine sahip *Fusarium* türü olarak bilinmektedir (Hekimhan 2010; Köycü ve Özer 2019). Tohum yoluyla taşınabilen *Fusarium culmorum* başak yanıklığı (FHB) buğdayda yüksek hastalık şiddetine neden olarak hasat döneminde tane verimini önemli derecede azaltmaktadır (Scherin ve ark., 2013). İnsan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan buğday veriminin yanında kalitesinin de yükseltilmesi çok önemlidir. Buğday kalitesi, iklim, toprak, çeşit gibi farklı faktörlere bağlı olan (Peterson ve ark., 1992; Atlı, 1999) ve çok sayıda genin kontrol ettiği kantitatif bir karakterdir. İslahçılar buğdayda kalite parametreleri olan genotiplerinde bin tane ağırlığı, hektolitreye ağırlığı, renk, sertlik, protein oranı gluten kalitesi gibi özelliklerini seleksiyon kriterleri olarak kullanmaktadırlar. Ekmekte kaliteyi etkileyen en önemli faktör olarak tanede protein oranının, gluten miktarının ve Zeleny sedimentasyon değerinin yüksek olmasıdır (Goesaert ve ark., 2005; Kahraman ve Öztürk, 2008;

Miadenow ve ark., 2001). *Fusarium* ile bulaşık tanelerin besin içeriği yönünden zayıfladığı (Bechtel ve ark., 1985), nişasta granüllerinin, depo protein oranlarının ve hücre duvarının patojen tarafından parçalandığı dolayısıyla karbonhidrat ve protein oranlarının tane içerisinde etkilendiği saptanmıştır (Nightingale 1999). Bu nedenle Trakya bölgesinde yaygın ve yüksek hastalık şiddetine sahip olan buğdayın başak yanıklığı etmeni *F. culmorum*'un buğdayda kalite parametreleri olan protein oranı (%), tanecik boyutu (Particul Size Index), Zeleny sedimantasyon (ml), gluten (%) ve gluten index (%) miktarları üzerine etkisi ve *Fusarium culmorum* ile enfekteli başaklara prothioconazole+trifloxystrobin, thiophanate-methyl+tetraconazole ve tebuconazole etkili maddeli fungusit uygulamaları sonrasında kalite parametrelerindeki değişim bu çalışmanın amacını oluşturmuştur.

## MATERYAL VE METOT

### Materyal

#### Flamura-85 çeşidi

Denemede *Fusarium culmorum*'a hassas olan Flamura 85, Tareks A.Ş. tarafından 1999 yılında tescil ettirilen Romanya orijinli ekmeklik buğday çeşidi kullanılmıştır. Bu çeşit orta erkenci, orta boylu, sağlam saplı olarak yatmaya dayanıklı, başakları uzun olup yarı eğik bir görünümü, beyaz başaklı, kılıçlıklı ve bitki boyu 85-95 cm'dir. Tanesi kırmızı sert ve iri yapıda olup ekmeklik kalitesi çok iyi olan kışlık bir çeşit olup soğuğa dayanıklılığı iyi olduğu için Marmara Bölgesi ile kışlık ekim yapılan diğer bölgelerde taban ve yarı taban alanlarda ekimi tavsiye edilmektedir. Kardeşlenme kapasitesi iyi olup verim potansiyeli orta veya yüksektir (350-600 kg/da). Kullanılacak tohumluk miktarı m<sup>2</sup>'ye 450-550 tane (18-20 kg/da) olarak önerilmektedir. Bin dane ağırlığı 37-41 g, hektolitre ağırlığı 78-82 kg, protein oranı %13-14 ve un verimi %60- 70'dir.

#### *Fusarium culmorum* izolatu

Denemede daha önceden patojen olduğu (Köycü ve Özer 2019) ve deoxynivalenol (DON) toksinini salgıladığı tespit edilmiş *F. culmorum* S-14 izolatu kullanılmıştır (Pasquali ve ark., 2016).

### Fungisitler

Denemede prothioconazole+trifloxystrobin (Madison SC 263, 100 ml/da, Bayer CropScience, Türkiye), thiophanate-methyl+tetraconazole (Yamato 175 ml/da, SumiAgro, Türkiye) ve tebuconazole (Rally EC 250, 75 ml/da, Agrofarm, Türkiye) etkili maddeli fungusitler kullanılmıştır.

### Metot

Tarla koşullarında anthesis (ZGS 61) (Zadoks ve ark.,1974) dönemindeki Flamura 85 buğday çeşidine *F. culmorum* S-14 izolatu 1x10<sup>5</sup> konidi/ml oranıyla el atomizörü kullanılarak yapay olarak inokule edilmiştir (Haidukowski ve ark., 2012). Yapay inokulasyon yapılan başaklar şeffaf polietilen torba ile örtülerek 48 saat süre ile inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda başaklara prothioconazole+trifloxystrobin, thiophanate-methyl+tetraconazole ve tebuconazole etkili maddeli fungusitler el pompası kullanılarak uygulanmıştır. Deneme parsel genişliği 1m, parsel uzunluğu 5m ve sıra arası mesafe ise 0,17 m olacak şekilde buğday üretici arazisinde tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak 2016-2017 üretim döneminde kurulmuştur.

### Kalite analizleri

Deneme hasat edildikten sonra temizlenmiş ve her parselden elde edilen üründen alınan 1 kg'lık örneklerde protein oranı (%), tanecik boyutu (PSI), Zeleny sedimantasyon (ml), yaş gluten (%) ve gluten index (%) değerleri Edirne Ticaret Borsası laboratuvarında belirlenmiştir.

**Protein oranı (%)**

Kjeldahl metoduna (AACC 46-10) göre protein miktarları tespit edilmiştir. Ekmeklik buğday kırmaları ile kalibrasyonu yapılmış NIR (Near Infra Red) spektroskopi cihazında yüzde (%) olarak tanede protein oranı okumaları tamamlanmıştır (Anonymous 1990).

**Tanecik boyutu (PSI)**

Buğdayda sertlik (Particulate Size Index) Perten PerCON Inframatik 8600 ASH NIR marka Near Infra Red Reflektans Spektroskopi kullanılarak analiz edilmiştir (Anonymous, 1990).

**Zeleny sedimantasyon değeri (ml)**

Her parselden alınan 10 gram tane örneğinin öğütülmesiyle elde edilen undan 3,2 g tartılmış ve üzerine 50 ml bromfenol mavili su konulup 200 devirde 5 dk. çalkalanmıştır. Üzerine 25 ml test çözeltisi (laktik asit+izopropil+su karışımı) ilave edilerek tekrar çalkalama aletinde 5 dk çalkalanmıştır. Aletten alınan tüpler 5 dk bekletildikten sonra tüp içinde çökmüş olan un seviyesi tüp üzerindeki işaretli kısımdan okunmuş ve Zeleny sedimantasyon değeri ml olarak belirlenmiştir.

**Yaş gluten oranı (%)**

Analizde 10'ar gram un hazırlanmış ve örnekler nişasta ve diğer bileşenlerinden yıkanması amacıyla %2'lik tuzlu suda 5 dakika süre ile bekletildikten sonra geriye kalan gluten tartılıp yaş öz olarak kaydedilmiştir. Daha sonra Glutomatik (Perten Unstrumental AB) aleti ile ICC No:155'e göre tespit edilmiştir (Anonymous 1994).

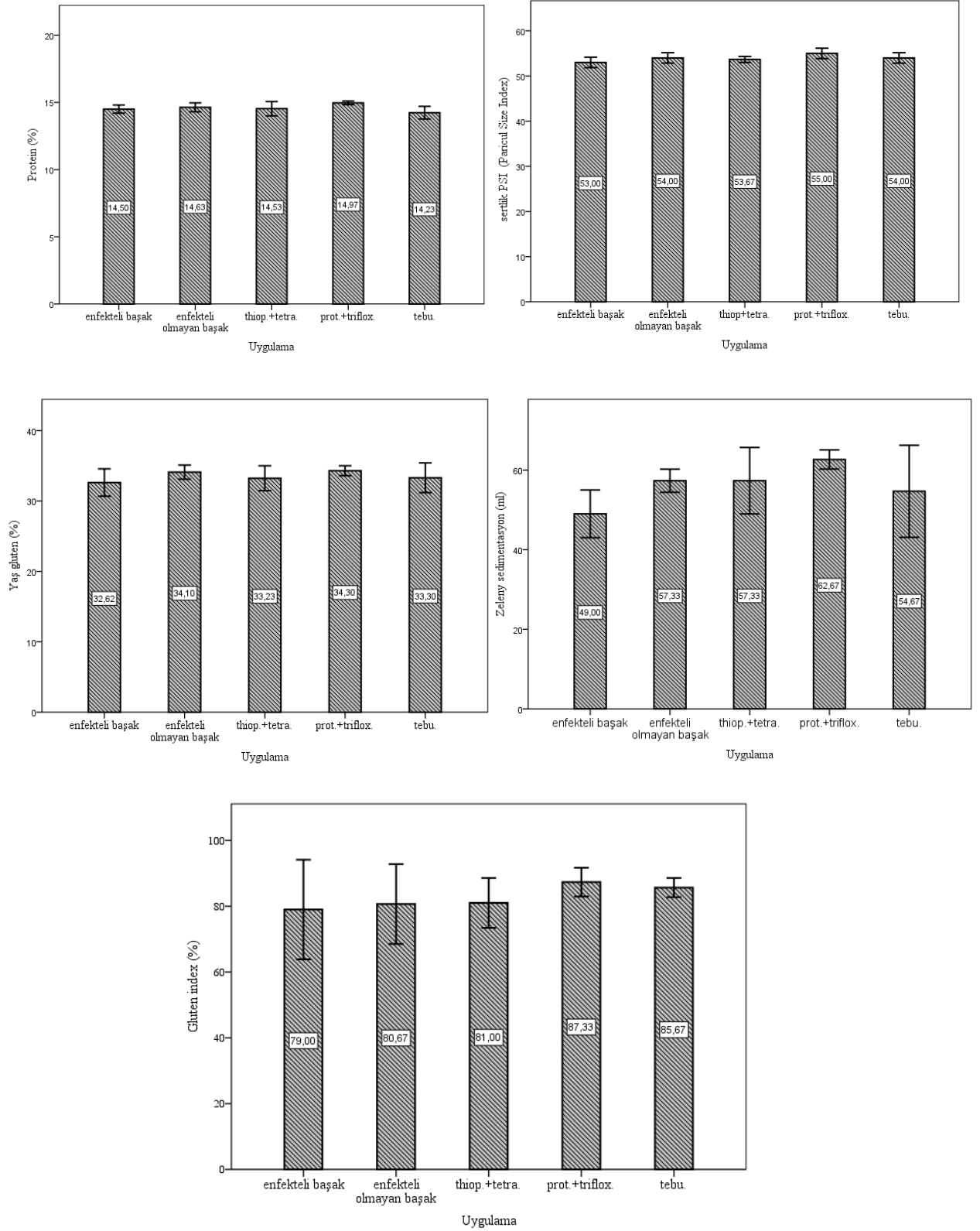
**Gluten index (%)**

Analizde 10'ar gram un örnekleri %2'lik tuzlu su ile 5 dakika süre ile nişasta ve diğer bileşenleri yıkanmış, elde edilen gluten Perten Santrifüj'de 1 dakika süreyle santrifüj edilmiştir. Sağlam kalan kısım bütün gluten miktarına oranlanarak gluten indeksi bulunmuştur (Perten, 1990).

**BULGULAR VE TARTIŞMA**

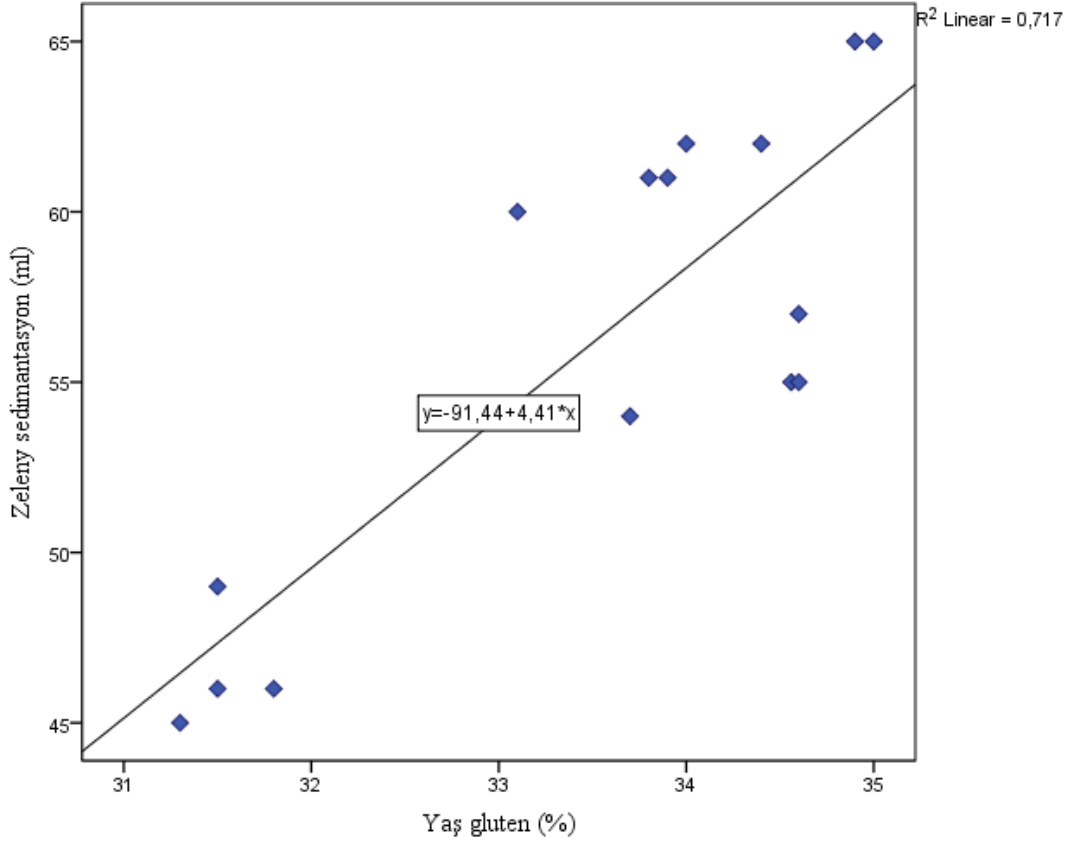
Protein oranı (%), yaş gluten miktarı (%), tanecik boyutu (PSI) Zeleny sedimantasyon (ml) ve gluten index (%) kalite parametrelerinin sonuçları Şekil 1'de verilmiştir. Protein oranı (%) oranları tüm uygulamalarda yaklaşık %14 olarak tespit edilmiştir. *Fusarium culmorum* ile yapay olarak inokule edilen başaklardan elde edilen tane ürününde yaş gluten (%), sertlik (PSI), Zeleny sedimantasyon (ml) ve gluten index (%) değerlerinin en düşük olduğu belirlenmiştir. Prothioconazole+trifloxystrobin ve tebuconazole uygulanmış başaklar *Fusarium culmorum* ile yapay inokule edilmiş ve fungusit uygulaması yapılmamış başaklar ile karşılaştırıldığında sertlik, Zeleny sedimantasyon, yaş gluten ve gluten index miktarı oranlarında artış tespit edilmiştir. Enfekteli başaklara prothioconazole+trifloxystrobin etkili maddeli fungusit uygulaması ise kalite parametreleri üzerinde en yüksek yüzde artışa neden olarak, enfekteli başakla kıyaslandığında sertlikte %3.77, Zeleny sedimantasyonda %27.90, yaş glutende %5.15 ve gluten indekste ise %10.54 oranında bir artış tespit edilmiştir.





**Şekil 1.** *Fusarium culmorum* ile enfekteli başaklarda thiop+tetra. (thiophanate+tetraconazole), prot.+triflox. (prothioconazole+trifloxystrobin) ve tebu. (tebuconazole) etkili maddeli fungusit uygulaması yapılan enfekteli başaklar ve enfekteli olmayan başaklardaki tanelerde protein oranı (%), yaş gluten (%), taneçik boyutu (PSI), Zeleni sedimantasyon (ml) ve gluten index (%) kalite parametrelerinin dağılımı. Bar çubukları ortalama standart hatayı ( $\pm$ ) temsil etmektedir

Tanedeki Zeleny sedimantasyon (ml) ve gluten (%) miktarları arasında pozitif doğrusal bir ilişki bulunmuştur (Şekil 2). Zeleny sedimantasyon ve gluten arasındaki korelasyon katsayısı 0.717 ve  $p < 0.01$  düzeyinde önemli olarak tespit edilmiştir.



**Şekil 2.** Buğday tanelerinde Zeleny sedimantasyon (ml) ve yaş gluten (%) değerleri arasındaki korelasyon

Buğdayın kalite kriterlerinin değerlendirilmesinde kullanılan analitik ölçütler arasında en sık kullanılanlar; protein oranı, Zeleny sedimantasyon ve yaş gluten miktarıdır. Bununla birlikte kalite özelliklerini belirlemede dünyada ve ülkemizde farklı kriterler de ele alınabilmektedir. Amerika, Kanada ve Avustralya buğday üretiminde ve ihracatında buğdayın kalite sınıflandırmasında genellikle renk, sertlik ve yazlık/kışlık olma durumunu göz önüne almaktadır (Góral ve ark., 2018). Ülkemizde ise ekmeklik buğday kalitesini belirlemede protein oranı miktarı, Zeleny sedimantasyon değeri, yaş gluten, kuru gluten ve gluten indeksi yaygın olarak kullanılan parametre değerleridir (Wang ve ark., 2020). Toprak Mahsulleri Ofisi buğday kalitesini ve alım fiyatlarını fiziksel parametreler (kırık tane, cılız-buruşuk tane, süne tahribatına uğramış tane, embriyosu kararmış tane, diğer hububat, yabancı madde vb.) ve analitik parametreleri (protein oranı) içeren bir indeksle belirlemektedir. Bu kalite parametrelerinden yaş gluten miktarı ile protein oranı arasında doğrusal bir ilişki olduğu (Trail, 2009), undaki Zeleny sedimantasyon değerinin buğdayın protein oranı miktarıyla ilişkili olduğu bilinmektedir (Bottalico ve ark., 2002). Gluten ekmek hamurunun elastik olmasını sağlamaktadır (Wieser, 2007). Fermentasyon sırasında maya tarafından üretilen karbondioksit gazının tutulmasını sağlayarak ekmeğin hacimli olması üzerinde etkili olan glütenin yüzde değerinin yüksek olması istenmektedir (Mutlu, 2020). Zeleny sedimantasyon değeri ise gluten kalitesini (gluten yapısı, un kuvveti) belirlemektedir (Mutlu, 2020). Tanenin sertlik durumunu belirleyen tanecik boyutu taneyi kırma ve öğütme sırasında sarf edilen enerjiyi belirlediği için değirmencilik kalitesi ve irmik verimi bakımından önemlidir. Bu nedenle sert buğdayların irmik verimi ve enerji sarfiyatı yüksektir (Okur, 2017). Ekmeklik ve makarnalık

buğdaylarda sertlik aranan bir özellik olarak protein oranı ve nişasta ile ilgilidir. Protein yüzeyi hidrofobiktir ve protein ağları sert buğdaylarda nişastanın çevresini sarmaktadır (Troccoli ve ark., 2000; Turnbull ve Rahman, 2002). Protein oranı ve gluten miktarı ile birlikte Zeleny sedimantasyon değerinin ölçülmesi buğday unu karakterizasyonu açısından gereklidir (Bennett ve Klich, 2003).

FHB ile bulaşık taneler küçük ve buruşuktur ve endospermde kepek oranı da düşmektedir. Khalil ve ark., (2002) FHB ile bulaşık tanelerde protein oranının kontrollere kıyasla yüksek çıktığını tespit etmiştir. Bunun nedeninin ise fungusun tanelerde yüksek oranda karbonhidrat tüketmesi ile protein oranının yüksek olması sonucu olduğunu açıklamışlardır. Mert Türk ve ark., (2013) ise FHB ile bulaşık tanelerde, kontrollere kıyasla protein oranı açısından bir farklılık oluşmadığını, fakat tanelerde karbonhidrat içeriğinin istatistiki olarak düştüğünü tespit etmiştir. *F. culmorum* ile enfekteli tanelerde prothioconazole+trifloxystrobin, thiophanate-methyl+tetraconazole ve tebuconazole etkili maddeli fungisit uygulaması yapılan ve yapılmayan tanelerde protein oranlarının birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir ve bu sonuç Mert Türk ve ark., yaptığı çalışma sonucu ile uyum göstermiştir. Gluten miktarı yüksek ve gluten kalitesi iyi olduğunda yüksek Zeleny sedimantasyon değerleri gözlenmiştir (Hruskova ve ark., 2003). Araştırmamızda Zeleny sedimantasyon (ml) ve gluten (%) miktarları arasındaki korelasyon değerinin yüksek olduğu tespit edilerek Hruskova ve ark., yaptığı çalışma ile uyum göstermiştir. *F. culmorum* ile enfekteli başaklara uygulanan prothioconazole+trifloxystrobin ve tebuconazole etkili maddeli fungisitlerin tane kalitesini artırmada etkili olduğu belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmada kullanılan *F. culmorum* S-14 izolatının DON (Deoxynivalenol) mikotoksinini salgıladığı daha önce yapılan bir çalışma ile tespit edilmiştir (Pasquali ve ark., 2016). Bu mikotoksinin insan ve hayvan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri göz önüne alındığında fungisit uygulamaları sonrasındaki tane kalite kriterlerine olumlu etkilerinin önemini düşündürmektedir.

## SONUÇ

Bu çalışmada *Fusarium culmorum* ile enfekteli tanelerde hastalık etmeninin tane kalitesini düşürdüğü, bununla birlikte başak yanıklığına karşı fungisit uygulamasının tanelerde tane kalitesini artırdığı görülmektedir. Prothioconazole+trifloxystrobin etkili maddeli fungisit uygulamasının *Fusarium culmorum* ile enfekteli olmayan tane ile karşılaştırıldığında sertlik (PSI), yaş gluten (%), Zeleny sedimantasyon (ml) ve gluten index (%) değerlerini artırdığı, tane kalitesi üzerine olumlu katkı sağladığı tespit edilmiştir. *Fusarium culmorum* ile enfekteli tanelerde un kalitesinin değişebileceği göz önüne alındığında hastalık etmeni ile enfekteli tanelerdeki kalite kriterlerinin detaylı çalışılması gerekmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yürütülmesinde kendi tarla arazisinde denemenin kurulmasını sağlayarak denemedeki her türlü yardımları için Özgür Uzel'e, arazi çalışmalarındaki katkı ve yardımlarından dolayı Füsün Sukut'a, *Fusarium culmorum* ile enfekteli buğday bitki örneklerinin toplanabilmesi için Trakya Bölgesi'nde buğdayda tarla surveylerinin arazi çıkışlarında sağladıkları imkanlar için Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla bitkileri öğretim üyelerinden Prof. Dr. Oğuz Bilgin ve Doç. Dr. Alpay Balkan'a çok teşekkür ediyorum.

## Çıkar Çatışması

Makalenin planlanması ve yazılması sırasında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederim.

**Yazar Katkısı**

Makalenin planlanması, yürütülmesi ve yazılmasının tarafımdan yapıldığını beyan ederim.

**KAYNAKLAR**

- Anonymus 1990. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemist, USA.
- Anonymous 1994. ICC Standard No 155: Determination of Wet Gluten Quantity and Quality (Gluten Index ac. To Perten) of Whole Wheat Meal and Wheat Flour.
- Anonymous, 2007. Commission Regulation (EC) No 1126/2007 of 28 September 2007 Amending Regulation (Ec) No 1881/2006 Setting Maxi-Mum Levels For Certain Contaminants in Foodstuffs As Regards *Fusarium* Toxins in Maize and Maize Products (Text with EEA Relevance). <https://eurlex.europa.eu/legalcontent/EN/ALL/uri=CELEX:32007R1126> (erişim tarihi 2 Şubat 2021).
- Atlı A, 1999. Buğday ve Ürünleri Kalitesi. Orta Anadolu'da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu. S. 498-506 (8-11 Haziran) Bildirileri. Konya.
- Bai G, 1995. Scab of Wheat: Epidemiology, Inheritance of Resistance and Molecular Markers Linked to Cultivar Resistance. Ph.D. Thesis. West Lafayette, IN, USA, Purdue University.
- Bechtel DB, Kaleikau LA, Gaines RL, Seitz LM, 1985. The Effects of *Fusarium graminearum* Infection on Wheat Kernels. Cereal Chemistry, 62:191–197.
- Bennett JW, Klich, M, 2003. Mycotoxins. Clinic Microbiology Review, 16:497–516.
- Bottalico A, Perrone G, 2002. Toxigenic *Fusarium* Species and Mycotoxins Associated with Head Blight in Small-grain Cereals in Europe. Mycotoxins Plant Disease, 108:611–624.
- Chala A, Weinert J, Wolf GA, 2003. An İntegrated Approach to the Evaluation of the Efficacy of Fungicides Against *Fusarium culmorum*, the Cause of Head Blight of Wheat. Journal of Phytopathology, 151:673–678.
- Finci S, 1979. Buğdayın Kök ve Kök-Boğazı Hastalıkları ve Korunma Çareleri. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü, Çiftçi Broşürü No: 21, s,15.
- Foroud NA, Eudes F, 2009. Trichothecenes in Cereal Grains. International Journal Molecular Science, 10:147–173.
- Gaudet DA, Laroche A, Yoshida M, 1999. Low Temperature-Wheat-Fungal Interactions: A Carbohydrate Connection. Physiologia Plantarum, 106:437–444.
- Góral T, Wiśniewska H, Ochodzki P, Nielsen LK, Walentyn-Góral D, Stępień Ł, 2018. Relationship Between *Fusarium* Head Blight, Kernel Damage, Concentration of *Fusarium* Biomass, and *Fusarium* Toxins in Grain of Winter Wheat Inoculated with *Fusarium culmorum*. Toxins, 11, 2.
- Goasaert H, Brijs K, Veraverbeke WS, Courtin CM, Gebruers K, Delcour JA. 2005. Wheat Flour Constituents: How They Impact Bread Quality, and How to Impact their Functionality. Trends in Food Science and Technology, 16:12–30.
- González-Domínguez E, Meriggi P, Ruggeri M, Rossi V, 2021. Efficacy of Fungicides Against *Fusarium* Head Blight Depends on the Timing Relative to Infection Rather than on Wheat Growth Stage. Agronomy, 11(8): 1549.
- Hekimhan H, 2010. Trakya Bölgesinde Buğdaylarda Kök ve Kök Boğazı Çürüklüğüne Neden Olan Fungal Etmenler ve Patojenisitelerini Etkileyen Bazı Faktörler Üzerine Araştırmalar. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

- Haidukowski M, Visconti A, Perrone G, Vanadia S, Pancaldi D, Covarelli L, Balestrazzi R, Pascale M, 2012. Effect of Prothioconazole-based Fungicides on *Fusarium* Head Blight Grain Yield and Deoxynivalenol Accumulation in Wheat Under Field Conditions. *Phytopathologia Mediterranea*, 51(1):236-246.
- Hruskova M, Famera O, 2003. Prediction of Wheat and Flour Zeleny Sedimentation Value Using NIR Technique, *Czech Journal of Food Science*, 21:91-96.
- Jones RK, 2000 Assessments of *Fusarium* Head Blight of Wheat and Barley in Response to Fungicide Treatment. *Plant Disease*, 84:1021–1030.
- Kahraman T, Avcı R, Öztürk İ, 2008. Islah Çalışmaları Sonucu Geliştirilen Bazı Ekmeklik Buğday Hatlarının Tane Verimi ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Ülkesel Tahıl Sempozyumu, 2-5 Haziran 2008, KONYA.
- Khalil IH, Carver BF, Krenzer EG, MacKown CT, Horn GW, 2002. Genetic Trends in Winter Wheat Yield and Test Weight Under Dual Purpose and Grain Only Management. *Crop Science*, 710-715.
- Köycü ND, Özer N, 2019. Trakya Bölgesi'nde Bazı Buğday Çeşitlerinin *Fusarium* spp. İzolatlarına Karşı Dayanıklılığın Tespit Edilmesi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(4): 498-505.
- Marín S, Ramos AJ, Cano-Sancho G, Sanchis V, 2013. Mycotoxins: Occurrence, Toxicology, and Exposure Assessment. *Food Chemistry Toxicology*, 60:218–237.
- Mert Türk F, Kahraman F, Gencer R, Egese CÖ, 2013. *Fusarium* Başak Yanıklığının Buğdayda Toplam Protein Oranı ve Karbonhidrat İçeriğine Etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 23(2): 149–153.
- Miadenow N, Przulj N, Hristov N, Djuric V, Milovanovic M, 2001. Cultivar-by-Environment Interactions for Wheat Quality Traits in Semiarid Conditions. *Cereal Chemistry*, 78, 363-367.
- Morkunas I, Marczak Ł, Stachowiak J, Stobiecki M, 2005. Sucrose-induced Lupine Defense Against *Fusarium oxysporum*: Sucrose-stimulated Accumulation of Isoflavonoids as a Defense Response of Lupine to *Fusarium oxysporum*. *Plant Physiology Biochemistry*, 43:363–373.
- Mutlu A, 2020. Buğdayda Kalite Kriterleri (edt: N. Yarpuz Bozdoğan; Ziraat Orman ve Su Ürünleri Alanında Teori ve Araştırmalar. Gece Kitaplığı, Bölüm;14.
- Nightingale M, Marchylo BA, Clear RM, Dexter JE, Preston KR, 1999. *Fusarium* Head Blight: Effect of Fungal Protease on Wheat Storage Protein Oranı. *Cereal Chemistry*, 76:150-158.
- Okur Y, 2017. Ekmeklik Buğday Kalitesini Değerlendirmede Kullanılan Kimyasal ve Fiziksel Özelliklerin İncelenmesi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s70.
- Pasquali M, Beyer M, Logrieco A, Audenaert K, BalmasV, Basler R, Boutigny A-L, Chrpova J, Czembor E, Gagkaeva T, Gonzales-Jaen MT, Hofgaard IS, Köycü ND, Hoffman L, J. Levic, Marin P, Miedaner T, Migheli Q, Moretti A, Müller MEH, Munaut F, Parikka P, Pallez-Barthel M, Piec J, Scauflaire J, Scherm B, Stankovic S, Thrane U, Uhlig S, Vanheule A, Yli\_Mattila T and Vogelgsang S 2016. A European Database of *Fusarium graminearum* and *F. culmorum* Trichothecene Genotypes. *Frontiers in Microbiology*, 7: 406.
- Paul PA, Lipps, PE, Hershman DE, McMullen MP, Draper MA, Madden LV, 2008. Efficacy of Triazole-Based Fungicides for *Fusarium* Head-Blight and Deoxynivalenol Control in Wheat: A Multivariate Meta-analysis. *Phytopathology*, 98: 999–1011.

- Pasquali M, Beyer M, Logrieco A, Audenaert K, Balmas V, Basler R, Boutigny AL, Chrpova J, Czembor E, Gagkaeva T, Gonzales-Jaen MT, Hofgaard IS, Köycü ND, Hoffman L, Levic J, Marin P, Miedaner T, Migheli Q, Moretti A, Müller MEH, Munaut F, Parikka P, Pallez-Barthel M, Pic J, Scauflaire J, Scherm B, Stankovic S, Thrane U, Uhlig S, Vanheule A, Yli\_Mattila T and Vogelgsang S, 2016. A European Database of *Fusarium graminearum* and *F. culmorum* Trichothecene Genotypes. *Frontiers in Microbiology*, 7: 406.
- Peterson CJ, Graybosch RA, Baezinger PS, Grombacher AW, 1992. Genotype and Environment Effects on Quality Characteristics of Hard Red Winter Wheat. *Crop Science*, 32: 98-103.
- Perten H 1990. Rapid Measurement of Wheat Gluten Quality by the Gluten Index. *Cereal Foods World*, 35:401-402.
- Salgado JD, Madden L, Paul PA, 2014. Efficacy and Economics of Integrating in Field and Harvesting Strategies to Manage *Fusarium* Head Blight of Wheat. *Plant Disease*, 98:1407–1421.
- Scherm B, Balmas V, Spanu F, Pani G, Delogu G, Pasquali M, Migheli Q, 2013. *Fusarium culmorum*: Causal Agent of Foot and Root Rot and Head Blight on Wheat. *Molecular Plant Pathology*, 14(4):323–341.
- Streuter N, Moerschbacher B, Fischer Y, Noll U, Reisener H, 1989. Fructose-2,6-Bisphosphate in Wheat Leaves Infected with Stem Rust. *Journal of Plant Physiology*, 134:254–257.
- Tarkowski LP, Van De Poel B, Höfte M, Ende WVD, 2019. Sweet Immunity: Inulin Boosts Resistance of Lettuce (*Lactuca sativa*) Against Grey Mold (*Botrytis cinerea*) in an Ethylene-Dependent Manner. *International Journal of Molecular Science*, 20: 105.
- Trail F, 2009. For Blighted Waves of Grain: *Fusarium graminearum* in The Postgenomics Era. *Plant Physiology*, 149:103–110.
- Troccoli A, Borrelli GM, De Vita P, Fares C, Di Fonzo N, 2000. Durum Wheat Quality: A Multidisciplinary Concept. *Journal of Cereal Science*, 32:99-113.
- Turnbull KM, Rahman S, 2002. Endosperm Texture in Wheat. *Journal of Cereal Science*, 36:327-337.
- Xu X, Nicholson P, 2009. Community Ecology of Fungal Pathogens Causing Wheat Head Blight. *Annual Review Phytopathology*, 47:83–103.
- Wang H, Sun S, Ge W, Zhao L, Hou B, Wang K, Lyu Z, Chen L, Xu S, Guo J. et al. 2020. Horizontal Gene Transfer of Fhb7 from Fungus Underlies *Fusarium* Head Blight Resistance in Wheat. *Science*. 368, eaba5435.
- Wieser H, 2007. Chemistry of Gluten and Protein Orans, *Food Microbiology*, 24:115-119.
- Zadoks JC, Chang TT, Konzak CF, 1974. A Decimal Code for the Growth Stages of Cereals. *Weed Research*, 14:415-421.

**Atf İçin:** Konuksal A, Güllü M, Gözüaçık C, Hekimhan H, Değirmenci R, Karaca C, 2021. Arpa (*Hordeum vulgare* L.)’da Hesse Sineği [(*Mayetiola destructor* (Say) (Diptera: Cecidomyiidae)]’ne Karşı Tohum İlaçlarının Verim, Morfolojik ve Bazı Agronomik Özelliklerine Etkileri. İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(Özel Sayı): 3465-3475.

**To Cite:** Konuksal A, Güllü M, Gözüaçık C, Hekimhan H, Değirmenci R, Karaca C, 2021. Effects on Yield, Morphological and Some Agronomic Characteristics of Seed Treatment Against Hessian Fly [(*Mayetiola destructor* (Diptera: Cecidomyiidae)] on Barley (*Hordeum vulgare* L.). Journal of the Institute of Science and Technology, 11(Special Issue): 3465-3475.

## Arpa (*Hordeum vulgare* L.)’da Hesse Sineği [(*Mayetiola destructor* (Say) (Diptera: Cecidomyiidae)]’ne Karşı Tohum İlaçlarının Verim, Morfolojik ve Bazı Agronomik Özelliklerine Etkileri

Ayda KONUKSAL<sup>1</sup>, Mustafa GÜLLÜ<sup>2</sup>, Celalettin GÖZÜAÇIK<sup>3\*</sup>, Hakan HEKİMHAN<sup>4</sup>, Reşat DEĞİRMENCİ<sup>1</sup>, Cem KARACA<sup>1</sup>

**ÖZET:** Hesse sineği, *Mayetiola destructor* (Say) (Diptera: Cecidomyiidae) Kuzey Kıbrıs’ta arpa bitkisinin önemli zararlılarından biridir. Çalışmada, *M. destructor*’a karşı bazı sistemik tohum ilaçlarının (İmidacloprid 600 g L<sup>-1</sup> (IM), Clothianidin 600 g L<sup>-1</sup> (CL) ve Thiamethoxam 350 g L<sup>-1</sup> (TH)) 3 farklı dozu uygulanmıştır. Denemeler, 3 tekerrürlü olarak tesadüf bloklarında şerit parseller deneme deseninde Athenais çeşidi kullanılarak 2 farklı lokasyonda (Türkmenköy+Paşaköy ve Güzelyurt) 3 üretim sezonu (2013-2016) boyunca yürütülmüştür. Arpa bitkisinin çıkışından ve 10 cm boya gelmesinden sonra haftada bir defa olmak üzere her parselden tesadüfi olarak alınan 25 bitkide larva sayımları yapılmıştır. Elde edilen veriler Jmp 13 istatistik paket programında analiz edilmiş ve değerler ilaçsız kontrol parselleriyle karşılaştırılmıştır. Çalışmaların sonucunda, kontrol parsellerinde ortalama 3.6 birey bitki<sup>-1</sup> bulunurken, uygulanan en yüksek dozla bu değer 0.8 birey bitki<sup>-1</sup> bulunmuştur. Her 3 yılın ortalamaları dikkate alındığında kardeş sayısı en yüksek CL uygulamasından Güzelyurt’ta (3.25 kardeş bitki<sup>-1</sup>) elde edilmiştir. Hektolitre ağırlığı, Güzelyurt’ta 60.96 kg iken, Paşaköy’de 48.82 kg olarak gerçekleşmiştir. İlaç uygulamalarında hektolitre; CL’da 55.51 kg, IM’da 54.49 kg, TH’de 54.66 kg olmuştur. Dozlar arasında ise, en yüksek hektolitre ağırlığı 2. ve 3. dozlarda bulunmuştur. En yüksek bin tane ağırlığı Paşaköy lokasyonunda her iki bitki koruma ürününün en yüksek dozlarından elde edilmiştir. Hesse sineği için ekim öncesi tohuma ilaç uygulamalarında en yüksek verim, kontrole (117.4 kg da<sup>-1</sup>) göre tüm uygulanan ilaçların en yüksek uygulandığı dozlarından elde edilmiştir. Ancak, TH 44.7 kg da<sup>-1</sup> (162.1 kg da<sup>-1</sup>), IM 38.5 kg da<sup>-1</sup> (155.9 kg da<sup>-1</sup>) ve CL 47.2 kg da<sup>-1</sup> (164.6 kg da<sup>-1</sup>) verim farkı oluşmuştur. Tohum ilaçlamasının yapıldığı parseller ile ilaçlama yapılmayan parseller karşılaştırıldığında dekara % 37.1 oranında (43.5 kg da<sup>-1</sup>) verim artışı tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Arpa, Hesse sineği, *Mayetiola destructor*, tohum ilaçlaması

### Effects on Yield, Morphological and Some Agronomic Characteristics of Seed Treatment Against Hessian Fly [(*Mayetiola destructor* (Diptera: Cecidomyiidae)] on Barley (*Hordeum vulgare* L.)

**ABSTRACT:** The Hessian fly, *Mayetiola destructor* (Say) (Diptera: Cecidomyiidae) is one of the important pests of barley plant in Northern Cyprus. In the study, 3 different doses of some systemic insecticide seed (Imidacloprid 600 g L<sup>-1</sup> (IM), Clothianidin 600 g L<sup>-1</sup> (CL) and Thiamethoxam 350 g L<sup>-1</sup> (TH)) were applied against *M. destructor*. Experiments were carried out in 3 replications, in strip plots trial design in randomized blocks, using Athenais variety, in 2 locations (Türkmenköy+Paşaköy and Güzelyurt) for 3 seasons (2013-2016). After the emergence of the barley plant and its 10 cm height, larvae counts were made once a week in 25 randomly taken plants from each plot. The obtained data were analyzed by using the Jmp 13 statistical package program. Obtained values were compared with chemical-free control plots. As a result of the studies, while the average value of 3.6 individual plant<sup>-1</sup> was found in the control plots, this value was found to be 0.8 individual plant<sup>-1</sup> with the highest dose applied. Considering the averages of each 3 years, the highest number of siblings was obtained in Güzelyurt (3.25 siblings plant<sup>-1</sup>) from the CL application. While the test weight was 60.96 kg in Güzelyurt, it was 48.82 kg in Paşaköy. Test weights were 55.51 kg in CL, 54.49 kg in IM and 54.66 kg in TH in chemical applied plots. The highest test weight occurred in doses 2 and 3. The highest thousand kernel weight was obtained from the highest doses of both plant protection products in Paşaköy location. For Hesse fly, the highest yield of pesticide application to seed before planting was obtained from the highest doses of all applied pesticides compared to the control (117.4 kg da<sup>-1</sup>). However, there was a yield differences in TH 44.7 kg da<sup>-1</sup> (162.1 kg da<sup>-1</sup>), IM 38.5 kg da<sup>-1</sup> (155.9 kg da<sup>-1</sup>) and CL 47.2 kg da<sup>-1</sup> (164.6 kg da<sup>-1</sup>). When the parcels where seed spraying was applied and the parcels that were not sprayed were compared, it was determined that a yield increase of 37.1% (43.5 kg da<sup>-1</sup>) per decare.

**Keywords:** Barley, Hessian fly, *Mayetiola destructor*, seed spraying

<sup>1</sup>Ayda KONUKSAL (Orcid ID: 0000-0002-1250-4447), Reşat DEĞİRMENCİ<sup>1</sup> (Orcid ID: 0000-0003-1730-8848), Cem KARACA<sup>1</sup> (Orcid ID: 0000-0003-3824-8290), Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Lefkoşa, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti

<sup>2</sup>Mustafa GÜLLÜ (Orcid ID: 0000-0002-4133-6534), Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Bingöl, Türkiye

<sup>3</sup>Celalettin GÖZÜAÇIK (Orcid ID: 0000-0002-6543-7663), İğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, İğdır, Türkiye

<sup>4</sup>Hakan HEKİMHAN (Orcid ID: 0000-0002-6531-6490), Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, İzmir, Türkiye

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Celalettin GÖZÜAÇIK, e-mail: cgozuacik46@gmail.com

Makale 15-17 Kasım 2021 tarihlerinde İğdır’da düzenlenen “Uluslararası Katılımlı Türkiye 7. Tohumculuk Kongresi’nde” sözlü olarak sunulmuştur.

## GİRİŞ

Kuzey Kıbrıs için iklim ve toprak yapısına uygun olması ve hayvancılık için en önemli yem kaynağı olması nedeniyle arpa tarımı Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti için önemli bir yere sahiptir. Ekilebilen 985.597 da (1 ha=0.1338 m<sup>2</sup>) alanın 764.409 dekarında hububat tarımı yapılmakta ve bunun %83,2 (636.005 da)’inde arpa yetiştirilmektedir (Anonim, 2018). KKTC’de yıllık tahıl üretimi 44.866 ton olup, ortalama 71 kg da<sup>-1</sup> ile Dünya ve Türkiye ortalamalarının altındadır (Anonim, 2018). Verimin düşük olmasına ekilen çeşit, toprak ve yağış gibi faktörlerin yanında Hesse sineği [*Mayetiola destructor* (Say). (Diptera: Cecidomyiidae)]’ninde önemli etkisi olmaktadır (Walker, 1971; Güllü ve ark., 2014; Konuksal ve ark., 2016). Hesse sineği, arpa ve buğdayın yetiştiği tüm alanlarda ciddi bir zararlı olarak kabul edilmektedir (Painter, 1951; Lafever ve ark., 1980; Wellso ve ark., 1987; Chapin ve ark., 1989; Lhaloui ve ark., 1992; Buntin, 1999).

Hesse sineği’nin popülasyonu Kuzey Amerika ve Batı Akdeniz ülkelerinde düzenli olarak takip edilmektedir. Özellikle, Fas’ta, ekmeklik buğdaylarda %36-42 oranlarında verim kayıplarına neden olduğu kaydedilirken (Lhaloui ve ark., 1992a; Amri ve ark., 1992), makarnalık buğdaydaki kayıpların da %32 olduğu tahmin edilmektedir (Lhaloui ve ark., 1992b). Bunun da ekmeklik buğdayda tahmin edilen kayıplara eşdeğer olduğu bildirilmiştir. Hesse sineği’nin biyolojik gelişimi bölgeden bölgeye değişmekle birlikte, zararlı yılda 2-3 döl vermektedir (Lhaloui, 1995; Konuksal ve ark., 2016). Zararlı ile kimyasal mücadelede daha çok sistemik insektisitler tercih edilmektedir. Wendell ve ark. (1976), Carbofuran ile yapılan tohum ilaçlamasının Hesse sineği’nin 1. dölüne karşı etkili olduğunu, popülasyonu düşürdüğünü, ancak diğer dölllerinde etkili olmadığını bildirmişlerdir. Nelson ve Wendell (1977) ise sistemik ilaçların tohum ilaçlamasında 30 güne kadar *M. destructor* zararına karşı bitkiyi koruduğunu bildirmiştir. Buntin (1999) ise, sistemik ilaçların duyarlı çeşitlerde %68-74 oranında etki sağladığını bildirmiştir.

Bu çalışmada; 3 farklı sistemik tohum ilacının Hesse sineği’nin popülasyonu, Athenais arpa çeşidinin bazı morfolojik özellikleri ve verime etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Denemede; İmidacloprid 600 g L<sup>-1</sup>, Clothianidin 600 g L<sup>-1</sup> ve Thiamethoxam 350 g L<sup>-1</sup> etki maddeli 3 sistemik tohum ilacının 2 farklı lokasyonda (Güzelyurt ve Türkmenköy-Paşaköy) ve 3 farklı dozu uygulanmıştır (Çizelge 1). Yapılan uygulamaların Athenais arpa çeşidinde Hesse sineği popülasyonundaki değişimler ve verimdeki etkileri ile bitki boyu, kardeş sayısı, başak boyu, başak ağırlığı, başakta tane sayısı, hektolitre ağırlığı ve bin tane ağırlığı gibi morfolojik ve fiziksel bazı özellikleri incelenmiştir.

Tarla denemeleri tesadüf bloklarında şerit parseller deneme deseninde 4 tekerrürlü olarak iki farklı lokasyonda 3 üretim sezonu (2013-2014, 2014-2015 ve 2015-2016) süresince yürütülmüştür. Parseller 15x5 m (75 m<sup>2</sup>) olup, ekim normu 500 tane/m<sup>2</sup>’dir. Tohumlar ekilmeden 1 gün önce ilaçlanmış, kontrol olarak ilaçsız tohumlar kullanılmıştır (Anonim, 2021). Ekim tarihleri yıllara göre farklılık göstermekle birlikte Kasım-Aralık aylarında yapılmış, hasat ise Mayıs-Haziran aylarında gerçekleştirilmiştir (Çizelge 2). Denemede bütün parsellerde; gübreleme, yabancı ot mücadelesi ve yaprak hastalıkları için diğer kimyasallar eşit olarak uygulanmıştır (Anonim, 2021).

Güzelyurt ve Türkmenköy-Paşaköy lokasyonlarındaki deneme parsellerinde 3 yıl süreyle bitkide kardeş sayısı ve *M. destructor* larva sayıları incelenmiş olup, 2015-2016 sezonunda; bitki boyu, kardeş sayısı, başak boyu, başak ağırlığı, başakta tane sayısı, hektolitre ağırlığı, bin tane ağırlığı 2014-15 ve 2015-16 sezonlarında ise verim yönünden değerlendirmeleri yapılmıştır.



**Çizelge 1.** Denemede kullanılan sistemik insektisitler, aktif içerikleri ve uygulama dozları

Aktif içerik	Kod	Dozlar (ml 100kg tohum <sup>-1</sup> )		
		1. Doz	2. Doz	3. Doz
İmidacloprid 600 g L <sup>-1</sup>	IM	125	150	175
Clothianidin 600 L <sup>-1</sup>	CL	100	125	150
Thiamethoxam 350 L <sup>-1</sup>	TH	125	150	175

**Çizelge 2.** Denemelerin arpa ekim, larva-pupa sayımı ve hasat tarihleri

Ekim tarihi	Sayım tarihi	Hasat Tarihleri
26.11.2013	14.02.2014	Hasat edilmedi
17.12.2014	2.2.2015	01.06.2015
16.11.2015	19.01.2016	05.05.2016

*Mayetiola destructor*'un arpa bitkisinin çıkışından ve 10 cm boya gelmesinden sonra haftada bir defa olmak üzere her parselden tesadüfi olarak alınan 25 bitki üzerinde stereo-binoküler mikroskop altında detaylı olarak incelenmiş ve sayımları yapılarak, elde edilen değerler ayrı ayrı kayıt edilmiştir. İlaçların etkinleri Yüzsüz Abbott formülünden (Abbott, 1925) yararlanılarak elde edilmiştir.

Yüzde etki= [(Kontrolde canlı birey sayısı – Uygulamada canlı birey sayısı)/(Kontrolde canlı birey sayısı)]x100

Denemelerden elde edilen veriler Jmp 13 istatistik paket programında 0.05 güven sınırlarında varyans analizine tabii tutularak, LSD gruplandırmaları yapılmıştır.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada; Kuzey Kıbrıs koşullarında önemli bir arpa zararlısı olan, Hesse sineği'ne karşı yapılan mücadelenin arpa bitkisinde Hesse sineği'nin popülasyonuna, Athenais arpa çeşidinin bazı morfolojik özellikleri ve verimi üzerindeki etkileri belirlenmiştir. Çizelge 3 incelendiğinde, Hesse sineği yönünden; 2013-14, 2014-15 ve 2015-16 sezonlarından elde edilen verilere yapılan birleştirilmiş analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde, istatistiksel olarak lokasyon, yıl, yıl x lokasyon, ilaç, yıl x ilaç, doz, yıl x doz faktörleri %1 seviyesinde, lokasyon x ilaç faktörü ise %5 seviyesinde önemli bulunurken, diğer faktörler de önemsiz bulunmuştur.

Güzelyurt lokasyonundaki Hesse sineği larva sayısı (HLS) ortalama 48.66 larva 25 bitki<sup>-1</sup> iken, Ercan lokasyonunda 33.19 larva 25 bitki<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir. Yıllar arasında ise, HLS 2013-14 sezonunda 43.88 larva 25 bitki<sup>-1</sup> ve 2015-16 sezonunda da 44.88 larva 25 bitki<sup>-1</sup> olarak aynı seviyede belirlenirken, 2014-15 sezonunda ise, 33.84 larva 25 bitki<sup>-1</sup> olarak daha düşük seviyede belirlenmiştir. HLS, 2015-2016 yılında Güzelyurt lokasyonunda ortalama 59.46 larva 25 bitki<sup>-1</sup> olarak en yüksek seviyede belirlenirken, 2014-2015 yılında Ercan lokasyonunda 28.08 larva 25 bitki<sup>-1</sup> olarak en düşük seviyede belirlenmiştir.

Denemede, ilaçlar arasındaki farklılıklar da önemli bulunmuş ve IM (39.07 larva 25 bitki<sup>-1</sup>) ve CL (37.48 larva 25 bitki<sup>-1</sup>) uygulamalarında, TH (46.22 larva 25 bitki<sup>-1</sup>) uygulamasından daha düşük seviyede HLS tespit edilmiştir. Ayrıca, ilaçların değişik yıllarda ki etkileri de farklı çıkmıştır. En düşük HLS, 2013-2014 üretim sezonundaki IM uygulamasından (35.69 larva 25 bitki<sup>-1</sup>) tespit edilirken, 2014-2015 sezonundaki CL uygulamasından (29.91 larva 25 bitki<sup>-1</sup>) ve 2015-2016 yılında ise, TH uygulamasından (37.06 larva 25 bitki<sup>-1</sup>) elde edilmiştir. Uygulama dozları yönünden 1. (28,24 larva 25 bitki<sup>-1</sup>) ve 2. (26.77 larva 25 bitki<sup>-1</sup>) dozlar arasında istatistiksel olarak fark görülmezken, 3. dozda en düşük (19.45 larva 25 bitki<sup>-1</sup>) HLS tespit edilmiştir. Yine dozların ortalama etkileri arasında yıllar itibarı ile farklılıklar görülürken, birinci yıldaki farkın net olmasına karşın ikinci ve üçüncü yıllarda dozlar yaklaşık aynı etkiyi göstermiştir. Lokasyon x ilaç interaksyonunda da ilaçların lokasyon bazındaki etkileri arasında da farklılıklar meydana gelmiştir (P<0.05). Güzelyurt lokasyonunda TH uygulamasında en yüksek HLS (56.21) tespit edilirken, diğerleri aynı grupta yer

almıştır. Ercan Lokasyonunda ise, en yüksek HLS yine TH uygulamasında (36.23 larva 25 bitki<sup>-1</sup>) ve en düşük HLS (30.81 larva 25 bitki<sup>-1</sup>) ise, CL uygulamasında belirlenmiştir.

Uygulamaların kontrol ile kıyaslamasından Hesse sineği'ne karşı % etkileri hesaplandığında; insektisitlerin 3. dozlarının daha etkin olduğu belirlenmiş 2013-2014, 2014-2015 ve 2015-2016 yıllarında sırasıyla TH'nin 3. dozunda %95.7; %50.9 ve %58.1; IM'nin 3. dozunda %96. %46 ve %67; CL'nin 3. dozunda ise, %96, %65 ve %78 ortalama etkinlik tespit edilmiştir. Her 3 yılın ortalamaları birlikte değerlendirildiğinde; Thiamethoxam 350 g L<sup>-1</sup>'nin %75, İmidacloprid 600 g L<sup>-1</sup> %76 ve Clothianidin 600 g L<sup>-1</sup> ise, %84 ortalama etki göstermiştir. Wendell ve ark. (1976), Carbofuran ile yapılan tohum ilaçlamasının Hesse sineği'nin 1. dölüne karşı etkili olduğunu zararlının popülasyonunu azalttığını ancak diğer dölllerinde etkili olmadığını bildirmişlerdir. Nelson ve Wendel (1977), tohum ilaçlamasında 30 güne kadar sistemik ilaçların *M. destructor* zararına karşı bitkiyi koruduğunu bildirmiştir. Buntin (1999) ise, sistemik ilaçların duyarlı çeşitlerde %68-74 oranında etki sağladığını rapor etmiştir. Çalışmalarımızda, 1. döl karşı yapılan tohum ilaçlamaları bitkinin fide döneminde (3-5 yaprak) Hesse sineği'nin popülasyonunu azaltırken, *Barley Yellow Dwarf Virus* (BYDV) hastalığının vektörleri olan yaprak bitleri, thrips ve yaprak pireleri gibi emici böcekleri de kontrol ettiği gözlenmiştir.

Çizelge 4 incelendiğinde, bitkide kardeş sayısı yönünden lokasyon, yıl x lokasyon, yıl x lokasyon x ilaç interaksyonu %5 (P<0.05), doz ve yıl x doz interaksyonu ise %1 (P<0.01) seviyesinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Diğer incelenen faktörlerin bitkide kardeş sayısı üzerine etkileri istatistiki olarak önemli görülmemiştir. Ortalama olarak Güzelyurt lokasyonunda bitkiler 2.97 kardeş bitki<sup>-1</sup> oluştururken, Ercan'da ise 2.81 kardeş bitki<sup>-1</sup> oluşturmuştur. Lokasyonlarda kardeş sayıları yıllara göre değişim göstermiş, 2013-2014 ve 2015-2016 yıllarında en fazla Güzelyurt lokasyonunda (2.81 kardeş bitki<sup>-1</sup>- 3.25 kardeş bitki<sup>-1</sup>) saptanırken, 2014-2015 yılında ise Ercan lokasyonunda (3.17 kardeş bitki<sup>-1</sup>) saptanmıştır. Kardeş sayısı üzerine ilaçların lokasyonlardaki etkileri de, yıllar itibarı ile değişim göstermiştir. İlk sezonda (2013-14), IM ilacında Güzelyurt lokasyonunda (3.07 kardeş bitki<sup>-1</sup>), 2014-15 sezonunda IM (3,24 kardeş bitki<sup>-1</sup>) ve TH (3.21 kardeş bitki<sup>-1</sup>) ilacında Ercan lokasyonunda, 2015-16 sezonunda ise, yine IM uygulamasında (3.34 kardeş bitki<sup>-1</sup>) Güzelyurt lokasyonunda en yüksek kardeş sayıları saptanmıştır. Kardeş sayılarına etkileri yönünden ilaçlar arasındaki fark önemsiz bulunurken, doz ortalamalarında kontrolden daha yüksek sayıda kardeş meydana gelmiştir. Dozların kardeş sayılarına etkileri yıllar itibarı ile değişim göstermiş olup, ilaç uygulanmayan parsellerde her üç yılda da en düşük değerler oluşurken, diğer yıllarda genel olarak ilk 2 dozda en yüksek değerler elde edilmiş ve 3. dozlarda kardeş sayıları çok önemli olmamakla birlikte bir miktar azalmıştır. Bu da, bitkinin 3. dozda kardeş sayıları yönünden bir azalma gösterdiği şeklinde açıklanabilir. Bu durum, bitkinin 3. dozda ilaç uygulanmasına karşı sistemik uyarılmışlığını (Systemic acquired resistance, SAR) arttırmasından kaynaklanabilir.

Çizelge 5 incelendiğinde ise, bitki boyu yönünden lokasyon x doz interaksyonu %1 (P<0.01) ve lokasyon x ilaç x doz interaksyonu ise %5 seviyesinde (P<0.05) istatistiki olarak önemli bulunurken, diğer faktörlerin bitki boyuna etkileri önemsiz bulunmuştur. Bitki boyu yönünden dozların ortalama etkileri arasında fark yok iken, lokasyonlardaki etkileri farklı bulunmuştur. Güzelyurt lokasyonunda bütün dozlarda kontrol dozundan daha yüksek bitki boyu oluşurken, Ercan lokasyonunda bütün dozlarda kontrole göre daha düşük bitki boyu saptanmıştır. Bu durum, Güzelyurt lokasyonunun yağış rejiminin Ercan lokasyonundan daha fazla olmasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

Çizelge 6 incelendiğinde de, hektolitre ağırlığı yönünden bütün uygulamalar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Lokasyon, ilaç x lokasyon, doz, lokasyon x doz, ilaç x doz, lokasyon x ilaç x doz

faktörleri %1 seviyesinde ( $P<0.01$ ), ilaç faktörü ise %5 seviyesinde ( $P<0.05$ ) önemli bulunmuştur. Güzelyurt lokasyonunda hektolitreye ağırlığı  $60.96 \text{ gr}^{-\text{hl}}$  Ercan lokasyonunda ise,  $48.82 \text{ gr} \text{ hl}^{-1}$  olarak tespit edilmiştir. Cl uygulamasında ( $55.51 \text{ gr} \text{ hl}^{-1}$ ), TH ( $54.66 \text{ gr} \text{ hl}^{-1}$ ) ve IM ( $54.49 \text{ gr} \text{ hl}^{-1}$ )'den daha yüksek hektolitreye ağırlığı saptanmış olup, TH ve IM arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Lokasyonlarda ilaçların etkileri de farklı bulunurken, Güzelyurt lokasyonunda IM ( $61.87 \text{ gr} \text{ hl}^{-1}$ ) ve Ercan lokasyonunda ise CL ( $50.86 \text{ gr} \text{ hl}^{-1}$ ) uygulamaları en yüksek değerleri oluşturmuştur. Lokasyonlardaki ortalama dozların etkileri yönünden bakılacak olursa kontrol dozu her iki lokasyonda da en düşük değerde saptanırken, Güzelyurt lokasyonunda 2. dozdan ( $62.49 \text{ gr} \text{ hl}^{-1}$ ) en iyi sonuç elde edilmişken, Ercan lokasyonunda kontrol hariç diğer dozların etkileri arasında bir fark görülmemiştir. Kullanılan ilaçların dozları arasında da hektolitreye ağırlığına etkileri yönünden farklılıklar saptanmış olup; TH'de ilk dozda ( $56.55 \text{ gr} \text{ hl}^{-1}$ ), IM'de 3. dozda ( $56.46 \text{ gr} \text{ hl}^{-1}$ ) ve CL'de ise 2. dozda ( $57.60 \text{ gr} \text{ hl}^{-1}$ ) en yüksek değer elde edilmiştir. Lokasyonlarda kullanılan ilaçlar ve dozları arasında da fark tespit edilmiş olup, Güzelyurt lokasyonunda IM uygulamasının 2. ve 3. ( $64.52 \text{ gr} \text{ hl}^{-1}$  ve  $62.35 \text{ gr} \text{ hl}^{-1}$ ) dozlarında, Ercan lokasyonunda ise Cl'nin 2. dozunda ( $54.53 \text{ gr} \text{ hl}^{-1}$ ) en yüksek hektolitreye ağırlığı saptanmıştır.

Benzer şekilde Çizelge 7 incelendiğinde, başak boyu açısından lokasyonlar ve ilaçlar arasında % 1 seviyesinde ( $P<0.01$ ) istatistiki olarak farklılıklar tespit edilirken, diğer incelenen faktörler açısından herhangi bir fark bulunmamıştır. Ercan'da başak boyu ( $4.03 \text{ cm}$ ) Güzelyurt lokasyonundan ( $3.72 \text{ cm}$ ) daha uzun olarak tespit edilmiştir. Kullanılan ilaçlardan CL uygulamasında başak boyu  $4.08 \text{ cm}$  ile diğer TH ( $3.81 \text{ cm}$ ) ve IM ( $3.73 \text{ cm}$ ) uygulamalarından daha uzun bulunurken, TH ve IM istatistiki olarak aynı grupta yer almışlardır.

**Çizelge 3.** Atenais arpa çeşidinin fide döneminde, Hesse sineği larva sayıları ve tohuma insektisit uygulamaları ile larva sayısında meydana gelen değişimler

İlaç	Doz	2013-14			2014-15			2015-16			Ortalama		
		Lokasyon		Ort.	Lokasyon		Ortalama	Lokasyon		Ortalama	Lokasyon		Ort.
		Ercan	G.yurt		Ercan	G.yurt		Ercan	G.yurt		Ercan	G.yurt	
TH	0	127.50	128.00	127.75	51.25	62.25	56.75	62.25	104.25	83.25	80.33	98.17	89.3
	1	33.25	56.25	44.75	15.00	28.75	21.88	30.50	64.75	47.63	26.25	49.92	38.1
	2	21.00	31.25	26.13	19.25	43.00	31.13	24.50	70.00	47.25	21.58	48.08	34.8
	3	4.51	6.26	5.38	19.50	36.25	27.88	26.25	43.50	34.88	16.75	28.67	22.7
	Ort.	46.58	55.46	51.00 a	26.25	42.56	34.41 cd	35.88	70.63	53.25 a	36.2 c	56.2 a	46.2 a
IM	0	127.50	128.00	127.75	51.25	62.25	56.75	62.25	104.25	83.25	80.33	98.17	89.5
	1	4.01	6.26	5.13	30.75	24.75	27.75	13.50	53.00	33.25	16.08	28.00	22.0
	2	3.51	6.26	4.88	30.00	37.25	33.63	19.50	46.50	33.00	17.67	30.00	23.9
	3	3.76	6.26	5.01	26.25	35.25	30.75	18.00	37.50	27.75	16.00	26.34	21.2
	Ort.	34.74	36.74	35.69 c	34.56	39.88	37.22 c	28.31	60.31	44.31 b	32.5cd	45.6 b	39.07 b
CL	0	127.50	128.00	127.75	51.25	62.25	56.75	62.25	104.25	83.25	80.33	98.17	89.3
	1	22.25	35.25	28.75	21.00	26.50	23.75	13.50	29.00	21.25	18.92	30.25	24.6
	2	15.75	25.00	20.37	11.75	26.75	19.25	17.50	33.00	25.25	15.00	28.25	21.6
	3	3.76	6.26	5.01	9.75	30.00	19.88	13.50	23.50	18.50	9.00	19.92	14.5
	Ort.	42.34	47.41	45.47 b	23.44	36.38	29.91 d	26.69	47.44	37.06 c	30.8 d	44.2b	37.5 b
Ort.	0	127.50	128.00	127.75 a	51.25	62.25	56.75 c	62.25	104.25	83.25 b	80.33	98.16	89.3 a
	1	19.84	32.59	26.21 ef	22.25	26.67	24.46 fg	19.77	48.92	34.04 de	20.42	36.06	28.2 b
	2	13.42	20.84	17.13 g	20.33	35.67	28.00 df	20.50	49.83	35.17 d	18.08	35.45	26.8 b
	3	4.01	6.26	5.13 h	18.50	33.83	26.17 ef	19.25	34.83	27.04 df	13.92	24.97	19.5 c
	Ort.	41.19 b	46.92 d	43.88 a	28.08 d	39.6bc	33.84 b	30.3cd	59.46 a	44.9 a	33.2 b	48.7 a	40.9

VK % 21.99, LSD<sub>0.05</sub> yıl 7.22\*, lokasyon 5.86\*\*, yıl x lokasyon 10.15\*, ilaç 2.91\*\*, yıl x ilaç 5.03\*\*, lokasyon x ilaç 4.14\*, doz 4.93\*\*, yıl x doz 8.53\*\*, \*  $P<0.05$ , \*\* $P<0.01$ ,

Aynı harfi taşıyan gruplar istatistiki olarak farksızdır

Çizelge 8'de görüleceği gibi, 1000 tane ağırlığı yönünden incelenen bütün uygulamalar %1 önem seviyesinde ( $P<0.01$ ) farklılık göstermiştir. 1000 tane ağırlığı Ercan lokasyonunda  $39.28 \text{ g}$  ve Güzelyurt lokasyonunda ise  $36.59 \text{ g}$  olarak tespit edilmiştir. İlaçlardan TH ( $38.46 \text{ g}$ ) ve IM ( $38.02 \text{ g}$ ) uygulamaları, CL uygulamasına göre ( $37.34 \text{ g}$ ) daha yüksek bulunmuştur. İlaçların lokasyonlardaki etkileri de farklı bulunmuş olup; Güzelyurt lokasyonunda en yüksek değer ( $37.94 \text{ g}$ ) IM

uygulamasından, Ercan lokasyonunda ise (40.31 g) TH uygulamasından elde edilmiştir. Dozlar yönünden en yüksek değer ise, 3. dozdan (39.16 g) elde edilmiştir. Buntin (1999), çalışmalarına benzer şekilde tohum ağırlığı ve Hesse sineği yoğunluğu arasında negatif bir ilişki olduğunu bildirmiştir. Dozların lokasyonlardaki ortalama etkileri yönünden değerlendirildiğinde, Güzelyurt lokasyonunda 1. doz hariç diğerleri aynı grupta yer alırken, Ercan lokasyonunda 3. dozda en yüksek değer (41.04 g) bulunmuştur. Dozların ilaçlar bazındaki ortalama etkileri yönünden ise TH ve IM 'nin 3. dozları (39.66 ve 39.97 g) en yüksek değeri alırken, CL'nin 2 nolu dozunda (38.08 g) en yüksek 1000 tane ağırlığı elde edilmiştir. Lokasyonlarda ilaçlar ve dozları arasında da farklılıklar saptanmış olup; Güzelyurt lokasyonunda IM uygulamasının 3 nolu dozunda (40.39 g) ve Ercan lokasyonunda TH uygulamasının 3 nolu dozunda (42.43 g) en yüksek değerler saptanmıştır.

**Çizelge 4.** Atenais arpa çeşidinde, Hesse sineği'ne karşı tohuma uygulanan insektisitler ile birlikte arpa kardeş sayısında meydana gelen değişimler

Yıl	L	TH					IM					CL					Ortalama				
		Doz				Ort.	Doz				Ort.	Doz				Ort.	Doz				Ort.
		0	1	2	3		0	1	2	3		0	1	2	3		0	1	2	3	
2013-14	L1	1.92	2.91	3.01	2.64	<b>2.6</b>	1.92	3.34	3.39	3.14	<b>2.9</b>	1.92	3.04	2.64	2.48	<b>2.5</b>	1.92	3.09	3.01	2.75	<b>2.7</b>
	L2	1.99	3.04	3.15	2.75	<b>2.7</b>	1.99	3.47	3.53	3.28	<b>3.1</b>	1.99	3.18	2.78	2.59	<b>2.6</b>	1.99	3.23	3.15	2.87	<b>2.8</b>
	Ort.	<b>1.95</b>	<b>2.97</b>	<b>3.08</b>	<b>2.69</b>	<b>2.7</b>	<b>1.96</b>	<b>3.40</b>	<b>3.46</b>	<b>3.21</b>	<b>3.0</b>	<b>1.95</b>	<b>3.11</b>	<b>2.71</b>	<b>2.53</b>	<b>2.57</b>	<b>1.95</b>	<b>3.16</b>	<b>3.08</b>	<b>2.8</b>	<b>2.8</b>
2014-15	L1	2.98	3.26	3.82	2.79	<b>3.2</b>	2.98	3.44	3.25	3.29	<b>3.2</b>	2.98	3.29	2.95	3.10	<b>3.1</b>	2.98	3.33	3.34	3.06	<b>3.2</b>
	L2	2.68	2.77	3.19	2.70	<b>2.8</b>	2.68	2.72	3.02	2.89	<b>2.8</b>	2.68	3.08	2.88	2.86	<b>2.9</b>	2.68	2.86	3.03	2.81	<b>2.8</b>
	Ort.	<b>2.83</b>	<b>3.01</b>	<b>3.51</b>	<b>2.74</b>	<b>3.0</b>	<b>2.83</b>	<b>3.08</b>	<b>3.14</b>	<b>3.09</b>	<b>3.0</b>	<b>2.82</b>	<b>3.19</b>	<b>2.92</b>	<b>2.98</b>	<b>2.98</b>	<b>2.83</b>	<b>3.09</b>	<b>3.19</b>	<b>2.9</b>	<b>3.0</b>
2015-16	L1	2.48	2.50	2.67	2.75	<b>2.6</b>	2.48	2.55	2.26	2.10	<b>2.4</b>	2.48	2.74	3.14	2.69	<b>2.8</b>	2.48	2.60	2.69	2.51	<b>2.6</b>
	L2	3.02	3.38	3.42	2.98	<b>3.2</b>	3.02	3.86	3.30	3.16	<b>3.3</b>	3.02	3.26	2.97	3.60	<b>3.2</b>	3.02	3.50	3.23	3.25	<b>3.3</b>
	Ort.	<b>2.75</b>	<b>2.94</b>	<b>3.04</b>	<b>2.87</b>	<b>2.9</b>	<b>2.75</b>	<b>3.21</b>	<b>2.78</b>	<b>2.63</b>	<b>2.8</b>	<b>2.75</b>	<b>3.00</b>	<b>3.06</b>	<b>3.15</b>	<b>2.99</b>	<b>2.75</b>	<b>3.05</b>	<b>2.96</b>	<b>2.9</b>	<b>2.9</b>
Ort.	L1	2.46	2.89	3.17	2.73	<b>2.8</b>	2.46	3.11	2.97	2.84	<b>2.8</b>	2.46	3.02	2.91	2.75	<b>2.78</b>	2.46	3.01	3.01	2.77	<b>2.8</b>
	L2	2.56	3.06	3.25	2.81	<b>2.9</b>	2.57	3.35	3.28	3.11	<b>3.1</b>	2.56	3.18	2.88	3.01	<b>2.91</b>	2.56	3.20	3.13	2.98	<b>3.0</b>
	Ort.	<b>2.51</b>	<b>2.97</b>	<b>3.21</b>	<b>2.77</b>	<b>2.9</b>	<b>2.51</b>	<b>3.23</b>	<b>3.12</b>	<b>2.97</b>	<b>3.0</b>	<b>2.51</b>	<b>3.10</b>	<b>2.89</b>	<b>2.88</b>	<b>2.85</b>	<b>2.5</b>	<b>3.10</b>	<b>3.08</b>	<b>2.9</b>	<b>2.9</b>

L: Lokasyon, L1: Ercan, L2: Güzelyurt, VK% 16.7, LSD<sub>0.05</sub> lokasyon 0.14\*, yıl x lokasyon 2.49\*, yıl x lokasyon x ilaç 0.21\*, doz 0.16\*\*, yıl x doz 0.28\*\*, \* P<0.05, \*\*P<0.01

**Çizelge 5.** Athenais arpa çeşidinde, Hesse sineği'ne karşı insektisit uygulamalarının bitki boyu üzerine etkileri

Lokasyon	İlaçlar	Bitki Boyu (cm)				
		Dozlar				Ortalama
		0	1	2	3	
Güzelyurt	TH	50.50 h	71.50 a	62.25 be	57.75 eh	<b>60.5</b>
	IM	50.50 h	60.50 cg	68.00 ad	70.25 ab	<b>62.31</b>
	CL	50.50 h	68.25 ac	68.00 ad	64.00 ae	<b>60.00</b>
	Ort.	<b>50.50 c</b>	<b>66.75 a</b>	<b>66.08 a</b>	<b>64.00 a</b>	<b>61.83</b>
Ercan	TH	65.5 ae	53.75 gh	60.00 dg	60.75 cg	<b>60.00</b>
	IM	65.5 ae	53.75 gh	53.25 gh	54.00 fh	<b>56.63</b>
	CL	65.5 ae	62.00 cf	60.50 cg	62.75 be	<b>62.69</b>
	Ort.	<b>65.50 a</b>	<b>56.50 b</b>	<b>57.92 b</b>	<b>59.17 b</b>	<b>59.77</b>
Ortalama	TH	58.00	62.63	61.13	59.25	<b>60.25</b>
	IM	58.00	57.13	60.63	62.13	<b>59.47</b>
	CL	58.00	65.13	64.25	63.38	<b>62.69</b>
	Ort.	<b>58.00</b>	<b>62.62</b>	<b>62.00</b>	<b>61.58</b>	<b>60.80</b>

VK% 9.47, LSD<sub>0.05</sub> lokasyon x doz 4.70\*\*, lokasyon x ilaç x doz 8.14\*, \* P<0.05, \*\*P<0.01  
Aynı harfi taşıyan gruplar istatistiki olarak farksızdır

Çizelge 9'da, başak ağırlığı yönünden deneme kurulan iki lokasyon arasında ve uygulanan ilaçlar arasında istatistiki olarak %1 (P<0.01), lokasyon x ilaç x doz üçlü interaksyonunu da %5 seviyesinde

( $P<0.05$ ) önemli farklılıklar göstermiştir. Başak ağırlığı Ercan lokasyonunda 1.28 g ile Güzelyurt lokasyonundan (0.96 g) daha yüksek olduğu belirlenmiştir. İlaçlarda TH (1.15 g) ve CL (1.17 g) uygulamaları aynı seviyede yer alırken, IM uygulaması (1.05) ise daha düşük değer göstermiştir. Güzelyurt lokasyonunda Cl uygulamasının 3 nolu dozunda en yüksek başak ağırlığı tespit edilirken, Ercan lokasyonunda ise TH uygulamasının 3 nolu dozunda (1.48 g) ve Cl uygulamasının 1 nolu dozunda (1.45 g) en yüksek başak ağırlıkları tespit edilmiştir.

**Çizelge 6.** Athenais arpa çeşidinde, Hesse sineği’ne karşı insektisit uygulamalarının hektolitre ağırlığı üzerine etkileri

Lokasyon	İlaçlar	Hektolitre ağırlığı (kg <sup>-100lt</sup> )				
		Dozlar				
		0	1	2	3	Ortalama
Güzelyurt	TH	59.63	60.39	62.29	61.13	<b>60.86</b>
	IM	59.63	60.99	64.52 a	62.35 ab	<b>61.87</b>
	CL	59.63	61.00	60.66	59.33 c	<b>60.16</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>59.63 c</b>	<b>60.79 bc</b>	<b>62.49 a</b>	<b>60.94 b</b>	<b>60.96 a</b>
Ercan	TH	46.15	52.73 de	47.00	48.01	<b>48.47</b>
	IM	46.15	45.04 g	46.74	50.57	<b>47.13</b>
	CL	46.15	51.38	54.53 d	51.39	<b>50.86</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>46.15 e</b>	<b>49.71 d</b>	<b>49.42 d</b>	<b>49.99 d</b>	<b>48.82 b</b>
Ortalama	TH	52.89 f	56.55 b	54.64 cd	54.57 de	<b>54.66 b</b>
	IM	52.89 f	53.01 ef	55.63 bd	56.46 ab	<b>54.49 b</b>
	CL	52.89 f	56.19 ac	57.60 a	55.36 bd	<b>55.51 a</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>52.89 b</b>	<b>55.25 a</b>	<b>55.95 a</b>	<b>55.46 a</b>	<b>54.89</b>

VK% 2.85, LSD<sub>0.05</sub> lokasyon 0.64\*\*, ilaç 0.78\*, ilaç x lokasyon 1,1\*\*, doz 0.9\*\*, lokasyon x doz 1.27\*\*, ilaç x doz 1.56\*\*, lokasyon x ilaç x doz 2.21\*\*, \*  $P<0.05$ , \*\* $P<0.01$ , Aynı harfi taşıyan gruplar istatistiki olarak farksızdır

**Çizelge 7.** Athenais arpa çeşidinde, Hesse sineği’ne karşı insektisit uygulamalarının başak boyu üzerine etkileri

Location	Chemicals	Başak Boyu (cm)				
		Dosen				
		0	1	2	3	Ortalama
Güzelyurt	TH	3.79	3.66	3.72	3.64	<b>3.70</b>
	IM	3.79	3.51	3.63	3.50	<b>3.60</b>
	CL	3.79	3.80	3.72	4.16	<b>3.86</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>3.79</b>	<b>3.67</b>	<b>3.69</b>	<b>3.76</b>	<b>3.72 b</b>
Ercan	TH	4.21	4.02	3.45	4.04	<b>3.93</b>
	IM	4.21	3.37	3.83	4.02	<b>3.86</b>
	CL	4.21	4.30	4.46	4.24	<b>4.30</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>4.21</b>	<b>3.90</b>	<b>3.91</b>	<b>4.11</b>	<b>4.03 a</b>
Ortalama	TH	4.00	3.84	3.58	3.84	<b>3.81 b</b>
	IM	4.00	3.44	3.73	3.77	<b>3.73 b</b>
	CL	4.00	4.05	4.09	4.20	<b>4.08 a</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>3.99</b>	<b>3.78</b>	<b>3.80</b>	<b>3.93</b>	<b>3.88</b>

VK% 8.58, LSD<sub>0.05</sub> lokasyon 0.13\*\*, ilaç 0.17\*\*, \*\* $P<0.01$

Aynı harfi taşıyan gruplar istatistiki olarak farksızdır. ÖD= Önemli değil

Çizelge 10’da, başakta tane sayısı yönünden lokasyon ve ilaç % 1 ( $P<0,01$ ), doz ve üçlü interaksyon ise %5 ( $P<0.05$ ) seviyesinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ercan lokasyonunda 32.73 tane sayısı başak<sup>-1</sup> tespit edilirken Güzelyurt lokasyonunda ise, 29.57 tane sayısı başak<sup>-1</sup> tespit edilmiştir. İlaç uygulamalarında başakta tane sayısı Cl uygulamasında 32.38 tane sayısı başak<sup>-1</sup> ve TH uygulamasında 31.37 tane sayısı başak<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiş olup, istatistiki olarak aralarında bir fark olmadığı görülmüştür. IM uygulamasında da 29.7 tane sayısı başak<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir. Güzelyurt lokasyonunda CL uygulamasının 3 nolu dozunda 34.25 tane sayısı başak<sup>-1</sup>ve Ercan lokasyonunda CL uygulamasının 2 nolu dozunda 36.43 tane sayısı başak<sup>-1</sup> olarak en yüksek değerler elde edilmiştir.

Arpa (*Hordeum vulgare* L.)'da Hesse Sineği [*Mayetiola destructor* (Say) (Diptera: Cecidomyiidae)]'ne Karşı Tohum İlaçlarının Verim, Morfolojik ve Bazı Agronomik Özelliklerine Etkileri

Dozların genel ortalamasında ise, kontrol parsellerde diğer uygulamalardan nispeten daha yüksek (32.64 tane sayısı başak<sup>-1</sup>) tane sayısı belirlenmiştir.

**Çizelge 8.** Athenais arpa çeşidinde, Hesse sineği'ne karşı insektisit uygulamalarının 1000 tane ağırlığına etkileri

Lokasyon	İlaçlar	1000 Tane Ağırlığı (g)				
		Dozlar				Ort.
		0	1	2	3	
Güzelyurt	TH	36.74 gj	36.28 gi	36.53 gj	36.90 gı	<b>36.61d</b>
	IM	36.74 gj	36.40 ik	39.22 df	40.39 bd	<b>37.94 c</b>
	CL	36.74 gj	35.13 jk	34.56 k	34.50 k	<b>35.23 e</b>
	<i>Ortalama</i>	<b>36.74 c</b>	<b>35.61 d</b>	<b>36.77 c</b>	<b>37.26 c</b>	<b>36.59 b</b>
Ercan	TH	37.58 fh	39.65 ce	41.58 ab	42.43 a	<b>40.31 a</b>
	IM	37.58 fh	38.05 eg	37.23 gh	39.55 ce	<b>38.10 c</b>
	CL	37.58 fh	41.03 ac	38.03 eg	41.15 ac	<b>39.44 b</b>
	<i>Ortalama</i>	<b>37.58 c</b>	<b>39.58 b</b>	<b>38.94 b</b>	<b>41.04 a</b>	<b>39.28 a</b>
Ortalama	TH	37.16 ce	37.97 bc	39.05 ab	39.66 a	<b>38.46 a</b>
	IM	37.16 ce	36.73 de	38.22 bc	39.97 a	<b>38.02 a</b>
	CL	37.16 ce	38.08 bc	36.29 e	37.83 cd	<b>37.34 b</b>
	<i>Ortalama</i>	<b>37.16 c</b>	<b>37.59 bc</b>	<b>37.86 b</b>	<b>39.16 a</b>	<b>37.93</b>

VK% 3.17, LSD<sub>0.05</sub> lokasyon 0.49\*\*, ilaç 0.60\*\*, ilaç x lokasyon 0.85\*\*, doz 0.69\*\*, lokasyon x doz 0.98\*\*, ilaç x doz 1.20\*\*, lokasyon x ilaç x doz 1.701\*\*, \*\*P<0.01

Aynı harfi taşıyan gruplar istatistiki olarak farksızdır

**Çizelge 9.** Athenais arpa çeşidinde; Hesse sineği'ne karşı insektisit uygulamalarının başak ağırlığına etkileri

Lokasyon	İlaçlar	Başak Ağırlığı (g)				
		Dozlar				Ort.
		0	1	2	3	
Güzelyurt	TH	0.77 h	0.96 fh	1.07 eg	1.00 fh	<b>0.95</b>
	IM	0.77 h	0.99 fh	1.00 fh	0.97 fh	<b>0.93</b>
	CL	0.77 h	1.06 eg	0.98 fh	1.15 cf	<b>0.99</b>
	<i>Ort.</i>	<b>0.77 d</b>	<b>1.00 c</b>	<b>1.02 c</b>	<b>1.04 c</b>	<b>0.96 b</b>
Ercan	TH	1.27 ae	1.43 ab	1.19 bf	1.48 a	<b>1.35</b>
	IM	1.27 ae	0.91 gh	1.12 dg	1.34 ad	<b>1.16</b>
	CL	1.27 ae	1.45 a	1.38 ac	1.35 ad	<b>1.36</b>
	<i>Ort.</i>	<b>1.27 ab</b>	<b>1.26 ab</b>	<b>1.23 b</b>	<b>1.39 a</b>	<b>1.28 a</b>
Ortalama	TH	1.02	1.20	1.13	1.24	<b>1.15 a</b>
	IM	1.02	0.95	1.06	1.15	<b>1.05 b</b>
	CL	1.02	1.26	1.18	1.25	<b>1.17 a</b>
	<i>Ort.</i>	<b>1.01</b>	<b>1.13</b>	<b>1.12</b>	<b>1.21</b>	<b>1.12</b>

VK% 8.58, LSD<sub>0.05</sub> lokasyon 0.14\*\*, ilaç 0.17\*\*, lokasyon x ilaç x doz 0.47\*, \* P<0.05, \*\*P<0.01

Aynı harfi taşıyan gruplar istatistiki olarak farksızdır

Çizelge 11 incelendiğinde ise, verim yönünden incelenen faktörlerden lokasyon hariç bütün uygulamalar % 1 seviyesinde (P>0.01) istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Her iki yılın deneme ortalaması olarak 138.4 kg<sup>-da</sup> verim değeri alınmış olup; 2015 yılında 90.2 kg da<sup>-1</sup> ve 2016 yılında 186.6 kg da<sup>-1</sup> verim elde edilmiştir. Lokasyonlar yönünden Ercan'da 137.7 kg da<sup>-1</sup>, Güzelyurt'ta ise 139.1 kg da<sup>-1</sup> ortalama verim alınmıştır. Lokasyonların verimleri 2015 yılında Ercan'da 84.4 kg da<sup>-1</sup> Güzelyurt'ta 96 kg<sup>-da</sup> ve 2016 yılında Ercan lokasyonunda 190.9 kg da<sup>-1</sup> Güzelyurt'ta ise, 182.3 kg da<sup>-1</sup> olarak gerçekleşmiştir. Kullanılan ilaçların uygulandığı parsellerden alınan ortalama verimler ise, TH'de 134.8 kg da<sup>-1</sup>, IM'da 132.3 kg da<sup>-1</sup> ve CL'da 148 kg da<sup>-1</sup> olmuştur. Genel olarak CL uygulanan parsellerde diğer ilaçların uygulandığı parsellere göre daha yüksek verim elde edilmiştir. İlaçların uygulandığı parsellerde yıllar itibarı ile değişiklik saptanmış olup; 2015 yılında TH'de 88 kg da<sup>-1</sup>, IM'de 88.9 kg da<sup>-1</sup>, CL'de 93.7 kg da<sup>-1</sup> verim elde edilmiştir. 2016 yılında ise; TH'de 181.7 kg da<sup>-1</sup>, IM'de 175.8 kg da<sup>-1</sup>, CL'de 202.3 kg da<sup>-1</sup> verim elde edilmiştir.

Arpa (*Hordeum vulgare* L.)'da Hesse Sineği [*Mayetiola destructor* (Say) (Diptera: Cecidomyiidae)]'ne Karşı Tohum İlaçlarının Verim, Morfolojik ve Bazı Agronomik Özelliklerine Etkileri**Çizelge 10.** Athenais arpa çeşidinde, Hesse sineği'ne karşı insektisit uygulamalarının başakta tane sayısına etkileri

Lokasyon	İlaçlar	Başakta Dane Sayısı (adet)				
		Dozlar				
		0	1	2	3	Ort.
Güzelyurt	TH	30.06 cg	28.75 eg	30.36 cg	29.69 dg	<b>29.71</b>
	IM	30.06 cg	27.45 fg	28.48 eg	27.81 eg	<b>28.45</b>
	CL	30.06 cg	30.03 cg	27.85 eg	34.25 ac	<b>30.55</b>
	<b>Ort.</b>	<b>30.06</b>	<b>28.74</b>	<b>28.90</b>	<b>30.58</b>	<b>29.57 b</b>
Ercan	TH	35.23 ab	34.25 ac	29.16 dg	33.49 ad	<b>33.03</b>
	IM	35.23 ab	26.91 g	31.35 bf	30.31 cg	<b>30.95</b>
	CL	35.23 ab	33.23 ad	36.43 a	32.01 be	<b>34.22</b>
	<b>Ort.</b>	<b>35.23</b>	<b>31.46</b>	<b>32.31</b>	<b>31.94</b>	<b>32.73 a</b>
Ortalama	TH	32.64	31.50	29.76	31.59	<b>31.37 a</b>
	IM	32.64	27.18	29.91	29.06	<b>29.70 b</b>
	CL	32.64	31.63	32.14	33.13	<b>32.38 a</b>
	<b>Ort.</b>	<b>32.64 a</b>	<b>30.10 b</b>	<b>30.60 b</b>	<b>31.26 ab</b>	<b>31.15</b>

VK% 9.99, LSD<sub>0.05</sub> lokasyon 1.27\*\*, ilaç 1.55\*\*, doz 1.79\*, lokasyon x ilaç x doz 4.40\*. \*P<0.05, \*\*P<0.01

Aynı harfi taşıyan gruplar istatistiki olarak farksızdır

**Çizelge 11.** Athenais arpa çeşidinde, Hesse sineği'ne karşı insektisit uygulamalarının verim üzerine etkileri

İlaç	Doz	2014-15			2015-16			Ortalama		
		Ercan	Güzelyurt	Ort.	Ercan	Güzelyurt	Ort.	Ercan	Güzelyurt	Ort.
TH	0	80.0 su	92.3 oq	<b>86.1 kl</b>	163.3 j	134.3 l	<b>148.8 h</b>	121.6 ij	113.3 k	<b>117.4 g</b>
	1	75.3 tu	104.5 n	<b>89.9 jk</b>	185.3 i	130.8 l	<b>158.0 g</b>	130.3 gh	117.6 jk	<b>123.9 f</b>
	2	73.3 u	90.0 pr	<b>81.6 l</b>	200.8 h	179.5 i	<b>190.1 e</b>	137.0 f	134.8 fg	<b>135.9 e</b>
	3	72.3 u	116.3 m	<b>94.3 ij</b>	215.0 df	245.0 a	<b>230.0 ab</b>	143.6 e	180.6 a	<b>162.1 ab</b>
	<b>Ort.</b>	<b>75.2 j</b>	<b>100.8 g</b>	<b>88.0 e</b>	<b>191.1 c</b>	<b>172.4 e</b>	<b>181.7 b</b>	<b>133.1 d</b>	<b>136.6 c</b>	<b>134.8 b</b>
IM	0	80.0 su	92.3 oq	<b>86.1 kl</b>	163.3 j	134.3 l	<b>148.8 h</b>	121.6 ij	113.3 k	<b>117.4 g</b>
	1	100.3 no	82.5 rt	<b>91.4 ik</b>	148.8 k	143.8 k	<b>146.3 h</b>	124.5 ij	113.1 k	<b>118.8 g</b>
	2	87.0 qs	96.8 np	<b>91.9 ik</b>	207.0 fh	157.8 j	<b>182.4 f</b>	147.0 e	127.3 hi	<b>137.1 e</b>
	3	72.3 u	100.0 no	<b>86.1 kl</b>	222.5 cd	228.8 bc	<b>225.6 bc</b>	147.4 e	164.4 c	<b>155.9 c</b>
	<b>Ort.</b>	<b>84.9 i</b>	<b>92.9 h</b>	<b>88.9 e</b>	<b>185.4 d</b>	<b>166.1 f</b>	<b>175.8 c</b>	<b>135.1 cd</b>	<b>129.5 e</b>	<b>132.3 c</b>
CL	0	80.0 su	92.3 oq	<b>86.1 kl</b>	163.3 j	134.3 l	<b>148.8 h</b>	121.6 ij	113.3 k	<b>117.4 g</b>
	1	88.0 ps	104.8 n	<b>96.4 i</b>	199.5 h	212.3 eg	<b>205.9 d</b>	143.8 e	158.5 cd	<b>151.1 d</b>
	2	104.5 n	90.0 pr	<b>97.3 i</b>	206.0 gh	234.5 b	<b>220.3 c</b>	155.3 d	162.3 c	<b>158.8 bc</b>
	3	99.8 no	90.0 pr	<b>94.9 ij</b>	216.8 de	252.0 a	<b>234.4 a</b>	158.3 cd	171.0 b	<b>164.6 a</b>
	<b>Ort.</b>	<b>93.1 h</b>	<b>94.3 h</b>	<b>93.7 d</b>	<b>196.4 b</b>	<b>208.3 a</b>	<b>202.3 a</b>	<b>144.7 b</b>	<b>151.3 a</b>	<b>148.0 a</b>
Ort.	0	80.0 k	92.3 ij	<b>86.1 f</b>	163.3 f	134.3 g	<b>148.8 d</b>	121.6 e	113.3 f	<b>117.4 d</b>
	1	87.8 j	97.3 hi	<b>92.5 e</b>	177.8 e	162.3 f	<b>170.0 c</b>	132.8 d	129.8 d	<b>131.3 c</b>
	2	88.3 j	92.3 ij	<b>90.3 e</b>	204.6 c	190.6 d	<b>197.6 b</b>	146.4 b	141.4 c	<b>143.9 b</b>
	3	81.4 k	102.1 h	<b>91.8 e</b>	218.1 b	241.9 a	<b>230.0 a</b>	149.8 b	172.0 a	<b>160.9 a</b>
	<b>Ort.</b>	<b>84.4 d</b>	<b>96.0 c</b>	<b>90.2 b</b>	<b>190.9 a</b>	<b>182.3 b</b>	<b>186.6 a</b>	<b>137.7</b>	<b>139.1</b>	<b>138.4</b>

VK% 4.53, LSD<sub>0.05</sub> yıl 1.79\*\*, lxy 2.53\*\*, ilaç 2.19\*\*, lokasyon x ilaç 3.1\*\*, yıl x ilaç 3.1\*\*, lokasyon x yıl x ilaç 4.39\*\*, doz 2.53\*\*, lokasyon x doz 3.58\*\*, yıl x doz 3.58\*\*, lokasyon x yıl x doz 5.07\*\*, ilaç x doz 4.39\*\*, lokasyon x ilaç x doz 6.21\*\*, yıl x ilaç x doz 6.21, lokasyon x yıl x ilaç x doz 8.78\*\*. \*\*P<0.01,

Aynı harfi taşıyan gruplar istatistiki olarak farksızdır

İlaçlanan parsel verimleri Ercan lokasyonunda TH'de 133.1 kg da<sup>-1</sup>, IM'de 135.1 kg da<sup>-1</sup>, CL'de 144.7 kg da<sup>-1</sup> olup Güzelyurt'ta TH'de 136.6 kg da<sup>-1</sup>, IM'de 129.5 kg da<sup>-1</sup>, CL'de 151.3 kg da<sup>-1</sup> olarak gerçekleşmiştir. Lokasyonlarda yıllara göre ilaçların uygulandığı parsellerde verimler değişiklik göstermiş olup; 2015 yılında Ercan'da IM uygulamasından (104.5 kg da<sup>-1</sup>) Güzelyurt'ta TH uygulamasından (116.3 kg da<sup>-1</sup>) en yüksek verimler elde edilmiştir. 2016 yılında ise Ercan'da IM uygulamasından 222.5 kg da<sup>-1</sup>, Güzelyurt'ta ise yine CL uygulamasından 252 kg da<sup>-1</sup> olarak en yüksek verimler kaydedilmiştir. Hekimhan ve ark. (2018), KKTC'de 2015-2016 sezonunda arpalarda zarar yapan Hesse sineği (*M. destructor*), rastık (*Ustilago* spp.) ve yaprak leke hastalıklarına (*Cochliobolus sativus*, *Pyrenophora* sp. vs.) karşı tohum ilaç uygulamalarında benzer sonuçlar elde etmişler ve

Güzelyurt lokasyonunda verim ortalaması 171,86 kg da<sup>-1</sup> ve Paşaköy lokasyonunda 166,14 kg da<sup>-1</sup> olarak belirlemiştir. Lokasyon x ilaç kombinasyonu uygulamasında en yüksek verimler Güzelyurt'ta 222,50 kg da<sup>-1</sup> ile IM+PT Paşaköyde ise 213,25 kg/da ile IM+TE uygulamasından elde edilmiştir. Ortalama değerlerde kontrolde 140,75 kg da<sup>-1</sup> olan verim IM+PT uygulamasında 191,38 kg da<sup>-1</sup> ve IM+TE uygulamasında 188,63 kg da<sup>-1</sup> olarak belirlemiştir. İlaçların ortalama dozları arasında da önemli farkların olduğu görülmüştür. Kontrolde 117.4 kg da<sup>-1</sup> verim alınırken, 1. dozda 131.3 kg da<sup>-1</sup>, 2. dozda 143.9 kg da<sup>-1</sup> ve 3. dozda ise 160.9 kg da<sup>-1</sup> verim elde edilmiştir. Dozlar arttıkça verimde artış olduğu görülmüştür. Smiley ve ark. (2004), 2001 yılında 4 hassas buğday çeşidinde Hesse sineği'ne karşı toprağa aldıcab ilacını uygulamışlar %72 ve %144 oranlarında verim artışı elde etmişlerdir. Kontrol hariç, 2015 yılında diğer dozlar arasında fark görülmemiştir. Lokasyon bazında da dozlar arttıkça verimin arttığı görülmektedir. Ercan'da kontrolde 121.6 kg da<sup>-1</sup> iken 3. dozda 149.8 kg da<sup>-1</sup>, Güzelyurt'ta kontrolde 113.3 kg da<sup>-1</sup> iken 3. dozda 172 kg da<sup>-1</sup> verim olduğu tespit edilmiştir. Dozların yıl ve yerlere göre değişim gösterdiği saptanmıştır. Ercan'da 2015 yılında en yüksek verim 2. Dozdan (88.3 kg da<sup>-1</sup>) elde edilmiştir. Ortalama olarak ilaçların tamamında doz artışı ile verim artışı arasındaki ilişki pozitif yönlü olarak belirlenmiştir.

## SONUÇ

Çalışma süresince elde edilen veriler birlikte değerlendirildiğinde; Kuzey Kıbrıs koşullarında Hesse sineği'nin arpada önemli zarara neden olduğu tespit edilmiştir. Yıl ve lokasyonlara göre Hesse sineği popülasyonu değişiklik göstermiştir. HLS 2013-14 sezonunda 1.8 larva bitki<sup>-1</sup> ve 2015-16 sezonunda da 1.8 larva bitki<sup>-1</sup>, 2014-15 sezonunda ise, 1.4 larva bitki<sup>-1</sup> olarak daha düşük seviyede belirlenmiştir. HLS, 2015-2016 yılında Güzelyurt lokasyonunda ortalama 2.4 larva bitki<sup>-1</sup> olarak çok yüksek bulunurken, 2014-2015 yılında Ercan'da 1.1 larva bitki<sup>-1</sup> olarak kaydedilmiştir. İnsektisitlerin Hesse sineği'ne karşı % etkileri 3 yılın ortalamaları birlikte değerlendirildiğinde; Thiamethoxam 350 g L<sup>-1</sup>'nin %75, İmidacloprid 600 g L<sup>-1</sup> %76 ve Clothianidin 600 g L<sup>-1</sup> ise, %84 ortalama etki göstermiştir. İlaçlı parsellerin kontrole göre, kardeş sayılarında artış meydana gelmiştir. Güzelyurt lokasyonunda IM ve Cl uygulamalarının 2. (64.52 gr hl<sup>-1</sup> ve 54.53 gr hl<sup>-1</sup>) dozlarında, en yüksek hektolitre ağırlığı saptanmıştır. 1000 tane ağırlığı, lokasyonlarda ilaçlar ve dozları arasında farklılıklar bulunmuş; IM ve TH uygulamalarının 3. dozlarında (40.39 g) Güzelyurt ve Ercan lokasyonlarında (42.43 g) en yüksek değerler elde edilmiştir. Özellikle, verim ortalamaları dikkate alındığında, kontrole göre ilaç uygulamalarından; TH'de 44.7 kg da<sup>-1</sup> (%38.1), IM'da 38.5 kg da<sup>-1</sup> (% 32.8), CL'da 47.2 kg da<sup>-1</sup> (% 40.2) verim artışları tespit edilmiştir. Doz ortalamalarında ise, 1. dozda 13.9 kg da<sup>-1</sup> (%11.8), 2.dozda 26.5 kg da<sup>-1</sup> (%22.6) ve 3.dozda %37.1 kg da<sup>-1</sup> (% 43.5) verim artışları tespit edilmiştir. Tohum ilaçlaması yapılan parsellerde ilaçlama yapılmayan parsellere oranla genel olarak dekara % 37.1 oranında yani 43.5 kg da<sup>-1</sup> artışına neden olduğu belirlenmiştir. Belirtilen verim kayıpları kontrole kıyaslandığında kullanılan ilaçların etkilerinin yüzde yüz olduğu varsayıldığında daha yüksek olacağı düşünülmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu makale “Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti Tahıl Alanlarındaki Zararlı Böcek, Nematod, Hastalık ve Yabancı Otların Tespiti, Önemli Olanların Biyo-ekolojileri ve Mücadelesi Üzerinde Araştırmalar” isimli projeden elde edilmiştir. KKTC Tarım ve Doğal Kaynaklar Bakanlığı, TAGEM ve TC Lefkoşa Büyük Elçiliği Yardım Heyetine destekleri için teşekkür ederiz.



**Çıkar Çatışması**

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

**Yazar Katkısı**

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

**KAYNAKLAR**

- Abbott WS, 1925. A Method of Computing the Effectiveness of An Insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18: 265-267.
- Amri A, Bouhssini ME, Jlibene M, Cox T, Hatchett JH, 1992. Evaluation of *Aegilops* and *Triticum* Species for Resistance to the Moroccan Hessian fly (Diptera Cecidomyiidae). *Al Awamia*, 77:109-118.
- Anonim, 2018. Tarımsal Yapı ve Üretim. KKTC Tarım ve Doğal Kaynaklar Bakanlığı İstatistik Şubesi, s.167 Lefkoşa-KKTC.
- Anonim.2021. <https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/Hububat%20Zararlı%20B1lar%20Standart%20C4%B0la%20C3%A7%20Deneme%20Metotlar%20C4%B1.pdf> (Erişim tarihi: 01.11.2021).
- Buntin GD, 1999. Hessian Fly (Diptera: Cecidomyiidae) Injury and Loss of Winter Wheat Grain Yield and Quality. *Journal of Economic Entomology*, 92 (5):1190-1197.
- Chapin JW, Grant JF, Sullivan MJ, 1989. Hessian fly (Diptera: Cecidomyiidae) Infestation of Wheat in South Carolina. *Journal of Agricultural Entomology*, 6:137-146.
- Güllü M, Gözüaçık C, Hekimhan H, Fidan H, Konuksal A, Değirmenci R, Akerzurumlu E, 2014. Kuzey Kıbrıs Tahıl Alanlarında Bulunan Bazı Zararlı Böcek Türleri, Yayılışları ve Zarar Durumları Üzerinde Araştırmalar. Türkiye V. Bitki Koruma Kongresi Bildiri Özetleri, 3-5 Şubat 2014, Antalya.
- Hekimhan H, Gözüaçık C, Güllü M, Konuksal A, Değirmenci R, Karaca C, 2018. KKTC Koşullarında Hastalık ve Zararlılara Karşı Tohum Fungusit ve İnsektisit Karma İlaç Uygulamasının Athenais Arpa Çeşidinde Verim ve Bazı Verim Öğeleri Üzerine Etkisi. 1. Uluslararası İğdir Multi Disipliner Çalışmalar Kongresi, 6-7 Kasım 2018, İğdir.
- Konuksal A, Gözüaçık C, Güllü M, Hekimhan H, Akerzurumlu E, Karaca C, 2016. The Solution Offers of Entomological Problems of Cereals in Turkish Republic of Northern Cyprus. VII. International Scientific Agriculture Symposium, 6-9 October 2016, Jahorina-Bosnia And Herzegovina
- Lafever HN, Sosa, O, Gallun RL, Foster JE, Kuhn RC, 1980. Survey Monitors Hessian Fly Populations on Ohio wheat. *Ohio Reporter*, 65:51-53.
- Lhaloui S, Buschman L, El Bouhssini M, Starks K, Keith D, El Houssaini K, 1992a. Control of *Mayetiola* Species (Diptera: Cecidomyiidae) with Carbofuran in Bread Wheat, Durum Wheat, and Barley, with Yield Loss Assessment and its Economic Analysis. *Al Awamia*, 77: 55-73.
- Lhaloui S, Buschman L, Bouhssini ME, Amri A, Hatchett J, Keith D, Starks K, Houssaini KE, 1992b. Infestations of *Mayetiola* spp. (Diptera: Cecidomyiidae) in Bread, Wheat, Durum Wheat and Barley: Results of Five Annual Surveys in the Major Cereal Growing Regions of Morocco. *Al Awamia*, 77: 21-54.
- Lhaloui S, 1995. Biology, Host Preference, Host Suitability, and Plant Resistance Studies of the Barley Stem Gall Midge and the Hessian Fly (Diptera: Cecidomyiidae) in Morocco. Kansas State University, Ph D. Thesis (Printed).
- Nelson LR, Wendel LM, 1977. Hessian Fly Control in Wheat by Suppression of Fall Generations with Carbofuran. *Agronomy Journal*, 70 (1): 139-141.
- Smiley RW, Gourlie JA, Whittaker RG, Easley SA, Kidwell KK, 2004. Economic impact of Hessian fly (Diptera: Cecidomyiidae) on spring wheat in Oregon and additive yield losses with Fusarium crown rot and lesion nematode. *Journal of Economic Entomology*, 97(2):397-408.
- Wendell L, Morrill L, Nelson R, 1976. Hessian Fly Control with Carbofuran. *Journal of Economic Entomology*, 69(1): 123-124.
- Painter RH, 1951. *Insect Resistance in Crop Plants*. 520 pp., New York,
- Walker PT, 1971. Insecticidal Control of Hessian Fly (*Mayetiola destructor* Say: Diptera, Cecidomyiidae) on Wheat and Barley in Cyprus. *Pesticide Science*, 2:267-275.
- Wellso S, Hoxie R, Olien C, 1987. Hessian Fly, *Mayetiola destructor* (Say) (Diptera: Cecidomyiidae), Induced Changes in Winoka Wheat. *Series entomologica*, 1(41): 423.

**Atf İçin:** Ertaş Öz MN, Turgay EB, Bozdemir Ç, Bülbül S, 2021. Bazı Çörek Otu Tohumlarında Fungal Floranın Tespiti. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(Özel Sayı): 3476-3481.

**To Cite:** Ertaş Oz MN, Turgay EB, Bozdemir C, Bulbul S, 2021. Determination of Fungal Flora in Some Black Cumin Seeds. Journal of the Institute of Science and Technology, 11(Special Issue): 3476-3481.

### Bazı Çörek Otu Tohumlarında Fungal Floranın Tespiti

Merve Nur ERTAŞ ÖZ\*, Emine Burcu TURGAY, Çiğdem BOZDEMİR, Sibel BÜLBÜL

**ÖZET:** Çörek otu (*Nigella sativa* L.), *Ranunculaceae* familyasına bağlı tek yıllık tıbbi ve aromatik bir bitkidir. İçerdiği çeşitli faydalı yağlardan ötürü sağlık sektöründe kullanılan çörek otunun Türkiye’de ki ekim alanları ise gitgide artış göstermektedir. 2012 yılında çörek otu 2.299 da arazide 161 ton üretime sahip iken, 2019 yılı verilerine göre 37.085 da alana yükselmiş olup toplam üretim ise 3.603 tona çıkmıştır. Ülkemizde ise tescil almış tek bir çörek otu çeşidi (Çameli) bulunmakta olup, çörek otu ile ilgili çeşitli ıslah çalışmaları yürütülmektedir. Bu çalışma da ise Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsüne bağlı İkizce Araştırma Çiftliği, Haymana’da çörek otu ıslah materyallerinden elde edilen çörek otu tohumlarındaki fungal çeşitliliğin tespiti yapılmıştır. 2200 tohum ISTA kurallarına göre (blotter ve deep freeze blotter metodu ile) muamele edilerek 6 farklı fungus cinsi elde edilmiştir ve toplamda 772 tohumda bu funguslar tespit edilmiştir. Bu hastalıklı tohumların 432’si *Alternaria* sp. (%55.96) , 184’ü *Ulocladium* sp. (%23.84), 82’si *Penicillium* sp. (%10.62), 37’si *Cladosporium* sp. (%4.8), 12’si *Fusarium* spp. (%1.55), 8’i *Rhizopus* sp. (%1.04) ve 17’si ise steril fungus (%2.20) olarak tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Çörekotu, *Nigella sativa* L., Tohum mikrobiyomu, Fungal çeşitlilik, Fungal populasyon, Mikoflora

### Determination of Fungal Flora in Some Black Cumin Seeds

**ABSTRACT:** Black cumin (*Nigella sativa* L.) is an annual medicinal and aromatic plant belonging to the *Ranunculaceae* family. The cultivation areas of black cumin, which is used in the health sector due to the various beneficial oils it contains, are gradually increasing in Turkey. While black cumin had a production of 161 tons on 2,299 da land in 2012, it increased to 37,085 da area according to 2019 data, and the total production increased to 3,603 tons. In our country, there is only one registered black cumin variety (Çameli), and various breeding studies are carried out on black cumin . In this study, the fungal diversity in black cumin seeds obtained from black cumin breeding materials in İkizce Research Farm, Haymana, affiliated to the Field Crops Central Research Institute was determined. 6 different fungi were obtained by treating 2200 seeds according to ISTA rules (blotter and deep freeze blotter method) and 772 diseased seeds were obtained. Of the diseased seeds, 432were *Alternaria* sp. (55.96%), 184 of them were *Ulocladium* sp. (23.84%), 82 of them *Penicillium* sp. (10.62%), 37 of them were *Cladosporium* sp. (4.8%), 12 of which were *Fusarium* sp. (1.55%), 8 of them were *Rhizopus* sp. (1.04%) and 17 (2.20%) were detected as sterile fungi.

**Keywords:** Black cumin, *Nigella sativa* L., Seed microbiome, Fungal diversity, Fungal population, Mycflora

\*Merve Nur ERTAŞ ÖZ (Orcid ID: 0000-0001-9689-179X), Emine Burcu TURGAY (Orcid ID: 0000-0003-1150-4901), Çiğdem BOZDEMİR (Orcid ID: 0000-0002-8719-6565), Sibel BÜLBÜL(Orcid ID: 0000-0001-5263-461X) Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Merve Nur ERTAŞ ÖZ, m.nur.ertas@gmail.com

Makale 15-18 Ekim 2021 tarihlerinde Iğdır’da düzenlenen “Uluslararası Katılımlı 7. Tohumculuk Kongresi’nde” sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

## GİRİŞ

Çörek otu (*Nigella sativa*) tek yıllık çiçekli bir bitki olmakla birlikte 20-30 cm boyuna kadar uzamaktadır ve mızrak şeklinde yaprakları bulunmaktadır. Çiçekleri ise narin ve 5-10 cm arası değişen taç yapraklarına sahiptir. Çiçeklerin rengi sarı, beyaz, pembe, açık mavi veya açık mor olabilir. Meyveleri büyük olup, kapsülleri 3-7 bölmeden oluşur ve tohumlar bu kapsüllerin içerisinde gelişir. Tohumlar siyah renkli olup düz, oblong veya farklı şekillerde olabilmektedir. Tohum boyu genellikle 0.2 cm uzunluğunda, eni ise 0.1 cm çapında olabilir (Goreja, 2003). Mısır ve Doğu Akdeniz bölgesine özgü olan bu bitki genellikle Akdeniz, Orta Doğu, Orta Avrupa ve Batı Asya'da kurak ve yarı kurak iklimlerde yetiştirilmektedir (Randhawa ve Alghamdi, 2011). Çörek otu gıdalarda kullanılması ile birlikte, geleneksel tıp ve endüstriyel farmakoloji alanlarında oldukça popülerdir. İçerdiği yağlar ve timokinon aktif maddesinden ötürü diyabet, hipertansiyon, astım ve bronşit gibi hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır (Forouzanfar ve ark., 2014). Diğer yandan ülkemizde çörek otu yetiştiriciliği gittikçe artmaktadır. 2012 yılında 5 ilde üretimi olan çörek otunun TÜİK 2019 yılında 24 ilde çörek otu yetiştiriciliğinin yapıldığını rapor etmiştir. Aynı veriler 2019 yılı için Türkiye'de toplamda 37.085 da alanda 3.603 ton üretim olduğunu göstermektedir (Anonim, 2021) (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Türkiye'de çörek otu bitkisi ekim alanı (da) ve üretim miktarı (ton) (Anonim 2021)

Yıllar	Ekiliş Alanı (da)	Üretim Miktarı (ton)	Verim (kg da <sup>-1</sup> )
2012	2.299	161	70
2013	3.261	352	108
2014	1.717	140	82
2015	4.681	425	91
2016	23.160	2.527	109
2017	32.560	3.094	95
2018	33.864	3.322	98
2019	37.085	3.603	97

Yeni bitkilerin oluşumunda önemli rol oynayan tohumlar, ayrıca karmaşık mikrobiyal topluluklarında taşıyıcısıdır. Bitki gelişiminde ve sağlığında yararlı veya zararlı olabilen bu organizmaların (Barret ve ark., 2015) tohumlarda oluşturduğu çeşitlilik tohum mikrobiyomunu oluşturmaktadır ve tohum mikrobiyomu son zamanlarda yapılan moleküler çalışmalar ile tohum sağlığı alanında gün geçtikçe önemli bir konu haline gelmektedir.

Abiyotik ve biyotik faktörler nedeniyle tohumlar zarar görebilirler. Yüksek sıcaklık, tohum hazırlığı sırasında uygun olamayan dezenfektanların kullanımı tohumlarda abiyotik zarar neden olabilir.

Biyotik faktörlerden en önemlisi ise fungusların neden olduğu zararlılardır. Tohum florasında en yaygın görülen patojenik olan fungal etmenler; *Trichothecium*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alteranria*, *Botrytis*, *Fusarium*, *Rhizophus*, ve *Mucor* türleridir (Gürer, 2000). Bu etmenler tohumun çimlenme yeteneğini ve sağlığını olumsuz etkiler.

Çimlenme sırasında tohumlar toprak kökenli patojenlere karşı hassas olabilirler (Bever ve ark., 2015) ve bu hassasiyet bitki gelişimini olumsuz etkileyebilir. Tohum çimlenmesi sırasında gerçekleşen fizyolojik süreçte, tohum etrafındaki toprakta besin maddeleri açığa çıkar. Bu besinlerin oluşturduğu karbon bileşiklerinin mevcudiyeti ile çimlenen tohum etrafında spermosfer olarak adlandırılan bir kuşak oluşturur. Bu kuşak tohum kökenli patojenlerle toprak patojenlerinin yoğun rekabete girdiği yerdir ve hastalık gelişimi için de önemli bir alandır (Nelson, 2004). Bu esnada tohumdaki mikrobiyal canlılar toprak kökenli patojenik mikroorganizmaların aktivitelerini engelleyebilir (Hardoim ve ark. 2015; Nelson, 2018; Mukherjee ve ark. 2020).

Tohum ile etkileşime girmiş mikroorganizmalar bitkinin çimlenme aşamasından hasat aşamasına kadar bitki üzerinde taşınmaktadırlar. Bu taşınım vertikal (tohum dokusu içerisine yerleşmiş olan

endofitik mikrobiyotanın taşınma şeklidir) veya horizontal (tohum yüzeyine yerleşmiş epifitik mikrobiyotanın taşınım şeklidir) yollar ile gerçekleşmektedir (Nelson, 2018). Bu taşınımalar sayesinde mikroorganizmalar, bitkinin farklı gelişim evrelerinde bitki ile interaksiyona girerek onu dışarıdan gelebilecek biyotik veya abiyotik etmenlere karşı koruyabilir (Hardoim ve ark., 2015; Mukherjee ve ark., 2020; Nelson, 2018). Özellikle vertikal olarak taşınan endofitler, bitkilerde biyotik veya abiyotik faktörlere karşı bitkiye uyarılmış dayanıklılık (Induced Systemic Resistance) kazandırarak patojenlere karşı daha yüksek toleransa sahip olmalarını sağlayabilir (Hardoim ve ark., 2015).

Bu çalışmada tohum ve dolayısı ile bitki sağlığında önemli rol oynayan çörek otu tohumlarındaki floranın tespiti amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

Çörek otu tohumları, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsüne bağlı İkizce Araştırma çiftliğinde geliştirilen çörek otu ıslah materyallerinden, farklı parsellerden toplanmıştır. Laboratuvara getirilen tohumlar ISTA (International Seed Testing Association) kuralları çerçevesinde blotter ve deep-freeze blotter yöntemi ile muamele edilerek tohumda bulunan fungusların izolasyonu gerçekleştirilmiştir.

**Blotter Metodu:** Tohumlar ayıklandıktan sonra %1'lik NaOCl çözeltisinde 3 dk. ve ardından 3 kere distile sudan geçirilmiştir. Yüzey sterilizasyonuna tabii tutulan tohumlar 3 kat nemlendirilmiş steril kurutma kağıtlarına her bir petride 20 adet olacak şekilde her bir örnek için 200 tohum ekilerek 20±2 °C' de 7 gün boyunca inkübasyona bırakılmıştır.

**Deep-freeze Blotter Metodu:** Tohumları blotter metodunda tanımlandığı üzere petrilere yerleştirdikten sonra, petrilere 24 saat a 20 ±2 °C' de ardından 24 saat -20 °C'de tutulmuştur. Bu işlemden sonra 20±2 °C'de 5 gün boyunca inkübe edilmiştir.

İnkübasyon sonrasında tohumlarda gelişen funguslar stereo ve ışık mikroskobu kullanılarak incelenmiştir. Patates Dektroz Agar (PDA) içeren eğik tüplerde +4°C'de muhafaza altına alınmıştır. Funguslar koloni, konidi ve konidiofor yapılarına göre morfolojik karakterizasyonu yapılarak tanıları Patates Dektroz Agar (PDA) ve Synthetic low-nutrient Agar (SNA) ortamlarında geliştirilerek gerçekleştirilmiştir (Booth, 1977; Nelson ve ark., 1983).

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Çörek otu fungal florasının belirlenmesi amacıyla blotter ve deep freze blotter metodu uygulanmıştır. Her birinden iki yüz tohum olacak şekilde toplamda 1200 tohuma blotter metodu, toplamda 1000 tohuma ise deep freeze blotter metodu uygulanmıştır.

Toplamda incelenen 2200 tohumun toplamda 772 tanesi hastalıklı bulunmuştur ve bunlardan 432 adedi *Alternaria* sp. (% 55.96), 184'ü *Ulocladium* sp. (%23.84), 82'si *Penicillium* sp. (% 10.62), 37'si *Cladosporium* sp. (%4.8), 12'si *Fusarium* sp. (%1.55), 8'i *Rhizopus* sp. (%1.04) ve 17'si steril fungus (%2.20) olarak tanımlanmıştır.

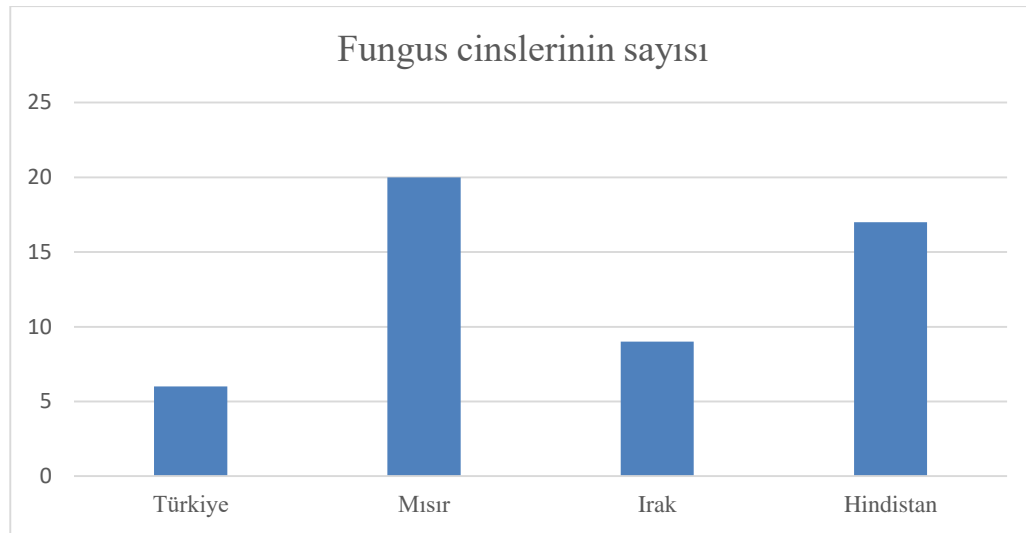
Nelson (2017), endofitik fungusların çoğunlukla *Ascomycota* bölümü *Dothideomycetes* sınıfına ait olduğunu rapor etmiştir. Çalışmada elde edilen fungus cinslerinden üçü ise *Dothideomycetes* sınıfına ait olup, bir tanesi (*Rhizopus* spp.) *Ascomycota* bölümüne ait değildir.

Çörek otu tohum fungal florası ile ilgili dünyada yapılan çalışmalar sınırlıdır. Mısırdaki yapılan bir çalışmada 88 çörek otu tohum örneği marketlerden toplanmış ve hem blotter hemde deep-freezing metodları kullanılarak tohumlardaki fungal flora belirlenmiştir. Toplamda 20 farklı cinse ait 37 tür teşhis edilmiştir (Elwakil ve Ghoneem, 1999). Bir başka çalışmada ise Irak'da farklı lokasyonlardan toplanan çörek otu tohumları incelenmiş ve 9 fungus cinsi (*Aspergillus* , *Penicillium* , *Alternaria* , *Cladosporium*

, *Fusarium* , *Ulocladium* , *Rhizoctonia* , *Stemphyllium* ve *Chaetomium* ) tespit edilmiştir (Al-Zubaide ve ark., 2014).

Hindistan'da yürütülen bir çalışmada hasat öncesi, hasat sonrası ve depoda bulunan çörek otu tohumlarının fungal florası incelemiş, 17 cinsle ait 32 fungus türü elde etmişlerdir (Anwar ve Ansari, 2016). Hindistan'da yapılan bir başka çalışmada ise 40 farklı çörek otu tohumu örnekleri incelenmiş ve 17 farklı fungus türü rapor edilmiştir (Fatima ve Khot, 2015).

Elde ettiğimiz sonuçlar, yapılmış çalışmalarla karşılaştırıldığında, fungal flora çeşitliliğinin daha az olduğu görülmektedir. Bu farklılığın sebebinin tohum mikrobiyomunun şekil almasında rol oynayan faktörler ile ilgili olabileceği gibi konukçu bitki, bitkinin genotipi veya çevre koşullarından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir (Latz ve ark., 2021; Morales-Moreira ve ark., 2021). Ayrıca farklı coğrafik konumlarda yapılan çalışmaların daha sıcak ve nemli bölgeler olması da çörek otu tohumlarındaki fungal floradaki çeşitliliği olumlu yönde etkilemiş olabileceği düşünülmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Çörek otu tohumlarında bulunan fungus cins sayılarının kıyaslanması

Kültüre alma sürecinin de tohum mikrobiyomunu etkilediği bilinmektedir. Örneğin pirinç ve sorgumda kültüre alma sürecinde, qSH1, sh4, ve SpWRKY allellerinin kaybolması yabani türlerde çiçek sapındaki absiyon tabakasının oluşumunu engellemektedir ve bu da tohumun kavuzdan daha hızlı ayrılmasını sağlayarak çıplak tohumların elde edilmesini sağlamaktadır. Kavuzun bu şekilde elemine edilmiş olması tohumlardaki floranın azalmasına neden olmuştur (Hemapriya ve ark., 2020). Çünkü kavuzun tohum için hem bir koruma sağladığı (Radchuk ve Borisjuk, 2014) hem de mikrobiyal popülasyon için bir ekolojik niş görevi gördüğü (Kim ve Lee, 2021) belirtilmektedir. Kültüre alınmış tohumların yabani arpa ve buğdaya göre tohumdan elde edilen mikroorganizma çeşitliliğinin daha fazla olduğu belirtilmiş ancak mikroorganizma-mikroorganizma ilişkisinin yabani tohumlarda daha yoğun olduğu gözlemlenmiştir (Abdullaeva ve ark., 2021)

Diğer yandan, tohum mikrobiyomu, özellikle tohum kökenli endofitler, fitohormonlar, enzimler ve metabolik ürünler salgılayarak bitki performansını ve üretimini arttırdıkları bilinmektedir (Shahzad ve ark., 2018). Bazı çalışmalarda, tohum mikroplarını tekrar bitkiye inokule ettiği zaman bitki gelişim uyarıcılarının aktive olmasını teşvik ettiği gözlemlenmiştir (Mukherjee ve ark., 2020).

## SONUÇ

Tohum mikrobiyomu bitkide gösterdiği pek çok faydasına rağmen fito mikrobiyom alanında muhtemelen en az çalışılan konudur (Chouhan ve ark., 2021). Bu sebepten, gelecek çalışmalarda tohum

mikrobiyomunun bitkideki rolünün daha iyi anlaşılması ve bu alanın özelliklerinden faydalanabilmek için ıslah programlarına adapte edilmesinin gerektiği düşünülmektedir.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

### Yazar Katkısı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamıştır.

### KAYNAKLAR

- Abdullaeva Y, Ambika Manirajan B, Honermeier, B Schnell S, Cardinale M, 2021. Domestication Affects the Composition, Diversity, and Co-Occurrence of the Cereal Seed Microbiota. *Journal of Advanced Research*, 31: 75-86.
- Al-Zubaide NA, Al-Kurtany AES, Alwa DS, 2014. Investigation of the Fungi Adherent to Black Cumin Seed (*Nigella sativa* L.) and Their Effects on Germination Seed. *Diyala Journal for Pure Sciences*, 10 (1).
- Anonim, 2021. TÜİK, Bitkisel Üretim İstatistikleri, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-2.Tahmini-2021-37248> (Erişim tarihi:16.11.2021)
- Anwar A, Ansari AR, 2016. Studies on Seed Mycoflora of *Nigella sativa* L. During Pre Harvest, Post Harvest and Storage Conditions. *International Journal of Science and Research*, 7 (2).
- Barret M, Briand M, Bonneau S, Prévieux A, Valière S, Bouchez O, Hunault G, Simoneau P, Jacques MA, 2015. Emergence Shapes the Structure of the Seed Microbiota. *Applied and Environmental Microbiology*, 81 (4): 1257-1266.
- Bever JD, Mangan SA, Alexander, HM, 2015. Maintenance of Plant Species Diversity by Pathogens. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 46 (1): 305-325.
- Booth C, 1977. *Fusarium: Laboratory Guide to the Identification of the Major Species*. Commonwealth Mycological Institution Kew-Surrey.
- Chouhan GK, Verma JP, Jaiswal DK, Mukherjee A, Singh S, de Araujo Pereira AP, Liu H, Abd\_Allah EF, Singh BK, 2021. Phytomicrobiome for Promoting Sustainable Agriculture and Food Security: Opportunities, Challenges, and Solutions. *Microbiological Research*, 248: 126763.
- Elwakil MA, Ghoneem KM, 1999. Detection and Location of Seed-Borne Fungi of Black Cumin and Their Transmission in Seedlings. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 2 (2): 559-564.
- Fatima S, Khot YC, 2015. Studies on Fungal Population of Cumin (*Nigella sativa* L.) From Different Parts of Marathwada. *Knowledge Scholar*, 2 (2).
- Forouzanfar F, Bazzaz BSF, Hosseinzadeh H, 2014. Black cumin (*Nigella sativa*) and its constituent (thymoquinone): a review on antimicrobial effects. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*, 17 (12): 929-938.
- Goreja WG, 2003. *Black seed: Nature's Miracle Remedy*. Karger Publishers.
- Gürer M (Butin, H.), 2000. Orman Ağaçlarında Çiçek ve Tohum Hastalıkları. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü Yayınları. Sayı: 1, Ankara.
- Hardoim PR, van Overbeek LS, Berg G, Pirttilä AM, Compant S, Campisano A, Döring M, Sessitsch A, 2015. The Hidden World within Plants: Ecological and Evolutionary Considerations for Defining Functioning of Microbial Endophytes. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 79 (3): 293-320.
- Hemapriya M, Nataraja KN, Suryanarayanan TS, Shaanker RU, 2020. Threshing Yards: Graveyard of Maternally Borne Seed Microbiome?. *Trends in Ecology & Evolution*, 35 (11): 965-968.

- International Seed Testing Association, 1999. International rules for seed testing. Seed Science and Technology.
- Kim H, Lee YH, 2021. Spatiotemporal Assembly of Bacterial and Fungal Communities of Seed-Seedling-Adult in Rice. *Frontiers in Microbiology*, 12: 708475.
- Latz MAC, Kern MH, Sørensen H, Collinge DB, Jensen B, Brown, JKM, Madsen AM, Jørgensen HJL, 2021. Succession of the Fungal Endophytic Microbiome of Wheat is Dependent on Tissue-Specific Interactions between Host Genotype and Environment. *Science of The Total Environment*, 759: 143804.
- Morales-Moreira ZP, Helgason BL, Germida JJ, 2021. Crop, Genotype, and Field Environmental Conditions Shape Bacterial and Fungal Seed Epiphytic Microbiomes. *Canadian Journal of Microbiology*, 67 (2): 161-173.
- Mukherjee A, Singh BK, Verma JP, 2020. Harnessing Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Seed Endophytes for Enhancing Plant Growth Attributes and Bio-Controlling Against *Fusarium* sp. *Microbiological Research*, 237: 126469.
- Nelson EB, 2004. Microbial Dynamics and Interactions in the Spermiosphere. *Annual Review of Phytopathology*, 42 (1): 271-309.
- Nelson EB, 2017. The Seed Microbiome: Origins, Interactions, And Impacts. *Plant and Soil*, 422 (1-2): 7-34.
- Nelson PE, Toussoun TA, Marasas WFO, 1983. *Fusarium Species: an Illustrated Manual for Identification*. Pennsylvania State University Press. University Park (Pa.).
- Radchuk V, Borisjuk L, 2014. Physical, Metabolic and Developmental Functions of the Seed Coat. *Frontiers in Plant Science*, 5.
- Randhawa MA, Alghamdi MS, 2011. Anticancer Activity of *Nigella sativa* (Black Seed) — A Review. *The American Journal of Chinese Medicine*, 39 (06): 1075-1091.
- Shahzad R, Khan AL, Bilal S, Asaf S, Lee IJ, 2018. What Is There in Seeds? Vertically Transmitted Endophytic Resources for Sustainable Improvement in Plant Growth. *Frontiers in Plant Science*, 9: 24.

**Atf İçin:** Koyuncu M, 2021. Otlu Peynir Üretiminde Kullanılan Alternatif Bir Aromatik Bitki “*Ornithogalum narbonense*”. İğdir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(Özel Sayı): 3482-3487.

**To Cite:** Koyuncu M, 2021. An Alternative Aromatic Plant Used in Herby Cheese Production “*Ornithogalum narbonense*”. Journal of the Institute of Science and Technology, 11(Special Issue-1): 3482-3487.

## Otlu Peynir Üretiminde Kullanılan Alternatif Bir Aromatik Bitki “*Ornithogalum narbonense*”

Mubin KOYUNCU<sup>1\*</sup>

**ÖZET:** Otlu peynir yüzyıllardır üretilen geleneksel peynir çeşitlerimizdendir. Peynir üretiminde onlarca farklı aromatik bitki kullanılmaktadır. Kullanılan otlar peynire lezzet katmasının dışında peynirin biyoaktif özelliklerinin de artmasına yardımcı olurlar. Doğu Anadolu bölgesinde yemeklerde kullanılan *Ornithogalum narbonense* bitkisinin dar alanlarda Otlu peynir üretiminde de kullanıldığı görülmüştür. Bu aromatik bitkiye ait yağ asidi içeriği ile uçucu organik bileşikleri bilinmemektedir. Gerçekleştirilen çalışma ile *Ornithogalum narbonense* bitkisine ait yağ asidi içeriği ile uçucu organik bileşikleri tespit edilmiştir. Stearik asit %41.575 oranıyla en yüksek orandaki yağ asidi ve lusenin 2 %13.72 oranıyla en yüksek orandaki uçucu bileşik olarak tespit edilmiştir. Ayrıca tespit edilen bileşiklerin peynire kazandırdığı biyokimyasal özellikler tartışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** *Ornithogalum narbonense*, Akpancar, Otlu peynir, yağ asidi kompozisyonu, uçucu organik bileşikler.

### An Alternative Aromatic Plant Used in Herby Cheese Production “*Ornithogalum narbonense*”

**ABSTRACT:** Herby cheese is one of traditional cheese varieties that has been produced for centuries. Dozens of different aromatic plants are used in cheese production. The herbs used add flavor to the cheese and help increase the bioactive properties of cheese. It has been observed that the *Ornithogalum narbonense* plant, which is used in meals in the Eastern Anatolia region, is also used in the production of herby cheese in narrow areas. The fatty acid content and volatile organic compounds of this aromatic plant are unknown. In this study, fatty acid content and volatile organic compounds of the *Ornithogalum narbonense* plant were determined. Stearic acid was the highest fatty acid with 41.755%, and lucenin 2 was the highest volatile compound with 13.72%. In addition, the biochemical properties of herbs added to cheese were discussed.

**Keywords:** *Ornithogalum narbonense*, Akpancar, Herby cheese, fatty acid composition, volatile organic compounds

<sup>1</sup>Mubin KOYUNCU ([Orcid ID: 0000-0003-1798-8943](https://orcid.org/0000-0003-1798-8943)), İğdir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İğdir, Türkiye

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Mubin KOYUNCU, e-mail: mubin.koyuncu@igdir.edu.tr

Makale 15-17 Kasım 2021 tarihinde İğdir’da düzenlenen “Türkiye 7. Tohumculuk Kongresi’nde” sözlü olarak sunulmuştur.



## GİRİŞ

Aromatik bitkiler yüzyıllardır eczacılık, kozmetik ve parfümeri amaçlı kullanılmaktadırlar. Aromatik bitkilerden uçucu yağlar, ilaçlar, bitkisel sağlık ürünleri, boya ve renklendiriciler, kişisel bakım ürünleri, bitki koruma ürünleri ve bu ürünlerin ara bileşenleri elde edilmektedir (Lubbe and Verpoorte, 2011; Tetik ve ark. 2013).

Türkiye sahip olduğu zengin bitki çeşitliliği ile aromatik bitkilerin en yoğun kullanıldığı ülkelerden biridir (Tetik ve ark. 2013). Bu bitkilerin geleneksel kullanım alanlarından birisi peynirlere katılmasıdır. Özellikle Anadolu'nun doğu bölgelerinde peynirlere farklı aromatik bitkiler katılmaktadır. Bu durumun yüzyıllardır devam ettiği bildirilmiştir. Literatürde peynirlere 25'in üzerinde aromatik bitki türü katıldığı belirtilmiştir (Tunçtürk ve ark. 2017; Koyuncu ve Tunçtürk, 2020).

Genellikle aile işletmelerinde üretilen Otlu peynir, günümüzde endüstriyel olarak da birçok işletmede üretilmektedir. Bölge halkı tarafından hemen her öğünde tüketilmektedir. Nitekim son yıllarda görülen artış ile birlikte Türkiye'de yıllık ortalama peynir tüketiminin 17 kg seviyesinin üzerine çıktığı bildirilirken (USK, 2020), 2001 yılında yapılan bir çalışmada Otlu peynir tüketiminin Van ilinde aylık 5,9 kg seviyesinde olduğu görülmüştür (Şahin ve ark. 2001).

Peynir üretimi sırasında elde edilen taze telemenin tadı birçok peynir çeşidi için benzerdir. Ancak dinamik bir süreç olan olgunlaşma boyunca her peynir kendi karakterini kazanmaktadır (McSweeney and Sousa, 2000). Peynirlere katılan bazı baharatlar ve aromatik bitkiler, olgunlaşmanın da etkisiyle, peynirleri eşsiz gıdalara dönüştürürler. Olgunlaşma sırasında meydana gelen glikoliz, proteoliz ve lipoliz reaksiyonları sonucu, peynire katılan aromatik bitki ve baharatların da etkisiyle, çeşitli uçucu bileşikler meydana gelir. Meydana gelen uçucu bileşikler, bu peynirlerin eşsiz aromalarının sorumlusudur ve tercih edilmelerinde etkin rol oynarlar. Peynirlerin işlendiği hammadde ve sahip olduğu mikrofloranın da peynirdeki uçucu bileşenlerin oluşumunda ve çeşitliliği üzerinde önemli rolü vardır (Andiç ve ark. 2015).

*Ornithogalum narbonense* (Akpancar) Doğu Anadolu bölgesinde, yemeklerde kullanılan bir aromatik bitkidir. Asparagaceae familyasının *Ornithogalum* cinsine ait, yeraltı soğanlı, çok yıllık otsu bir çiçekli bitkidir. Yaklaşık 40-50 cm boy ortalamasına sahiptir. En fazla 70 cm yüksekliğe ulaşır (WFO, 2021). Özellikle, geleneksel olarak üretilen 'Keledoş' çorbasında kullanılır. Yemeğe kattığı tat, eşsiz olarak tarif edilir. Ender olarak peynir üretimine katıldığına dair edilen bilgi üzerine bitkinin biyokimyasal özelliklerinin araştırılması çalışma konumuz olmuştur. Literatürde bu bitkinin antikanser ve antioksidan özellikleri ile fenolik içeriğinin araştırıldığı görülmüş (Koyuncu ve ark. 2018) ancak yağ asidi ve uçucu organik bileşikler ile ilgili bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu doğrultuda Van ili Peynirciler Çarşısından temin edilen *Ornithogalum narbonense* bitkisinin yağ asidi kompozisyonu ve uçucu organik bileşikler analizi gerçekleştirilerek besin değeri ve biyokimyasal özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

### Bitki Ekstraktının Hazırlanması

Van ili Peynirciler Çarşısından (Mayıs-2021) temin edilen *Ornithogalum narbonense*, Iğdır Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği bölüm laboratuvarında 40 °C de 72 saat boyunca kurutulmuştur. Kurutulan bitki örnekleri iki katı etanol (yüksek saflıkta) içerisinde iki hafta boyunca karanlıkta bekletilmiştir. Bu süre sonunda rotary evaporatör yardımıyla alkol uzaklaştırılmış ve bitki ekstraktı elde edilmiştir.

### Yağ Asidi Bileşiminin Belirlenmesi

Yağ asidi bileşimi, Ocak ve ark. (2015) tarafından uygulanan metodun modifiye edilmiş hali kullanılarak belirlendi. *Ornithogalum narbonense* bitkisine ait ekstrakt numunelerinden yaklaşık 0,3 g bir tüpe aktarıldı ve 2 ml hekzan içinde çözüldü. Daha sonra metanol içinde hazırlanan 0.2 ml 1 N KOH çözeltisi eklenerek ve karışım kuvvetlice çalkalanarak yağ asitlerinin metil esterlerinin oluşumu sağlandı. Elde edilen metil esterler, Agilent marka (7820-A) gaz kromatografisi cihazında, alev iyonizasyon detektörü kullanılarak analiz edildi. GC-FID cihazında Restek Rt-2560 (100m,0.25mm, 0.20 µm) kapiler kolon kullanıldı. Enjeksiyon portu 250 °C'de, split modda (1:50) çalışılmıştır. Taşıyıcı gaz olarak hidrojen kullanılmış (2.0 mL/dk'lık bir akış hızında). Fırın sıcaklığı 120 °C'de 1 dakika tutulmuş, ardından dakikada 10 °C ısıtılarak 175 °C'ye yükseltilmiş ve bu değerde 10 dakika tutulmuş, daha sonra dakikada 5 °C ısıtılarak 210 °C'ye kadar yükseltilmiş ve bu sıcaklık değerinde 5 dakika bekletilmiş, son olarak dakikada 5 °C ısıtılarak 230 °C'ye kadar yükseltilmiş ve bu sıcaklık değerinde 5 dakika bekletilmiştir. Yağ asitleri, GC-FID cihazında okuması yapılan FAME 37 Mix (SUPELCO, USA) dahili standartlarına göre tanımlanmıştır. Yağ asidi içerikleri, toplam yağ asitleri metil esterlerinin yüzdesi olarak ifade edildi.

### Uçucu Organik Bileşikler Analizi

Uçucu organik bileşenlerin analizi SPME/GC-MS tekniği uygulanarak gerçekleştirilmiştir. 30 ml'lik viallere (Supelco, ABD) 1.00 g kurutulmuş bitki numunesi tartılmış ve 10 ml ultra saf su ilave edilmiştir. Uçucu bileşenlerin tepe boşluğunda dengeye gelmesi için, vialler 40 °C'de 30 dakika bekletilmiştir. Uçucu maddelerin adsorpsiyonu için SPME fiber kullanılmıştır. Ekstrakte edilen uçucuların desorpsiyonu, Thermo Fisher Trace ISQ GC-MS gaz kromatografisi-kütle spektrometrisi sistemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Cihaz split (1:8 oranında) modunda çalıştırılmıştır. Desorpsiyon sırasında, taşıyıcı gaz olarak helyum kullanılmış (1.0 mL/dk'lık bir akış hızında), SPME fiberi injeksiyon portunda 250 °C sıcaklıkta 4 dakika süreyle bekletilmiştir. Uçucu bileşikler, DB-5MS kolonu kullanılarak ayrıştırılmıştır (30 m x 0.25 mm x 0.25 µm; Agilent, ABD). Fırın sıcaklığı 40 °C'de 1 dakika tutulmuş, ardından dakikada 5 °C ısıtılarak 120 °C'ye yükseltilmiş ve bu değerde 2 dakika tutulmuş, daha sonra tekrar dakikada 10 °C ısıtılarak 240 °C'ye kadar yükseltilmiş ve bu sıcaklık değerinde 3 dakika bekletilmiştir. Kütle spektrometresi, 1.11 tarama/s örnekleme hızında 45 ila 450 amu (eşik 1000) arasında tarama yapacak şekilde ayarlanmıştır (Koyuncu ve Tunçtürk, 2017). Uçucu bileşenler MS kütüphaneleri (Wiley<sup>9</sup> ve Mainlib) ile karşılaştırılarak tanımlanmıştır.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### Bitki Örneklerinin Yağ Asidi Bileşimi

Yağ asitleri, hücrel membranların fosfolipid çift tabakasının ayrılmaz bir bileşenidir ve bu da membran akışkanlığını ve lipid-protein etkileşimlerini etkiler. Böylece yağ asitleri, hormonlar ve nörotransmitterler için taşıma proteinlerini ve hücrel reseptörleri etkileyebilmektedir. Yağ asitleri eikosanoid sentezi için substratlardır ve yağ asitleri ayrıca trombosit aktive edici faktörler ve sitokinler gibi lipid türevli hücrel araçlar dâhil olmak üzere biyolojik olarak aktif birçok bileşiğin üretimini etkilerler (Roche, 1999). Aromatik bitkilerin birçok bileşenin yanında sahip oldukları çoklu doymamış yağ asitleri de doğal antioksidan özellik gösterirler (Christaki et al. 2020). Dolayısıyla yağ asidi bileşimi gıdalarda beslenme kalitesini ortaya koyan önemli bir faktördür.

*Ornithogalum narbonense* bitki örneklerine ait yağ asidi bileşimi Tablo 1'de verilmiştir. Bitkinin yağ kompozisyonunda doymuş yağ asidi oranı % 61.653 ve doymamış yağ asidi %38.347 oranında tespit edilmiştir. *Ornithogalum narbonense* bitkisinin en fazla içerdiği yağ asidinin, %41.575 oranıyla stearik asit olduğu belirlenmiştir. Çoklu doymamış yağ asitlerinden ve esansiyel yağ asidi olarak kabul edilen

linoleik asit oranı da %12.69 düzeyindedir. Aromatik bitkilerden *Ferula communis* L. üzerinde yapılan bir çalışmada bitkinin çiçek ve meyvelerinde sırasıyla %50.96 ve %57.87 oranında doymuş yağ asidi varlığı tespit edilmiştir (Rahali et al. 2021). Endemik aromatik bitkilerden *Allium tuncelianum* bitki ekstraktının yağ asidi profilinin araştırıldığı makalede doymuş yağ oranı %33.39 ve doymamış yağ oranı %66.61 olarak belirlenmiştir (Uğur ve ark. 2021). Apiaceae familyasına ait *Prongos* sp. ve *Ferula* sp. türlerinden 14 aromatik bitkinin incelendiği çalışmada bitkilere ait doymuş yağ oranının %84.53 ile %8.53 arasında değiştiği, doymamış yağ oranının ise %90.60 ile %15.47 arasında değişiklik gösterdiği ortaya konmuştur (Ghafoor, 2019). Buradan anlaşılacağı üzere bitkilerin türü, alttürü, bitkinin hangi bölgesinden örnek alındığı ve bitkinin yetiştiği ortam gibi pek çok etken, yağ oranı üzerinde doğrudan etki etmektedir.

**Tablo 1.** *Ornithogalum narbonense* bitki örneklerine ait yağ asidi bileşimi.

Belirlenme zamanı (dakika)	Yağ asidi	Yaygın ismi	Alan (%)
14.820	C16	Palmitik asit	20.078
19.232	C18	Stearik asit	41.575
20.465	C18.1	Oleik asit	8.105
22.287	C18.2	Linoleik asit	12.690
24.284	C20.1	Gadolik asit	17.552

### Uçucu Organik Bileşikler

Uçucu organik bileşikler gaz olarak yayılır ve sağlığa etkileri olan kimyasalların farklı yapılarını içerirler (EPA, 2017). Bitkilerden elde edilen uçucu yağların, çeşitli bakteri ve mantar patojenlerine karşı geniş çapta antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir (Zhang et al. 2017). Uçucu profilin karakterizasyonu, özgünlük değerlendirmesi ve gıda kalitesi için önemli bir araçtır (Oliveira-Alves and ark. 2020). *Ornithogalum narbonense* bitki örneklerine ait uçucu organik bileşikler Tablo 2’de verilmiştir. Uçucu organik bileşikler uçucu özelliğe sahip olmalarının yanında farklı biyokimyasal özellikler de sergilerler. *Ornithogalum narbonense* bitki örneklerinde tespit edilen uçucu organik bileşiklerden lucenin 2, %13.72 oranı ile bitki örnekleri içerisinde en yüksek değere sahip olan uçucu organik bileşiktir. Gerçekleştirilen çalışmalarda lucenin 2 bileşiğinin bulunduğu bitkinin antioksidan özelliklerine katkı sağladığı bildirilmiştir (Barreca et al. 2014). %11.78 oranıyla tespit edilen nonanal parfümeri sanayinde sıklıkla kullanılan bir aldehittir. Aynı zamanda nonanal’ın, antifungal özellik gösterdiği çalışmalarda ortaya konmuştur (Zhang et al. 2017). Heptanal %10.44 oranı ile tespit edilen bir diğer aldehittir ve greyluft, limon ve birçok bitkide bulunan meyvemsi kokudan sorumludur. Tespit edilen bir diğer uçucu organik bileşen %9.63 oranıyla anetol olmuştur. Yapılan çalışmalarda anetolün antioksidan ve antiinflamatuvar etkilerinin yanında yüksek oranda mide koruyucu etki gösterdiği bildirilmiştir (Freire et al. 2005). %5.06 seviyesinde belirlenen timolün antibakteriyel ve antifungal özelliklerinin yanında antiseptik, antioksidan ve antiinflamatuvar etkisinin olduğu literatürde yer almaktadır (Marchese, 2016).

**Tablo 2.** *Ornithogalum narbonense* bitki örneklerine ait aroma bileşinleri.

Belirlenme zamanı (dakika)	Bileşik adı	CAS numarası	Alan (%)
5.10	Belirlenemedi	-	12.96
7.29	Heptanal	111-71-7	10.44
9.65	Belirlenemedi	-	9.74
13.26	Nonanal	124-19-6	11.78
16.22	Decanal	112-31-2	0.92
18.71	Anetol	104-46-1	9.63
18.88	Timol	89-83-8	5.06
22.83	Neril Aceton	3879-26-3	2.19
25.79	Desil Dekonoat	1654-86-0	11.42
31.95	Lucenin 2	54284-45-6	13.72

## SONUÇ

Yapılan çalışma ile Otlu peynir üretiminde kullanılan alternatif bir aromatik bitki olan *Ornithogalum narbonense* bitkisine ait yağ asidi kompozisyonu ve uçucu organik bileşikler tespit edilmiştir. Tespit edilen yağ asidi içeriğinin, esansiyel yağ içeriği başta olmak üzere insan beslenmesinde kullanılabileceği ve faydalı olduğu, tespit edilen uçucu organik bileşenlerin ise sahip oldukları antioksidan, antimikrobiyal, antiseptik, antiinflamatuvar gibi biyokimyasal özellikleri ile bu bitkinin beslenme yönünden oldukça önemli olduğu anlaşılmaktadır. Yağ asidi bileşenleri olarak palmitik, stearik, oleik, linoleik ve gadolik asit tespit edilmiştir. Belirlenen uçucu organik bileşenler ise heptanal, nonanal, decanal, anetol, timol, neril acetone, deşil dekanolat ve lucenin 2 bileşenleridir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Iğdır Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından “2019-FBE-A32” kodlu proje ile desteklenmiştir.

## Çıkar Çatışması

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

## Yazar Katkısı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamıştır.

## KAYNAKLAR

- Andiç S, Tunçtürk Y, Boran G, 2015. Changes in volatile compounds of cheese. In “Processing and Impact on Active Components in Food” edited by Victor R. Preedy. Academic Press, 231-239.
- Barreca D, Bellocco E, Leuzzi U, Gattuso G, 2014. First evidence of C- and O-glycosyl flavone in blood orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) juice and their influence on antioxidant properties. Food Chemistry, 149: 244-252.
- Christaki E, Giannenas I, Bonos E, Florou-Paneri P, 2020. Innovative uses of aromatic plants as natural supplements in nutrition. Chapter 2. In “Feed Additives: Aromatic Plants and Herbs in Animal Nutrition and Health”. Edited by Panagiota Florou-Paneri, Efterpi Christaki and Ilias Giannenas. Academic Press. ISBN: 978-0-12-814700-9
- Freire RS, Morais SM, Catunga-Junior FEA, Pinheiro DCSN, 2005. Synthesis and antioxidant, anti-inflammatory and gastroprotector activities of anethole and related compounds. Bioorganic & Medicinal Chemistry, 13(13): 4353-4358.
- Ghafoor K, Doğu S, Ahmed IAM, Fadimu GJ, Geçgel Ü, Al Juhaimi F, Babiker EE, Özcan MM, 2019. Effect of some plant species on fatty acid composition and mineral content of Ferulago, Prontos, Ferula, and Marrubium seed and oils. Journal of food processing and Preservation.
- EPA, U. (2017). Volatile Organic Compounds Impact on Indoor Air Quality. Recuperado de: <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/volatile-organiccompounds-impact-indoor-air-quality#intro>.
- Koyuncu M, Tunçtürk Y, 2017. Effect of packaging method and light exposure on oxidation and lipolysis in butter. Oxidation Communications, 40(2): 785-798.
- Koyuncu M, Tunçtürk Y, 2020. Evaluation of the quality characteristics of Siirt herby cheese: a traditional Turkish variety. Journal of the Institute of Science and Technology, 10(2): 1023-1029.
- Koyuncu İ, Gönel A, Akdağ A, Yılmaz MA, 2018. Identification of phenolic compounds, antioxidant activity and anti-cancer effects of the extract obtained from the shoots of *Ornithogalum narbonense* L. Cellular and Molecular Biology, 64(1): 75-83.

- Lubbe A, Verpoorte R, 2011. Cultivation of medicinal and aromatic plants for specialty industrial materials. *Industrial Crops and Products*, 34: 785-801.
- Marchese A, Orhan IE, Daglia M, Barbieri R, Di Lorenzo A, Nabavi SF, Gortzi O, Izadi M, Nabavi SM, 2016. Antibacterial and antifungal activities of thymol: A brief review of the literature. *Food Chemistry*, 210: 402-414.
- McSweeney PLH, Sousa MJ, 2000. Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening: a review. *Lait*, 80: 293-324.
- Ocak E, Tunçtürk Y, Javidipour I, Köse Ş, 2015. Farklı süt türlerinden üretilen Van otlu peynirlerinde olgunlaşma boyunca meydana gelen değişiklikler: mikrobiyolojik değişiklikler, lipoliz ve serbest yağ asitleri. *YYÜ Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(2): 164-173.
- Oliveira-Alves SC, Pereira RS, Pereira AB, Ferreira A, Mecha E, Silva AB, Bronze MR, 2020. Identification of functional compounds in baru (*Dipteryx alata* Vog.) nuts: Nutritional value, volatile and phenolic composition, antioxidant activity and antiproliferative effect. *Food Research International*, 131: 109026.
- Rahali FZ, Lamine M, Rebey IB, Wannas WA, Hammami M, Selmi S, Mliki A, Sellami IH, 2021. Biochemical characterization of fennel (*Ferula communis* L.) different parts through their essential oils, fatty acids, and phenolics. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 20(1): 3-14.
- Roche HM, 1999. Unsaturated fatty acids. *Proceedings of the Nutritional Society*, 58: 397-401.
- Şahin K, Andiç S, Koç Ş, 2001. Van ili kentsel alanda ailelerin Otlu peynir ve süt ürünleri alım ve tüketim davranışları. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 11(2): 67-73.
- Tetik F, Civelek S, Cakiloglu U, 2013. Traditional uses of some medicinal plants in Malatya (Turkey). *Journal of Ethnopharmacology*, 146: 331-346.
- Tunçtürk M, Eryiğit T, Kaya AR, 2017. Nutritional properties, minerals, and selected heavy metal content in Herby cheese plants of Lamiaceae. *Applied Biological Chemistry*, 60(1): 41-47.
- Uğur Y, Karaaslan-Ayhan N, Icen MS, Bicim T, Erdoğan S, Yaman M, 2021. Determination of fatty acids in *Allium tuncelianum* (Tunceli garlic) by gas chromatography with flame ionization detection (GC-FID). *Instrumentation Science & Technology*.
- Ulusal Süt Konseyi (USK), 2020. Dünya ve Türkiye’de süt sektör istatistikleri. <https://ulusalsutkonseyi.org.tr/wp-content/uploads/Sut-Sektor-Istatistikleri-2020.pdf>. Erişim tarihi. 17.11.2021.
- WFO, 2021. *Ornithogalum narbonense* L. Published on the Internet; <http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000712383>. Accessed on: 23 Nov 2021.
- Zhang Jh, Sun Hl, Chen Sy, Zeng L, Wang Tt, 2017. Anti-fungal activity, mechanism studies on  $\alpha$ -Phellandrene and Nonanal against *Penicillium cyclopium*. *Botanical Studies*, 58: 13.

**Atıf İçin:** Uygur Göçer E, 2021. Bazı *Nigella sativa* L. Genotiplerinde RAPD Markırları Kullanılarak DNA Sitozin Metilasyon Polimorfizminin Belirlenmesi. İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(Özel Sayı): 3488-3495.

**To Cite:** Uygur Göçer E, 2021. Determination of DNA Cytosine Methylation Polymorphism Using RAPD Markers in Some *Nigella sativa* L. Genotypes. Journal of the Institute of Science and Technology, 11(Special Issue): 3488-3495.

### Bazı *Nigella sativa* L. Genotiplerinde RAPD Markırları Kullanılarak DNA Sitozin Metilasyon Polimorfizminin Belirlenmesi

Emine UYGUR GÖÇER<sup>1</sup>

**ÖZET:** Epigenetik, DNA baz değişimi olmaksızın gen ifadesi ve fonksiyonundaki kalıtsal değişimler olarak tanımlanmaktadır. DNA'da metilasyon ve histon proteinlerindeki kimyasal modifikasyonlar bitkilerde en çok çalışılan iki epigenetik mekanizmadır. Epigenetik araştırmalarda düşük işlem hacimli ve yüksek işlem hacimli DNA metilasyon saptama teknikleri vardır. Düşük işlem hacimli tekniklerden bir tanesi de enzim tabanlı DNA sitozin metilasyonunun varlığına ya da yokluğuna dayanan bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım kullanılarak biyolojik aktiviteleri ve terapötik potansiyeli olan *Nigella sativa* L. genotipleri için rastgele genlerde DNA sitozin metilasyonu araştırılmıştır. Bu çalışmada, beş farklı *Nigella sativa* L. türüne ait genotipler (Çameli, Eskişehir, Konya, Suriye, Şanlıurfa) arasındaki sitozin metilasyon farklılıklarını araştırmak için touch-down polimeraz zincir reaksiyonları metilasyon duyarlı-rastgele arttırılmış polimorfik DNA (TD-MS RAPD) tekniği kullanılmıştır. Bu genotipler fidelerinden izole edilen genomik DNA örnekleri touch-down polimeraz zincir reaksiyonlarından önce metilasyona duyarlı olan *MspI* restriksiyon enzimi ve metilasyona duyarlı *HpaII* restriksiyon enzimi ile muamele edilmiştir. Kullanılan 8 oligonükleotid primerinden bir primer (OPB-12), beş genotip arasında metilasyon polimorfizmleri ile sonuçlanmıştır. TD-MS-RAPD-PZR yöntemi basit ve temel cihazları gerektiren uygun maliyetli yöntemdir. Bu yöntem normal bir DNA termal döngü cihazı ve DNA jel elektroforez sistemi kullanılarak kolayca uygulanabilmektedir. Ancak bu yöntemle saptanan metilasyon polimorfizmlerinin düzeyi çörek otunda çok düşüktür. Beş farklı çörek otu genomu arasında düşük düzeyde polimorfizm olduğu sonucuna varılmış olup bu durum çörek otu genomunun 5'-CCGG-3' içeriklerinin düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Çörek otu, Epigenetik, *MspI-HpaII*

### Determination of DNA Cytosine Methylation Polymorphism Using RAPD Markers in Some *Nigella sativa* L. Genotypes

**ABSTRACT:** Epigenetics is defined as heritable changes in gene expression and function without DNA base changes. Methylation in DNA and chemical modification in histone proteins are the two most studied epigenetic mechanisms in plants. There exist low-throughput and high-throughput DNA methylation detection techniques in epigenetic research. One of the low-throughput techniques is an enzyme-based approach based on the presence or absence of DNA cytosine methylation. Using this approach, DNA cytosine methylation in random genes was investigated for *Nigella sativa* L. varieties with biological activities and therapeutic potential. This study, touch-down polymerase chain reactions methylation sensitive-random amplified polymorphic DNA (TD-MS RAPD) technique was used to investigate cytosine methylation differences among genotypes of five different *Nigella sativa* L. species; Çameli, Eskişehir, Konya, Suriye and Şanlıurfa. Genomic DNA samples extracted from the seedlings of these genotypes were treated with *MspI*, a relative methylation-insensitive restriction enzyme and *HpaII*, a methylation-sensitive restriction enzyme before touch-down polymerase chain reactions. Among 8 oligonucleotide primers used, one primer (OPB-12) resulted in methylation polymorphisms among the five genotypes. The TD-MS-RAPD-PCR method is a simple and cost-effective method that requires basic equipment. This method can be easily implemented using a normal DNA thermal cyler and DNA gel electrophoresis system. However, the level of methylation polymorphisms detected with this method is very low in black cumin. It was concluded that there is a low level of polymorphism among five different black cumin genomes, which is thought to be due to the low 5'-CCGG-3' contents of the black cumin genome.

**Key words:** Black cumin, Epigenetic, *MspI-HpaII*

<sup>1</sup> Emine UYGUR GÖÇER ([Orcid ID: 0000-0002-6967-7357](https://orcid.org/0000-0002-6967-7357)), İğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, İĞDIR, Türkiye

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Emine UYGUR GÖÇER, e-mail: emine.uygur@igdir.edu.tr

Makale 15-17 Kasım 2021 tarihlerinde İğdir'da düzenlenen "Türkiye 7. Tohumculuk kongresi" sözlü olarak sunulmuştur.

## GİRİŞ

*Ranunculaceae* familyası yaklaşık 70 cins ve 3000 tür içeren büyük bir familyadır. *Nigella sativa* L. Düğün çiçeğigiller (*Ranunculaceae*) familyasından yaklaşık 20 türü kapsayan Batı Asya'dan Kuzey Hindistan'a kadar uzanan Akdeniz bölgesine özgü tek yıllık bir bitki cinsidir (Weiss, 2002). Çeşitli şifalı bitkiler arasında *Nigella sativa*, birçok araştırmanın geniş farmakolojik potansiyelini ortaya çıkarması nedeniyle zengin bir tarihsel ve dini geçmişe sahip bir mucize bitki olarak ortaya çıkmaktadır. Dünya da *Nigella sativa* tohumları ve yağları yüzyıllar boyunca çeşitli hastalıkların tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Ahmad ve ark., 2013).

*Nigella sativa* biyolojik aktiviteleri ve terapötik potansiyeli için kapsamlı bir şekilde incelenmiş ve antihipertansif, antidiyabetik, antikanser, antimikrobiyal, mide koruyucu, karaciğer koruyucu, böbrek koruyucu ve antioksidan özelliğe sahip olduğu gösterilmiştir. Bunun yanında tohumları bronşit, astım, ishal, romatizma ve cilt rahatsızlıkları gibi çeşitli hastalıkların tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu bitkinin terapötik özelliklerinin çoğu, uçucu yağın ana aktif kimyasal bileşeni olan timokinon (TQ) varlığından kaynaklanmaktadır. Çörek otu toksisitesi çok düşük olduğu için ekmek ve turşularda tatlandırıcı katkı maddesi gibi gıdalarda da kullanılmaktadır (Abel-Salam, 2012).

Gen anlatımı, sadece DNA'da bulunan baz dizileriyle değil aynı zamanda kromozomal yapıların da dahil olduğu DNA ile etkileşen protein, RNA ve diğer makro moleküllerle de kontrol edilir (Tchurikov, 2005). DNA dizi değişimi dışında ortaya çıkan etkiler epigenetik etki olarak bilinmektedir. Diğer bir ifadeyle epigenetik terimi, DNA dizi değişimi olmaksızın sadece mitotik değil mayotik kalıtımla da meydana gelen gen ekspresyonundaki değişiklikler olarak tanımlanmaktadır (Wu ve Morris, 2001). Epigenetik düzenlemeler arasında en iyi anlaşılmiş olan mekanizma DNA molekülünde özel pozisyonlarda bulunan C (sitozin) metilasyonudur (Bestor, 2000; Bird, 2002).

Metilasyon, örneğin sitozin bazının beşinci atomundaki metilasyon, genellikle DNA'ya bağlanan proteinleri değiştirerek ve ökaryotlarda temel bir DNA paketleme birimi olan nükleozomu değiştirerek gen anlatımındaki değişikliklere sebep olur. Bitkilerde DNA dizisini değiştirmeden yeni koşullara evrimsel adaptasyona izin veren DNA metilasyonu, doku ve organ gelişimi sırasında gen anlatımının ayarlanmasını, biyotik ve abiyotik uyarılara yanıt verilmesini içerir (Osabe ve ark., 2014; Karaca ve ark., 2016; Karaca ve İnce, 2018). Soğuk, kuraklık, tuz, metaller ve gelişimsel değişiklikler (fide, olgunlaşma, çiçeklenme, meyve verme) dahil olmak üzere çevresel streslere metilasyon tepkileri incelenmiştir. Birçok çalışma olgunlaşma, tuzluluk, kuraklık ve metal stresleri gibi streslere tepki olarak metilasyonda (hipermetilasyon) veya demetilasyonda (hipometilasyon) bir artışa neden olduğunu göstermiştir. Ancak, organizmalar veya gelişim evreleri arasında hipometilasyon veya hipermetilasyon yaygın değildir (Karaca ve İnce, 2018). Epigenetik düzenlemeler yalnızca çevresel uyarılara yanıt vermeyi içermez, aynı zamanda meyve olgunlaşması, tohum boyutu, çiçeklenme zamanı, bitki boyutu, heterosis, bitki boyu, cinsiyet belirleme ve patojen direnci gibi diğer tarımsal açıdan önemli özelliklerin ifadesini de içerir (Osabe ve ark., 2014; Tiwari ve ark., 2015).

Canlı organizmalarda farklı DNA metilasyon türleri vardır. Bitki genomunda metillenmiş sitozinler genellikle CG, CHH veya CHG [H; Adenin (A), Timin (T) veya Sitozin (C)] dizilerini içeren bölgelerde yer almaktadır (Cokus ve ark., 2008; Karaca ve ark., 2016). Genlerin DNA sitozin metilasyonunda ki veya demetilasyonunda ki değişiklikler genetik kontroller ile epigenetik düzenlemeler altında olabileceğini göstermektedir (Osabe ve ark., 2014; Wang ve ark., 2016). DNA dizileme yöntemleri genel olarak aşağıdakiler gibi üç kategoriye ayrılabilir (i) belirli nükleotid de baz çiftinde çözünürlük üreten gene veya lokusa özgü yöntem. (ii) sekanslama çalışmaları tarafından ekzon sekanslama veya genotipleme içeren bölgesel veya orantılı yöntemler ve (iii) Tüm genom sekanslama

yöntemleri (Karaca ve Ince, 2008). DNA düzeyinde metilasyonun saptanmasında yukarıda bahsedilen bu üç kategori kullanılabilir. Metilasyon çalışmalarında eski veya modifiye edilmiş yöntemler veya yeni metodlardan yararlanılabilir (Karaca ve Ince., 2008; Ince ve ark., 2010a; Ince ve Karaca., 2011a).

Eski veya modifiye yöntemlerin örnekleri arasında metilasyona duyarlı çoğaltılmış polimorfizm (MSAP), çoğaltılmış parça uzunluk polimorfizminin (AFLP) bir modifikasyonu, metilasyona duyarlı rastgele arttırılmış polimorfik DNA (MS-RAPD), rastgele amplifiye edilmiş polimorfik DNA'nın (RAPD) bir modifikasyonu yer alır. Metilasyona duyarlı tek zincirli konformasyon polimorfizmi (MS SSCP), metilasyon duyarlı basit dizi tekrarlar arası polimorfizm (MS-ISSR) ve diğerleri (Karaca ve ark., 2008; Tiwari ve ark., 2015; Wang ve ark., 2016). Rastgele arttırılmış polimorfik DNA (RAPD), önceden genom bilgisi gerektirmeden türler arasındaki DNA polimorfizmini incelemek için yaygın olarak kullanılan bir tekniktir (Welsh ve McClelland, 1990; Williams ve ark., 1990; Ince ve ark., 2015). RAPD tekniğinde genellikle çoğaltmada tüm organizmalar için aynı oligonükleotid primer seti kullanılabilir ve bu oligonükleotid özgün bölgelere rastgele bağlanarak çoğaltma yapmaktadır (Ince ve ark., 2015). İki örnek arasında boyut farkı gösteren amplifiye ürünlere polimorfik RAPD markırları denir. RAPD PCR tekniğinde genel olarak bant adı verilen yoğun ve hafif amplifiye ürün olarak iki tip amplifiye ürün üretilir. Yeniden üretilebilen RAPD bantları genellikle yoğun olan ve iki primer ile üretilebilen bantlardır. Hafif bantlar ise tek primerle üretilen genellikle tekrarlanamayan amplifiye ürünlerdir. RAPD PCR markırları polimorfizmi saptamak için hızlı bir yöntem olduğu için birçok genetik çalışmada kullanılmaktadır (Welsh ve McClelland, 1990; Ince ve ark., 2010b; Ince ve Karaca, 2011b; Tiwari ve ark., 2015).

Bu çalışmanın temel amacı, DNA polimorfizmlerinin tespiti için en eski ve en basit yöntemlerden biri olan touch down tabanlı metilasyona duyarlı rastgele amplifiye polimorfik DNA markır (TD-MS-RAPD-PCR) yönteminin güvenilir bir şekilde kullanılıp kullanılmayacağını araştırmak ve epigenetik bir mekanizma olan DNA sitozin metilasyonunu çörek otu bitkisinde uygulamaktır.

## MATERYAL VE METOT

Çalışmada 5 çörek otu genotipi kullanılmış olup bunlardan dördü Türkiye'nin farklı bölgelerinden (Çameli, Eskişehir, Konya, Şanlıurfa) toplanmış olup bir tanesi Suriye'den getirilmiştir.

### DNA İzolasyonu

Genomik DNA izolasyonu her bir genotipten 3'er tohum çimlendirerek elde edilen 7. gün fidelerini ait yaprak dokusu sıvı nitrojen kullanarak Aydın ve ark. (2018)'a ait, DNA izolasyon protokolü modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir. İzole edilen genomik DNA örnekleri, spektrofotometrik analiz ve agaroz jel elektroforezi kullanılarak kantitatif ve kalitatif analizleri gerçekleştirilmiştir.

### Restriksiyon Enzim Kesimi İşlemi

Restriksiyon enzim kesimi reaksiyonları 0.2 ml'lik ince duvarlı mikrotüplerde gerçekleştirilmiştir. 20 µL reaksiyon karışımı 1000 ng genomik DNA, 10 ünite *MspI* veya *HpaII* restriksiyon enzimleri ve 2 µL 10x DNA kesme tamponu (Tango buffer, Thermo Scientific) kapsamaktadır ve bu karışım 37°C'de 16 saat inkübe edilmiştir (Karaca ve ark., 2005). İnkübasyonun sonunda her numuneye 150 µL su ilave edilmiş ve TD-MS-RAPD-PCR deneylerinden önce iyice karıştırılmıştır.

### Touch-down Polimeraz Zincir Reaksiyonu (TD-PCR)

DNA amplikasyonları, SimpliAmp 9700 termal döngüleyici PZR cihazında (Applied Biosystems by Thermo Fisher Scientific) gerçekleştirilmiştir. Reaksiyonlar, kalıp DNA, primerler, 10x reaksiyon tamponu, MgCl<sub>2</sub>, dört farklı dNTP ve Taq DNA polimerazı içeren 25 µL'lik bir reaksiyon karışımında Çizelge 1'de gösterildiği gibi gerçekleştirilmiştir. RAPD PCR reaksiyonlarının özgüllüğünü arttırmak



için ise Çizelge 2'de gösterildiği gibi bir touch-down PZR kullanılarak hedefler çoğaltılmıştır. *MspI* ve *HpaII* (Çizelge. 3) ile kesilmiş çörek otu numuneleri, toplam 8 oligonükleotid primeri kullanılarak çoğaltılmıştır (Çizelge 4).

**Çizelge 1.** TD-MS-RAPD için PZR reaksiyon karışımı

Kullanılan Kimyasallar		Stok	Miktar	Final
Genomik DNA			8.5 µl	100-120 ng
Steril-H <sub>2</sub> O			3.5 µl	
İleri Primer ("Forward")		20 µM	3.0 µl	2.4 µM
Steril-H <sub>2</sub> O			4.6 µl	
10X Reaksiyon	TRIS-HCl (pH 9.1)	100 mM	3 µl	12 mM
Çözeltisi	KCl	100 mM		60 mM
	Triton X-100	%0.1		%0.012
MgCl <sub>2</sub>		50 mM	1.5 µl	3 mM
dNTP		10 mM	0.7 µl	0.28 mM
<i>Taq</i> DNA Polimeraz		5 ünite/ µl	0.2 µl	1 ünite
Toplam Hacim			25 µl	

**Çizelge 2.** TD-MS-RAPD-PCR profili

PZR Profili		Zaman	Döngü Sayısı	Aşama
<b>Hot Start</b>	94°C	5 dakika	1 döngü	Ön-denatürasyon
<b>Ön PZR</b>	94°C	1 dakika	10 döngü	Denatürasyon
	42°C→37°C	1 dk 20 sn		Renatürasyon
	72°C	2 dakika		Sentez
<b>PZR</b>	94°C	2 dakika	30 döngü	Denatürasyon
	37°C	1 dk 20 sn		Renatürasyon
	72°C	2 dakika		Sentez
<b>Final</b>	72°C	10 dakika	1 döngü	Final Sentez
	4°C	1 saat		

**Çizelge 3.** CCGG metilasyon durumuna *MspI* ve *HpaII* restriksiyon enzimlerinin duyarlılıkları

Hedef Bölge	<i>Msp I</i>	<i>Hpa II</i>	Metilasyon Durumu
CCGG/GGCC	Keser	Keser	Her iki DNA sarmalında metilsizdir.
<sup>m</sup> CCGG/ GG <sup>m</sup> CC	Keser	Kesmez	İçteki Sitozin bazıları tamamen metillidir
<sup>m</sup> C <sup>m</sup> CCGG/ GGCC	Kesmez	Keser	Bir DNA sarmalı tamamen metillidir.
<sup>m</sup> CCGG/GGCC	Kesmez	Keser	Bir DNA sarmalı yarı metillidir
<sup>m</sup> C <sup>m</sup> CCGG/ GG <sup>m</sup> C <sup>m</sup> C	Kesmez	Kesmez	Her iki DNA sarmalında tam metillidir

**Çizelge 4.** Çalışmada kullanılan oligonükleotid primer dizileri

NO	Primer ID	Primer sequence 5'→ 3'	Çameli	Eskişehir	Konya	Şanlıurfa	Suriye
1	OPA-06	GGTCCCTGAC	2	2	2	2	2
2	OPB-12	CCTTGACGCA	8(+1)	6(+1)	6(+1)	6(+1)	6(+1)
3	OPC-08	TGGACCGGTG	5	6	6	6	6
4	OPD-02	GGACCCAACC	4	3	4	3	3
5	OPG-03	GAGCCCTCCA	4	4	4	3	4
6	OPH-10	CCTACGTCAG	3	4	4	4	4
7	OPK-15	CTCCTGCCAA	1	1	1	1	1
8	OPK-18	CCTAGTCGAG	2	2	2	2	2

### Agaroz Jel Elektrofrezisi

TD-MS-RAPD-PCR deneyleri yapıldıktan sonra, her 25 µL PZR ürününe 5 µL 6x DNA yükleme tampon çözeltileri eklenmiş ve iyice karıştırılmıştır. Bu karışımlar, 0.05 µg/mL etidyum bromür içeren %1.5-3 yüksek çözünürlüklü agaroz jellere yüklendikten sonra 1x Tris Borate-EDTA tamponu varlığında 3 ila 6 saat sabit voltajda 5 V/cm'de elektroferez yapılmış ve analiz için bir ultraviyole (UV) transillüminatör üzerinde fotoğraflanmıştır (Karaca ve ark., 2013).

### Sitozin Metilasyon Skorlaması

TD-MS-RAPD-PCR markırları *Msp I* ve *Hpa II* enzimi ile kesilen 5 farklı çörek otu genomik DNA'ları arasında var (1) ve yok (0) olarak skorlama yapılmıştır. Bir TD-MS-RAPD-PCR markırının yokluğu, her iki hedef dizisinin de metillenmemiş tetra-nükleotitler içerdiği kabul edilir (5'-CCGG-3'/3'-GGCC-5') iken, bir TD-MS RAPD-PCR markırının varlığı, her iki hedef dizisinin de tamamen metillenmiş tetra-nükleotitler (5'-mCmCGG3'/3'-GGmCmC-5') içerdiği kabul edilmiştir. TD-MS-RAPD-PCR markırının *MspI*' da var *HpaII*' de yok olması DNA zincirinin tamamen metillenmiş (5'-mCmCGG-3'/3'-GGCC-5') olduğu ya da yarı metillenmiş (5'-mCCGG-3'/3'-GGCC-5') olduğu düşünülmüştür. Öte yandan, *MspI*'da bir TD-MS-RAPD-PCR markırı bulunmadığında ancak aynı markır *Hpa II* özetinde mevcut olduğunda, bu durumda da içteki sitozin bazlarının tamamen metillenmiş olduğu düşünülmüştür (5'-CmCGG-3' /3'-GGmCC-5'). Bu çalışmada 1 ve 0 puanlaması kullanılmıştır. Var (1) olarak puanlanması hedefin enzim tarafından kesilmediği, yok olarak (0) puanlanması ise hedefin enzim tarafından kesildiği kabul edilmiştir.

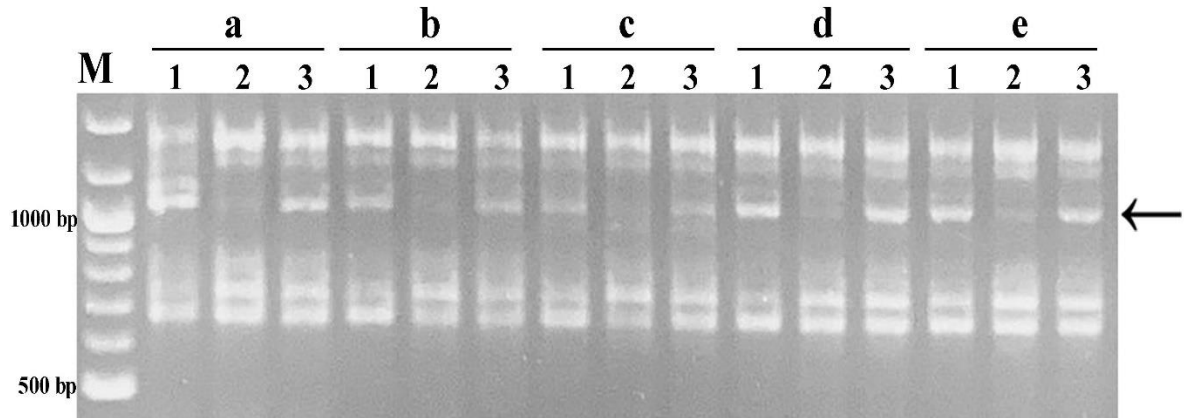
### BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, olgun çörek otu fidelerinde DNA sitozin metilasyonunun tespiti için TD-MS-RAPD-PCR tekniğini kullanılmıştır. TD-MS-RAPD-PCR tekniğinin kullanımı, aynı tanıma bölgelerine sahip olan ancak DNA metilasyonuna karşı farklı hassasiyet gösteren birbirlerinin izoşizomerleri olan *MspI* ve *HpaII* enzimlerinin uygulanmasına dayanmaktadır. Bu enzimler 5'-CCGG-3' dizilerini tanırlar ve *HpaII* enzimi sadece tek bir DNA zinciri metillendiğinde (hemimetillendiğinde) dıştaki sitozinler, *MspI* ise her iki DNA zinciri de tamamen metillendiğinde içteki sitozinleri keser. Ancak her iki DNA zinciri de metillenmediğinde her iki enzim de hedefleri keser. Çizelge 3 *MspI* ve *HpaII*'nin kesme davranışlarını özetlemektedir (Salmon ve ark., 2008). İki farklı hat veya çeşidi temsil eden iki farklı genomik DNA örnekleri *MspI* ve *Hpa II* ile kesildiğinde 5'-CCGG-3' hedef bölgelerinde farklı metilasyon paternleri varsa, ayırt edilebilirler. Öte yandan, hedef diziler metillenmemiş ve tamamen metillenmiş olduğunda iki çeşit veya hat ayırt edilemez (Tiwari ve ark., 2015).

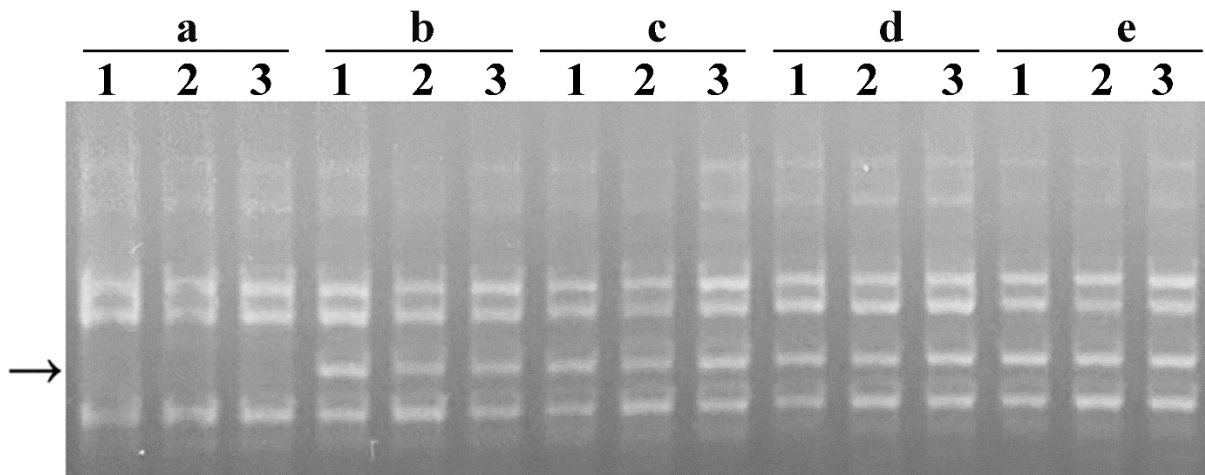
Bu çalışmada, MS-RAPD-PCR markırlarının amplifikasyonu, artefakt adı verilen spesifik olmayan markırların amplifikasyonunu en aza indirmek için bir touch-down PZR profili (TD-MS-RAPD-PCR olarak adlandırılır) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. RAPD tekniğinde artefakt amplikonların üretilmesi, markırların tekrarlanabilirliğini azalttığı için RAPD yönteminin ana dezavantajlarından biridir (Karaca ve Ince, 2008).

Güvenilir bir şekilde puanlanabilen çoğaltılmış ürünlerin sayısı 8 primer arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4). Örneğin OPK-15 oliganükleotid primeri 1 TD-MS RAPD-PCR markırı üretirken OPB 12 markırı en yüksek değeri sekiz (8) üretmiştir. Bu çalışmada Çameli, Eskişehir, Konya, Şanlıurfa ve Suriye genotipleri ile temsil edilen beş çörek otu türü arasında TD-MS-RAPD-PCR markırlarının sayısında değişiklik göstermiş olup toplam Çameli genotipinde 29, Eskişehir genotipinde 28, Konya genotipinde 29, Şanlıurfa genotipinde 27 ve Suriye genotipinde 28 TD-MS-RAPD-PCR markırı bulunmaktadır.

Kullanılan 8 primerden sadece biri (OPB 12) Şekil 1'de gösterildiği gibi çalışılan çörek otu genotipleri arasında metilasyona duyarlı polimorfizmler saptandı. Primer OPB12 ile amplifiye edilen lokus, tamamen metillenmiş iç sitozin bazları (5'-CCGG-3'/3'-GGCC-5') içermektedir. Bununla birlikte, bu metilasyonlar, çörek otu genotipleri arasında polimorfik olmadığı tespit edilmiştir.. Öte yandan Çameli genotipinde bir TD-MS-RAPD-PCR markırı (OPC 08) çalışmada ki diğer çörek otu genotiplerinde bulunmadığı için genotipler arasında metilasyon polimorfizmi ortaya çıkmıştır. (Şekil 2'de panelin ortasındaki bir okla gösterildiği gibi).



**Şekil 1.** a) Çameli, b) Eskişehir, c) Konya, d) Şanlıurfa, e) Suriye Genomik DNA'larının *MspI* ve *HpaII* enzimleri ile kesim sonrası OPB 12 primeri ile TD-MS-RAPD-PCR sonucu 1) Kontrol, 2) *MspI* enzimi metilasyon paternleri, 3) *HpaII* enzimi metilasyon paternleri



**Şekil 2.** a) Çameli, b) Eskişehir, c) Konya, d) Şanlıurfa, e) Suriye Genomik DNA'larının *MspI* ve *HpaII* enzimleri ile kesim sonrası OPC 08 primeri ile TD-MS-RAPD-PCR sonucu 1) Kontrol, 2) *MspI* enzimi metilasyon paternleri, 3) *HpaII* enzimi metilasyon paternleri

Bu çalışmada, TD-MS-RAPD-PCR sonuçlarına dayanarak, çörek otu fidelerinin genomik DNA örneklerinin 5'-CCGG-3' bölgelerinde düşük düzeyde DNA metilasyon farklılıklarına sahip olduğu belirlenmiştir. Örneğin, Osabe ve ark. (2014), DNA metilasyonu çeşitliliği, seçilen bitki genotiplerinde genetik çeşitlilikten daha büyük olduğu ve dokular arasında önemli ölçüde farklı DNA metilasyonu seviyeleri olduğunu tanımlamışlardır. Bu çalışmada CG bölgesindeki metilasyon incelenmiştir. Ancak çörek otundaki genetik ve epigenetik değişikliklerden en çok etkilenen genomik bölgeleri incelemek için CHG ve CHH bölgelerine de özgü enzimle metilasyon farklılıklarını tespit etmek için kullanılabilir.

Beş farklı çörek otuna ait genomdan elde edilen TD-MS-RAPD-PCR markırlarına dayalı olarak elde ettiğimiz sonuçlar, çörek otu fidelerinin DNA metilasyon polimorfizmlerinin çörek otundaki

genomik metilasyon polimorfizminden daha az olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, TD-MS-RAPD-PCR'nin sadece 5'-CCGG-3' dizisinde bulunan sitozin bazlarının metilasyonunu ayırt edebildiğini de söyleyebiliriz. Ayrıca, literatürde bildirildiği gibi (Wang ve ark. 2016) çörek otu genomunda 5'-CCGG-3' bölgelerinin oluşumunun düşük olduğunu, dolayısıyla diğer bazı kısıtlamaların olduğunu doğruladığımızı da belirtmeliyiz. TD MS-RAPD-PCR yönteminde çörek otundaki metilasyon farklılıklarını arttırmak için CG, CHG ve CHH bölgelerine özgü enzimler kullanılabilir olduğu sonucuna varılmıştır.

## SONUÇ

Bu çalışmada, 5 çörek otu genotipi arasında 5'-CCGG-3' sekans bölgesinde DNA sitozin metilasyon farklılıklarını araştırmak için touch-down (TD) tabanlı metilasyona duyarlı (MS) rastgele amplifiye polimorfik DNA (RAPD) polimeraz zincir reaksiyonu (PZR) yöntemi (TD-MS-RAPD-PCR) kullanılmıştır. Hedef genomik DNA örnekleri, her bir genotip için çimlendirilen fidelerden ekstrakte edilmiştir. Kullanılan 8 oligonükleotid primerinden sadece bir primer (OPB 12) epigenetik polimorfizmlerle sonuçlanmıştır. Böylece çörek otu genomlarının yüksek oranda 5'-CCGG-3' bölgeleri içermediği de doğrulanmış olmuştur. İncelenen 5'-CCGG-3' bölgelerinin çoğu, yüksek düzeyde DNA sitozin metilasyonları göstermediği çörek otu fidelerinden ekstrakte edilen genomik DNA örneklerinin farklı şekilde metillenmediği ortaya konulmuştur.

Sonuçlarımız, çörek otu örnekleri arasındaki genetik polimorfizmin DNA sitozin metilasyonundan (epigenetik) çok daha büyük olduğunu ortaya koymuştur. TD-MS-RAPD-PCR yöntemi uygun maliyetli olmasına, basit ve temel enstrümantasyon gerektirmesine ve normal bir DNA termal döngüleyici ve DNA jel elektroforez sistemi kullanılarak temel kuruluma sahip herhangi bir laboratuvarında kolaylıkla uygulanabilmesine rağmen çörek otu fideleri genomik DNA'sında tespit edilen polimorfizm seviyesi çok düşük olarak belirlenmiştir.

## Çıkar Çatışması

Makalenin planlanması ve yazılması sırasında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederim.

## Yazar Katkısı

Makalenin planlanması, yürütülmesi ve yazılmasının tarafımdan yapıldığını beyan ederim.

## KAYNAKLAR

- Abel-Salam BK, 2012. Immunomodulatory Effects of Black Seeds and Garlic on Alloxan-Induced Diabetes in Albino Rat. *Allergol Immunopathol (Madr)*, 40 (6): 336-340.
- Ahmad A, Husain A, Mujeeb M, Khan SA, Najmi A, Siddique NA, Damanhour ZA, Anwar F, 2013. A Review on Therapeutic Potential of *Nigella Sativa*: A Miracle Herb. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 5 (3): 337-352.
- Aydin A, Ince AG, Uygur Gocer E, Karaca M, 2018. Single Cotton Seed DNA Extraction without the Use of Enzymes and Liquid Nitrogen. *Fresenius Environmental Bulletin and Advances in Food Sciences*, 27: 6722-6726.
- Bestor TH, 2000. Chromatin Challenges During DNA Replication and Repair. *Human Molecular. Genetics*, 9: 2395-2402.
- Bird A, 2002. DNA Methylation Patterns and Epigenetic Memory. *Genes and Development*, 16: 6-21.
- Cokus SJ, Feng S, Zhang X, Chen,Z, Merriman B, Haudenschild CD, Pradhan S, Nelson SF, Pellegrini M, Jakopsen SE, 2008. Shotgun Bisulphite Sequencing of the Arabidopsis Genome Reveals DNA Methylation Patterning. *Nature*, 452, 215-219.

- Ince AG, Karaca M, 2011a. Early Determination of Sex in Jojoba Plant by CAPS Assay. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 149: 327-336.
- Ince AG, Karaca M, 2011b. Genetic Variation in Common Bean Landraces Efficiently Revealed By Td-DAMD-PCR Markers. *Plant Omics*, 4: 220-227.
- Ince AG, Karaca M, Aydin A, Elmasulu SY, Turgut K, 2015. Microsatellites for Genetic and Taxonomic Research on Thyme (*Thymus* L.). *Turkish Journal of Biology*, 39: 147-159.
- Ince AG, Karaca M, Onus AN, 2010a. Genetic Relationships within and Between Capsicum Species. *Biochemical Genetics*, 48: 83-95.
- Ince AG, Karaca M, Onus AN, 2010b. Differential Expression Patterns of Genes Containing Microsatellites in *Capsicum Annuum* L. *Molecular Breeding*, 25: 645-658.
- Karaca M, Ince AG, 2008. Minisatellites as DNA markers to classify bermudagrasses (*Cynodon* spp.): Confirmation of minisatellite in amplified products. *Journal of Genetics* 87: 84-86.
- Karaca M, Ince AG, 2018. Primer Pairs for Rice (*Oryza Sativa* L.) Bisulfite Sequencing Studies. *Journal Plant Science Phytopathol*, 2: 091-098.
- Karaca M, Ince AG, Aydin A, Ay ST, 2013. Cross-Genera Transferable E-Microsatellite Markers For 12 Genera of the Lamiaceae Family. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93: 1869-1879.
- Karaca M, Ince AG, Elmasulu SY, Onus AN, Turgut K, 2005. Coisolation of Genomic and Organelle DNAs from 15 Genera and 31 Species of Plants. *Analytical Biochemistry*, 34: 353-355.
- Karaca M, Ince AG, Gocer EU, Aydin A, 2016. Exonic and Intronic DNA Methylation Differences in A Fiber Specific Gene of Pima Cotton (*Gossypium Barbadosense* L.). *Journal Science Engineering Research*, 3: 478-486.
- Osabe K, Clement JD, Bedon F, Pettolino FA, Ziolkowski L, Llewellyn D, Jean Finnegan EJ, Wilson LW, 2014. Genetic and DNA Methylation Changes in Cotton (*Gossypium*) Genotypes And Tissues. *PLoS ONE* 9: e86049.
- Salmon A, Clotault J, Jenczewski E, Chable V, Manzanares-Dauleux, MJ, 2008. Brassica oleracea Displays a High Level of DNA Methylation Polymorphism. *Plant Science*, 174, 61-70.
- Tchurikov NA, 2005. Molecular Mechanisms of Epigenetics. *Biochemistry*, 70: 406-423.
- Tiwari JK, Saurabh S, Chandel P, Singh BP, Bhardwaj V, 2015. Assessment of Genetic And Epigenetic Variations in Potato Somatic Hybrids By Methylation-Sensitive ISSR and RAPD Markers. *Bangladesh Journal Botany*, 44: 45-50.
- Wang B, Zhang M, Fu R, Qian X, Rong P, Zhang Y, Jiang P, Wang J, Lu X, Wang D, Ye W, Zhu X, 2016. Epigenetic Mechanisms of Salt Tolerance and Heterosis in Upland Cotton (*Gossypium Hirsutum* L.) Revealed by Methylation-Sensitive Amplified Polymorphism Analysis. *Euphytica*, 208: 477-491.
- Welsh J, McClland M, 1990. Fingerprinting Genomes Using PCR with Arbitrary Primers. *Nucleic Acids Research*, 18: 7213-7218.
- Williams JGK, Kubelik ARK, Livak J, Rafalski JA, Tingey SV, 1990. DNA Polymorphism Amplified by Arbitrary Primers is Useful as Genetic Markers, *Nucleic Acid Res.earch*, 18: 6531-6535.
- Wu CT, Morris JR, 2001. Genes, Genetics and Epigenetics: A Correspondence. *Science*, 293: 1103-1105.

**Atf İçin:** Aydın A, Eren Ö, 2021. Bazı Tef Genotiplerinde RAPD MARKırları Kullanılarak Genetik Varyasyonun Belirlenmesi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(Özel Sayı): 3496-3506.

**To Cite:** Aydın A, Eren Ö, 2021. Determination of Genetic Variation in Some Teff Genotypes Using RAPD Markers. Journal of the Institute of Science and Technology, 11(Special Issue): 3496-3506.

## Bazı Tef Genotiplerinde RAPD Markırları Kullanılarak Genetik Varyasyonun Belirlenmesi

Adnan AYDIN<sup>1\*</sup>, Eren ÖZDEN<sup>2</sup>

**ÖZET:** Günümüzde tüketici bilincinin artması sonucu sağlıklı gıda ürünlerine talep her geçen gün artmaktadır. Kimyasal bileşimi ve beslenme özelliklere sahip olan Tef bitkisi, insan beslenmesinde geçmişten beri kullanılan bir bitki olmakla beraber, ülkemizde de alternatif olarak yetiştirilebilecek kaynaklardan biridir. Sağlıklı yaşam açısından son derece önemli bir tahıl olan tef, glutensiz olması nedeniyle de özellikle çölyak hastalarının beslenmesinde önemli yer tutar. Bunun yanında yetiştirme koşullarının zor olmaması ve hasat süresinin kısa olmasıyla beraber gelecekte kuraklığa kolayca uyum sağlayabileceği düşüncesi tef tahılının değerini her geçen gün arttırmaktadır. Çalışma kapsamında Et 2016 tef bitkisi kullanılarak 19 RAPD markırı ile taranmıştır. İyi amplikon veren 10 tane RAPD primeri ile Tef bitkisinde genetik varyasyon araştırması yapılmıştır. Kullanılan 10 tane RAPD primeri ile PZR sonrası agaroz jel elektroforez yöntemi ile amplikonların ayrıştırılması sağlanarak varlık (1) ve yokluk (0) skorlaması gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilere ile Jaccard benzerlik indeksi kullanılarak temel koordinat analizi ve Bayesian istatistiği ile genotipler arasında dendogram oluşturulmuştur. Yapılan analizler sonucunda genotipler arasındaki genetik varyasyonun düşük olduğu saptanmıştır. Zobel Basic ve Dega Basic genotiplerinde çok az düzeyde farklılık tespit edilmiş olup, daha çok markır ile teyit edilmesi gerekmektedir. Sonuç olarak bu genotipler arasındaki varyasyonun artırılması için farklı yaklaşımlar kullanılarak (mutajenler vb.) varyasyonun artırılması önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** *Eragrostis tef*, Moleküler Markırlar, Çeşitlilik

### Determination of Genetic Variation in Some Teff Genotypes Using RAPD Markers

**ABSTRACT:** As a result of increasing consumer awareness, the demand for healthy food products is increasing day by day. Teff, which has chemical composition and nutritional properties, is a plant that has been used in human nutrition since the past, and it is one of the sources that can be grown as an alternative in our country. Being a very important grain for a healthy life, teff has an important place in the diet of celiac patients because it is gluten-free. Besides, the fact that the growing conditions are not difficult and the harvest period is short, the thought that it can easily adapt to drought in the future increases the value of teff grain day by day. Within the scope of the study, 19 RAPD markers were screened using Et 2016 genotip. Genetic variation research was conducted in Teff plant with 10 RAPD primers giving good amplicon. Presence (1) and absence (0) scoring were performed by separating amplicons using agarose gel electrophoresis method after PCR with 10 RAPD primers used. By using the Jaccard similarity index with the data obtained, a dendogram was created between the genotypes with the basic coordinate analysis and Bayesian statistics. As a result of the analysis, it was determined that the genetic variation between the genotypes was low. Very little difference was detected in Zobel Basic and Dega Basic genotypes and needs to be confirmed with more markers. As a result, it is recommended to increase the variation by using different approaches (mutagens, UV, etc.) to increase the variation among these genotypes.

**Keywords:** *Eragrostis tef*, Molecular Markers, Diversity

<sup>1</sup>Adnan AYDIN ([Orcid ID: 0000-0002-8284-3751](https://orcid.org/0000-0002-8284-3751)), Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Iğdır, Türkiye

<sup>2</sup>Eren ÖZDEN ([Orcid ID: 0000-0001-7507-9815](https://orcid.org/0000-0001-7507-9815)), Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Iğdır, Türkiye

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Adnan AYDIN, e-mail: aydinadnann@gmail.com

15-17 Kasım 2021 tarihlerinde Iğdır'da düzenlenen "Uluslararası Katılımlı Türkiye 7. Tohumculuk Kongresi'nde" sözlü sunum olarak sunulmuştur.

## GİRİŞ

*Poaceae* familyası, *Eragrostidae* takımı, *Eragrostis* cinsinde bulunan tef bitkisinin 350 türü olduğu rapor edilmektedir (Sarı ve Tiryaki, 2018). İlgili cins hem tek yıllık hem de çok yıllık karakterde türleri barındırmaktadır (Conert, 1992; Tefera ve ark., 2003). *Eragrostif tef* bitkisi eskiden *Eragrostis abyssinica* (Jacq.) ve *Cynodon abyssinicus* (Jacq.) gibi isimler ile bilinirken günümüzde *Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter olarak sistematikte yerini almıştır (Assefa ve ark., 2011). Bitkinin taksonomideki sınıflandırılmasındaki bu belirsizliklerin en büyük nedeni *Eragrostis* cinsindeki türlerin poliploidy göstermesi, yani farklı kromozom sayılarına sahip türlerin varlığı ve kompleks bir genomun olmasından kaynaklanmaktadır. Temel kromozom sayısı 10 olan cins içerisinde farklı poliploidy seviyelerinde genom yapılarına sahip, auto- poliploid ve allo-poliploid yapı sergileyen çok sayıda tür bulunmaktadır. *Eragrostis tef*, allotetraploid ( $2n=4x=40$ ) bir bitki olmasıyla bilinmektedir (Assefa ve ark., 2011). Tef'in kültürü yapılan rafi darısı (*Eleusine coracana*) ile en yakın ilişkili olduğu bitki türü olarak gösterilirken, alt familya olarak en yakın ilişkili kültür bitkileri olarak sorgum (*Sorghum bicolor*) ve mısır (*Zea mays*) gösterilmektedir (Sarı ve Tiryaki, 2018). Ortolog genler kullanılarak yapılan moleküler DNA dizi analizlerinin sonucunda ise tef bitkisine en yakın bitki türlerinin cin darı (*Setaria italica*) ve sorgum (*Sorghum bicolor*) olduğu rapor edilmiştir (Cannarozzi ve ark., 2014).

Cins içerisinde çok miktarda bitki topluluğu olmasına rağmen tanesi için yetiştiriciliği yapılan tek tür *Eragrostis tef* olarak bilinmektedir. Yaygın ismi tef olarak bilinen bitki 'Yazotu', 'aşkotu' olarak da bilinen glutensiz bir bitkidir. Dünyada en küçük tane boyutuna (1 mm'den küçük) sahip bir tahıl olma özelliğini korumaktadır (Geren ve ark., 2019). Bitkinin anavatanı Etiyopya'dır ve buğday gibi tanelerinin öğütülmesiyle elde edilen undan ekşi mayalı ekmek yapılmaktadır. Tef, tarımına başlanılan ilk bitkilerden biri olması ile MÖ 5000 yıllarında Etiyopya'nın yüksek yaylalarında tanesi için ve hayvan yemi olarak yetiştirildiği farklı araştırmacılar tarafından rapor edilmektedir (Eckhoff ve ark., 1993; Hickman ve ark., 2013; Geren ve ark., 2019). Tef bitkisinin alternatif bitki olarak görülmesi ve yaygın olmasının temel nedenlerinden bir tanesi de içinde gluten olmaması (Gebremariam ve ark., 2014) ya da çok düşük seviyede olmasından kaynaklanmaktadır (Mebratu ve ark., 2016). Tef bitkisinin tanesi, kinoa veya çia gibi buğdaya alternatif iyi bir gıda olması, insan vücudundaki hormon seviyelerini dengelediği, bağışıklık sistemini güçlendirdiği, sindirimin sisteminin uyarılmasına katkı sağladığı bildirilmektedir (Geren ve ark., 2019). Ayrıca en küçük taneli tahıl grubunda olmasına rağmen yüksek lifli bir yapıya sahip olması, protein, magnezyum, demir ve kalsiyum içeriğinin yüksek olması bu bitkinin alternatif bir tahıl bitkisi olarak yaygınlaşmasına olanak sağlamaktadır. İçinde barındırdığı vitamin-mineraller ile insanlarda sağlıklı bir şekilde kilo kaybını yapmakta ve kemikleri güçlendirmesi önemini daha da ortaya koymaktadır. Tanesinin içindeki demir vücudun önemli organlarında ve bölgelerindeki oksijenasyonu yani oksijene doymayı arttırmaktadır (Gebremariam ve ark., 2014). Tef bitkisinin biyotik ve abiyotik streslere olan dayanıklılığı ile tarımı kolay yapılabilecek bir bitki olması, diğer kültür bitkilerine göre daha ekonomik şartlarda yetiştirilecek bitki olması avantajları arasında bulunmaktadır (Geren ve ark., 2019). Ayrıca depolama koşullarında herhangi bir kimyasal kullanmadan bitkinin taneleri birkaç yıl canlılıklarını sürdürebilmektedir (Sarı ve Tiryaki, 2018).

Tef bitkisinin ülkemizde yeni bir bitki olması ve glutensiz olmasından kaynaklı alternatif bir tahıl grubu olarak akademik çalışmalarda araştırılmaya başlanmıştır (Kaya ve ark., 2020; Köten, 2021). Ülkemize farklı ülkelere getirilmiş olan tef genotiplerinde varyasyonların ve genetik çeşitliliğinin belirlenmesi için moleküler çalışmalar ile bu genetik varyasyonun ortaya konulması ile yapılacak olan ıslah çalışmalarına büyük katkı sunacaktır. Bitki genetik kaynaklarındaki çeşitlilik ıslah çalışmaları için oldukça önemlidir. Bu sebeple bitki genotiplerin, genetik açıdan varyasyonun yüksek olması daha sonra

yapılacak olan ıslah çalışmaları için iyi bir materyal olarak kullanılabilmesine olanak sağlayacaktır (Ulukan, 2011).

Bitki ıslahında temel başarı genotipler arasındaki genetik ilişki ve bitki grupları arasındaki genom farklılığından kaynaklanan genetik değişkenliklere bağlı olmaktadır (Rana ve Bhat, 2005; Abdellatif ve Soliman, 2013). Genetik farklılık; türlerin kendi içerisinde, türler arasında ve tüm ekosistemde; biyoçeşitlilik ve organizma çeşitliliği açısından önemli bir faktördür. Farklı özellikte çeşitler üretmek için ebeveyn seçimi ıslah çalışmalarında büyük ölçüde geliştirilebilir. Farklı genoma sahip bitki gruplarını tanımlamak, bitki popülasyonunun yapısını anlamak ve temel hat gruplarının birbirinden ayırt edilebilmesi için genetik çalışmalarda markırların kullanımı büyük önem taşımaktadır (Tyagi ve ark., 2014). Genetik çeşitlilik tahminleri soyağacı ve morfolojik veriler (Van Esbroeck ve ark., 1999), biyokimyasal markırlar (Wendel ve ark., 1992) ve DNA'ya dayalı moleküler markırlar (Yu ve ark., 2012) kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Bu yaklaşım ile yapılan genetik çeşitlilik çalışmalarında morfolojik belirteçler yanıltıcı olabilmektedirler veya çalışmayı sınırlandırabilmektedir. Morfolojik belirteçler bitki gelişim aşamasında çevreden etkilendikleri için genom bilgisinin ortaya konulmasında yetersiz kalmaktadır (Lukonge ve ark., 2007). Bunun aksine moleküler markırlar, doğrudan allelik varyasyonu ölçebildikleri ve genetik uzaklık tahminlerini allel düzeyinde verebildikleri için güvenilirlikleri ve bilgi içerikleri daha gerçekçidir (Tyagi ve ark., 2014). Farklı genotiplerde genetik karakterizasyonun yapılması bitki ıslahı açısından çok önemlidir (Govindaraj ve ark., 2014). Bitki genetik kaynaklarındaki çeşitlilik, hem çiftçi hem ıslahçı açısından istenilen karakterde yeni ve gelişmiş bitki çeşitleri üretilmesine olanak sağlar. DNA düzeyinde kullanılan moleküler markırlar genotipler arasındaki farklılıkları ortaya çıkardığı gibi genetik kaynakların karakterizasyonu için doğrudan kullanılan, daha güvenilir ve etkili bir yöntemdir. Genetik varyasyonların ortaya konulmasında kullanılan mevcut moleküler markırlar RFLP, PCR-RFLP, RAPD, ISSR, SSR gibi makırlar olup, daha kolay, daha ucuz ve daha hızlı oldukları için tercih edilmektedirler.

Bu çalışma kapsamında ülkemizde de alternatif bitki olarak görülmeye başlanan ve özellikle gluten içermeyen bir tahıl gurubunda bulunan ve Etiyopya'dan temin edilen 5 farklı tef bitkisinin genetik varyasyonun moleküler markırlar ile ortaya konulması hedeflenmiştir. Elde edilen verilerle ülkemizde tef bitkisinin ıslahına yönelik ön veriler elde edilmiş olup, sonraki çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## MATERYAL VE METOT

### Bitki Materyali ve Yetiştirilmesi

Çalışmada kullanılan bitki materyali Etiyopya kökenli olup genotipler Et 2016, Zobel Basic, Dega Basic, Dega CI, Boset Basic'dir. Kullanılan genotiplerin hepsi *Eriogrostis* cinsine ait olan ve yetiştiriciliği yapılan tek tür olan *Eriogrostis tef* türüne ait genotiplerdir. Tef bitkisine ait 5 (beş) farklı genotip ortalama 25 °C'de saksılarda yetiştirilmiş ve bitki boyu 5-7 santimetreye boyuna geldikten sonra DNA izolasyonu gerçekleştirmek amacıyla yaprakları steril bir şekilde toplanarak -20 °C'de saklanmıştır.

### DNA izolasyonu ve kalite-miktarının belirlenmesi

Streril koşullarda toplanmış yaprak örnekleri Aydın ve ark. (2018)'e göre modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir. DNA kalite ve miktarının belirlenmesinde Nano-drop (Maestrogen, MN-913) ve Agaroz Jel Elektroforetik yöntemler kullanılarak belirlenmiştir (Aydın, 2018).



### Kullanılan DNA Moleküler Markırları

Çalışmada toplam 19 RAPD primeri kullanılmıştır ve bir genotip ile taranan bütün primerlerden sadece en iyi amplikon verenler genetik varyasyonun belirlenmesinde kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan RAPD primerleri Çizelge 1’de gösterilmektedir.

**Çizelge 1.** Çalışmada kullanılan RAPD primer dizileri.

NO	Primer ID	Primer sequence 5'→ 3'
1	OPA-05	AGGGGTCTTG
2	OPA-06	GGTCCCTGAC
3	OPB-12	CCTTGACGCA
4	OPB-13	TTCCCCCGCT
5	OPC-08	TGGACCGGTG
6	OPC-09	CTCACCGTCC
7	OPD-01	ACCGCGAAGG
8	OPD-02	GGACCCAACC
9	OPF-16	GGAGTACTGG
10	OPF-17	AACCCGGGAA
11	OPG-03	GAGCCCTCCA
12	OPG-04	AGCGTGTCTG
13	OPH-07	CTGCATCGTG
14	OPH-10	CCTACGTCAG
15	OPI-11	ACATGCCGTG
16	OPI-14	TGACGGCGGT
17	OPK-15	CTCCTGCCAA
18	OPK-18	CCTAGTCGAG
19	OPN-19	GTCCGTTACTG

### Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR) Çalışmaları

PZR çalışmalarında aşağıda Çizelge 2’de gösterildiği gibi kullanılan kimyasal ve miktarları gösterilmiştir.

**Çizelge 2.** PZR çalışmalarında kullanılan kimyasallar ve miktarları

Kullanılan Kimyasallar	Stok	Miktar	Final
Genomik DNA		8.5 µl	100-120 ng
Steril-H <sub>2</sub> O		3.5 µl	
İleri Primer ("Forward")	20 µM	3.0 µl	2.4 µM
Steril-H <sub>2</sub> O		4.6 µl	
10X Reaksiyon Çözeltisi	TRIS-HCl (pH 9.1)	100 mM	12 mM
	KCl	100 mM	60 mM
	Triton X-100	%0.1	%0.012
MgCl <sub>2</sub>	50 mM	1.5 µl	3 mM
dNTP	10 mM	0.7 µl	0.28 mM
Taq DNA Polimeraz	5 ünite/ µl	0.2 µl	1 ünite
Toplam Hacim		25 µl	

Kullanılan RAPD primerlerinin çoğaltımında PZR profili Çizelge 3’de belirtilmiş olup “Touch-Down” PZR yöntemi kullanılmıştır (Karaca ve ark., 2019).

**Çizelge 3.** Çalışmada kullanılan PZR profili

PZR Profili	Zaman	Döngü Sayısı	Aşama
<b>Hot Start</b>	94°C	5 dakika	1 döngü
	94°C	1 dakika	Ön-denatürasyon
<b>Ön PZR</b>	42°C→37°C	1 dk 20 sn	10 döngü
	72°C	2 dakika	Denatürasyon
	94°C	2 dakika	Sentez
<b>PZR</b>	37°C	1 dk 20 sn	30 döngü
	72°C	2 dakika	Denatürasyon
	72°C	2 dakika	Sentez
<b>Final</b>	72°C	10 dakika	1 döngü
	4°C	1 saat	Final Sentez

### PZR ürünlerinin ayrıştırılması

Agaroz jel elektroforez yöntemi kullanılarak örnekler arasındaki polimorfizm ortaya konulmuştur. Çalışmada kullanılan RAPD primerlerinin verdikleri ampliconlar %2.0 konsantrasyonda olan agaroz jel ile gerçekleştirilmiştir.

100 mL'lik Agarose Jel içine 5 µL olacak şekilde RedSafe™ (INtRON BIOTECHNOLOGY, Cat.No. 21141) ilave edilmiştir. PZR örnekleri 1/6 örnek hacmi olacak şekilde 6x DNA yükleme çözültüsü ile karıştırılıp, örnekler jel kuyucuklarına yüklenmiş ve 1X TBE çözültüsü kullanılarak 5V/cm uygulanarak polimorfizimler yakalanana kadar jeller yürütülmüştür.

Elektroforez işleminden sonra DNA-RedSafe™ Jel görüntüleme cihazı (Cleaver) ile görüntülenip jel görüntüsü UVpro programı ile bilgisayar ortamında kaydedilmiş ve skorlama ve fotoğraflama aşamalarında kullanılmak üzere depolanmıştır (Aydın, 2018).

### Moleküler Veri Analizleri

#### a) Jellerin analiz edilmesi ve skorlamalar

PZR sonucunda örnekler Jel Elektroforez Yöntemi kullanılarak belirtilen primerler tarafından oluşan ampliconlar varlık durumunda bir (1), yokluk durumunda (0) olarak skorlamalar yapılmıştır.

#### b) Polimorfizm bilgi içeriğinin belirlenmesi

Her bir markır genotipler arasında oluşturmuş olduğu paterne göre Polimorfik Bilgi İçeriği ("Polymorphic Information Content" (PIC)) Smith ve ark., (1997) ye göre aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$PIC = 1 - \sum f_i^2 \quad (1)$$

$f_i$  = i markırının frekansı.

#### c) Verilerin kümeleme analizleri

Elde edilen varlık (1), yokluk (0) skorları, Jaccard'ın genetik benzerlik indeksleri ve kümeleme çalışmalarının hesaplamasında kullanılmıştır. Kümeleme analizleri MrBayes programı ile Bayes istatistiği kullanılarak genotipler düzlemsel ilişkileri ortaya konmuştur.

#### d) Temel konumlandırma analizi (PCoA)

MVSP yazılım programı kullanılarak temel koordinat analizi ("Principal coordinate analyses" (PCoA)) ile çalışmada kullanılan tef genotipleri arasındaki konumsal ilişkileri ortaya konulmuştur. PCoA analizinin sonuçlandırılmasında Jaccard benzerlik indeksi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Jaccard benzerlik indeksinin formülü aşağıda gösterilmiştir.

$$J_{c_{ij}} = \frac{a}{(a + b + c)} \quad (2)$$

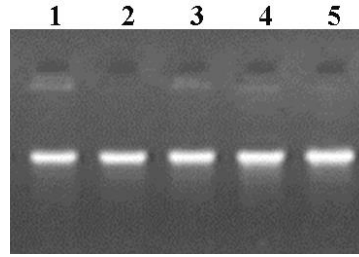
i, j, farklı örnekler, örneğin iki pamuk çeşidi

a= i ve j örneğindeki varlık skorlarının sayısı (1)

b= i örneğindeki varlık skorlarının sayısı (1) j örneğindeki yokluk skorlarının sayısı (0)

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada Etiyopya'dan temin edilmiş 5 farklı genotip ile çalışmalar yapılmıştır. Kullanılan genotiplerin genetik varyasyonunun belirlenmesi için genotiplere ait tohumlar uygun sıcaklık ve nem ortamında ekilerek bitkiler 5-7 cm boyuna geldikten sonra yapraklar steril bir şekilde toplanarak DNA izolasyonu için -20 °C'de muhafaza edilmiştir. DNA izolasyonu Aydın ve ark., (2018)'e göre motife edilerek gerçekleştirilmiştir. Şekil 1'de görüldüğü üzere izolasyonu yapılan genomik DNA'lar görülmekte ve polisakkarit, protein ve fenolik bileşiklerden arındırılmış olduğu saptanmıştır. Ayrıca her kuyucuğa 200-300 ng olacak şekilde 8 µL gDNA ve 2 µL yükleme bufferı ile karıştırılarak %1 agaroz jelde yaklaşık bir saat yürütülmüştür.



Şekil 1. gDNA Jel görüntüsü (1-Et 2016, 2-Zobel Basic, 3-Dega Basic, 4-Dega CI, 5-Boset Basic)

DNA kalite ve miktarlarının belirlenmesinde nano-drop ve agaroz jel elektroforetik yöntemler kullanılmıştır. DNA'nın protein, polisakkarit ve fenolik bileşiklerden arındırıldığını Çizelge 4'te de görüldüğü üzere gDNA'ların  $A_{260/280}$  ve  $A_{260/230}$  okumaları beklenen aralıklarda saptanmıştır (Ince ve Karaca, 2009). Ayrıca gDNA miktarı olarak µL'sindeki ng 96 ile 150 arasında bulunmuş olup PZR çalışmaları için yeterli miktar elde edilmiştir.

Çizelge 4. Nano-Drop sonuçlarına göre kalite ve miktarının belirlenmesi

Genotip	$A_{260/280}$	$A_{260/230}$	ng/µL
Et 2016	1,85	1,02	150
Zobel Basic	1,80	1,30	108
Dega Basic	1,84	1,15	96
Dega CI	1,88	1,21	105
Boset Basic	1,86	1,09	124

### Jellerin Analiz Edilmesi ve Primerlerin PIC Değerlerinin Belirlenmesi

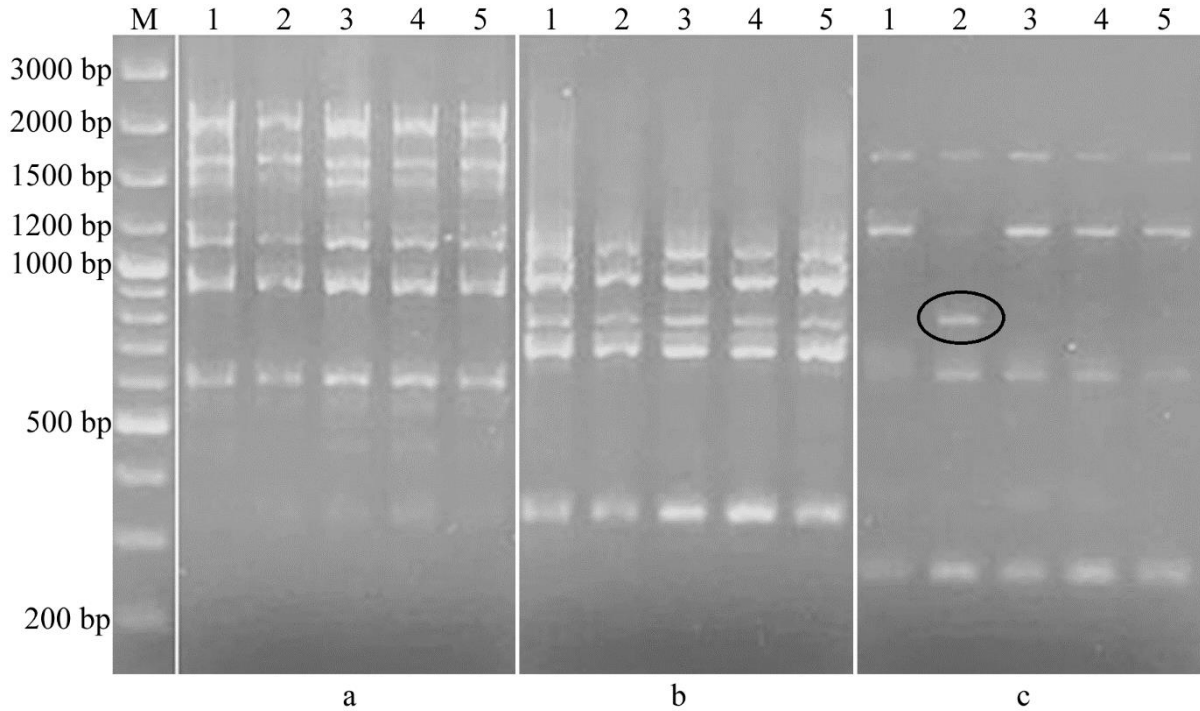
Elde edilen gDNA'ların kalitesinin ve miktarının yeterli olması ile Et 2016 genotipi kullanılarak toplamda 19 tane RAPD primeri ile taranmıştır. Bu primerlerden en iyi ampikon veren 10 tane RAPD primeri tef bitkisinin genetik varyasyonunun belirlenmesinde kullanılmıştır (Çizelge 5). PZR sonrası oluşmuş olan ampikonlar %2 agaroz jel elektroforezde ampikonlar iyice ayrışana kadar jeller yürütülmüştür. Polimorfik bantlar kesin olarak ayrıştıktan sonra varlık (1) ve yokluk (0) skorlaması gerçekleştirilmiştir. Yapılan bütün analizler genotipler arasındaki varlık ve yokluk skorlamalarına göre yapılmıştır.

En iyi ampikon veren 10 primerden sadece 2 tanesinde polimorfizm saptanmıştır. Geri kalan 8 tanesinde ise herhangi bir polimorfizm belirlenmemiştir. Primerlerin kullanılan genotiplerdeki PIC değerleri 0-0,320 arasında değişmiştir. 0,320 PIC değeri veren primerler ise OPA-05 ile OPC-09 primerleridir. Patern sayısı da yine 1-2 arasında değişmiş olup, 2 farklı patern veren primerler PIC değeri 0,320 olan primerler olarak saptanmıştır. Kullanılan primerde allel sayıları ise 2-9 arasında değişmiş ve ortalama allel sayısı 5,4 olarak hesaplanmıştır. En fazla allel sayısı 9 ile OPB-12 primeri iken en az allel sayısı 2 ile OPI-14 primeri olarak gözlemlenmiştir. Çalışmada kullanılan primerlerden sadece OPA-05 ile OPC-09 farklı yani polimorfik ampikonları ortaya koyduğundan sadece bu iki primerin varlığında

çok az da olsa varyasyon saptanmıştır. Örneğin OPC-09 RAPD primeri sadece Zobel Basic genotipinde tek bir allel farklılığından kaynaklanan bir varyasyon göstermiştir (Şekil 2). Buna karşın OPB-12 ve OPB-13 RAPD primerleri sırasıyla 9 ve 6 allel oluşturmuş olmalarına rağmen herhangi bir polimorfizm tespit edilmediği Şekil 2’de de görülebilmektedir.

**Çizelge 5.** Primerlerin polimorfizm bilgi içeriği

Primer	PIC	Patern Sayısı	Allel Sayısı
OPA-05	0,32	2	7
OPA-06	0	1	5
OPB-12	0	1	9
OPB-13	0	1	6
OPC-09	0,32	2	5
OPG-03	0	1	4
OPG-04	0	1	6
OPI-11	0	1	7
OPI-14	0	1	2
OPK-15	0	1	3



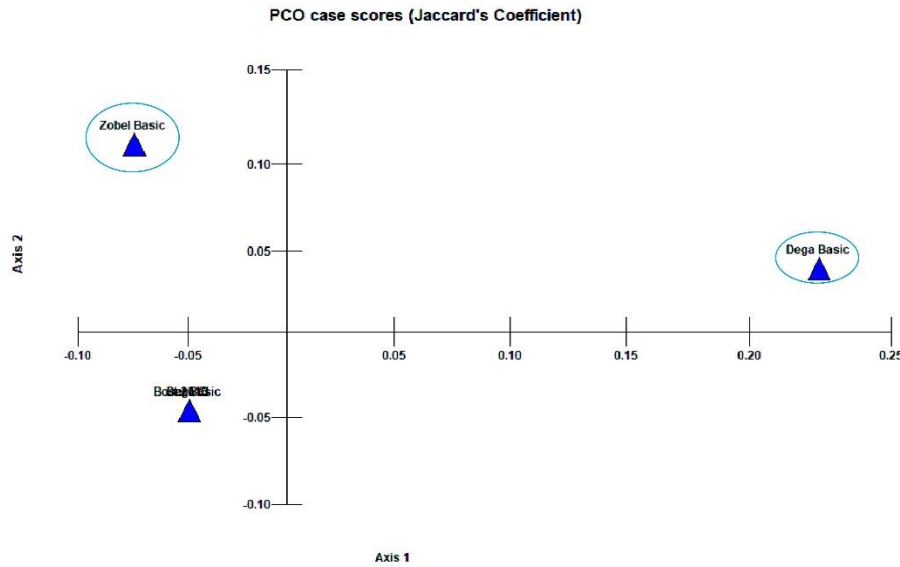
**Şekil 2.** OPB-12, OPB-13 ve OPC-09 RAPD Primerlerinin Jel Elektroferez Görüntüsü.

(1-Et 2016, 2-Zobel Basic, 3-Dega Basic, 4-Dega CI, 5-Boset Basic. a)-OPB-12, b)-OPB-13, c)-OPC-09)

### Temel Konumlandırma Analizi (PCoA)

PCoA analizi için Jaccard benzerlik indeksi ile çalışmada kullanılan primerlerin PZR sonrası oluşturmuş olduğu ampliconların varlık ve yokluk skorlaması kullanılarak elde edilmiştir. Bu analizin gerçekleştirilmesinde Çok Değişkenli İstatistik Paket (“Multi-Variate Statistical Package”-(MVSP)) programı kullanılarak Şekil 3’teki PCoA görseli elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan beş farklı genotipten sadece iki tanesi farklı bölgelerde konumlanmış ve bu genotipler Zobel Basic ile Dega Basic genotipleridir. Diğer 3 genotip ise aynı noktada konumlanmıştır. Burada gerçekleşen analiz sonucunda bu farklılığın temel nedeni polimorfizm bilgi içerikleri farklı olan OPA-05 ile OPC-09 RAPD primerlerindeki farklı allellerin Zobel Basic ve Dega Basic genotiplerinde ortaya çıkmasından kaynaklanmaktadır. Diğer üç genotipte ise (Et 2016, Dega CI, Boset Basic) kullanılan her 10 RAPD

primerleri yönünden herhangi bir polimorfizimin tespit edilememesinden dolayı tek bir noktada ve aralarında herhangi bir farklılık tespit edilememiştir. Türlerdeki çeşitlilik zenginliği, farklı tarımsal ekolojiler, mahsul sistemleri ve amaçlara uygun çeşitler geliştirmek için mahsulün genetik olarak iyileştirilmesi için geniş fırsatlar sunar (Tadesse ve ark., 2021). Bu gerçek nedeniyle, geçmişte farklı yaklaşımlar kullanarak tef germplazm koleksiyonlarındaki genetik çeşitliliği değerlendirmek ve ölçmek için çaba sarf edilmiştir (Assefa ve ark., 2017). Moleküler markırların genetik çeşitliliği belirlemede kullanılması son derece önemlidir.



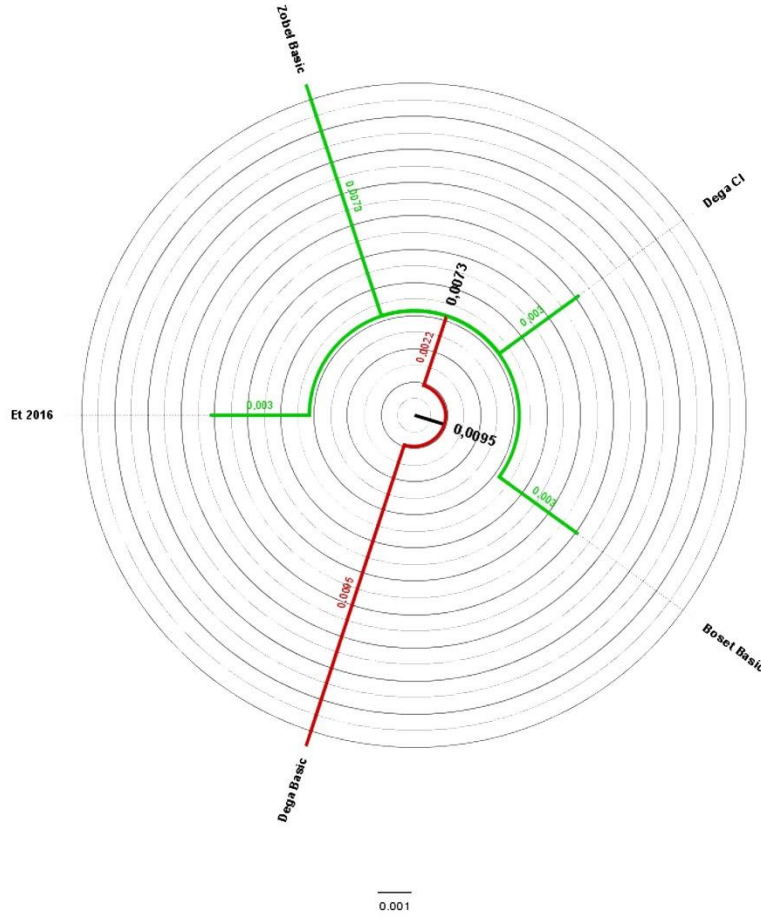
Şekil 3. Temel Koordinat Analizi (PCoA)

### Genotiplerin Kümeleme Analizleri

MrBayes programı geniş bir filogenetik ve evrimsel model alanında “Bayesian” istatistiğinde “post probability” (Ardıl Olasılık) tahminlerini de analizde kullanarak genotipler arasındaki en iyi ilişkiyi ortaya koyan bir programdır. Bu yöntemde analizler olasılığı en yüksek olan bir (a priori) topoloji ile başlar ve ağaçlar Markov Zinciri Monte Carlo (MCMC) yöntemi kullanılarak simüle edilir ve en iyi topolojiler yakalanarak sonraki olasılıkları yüksek olan ağaç/ağaçlar seçilmektedir (İnal, 2011). Filogenetik ağaçların sonraki olasılığı analitik olarak belirlenmesi zordur. Bunun yerine, MCMC, “posterior” dağılımından örnekler çizerek oluşturulan ağaç ile veriler kullanılarak sonraki olasılık hesabı ortaya koymaktadır.

MrBayes programı kullanılarak varlık ve yokluk skorları ile analiz gerçekleştirilmiştir. Bu analiz sonucunda bölünmüş frekansın ortalama standart sapması 0.001109 olarak tespit edilmiştir. Bu şekilde ortalama standart sapmasının düşük olması bu analizin güvenilir olduğu anlamına gelmektedir. Yapılan bu analiz ile oluşturulmuş olan kümeleme analizi (filogenetik ağaç) iki kümeye ayrılmıştır. Dega Basic farklı bir kümede gösterilirken diğer dört genotip ise ayrı bir kümede ve bir arada toplanmıştır. Şekil 4’te yeşil renkle çizilmiş olan kümedeki dört genotip arasında Zobel Basic genotipi diğer üç genotipe göre farklı bir dal uzunluğu ile farkını ortaya koymaktadır. Çalışmada elde edilen ağaç polar ağaç formatında Şekil 4’te gösterilmiştir. Moleküler markır teknolojisinin kullanımı, tahıl ekinlerinin geleneksel yetiştirme stratejilerini geliştirmek için çok çeşitli yeni yaklaşımlar sunmaktadır. Genel olarak, moleküler markır teknolojisinin tef ıslahında kullanımı 10-15 yılı bulmaktadır (Assefa ve ark., 2011). Bununla birlikte, geleneksel tef ıslahını tamamlamak ve hızlandırmak için moleküler tekniklerin ve biyoteknolojik araçların kullanımına yönelik ön koşulların geliştirilmesine yönelik önemlidir. Yaptığımız çalışmada da ülkemizde tanınmaya başlayan tef bitkisinin ıslah çalışmalarında kullanımın

daha verimli olabilmesi için moleküler çalışmalar elzem olmaktadır. Bu çalışmanın sonuçlarında elimizde mevcut tef genotiplerinin varyasyonun artırılması gerekmektedir.



**Şekil 4.** Çalışmada kullanılan tef genotiplerinin Bayes istatistiğiyle oluşturulmuş konsensus ağacı. Ağacın altındaki bar değeri baz değişim skalasını göstermektedir.

## SONUÇ

Yapılan bu ön çalışma ile alternatif bitki olarak ülkemizde de kullanılmaya başlanan tef'in genetik varyasyonunun belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu bağlamda Etiyopya'dan temin edilen beş farklı tef genotipi ile 19 RAPD markırı kullanılarak, farklı istatistik programları ile varyasyon ve genetik ilişkiler belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar doğrultusunda 19 RAPD primerinden 10 tanesinin iyi amplikon vermesinden dolayı çalışmaya devam edilmiştir. 10 RAPD primerinden sadece iki tanesi (OPA-05 ile OPC-09) farklı allel oluşturmuş ve bu allellerden kaynaklı olarak az da olsa genetik varyasyon tespit edilmiştir. Geri kalan diğer sekiz primerde ise herhangi bir allel-lokus farklılığı tespit edilmemiştir. Elde edilen verilerin kullanılmasıyla ortaya konan bulgular değerlendirildiğinde sadece Zobel Basic ve Dega Basic genotiplerinde çok az bir genetik varyasyon saptanmıştır. Varyasyonun çok az olmasından dolayı da genetik varyasyonun daha iyi ortaya konması için farklı markır teknikleri ya da daha fazla markır ile taranması gerekmektedir. Çünkü çalışmamızda kullandığımız markırlar genomun sadece belli bir kısmını temsil etmektedir. Genetik varyasyonun net olarak ortaya konması için genomu temsil edecek bölgelerin daha fazla olması gerekmektedir. Ayrıca bu genotipler ıslah çalışmalarında kullanılacaksa varyasyonun artırılması için bitkilerde varyasyonu artıracak mutajenlerin kullanılması ile bitki genomunda mutasyonların oluşturulması önerilmektedir.

## TEŞEKKÜR

Çalışma materyalini bize gönderdiği için Etiyopya Wolla Üniversitesinden Dr. Seid Hussen Muhie'ye teşekkür ederiz.

## Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

## Yazar Katkısı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamıştır.

## KAYNAKLAR

- Abdellatif KF, Soliman YA, 2013. Genetic Relationships of Cotton (*Gossypium barbadense* L.) Genotypes as Studied by Morphological and Molecular Markers. *African Journal of Biotechnology*, 12: 4736-4746.
- Assefa K, Chanyalew S, Tadele Z, 2017. "Tef *Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter Millets and Sorghum," in *Biology and Genetic Improvement*, J. V. Patil, Ed., 2017 John Wiley & Sons Ltd. Published by John Wiley & Sons Ltd, First edition.
- Assefa K, Yu JK, Zeid M, Belay G, Tefera H, Sorrells ME, 2011. Breeding tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) trotter]: conventional and molecular approaches. *Plant Breeding*, doi:10.1111/j.1439-0523.2010.01782.x
- Aydın, 2018. Türkiye'de Tescillenmiş Bazı Ticari Pamuk Çeşitlerinin Moleküler Karakterizasyonu Üzerine Bir Araştırma. Akdeniz Üniversitesi Doktora Tezi.
- Aydin A, Ince AG, Uygur Gocer E, Karaca M, 2018. Single Cotton Seed DNA Extraction without the Use of Enzymes and Liquid Nitrogen. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27: 6722-6726.
- Conert HJ, 1992. *Eragrostoidae*. in Hegi G (Ed.) *Illustriert Flora von Mittel-Europa*. Band. I, Vol. 3. *Spermatophyta: Angiospermae: Monocotyledones 1(2) Poaceae* (Parey Buchverlag: Berlin). Pp. 75-120.
- Eckhoff JLA, Wichman DM, Scheetz J, Majerus M, Welty LE, Stallknecht GF, Ditterline RL, Dunn RL, Sands DC, 1993. Teff: a potential forage and grain crop for Montana. *Montana AgResearch*, 10:38-41.
- Gebremariam MM, Zarnkow M, Becker T, 2014. Teff (*Eragrostis tef*) as a raw material for malting, brewing and manufacturing of gluten-free foods and beverages: a review, *Journal of Food Science and Technology*, 51(11):2881-2895.
- Geren H, Kavut YT, Kır B, 2019. Effect of Different Row Spacings on the Yield and Some Yield Characteristics of Teff (*Eragrostis tef*) Crop Grown under Söke Ecological Conditions, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 56 (2):231-239.
- Govindaraj M, Vetriventhan M, Srinivasan M, 2014, Importance of Genetic Diversity Assessment in Crop Plants and Its Recent Advances: An Overview of Its Analytical Perspectives *Genetics Research International*, 31487.
- Hickman AL, Abaye OA, McCann MA, McCann JS, 2013. Acceptability and nutritional value of the teff grass for grazing horses, *Journal of Equine Veterinary Science*, 33:321-399.
- Ince AG, Karaca M, 2009. The MAGi RNA extraction method: a highly efficient and simple procedure for fresh and dry plant tissues. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89: 168-176.
- İnal B, 2011. Bitki Moleküler Filogenisinde Kullanılan Bazı Gen ve Metodların Karşılaştırılması. Akdeniz Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi.

- Karaca M, Aydın A, Ince, AG, 2019. Cytosine methylation polymorphisms in cotton using TD-MS-RAPD-PCR. *Modern Phytomorphology*, 13: 13-19.
- Kaya C, Tiryaki I, Sari U, Tuna M, 2020. Genetic relationship and nuclear dna content variation in Tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter] accessions. *Molecular Biology Reports*, 47: 4455-4463.
- Köten M, 2021. Development of tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter] based gluten-free tarhana. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(1), e15133.
- Lukonge E, Herselman L, Labuschangne MT, 2007. Genetic Diversity of Tanzanian Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) revealed by AFLP analysis. *African Journal Crop Science*, 8: 773-776.
- Mebratu Y, Raghavaiah CV, Ashagre H, 2016. Production potential of tef (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter) genotypes in relation to integrated nutrient management on vertisols of mid high lands of Oromia Region of Ethiopia, East Africa. *Adv. Crop Sci. Tech.* 4:249.
- Rana MK, Bhat KV, 2005. RAPD Marker for Genetic Diversity Study Among Indian Cotton Cultivars. *Current Science*, 88, 1956-1961.
- Sarı U, Tiryaki İ, 2018. Alternatif Tahıl: Eskinin Unutulmuş Yeni Bitkisi Tef (*Eragrostis tef* [Zucc.] Trotter). *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 21(3). 447-456. DOI:10.18016/ksudobil.328540
- Smith JSC, Chin ECL, Shu H, Smith OS, Wall SJ, Senior ML, Mitchell SE, Kresovich S, Ziegler J, 1997. An evaluation of the utility of SSR loci as molecular markers in maize (*Zea mays* L.): comparisons with data from RFLPs and pedigree. *Theoretical and Applied Genetics* 95: 163-173.
- Tadesse M, Kebede M, Girma D, 2021. Genetic Diversity of Tef [*Eragrostis tef* (Zucc.)Trotter] as Revealed by Microsatellite Markers. <https://doi.org/10.1155/2021/6672397>.
- Tyagi P, Gore MA, Bowman DT, Campbell BT, Udall JA, Kuraparthy V, 2014. Genetic Diversity and Population Structure in the US Upland Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Theoretical Applied Genetics*, 127: 283-295.
- Ulukan H, 2011. The use of plant genetic resources and biodiversity in classical plant breeding. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Plant Soil Science*, 61 (2), 97-104.
- Van Esbroeck GA, Bowman DT, May OL, Calhoun DS, 1999. Genetic Similarity Indices for Ancestral Cotton Cultivars and Their Impact on Genetic Diversity Estimates of Modern Cultivars. *Crop Science*, 39: 323-328.
- Wendel JF, Brubaker CL, Percival AE, 1992. Genetic Diversity in *Gossypium hirsutum* L. and the Origin of Upland cotton. *American Journal of Botany*, 79: 1291-1310.
- Yu JZ, Fang DD, Kohel RJ, Ulloa M, Hinze LL, Percy RG, Zhang J, Chee P, Scheffler BE, Jones DC, 2012. Development of a Core Set of SSR Markers for the Characterization of *Gossypium* Germplasm. *Euphytica*, 187: 203-213.



**Atıf İçin:** Uğurlu M, 2021. Endüstriyel Kenevir Tohum Üretiminin Ekonomik Analizi: Vezirköprü Örneği. İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(Özel Sayı): 3507-3518.

**To Cite:** Uğurlu M, 2021. Economic Analysis of Seed Production of Industrial Hemp: A Case Study of Vezirköprü. Journal of the Institute of Science and Technology, 11(Special Issue): 3507-3518.

## **Endüstriyel Kenevir Tohum Üretiminin Ekonomik Analizi: Vezirköprü Örneği**

Mehmet UĞURLU<sup>1</sup>

**ÖZET:** Bu çalışmada, Samsun İli Vezirköprü İlçesindeki tohumluk endüstriyel kenevir üretim ekonomisi ile tohumluk endüstriyel kenevir üretiminde girdi kullanımı, maliyet, kârlılık ve verimlilik analizleri ele alınmıştır. Araştırma Vezirköprü ilçesinde faaliyette bulunan endüstriyel kenevir üreten işletmelerdeki tohumluk endüstriyel kenevir üretim ekonomisini ve analizini ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. Araştırmada kullanılan birincil veriler, Vezirköprü İlçesinde endüstriyel kenevir üretimi yapan üreticilerden anket yöntemi kullanılarak elde edilmiştir. Endüstriyel kenevir üretimi yapan işletmelerden elde edilen veriler 2020-2021 üretim dönemine aittir. Çalışmada; dekara endüstriyel kenevir tohum veriminin 60 kg ila 100 kg arasında değişmekte olduğu, lif veriminin ortalama 200 kg da<sup>-1</sup> olduğu görülmektedir. Sadece tohum amaçlı üretimde, maliyeti içindeki en büyük pay %34.1 ile işçilik giderlerine aittir. Değişken masrafların toplam maliyet içindeki payı, sadece tohumluk için üretimde %77.2, lif ile beraber tohumluk üretimindeki tohumluk için payı %78.3, lif üretimindeki payı %88.1 ve toplam üretimdeki payı %86.7 oranındadır. Sadece tohum amaçlı üretimde gayri safi üretim değerinin 4.000 tl da<sup>-1</sup> ve bir kilogram kenevir tohumu üretim maliyetinin de 25.73 tl kg<sup>-1</sup> olduğu, tohum ve lif elde etmek için yapılan üretimde gayri safi üretim değerinin 10 200 tl da<sup>-1</sup>, bir kilogram tohum üretim maliyetinin 10.6 tl kg<sup>-1</sup> ve lif üretim maliyetinin ise 17.4 tl kg<sup>-1</sup> olduğu görülmüştür. Endüstriyel kenevir üretim faaliyetinin karlılığının artırılması için; girdi maliyetlerinin düşürülmesi ve desteklemenin yeterli düzeyde yapılması endüstriyel kenevir üretimini daha karlı duruma getirecektir. Ayrıca girdilerin etkinliğinin ve verimin artırılması ile ıslah çalışmalarına yeterli destek ve teşvikin verilmesi de gerekmektedir. Pazarlama sorunlarının çözülmesi ve özellikle tohumun sağlık ve tıbbi farmakoloji alanında kullanılması için mevzuat düzenlemelerinin yapılması ve izinlerin verilmesi endüstriyel kenevir üretiminde katma değeri çok artıracaktır.

**Anahtar kelimeler:** Endüstriyel kenevir, tohum, maliyet, üretim ekonomisi, karlılık

### **Economic Analysis of Seed Production of Industrial Hemp: A Case Study of Vezirköprü**

**ABSTRACT:** In this study, economy of seed production economy; input use, cost, profitability and efficiency analyzes of seed production of industrial hemp in Vezirköprü, district of Samsun province, are discussed. The research was carried out in order to reveal the economics and analysis of industrial hemp production in industrial hemp producing enterprises in Vezirköprü district. The primary data used in the research were obtained from and industrial hemp producer in the Vezirköprü district by using the survey method. The data obtained from the industrial hemp production was 2020-2021 production period. In the study, it is seen that the industrial hemp seed yield ranged 60 to 100 kg da<sup>-1</sup>, and the mean fiber yield is 200 kg da<sup>-1</sup>. In the seed production alone, the largest share cost belongs to the labor costs with 34.1%. The share of variable costs in total cost is 77.2% for seed production, 78.3% for seed production with fiber, 88.1% for fiber production and 86.7% for total production. In the production for seed only, the gross production value is 4.000 TL da<sup>-1</sup> and the production cost of one kilogram of hemp seeds is 25.73 TL. It was seen that 10.6 TL kg<sup>-1</sup> and fiber production cost was 17.4 TL kg<sup>-1</sup>. In order to increase the profitability of industrial hemp production activity, reducing input costs and adequate supports will make industrial hemp production more profitable. In addition, it is necessary to increase the efficiency and productivity of the inputs and to give sufficient support and incentives to the breeding studies. Solving marketing problems and making legislative arrangements and granting permits, especially for the use of seeds in the field of health and medical pharmacology, will greatly increase the added value in industrial hemp production.

**Keywords:** Industrial hemp, seed, cost, production economy, profitability

<sup>1</sup>Mehmet UĞURLU (Orcid ID: 0000-0002-5097-8643), Ticaret Bakanlığı, Türkiye

**Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Mehmet UĞURLU, e-mail: mehmet.ugurlu@cbu.edu.tr

Makale 15-17 Kasım 2021 tarihlerinde İğdır'da düzenlenen "Türkiye 7. Tohumculuk Kongresinde" sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

## GİRİŞ

Bu çalışma, Türkiye’de endüstriyel kenevirin en çok ekim alanı olarak yetiştirildiği yer olan Samsun İli Vezirköprü İlçesinde, tohumluk endüstriyel kenevir üretim ekonomisi ile tohumluk endüstriyel kenevir üretiminde girdi kullanımı, maliyet, kârlılık ve verimlilik analizlerini belirlemek için yapılmıştır. Vezirköprü’nün;

### Coğrafi Konumu

Vezirköprü’nün Samsun’a uzaklığı 110 km'dir. İlçe kabaca 35° 48' - 35° 01' doğu boylamları ile 41° 00' - 41° 19' kuzey enlemleri arasında bulunmaktadır. Vezirköprü ilçesi, Orta Karadeniz Bölümü'nde, Kuzey Anadolu Dağları'nın ikinci sırasının Aşağı Kızılırmak vadisi çevresine rastlayan kıyı ardı kesiminde yer almaktadır.

### İklimi

Vezirköprü, iklim koşulları bakımından kıyı kuşağının nemli ılıman iklim tipi ile iç kesimlerin karasal iklim tipi arasında, geçiş kuşağının kendine özgü termik ve nemlilik özellikleriyle ayrılmaktadır. Kışları kıyıya göre daha soğuk (Ocak ayı ortalama sıcaklık. 2.5 C.), yazlarda daha sıcak geçmektedir.(Ağustos ayı sic.ort. 22.3 C). Uzun yıllık ortalamalara göre yıllık yağış miktarı 500 mm'nin üzerinde bulunmaktadır. (527 mm)

### Nüfusu

Vezirköprü, Samsun iline bağlı 2020 yılı verilerine göre nüfusu 94 360 olan bir ilçedir. Vezirköprü Türkiye'de en fazla köye (161 mahalle) sahip ilçe olup, Samsun'un en büyük beşinci ilçesidir. Merkez nüfusu görece düşük olup, nüfusun çoğu kırsal kesimde toplanmıştır.

### Sosyoekonomik Yapısı

Nüfusun büyük bir bölümü kırsal alanda yaşamaktadır. Vezirköprü’de büyükbaş ve küçükbaş hayvancılık yaygın olarak yapılmaktadır. Süt üretimi bakımından bölgede üçüncü sırada yer almaktadır. İlçede ayrıca arıcılık faaliyetleri de yapılmaktadır. Tarımda üretilen başlıca ürünler şekerpancarı mısır, buğday, domates, karpuz, elma, erik ve cevizdir. Örtü altı tarım sınırlı da olsa yapılmaktadır. Sanayisi çok gelişmemiş olmakla birlikte orman ürünleri işleme tesisi, un fabrikaları ve mobilya imalatçıları bulunmaktadır. (Samsun Tarım ve Orman İl Müdürlüğü 2020 Faaliyet Raporu-Şubat 2021).

### Endüstriyel Kenevirin İklim ve Toprak İstekleri ile Yetiştirilmesi

Endüstriyel Kenevir, tohumdan yetişen yıllık bir bitkidir. Bir dizi toprakta yetişir, ancak yüksek mısır verimi üreten topraklarda en iyi şekilde büyüme eğilimindedir. Toprağın iyi drene olması, azot bakımından zengin ve asidik olmaması gerekir. Kenevir ılıman bir iklim, nemli bir atmosfer ve yılda en az 640-760 mm yağış tercih eder. Tohum ekilmeden önce toprak sıcaklıkları en az 5.5-7.7 ° C olmalıdır. Ağustos ortalarında, bitkiler polen dökmeye başladığında mahsul yüksek kaliteli lifi toplamaya hazırdır. Tohum için hasat dört ila altı hafta sonra gerçekleşir. Kenevirin dişi ve erkek bitkilerinin olgunlaşma zamanlarının farklılık göstermesi hasatta zorluklara sebep olur. Erkek kenevir çiçeklenmeden kısa bir süre sonra yaklaşık ekinde 100-110 gün içinde hasat olgunluğuna ulaşırlar. Bu devrede saplar en yüksek lif kalitesine sahiptir. Dişi kenevirlerin tohum olgunlaştırmaları ise erkek bitkilerin olgunlaşmasından 4-5 hafta daha geç olur. Erken hasat dayanıksız lif içeren düşük lif verimine neden olurken, geç hasatta da biçilen sapların havuzlanması güçleşir, hatta saplarda selüloz yerine lignin birikimi nedeniyle olgunlaşma sonucunda hiç lif elde etmemekle de karşılaşılabilir. Ağustos sonu Eylül ayı içerisinde isabet eden hasatta erkek ve dişi kenevirleri olgunlaşma devrelerine göre ayrı ayrı hasat etmek uygundur. (ORAN- Orta Anadolu Kalkınma Ajansı, 2019).

Endüstriyel Kenevirin taksonomisi şöyledir;

Takım: Urticales

Familya: cannabaceae

Cins: Cannabis

Cannabis sativa ssp vulgaris L. (Kültürü yapılan kenevir)

Endüstriyel Kenevir yetiştiriciliğinin tarihine bakılacak olursa, yerel olarak M.Ö. 8000 yıllarında yetiştirilen bir bitkidir. Bu dönemde gıda maddesi olarak ve lif üretmek amacıyla yetiştirilmiştir. M.Ö. 6500 yıllarında Çin'de yetiştirilmeye başlanmış ve tıbbi amaçlı olarak kullanılmıştır. M.Ö. 2700 yıllarında yetiştirilen kenevir tekstil, halat, ilaç vb. amaçlı olarak kullanıldı. 400 yıl sonra Avrupa'ya geldi. M.Ö.1000 yıllarından on dokuzuncu yüzyıla kadar dünyanın en çok yetiştirilen tarım ürünü oldu. Endüstriyel kenevir ülkemizde ilk başlarda Kastamonu olmak üzere, belirli illerde yetiştirilmiş ve kenevir sınaisine yönelik ilk yatırımlar Kastamonu'ya yapılmıştır. Bunlardan ilki 1946 yılında kurulan Sümerbank Taşköprü işletmesidir. Yine Kastamonu'da kurulan diğer tesis ise Kendir Sanayii işletmesidir (Ulaş, 2019).

Kenevir (*Cannabis sativa* L.) yüzyıllardan beri hammadde olarak kullanılmıştır (Johnson, 2014). Endüstriyel kenevir binlerce ürünün hammaddesi olarak kullanılma potansiyeline sahiptir.

Bir zamanlar tekstil ve lif üretimi için önemli bir gıda dışı ürün olan kenevir yetiştiriciliği, pamuk ve sentetik lifler gibi diğer hammaddelerden kaynaklanan rekabet nedeniyle 20. yüzyılda giderek azalmıştır (Allegret ve ark, 2013).

Potansiyeli yüksek olan endüstriyel kenevire karşı son on yılda dünya genelinde ilgi tekrar artmaya başlamıştır (Wang ve Shi, 1999).

Kanada'daki araştırmacılar ve çeşitli devlet kurumları tarafından yapılan araştırmalar, artan tüketici talebini ve kenevir için potansiyel ürün kullanım alanlarını gerekçe göstererek, endüstriyel kenevirden üretilen ürünlerin gelecek dönemlerde önemli bir pazara sahip olacağını ortaya koymuştur (Johnson, 2014).

## Dünya'da, Türkiye'de ve Samsun'da Endüstriyel Kenevir Tohumu ve Lif Yetiştiriciliğinin Durumu

Dünya genelinde endüstriyel kenevir lif ve tohum amaçlı olarak üretilmekte ve istatistikleri ayrı ayrı tutulmaktadır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)'nun 2019 yılı verilerine göre dünya genelinde endüstriyel kenevir tohum ve lif üretim alanı, miktarı ve verimi devamlı bir artış içindedir. Çizelge-1'den de görüldüğü üzere, dünyada tohum üretiminde 2010 yılında üretim alanı 194 880 da'dan, 2019 yılında 233 390 da çıkmıştır. Aynı artış lif üretimi içinde geçerlidir. Lif üretim alanı da aynı dönemde 406 830 da'dan 693 420 da çıkmıştır. Bununla beraber üretim miktarı da artmıştır. Verim artışında, tohum üretiminde çok büyük artışlar olmasa da lif üretiminde verim artışları en az iki kat seviyesine çıkmıştır.

**Çizelge 1.** Dünya ve Türkiye endüstriyel kenevir tohum ve lif üretim değerleri ile oranları (FAO/TÜİK, 2021)

Ürün ↓	Yıllar → Ülke ↓ / Faktör →	2010			2015			2018			2019		
		Alan (da)	Üretim (ton)	Verim (kg da <sup>-1</sup> )	Alan (da)	Üretim (ton)	Verim (kg da <sup>-1</sup> )	Alan (da)	Üretim (ton)	Verim (kg da <sup>-1</sup> )	Alan (da)	Üretim (ton)	Verim (kg da <sup>-1</sup> )
Tohum Seed	Dünya	194 880	70 099	359.7	249 830	91 084	364.6	276 940	110 691	369.7	233 390	76 730	328.8
	Türkiye	221	7	32	10	1	100	59	3	51	536	20	42
	Türkiye %	<b>0.011</b>	<b>0.001</b>	<b>8.9</b>	<b>0.004</b>	<b>0.001</b>	<b>27.4</b>	<b>0.021</b>	<b>0.003</b>	<b>13.8</b>	<b>0.23</b>	<b>0.026</b>	<b>12.8</b>
Lif Fiber	Dünya											174	
	Türkiye	406 830	47 557	117	449 430	79 422	176.7	597 430	194 880	326.2	693 420	027	251
	Türkiye %	<b>0.054</b>	<b>0.021</b>	<b>38.45</b>	<b>0.0022</b>	<b>0.0013</b>	<b>56.60</b>	<b>0.0092</b>	<b>0.0036</b>	<b>38.9</b>	<b>0.023</b>	<b>0.011</b>	<b>50.2</b>

Türkiye’deki tohum ve lif üretimine baktığımızda, dünyadaki üretim alanları ve miktarlarına göre çok düşük düzeydedir. Türkiye’de endüstriyel kenevir üretimi ile ilgili kayıtların cari üretim ile uyumlu olmadığı söylenebilir. Çizelge 1’den görüldüğü üzere 2010 ve 2019 yılları kıyaslandığında endüstriyel kenevir üretiminde önemli bir üretim artışı olmadığı söylenebilir.

**Çizelge 2.** Tohum ve lif amaçlı endüstriyel kenevir yetiştiren ülkeler ve ekim alanları (FAO, 2021)

Yıllar →		2018			2019		
Ürün ↓	Ülke ↓ / Faktör →	Alan (da)	Üretim (ton)	Verim (kg da <sup>-1</sup> )	Alan (da)	Üretim (ton)	Verim (kg da <sup>-1</sup> )
Tohum Seed	Çin	185 600	106 200	572.2	126 030	71 423	566.7
	Rusya	46 910	2 117	451.3	59 920	2 893	482.8
	Şili	30 560	1 522	498	33 230	1 539	463.1
	Türkiye	59	3	51	536	20	42
	Dünya	276 940	110 691	369.7	233 390	76 730	328.8
Lif Fiber	Çin	42 380	15 073	355.7	40 150	14 538	362.0
	Rusya	31 660	1 212	38.3	31 020	1 187	38.3
	Şili	43 920	4 176	95.1	43 810	4 165	95.1
	Fransa	164 600	124 790	758.1	145 500	78 050	536.4
	Türkiye	55	7	127	160	19	126
Dünya	597 430	194 880	326.2	693 420	174 027	251	

FAO’nun 2021 verilerine göre çizelge 2’den görüleceği üzere dünyada tohum amaçlı endüstriyel kenevirin yetiştirildiği başlıca ülkeler Çin, Rusya, Şili’dir. Lif amaçlı endüstriyel kenevirin en fazla yetiştirildiği ülkeler ise Fransa, Çin, Rusya ve Şili olarak görülmektedir.

**Çizelge 3.** Türkiye endüstriyel kenevir ekim alanları ve verimdeki değişim (TÜİK, 2021)

Yıl Year	Tohum ekim alanı (da) Seed cultivated area	Lif ekim alanı (da) Fiber cultivated area	Tohum verimi (kg da <sup>-1</sup> ) Seed yield	Lif verimi (kg da <sup>-1</sup> ) Fiber yield
2005	650	650	20	85
2008	294	294	41	71
2009	66	66	45	61
2010	221	221	32	45
2011	140	157	57	102
2012	64	63	63	95
2013	7	12	143	83
2014	10	10	100	100
2015	10	10	100	100
2016	25	45	50	156
2017	24	46	42	152
2018	59	55	51	127
2019	536	160	42	126
2020	4252	101	64	94

Türkiye’de kenevir ekim alanları ve verimlerinin son on beş yıllık 2005-2020 yıllık değişimleri Çizelge 3’te görülmektedir. Buna göre, Türkiye’de tohum amaçlı kenevir üretimi 2019 ve 2020 yıllarına kadar oldukça düşük iken 2018 yılında kamunun bu konuya özel önem vermesi nedeniyle üretim alanında çok büyük artışlar olmuş ve aynı zamanda verimde artmıştır. 2018 yılında 59 da olan üretim alanı 2019 yılında 536 da’a çıkmış ve 2020 yılında 4 252 da olmuştur.

Türkiye’de kenevir üretimi 2004 yılına kadar Kütahya, Çorum, Kastamonu ve Samsun illerinde yetiştirilirken ekim alanları giderek azalmış ve 2008 yılından sonra sadece Samsun ilinde sınırlı bir alanda yetiştirilmeye devam edilmiştir. Türkiye’de kenevir yetiştiriciliği 2018 yılında tekrar gündeme gelmiş ve kamu tarafından özel bir ilgi gösterilmiştir. Bu konuda ıslah çalışmaları, yeni çeşit tescil çalışmaları ve endüstrisinin gelişmesi için altyapı çalışmalarına ağırlık verilmiştir (Aydoğan ve ark, 2019).

Samsun İlinin üretim değerleri çizelge 4’de yer almaktadır. Buna göre, 2020 yılı verileri baz alındığında, Samsun, Türkiye endüstriyel kenevir tohum üretim alanının %61.9’nu, üretim miktarının %59’nu oluşturmaktadır. Verim olarak da Türkiye ortalamasının yaklaşık iki katına yakın seviyededir.

Lif üretiminde ise, üretim alanının %13.9'nu, üretim miktarının %22.2'si gibi tohuma göre düşük seviyede kalmasına rağmen verimde ülke ortalamasından yaklaşık %50'sinden daha fazladır.

**Çizelge 4.** Samsun ili kenevir tohum ve lif üretim değerleri ile oranları (TÜİK, 2021)

Ürün	Yıllar →	2005			2010			2015			2020		
		Alan (da)	Üretim (ton)	Verim (kg da <sup>-1</sup> )	Alan (da)	Üretim (ton)	Verim (kg da <sup>-1</sup> )	Alan (da)	Üretim (ton)	Verim (kg da <sup>-1</sup> )	Alan (da)	Üretim (ton)	Verim (kg da <sup>-1</sup> )
Tohum Seed	Samsun	520	9	17	221	7	32	10	1	100	2.633	161	61
	Türkiye	650	13	20	221	7	32	10	1	100	4.252	273	34
	Samsun %	<b>80</b>	<b>69.2</b>	<b>85</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>61.9</b>	<b>59</b>	<b>179.4</b>
Lif Fiber	Samsun	520	47	90	221	10	45	10	1	100	14	2	143
	Türkiye	650	55	85	221	10	45	10	1	100	101	9	94
	Samsun %	<b>80</b>	<b>85.5</b>	<b>105.9</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>13.9</b>	<b>22.2</b>	<b>152.1</b>

## MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırmanın ana materyalini, Vezirköprü İlçesindeki, endüstriyel kenevir üretim alanının % 100'ünü ve üretici sayısının tamamını oluşturan 39 endüstriyel kenevir üretimi yapan üreticiden yüz yüze anket yöntemiyle elde edilen 2020 ve 2021 yılı verileri oluşturmaktadır. Araştırmada, işletmelerin sadece kenevir üretim faaliyeti üzerinde inceleme yapılmıştır. Araştırmada, üretim yapan işletme sayısının az olmasından dolayı örnekleme yoluna gidilmeden işletmelerin tamamı araştırma kapsamına alınmıştır.

Ayrıca konuyla ilişkili olarak daha önce yapılmış olan çalışmalardan elde edilen bilgiler yanında, tarım il ve ilçe müdürlüklerinden elde edilen verilerden de ikincil veri olarak yararlanılmıştır.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu araştırma, endüstriyel kenevirin, sadece tohum üretimi için ve tohum ve lif'in birlikte üretilmesi için yapılması durumundaki ekonomik değerlerin ortaya konulmasına yönelik olarak yapılmış ve analiz edilmiştir. Buna göre araştırma bulguları şöyledir;

### Vezirköprü İlçesi Endüstriyel Kenevir Üretimine Ait Bazı Demografik ve Genel Üretim Bilgileri

Vezirköprü endüstriyel kenevir üreticilerine ait tespit edilen demografik ve genel üretim bilgilerine ait unsurlar çizelge 5'de görülmektedir.

**Çizelge 5.** Vezirköprü İlçesi kenevir üretimine ait bazı demografik ve genel kenevir üretim bilgileri

Yaş ortalaması (yıl) Average age (Year)	Deneyim ortalaması (yıl) Experience (Year)	Aile ortalaması (kişi) Average family (person)	Erkek işgücü birimi Male labor unit	Ortalama eğitim (öğretim yılı) Average ducation (academic year)	Üretici sayısı (2020 yılı) Numbers of cotton growers (2020 year)	Ortalama kenevir üretim alanı (da/2020 yılı) Average hemp cultivated area (da 2020 year)	Verim Ortalaması (Tohum/Tohum ve Lif kg/da) Average yield (Seed/Seed and fiber kg da <sup>-1</sup> )
42.4	11.7	5.1	4.1	9.1	39	37.69	Sadece Tohum100 / Tohum ve Lif 60 ve 200

Buna göre, Vezirköprü endüstriyel kenevir üreticilerinin; yaş ortalaması 42.4'dur. Kenevir üretim deneyimleri ortalaması 11.7 yıldır. Aile ortalama büyüklüğü 5.17 kişi, eğitim ortalama süresi 9.1 öğretim yılıdır. Kenevir üretim faaliyetinde kenevir üretim alanı ortalaması 37.69 dekar ve verim ortalaması dekara sadece tohum üretiminde 100 kg, tohum ve lif üretim amaçlı yetiştiricilikte tohum 60 kg lif 200 kg'dır. Kenevir üretici sayısı ise 39'dur.

### Vezirköprü İlçesi Endüstriyel Kenevir Üretimi Masraf Unsurları

Çizelge 6'da Vezirköprü İlçesi endüstriyel kenevir üretim faaliyeti kapsamında oluşan maliyet unsurları yer almaktadır. Buna göre, dekar başına ortalama toplam maliyetin, sadece tohum üretiminde 2 573.3 tl da<sup>-1</sup>, lif+tohum üretiminde 4 420.3 tl da<sup>-1</sup> olduğu görülmektedir. Bu maliyetin sadece tohum üretiminde %77.26 'sını ve lif+tohum yetiştiriciliğinde %86.74'nü değişken giderler oluşturmaktadır. Lif+tohum üretiminde tohum üretimi değişken maliyeti %78.3 iken lif maliyeti %88.1 olarak tespit edilmiştir.

Değişken giderler içerisinde en yüksek payı öncelikle sadece tohum üretiminde %53.1 ve lif+tohum üretiminde %76.1 ile işçilik giderleri oluşturmaktadır. En düşük payın ise tüm üretim şekillerinde ilaç kullanılmadığı için ilaç bedeli giderlerine ait olduğu tespit edilmiştir. Sabit masraflarda ise en yüksek giderin, %85.35 ile arazi kira maliyetine ait olduğu görülmüştür.

Makinalı hasadın endüstriyel kenevir üretiminde yok denecek seviyede olduğu görülmektedir. İşçilik unsurunun tamamına yakını insan gücünden oluşmakta olup, bununda büyük kısmı aile işgücüne aittir.

Arazi kira maliyetleri endüstriyel kenevir üretiminde işçilik maliyetleri ve tarla kira bedeli önemli maliyet unsurlarındandır. Ortalama 2020 yılı için tarla kira bedeli 500 tl da<sup>-1</sup>'dir.

Daha önceki yapılan bazı çalışmalarda da endüstriyel kenevir üretiminde, yoğun işgücü gereksinimi ve mekanizasyon kullanımındaki yetersizlik, endüstriyel kenevir üretiminde olumsuz unsurlar olarak belirtilmiştir.

**Çizelge 6.** Vezirköprü İlçesi endüstriyel kenevir üretimi masraf unsurları (tl da<sup>-1</sup>)

Üretim Unsurları <i>Production Elements</i>	Üretim Amacı ( <i>Production Purpose</i> )							
	Tohum <i>Seed</i>				Tohum +Lif <i>Seed+Fiber</i>			
	Sadece Tohum		Tohum		Lif+Kırtık		Tohum+Lif+Kırtık	
	tl da <sup>-1</sup>	%	tl da <sup>-1</sup>	%	tl da <sup>-1</sup>	%	tl da <sup>-1</sup>	%
Toprak Hazırlığı	159.20	8.01	37.41	7.51	121.79	3.65	159.2	4.15
Tohum	88	4.43	20.68	4.15	67.32	2.02	88	2.29
Ekim/Dikim Masrafları	23	1.16	5.41	1.08	17.60	0.53	23	0.6
Su Bedeli ve İşçiliği	322	16.2	75.67	15.18	246.33	7.38	322	8.4
Gübreleme ve İşçiliği	284	14.29	66.74	13.39	217.26	6.51	284	7.41
Hasat İşçiliği	125	6.29	29.38	5.89	95.63	2.87	125	3.26
İlaç ve İşçiliği	0	0	0	0	0	0	0	0
Döndürme/Tohum Çırpma	678	34.11	159.33	31.97	518.67	15.55	678	17.68
Demet Yapma	146	7.35	34.31	6.88	111.69	3.35	146	3.81
Havuzlama	0	0	0	0	877	26.29	877	22.87
Bağlama, Kurutma ve Taşıma	0	0	0	0	184	5.52	184	4.80
Lif Sıyırma	0	0	0	0	779	23.35	779	20.32
Pazarlama	41	2.06	41	8.23	7	0.21	48	1.25
Döner Sermaye Faizi (0.065)	121.3	6.1	28.51	5.72	92.79	2.78	121.3	3.16
Değişken Masraflar	1 987.5	100	498.43	100	3 336.1	100	3 834.5	100
Genel İdare Giderleri (0.03)	85.8	14.65	20.16	14.65	65.64	14.65	85.80	14.65
Tarla Kirası	500	85.35	117.5	85.35	382.5	85.35	500	85.35
Sabit Masraflar	585.8	100	137.66	100	448.14	100	585.8	100
Üretim Masrafları	2 573.3	100	636.09	100	3 784.2	100	4 420.3	100
Tohum Verimi (Kg da <sup>-1</sup> )	100		60		0		60	
Tohum Fiyatı (TL kg <sup>-1</sup> )	40		40		0		40	
Lif Verimi (Kg da <sup>-1</sup> )	0		0		200		200	
Lif Fiyatı (TL kg <sup>-1</sup> )	0		0		35		35	
Kırtık Verimi (Kg da <sup>-1</sup> )	0		0		800		800	
Kırtık Fiyatı (TL kg <sup>-1</sup> )	0		0		1		1	
GSÜD (TL da <sup>-1</sup> )	4 000		2 400		7 800		10 200	
Brüt Kâr (TL da <sup>-1</sup> )	2 012.5		1 901.6		4 464		6 365.5	
Net Kâr (TL da <sup>-1</sup> )	1 426.7		1 763.9		4 015.9		5 780	
Nispi Kâr	1.55				1.51			

### Vezirköprü İlçesi Endüstriyel Kenevir Üretimi GSÜD, Maliyet ve Karlılık Değerleri

Çizelge 7'de endüstriyel kenevir üretim faaliyetine ait GSÜD, verim, satış fiyatı brüt ve net kar değerleri yer almaktadır. Buna göre, ortalama tohum satış fiyatının 40 tl kg<sup>-1</sup>, sadece lif fiyatının 35 tl kg<sup>-1</sup> ve kıtık fiyatının 1 tl kg<sup>-1</sup> olduğu, ancak, lif+tohum üretiminde tohum+lif+kıtık satış fiyatının toplam verim miktarına göre 9.62 tl kg<sup>-1</sup> olduğu tespit edilmiştir.

Verimin sadece tohum üretiminde ortalama 100 kg da<sup>-1</sup>, lif+tohum üretiminde, tohumun 60 kg da<sup>-1</sup>, lifin 200 kg/da ve kıtık miktarının 800 kg da<sup>-1</sup> olduğu ortaya çıkmıştır.

Gayri Safi Üretim Değerinin (GSÜD), sadece tohum üretiminde 4 000 tl, lif+tohum amaçlı üretimde tohum değerinin 2 400 tl da<sup>-1</sup>, lif+kıtık değerinin 7 800 tl da<sup>-1</sup> ve tohum+lif+kıtık değerinin 10 200 tl da<sup>-1</sup> olduğu görülmektedir. Brüt Kar bakımından 6 365.5 tl değer ile tohum+lif+kıtık üretiminde yani lif+tohum amaçlı üretimde olduğu tespit edilmiştir.

Net Kar bakımından en yüksek getirinin ise, yine Gayri Safi Üretim Değerin de olduğu gibi 5 780 tl da<sup>-1</sup> değeri ile lif+tohum amaçlı üretimde olduğu belirlenmiştir.

#### Çizelge 7. Vezirköprü İlçesi endüstriyel kenevir üretimi GSÜD, maliyet ve karlılık değerleri

Üretim Amacı (Production Purpose)	Ürün (Product)	Verim Yield (kg da <sup>-1</sup> )	Satış fiyatı Sale price (tl kg <sup>-1</sup> )	GSÜD* Gross production value (PGV) (tl da <sup>-1</sup> )	Maliyet Cost (tl kg <sup>-1</sup> )	Brüt kar Gross profit (tl da <sup>-1</sup> )	Net kar Net profit (tl da <sup>-1</sup> )
Tohum	Sadece Tohum	100	40	4 000	25.73	2 012.5	1 426.7
	Tohum	60	40	2 400	10.6	1 901.6	1 763.9
Lif + Tohum	Lif+Kıtık	1 000	7.8	7 800	3.78	4 464	4 015.9
	Tohum+Lif+Kıtık	1 060	9.62	10 200	4.17	6 365.5	5 780

\*Prim ve destekleme ödemesi hariçtir.2020 için 700 tl da<sup>-1</sup>) Premium and support payment are excluded. (2020 için 700 tl da<sup>-1</sup>)

\*Arazi kira maliyeti dahildir. Land rental cost are including.

Yukarıda yer alan değerlere bakıldığında ülkemizde endüstriyel kenevir üretiminin sadece tohum veya lif amaçlı üretilmesi halinde yetiştirilmesinin, lif+tohum amaçlı üretim yapılmasına göre üreticilerin gelir kaybına yol açacağı söylenebilir.

### Vezirköprü İlçesi Endüstriyel Kenevir Üretimine GSÜD ve Net Kar Yönüyle Maliyet-Karlılık Değerleri

Çizelge 8'de Vezirköprü endüstriyel kenevir üretim faaliyetine ait maliyet ve karlılık değerleri yer almaktadır. Buna göre, birim başına tohum maliyetinin GSÜD'e oranı sadece tohum üretiminde 45.6 tl, lif+tohum üretiminde 115.9 tl işgücünün oranı sadece tohum üretiminde 3.71 tl, lif+tohum üretiminde 3.49 tl, toplam masrafın oranı sadece tohum üretiminde 1.55 tl, lif+tohum üretiminde 2.31 tl ve sadece tohum üretiminde net karın 0.55 tl ve lif+tohum üretiminde 1.31 tl olduğu görülmektedir.

En yüksek net karın 2.77 tl ile lif+tohum üretimindeki tohum üretimine ait olduğu en az net karın ise 0.55 tl ile sadece tohum üretimine ait olduğu görülmektedir. Buna göre bir liralık masrafa karşılık sadece tohum üretiminde 0.55 tl net kar elde edilirken lif+tohum üretiminde 1.31tl net kar elde edildiği tespit edilmiştir.

Ayrıca bir liralık değişken masrafa karşılık sadece tohum üretiminde 2.01 tl GSÜD elde edilirken lif+tohum üretiminde 3.2 tl GSÜD elde edildiği belirlenmiştir.

Araştırmada sabit masrafın lif+tohum üretimindeki GSÜD oranının, sadece tohum üretimindeki oranın 2.55 katı olduğu tespit edilmiştir

Çizelge 8. Vezirköprü ilçesi endüstriyel kenevir üretimi GSÜD ve masraf unsurları (tl)

Üretim Amacı <i>Production Purpose</i>	Ürün <i>Product</i>	GSÜD/ Tohum Ücreti <i>Gross production value(PGV) / Seed Cost</i>	GSÜD/ İşgücü masrafı <i>Gross production value(PGV)/ Labor usage</i>	GSÜD/ Toplam masraf <i>Gross production value(PGV) / Total cost</i>	GSÜD/ Değişken masraf <i>Gross production value(PGV)/ Variable costs</i>	GSÜD/ Sabit masraf <i>Gross production value(PGV) /Fixed costs</i>	Net Kar/ Toplam masraf <i>Net profit/Tot al cost</i>
Tohum	Sadece Tohum	45.6	3.71	1.55	2.01	6.83	0.55
	Tohum	116.1	9.2	3.77	4.82	17.4	2.77
Lif + Tohum	Lif+Kıtık	115.9	2.98	2.06	2.66	17.4	1.06
	Tohum+ Lif+Kıtık	115.9	3.49	2.31	3.2	17.4	1.31

Daha önce konu ile ilgili yapılan çalışmalarda;

Sokolchik (2014), İndiana'da sadece kenevir tohumu üretmenin daha kârlı olduğunu tespit etmiştir.

Luke (2017), yaptığı çalışmada, ürünlerin maliyetleri ve potansiyel getirileri birlikte değerlendirildiğinde endüstriyel kenevirin, ümit verici bir ürün olduğunu ortaya koymuştur.

Zatta ve ark. (2012), kenevirin çiftçiler için riskli bir girişim olduğunu ifade etmektedir. Mevcut durumda kenevir tohumu yetiştiriciliği ekonomik anlamda kârlı bulunurken kenevir lifi yetiştiriciliğinin ekonomik olarak uygulanabilir olması için yüksek verimli çeşitlere ihtiyaç olduğunu vurgulamaktadır.

Fortenbery ve Bennett (2004) yaptıkları çalışmada, kenevirin geleneksel tahıl ürünlerinden biraz daha kârlı, ancak özel ürünlerden daha az kârlı olduğunu belirlemiştir.

Cherney ve Small (2016), yapılan ekonomik analizlerde lif üretimi üzerinde durulduğunu, ancak endüstriyel kenevir tohumunun gelişiminin önemsenmediğini, endüstriyel kenevirin bir tohum kaynağı olarak, lif kaynağından çok daha fazla potansiyele sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Cherney ve Small (2016), Kuzey Amerika'da kenevir tohumundan elde edilen ürünlere olan talebin artmasından dolayı tohumluk amaçlı endüstriyel kenevir üretiminin gelişme potansiyeli olduğunu ileri sürmektedir.

Sokolchik (2014), çiftçilerin kenevir tarımına geçebilmeleri için kenevir lif ve tohum verimlerinin artırılmasını gerektiğini belirtmektedir.

Vantreese ve ark. (1997) da, uygulanabilir bir işleme endüstrisi olmadan kenevirin kâr tahminlerinin oldukça spekülatif olduğunu belirtmiştir.

Das ve ark. (2017) da, endüstriyel kenevirin hem biyoyakıt hem de katma değerli ürünler üretmek için gelecek vaat eden bölgesel bir ürün olma potansiyeli olmasını vurgulamaktadırlar.

Kuglarz ve ark. (2014), endüstriyel kenevirden kenevirden etanol üretiminin ekonomik anlamda kârlı olduğunu tespit etmişlerdir.

Aydoğan ve ark. (2019), endüstriyel kenevir tarımında temel sorunlardan birisinin üretimin hangi amaçla yapılacağına ilişkin olduğu hususu olduğunu, Fransa gibi bazı ülkelerde, aynı alanda hem lif hem de tohum üretimi birlikte yapıldığını, küresel anlamda düşünüldüğünde, büyük alanlarda üretim yapan üreticilerin, kenevirden lif veya tohum elde etme konusunda uzmanlaşma eğiliminde olduklarını ve küçük alanlarda üretim yapan çiftçilerin ise genellikle karma üretimi tercih ettiklerini belirtmektedirler.



Vezirköprü örneği çalışmasında da görüldüğü üzere, küçük alanlarda üretim yapan çiftçilerin hem tohum hem lif amaçlı üretim yaptıkları ve bundan sonra da üretim deseninin ve planlamasının bu şekilde olacağı tespit edilmiştir.

Araştırma bulgularına göre, endüstriyel kenevir bitkisinden elde edilen tohum ve liflerin bir çok alanda kullanılabilir olması ve ekonomik yönden analizinde, Vezirköprü şartlarında, üreticilerin dışındaki yapısal sorunlara rağmen araştırma bulguları sonucunda elde edilen verilere göre endüstriyel kenevir üretiminin karlı bir üretim faaliyeti olduğu belirlenmiştir.

## SONUÇ

Türkiye'deki endüstriyel kenevir ekim alanının 2020 yılı itibariyle tohum amaçlı üretimde %61.9 ve lif üretiminde %13.9'nu, üretim miktarının tohum olarak %59'nu ve lif olarak %22.2'sinin üretildiği Vezirköprü İlçesinde ve köylerinde gerçekleştirilen bu çalışmada, kapsama alınan işletmelerde, temel olarak, endüstriyel kenevir üretiminde girdi kullanımı, maliyet, karlılık ve verimlilik düzeylerinin üretim amaçları itibariyle karşılaştırmalı olarak analizlerinin yapılması amaçlanmıştır. Girdi kullanımına yönelik araştırma bulguları kapsamında, sırasıyla işgücü ve işçilik gereksinimi, tohum, gübre, ilaç ve diğer girdiler ele alınarak endüstriyel kenevir üretiminin maliyeti belirlenmiştir.

Çalışmada; dekara endüstriyel kenevir tohum veriminin 60 kg ila 100 kg arasında değişmekte olduğu, lif veriminin ortalama 200 kg da<sup>-1</sup> olduğu görülmektedir. Sadece tohum amaçlı üretimde, maliyeti içindeki en büyük pay %34.1 ile işçilik giderlerine aittir. Değişken masrafların toplam maliyet içindeki payı, sadece tohumluk için üretimde %77.2, lif ile beraber tohumluk üretimindeki tohumluk için payı %78,3, lif üretimindeki payı %88,1 ve toplam üretimdeki payı %86.7 oranındadır. Sadece tohum amaçlı üretimde gayri safi üretim değerinin 4 000 tl da<sup>-1</sup> ve bir kilogram endüstriyel kenevir tohumu üretim maliyetinin de 25.73 tl kg<sup>-1</sup> olduğu, tohum ve lif elde etmek için yapılan üretimde gayri safi üretim değerinin 10 200 tl da<sup>-1</sup>, bir kilogram tohum üretim maliyetinin 10.6 tl kg<sup>-1</sup> ve lif üretim maliyetinin ise 17.4 tl kg<sup>-1</sup> olduğu görülmüştür.

En yüksek net karın 2.77 tl ile lif+tohum üretimindeki tohum üretimine ait olduğu en az net karın ise 0.55 tl ile sadece tohum üretimine ait olduğu görülmektedir. Buna göre bir liralık masrafa karşılık sadece tohum üretiminde 0.55 tl net kar elde edilirken lif+tohum üretiminde 1.31tl net kar elde edildiği tespit edilmiştir.

Ayrıca bir liralık değişken masrafa karşılık sadece tohum üretiminde 2.01 tl GSÜD elde edilirken lif+tohum üretiminde 3.2 tl GSÜD elde edildiği belirlenmiştir.

Her ne kadar Türkiye tarımsal üretim gelirine göre, Vezirköprü'de endüstriyel kenevir üretiminden elde edilen gelir (lif+tohum üretiminde 5 780tl da<sup>-1</sup>) yeterli gibi gözüksede, ortalama aile büyüklüğünün 5.1 kişi ve ortalama üretim alanının 37.69 da olması tek başına endüstriyel kenevir yetiştiriciliğini alternatif ürünler olan mısır, şeker pancarı, tütün gibi endüstriyel ürünlere karşı rekabette kırılgan bir ürün konumuna getirmektedir.

Bu araştırma sonucunda, endüstriyel kenevir bitkisinden elde edilen tohum ve liflerin bir çok alanda kullanılabilir olması ve ekonomik yönden analizinde, Vezirköprü şartlarında, üreticilerin dışındaki yapısal sorunlara rağmen araştırma bulguları sonucunda elde edilen verilere göre endüstriyel kenevir üretiminin karlı bir üretim faaliyeti olduğu belirlenmiştir.

Daha önce konu ile ilgili yapılan çalışmalarda; Sokolchik (2014), sadece kenevir tohumu üretiminin daha kârlı olduğunu, Luke (2017), ürünlerin maliyetleri ve potansiyel getirileri birlikte değerlendirildiğinde endüstriyel kenevirin ümit verici bir ürün olduğunu, Zatta ve ark. (2012), endüstriyel kenevir tohumu yetiştiriciliğinin ekonomik anlamda kârlı olması için yüksek verimli çeşitlere ihtiyaç olduğunu, Fortenbery ve Bennett (2004), geleneksel tahıl ürünlerinden biraz daha kârlı,

ancak özel ürünlerden daha az kârlı olduğunu, Cherney ve Small (2016), endüstriyel kenevirin bir tohum kaynağı olarak, lif kaynağından çok daha fazla potansiyele sahip olduğunu ve tohumluk amaçlı endüstriyel kenevir üretiminin gelişme potansiyeli olduğunu, Aydoğan ve ark. (2019), küçük alanlarda üretim yapan çiftçilerin genellikle karma üretimi tercih ettiklerini, Sokolchik (2014), kenevir lif ve tohum verimlerinin artırılmasını gerektiğini, Das ve ark. (2017) da, endüstriyel kenevirin hem biyoyakıt hem de katma değerli ürünler üretmek için potansiyeli olduğunu ve Kuglarz ve ark. (2014), endüstriyel kenevirden etanol üretiminin ekonomik anlamda kârlı olduğunu tespit etmişlerdir

Vezirköprü örneği çalışmasında da görüldüğü üzere, küçük alanlarda üretim yapan çiftçilerin hem tohum hem lif amaçlı üretim yaptıkları ve bundan sonra da üretim desenin ve planlamasının bu şekilde olacağı tespit edilmiştir.

Endüstriyel kenevir üreticilerinin, daha kaliteli ve daha karlı bir üretim yapabilmeleri için maliyetlerini düşürmeleri gerektiği tespit edilmiştir. Bunun için de, verimin artırılması, girdi maliyetlerinin düşürülmesi, teknolojiden faydalanılması ve bilgi düzeyinin artırılması gerekmektedir.

Prim destekleri ve teşvikler üreticiyi ekim yapmaya sevk edecek oranlarda olmalıdır. Ayrıca primler önceden açıklanmalı ve zamanında ödenmelidir. Destekler güncel girdi fiyatları dikkate alınarak belirlenmelidir.

Ayrıca girdilerin etkinliğinin ve verimin artırılması ile ıslah çalışmalarına yeterli destek ve teşvikin verilmesi de gerekmektedir.

Türkiye’de endüstriyel keneviri katma değerli ürünlere dönüştürecek sanayi yatırımlarının yok denecek kadar az olması ve bu yatırımları yapmayı düşünen girişimcilerinde iyi başlangıç yapmalarına rağmen sonradan isteksiz davranmaları yetiştiricilik faaliyetlerinin gerilemesine yol açmaktadır.

Aydoğan ve ark. tarafından 2019 yılında yapılan çalışmada; “Yapılan zaman serisi analizinde gelecek yıllarda kenevir ekim alanlarının artacağı öngörülmektedir. Endüstriyel kenevir üretiminin artmasına paralel olarak kenevir ürünleri sanayisinin altyapısının hazırlanması ve geliştirilmesi gerekmektedir.” denilmektedir.

Bu tespite rağmen kamunun 2018 ve 2019 yıllarındaki teşvik edici düzenlemelerinin ve organizasyonlarının olumlu katkısının yanında ürün işleme ve pazarlama alanındaki eksiklikler nedeniyle 2021 yılında üretim alanı ve miktarı hızla düşüşe geçmiştir.

Pazarlama ve ürün işleme alanındaki sorunlara özel sektör çözüm getirmekten uzak olup, sözleşmeli üretim yapanların dahi mağduriyeti söz konusu olmuştur. Pazarlama ve işleme alanındaki sorunlara üreticiler tarafından kurulacak kalkınma, üretim ve pazarlama kooperatiflerinin çözüm olabileceği gözlemlenmiştir.

Pazarlama sorunlarının çözülmesi ve özellikle tohumun sağlık ve tıbbi farmakoloji alanında kullanılması için mevzuat düzenlemelerinin yapılması ve izinlerin verilmesi endüstriyel kenevir üretiminde katma değeri çok artıracaktır.

Ayrıca biyoekonomi yönüyle bakılacak olursa, endüstriyel kenevirden elde edilen biyokütleden enerji kaynağı olarak yararlanmak mümkündür. Enerji kaynağı olarak da özellikle otomotiv sektöründe biyoyakıt olarak ve ısı kalorisinin yüksek olması nedeniyle de ısınma amaçlı değerlendirilebilecek olması nedeniyle, endüstriyel kenevir fosil yakıtlara alternatif olabilecek önemli bir endüstriyel bitkidir.

İklim değişikliği ve yeşil mutabakat kapsamında endüstriyel kenevirin çevreci bir yetiştiricilik isteklerine sahip olması da önemli bir avantajdır.

### **Çıkar Çatışması**

Makaleye yazarları arasında herhangi bir yazar çatışması olmadığı beyan olunur.

**Yazar Katkısı**

Makaleye yazarlar eşit oranda katkı sağlamıştır.

**KAYNAKLAR**

- Acar M, Dönmez A, 2016. Kenevire Farklı Bir Bakış. 2. Ulusal Biyoyakıtlar Sempozyumu bildiriler kitabı, 265-270, 27-30 Eylül. Samsun
- Akpınar D, Nizamoğlu A, 2019. Osmanlı'dan Cumhuriyet'e Kenevir Üretimi. *Social Sciences*, 14(4): 1223-1236.
- Allegret S, Bouloc P, Arnaud L, 2013. The History of Hemp. In: Bouloc, P. (Ed.), *Hemp: Industrial Production and Uses*. pp. 4-26.
- Arslanoğlu ŞF, Aytaç S, Ayan AK, 2017. Keten. In: Ayan A.K, Aytaç S, Arslanoğlu ŞF, Şahin, H.A. (Eds). *Karadeniz'in Lif Bitkileri Çalıştayı Keten-Kenevir-Isırgan. 5-6 Mayıs, Samsun*.
- Averink J, 2015. *Global Water Footprint of Industrial Hemp Textile (Master's thesis, University of Twente)*.
- Aydemir T, 2017. Farklı Tarımsal Artıklar Kullanılarak Hazırlanan Karışım Peletlerinde Kenevir Sapı Kullanımının Pelet Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. Yüksek lisans tezi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 79s, Tekirdağ.
- Aydoğan M, Terzi YE, Gizlenci Ş, Acar M, Esen A, Meral B, 2019. Türkiye'de Kenevir Yetiştiriciliğinin Ekonomik Olarak Yapılabilirliği: Samsun ili Vezirköprü ilçesi örneği. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 35.
- Aydoğdu M, Döğür R, Akgür SA, 2017. Türkiye Pazarında Yeni Bir Ürün: Kenevir Özütlü Soğuk İçecekler. *Adli Tıp Bülteni*, 22(2): 97-100.
- Aytaç S, Arslanoğlu ŞF, Ayan AK, 2018. High Temperature İnhibition of Seed Germination of Hemp *Cannabis sp*. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(12): 8200-82041.
- Aytaç S, Ayan AK, Arslanoğlu ŞF, Gizlenci Ş, Çelik AE, 2017. Kenevir Populasyonlarından THC Oranı Düşük Genotiplerin Geliştirilmesi. ARGE projesi TÜBİTAK. Basılmamış, Samsun.
- Bouloc P, Werf HMG, 2013. The Role of Hemp in Sustainable Development. In: Bouloc, P. (Ed.), *Hemp: Industrial Production and Uses*, pp. 278-289.
- Carus M, Karst S, Kauffmann A, Hobson J, Bertucelli S, 2013. *The European Hemp İndustry: Cultivation, Processing and Applications for Fibres, Shivs and seeds*. European hemp Industry Association.
- Cherney J, Small E, 2016. *Industrial Hemp in North America: Production, Politics and Potential*. *Agronomy*, 6(4): 58.
- Das L, Liu E, Saeed A, Williams D W, Hu H, Li C, Shi J, 2017. Industrial hemp as a potential bioenergy crop in comparison with kenaf, switchgrass and biomass sorghum. *Bioresource technology*, 244: 641-649.
- FAO, 2020. Kenevir Ekim Alanları Veritabanı. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Fortenbery TR, Bennett M, 2004. Opportunities for commercial hemp production. *European Review of Agricultural Economics*, (26): 97-117.
- Gedik G, Avinç OO, Yavaş A, 2010. Kenevir Lifinin Özellikleri Ve Tekstil Endüstrisinde Kullanımıyla Sağladığı Avantajlar. *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 4(3): 39-48.
- Gizlenci Ş, Acar M, Yiğen Ç, Aytaç S, 2019. Kenevir Tarımı. Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü yayınları. Samsun.
- Güneş T, Arıkan R, 1998. *Tarım Ekonomisi İstatistiği*, A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No:1049, Ankara
- İnan İH, 2016. *Tarım Ekonomisi ve İşletmeciliği*, İdeal Kültür Yayıncılık, İstanbul

- Johnson R, 2014. Hemp as An Agricultural Commodity. Library of Congress Washington DC Congressional Research Service. <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a599368.pdf>
- Kuglarz M, Gunnarsson IB, Svensson SE, Prade T, Johansson E, Angelidaki I, 2014. Ethanol production from industrial hemp: Effect of combined dilute acid/steam pretreatment and economic aspects. *Bioresource technology*, 163: 236-243.
- Luke LT, 2017. An assessment of Economic Considerations for Industrial Hemp Production. *Agricultural Economics and Agribusiness Undergraduate Honors Theses*. 6. <http://scholarworks.uark.edu/aeabuht/6>
- Marcus D, 1998. Commercial Hemp Cultivation in Canada: An Economic Justification. London, Canada: University of Western Ontario. Available from: <http://www.hemphesis.com/>
- ORAN Orta Anadolu Kalkınma Ajansı, 2019. Kenevir Yetiştiriciliği ORDU
- Salentijn EM, Zhang Q, Amaducci S, Yang M, Trindade LM, 2015. New Developments in Fiber Hemp (*Cannabis sativa* L.) Breeding. *Industrial crops and products*, (68): 32-41.
- Samsun Tarım ve Orman İl Müdürlüğü 2020 Faaliyet Raporu-Şubat 2021 [30.09.2021]
- Serin S, Macit ME, Çınar EC, Çelik S, 2018. Doğal Kenevir Lifi Kullanımının Asfalt Beton Karışımlara Etkisi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6 (4): 732-744.
- Small E, Marcus D, 2002. Hemp: A new Crop with New Uses for North America. Janick, J. & A. Whipkey (Eds.), *Trends in New Crops and New Uses*. Alexandria, USA: ASHS Press.
- Sokolchik A, 2014. *Cannabis Farming*.
- Struik PC, Amaducci S, Bullard MJ, Stutterheim NC, Venturi G, Cromack HTH, 2000. Agronomy of Fibre Hemp (*Cannabis sativa* L.) in Europe. *Industrial Crops and Products*, 11: 107-118.
- TÜİK, 2021. Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://tuik.gov.tr> [01.10.2021]
- Uğurlu M, 2019. Production Economy of Pomegranate in Manisa Province. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 3 (4) , 272-278.
- Uğurlu M, 2019, Pamuk Üretiminin Ekonomik Analizi: Manisa Örneği, Uluslararası 13. Uluslararası Tarla Bitkileri Kongresi, Antalya.
- Uğurlu M, 2019. Manisa İli Nar Üretim Ekonomisi, Hasat Uluslararası Tarım ve Orman Kongresi, Proceeding Book, ISBN: 978 – 605 – 7602 – 92 – 3, Ankara
- Ulaş E, 2019. Mucize Bitki Kenevir, Gerçek Köye Dönüş Projesi
- USDA, 2000. Industrial hemp in the United States: Status and Market Potential, AGES001E. Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture.
- Vantreese VL, 1997. *Industrial hemp: Global Markets and Prices*; Department of Agricultural Economics, University of Kentucky: Lexington, KY, USA, 1997.
- Wang Q, Shi G, 1999. Industrial Hemp: China's Experience and Global Implications. *Review of Agricultural Economics*, 21(2): 344-357.
- Zatta A, Monti A, Venturi G, 2012. Eighty years of studies on industrial hemp in the Po Valley (1930-2010). *Journal of Natural Fibers*, 9:3, 180-196.

**Atf İçin:** Koca YO, Yalçın M, Turgut C, 2021. Tohum Kaplamasında Kullanılan Bazı Pestisitlerin Mısırın Morfolojik ve Kalite Özelliklerine Etkileri. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(Özel Sayı): 3519-3527.

**To Cite:** Koca YO, Yalçın M, Turgut C, 2021. Effects of Some Pesticides Used Seed-Coating on Morphological and Quality Parameters of Corn. Journal of the Institute of Science and Technology, 11(Special Issue): 3519-3527.

## Tohum Kaplamasında Kullanılan Bazı Pestisitlerin Mısırın Morfolojik Ve Kalite Özelliklerine Etkileri

Yakup Onur KOCA<sup>1\*</sup>, Melis YALÇIN<sup>2</sup>, Cafer TURGUT<sup>2</sup>

**ÖZET:** Bu çalışma ile metalaxy-M + fludioxonil (Maxim XL 035 FS), clothianidin (Poncho FS 600) ve cyantraniliprole (Fortenza 600 FS) etken maddeli tohum ilacı olarak kullanılan pestisitleri mısırın (*Zea mays* L.) verim ve kalitesi üzerine etkileri belirlenmiştir. Belirtilen pestisitlerin önerilen dozları kullanılarak Pioneer P2088 mısır çeşidinin tohumlarına kaplama işlemi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, mısır çeşidinin birçok morfolojik özelliklerine (tohum verimi, bitki boyu, koçan boyu, koçanda tane sayısı, koçandaki tohum ağırlığı, bin tohum ağırlığı, sap kalınlığı ve yaprak kalınlığı) ek olarak bazı tohum kalite parametreleride (kül, yağ, protein ve nişasta oranları) ölçülmüştür. Çalışmanın sonucunda, yaprak kalınlığı dışında ölçülen tüm morfolojik özelliklerde uygulamalar arasındaki farklılıkların önemsiz olduğu bulunmuştur. Buna karşın çalışmada ölçülen tüm kalite özelliklerinde uygulamalar arasındaki farklılıkların önemli olduğu tespit edilmiştir. En yüksek yaprak kalınlığı (5.04 mm) ve nişasta oranı (% 58.61) değerleri metalaxyl-M + fludioxonil uygulamasından elde edilmiştir. En yüksek kül (% 1.22) ve protein içeriği (% 8.71) kontrolden elde edilmiştir. Tohumlarda en yüksek yağ (% 4.20) oranı clothianidin uygulamasında ölçülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** pestisitler, mısır, protein oranı, nişasta oranı, yaprak kalınlığı

### Effects of Some Pesticides Used as Seed-Coating on Morphological and Quality Parameters of Corn

**ABSTRACT:** In this study, the effects of seed coated pesticides with active ingredients metalaxil-M + fludioxonil (Maxim XL 035 FS), clothianidin (Poncho FS 600) and cyantraniliprole (Fortenza 600 FS) on yield and quality of maize (*Zea mays* L.) were determined. The seeds of the Pioneer P2088 corn variety were coated using the recommended doses of the specified pesticides. In addition to many morphological features (seed yield, plant height, cob height, number of seeds on the cob, seed weight on cob, thousand seed weight, stem thickness, and leaf thickness), some seed quality parameters (ash, fat, protein and starch rates) were measured. As a result of the experiment, differences between the treatments in all morphological features except for leaf thickness were found insignificant. On the other hand, the differences were found to be significant in all the quality parameters. The highest leaf thickness (5.04 mm) and starch rate (58.61 %) were obtained from metalaxyl-M + fludioxonil application. The highest ash (1.22 %) and protein contents (8.71 %) were obtained from control. The highest oil (4.20 %) rate of seed was measured in clothianidin treatment.

**Keywords:** pesticides, corn, protein rate, starch rate, leaf thickness

<sup>1</sup>Yakup Onur KOCA ([Orcid ID: 0000-0002-0753-0077](https://orcid.org/0000-0002-0753-0077)), Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Aydın, Türkiye

<sup>2</sup> Melis YALÇIN ([Orcid ID: 0000-0002-9122-7133](https://orcid.org/0000-0002-9122-7133)), Cafer TURGUT ([Orcid ID: 0000-0002-6450-5361](https://orcid.org/0000-0002-6450-5361)) Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Aydın, Türkiye

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Yakup Onur KOCA, e-mail: yokoca@adu.edu.tr

Uluslararası Katılımlı Türkiye 7. Tohumculuk Kongresi'nde" sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

## GİRİŞ

Mısır bitkisi, Dünyanın birçok bölgesinde (tropik, subtropik ve ılıman iklim kuşakları) yetişebilen ve neredeyse söz konusu bölgelerdeki ülkelerin tamamında belli oranlarda tarımı yapılan geniş uyum yeteneğine sahip bir bitkidir. Kutup bölgeleri hariç dünya çapında bir üretim ve yetiştiriciliğe sahiptir. 58° kuzey ve 40° güney enlemleri arasında kalan alanların neredeyse tamamında, deniz seviyesinden 4000 m' ye kadar olan rakımlarda yetiştirilebilmektedir (Kırtok, 1998).

Dünyada ve ülkemizde yoğun bir şekilde kullanılan mısır bitkisinin, her yıl üretimi artmaktadır. Bitkinin 2019 yılında ekim alanı dünyada 197 milyon ha ve üretimi bir milyar yüzonbeş milyon ton dur. Ülkemizde ise üretim 6 milyon ton civarında iken, tüketim 7.8 milyon tonu bulmaktadır (Anonim a, 2019). Ülkemizde tüketimi çoğunlukla hayvan yemi olarak ya da doğrudan insan beslenmesinde (mısır unu, nişasta, haşlamalık vb.) kullanılmakla beraber birçok gıda maddesinin içine de girebilmektedir (Koca, 2009). Bugün mısır ya da mısırdan elde edilen yan ürünler (şeker, zamk, yağ vb.) birçok işlenmiş gıdalarda yer alabilmekte ve enerji kaynaklarından temel gıdalara kadar birçok alanda kullanılmaktadır. Bu durum günden güne artan mısır talebini açıklamaktadır.

Konvansiyonel tarım ile geniş alanlarda üretimi yapılan mısır bitkisinin ekiminden hasadına kadar birçok aşamada farklı kültürel uygulamalar yapılmaktadır. Başlangıçta tarlada başarılı bir tohum yatağının hazırlanması ve birim alanda yeterli fide sayısının belirlenmesi, mısırın tane üretimi için en önemli ve kritik adımlardan biridir (Pereira et al., 2019). Yetiştirilen bitkilerin sağlıklı bir şekilde çıkış yapması ve sonrasında sağlıklı bir fide dönemi geçirerek gelişimlerine devam etmeleri öncelikli hedefler arasındadır (Baldini et al. 2018). Çıkış esnasında ve fide döneminde toprakta bulunabilecek birçok hastalık etmeni ve zararlılara karşı uygulamalar ekim öncesinde yapılmaktadır. Çünkü mısır bitkisini söz edilen gelişme dönemlerinde etkileyerek üretimi düşürme potansiyeline sahip birçok toprak altı ve toprak üstü hastalık etmenleri ve zararlılar bulunmaktadır.

Söz konusu hastalık etmenleri ve zararlılar; üretim, verim ve kalitede ciddi düşüşe neden olmaktadır. Ekim öncesinde uygulanan tohum kaplama ilaçları mısırdaki çıkış esnasında ve sonrasında sorun olabilecek önemli hastalık ve zararlılara karşı koruma sağlamıştır. *Pythium* spp., *Fusarium* spp., ve *Rhizoctonia* spp. gibi fungal etmenlerin mısır bitkisine olan tipik etkileri, tohumun çürümesi, çimlendiyse çıkış öncesi veya çıkış sonrası ölümler, ileriki dönemlerde gövde ekseninde kayma ve bazı ters bükülmeler sonucunda bitkinin devrilmesi şeklinde görülebilmektedir (Anonim b, 2019). Bu hastalıklar %20-30'lara ulaşabilen verim kayıpları meydana getirebilmektedir. Mısırdaki bozkurt (*Agrotis ipsilon*, *Agrotis segetum*) larvaları, fide dönemindeki bitkileri kök boğazından keserek fidelerin zarar görmelerine hatta ölümlerine sebep olurlar. Mısırdaki tel kurtları (*Agriotes* spp.) bitkileri toprak altı organlarına zarar verirler. İnce olan mısır köklerini zedeler bazen de koparırlar, kalın köklerde ve toprağa yakın ana gövde içinde galeriler açarak beslenirler (Anonim, 2020).

Mısır bitkisinin bu hastalık etmenlerine ve zararlılarına karşı kullanılan bazı tohum ilaçları (pestisitler) bulunmaktadır. Mısır tarımında yoğun bir şekilde pestisit kullanımı olmasına karşın bunların verim ve kaliteye etkileri göz ardı edilmektedir (Yousof et al. 2016). Tohumun ilaçlamasının erken bitki gelişimin dönemlerinde (çıkış ve fide dönemi) ciddi zararlılara yol açabilecek hastalık etmenleri ve zararlılara karşı bitkiyi koruyarak birçok olumlu etkilerinin bulunduğu söz eden yayınlar bulunmaktadır (Steffen ve ark., 1999; Wilde ve ark., 2004; Vernon ve ark., 2013). Buna karşın, söz konusu kimyasalların tohumun çimlenme gücünü etkilemenin yanında, olumsuz çevre koşulları ile birleştiğinde (tohum yatağının iyi hazırlanmaması, kesekler, ağır toprak tavy ya da alatav) mısır tohumlarının çimlenme ve sürme gücünü olumsuz yönde etkileyebildiklerini söyleyen bazı çalışmalar da bulunmaktadır (Marchi and Cicero, 2003; Hejlik, 2012). Bu çalışma ile tohum

kaplamada kullanılan metalaxil-M + fludioxonil (Maxim XL 035 FS), clothianidin (Poncho FS 600) ve cyantraniliprole (Fortenza 600 FS) sistemik etkili ilaçların mısır üzerindeki bazı etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

## MATERYAL VE METOT

Denemenin bitkisel materyali olarak Pioneer P2088 seçilmiştir. Bölge ekolojik koşullarına uygun yüksek verim potansiyeline sahip bir çeşit olarak nitelendirilebilir. Özellikle dik ve geniş yapraklı geniş fotosentez alanına sahip bir bitkidir. Bunun sonucunda koçanda sıra sayısı fazladır. Derin, kaliteli ve hektolitreye ağırlığı yüksek taneleri bulunmaktadır. Her toprak türünde yüksek verim gücüne sahiptir. Sağlam sap yapısına sahip ve yeşil kalma yeteneği yüksektir. Hastalıklara nispi toleranslıdır (Anonim, 2021).

Türkiye’de ticari olarak satılan mısır tohumlarının neredeyse tamamı ilaçlı olarak satılmaktadır. Poncho ile Maxim mısırdaki ruhsatlı olan tohum ilaçlarıdır. Bunlara Fortenza da eklenerek oluşturulan uygulama grubunun (3 mısır tohum ilacı) diğer tohum ilaçlarını da temsil etmesi sağlanmaya çalışılmıştır. Tohum kaplamada kullanılan uygulama grubundaki sistemik etkili ilaçların içerikleri ve kullanım dozları aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

Maxim XL 035 FS 25 g L<sup>-1</sup> fludioxonil ve 10 g L<sup>-1</sup> metalaxyl-M içerir. Mısırdaki tohum ve kök çürüklüğü, Fide yanıklığına (*Pythium* spp. *Fusarium* spp. *Rhizoctonia* spp.) karşı kullanılmaktadır. 100 kg tohuma 100 ml dozunda uygulanır. Fludioxonil E2 grubunda bulunup Phenylpyrrolleler içerisinde bulunmaktadır. Hücre metabolizmasında rol oynayan protein kinazı inhibe eder. Metalaxyl –M ise A1 grubunda bulunup Phenylamidelerden acylalanine içerisinde yer alır. RNA polimeraz enzimini engelleyerek protein sentezinin ihibasyonuna neden olur (Tomlin, 2004).

Poncho FS 600 g L<sup>-1</sup> clothianidin içerir. Böceklerde merkezi sinir sistemindeki sinapları etkileyerek sistemik ve translaminar etki şekline sahiptir. Nikotinik asetilkolin reseptör agonisti olarak etki eder. Etki mekanizmasına göre Grup 4A’da bulunup neonikotinoidler sınıfında yer alır. Geniş etki şekline sahiptir. Mısırdaki Tel kurtlarına (*Agriotes* spp.) ve Bozkurtlara (*Agrotis ipsilon*, *Agrotis segetum*) karşı kullanılmaktadır. 84 ml L<sup>-1</sup> ünite (50000 adet tohum) dozunda uygulanır (Tomlin, 2004).

Fortenza 600 FS, 600g L<sup>-1</sup> cyantraniliprole içerir. Grup 28’de bulunup Diamideler içerisinde yer alır. Sistemik özelliğe sahiptir. Ryanodine reseptör modülatörü olarak görev yapar. 30ml L<sup>-1</sup> ünite (50000 adet tohum) uygulama dozudur. Mısırdaki Bozkurtlara karşı (*Agrotis segetum*, *Agrotis ipsilon*) kullanılır.

## Yöntem

Araştırmanın tarla çalışması 2019 yılında Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri uygulama alanında yürütülmüştür. Tohumların ekimi öncesinde deneme materyali olarak Pioneer firmasından kaplamasız olarak (ilaçsız), P2088 tane mısır çeşidi alınmış (1 çuval = 50000 adet) ve yaklaşık 4 eşit (g olarak) parçaya (kontrol dahil) ayrılmıştır. Daha sonrasında sistemik etkili 3 farklı ilacın tohumlara kaplanması yukarıda belirtilen ilaç dozlarına uygun olarak film kaplama yöntemi ile yaptırılmıştır. Buna ek olarak hiçbir ilacın kaplanmadığı tohumlar kontrol parsellerinde kullanılmıştır.

Çizelge 1’de denemenin kurulduğu alanın toprak analiz sonuçları verilmiştir. Buna göre deneme alanının toprak yapısı kumlu-tınlı, alkali karakterli ve organik maddesi düşük olduğu söylenebilir.

**Çizelge 1.** Toprak analiz sonuçları

Toprak tekstürü (%)			pH	Organik madde (%)	P (ppm)	K (ppm)
Kum	Mil	Kil				
72	16.7	11.3	8.0	1.91	21	176
Kumlu tınlı			yüksek	düşük	yüksek	düşük

Çalışmanın yürütüldüğü yıla ait aylık ortalama sıcaklık ve aylık yağış oranı değerleri ile uzun yıllar ortalaması Çizelge 2 de verilmiştir. Meteoroloji verileri incelendiğinde denemenin yürütüldüğü yıl olan 2019 yılında haziran ayı yağış değerinin çok yüksek olduğu görülmektedir. Buna ek olarak 2019 yılı birinci ürün mısır üretim dönemi boyunca (Nisan-Eylül) etkili aylık ortalama sıcaklık değerlerinin de uzun yılların ortalamasından ya düşük ya da çok yakın değerler olduğu (Mayıs hariç) görülmektedir. 2019 yılı için serin ve yağışlı bir üretim dönemine sahip olduğu söylenebilir.

Ana ürün tane mısır yetiştiriciliği koşullarında farklı ilaç uygulamasının içinde bulunduğu 4 farklı uygulamayı (kontrol dahil) kapsayan tarla çalışması tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. 27.04.2019 tarihinde denemede sıra arası mesafe 70 cm sıra üzeri mesafe 20 cm olarak 12 metre uzunluğunda sıraların (4 sıra) bulunduğu parseller şeklinde ekim gerçekleştirilmiştir. Mısır üretim dönemi boyunca konvansiyonel tarım uygulamasına göre standart kültürel işlemler uygulanmıştır.

Çalışmada birçok morfolojik özellikler (tohum verimi, bitki boyu, koçan boyu, koçandaki tohum sayısı, koçandaki tohum ağırlığı, bin tohum ağırlığı, sap kalınlığı ve yaprak kalınlığı) tahta cetvel, elektronik kumpas, nemölçer ve elektronik tartı gibi bazı aletler ile ölçülmüştür. Buna ek olarak bazı tane kalite özellikleri de belirlenmeye çalışılmıştır. Tane kalitesi özellikleri [tanede protein (%), nişasta (%), yağ (%) ve kül (%)] elde edilen tanelerin Adnan Menderes Üniversitesi Tarımsal Biyoteknoloji Merkezi Laboratuvarındaki NIRS (Near Infrared Reflectance Spectroscopy) cihazında ölçülmesi ile saptanmıştır. Bu analiz, mısır denemelerinden alınan yaklaşık 90 g mısır taneleri ile 2.8 cm derinliğinde ve 9 cm çapında numune kaplarında taneler öğütülerek ölçüm yapılmıştır (Gislum ve ark., 2004).

**Çizelge 2.** 2019 yılı ve uzun yıllara ait meteoroloji verileri

Aylar	Sıcaklık (°C)		Yağış (mm)	
	2019	Uzun yıllar	2019	Uzun yıllar
Nisan	15.8	15.7	59.2	45.5
Mayıs	22.4	20.9	8.3	33.5
Haziran	25.6	25.9	97.7	14.0
Temmuz	26.6	28.4	0.2	3.5
Ağustos	27.2	27.2	0.0	2.2
Eylül	22.1	23.2	11.8	14.4

### İstatistiksel Analizler

İstatistiksel analizler; çalışmadan elde edilen değerlerin varyans analizi yapılarak değerlendirilmesi ve ortalamalar arasındaki farklılıkların En Küçük Önemli Fark (EKÖF) çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılması ile sonuçlandırılmıştır. Bunun için Tarist paket programı kullanılarak yapılmıştır (Açıkgöz ve ark., 2004).

### BULGULAR VE TARTIŞMA

Varyans analiz sonucunda farklı ilaç uygulamalarından elde edilen değerlere ait kareler ortalaması değerleri ve uygulamalar arasındaki farkların önem düzeylerini belirten sonuçlar Çizelge 3'de verilmiştir. Buna göre ölçülen morfolojik özelliklerin (tohum verimi, bin tane ağırlığı, koçan



boyu, koçanda tane sayısı, bitki boyu, koçanda tane ağırlığı ve sap kalınlığı) tamamında (yaprak kalınlığı hariç) uygulamalardan oluşan farkların önemsiz olduğu görülmektedir. Buna karşın tane kalitesi ile ilgili ölçülen özelliklerin (tanede kül oranı, tanede protein oranı, tanede nişasta oranı ve tanede yağ oranı) tamamında uygulamadan oluşan farklılık önemli bulunmuştur.

**Çizelge 3.** Varyans analizi sonucunda özelliklerden elde edilen kareler ortalaması değerleri

VK	TV	BTA	KB	KTS	BB	KTA	SK	YK	Tanede			
									Kül	Pro	Niş	Yağ
Uygulama	66572.7öd	686.8öd	0.9öd	13177.7öd	463.2öd	1305.2öd	9.3öd	2.4*	0.0*	0.3**	4.5**	0.0*
Hata	172864.9	601.5	5.2	14946.5	152.8	3388.9	2.8	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0

öd: önemli değil, \*: 0.05 düzeyinde önemli, \*\*: 0.01 düzeyinde önemli

VK: Varyasyon Kaynağı TV: Tohum verimi, BTA: Bin tane ağırlığı KB: Koçan boyu, KTS: Koçanda tane sayısı, BB: Bitki boyu, KTA: Koçanda tane ağırlığı, GK: Sap kalınlığı, YK: Yaprak kalınlığı, Kül: Tanede kül oranı, Pro: Tanede protein oranı, Niş: Tanede nişasta oranı, Yağ: Tanede yağ oranı

### Bitki Boyu (cm)

Tahıllarda bitki boyu geniş ölçüde genetik faktörlerin etkisi altında olan bir özelliktir. Buna ek olarak bu özellik çevresel faktörlerden de (ışık miktarı, bitki besin maddesi ve sulama vb.) geniş ölçüde etkilenmektedir (Hallauer ve Miranda, 1982).

Denemede kullanılan ilaç çeşitlerinin bitki boyuna olan etkileri değerlendirildiğinde en uzun bitki boyu ortalaması (268.33 cm) Maxim-XL 035 FS ilaç uygulamasında olmuştur (Çizelge 4). Bunu (248.33 cm) değeri ile Poncho FS 600 ilacı izlemiştir. En düşük değer ise (240.00 cm) ile ilaç uygulanmayan (kontrol) parselden ölçülmüştür.

### Koçan Boyu (cm)

Bitkilerin birçok tarımsal özellikleri (boy, yaprak alanı, birim alandaki sıklık, biyolojik verim, hasat indeksi, koçanın yüksekliği, boyu, kalınlığı ile koçanda tane sayısı ve bin tane ağırlığı) tane verim öğeleri arasındadır (Xu, 1986; Jatimiansky ve ark., 1986; Cesurer ve ark., 1999). Fakat bunların arasında genellikle ters bir korelasyonun bulunduğu bilinmektedir. Bu sebeple mısırdaki yüksek tane veriminin iyi dengelenmiş verim öğeleri ile oluşturulabileceği vurgulanmıştır (Gay ve Black 1984).

Denemede kullanılan ilaç çeşitlerinin koçan boyuna olan etkileri değerlendirildiğinde en uzun koçan boyu (20.77 cm) Fortenza 600 FS ilaç uygulamasından ölçülmüştür (Çizelge 4). Bunu 20.13 cm değeri ile Poncho FS 600 ilacı izlemiştir. En düşük değer ise (19.57 cm) ile kontrol parselden ölçülmüştür.

### Koçanda Tane Sayısı (adet)

Tahıllarda genel olarak verim öğeleri içerisinde en önemlileri birim alandaki tane miktarı ve bunun ağırlığıdır (Tollenaar ve ark. 1992; Kara 2001). Tane verimini direk etkilemesi bakımından yapılan çalışmalarda koçanda tane sayısı ve bin tane ağırlığı değerleri öncelikli önem taşımaktadır ve birincil (primer) tane verim öğeleri olarak adlandırılabilir (Singh ve ark., 1982).

Denemede kullanılan farklı ilaçların koçanda tane sayısına olan etkileri değerlendirildiğinde en yüksek koçanda tane sayısı (678.4) Fortenza 600 FS uygulanmış parselden elde edildi (Çizelge 4). Bunu 620.4 adet ortalama ile Poncho FS 600 ilacı izlemiştir. En düşük değer ise (524.1) ile ilaç uygulanmayan parselden ölçülmüştür.

### Bin Tane Ağırlığı (g)

Denemede kullanılan ilaç çeşitlerinin bin tane ağırlığına olan etkileri değerlendirildiğinde en yüksek bin tane ağırlığı (429.5 g) ortalaması kontrol parselden ölçüldü. Bunu 405.7 g değeri ile Poncho FS 600 parseli izlemiştir. En düşük değer ise (396.6 g) Fortenza 600 FS parselden ölçülmüştür.

### Koçanda Tane Ağırlığı (g)

Dekarda tane veriminin önemli belirleyicilerinden olan tek koçanda tane ağırlığı değerlerini incelediğimizde; en yüksek koçanda tane ağırlığı (269.1 g) ölçülen ilaç uygulama parseli Fortenza 600 FS de olmuştur (Çizelge 4). Bunu 253.4 g değeri ile Poncho FS 600 izlemiştir. En düşük değer ise (225.1 g) ile ilaç uygulanmayan parselden ölçülmüştür.

### Tane Verimi (kg da<sup>-1</sup>)

Çalışmadan bölge koşullarında yüksek sayılabilecek tane verimi değerleri elde edilmesine rağmen ilaç uygulamalarından elde edilen tane verimi sonuçları arasında verim öğelerine paralel bir şekilde istatistiki olarak bir fark olmadığı görülmüştür. Denemede kullanılan ilaç çeşitlerinin dekara tane verimine olan etkileri değerlendirildiğinde en yüksek tane verimi (1922 kg da<sup>-1</sup>) ortalaması Fortenza 600 FS uygulanan parsellerden elde edilmiştir (Çizelge 4). Bunu 1810 kg da<sup>-1</sup> değeri ile Poncho FS 600 parseli izlemiştir. En düşük değer ise (1608 kg da<sup>-1</sup>) ile kontrol parselden ölçülmüştür.

Çizelge 2’de verilen meteoroloji değerleri incelendiğinde 2019 yılı nisan ve mayıs aylarının uzun yıllar ortalamasından daha sıcak geçtiği söylenebilir. Bu dönemde hava sıcaklığına bağlı olarak hızla artan toprak sıcaklığı nisan ayı sonunda (27.04.2019) ekimi yapılan mısır tohumlarının hızlı bir çıkış göstermesine yardımcı olmuştur. Devam eden süreçte sıcaklığın korunması bitkilerin daha sağlıklı bir fide dönemi geçirmesini sağlamıştır. Buna ek olarak haziran ayında uzun yıllar ortalamasının çok üzerinde bir yağış oranı olması bitki büyümesini desteklemektedir. Mısır bitkisinin iki önemli isteği olan sıcaklık ve su doğal olarak karşılanmıştır. Haziran ve temmuz aylarında uzun yıllar ortalamasından daha düşük sıcaklıklar ölçülmesi bitkilerin yüksek sıcaklık stresine girmesini de engellemiştir. Bu sebeple çalışmada ölçülen en düşük tane verimi ortalaması (1608 kg da<sup>-1</sup>) bile bölge koşullarına göre (damlama sulama ile üretim hariç) biraz yüksek olarak görülebilir. Çalışmadan elde edilen en yüksek tane verimi ortalaması ise neredeyse iki tona yaklaşmıştır. Üretim yapılan yılın mısır bitkisi yetiştirmeye çok uygun koşulları sağlaması elde edilen değerleri birbirine yaklaştırmış olabilir. Bu sebeple, uygulamalar arasındaki farklar belirgin olarak ortaya çıkmamıştır. Genel olarak ilaç uygulamalarından elde edilen dekara tane verimi ve verim öğeleri arasında istatistiki olarak farklılık gözlenememiştir. Buna rağmen, kontrol uygulamasına göre Fortenza parsellerinde tane verim neredeyse %20 ye yakın artış göstermiştir.

### Çizelge 4. Pestisit uygulamalarından elde edilen morfolojik özelliklere ait ortalamalar

Uygulamalar	TV (kg da <sup>-1</sup> )	BTA (g)	KB (cm)	KTS	BB (cm)	KTA (g)	SK (mm)	YK (mm)
Kontrol	1607.9	429.5	19.6	524.1	240.0	225.1	17.6	5.4
Maxim-XL 035 FS	1634.0	398.6	19.7	571.9	268.3	228.8	18.5	7.1
Poncho FS 600	1810.0	405.7	20.1	620.4	248.3	253.4	15.7	5.0
Fortenza 600 FS	1922.0	396.6	20.8	678.4	245.0	269.1	20.0	6.0
<b>EKÖF</b>	-	-	-	-	-	-	-	<b>1.4</b>

TV: Tohum verimi, BTA: Bin tane ağırlığı KB: Koçan boyu, KTS: Koçanda tane sayısı, BB: Bitki boyu, KTA: Koçanda tane ağırlığı, SK: Sap kalınlığı, YK: Yaprak kalınlığı

### Sap Kalınlığı (mm)

Denemede kullanılan ilaç çeşitlerinin sap kalınlığına olan etkileri değerlendirildiğinde en fazla sap kalınlığı (20.0 mm) ölçülen ilaç uygulama parseli Fortenza 600 FS de olmuştur. Bunu (18.5 mm) değeri ile Maxim-XL 035 FS ilacı izlemiştir. En düşük değer ise (15.7 mm) ile Poncho FS600 parselden ölçülmüştür.

### Yaprak Kalınlığı (mm)

Bitkilerin yüksek düzeyde fotosentez yapan en önemli organı olan yapraklarda (Kara ve Akman 2002) kullanılan ilaçlar sonucunda istatistiki olarak önemli farklılıklarda yaprak kalınlığı değerleri elde edilmiştir. Denemede kullanılan ilaç çeşitlerinin yaprak kalınlığına olan etkileri değerlendirildiğinde en fazla yaprak kalınlığı (7.1 mm) ölçülen ilaç uygulama parseli Maxim-XL 035 FS de olmuştur. Bunu (6.0 mm) değeri ile Fortenza 600 FS ilacı izlemiştir. En düşük değer ise (5.0 mm) ile Poncho FS600 parselinden ölçülmüştür.

### Tanede Kül Oranı (%)

Denemede kullanılan ilaç çeşitlerinin tanede kül oranına olan etkileri değerlendirildiğinde en fazla kül oranı (%1.2) ölçülen kontrol parselinde olmuştur (Çizelge 5). Bunu (%1.2) değeri ile Poncho FS600 ilacı izlemiştir. En düşük değer ise (%1.2) ile Maxim-XL 035 FS parselinden ölçülmüştür.

### Tanede Yağ Oranı (%)

Denemede kullanılan ilaç çeşitlerinin tanede yağ oranına olan etkileri değerlendirildiğinde en fazla yağ oranı (%4.2) ölçülen Poncho FS 600 parselinde olmuştur (Çizelge 5). Bunu (%4.2) değeri ile kontrol parseli izlemiştir. En düşük değer ise (%4.0) ile Maxim-XL 035 FS parselinden ölçülmüştür.

### Tanede Protein Oranı (%)

Denemede kullanılan ilaç çeşitlerinin tanede protein oranına olan etkileri değerlendirildiğinde en fazla protein oranı (%8.7) ölçülen kontrol parseli olmuştur. Bunu Fortenza 600 FS parseli (%8.5) izlemiştir. En düşük değer ise (%8.0) Maxim-XL 035 FS uygulamasının yapıldığı parselden ölçülmüştür.

**Çizelge 5.** Pestisit uygulamalarından elde edilen kalite parametrelerine ait ortalamalar

Uygulamalar	Tanede (%)			
	Kül	Pro	Niş	Yağ
Kontrol	1.22	8.71	55.85	4.18
Maxim-XL 035 FS	1.15	7.98	58.61	4.01
Poncho FS 600	1.21	8.45	56.48	4.20
Fortenza 600 FS	1.17	8.46	57.65	4.12
<b>EKÖF</b>	<b>0.1</b>	<b>0.2</b>	<b>0.4</b>	<b>0.1</b>

Kül: Tanede kül oranı, Pro: Tanede protein oranı, Niş: Tanede nişasta oranı, Yağ: Tanede yağ oranı

### Tanede Nişasta Oranı (%)

Denemede kullanılan ilaç çeşitlerinin tanede nişasta oranına olan etkileri değerlendirildiğinde en fazla nişasta oranı (%58.6) ölçülen Maxim-XL 035 FS parselinde olmuştur. Bunu Fortenza 600 FS (%57.7) parseli izlemiştir. En düşük değer ise (%55.9) ile kontrol parselinden ölçülmüştür.

Tane kalite değerlerinin birbirlerine olan negatif etkileri (biri yükselirken diğerinin düşmesi) bilinen bir bulgudur (Grombacher, 1992; Kahraman ve ark., 2017). Kontrol parselinden en yüksek kül ve protein oranı değerleri ile en düşük nişasta oranı değeri ölçülmüştür. Benzer şekilde Maxim-XL 035 FS parselinden en yüksek nişasta oranı ve en düşük protein ve yağ oranı değerleri ölçülmüştür. Çalışmamızdan elde edilen değerler önceki çalışmalarda belirtilen negatif interaksiyon açısından benzer niteliktedir. Tane kalite değerleri genel olarak incelendiğinde uygulama farklılıklarının belirgin olarak ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Buna ek olarak dekardan elde edilen tane verimi değerlerindeki değişimler de göz önüne alındığında yeni hesaplamalar ile dekardan toplam protein, toplam nişasta ve toplam yağ gibi değerler hesaplanabilir. İlaç uygulamaları ile ilgili daha da net sonuçlar ortaya konulabilir.

## SONUÇ

Farklı sistemik ilaçlar ile kaplanan mısır tohumlarının yetiştirilmesini inceleyen çalışmadan elde edilen sonuçlar maddeler halinde verilmiştir.

- İstatistiki değerlendirme sonucunda ölçülen morfolojik özelliklerin hiçbirinde farklılıklar önemli çıkmasa da tohum verimi, koçan boyu, bitki boyu, koçanda tane ağırlığı ve koçanda tane sayısı özelliklerinde kaplanan ilaçların olumlu etkisi olduğu gözlenmiştir. İlaç uygulamalarının tamamında bu özellikler kontrol parsellerinden ölçülen değerlerden yüksek çıkmıştır.
- İlaç uygulamalarının yaprak kalınlığına belirgin bir biçimde etkili olduğu saptanmıştır. Gelecek yıllarda yapılabilecek çalışmalarda yaprak yapısı ile ilgili bazı anatomik ve fizyolojik özelliklerin (parankima uzunluğu, stoma boyutu, epidermis kalınlığı vb.) ölçülmesi uygun olacaktır.
- İlaç uygulamalarının tane kalite özelliklerine (kül, yağ, protein ve nişasta oranları) belirgin bir biçimde etkili olduğu saptanmıştır. Gelecek yıllarda yapılabilecek çalışmalarda bu özelliklerin daha derinlemesine incelenerek (amino asit veya yağ asitleri dağılımları, çözünür şeker oranı vb.) daha net sonuçlara ulaşılması sağlanabilir.

Çalışmamız tohum kaplamada kullanılan sistemik etkili ilaçların mısır bitkisine etkileri bakımından fikir verici bir nitelikte olmuştur. Fakat daha net sonuçlar için farklı lokasyonlarda ve daha farklı özelliklerin ölçülmesiyle yapılabilecek yeni çalışmalar daha net sonuçlar elde edilmesi açısından uygun olacaktır.

## Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## Yazar Katkısı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

## KAYNAKLAR

- Acikgoz N, Ilker E, Gokcol A, 2004. Assessment of Biological Research on The Computer. ISBN: 973-483-607-8 Ege University Seed Technology Center, Publication No: 2 Bornova-Izmir, Turkey (in Turkish).
- Anonim a, 2019. FAO verileri. Erişim: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (01.11.2021).
- Anonim b, 2019. Tarım ve Orman Bakanlığı Kasım Mısır Bülteni. Erişim: <https://www.Tarimorman.gov.tr/BUGEM/Belgeler/M%C4%B0LL%C4%B0%20TA%20KASIM%20B%C3%9CLTEN%C4%B0.pdf> (13.01.2020).
- Anonim, 2020. Tarım ve Orman Bakanlığı dokümanları. Erişim: [https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/Uretici\\_Bilgi\\_Kosesi/Dokumanlar/misir.pdf](https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/Uretici_Bilgi_Kosesi/Dokumanlar/misir.pdf) (13.01.2020).
- Anonim, 2021. Pioneer firmasının ticari ürün kataloğu. Erişim: <https://www.pioneer.com/tr/urunler/misir/p2088.html> (10.12.2021).
- Baldini M, Ferfuia C, Pasquini S, 2018. Effects of Some Chemical Treatments on Standard Germination, Field Emergence and Vigour in Hybrid Maize Seeds. *Seed Science and Technology*, 46: 41–51.
- Cesurer L, Akkaya A, Çiçek A, Yürürdurmaz C, Demirbağ V, 1999. İkinci Ürün Bazı Hibrid Mısır Çeşitlerinde Verim ve Verim Unsurları Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi. Orta Anadolu'da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu, 8-11 Haziran 1999, Konya, 640-644.
- Gay JP, Blac D, 1984. Control of The Components of Grain Yield. *Physiologie Dumais*. Colloque Organise for l'INRALE CNRS ET l'ACPM. Rayon, 15 – 17 march 1983, 181 – 192.
- Gislum R, Micklander E, Nielsen JP, 2004. Quantification of Nitrogen Concentration in Perennial Rye Grass and Red Fescue using Near – Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS) and Chemometrics. *Field Crops Research*, 88: 269- 277.
- Grombacher AW, 1992. Genotype and Environment Effects on Quality Characteristics of Hard Red Winter Wheat. *Crop Science* 32(1): 98-103.

- Hallauer AR, Miranda JB, 1982. Quantitative Genetics in Maize Breeding. Ames: Iowa State University Press.
- Hejlik CC, 2012. The Assessment of Non-Pathogenic Related Effects of The Seed Treatment Stamina on Germinating Maize under Cold Stress, PhD thesis, Graduate Theses and Dissertations. Paper 12851, Iowa State University, IA, USA.
- Jatimlansky JR, Urrula MI, Arturi MJ, 1986. Relationships Between Photosynthesis, Canopy Traits and Yield in Flint Type Maize. Maize Genetics Cooperation Newsletter, 62 – 73.
- Jin J, Sawai K, Hashizume T, 2013. Effects of Photoperiod on Secretory Patterns of Growth Hormone in Adult Male Goats. Animal Science Journal, 84: 790–797.
- Kahraman T, Öztürk İ, Avcı R, Aktaş H, 2017. Genotip X Çevre Interaksiyonunun Ekmeklik Buğdayda (*T. aestivum* L.) Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi 26 (Özel Sayı): 15-22.
- Kara B, Akman Z, 2002. Şeker Mısırında (*Zea mays saccharata* sturt.) Koltuk ve Uç Alma ile Yaprak Sıyırmanın Verim ve Koçan Özelliklerine Etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15(2), 9-18.
- Kara M, 2001. Bir Melez Mısır Populasyonunda Verim ve Verim Unsurları Arasındaki İlişkilerin Korelasyon ve Path Analizi Yoluyla Değerlendirilmesi. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, Tarım Bilimleri Dergisi, 7, (4), 1-4, Ankara.
- Kırtok Y, 1998. Mısır Üretim ve Kullanımı. Kocaelik Basın ve Yayınevi, Sayfa 445, İstanbul.
- Koca YO, 2009. Aydın Bölgesinde Birinci ve İkinci Ürün Mısırdaki (*Zea mays*) Verim, Verim Ögeleri, Fizyolojik ve Diğer Bazı Özellikler Arasındaki Farklılıklar. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi. 80 S.
- Marchi JL, Cicero SM, 2003. Influence of Chemical Treatment of Maize Seeds with Different Levels of Mechanical Damage on Electrical Conductivity Value. Seed Science and Technology, 31, 481-486.
- Pereira LC, Correia LV, Felber PH, Pereira RC, Matera TC, dos Santos RF, Braccini AL, 2019. Correlation Between Physiological Tests And Field Emergence In Treated Corn Seeds. Plant, Soil and Environment, 65, 569–573.
- Singh R, Jashi BS, Singh S, 1982. Correlation Studies in Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) walp). Tropical Grain Legume Bull. 26: 3-5.
- Steffen R, Wolff R, Iltis R, Albers M, Becker DS, 1999. Effect of Two Seed Treatment Coatings on Corn Planter Seeding Rate and Monitor Accuracy. Appl. Eng. Agric. 15: 605–608.
- Tollenaar M, Dwyer LM, Stewart DW, 1992. Ear and Kernel Formation in Maize Hybrids Resprouting Three Decades of Grain Yield. Improvement In Ontario. Crop Science, 32: (2), 432 – 438.
- Tomlin C, 2004. The Pesticide Manual, BCPC Publications, Alton, Hampshire, UK, 1349pp.
- Vernon R, Herk W, Clodius M, Harding C, 2013. Crop Protection and Mortality of Agriotes Obscurus Wireworms with Blended Insecticidal Wheat Seed Treatments. J. Pest Sci. 86: 137–150.
- Wilde G, Roozeboom K, Claassen M, Janssen K, Witt M, 2004. Seed Treatment for Control of Early-Season Pest of Corn and Its Effect on Yield. J. Agric. Urban Entomol. 21: 75–85.
- Xu ZB, 1986. Influence Major Characters of Maize on The Productivity of Individual Plants. Ningxia Agricultural Science and Technology, 5: 26 – 27.
- Yousof FI, Ibrahim AEA, Abo El-Dahab MS, 2016. Efficiency of Some Seed Vigor Tests for Field Emergence Prediction of Onion Seed. Journal of Plant Production, 7: 1173–1178.

To Cite: Çiğ F, Erman M, Ceritoğlu M, 2021. Combined Application of Microbial Inoculation and Biochar to Mitigate Drought Stress in Wheat. Journal of the Institute of Science and Technology, 11(Special Issue): 3528-3538.

## Combined Application of Microbial Inoculation and Biochar to Mitigate Drought Stress in Wheat

Fatih ÇİĞ<sup>1</sup>, Murat ERMAN<sup>1</sup>, Mustafa CERİTOĞLU<sup>1\*</sup>

**ABSTRACT:** Drought stress spearheads the main factors threatening food security. Although many strategies might use for stress management, microbial inoculation with plant growth promoting bacteria (PGPBs) which have ACC deaminase activity and biochar amendment which is an effective way to increase soil carbon stock, improve soil physiological and biological properties are sustainable and easy-applicable methods. The experiment was laid out in a 3x10 factorial design with three replications under controlled conditions in 2020. The aim of this study was to evaluate the efficiency of microbial inoculation (MI: TV24C + TV126C + TV61C) and biochar amendments (1%BC, 2%BC and 4%BC) on growth of wheat seedlings under different irrigation levels (IL1: 80%, IL2: %50 and IL3: 25%). While biochar applications and microbial inoculation backed up to plants to alleviate drought stress, most effective results were obtained with combined applications of them. The combined application of 4% biochar+microbial inoculation increased plant height, shoot fresh weight, shoot dry weight, root fresh weight and root dry weight up to 28.3%, 56.8%, 72.2%, 141.3% and 112.8% compared with control plants while it improved them up to 4.9%, 10.3%, 16.6%, 21.1% and 40.3% compared with optimum synthetic fertilizer under drought conditions, respectively. In conclusion, biochar applications with microbial inoculations can be considered as an effective method to cope with the destructive effects of drought.

**Keywords:** Bio-priming, food security, PGPB, stress tolerance index, *Triticum aestivum*, water use efficiency

<sup>1</sup>Fatih ÇİĞ ([Orcid ID: 0000-0002-4042-0566](https://orcid.org/0000-0002-4042-0566)), Murat ERMAN ([Orcid ID: 0000-0002-1435-1982](https://orcid.org/0000-0002-1435-1982)), Mustafa CERİTOĞLU ([Orcid ID: 0000-0002-4138-4579](https://orcid.org/0000-0002-4138-4579)), Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Siirt, Türkiye

\*Corresponding Author: Mustafa CERİTOĞLU, e-mail: ceritoglu@siirt.edu.tr

## INTRODUCTION

Climate change is the most important factor threatening wheat yield as in all other agricultural products. Although all adverse conditions lead to decrease crop yield, drought stress has a vital role in agricultural production. Drought causes a reduction of up to 92% in wheat depending on the growing stage, tolerance of wheat and density of drought stress (Semenov et al., 2014). The most sensitive time to drought is the early microspore stage of pollen growth in wheat cultivation (Ji et al., 2010). Besides, if plants are exposed to drought stress during the early vegetative growth period, it negatively affects all reproductive periods from pollen formation to grain filling (Liu et al., 2016). There are different organic, synthetic and biotic applications to mitigate drought stress such as the use of the tolerant variety, in vitro selection, use of phytohormones (SA, GA, ABA, cytokinin), osmoprotectants and antioxidants as foliar treatment, utilization of seed priming techniques and microbial inoculation with plant growth promoting bacterias (PGPB) with superior strains (Ojuederie et al., 2019; Marthandan et al., 2020). Among these protective approaches, microbial inoculation with PGPBs starts up due to its beneficial complex virtues, contribution to sustainable agriculture prospect and eco-friendly structure.

The PGPBs can fix free nitrogen, solubilize phosphate compounds, protect the plants from biotic and abiotic stress factors and stimulate the physiological functions of plants (Glick, 2020). Using PGPB as microbial inoculants have been gaining awareness as an eco-friendly method in sustainable agriculture compared to chemical fertilizers that damage soil structure, environment and living organisms. Although the application of PGPB inoculation dates back more than a century, it has started up for the last three decades due to commercialization in the markets of different inoculants (Santoyo et al., 2021). The basic mechanisms used by PGPBs to ameliorate drought stress are ACC deaminase activity, exopolysaccharide, siderophore and indole acetic acid (IAA) production. Out of these mechanisms, ACC deaminase activity has a critical role for plants under stress conditions due to its inhibitory impact on the ethylene hormone. Mechanism of ACC deaminase activity bases on hydrolysis of ACC (1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid) which is the immediate precursor of ethylene hormone, thereby, reduction of ethylene level (Raghuwanshi and Prasad, 2018). Therefore, certain PGPB strains can improve stress tolerance in plants exhibiting ACC deaminase activity.

In terms of soil-based factors, carbon and nitrogen have vital importance on microorganism activities. For this reason, the amendment of organic sources into the soil is a decisive factor for soil biota. There are many organic materials used to improve soil physiological, chemical and biological properties such as farm manure, poultry manure, green manure, sewage sludge, vermicompost and biochar (Ceritoglu et al., 2018; Cheng et al., 2021). Biochar has started up recently due to its vulnerable traits such as carbon sequestration, nutrient retention via cation adsorption, rising pH in acidic soils and water holding capacity (Wang et al., 2020a). Biochar which is considered as a substantial carbon sequestration system to cope with climate change is produced by gasification or pyrolysis that led to thermal degradation of organic amendments in the lacking of oxygen (Yang et al., 2018). Besides, biochar can increase microbial activity and colonization via binding macro-nutrients and carbon sources, offset the emission of greenhouse gas, adsorb metals and purify water (Palansooriya et al., 2019). The aim of this study was to investigate the interaction of PGPB and biochar and evaluate the usage potential to mitigate drought stress in wheat during the vegetative stage.

## MATERIALS AND METHODS

### Location and Duration of The Study

The study was laid out at the growth chamber depends on the department of Field Crops, Siirt University, in Siirt, Turkey in 2020. The geographical position of the faculty is between 37°58'11"N and 41°50'33"E. Altitude is 606 m.

### Experimental Materials

Bacterial strains used in the study were isolated from the Van Lake Basin via the TÜBİTAK project (TOVAG-108O147) in 2010. TV24C, TV61C and TV126C strains belong to *Pseudomonas agarici*, *Bacillus megaterium* and *Pseudoalteromonas tetraodonis* species, respectively. A mixture from three different strains was used for the MI because the deficit of activities in a strain can be tolerated by the other ones (Louca et al., 2018). The nitrogen fixation, phosphate solubilizing and ACC deaminase activity of strains were tested with laboratory experiments and biofertilizer potentials were investigated during the Project and field study (Erman et al., 2010). Identification of isolated strains was determined in the microbial identification systems (MIS). The Bezostaja-1 wheat variety (bread wheat) was used in the study due to its sensitivity to drought stress (Ayrancı et al., 2017). Wheat seeds were obtained from Transitional Zone Agricultural Research Institute. Biochar material was bought from a traditional company (Synpet Technology Development Corporation, İstanbul).

### Experimental Design

The study was laid out as a pot experiment to eliminate ecological and biological factors. The three doses of biochar (1%BC, 2%BC and 4%BC), microbial inoculation (MI: TV24C + TV126C + TV61C), two doses of synthetic fertilizer (S1: 50% N+P, S2: 100% N+P) and control (not any treatment) was applied under three irrigation level (IL1: 80%, IL2: %50 and IL3: 25%) in the study. The urea and triple superphosphate were used as a nitrogen and phosphorus source, respectively. The experimental design was arranged in a 3x10 factorial design with three replications. The study consists of 30 treatments with the SF, MI, BC, irrigation levels and their interactions. Pots of two liters size were used in the study and plastic bags were placed in each pot. Field soil which was gathered from experimental areas of Siirt University was taken from A horizon (20 cm). Field soil was sterilized in the autoclave at 121 °C for 60 minutes. Physiochemical properties of gathered soil had neutral, no salinity and lime problem, high clay content, insufficient organic matter and available phosphorus, enough available potassium (Table 1).

**Table 1.** Physiochemical properties of soil gathered for the study from 0-20 cm depth from the agricultural production area of Siirt University

Soil properties	Unit	Values
Structure	%	54.3:23.0:22.7 (clay:sand:silt)
Organic matter	%	1.14
Available potassium	Kg da <sup>-1</sup>	81.08
Available phosphorus	Kg da <sup>-1</sup>	3.49
pH	-	7.30
EC	dS m <sup>-1</sup>	0.22
Lime	%	1.88

The 2 kg dry soil was weighed and put in control pots. Biochar applications were mixed to field soils as dry weight scale in ratios 1%, 2% and 3%. Firstly, 100% field capacity of soil in the pot was determined by weighting saturated soils 24 hours later than saturation. After determining the volume of required water for %100 field capacity, the required water amount was calculated for 25% %50 and 80% moisture levels. Protected bacterial strains in the laboratory of Siirt University were placed in a nutrient



medium that was prepared with 20 g nutrient agar for each liter of distilled water for multiplication. The nutrient solution was sterilized at 121 °C for 15 minutes by autoclave. After sterilization, cooled feed-lots were transferred into Petri dishes and solidified for 24 hours at room temperature. The stock of bacterial strains was planted on agar medium by the sterile needle and incubated at  $2\pm 25^{\circ}\text{C}$  for 24 hours. The nutrient broth (Merck-VM775843711) was used for the liquid feed-lot. The just one colony was taken from nutrient agar medium, transferred into nutrient broth liquid feed-lot and incubated at  $2\pm 26^{\circ}\text{C}$  for 24 h and 120 rpm in the shaker. The bacteria concentrations were turbidimetrically arranged to  $\sim 10^8$  cfu ml<sup>-1</sup> (Sonkurt and Çığ, 2019). Before bacterial inoculation, wheat seeds were subjected to surface sterilization with 70% ethyl alcohol for 1 minute and 5% sodium hypochlorite (NaOCl) for 20 minutes. Seeds were primed with bacterial strains for 3 hours. After biopriming, seeds were dried to initial moisture content for 24 hours under dark conditions. Except for seeds with bacterial treatments were subjected to the pure and sterile nutrient broth to eliminate the impacts of early water uptake on germination and seedling growth.

All pots were kept at 25%, 50% and 80% field capacity through a week before sowing. At the end of this time, ten seeds were sown to each pot. After emergence, five wheat plants were kept in each pot and out of them were excavated. The pots were irrigated once a week as appropriately to determined field capacities. Mean temperature, photoperiod and humidity were  $2\pm 25/18^{\circ}\text{C}$  (day/night), 14/10 (light/dark) and 50-60%, respectively. Plants were grown under an irradiance of  $350\ \mu\text{mol (photon) m}^{-2}\text{ s}^{-1}$ . Plants were harvested at the end of 8 weeks.

### Investigated traits in the study

Differences between plant height (PH), shoot fresh weight (SFW), shoot dry weight (SDW), root length (RL), root fresh weight (RFW) and shoot dry weight (RDW) depending on applications were investigated in the study. The harvested plants were carefully cut from the junction of shoot and root and then weighted separately to determine fresh weights. The PH and RL were measured by a manual meter. Plant materials were placed into the oven at  $1\pm 70^{\circ}\text{C}$  and dried up to there was no change among the last two dry weights. The SDW and RDW were calculated by a precision scale.

### Investigated traits in the study

The results were subjected to analysis of variance using JUMP (5.0.2) according to completely randomized factorial design. The mean values were grouped by TUKEY's Multivariate test (Kalayci, 2005).

## RESULTS AND DISCUSSION

This study was carried out to investigate the effects of microbial inoculation (MI), synthetic fertilizer (SF), biochar applications (BC) and co-efficient of biochar and microbial inoculation on seedling growth in wheat under different irrigation levels. In general, the results denoted that although the SF provides higher growth compared with other treatments, increasing drought stress leads to a decrease in seedling growth and efficiency of the SF. The MI and BC applications provided the mitigation of water stress. Besides, co-application of the MI with increasing BC treatments led to improve the activity of microbial strains. According to variance analysis, drought, treatments and their interactions caused significant differences ( $<0.01$ ) in all traits (Table 2).

The optimum dose of synthetic nitrogen and phosphorus certainly exhibited the highest favorable impact in all traits under 80% of field capacity. However, increasing water deficiency caused decreased efficiency of the SF in all but root length. Although the effectiveness of the BC, MI and their interactions a little lower than the SF under the optimum water level, it was exactly observed that the MI and BC applications shored to plants in the struggle to drought stress. On the other hand, drought stress led to a

decrease in aboveground and below-ground biomass while it promoted root elongation. The SF ensured more increase of root elongation while the MI and BC treatments restricted it under drought stress, however, they stimulated biomass growth and dry matter accumulation in both root and shoot. The combined application of 4%BC+MI increased the PH, SFW, SDW, RFW and RDW up to 28.3%, 56.8%, 72.2%, 141.3% and 112.8% compared with control while it improved them up to 4.9%, 10.3%, 16.6%, 21.1% and 40.3% compared with optimum synthetic fertilizer under 25% of field capacity, respectively (Table 3).

**Table 2.** Analysis of variance (ANOVA) for investigated traits grown under controlled conditions in different irrigated levels (80%, 50% and 25% of field capacity)

Source of variance	DF	PH		SFW		SDW	
		Sum of Squares	Prob>F	Sum of Squares	Prob>F	Sum of Squares	Prob>F
Irrigation level (IL)	2	449.0	**	198.7	**	3.64	**
Treatments (T)	9	601.0	**	106.0	**	2.44	**
Replication	2	6.5	ns	0.4	ns	0.01	ns
IL x T	18	77.3	**	27.1	**	0.29	**
Error	58	6.0	-	8.2	-	0.23	-
Total	89	1139.9	**	340.4	**	6.60	**
		RL		RFW		RDW	
Irrigation level (IL)	2	47.5	**	119.4	**	8.26	**
Treatments (T)	9	199.9	**	42.4	**	2.14	**
Replication	2	0.5	ns	0.6	*	0.10	ns
IL x T	18	123.3	**	22.3	**	0.99	**
Error	58	20.2	-	0.9	-	0.32	-
Total	89	391.5	**	185.6	**	11.80	**

(ns: no significant difference, \*\*: <0.01)

**Table 3.** Means of investigated traits depending on synthetic fertilizer, microbial inoculation and biochar applications under different irrigation levels

	Plant Height (cm)			
	IL1	IL2	IL3	Mean±SE
Control	33.1±0.2 <sup>jk</sup>	30.4±0.4 <sup>m</sup>	27.9±0.2 <sup>n</sup>	30.5±2.3 <sup>G</sup>
S1	38.8±0.7 <sup>e</sup>	34.4±0.3 <sup>i</sup>	32.4±0.4 <sup>kl</sup>	34.8±2.4 <sup>D</sup>
S2	43.3±0.4 <sup>a</sup>	38.2±0.9 <sup>e</sup>	34.1±0.2 <sup>ij</sup>	38.6±4.0 <sup>A</sup>
MI	36.6±0.2 <sup>fg</sup>	35.1±0.5 <sup>hi</sup>	34.8±0.6 <sup>hi</sup>	35.5±1.0 <sup>C</sup>
1%BC	35.1±0.1 <sup>hi</sup>	31.9±0.5 <sup>l</sup>	28.4±0.3 <sup>n</sup>	31.8±2.9 <sup>F</sup>
2%BC	36.2±0.2 <sup>g</sup>	32.4±0.3 <sup>kl</sup>	30.2±0.3 <sup>m</sup>	32.2±2.6 <sup>E</sup>
4%BC	36.8±0.8 <sup>fg</sup>	34.1±0.1 <sup>ij</sup>	30.4±0.5 <sup>m</sup>	34.4±3.7 <sup>D</sup>
1%BC+MI	37.3±0.1 <sup>ef</sup>	35.8±0.3 <sup>gh</sup>	34.7±0.3 <sup>hi</sup>	35.9±1.2 <sup>C</sup>
2%BC+MI	39.8±0.7 <sup>bc</sup>	37.7±0.2 <sup>e</sup>	34.9±0.5 <sup>hi</sup>	37.5±2.1 <sup>B</sup>
4%BC+MI	40.4±0.5 <sup>b</sup>	39.1±0.4 <sup>cd</sup>	35.8±0.8 <sup>gh</sup>	38.4±2.1 <sup>A</sup>
Mean	37.6±2.8 <sup>A</sup>	34.9±2.8 <sup>B</sup>	32.4±2.8 <sup>C</sup>	
TUKEY	IL: 0.19**, T: 0.50**, ILxT: 1.03**			
CV%	0.92			
	Root Length (cm)			
	IL1	IL2	IL3	Mean±SE
Control	12.9±0.6 <sup>no</sup>	17.6±0.5 <sup>b-e</sup>	18.6±0.6 <sup>bc</sup>	16.4±2.7 <sup>C</sup>
S1	14.3±0.7 <sup>i-o</sup>	18.4±0.7 <sup>b-d</sup>	19.3±0.8 <sup>b</sup>	17.3±2.4 <sup>B</sup>
S2	16.5±0.8 <sup>e-h</sup>	18.8±0.4 <sup>bc</sup>	21.4±0.8 <sup>a</sup>	18.9±2.2 <sup>A</sup>
MI	15.6±0.8 <sup>f-k</sup>	16.5±0.6 <sup>e-h</sup>	17.2±0.9 <sup>c-f</sup>	16.4±1.0 <sup>BC</sup>
1%BC	15.2±0.4 <sup>g-l</sup>	15.9±0.2 <sup>e-j</sup>	16.7±0.3 <sup>d-g</sup>	15.9±0.7 <sup>C</sup>
2%BC	16.0±0.7 <sup>e-i</sup>	14.8±0.4 <sup>h-m</sup>	16.0±0.2 <sup>e-i</sup>	15.6±0.7 <sup>C</sup>
4%BC	14.6±0.4 <sup>i-n</sup>	14.1±0.4 <sup>i-o</sup>	15.1±0.9 <sup>g-l</sup>	14.6±0.7 <sup>D</sup>
1%BC+MI	15.4±0.7 <sup>f-l</sup>	13.6±0.7 <sup>l-o</sup>	15.1±0.7 <sup>g-l</sup>	14.7±1.0 <sup>D</sup>
2%BC+MI	15.9±0.5 <sup>e-j</sup>	14.6±0.2 <sup>i-n</sup>	14.6±0.7 <sup>i-n</sup>	14.5±1.4 <sup>D</sup>
4%BC+MI	14.3±0.4 <sup>i-o</sup>	13.0±0.6 <sup>m-o</sup>	13.9±0.1 <sup>k-o</sup>	13.6±0.9 <sup>E</sup>
Mean	15.1±2.4 <sup>B</sup>	12.5±2.2 <sup>C</sup>	16.8±1.1 <sup>A</sup>	
TUKEY	IL: 0.37**, T: 0.91**, ILxT: 1.90**			
CV%	3.74			

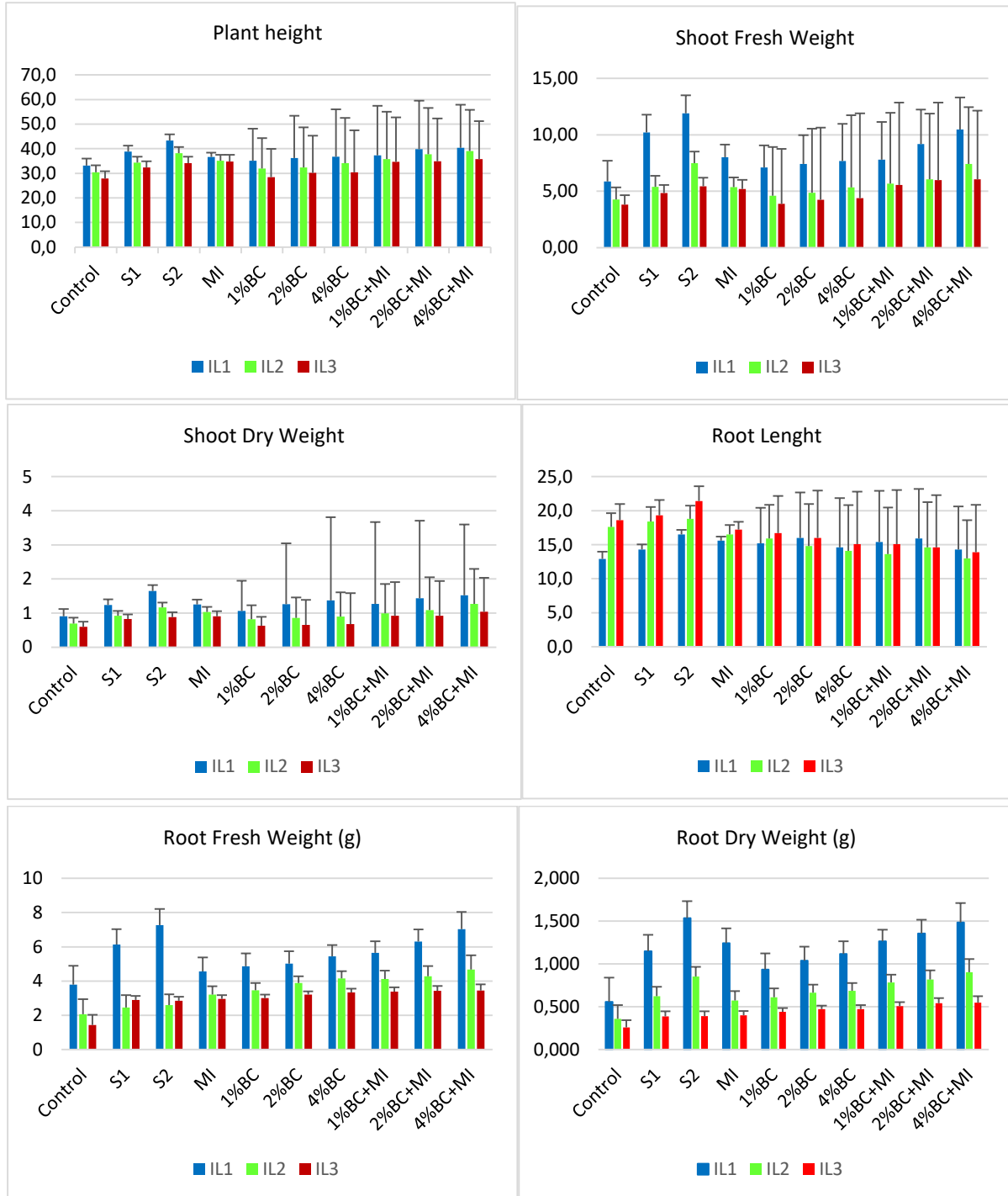
Continuation of Table 3

	Root Fresh Weight (g)			
	IL1	IL2	IL3	Mean
Control	3.79±0.2 <sup>hi</sup>	2.06±0.2 <sup>q</sup>	1.43±0.1 <sup>r</sup>	2.43±1.1 <sup>F</sup>
S1	6.13±0.2 <sup>b</sup>	2.45±0.1 <sup>o-q</sup>	2.89±0.2 <sup>pq</sup>	3.62±1.9 <sup>E</sup>
S2	7.27±1.1 <sup>a</sup>	2.60±0.3 <sup>n-p</sup>	2.85±0.1 <sup>m-o</sup>	4.24±2.3 <sup>CD</sup>
MI	4.57±0.1 <sup>ef</sup>	3.21±0.2 <sup>j-m</sup>	2.96±0.1 <sup>l-n</sup>	3.58±1.0 <sup>E</sup>
1%BC	4.86±0.2 <sup>de</sup>	3.46±0.2 <sup>ij</sup>	3.01±0.1 <sup>k-n</sup>	3.78±0.7 <sup>E</sup>
2%BC	5.02±0.1 <sup>d</sup>	3.89±0.1 <sup>gh</sup>	3.21±0.1 <sup>j-m</sup>	4.04±0.7 <sup>D</sup>
4%BC	5.45±0.2 <sup>c</sup>	4.15±0.2 <sup>gh</sup>	3.34±0.1 <sup>j-l</sup>	4.31±0.7 <sup>C</sup>
1%BC+MI	5.65±0.4 <sup>c</sup>	4.12±0.2 <sup>gh</sup>	3.39±0.1 <sup>i-k</sup>	4.38±1.0 <sup>C</sup>
2%BC+MI	6.31±0.1 <sup>b</sup>	4.28±0.0 <sup>fg</sup>	3.43±0.1 <sup>ij</sup>	4.67±1.4 <sup>B</sup>
4%BC+MI	7.03±0.2 <sup>a</sup>	4.67±0.2 <sup>d-f</sup>	3.45±0.2 <sup>ij</sup>	5.05±0.9 <sup>A</sup>
Mean	5.61±0.6 <sup>A</sup>	3.49±0.9 <sup>B</sup>	2.94±1.1 <sup>C</sup>	
TUKEY	IL: 1.33 <sup>**</sup> , T: 0.20 <sup>**</sup> , ILxT: 0.42 <sup>**</sup>			
CV%	3.24			
	Shoot Fresh Weight (g)			
	IL1	IL2	IL3	Mean
Control	5.87±0.1 <sup>e</sup>	4.26±0.1 <sup>gh</sup>	3.82±0.1 <sup>h</sup>	4.65±0.9 <sup>F</sup>
S1	10.26±0.9 <sup>b</sup>	5.40±0.3 <sup>eg</sup>	4.84±0.1 <sup>eh</sup>	6.83±1.5 <sup>BC</sup>
S2	11.90±1.1 <sup>a</sup>	7.50±0.3 <sup>d</sup>	5.43±0.2 <sup>eg</sup>	8.29±2.9 <sup>A</sup>
MI	8.02±0.2 <sup>cd</sup>	5.37±0.1 <sup>eg</sup>	5.21±0.2 <sup>gh</sup>	6.20±1.2 <sup>CD</sup>
1%BC	7.11±0.6 <sup>d</sup>	4.61±0.1 <sup>fh</sup>	3.89±0.3 <sup>h</sup>	5.20±1.7 <sup>E</sup>
2%BC	7.41±0.1 <sup>d</sup>	4.86±0.1 <sup>eh</sup>	4.24±0.1 <sup>gh</sup>	5.50±1.6 <sup>DE</sup>
4%BC	7.69±0.6 <sup>d</sup>	5.35±0.4 <sup>eg</sup>	4.40±0.1 <sup>gh</sup>	5.81±1.8 <sup>D</sup>
1%BC+MI	7.80±0.1 <sup>d</sup>	5.67±0.2 <sup>ef</sup>	5.56±0.1 <sup>ef</sup>	6.45±1.0 <sup>C</sup>
2%BC+MI	9.18±0.6 <sup>c</sup>	6.05±0.2 <sup>c</sup>	5.99±0.1 <sup>e</sup>	7.08±1.6 <sup>B</sup>
4%BC+MI	10.38±0.5 <sup>b</sup>	7.42±0.4 <sup>d</sup>	6.05±0.1 <sup>e</sup>	7.98±1.9 <sup>A</sup>
Mean	8.67±0.9 <sup>A</sup>	5.65±1.0 <sup>B</sup>	4.94±1.7 <sup>C</sup>	
TUKEY	IL: 0.23 <sup>**</sup> , T: 0.58 <sup>**</sup> , ILxT: 1.21 <sup>**</sup>			
CV%	5.88			
	Shoot Dry Weight (g)			
	IL1	IL2	IL3	Mean
Control	0.907±0.02 <sup>h-j</sup>	0.691±0.02 <sup>km</sup>	0.596±0.01 <sup>m</sup>	0.731±0.14 <sup>F</sup>
S1	1.235±0.07 <sup>c-f</sup>	0.920±0.01 <sup>h-j</sup>	0.825±0.08 <sup>j-l</sup>	0.993±0.19 <sup>CD</sup>
S2	1.646±0.06 <sup>a</sup>	1.164±0.14 <sup>d-g</sup>	0.880±0.04 <sup>g-j</sup>	1.228±0.31 <sup>A</sup>
MI	1.255±0.05 <sup>c-e</sup>	1.034±0.09 <sup>f-i</sup>	0.904±0.01 <sup>h-j</sup>	1.064±0.18 <sup>BC</sup>
1%BC	1.063±0.11 <sup>e-h</sup>	0.819±0.02 <sup>j-l</sup>	0.626±0.02 <sup>lm</sup>	0.836±0.20 <sup>E</sup>
2%BC	1.263±0.04 <sup>c-e</sup>	0.860±0.03 <sup>ij</sup>	0.65±0.03 <sup>lm</sup>	0.924±0.27 <sup>DE</sup>
4%BC	1.367±0.06 <sup>bc</sup>	0.897±0.04 <sup>h-j</sup>	0.679±0.03 <sup>lm</sup>	0.981±0.31 <sup>CD</sup>
1%BC+MI	1.267±0.05 <sup>cd</sup>	0.988±0.06 <sup>g-j</sup>	0.917±0.03 <sup>h-j</sup>	1.057±0.17 <sup>BC</sup>
2%BC+MI	1.434±0.04 <sup>bc</sup>	1.088±0.06 <sup>d-h</sup>	0.920±0.03 <sup>h-j</sup>	1.148±0.23 <sup>B</sup>
4%BC+MI	1.524±0.07 <sup>ab</sup>	1.267±0.05 <sup>cd</sup>	1.026±0.06 <sup>f-i</sup>	1.275±0.22 <sup>A</sup>
Mean	1.296±0.16 <sup>A</sup>	0.973±0.18 <sup>B</sup>	0.812±0.21 <sup>C</sup>	
TUKEY	IL: 0.04 <sup>**</sup> , T: 0.09 <sup>**</sup> , ILxT: 0.20 <sup>**</sup>			
CV%	6.09			
	Root Dry Weight (g)			
	IL1	IL2	IL3	Mean
Control	0.556±0.04 <sup>o-p</sup>	0.358±0.01 <sup>pq</sup>	0.257±0.01 <sup>q</sup>	0.390±0.13 <sup>E</sup>
S1	1.149±0.11 <sup>c-f</sup>	0.622±0.07 <sup>j-o</sup>	0.387±0.04 <sup>o-q</sup>	0.700±0.36 <sup>CD</sup>
S2	1.535±0.10 <sup>a</sup>	0.853±0.04 <sup>g-j</sup>	0.390±0.01 <sup>o-q</sup>	0.926±0.50 <sup>A</sup>
MI	1.241±0.04 <sup>cd</sup>	0.572±0.03 <sup>l-p</sup>	0.399±0.15 <sup>o-q</sup>	0.737±0.37 <sup>CD</sup>
1%BC	0.934±0.04 <sup>e-h</sup>	0.612±0.01 <sup>k-o</sup>	0.440±0.03 <sup>n-q</sup>	0.662±0.22 <sup>D</sup>
2%BC	1.038±0.05 <sup>d-g</sup>	0.665±0.03 <sup>i-n</sup>	0.472±0.02 <sup>m-q</sup>	0.725±0.25 <sup>CD</sup>
4%BC	1.116±0.03 <sup>c-f</sup>	0.686±0.04 <sup>i-m</sup>	0.473±0.03 <sup>m-q</sup>	0.758±0.29 <sup>B-D</sup>
1%BC+MI	1.264±0.01 <sup>b-d</sup>	0.784±0.02 <sup>h-l</sup>	0.506±0.01 <sup>m-p</sup>	0.852±0.33 <sup>AB</sup>
2%BC+MI	1.356±0.02 <sup>a-c</sup>	0.817±0.01 <sup>g-k</sup>	0.541±0.02 <sup>m-p</sup>	0.904±0.36 <sup>A</sup>
4%BC+MI	1.485±0.06 <sup>ab</sup>	0.904±0.04 <sup>f-i</sup>	0.547±0.30 <sup>l-p</sup>	0.979±0.49 <sup>A</sup>
Mean	1.167±0.14 <sup>A</sup>	0.687±0.16 <sup>B</sup>	0.441±0.28 <sup>C</sup>	
TUKEY	IL: 0.05 <sup>**</sup> , T: 0.12 <sup>**</sup> , ILxT: 0.24 <sup>**</sup>			
CV%	9.77			

(IL: Irrigation level, IL1: 80% of field capacity, IL2: 50% of field capacity, IL3: 25% of field capacity, S1: Half of the optimum synthetic fertilizer, S2: Optimum synthetic fertilizer, MI: Microbial fertilizer, BC: Biochar, CV%: Coefficient of variation, SE: Standart error)

Formed diagrams showed that fluctuations between irrigation levels increased in control plants and the SF treatments while it decreased with microbial inoculation. This is a significant indicator for increasing stress tolerance by the MI. The high performance of the SF sharply declined with water

deficiency whereas applications with the MI exhibited more stable performance. Although the BC applications had positive impacts compared with control plants under water deficiency, it was not enough alone to struggle with drought stress. However, the supportive effects of the BC once used with microbial inoculation were noteworthy (Figure 1).



**Figure 1.** Distribution diagram of investigated traits depending on drought stress and treatments (IL: Irrigation level, IL1: 80% of field capacity, IL2: 50% of field capacity, IL3: 25% of field capacity, S1: Half of the optimum synthetic fertilizer, S2: Optimum synthetic fertilizer, MF: Microbial fertilizer, BC: Biochar, CV%: Coefficient of variation). Standart errors for all traits were given in figures depending on applications under different irrigation levels

The importance of using organic amendments and PGPB in agricultural production has gradually been increasing due to their contributions to the sustainable agriculture phenomenon. In a nutshell, this study showed that synthetic fertilizers present a rapid solution for plant requirement at the seedling stage

under optimum water conditions, however, their impacts linearly decrease depending on rising water deficiency. The MI helps plants with water stress, especially with the BC applications.

Plant growth achieved top performance with synthetic fertilizer in 80% of field capacity. On the other hand, although organic amendments have diverse chemical and biological contents, they slowly dissolve and the in-unit volume contains a low concentration of nutrition compared with synthetic materials. Microbial inoculation that can fix free nitrogen and solve phosphate compounds provides these vital nutrients to plant step by step through the growth period depending on the ability of strains, environmental conditions and bacterial interaction. Moreover, microbial inoculation and its interaction with biochar exhibited helpful results under both optimum water conditions and also increasing water stress. As a result, it is a predictable result to obtain the best development parameters under optimum conditions with synthetic fertilizer applications. Wang et al. (2020b) stated that although PGPB cannot be an alternative to synthetic fertilizer, it helps to reduce the applied dose.

However, a different scenario was observed with an increasing water deficit. Gargallo-Garriga et al. (2014) stated that drought stress restricts shoot metabolic activity to save water and food which would have facilitated roots growth. The MI alone supported plants to a certain degree to the nutrient deficit and water stress. Various factors such as nitrogen-fixing, phosphate solubilizing, IAA production and ACC deaminase activity play a significant role in this process. Plant growth is restricted under drought by many biochemical, physiological and molecular systems stress that led to reduce photosynthesis, impair cell division and elongation, loss of cell turgor, inhibit nutrient uptake, ethylene synthesis, affect gene expression, thereby, cause yield and quality losses (Guo et al., 2020). The two main hormones, IAA and ethylene, were secreted by plants as a response to cope with drought stress. The IAA leads to increase root depth to reach the water source while ethylene can either trigger the symptoms of stress or lead to responses that improve plant survival under stress conditions. Differences among ethylene effects depend on plant species, age, stress factor and severity, amount of secreted ethylene (Riyazuddin et al., 2020). A low peak of ethylene was secreted at the beginning of stress. This beneficial reaction initiates a protective response by plants, however, ethylene exhibited a destroyer role if the stress factor continues inveterately or more intense. Also, 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) is the precursor of ethylene synthesis. The vital role of PGPBs that has ACC deaminase activity step exactly in this process due to converting ACC to  $\alpha$ -ketobutyrate and ammonia, therefore, increasing of ethylene and stress intensity are reduced in plant cells (Glick, 2020). So, microbial inoculation with PGPB strains with ACC deaminase activity reduced plant stress and lead to improving seedling growth under water stress in the present study.

Increasing BC concentrations provided positive impacts both alone applications and co-application with the MI under optimum irrigation level and especially water deficit. It was observed that the application of increasing BC doses alone supported the plants under low irrigation levels due to their large surface area and abundant surface functional groups. These morphological properties ensure high water holding capacity, therefore, it forms a water source for plants to survive. More importantly, biochar procures a great source for microorganisms with nutrient binding and its carbon stock. For this reason, the co-application of MI and BC exhibited a higher tolerance. This interaction is an important indicator that biochar is a trigger application for not only improving soil quality and also a stimulative substrate material in terms of PGPB effectiveness. The results support the data of different studies conducted in the same subject (IJaz et al., 2019; Danish and Zafar-ul-Hye, 2019).

Synthetic fertilizer provided maximum root depth for wheat seedling following biochar amendments. It was already known that phosphorus stimulated to growth root system architecture by increasing root length, branching and promoting dry matter accumulation (Shafi et al., 2020). Moreover,

all treatments stimulated root elongation by various traits such as providing carbon, nitrogen and phosphorus sources, improving soil physiology and microbiological interaction compared with control plants. However, increasing drought changed the scenario on taproot elongation and effects of applications. Water deficit sharply reduced phosphorus efficiency since it is an immobile and waterborne nutrient. Although phosphorus applications led to rising the root length dry matter accumulation decreased up to 74.6% with increasing water stress. This is an important indicator that roots could use phosphorus for root elongation to achieve water and nutrient sources but could not use for metabolic activities. Increasing root length and decreasing total root biomass agree with various studies under low P concentration (Soumya et al., 2021). Biochar amendments exhibited a balanced growth in root length and dry matter accumulation compared with control and synthetic fertilizer under water stress due to their high water holding capacity and nutrient contents. Similarly, microbial inoculation with superior strains helped seedlings to mitigate water stress. Plant roots did not need to taproot elongation in like control and synthetic fertilized plants since both nitrogen fixation and phosphate solubilizing traits and also ACC deaminase activity of strains. It is thought that these properties provided to decrease ethylene synthesis and water stress in seedlings, thereby fluctuation in root growth was restricted (Saikia et al., 2018). The MI provided to efficiently use water and nutrient sources and the BC applications formed an important C source for inoculated strains, therefore tolerance of seedlings to drought was improved.

## CONCLUSION

Drought stress sharply reduced wheat seedling. Although synthetic nitrogen and phosphorus fertilizer have an effective stimulative effect on the shoot and root growth, increasing water deficit reduced phosphorus using efficiency. Biochar applications and microbial inoculation backed up to plants in mitigation of drought's inhibitory effects. Moreover, the combined application of them exhibited better performance compared with other treatments under drought stress. Most results were obtained with microbial inoculation + 4% biochar amendments under drought conditions. In conclusion, biochar applications provide to increase promoting effects of microbial inoculations and can be considered as an effective method to cope with the destructive effects of drought.

## ACKNOWLEDGEMENTS

This research received no specific grant from any funding agency in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

## Conflict of Interest

The authors declare that there is no conflict of interest related to the article.

## Author's Contributions

FÇ, ME and MC designed and run the experiment and collected data. FÇ made statistical analysis and contributed writing, MC wrote and edited the manuscript. ME gave feedbacks. All authors read and approved the final manuscript.

## REFERENCES

- Ayrancı R, Sade B, Soylu S, 2017. Ekmeklik buğday genotiplerinin verim ve fenolojik özelliklerinin tane doldurma dönemindeki kuraklık stresine tepkileri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26:112-118.
- Ceritoglu M, Şahin S, Erman M, 2018. Effects of vermicompost on plant growth and soil structure. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 32(3):607-615.

- Cheng N, Wang B, Wu P, Lee X, Xing Y, Chen M, Gao B, 2021. Adsorption of emerging contaminants from water and wastewater by modified biochar: A review. *Environmental Pollution*, 273:116448.
- Danish S, Zahar-ul-Hye M, 2019. Co-application of ACC-deaminase producing PGPR and timber-waste biochar improves pigments formation, growth and yield of wheat under drought stress. *Scientific Reports*, 9:5999.
- Erman M, Kotan R, Çakmakçı R, Çığ F, Karagöz K, Sezen M, 2010. Effect of nitrogen fixing and phosphate-solubilizing rhizobacteria isolated from Van Lake Basin on the growth and quality properties in wheat and sugar beet. Turkey IV. Organic Farming Symposium, June 28-July 1, Erzurum, Turkey, pp:325-329.
- Gargallo-Garriga A, Sardans J, Pérez-Trujillo M, Rivas-Ubach A, Oravec M, Vecerova K, Urban O, Jentsch A, Kreyling J, Beierkuhnlein C, Parella T, Penuelas J, 2014. Opposite metabolic responses of shoots and roots to drought. *Scientific Reports*, 4:6829.
- Glick BR, 2020. *Beneficial Plant-Bacterial Interactions*. Springer Nature Switzerland. Cham.
- Guo X, Xin Z, Yang T, Ma X, Zhang Y, Wang Z, Ren Y, Lin T, 2020. Metabolomics response for drought stress tolerance in chinese wheat genotypes (*Triticum aestivum*). *Plants*, 9(4):520.
- Ijaz M, Tahir M, Shahid M. Ul-Allah S, Sattar A, Sher A, Mahmood K, Hussain M, 2019. Combined application of biochar and PGPR consortia for sustainable production of wheat under semiarid conditions with a reduced dose of synthetic fertilizer. *Brazilian Journal of Microbiology*, 50:449-458.
- Ji X, Shiran B, Wan J, Lewis DC, Jenkins CLD, Condon AG, Richards RA, Dolferus R, 2010. Importance of pre-anthesis anther sink strength for maintenance of grain number during reproductive stage water stress in wheat. *Plant, Cell & Environment*, 33(6):926-942.
- Kalayci M, 2005. Use JUMP with examples and Anova models for agricultural research. Anatolia Agricultural Research Institute Directorate, Erzurum.
- Liu S, Li X, Larsen DH, Zhu X, Song F, Liu F, 2016. Drought priming at vegetative growth stage enhances nitrogen-use efficiency under post-anthesis drought and heat stress in wheat. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 203(1):29-40.
- Louca S, Polz MF, Mazel F, Albright MBN, Huber JA, O'Connor MI, Ackermann M, Hahn AS, Srivastava DS, Crowe SA, Doebeli M, Parfrey LW, 2018. Function and functional redundancy in microbial systems. *Nature Ecology & Evolution*, 2:936-943.
- Marthandan V, Geetha, R, Kumutha K, Renganathan VG, Karthikeyan A, Ramalingam J, 2020. Seed priming: A feasible strategy to enhance drought tolerance in crop plants. *Molecular Sciences*, 21(21):8258.
- Ojuederie OB, Olanrewaju OS, Babalola OO, 2019. Plant growth promoting rhizobacterial mitigation of drought stress in crop plants: Implications for sustainable agriculture. *Agronomy*, 9(11):712.
- Palansooriya KN, Yang Y, Tsang YF, Sarkar B, Hou D, Cao X, Meers E, Rinklebe J, Kim K, Ok YS, 2019. Occurrence of contaminants in drinking water sources and the potential of biochar for water quality improvement: A review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 50(6):549-611.
- Raghuwanshi R, Prasad JK, 2018. Perspectives of rhizobacteria with ACC deaminase activity in plant growth under abiotic stress. In: Giri B, Prasad R, Varma A (eds) *Root Biology*. Springer International Publishing. Cham. pp:303-321.
- Riyazuddin R, Verma R, Singh K, Nisha N, Keisham M, Bhati KK, Kim ST, Gupta R, 2020. Ethylene: A master regulator of salinity stress tolerance in plants. *Biomolecules*, 10(6):959.

- Saikia J, Sarma RK, Dhandia R, Yadav A, Bharali R, Gupta VK, Sailia R, 2018. Alleviation of drought stress in pulse crops with ACC deaminase producing rhizobacteria isolated from acidic soil of Northeast India. *Scientific Reports*, 8:3560.
- Santoyo G, Guzman-Guzman P, Parra-Cota FI, Santos-Villalobos S, Orozco-Mosqueda MC, Glick BR, 2021. Plant growth stimulation by microbial consortia. *Agronomy*, 11(2):219.
- Semenov MA, Stratonovitch P, Alghabari F, Gooding MJ, 2014. Adapting wheat in Europe for climate change. *Journal of Cereal Science*, 59:245-256.
- Shafi MI, Adnan M, Fahad S, Wahid F, Khan A, Yue Z, Danish S, Zafar-ul-Hye M, Brtnicky M, Datta R, 2020. Application of single superphosphate with humic acid improves the growth, yield and phosphorus uptake of wheat (*Triticum aestivum* L.) in calcareous soil. *Agronomy*, 10(9):1224.
- Sonkurt M, Çiğ F, 2019. The effect of plant growth-promoting bacteria on the development, yield and yield components of bread (*Triticum aestivum* L.) and durum (*Triticum durum*) wheats. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(2):3877-3896.
- Soumya P, Sharma S, Meena MK, Pandey R, 2021. Response of diverse bread wheat genotypes in terms of root architectural traits at seedling stage in response to low phosphorus stress. *Plant Physiology Reports*, 26:152-161.
- Wang J, Li R, Zhang H, Wei G, Li Z, 2020b. Beneficial bacteria activate nutrients and promote wheat growth under conditions of reduced fertilizer application. *BMC Microbiology*, 20:38.
- Wang L, O'Connor D, Rinklebe J, Ok YS, Tsang DCW, Shen Z, Hou D, 2020a. Biochar aging: Mechanisms, physicochemical changes, assessment, and implications for field applications. *Environmental Science & Technology*, 54(23):14797-14814.
- Yang F, Xu ZB, Yu L, Gao B, Xu XY, Zhao L, Cao XD, 2018. Kaolinite enhances the stability of the dissolvable and undissolvable fractions of biochar via different mechanisms. *Environmental Science & Technology*, 52:8321-8329.



**Atf İçin:** Tosun B, Karadoğan T, Şanlı A, 2021. Apiaceae Familyasına Dahil Bazı Echinophora Türlerinin Çimlenme Özelliklerinin Belirlenmesi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(Özel Sayı): 3539-3545.

**To Cite:** Tosun B, Karadoğan T, Şanlı A, 2021. Determination of Germination Characteristics of Some Echinophora Species Included in Apiaceae Family. Journal of the Institute of Science and Technology, 11(Special Issue): 3539-3545.

## Apiaceae Familyasına Dahil Bazı Echinophora Türlerinin Çimlenme Özelliklerinin Belirlenmesi

Bekir TOSUN<sup>1\*</sup>, Tahsin KARADOĞAN<sup>2</sup>, Arif ŞANLI<sup>2</sup>

**ÖZET:** Bu araştırma, doğal olarak yetişen *Echinophora tournefortii* Jaub. & Spach., *Echinophora tenuifolia* L. subsp *sibthorpiana* (Guss) Tutin ve *Echinophora trichophylla* J.E.Smith (Endemik) türlerinin çimlenme özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Doğal yetişme alanlarından 2019 yılında toplanan olgunlaşmış tohum örneklerinde X-ray çekimleri, GA3 (0, 250, 500 ve 1000 ppm) uygulamaları, soğuk katlama (30, 60, 90 ve 120 gün) uygulamaları ile sonbahar ve ilkbahar ekimleri yapılmıştır. X ray çekimlerinde *E. tournefortii*, *E. tenuifolia* L. subsp *sibthorpiana* ve *E. trichophylla* tohumlarının sırası ile % 9.8, % 94.1 ve % 83.8 oranında tohum doluluk oranında sahip olduğu belirlenmiştir. GA3 uygulamaları Echinophora türlerinin çimlenmesi üzerine herhangi bir etki göstermemiştir. Farklı sürelerde yapılan soğuk katlama uygulamalarında *E. tenuifolia* L. subsp *sibthorpiana* türünde 120 gün süre ile katlamada bırakılan tohumların % 20.7'inde çimlenme meydana gelmiştir. Herhangi bir ön işlem uygulanmadan sonbaharda yapılan ekimlerde *E. tenuifolia* L. subsp *sibthorpiana* tohumlarının % 58.7'si, *E. trichophylla* tohumlarının ise % 9.3'ü, ilkbaharda yapılan ekimlerde ise *E. tenuifolia* L. subsp *sibthorpiana* tohumlarının % 14.0'ü, *E. trichophylla* tohumlarının ise % 8.3'ü çimlenmiştir. Çalışmada kullanılan Echinophora türlerine ait tohumların oda koşullarında çimlenmediği ve dormansiye sahip olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Apiaceae, Echinophora, Soğuk Katlama, Çimlendirme, X-ray çekimleri

### Determination of Germination Characteristics of Some Echinophora Species Included in Apiaceae Family

**ABSTRACT:** This study was conducted to determine the germination characteristics of the of *Echinophora tournefortii* Jaub. & Spach., *Echinophora tenuifolia* L. subsp *sibthorpiana* (Guss) Tutin and *Echinophora trichophylla* J.E. Smith (Endemic) species which are grown naturally. The ripe seed samples were collected in 2019 from natural habitats and X-ray shots, GA3 (0, 250, 500 and 1000 ppm) applications, cold stratification (30, 60, 90 and 120 days) applications, autumn and spring planting were made. Seed filling ratios of *E. tournefortii*, *E. tenuifolia* L. subsp *sibthorpiana* and *E. trichophylla* were determined as 9.8%, 94.1% and 83.8%, respectively in the X-ray shots. GA3 applications did not show any effect on the germination of Echinophora species. Cold stratification applications, made at different times, germination occurred in 20.7% of the seeds left in stratification for 120 days only in *E. tenuifolia* L. subsp *sibthorpiana*. In the autumn sowing, without any pre-treatment application, *E. tenuifolia* L. subsp *sibthorpiana* until 58.7% of the seed, while 3.9% of *E. trichophylla* seed, in the spring sowing, 14.0% of *E. tenuifolia* L. subsp *sibthorpiana* seeds and 8.3% of *E. trichophylla* seeds were germinated. It was determined that the seeds of the Echinophora species used in the study did not germinate under room conditions and had dormancy.

**Keywords:** Apicaceae, Echinophora, Cold stratification, Germination, X-ray shots

<sup>1</sup> Bekir TOSUN ([Orcid ID: 0000-0002-2470-3865](https://orcid.org/0000-0002-2470-3865)), Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Tarım, Hayvancılık ve Gıda Araştırmaları Uygulama ve Araştırma Merkezi, Burdur, Türkiye

<sup>2</sup> Tahsin KARADOĞAN ([Orcid ID: 0000-0002-3422-8295](https://orcid.org/0000-0002-3422-8295)), Arif ŞANLI ([Orcid ID: 0000-0002-5443-2082](https://orcid.org/0000-0002-5443-2082)), Isparta Uygulamalı Bilimleri Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Isparta, Türkiye

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Bekir TOSUN, e-mail: btosun@mehmetakif.edu.tr

Makale 15-17 Kasım 2021 tarihlerinde Iğdır'da düzenlenen "Türkiye 7. Tohumculuk Kongresi" sözlü olarak sunulmuştur.

Bu çalışma "Göller Yöresinde Yayılış Gösteren Apiaceae Familyasına Ait Bazı Bitki Türlerinin Ekonomik Değerleri ile Kültüre Alma Potansiyellerinin Belirlenmesi" Doktora tezinden üretilmiştir

## GİRİŞ

*Echinophora* cinsi ülkemizde üç tanesi endemik olmak üzere altı farklı türü bulunmaktadır (Davis 1972). Çalışmada ise bölgede doğal yayılış gösteren *E. tournefortii*, *E. tenuifolia* subsp *sibthorpiana* ve *E. trichophylla* (Endemik) türleri ele alınmıştır. Bu türler arasında yer alan *E. tenuifolia* L. subsp *sibthorpiana* alt türü halka arasında “çördük, çörtük, tarhana otu” gibi isimlerle bilinmekte olup farklı illerde turşu, baharat ve taze olarak tüketilmektedir (Doğan ve ark. 2014). Tür halk hekimliğinde herba kısımlarının infyozunu ve dekoksionunu kullanılarak soğuk algınlığında, iştah artırıcı, sindirim düzenleyici ve ağrı giderici olarak kullanılmaktadır (Bulut ve ark. 2014).

Çalışmada yer alan türlerden *E. tenuifolia* subsp *sibthorpiana* yöre halkı tarafından doğadan toplanarak tüketilmekte, diğer türlerin ise kullanım amacı ve alanlarının bilinmemesi nedeniyle faydalanılmamaktadır. Belirli habitatlarda gelişen türlerin doğadan toplanarak değerlendirilmesi, bu türlerin ileriki dönemlerde popülasyonlarının azalmasına hatta yok olma tehlikesine yol açabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle, araştırmada türlerin doğadan toplanmaları yerine etken maddenin standart üretimine yönelik kültüre alma çalışmalarının yapılması hedeflenmiştir. Ele alınan türler genellikle çok yıllık otsu türler olup, tohumlarında büyük oranda çimlenme problemleri bulunmaktadır. Türlerin geliştiği habitatlarda tohumların bazı hastalık ve zararlılar nedeniyle ortaya çıkan çimlenme problemlerinin dışında, tohumlarda içsel ve dışsal dormansinin bulunması türlerin kültüre alma çalışmalarını daha zorlaştırmaktadır. Değişen iklim koşulların bitkilerin yaşaması için oldukça zorlaştırmakta, bu durum ise bitkilerin hayatta kalmaları ve nesillerini devam ettirebilmeleri için çeşitli adaptasyon yeteneklerini geliştirmesi için kritik önem taşımaktadır. Türlerle ilgili olarak göstermiş oldukları adaptasyon yeteneği ise oldukça farklılık göstermektedir. Bitki türleri genellikle böyle durumlarda yaşamsal faaliyetlerini asgari düzeye indirmek için dormansi (uyku) halinde geçmektedir. Bazı türler dormansi durumunu soğan, spor, rizom veya tohum olarak geçirebilmektedir. Tohum dormansisi bitkinin en savunmasız yaşam evrelerinde biri olup ekolojik koşullar ile arasındaki ilişkiyi düzenleyerek çimlenmenin sağlanması için kritik önem taşımaktadır. Tohum bu hassas dengeyi farklı morfolojik, fizyolojik ve anatomik mekanizmalar vasıtası ile gerçekleştirmektedir. Dormansi, tohumun çimlenme zamanını kontrol eden ve genetik meşeli engelleme mekanizması olarak işlev görmektedir. Bu durum tohum uygun olmayan durumlarda çimlenmesini engelleyerek türün neslinin devamlılığına imkan sağlamaktadır. Willis ve ark (2014) dormansi sebebi ile tohumun çimlenmemesi, türün yeni lokasyonlarda uygun dönemlerde ve farklı iklim koşullarında yeni bir popülasyon oluşturabileceğini bildirmiştir (Linkies ve ark., 2010). Bu gibi zorluklara ek olarak türlerin çok sayıda tohum üretmelerine karşılık tohumlarının canlılık oranlarının düşük olması da önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenlerle, ele alınan türlerde tohumların canlılık durumları, doğal habitatlarında karşılaştıkları hastalık ve zararlıların etkileri ve çimlenme oranları belirlenerek, çimlenmeyen ya da çimlenme oranı düşük olan tohumlarda çimlenmenin teşvik edilmesine yönelik katlama ve kimyasal uygulamaları yapılarak kültüre alma çalışmalarının başlatılması hedeflenmiştir.

## MATERYAL VE METOT

Araştırma 2017-2018 yıllarında Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri laboratuvarlarında yürütülmüştür. Çalışma kapsamında bölgede daha önce yapılan TUBİTAK 1130284 proje sonucunda yayılış alanları belirlenen türlerin lokasyon bilgilerinden faydalanılarak meyve örnekleri sarı olum dönemi sonunda toplanarak muhafaza edilmektedir.

**Çizelge 1.** Araştırmada ele alınan türlere ait herbaryum kodları ve lokalite bilgileri

Türler	Gül Herbaryumu Kodları	Lokaltite/Rakım
<i>Echinophora tournefortii</i> Jaub. & Spach.	GUL 63.7.2.5	Burdur: Yeşilova/ 1236 m
<i>Echinophora tenuifolia</i> L. subsp <i>sibthorpiana</i> (Guss) Tutin	63.7.5.1.2	Isparta: Merkez/ 1010 m
<i>Echinophora trichophylla</i> J.E.Smith (Endemik	GUL 63.7.4.1	Isparta: Sav kasabası/ 981 ı

Çizelge 1. verilen türler Prof. Dr. Hasan Özçelik tarafından teşhis edilerek Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, GUL Herbaryum'undan yayınlanmaktadır.

### Tohumların çimlenme özellikleri

Araştırmada türlere ait tohumların fiziksel özelliklerinden (tohum rengi, iriliği, ağırlığı, böcek zararı vb.) faydalanılarak seçim işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu seçimlerden elde edilen tohumlar ise materyal olarak kullanılmıştır. Türler için tohumlarında canlılık durumlarının ve çimlenme durumlarının belirlenmesi amacıyla canlılık testi ve çimlendirme çalışmaları yapılmıştır. Tohumlar fungal enfeksiyon barındırma riski yüksek olmaları nedeniyle çimlendirme çalışmalarına alınmadan önce % 80'lik thiram etken maddeli Pomarsol Forte ile muamele edilmiştir.

### X-Ray çekimleri

X-Ray cihazında (UltraFocus X-ray Imaging System) her bir türden seçilen 100'er adet tohum 3 tekrarlamalı olarak X-ray çekimleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen görüntülerden faydalanılarak dolu tohum sayısı, toplam tohum sayısına oranlanarak toplam doluluk oranı (%) hesaplanmıştır.

### Soğuk katlama uygulamaları

Her bir türe ait 1200'er adet tohum  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$  sıcaklıkta 30, 60, 90 ve 120 gün süre ile perlit içerisinde katlamaya alınmıştır. Her biri 300 adet tohum içeren gruplar, delikli plastik kâseler içerisinde, bir kat nemli perlit bir kat tohum olacak şekilde katlama işlemi yapılmıştır. Soğuk katlamadan sonra tohumlar viyollere ekilerek oda koşullarında çimlenmeye bırakılmıştır.

### Kültüre alma çalışmaları

Çalışmanın bu aşaması türlere ait tohumların dış ortam şartlarında viyol içerisinde fide gelişimlerinin belirlenmesi ve fidelerin arazi koşullarında gelişme durumlarının belirlenmesine yönelik olarak tohumların viyollere sonbahar ve ilkbahar ekimleri olmak üzere 2 aşamalı olarak yürütülmüştür. Bu çalışmada her türe ait tohumlar irilik, sertlik, şekil, renk ve boş-doluluk özellikleri dikkate alınarak seçilmiştir.

### Sonbahar ekimlerinde fide gelişimi (%)

Her bir türe ait tohumlar içerisinde 3:1 oranında perlit/torf karışımı içeren (24'lü viyoler) her bir göze 4 adet tohum gelecek şekilde 13/11/2017 tarihinde ekilmiştir. Ekimi yapılan viyoller açık alana alınmış ve sürekli nemli tutulmuştur. Viyollerde fide gelişimi 15/04/2018 tarihine kadar takip edilmiş ve fide gelişim oranları % olarak belirlenmiştir. Elde edilen fideler ise arazi koşullarına şaşırtılmıştır.

### İlkbahar ekimleri

Her bir türe ait tohumlar içerisinde 3:1 oranında perlit/torf karışımı içeren (24'lü viyoller) her bir bölümde 4 adet tohum gelecek şekilde 17/03/2018 tarihinde ekilmiştir. Viyollerde fide gelişimi 17/06/2018 tarihine kadar takip edilmiş ve fide gelişim oranları % olarak hesaplanmıştır. Elde edilen fideler ise arazi koşullarına şaşırtılmıştır.

İlkbahar ve sonbahar ekimlerinde fide çıkışları haftalık olarak takip edilmiş ve her türün çimlenme oranları belirlenmiştir. Çıkış yapan türlerde fide gelişiminin devam etmesi sağlanarak, fidelerin yeterli

büyükluğe ulaşması halinde toprağa şaşırtma yapılmıştır. Bu aşamada fidelerin gerekli bakım işlemleri (sulama, yabancı ot mücadelesi, gübreleme gibi) yapılmış ve bitki gelişimleri takip edilmiştir.

Her bir türe ait fidelerin koleksiyon bahçesine dikimlerinde dikim normları, bitkilerin habitüsleri (bitki boyu, dallanma şekli, kapladığı alan vb.) dikkate alınarak belirlenmiştir. Uzun boylu ve çok dallanan türlerde sıra arası ve üzeri mesafeler geniş (70x50 cm sıra arası), kısa boylu ve az dallanan türlerde ise dar (50x30 cm sıra arası) bırakılmıştır. Apiaceae familyasından kültürü yapılan türlerde (kimyon, anason, vb.) önerilen gübreleme programı dikkate alınarak besin maddesi ilavesi yapılmıştır. Yabancı otlar ile elle mücadele yapılmıştır. Her bir türün toplandığı alanın özellikleri (su kenarları ya da kayalık, kıraç alanlar gibi) dikkate alınarak su ihtiyacı olduğu düşünülen türlerde sulama işlemi yapılmıştır.

### GA<sub>3</sub> uygulamaları

Her bir türe ait 25 adet tohum 3 tekerrürlü olacak şekilde 0, 250, 500 ve 1000 ppm GA<sub>3</sub> solüsyonlarında 24 saat süre ile oda sıcaklığında bekletilmiştir. Uygulama yapılan tohumlar saf sudan geçirildikten sonra petri kaplarında ISTA standartlarına göre oda sıcaklığında aydınlık ortamda çimlenmeye bırakılmıştır. Çimlenme için radikulanın belirgin derecede (2 mm) testadan çıkmış olması esas kabul edilmiştir (Ünal vd., 2004). Uygulamaların yapılmasından sonra her gün çimlenen tohum sayıları alınmış ekimlerden 45 gün sonra tüm petrilere toplam çimlenen tohum sayımları yapılarak çimlenme yüzdesi (%) belirlenmiştir.

Çalışma tesadüf parselleri deneme deseninde 3 tekrarlı olarak kurulmuş olup elde edilen verilerin ortalamaları ve standart sapmaları hesaplanmıştır.

### BULGULAR VE TARTIŞMA

X ray çekimleri sonucunda türlere ait seçilen tohumların *E. tournefortii* türünde % 9.8±1.5'sinin, *E. tenuifolia* L. subsp *sibthorpiana*'da % 94.1±1.0 ve *E. trichophylla* 'da % 83.8±1.0 'nun dolu olduğu belirlenmiştir.

Çalışmada türlerin çimlenme durumlarını belirlemek amacıyla farklı konsantrasyonlarda GA<sub>3</sub> uygulamaları (0, 250, 500 ve 1000 ppm) yapılmıştır. Uygulama yapıldıktan sonra oda koşullarında 45 gün boyunca bekletilen türlere ait tohumlarda ise hem farklı konsantrasyonlardaki GA<sub>3</sub> uygulamalarında hem de kontrol gruplarında çimlenme olmadığı saptanmıştır.

#### Çizelge 2. Farklı sürelerde gerçekleştirilen soğuk katlama uygulamalarının çimlenme oranına etkisi (%)

Katlama süresi (gün)/Çimlenme oranı (%)	30	60	90	120
<i>E. tournefortii</i>	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>E. tenuifolia</i> L. subsp <i>sibthorpiana</i>	0.0±0.0	0.0±0.0	8.3±1.2	20.7±2.1
<i>E. trichophylla</i>	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0

Farklı sürelerde (30, 60, 90 ve 120 gün) +4 °C gerçekleştirilen soğuk katlama uygulamaları sonucunda *E. tournefortii* ve *E. trichophylla* türlerinin tohumlarında çimlenme gözlenmemiştir. Ancak *E. tenuifolia* subsp. *sibthorpiana* tohumlarında soğuk katlama uygulamalarının kısmen etkili olduğu belirlenmiştir. Soğuk katlama uygulamasının 90. gününde tohumların % 8.3'i çimlenirken, katlamanın 120. gününde ise tohumların % 20.7'sinde çimlenme meydana gelmiştir (Çizelge 2).

#### Çizelge 3. İlkbahar ekimleri sonucunda tohum çimlenme oranı (%)

Taksonlar	5. hafta	6. hafta	7. hafta	8. hafta	9. hafta
<i>E. tournefortii</i>	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>E. tenuifolia</i> L. subsp <i>sibthorpiana</i>	0.7±0.3	8.0±1.0	12.3±1.5	14.0±2.0	14.0±2.0
<i>E. trichophylla</i>	1.7±0.6	2.3±0.6	4.0±1.0	7.2±2.0	8.3±1.0

Herhangi bir uygulama yapılmaksızın mart ayında viyollere ekilen tohumların haziran ayına kadar çimlenme durumları takip edilmiştir. *E. trichophylla* türünün tohumlarının ilkbaharda ekimleri sonucunda çimlenme belirlenmemiştir (Çizelge 2.). *E. tenuifolia* subsp. *sibthorpiana* tohumlarının ilkbaharda ekimleri gerçekleştirilen tohumların çimlenmeleri ekimden 5 hafta sonra başlayarak (% 0.7) ekimden 8 hafta sonrasına kadar çıkış oranlarında artış meydana gelmiştir. Ekimlerden 8 hafta sonra ise çıkış oranı sabit kalarak tohumların % 14.0'sinde çimlendiği tespit edilmiştir. *E. trichophylla* tohumlarının ilkbaharda viyollere yapılan ekimleri sonucunda ise, ekimden 5 hafta sonra tohumların % 1.7'sinde çimlenme belirlenirken ekim zamanının ilerlemesi bağlı olarak çimlenme oranlarında artış meydana gelerek ekimlerden 9 hafta sonra bu oran % 8.3 olarak belirlenmiştir (Çizelge 3.)

**Çizelge 4.** Sonbaharda ekilen tohumlara ait çimlenme oranı

Taksonlar	13. hafta	14. hafta	15. hafta	16. hafta	17. hafta
<i>E. tournefortii</i>	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>E. tenuifolia</i> L. subsp <i>sibthorpiana</i>	16.0±1.0	43.0±2.6	56.0±2.0	58.7±1.5	58.7±1.5
<i>E. trichophylla</i>	0.0±0.0	1.7±0.6	6.3±1.3	9.3±0.6	9.3±0.6

Türlere ait tohumlara herhangi bir uygulama yapılmaksızın kasım ayında gerçekleştirilen ekimler sonucunda *E. tournefortii* tohumlarında çimlenme meydana gelmemiştir. *E. tenuifolia* subsp. *sibthorpiana* tohumlarının sonbaharda viyollere ekimleri gerçekleştirilen tohumları ekimden 13 hafta sonra % 16.0'sı çıkış yaparken, bu oran ekimden 14 hafta sonra % 43.0, 15 hafta sonra ise % 56.0 olarak meydana gelmiştir. Ekimler 16 hafta sonra ise türün tohumlarının çıkış oranı sabit kalarak % 58.7'sinin çıkış yaptığı belirlenmiştir. Sonbaharda *E. trichophylla* tohumlarına herhangi bir uygulama yapılmadan viyollere ekimi yapılan tohumlarının ekimden 14 hafta sonra çıkış yapmaya başladığı ve ekimden 16 hafta sonra meyvelerin % 9.3'ü çıkış yaptığı tespit edilmiştir. Ekim zamanının ilerlemesi bağlı olarak çıkış oranında herhangi bir artış söz konusu olmadığı görülmüştür (Çizelge 4).

Martin (1946) embriyonun büyüklüğüne, şekline endosperm ve pozisyonuna ve diğer depo dokularına bağlı olarak bitki türlerini; linear eksen (LA), bazal embriyo (B; B1-B4), yapraksı eksen (FA; FA1-FA4), periferal embriyo (P), minyatür eksen (MA), olarak gruplandırmıştır. Finch-Savage ve Leubner-Metzger, 2006, göre Apiaceae familyasına ait tohumların bazal gelişmemiş embriyoya sahip olduğunu bu ek olarak fizyolojik veya morfofizyolojik dormansiye sahip olduğunu bildirmiştir. Tohumların morfofizyolojik dormansiye sahip olmaları dormansinin fizyolojik bir bileşeni ile yetersiz gelişim gösteren bir embriyo sahip olduğunu vurgulamaktadır. Bu nedenle, tohumların çimlenmeleri için dormansi kırmada ön muamelesine ihtiyaç duyarlar (Baskin ve Baskin, 2004). Tohumlara, bazı durumlarda sıcak veya soğuk katlama yapılması GA uygulamasının yerini alarak dormansinin kırılmasında yardımcı olabilmektedir (Finch-Savage ve Leubner-Metzger, 2006). Morfofizyolojik dormansi olan tohumlarda, embriyo büyümesi (radikül ortaya çıkışı), morfolojik dormansi olan tohumlardan çok daha uzun bir süre gerektirir. (Baskin ve Baskin, 2004). Bazı durumlarda ise katlama işlemlerinin GA uygulamalarının yerinin alamayacağı bildirilmiştir (Baskin ve Baskin 2003). Nitekim araştırma sonucunda GA<sub>3</sub> uygulamalarının türlerin çimlenmesi üzerine etkisinin olmadığı belirlenirken, soğuk katlama uygulamasından ve sonbahar ekimleri sonucunda uzun süre düşük sıcaklığa maruz kalan tohumların daha yüksek çimlenme oranına sahip olduğu belirlenmiştir.

## SONUÇ

*E. tournefortii* tohum doluluk oranının düşük olması çimlenme durumlarını oldukça etkilemiştir. Çimlenmeyi iyileştirici uygulamalar arasında yer alan farklı konsantrasyonlardaki GA<sub>3</sub> ve soğuk katlama sonucunda tohumların bazıları çimlenmemiştir. Bunun yanı sıra sonbahar ve ilkbaharda viyollere ekilen

tohumlarda çimlenmeye rastlanamamıştır. Türün çoğaltılabilmesi için ilerleyen çalışmalarda farklı çimlendirmeyi iyileştirici uygulamaların denenmesi gerektiği düşünülmektedir. *E. tenuifolia* subsp *sibthorpiana*'yı kültüre almaya yönelik yapılan çimlenmeyi iyileştirici uygulamalar arasında yer alan GA<sub>3</sub> uygulamalarında tohumlar çimlendirilemezken, soğuk katlama uygulaması ile tohumların bir kısmında çimlenme meydana gelmiştir. Tohumların herhangi bir uygulama yapılmaksızın viyollere ekimleri gerçekleştirilen türün sonbahar ekimlerinde daha yüksek çimlenme oranı tespit edilmiştir. Türün tohumlarından elde edilen fidelerin arazi koşullarına aktarılması sonucunda fidelerin yaklaşık % 85 oranında fide tutumu sağlanmıştır. Türün fideleri dikildikten sonraki yıl yaklaşık % 70'i sapa kalkarak meyve bağlamıştır. *E. trichophylla* (endemik) türüne ait seçilen tohumların büyük oranda dolu olduğu belirlenmiştir. Ancak soğuk katlama ve GA<sub>3</sub> uygulamaları sonucunda çimlenme meydana gelmemiştir. Sonbahar ve ilkbahar ekimleri sonucunda ise türe ait tohumların % 10'nundan azı çimlenmiştir. Bu ekimler sonucunda elde edilen fidelerin yaklaşık % 40'lik kısımlık fideleri tutmuştur. Dikimlerden sonraki yıl fidelerin yaklaşık % 5'lik kısmında sapa kalma meydana gelmiş fakat tohum bağlayamamıştır. Çalışmada yapılan çimlenmeyi iyileştirici uygulamalara rağmen meyvelerin çimlenme oranlarının düşük olması türün meyvelerin çimlendirilebilmesi için farklı uygulamalardan faydalanarak tekrardan çimlenme çalışmalarının yapılması gerektiği düşüncesini doğurmaktadır.

Sonuç olarak türlerin tohumlarında farklı çimlenmeyi iyileştirici uygulamalardan faydalanarak çimlenme oranının artırabileceği düşünülmektedir.

## TEŞEKKÜR

Çalışmada tür teşhislerine yapmış olduğu katkıdan dolayı Prof. Dr. Hasan ÖZÇELİK' e teşekkür ederiz. Araştırma "Göller Yöresi'nde Yayılış Gösteren Apiaceae Familyasına ait Bazı Bitki Türlerinin Ekonomik Değerleri ile Kültüre Alma Potansiyellerinin Belirlenmesi" konulu Doktora tezinden üretilmiştir.

## Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## Yazar Katkısı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

## KAYNAKLAR

- Baskin JM, Baskin CC, 2004. A classification system for seed dormancy. *Seed Science Research*, 14: 1-16.
- Baskin JM, Baskin CC, 2003. Classification, biogeography, and phylogenetic relationships of seed dormancy., In: Smith RD, Dickie JB, Linnington SH, Pritchard HW, Probert RJ, Editors. *Seed conservation: Turning science into practice*. Kew: Royal Botanic Gardens; p. 517-544.
- Bulut G, Tuzlacı A, Doğan A, Şenkardeş İ, 2014. An ethnopharmacological review on the Turkish Apiaceae species. *İstanbul Journal of Pharmacy*, 44(2): 163-179.
- Davis H, 1972. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 4, p 309, University Press, Edinburgh.
- Doğan A, Bulut G, Tuzlacı E, Şenkardeş İ, 2004. A review of Edible Plants on the Turkish Apiaceae Species. *İstanbul Journal of Pharmacy*, 44(2): 251-262.
- Finch-Savage WE, Footitt S, 2017. Seed dormancy cycling and the regulation of dormancy mechanisms to time germination in variable field environments. *Journal of Experimental Botany*, 68: 843–856.
- Finch-Savage WE, Leubner-Metzger G, 2006. Seed dormancy and the control of germination. *New Phytol*, 171: 501-523.

- Linkies A, Graeber K, Knight C, Leubner-Metzger G, 2010. The evolution of seeds. *New Phytologist*, 186: 817-831.
- Martin AC, 1946. The comparative internal morphology of seeds. *The American Midland Naturalist*, 36: 513-660.
- Willis CG, Baskin CC, Baskin JM, Auld JR, Venable DL, Cavender-Bares J, NESCent Germination Working Group. 2014. The evolution of seed dormancy: environmental cues, evolutionary hubs, and diversification of the seed plants. *New Phytologist*, 203: 300-309.

**Atf İçin:** Ok FZ, Şanlı A, 2021. Hasat Öncesi Uygulanan Doğal ve Sentetik Sürgün Gelişimi Engelleyicilerinin Patates (*Solanum tuberosum* L.)'in Verim ve Depo Kalitesine Etkileri. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(Özel Sayı): 3546-3558.

**To Cite:** Ok FZ, Şanlı A, 2021. Effects of Pre-Harvest Application with Natural and Synthetic Sprout Inhibitors on Yield and Storage Quality of Potato (*Solanum tuberosum* L.). Journal of the Institute of Science and Technology, 11(Special Issue): 3546-3558.

### Hasat Öncesi Uygulanan Doğal ve Sentetik Sürgün Gelişimi Engelleyicilerinin Patates (*Solanum tuberosum* L.)'in Verim ve Depo Kalitesine Etkileri

Fatma Zehra OK<sup>1\*</sup>, Arif ŞANLI<sup>1</sup>

**ÖZET:** Bu çalışma, hasat öncesi uygulanan doğal ve sentetik sürgün gelişimi engelleyicilerinin Alegria ve Desiree patates çeşitlerinde yumru verimi ile tohumluk yumruların depoda dormansi süresi üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla, 2018-2019 yıllarında yürütülmüştür. Çalışmada farklı dozlarda dereotu (*Anethum graveolens* L.), kimyon (*Carum carvi* L.), karanfil (*Syzygium aromaticum* L.) ve nane (*Mentha spicata* L.) uçucu yağları ile chlorpropham (CIPC) ve maleik hidrazit (MH) hasattan 30 gün önce bitki yapraklarına uygulanmıştır. Hasat edilen tohumluk yumrular kontrollü şartlarda 5 ay süre ile depolanmış ve 30 gün aralıklarla yumrularda; dormansi süresi, sürgün uzunluğu, ağırlık kaybı ve yumru sertlik derecesi parametreleri incelenmiştir. Doğal ve sentetik sürgün gelişimi engelleyicileri; patatesten vejetasyon süresi ve toplam yumru verimini önemli derecede etkilemiş ve çeşitlerin uygulamalara tepkisi farklı olmuştur. Çalışmada uygulamalara bağlı olarak patates çeşitlerinin vejetasyon süreleri 108-157 gün, toplam yumru verimleri ise 1980-4249 kg da<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Uygulamalar yumruların dormansi süresini önemli derecede etkilemiş, her iki çeşitte de en uzun dormansi süreleri MH ile 1000 ppm karanfil ve 2500 ppm dereotu uçucu yağı uygulamalarında belirlenmiştir. Depolama devresi sonunda uygulamalara bağlı olarak yumru ağırlık kayıpları %5.32-6.53 arasında değişmiş, CIPC ve karanfil 2500 ppm uygulamaları hariç diğer tüm uygulamalarda ağırlık kayıpları kontrole göre daha düşük olmuştur. Genellikle dormansi süresini uzatan uygulamalarda sürgün uzunluğu daha kısa olurken, yumru sertlik dereceleri daha yüksek bulunmuştur. Çalışmada, dormansi süresini uzatan ve ağırlık kayıplarını azaltıcı etki gösteren dereotu ve karanfil uçucu yağlarının hasat öncesi uygulamalarının tohumluk patates yumrularının depo kayıplarının azaltılması ve fizyolojik yaşlanmanın geciktirilmesinde kullanılabileceği, bununla birlikte bu uygulamaların farklı dönem ve dozlarda tekrar denemeleri gerektiği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Patates, dormansi süresi, sürgün gelişimi, inhibitör, hasat öncesi uygulama

### Effects of Pre-Harvest Application with Natural and Synthetic Sprout Inhibitors on Yield and Storage Quality of Potato (*Solanum tuberosum* L.)

**ABSTRACT:** This study was carried out in 2018-2019 to determine the effects of pre-harvest applications of natural and synthetic sprout inhibitors on tuber yield and dormancy period of seed tubers (cv. Alegria and Desiree) at storage period. Different doses of dill (*Anethum graveolens* L.), caraway (*Carum carvi* L.), clove (*Syzygium aromaticum* L.), and spearmint (*Mentha spicata* L.) essential oils and chlorpropham (CIPC) and maleic hydrazide (MH) were applied to the plant leaves at 30 days before harvest. Harvested seed tubers were stored for 5 months under controlled conditions and dormancy period, sprout length, weight loss and tuber firmness examined at 30-day intervals. All applications significantly affected the vegetation period and tuber yield in potatoes, and the response of the cultivars to the applications was different. Vegetation period of varieties ranged between 108-157 days and tuber yields ranged between 1980-4249 kg da<sup>-1</sup> depending on the applications. Dormancy period was significantly affected from the applications and the longest dormancy periods in both cultivars were determined in MH and 1000 ppm clove and 2500 ppm dill essential oil. Tuber weight losses varied between 5.32-6.53%, and were lower in all applications than the control, except for CIPC and 2500 ppm clove applications. Generally, sprout length was shorter in applications which extended the dormancy period, while tuber firmness were higher. It was concluded that pre-harvest applications of dill and clove essential oils, which prolong dormancy and reduce weight loss, can be used to reduce storage losses of seed potato tubers and delay physiological aging, however, these applications should be tried again at different periods and doses.

**Keywords:** Potato, dormancy period, sprouting, inhibitor, pre-harvest application

<sup>1</sup>Fatma Zehra OK ([Orcid ID: 0000-0002-0199-572X](https://orcid.org/0000-0002-0199-572X)), Arif ŞANLI ([Orcid ID: 0000-0002-5443-2082](https://orcid.org/0000-0002-5443-2082)), Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Isparta, Türkiye

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Fatma Zehra OK, e-mail: fhzehraok@gmail.com

Bu makale Fatma Zehra OK'un Yüksek Lisans tezinden üretilmiş ve 15-17 Kasım 2021 tarihlerinde Iğdır'da uzaktan (online) düzenlenen "Türkiye 7. Tohumculuk Kongresi'nde" sözlü olarak sunulmuştur.



## GİRİŞ

Patates (*Solanum tuberosum* L.) zengin besin kompozisyonu ile dünyada giderek büyüyen açlık sorunu ve dengeli beslenme ihtiyacına cevap verebilecek en önemli bitkilerin başında gelmektedir. Ülkemizde 2020 yılı verilerine göre 147 bin ha alanda yaklaşık 5.2 milyon ton patates üretimi yapılmış, birim alan verimi ise 3.514 kg da<sup>-1</sup> olarak gerçekleşmiştir (Anonim, 2020). Ülkemizde her yıl üretilen patatesin yaklaşık %66'sı (3.1 milyon ton) taze tüketime ayrılırken, %7'si (330 bin ton) tohumluk olarak kullanılmakta ve %5'i (225 bin ton) depo kayıplarını oluşturmaktadır (Anonim, 2014). Taze olarak tüketime sunulan patatesin yaklaşık %25'lik bir kısmının hasattan hemen sonra tüketime sunulduğu düşünülürse, sanayilik ve tohumluk yumrularla beraber her yıl yaklaşık 3 milyon ton patatesin değişik sürelerde depolandığı tahmin edilmektedir. Sıcaklık ve nem kontrolünün sağlandığı depolar patates yumrularının depolanması için en uygun yöntem olurken sıcaklık ve nem kontrolünün olmadığı depolama sistemlerinde yumrulara nem kayıplarına bağlı olarak ağırlık kaybı ve pörsüme, dormansinin kırılması ile sürgün gelişimi meydana gelmektedir. Bu şekilde depolanan tohumluk yumrulara fizyolojik yaşlanmaya bağlı olarak tarlada verim performansı azalmaktadır (Şanlı ve Karadoğan, 2019).

Hasattan sonra yumru sıcaklığının 2-4 °C'ye düşürülmesi ve bunu izleyen sabit bir sıcaklık ve %85-90 nispi nemde depolama ile sürgünlenmenin uzun süre önlenebildiği bilinmektedir (Şanlı, 2012). Patates depolarında sürgün gelişiminin engellenmesi amacıyla kullanılan bileşiklerin başında chlorpropham [CIPC; isopropyl N-(3-chlorophenylcarbamate)] veya propham (IPC; isopropyl N-phenylcarbamate) karışımı gelmekte ve birçok ülkede yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Kerstholt ve ark., 1997; Kleinkopf ve ark., 2003). Ancak, CIPC uygulanan yumrulardaki kalıntı miktarı düzeyi tartışılır duruma gelmiştir. Bununla birlikte, CIPC ve benzeri sentetik bileşiklerle muamele edilen yumrulara depolama devresinden sonra sürgün gelişiminin sekteye uğraması, tohumluk olarak kullanılacak yumruların depolanmasında bu tür sentetiklerin kullanımını engellemektedir (Hartmans ve ark., 1995).

Son yıllarda daha doğal ve alternatif yöntemlerin hasat sonrası depolama periyodunda sürgün gelişiminin engellenmesinde kullanım olanakları üzerine ilgi artmıştır. Bazı bitkilerden elde edilen uçucu yağların yumruların endüstriyel kalitesine olumsuz bir etki göstermeden sürgün gelişimini engellediği bilinmektedir (Hartmans ve ark., 1995; Kleinkopf ve ark., 2003; Şanlı, 2012). Doğal bir ürün olan, uçucu yağların insan sağlığı ve çevre üzerine olumsuz etkilerinin yok denecek kadar az olmasından dolayı organik patates üretimi için alternatif bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır (Reuveni ve ark., 2009). Yumruların dormansi süresi önemli bir çeşit özelliği olmakla birlikte, hasat öncesi (toprak ve iklim şartları, yetiştirme teknikleri, hastalık ve zararlı durumu vb.) ve hasat sonrası (depo koşulları) faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle, hasat öncesi yapılacak uygulamalar ile bitki gelişiminin dolayısı ile yumru fizyolojisi ve hasat sonrası depo kalitesinin değiştirilebileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmada, patatesteki sürgün gelişimini engelleyici etki gösterdiği bilinen doğal ve sentetik inhibitörlerin hasat öncesi bitki yapraklarına uygulanmalarının yumru verimi ile yumruların dormansi süresi ve depo kalitesine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

### Materyal

Çalışma 2018-2019 yıllarında Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanları ve soğuk hava depolarında yürütülmüştür. Çalışmada parmak patates üretiminde kullanılan

sertifikalı özellikteki Alegria (orta erkenci ve sofralık) Desiree (orta geçici ve parmak patates özelliğine sahip) çeşitlerine ait yumrular kullanılmıştır. Dereotu (*Anethum graveolens* L.), kimyon (*Carum carvi* L.), karanfil (*Syzygium aromaticum* L.) ve nane (*Mentha spicata* L.) uçucu yağları doğal inhibitör, chlorpropham (CIPC; isopropyl N-(3-chlorophenylcarbamate)) ve maleik hidrazit (MH) ise sentetik inhibitör materyali olarak kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan uçucu yağlar Tarla Bitkileri Bölümü laboratuvarlarında üretilmiş, MH (C<sub>4</sub>H<sub>4</sub>N<sub>2</sub>O<sub>2</sub> Cas number: 123-33-1, Merck) ve CIPC (Grostop EC 300 (240 g L<sup>-1</sup> CIPC 40 g L<sup>-1</sup> IPC), Certis Europe) ticari firmalardan temin edilmiştir.

### Araştırma yerinin iklim ve toprak özellikleri

Araştırmanın yapıldığı yetiştirme dönemi içerisinde düşen toplam yağış miktarı (347.8 mm) uzun yıllar ortalamasından (384.8 mm) daha düşük olarak gerçekleşmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü yıla ait ortalama sıcaklık değerleri (15.4 °C) uzun yıllar ortalamasından (13.5 °C) yüksek, ortalama nispi nem değerleri (%59.4) ise uzun yıllar ortalamasına (%58.3) göre daha yüksek olarak gerçekleşmiştir (Anonim, 2019). Deneme tarlası toprağı; tekstür bakımından tınlı, pH 8.2, toplam tuz içeriğı %0.025 ve katyon değişim kapasitesi %36, kireççe zengin (%25.5), organik madde miktarı bakımından fakir (%1.3) (Walcley-Black metoduna göre), alınabilir fosfor (16.8 mg kg<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) bakımından fakir, potasyum bakımından zengin (179 g da<sup>-1</sup> KO<sub>2</sub>) toplam azot miktarı ise %0.26 sahip bir topraktır.

### Yöntem

Alegria ve Desiree çeşitlerine ait patates yumruları Nisan ayının ikinci haftasında 70 cm sıra arası ve 30 cm sıra üzeri mesafe olacak şekilde 10 m uzunluğunda 6 sıradan oluşturulan parsellere (42 m<sup>2</sup>) patates dikim makinesi ile dikilmiştir. Arazi çalışması tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme planına göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Çalışma toplam 66 parselden (2 çeşit x 11 uygulama x 3 tekerrür) oluşturulmuş ve toplamda yaklaşık 3600 m<sup>2</sup>'lik alan deneme alanı olarak kullanılmıştır. Dikimden önce yumrular tohum kökenli enfeksiyonlara karşı fungusit (Emesto Sylver) ve patates böceğine karşı insektisit (Gaucho EC 300) ile muamele edilmiştir. Dikim öncesinde dekara saf 10 kg azot, fosfor ve potasyum gelecek şekilde 15-15-15 kompoze gübresi, boğaz doldurma ile birlikte de 10 kg da<sup>-1</sup> saf azot hesabı ile Nitro Power (%33 azot) gübresi uygulanmıştır. Bitkilerin ihtiyaç duyduğu su, yağmurlama sulama yöntemi ile verilmiştir. Dikimden hemen sonra (çıkış öncesi) 70 g da<sup>-1</sup> dozunda patatese ruhsatlı selektif herbisit Senkor wp 70 (%70 Metribuzin) kullanılarak yabancı ot mücadelesi yapılmıştır. Deneme alanında patates böceğı zararına karşı İmidacloprid etken maddeli insektisit kullanılarak mücadele edilmiştir.

Çalışmada, kimyon (*Carum carvi* L.) ve dereotu (*Anethum graveolens* L.) bitkilerinin tohum, nane (*Mentha spicata* L.) bitkisinin herba ve karanfil bitkisinin tomurcuk uçucu yağları Clevenger tipi hidro-distilasyon cihazında elde edilmiştir. Her bitki türü distilasyon cihazının kaynatma balonunda 100 °C'de 3 saat süreyle damıtılarak uçucu yağları elde edilmiştir. Elde edilen uçucu yağların bileşenleri SDÜ Deneysel ve Gözlemsel Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde bulunan GC/MS (Gas chromatography/Mass spectrometry) cihazında (QP-5050 GC/MS, Quadrapole detektörlü) belirlenmiştir. GC/MS çalışma koşulları: Kapiler kolon: CP-Wax 52 CB (50 m x 0.32 mm, 0.25 µm), Fırın sıcaklık programı: Dakikada 10 °C artarak 60 °C'den 220 °C'ye ulaşmış ve 220 °C'de 10 dakika kadar bekletilmiştir, Toplam koşuturma süresi: 60 dakika, Enjektör sıcaklığı: 240 °C, Detektör sıcaklığı: 250 °C, Taşıyıcı gaz: Helyum (20 ml dak. <sup>-1</sup>). Uçucu yağları oluşturan önemli bileşenler; Kimyon: %58.4 Carvone, %31.9 Limonene, Dereotu: %51.7 Carvone, %24.5 Limonen, Nane: %77.3 Carvone, %9.7 1.8-cineole ve Karanfil: %82.4 Eugenol, %8.6 Eugenol asetat olarak tespit edilmiştir.

Dereotu, kimyon ve karanfil uçucu yağlarının 1000 ve 2500 ppm dozları, nane uçucu yağının ise 2000 ppm dozu kullanılmıştır. Sentetik inhibitör olarak kullanılan Chlorprophamin (CIPC) 1000 ve 2500 ppm ve Maleik hidrazitin (MH) 2000 ppm dozu kullanılmıştır. Uçucu yağ ve inhibitörler bitkilerin hasat olgunluklarından 30 gün önce (Kaul ve Mehta, 1994) belirtilen dozlarda motorlu sırt pülverizatörü kullanılarak standart ilaçlama normunda ( $60 \text{ L da}^{-1}$ ) her parselde ayrı ayrı (her parselde 2.4 L solüsyon) püskürtme şeklinde uygulanmıştır. 1000 ve 2500 ppm uçucu yağ solüsyonu için sırasıyla 2.4 ve 6.0 mL<sup>1</sup> uçucu yağ önce düşük miktarlarda (10 mL<sup>1</sup>) alkol ile çözülmüş, daha sonra su içerisinde homojen karışımın sağlanması için son hacmin %0.1'i kadar Tween-80 eklenerek 2.4 L su içerisinde karıştırılmıştır. MH ve CIPC ise belirtilen dozlarda sadece su ile karıştırılarak uygulanmıştır.

Yumru hasadı, uygulamaların vejetasyon süresine etkilerinin farklı olması nedeniyle her uygulamadaki bitkilerde yeşil aksamın tamamen kuruduğu dönem dikkate alınarak yapılmıştır. Her parselin kenarlarından 1'er sıra, baş ve sonlarından 1'er ocak kenar tesiri olarak ayrıldıktan sonra geriye kalan kısım hasat alanı olarak değerlendirilmiş ve bu alandaki yumrular kullanılarak birim alan verimleri hesaplanmıştır. Her parselden hasat edilen yumrular 80-120 g ağırlığında 100'er adet yumru kütleme periyoduna alınmış (20 °C sıcaklıkta karanlık koşullarda 15 gün) ve daha sonra dormansi süresi ve depo kalitelerinin belirlenmesi amacıyla sıcaklık ve nem kontrollü (8 °C sıcaklık, % 90-95 nispi nem) depoya ayrı ayrı kasalar halinde konulmuştur. Yumrular soğuk hava deposunda 5 ay süre ile depolanmış ve depolama devresinde 30'ar gün aralıklarla dormansi süresi, sürgün uzunluğu, ağırlık kaybı ve yumru sertlik derecesi parametreleri incelenmiştir.

### Verilerin değerlendirilmesi

Ölçüm ve analizler sonucu elde edilen arazi verileri tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme planına göre, depolamada elde edilen veriler ise tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme planına göre SAS (2009) istatistik paket programında General Linear Model (GLM) prosedürü kullanılarak standart varyans analizi tekniğinde (ANOVA) analiz edilmiş olup ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre belirlenmiştir.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### Vejetasyon Süresi (gün)

Patatesin vejetasyon süresi üzerine çeşitlerin ve uygulamaların etkileri istatistiki açıdan önemli ( $P < 0.01$ ) bulunmuştur. Desiree çeşidinin ortalama vejetasyon süresi (144 gün) Alegria çeşidinden (118 gün) daha yüksek bulunmuştur. Hasat öncesi bitki yapraklarına yapılan uçucu yağ ve inhibitör uygulamaları ile kontrolde ortalama 128 gün olan vejetasyon süresi her iki dozda da yapılan kimyon uçucu yağı (144-138 gün), 2500 ppm karanfil uçucu yağı (140 gün) ve 1000 ppm dereotu uçucu yağı (139 gün) uygulamaları ile önemli derecede artış göstermiştir. Düşük dozda uygulanan karanfil, yüksek dozda uygulanan dereotu ve nane uçucu yağları ile MH ve CIPC uygulamalarının vejetasyon süreleri üzerine herhangi bir etkisi olmamıştır (Çizelge 1).

Yüksek dozda karanfil uçucu yağı uygulanan bitkilerde vejetasyon süresi uzamasına rağmen birim alan yumru verimi önemli derecede azalmıştır. Aynı zamanda, bu uygulamanın yapıldığı bitkilerden alınan yumruların kabuk olgunluklarını tamamlamadıkları ve kabuklarda soyulmalar meydana geldiği görülmüştür. Yüksek dozda uygulanan karanfil uçucu yağının muhtemelen strese neden olarak stolon gelişimini arttırıcı etki gösterdiği ve buna bağlı olarak geç oluşan yumrularda kabuk oluşumu için yumruların yeterli zamanı bulamadıkları düşünülmektedir. Karanfil uçucu yağı uygulamalarının bitkide fitotoksisteye neden olduğu, fotosentez sonucu üretilen asimilatların depo organı olan yumrulara taşınmak yerine fitotoksistenin azaltılması için bitki savunma sistemleri

tarafından kullanıldığı düşünülmektedir. Stres şartları altında birçok bitki türünde fotosentez ürünlerinin savunma sistemi için kullanıldığı ve verimin azaldığı bildirilmiştir (Tasiu, 2019).

**Çizelge 1.** Hasat öncesi yapılan uygulamaların patates çeşitlerinin ortalama vejetasyon sürelerine etkileri (gün)

Uygulamalar	Alegria	Desiree	Ortalama
Dereotu 1000 ppm	125	154	139 ab
Dereotu 2500 ppm	113	138	125 d
Kimyon 1000 ppm	131	157	144 a
Kimyon 2500 ppm	125	150	138 ac
Karanfil 1000 ppm	111	141	126 d
Karanfil 2500 ppm	126	153	140 ab
Nane 2000 ppm	118	142	130 bd
CIPC 1000 ppm	113	140	126 d
CIPC 2500 ppm	108	132	120 d
Maleik Hidrazid	112	140	126 d
Kontrol	114	142	128 cd
Ortalama	118 b	144 a	

### Toplam Yumru Verimi (kg da<sup>-1</sup>)

Patatesin yumru verimi üzerine çeşitlerin ve uygulamaların etkileri istatistiki açıdan önemli ( $P<0.01$ ) bulunmuştur. Alegria çeşidinin ortalama yumru verimi (3713 kg da<sup>-1</sup>) Desiree çeşidinden (3380 kg da<sup>-1</sup>) daha yüksek bulunmuştur. Yumru veriminin hasat öncesi bitki yapraklarına her iki dozda da yapılan kimyon uçucu yağı (4059-4244 kg da<sup>-1</sup>) ve 1000 ppm dozda yapılan dereotu uçucu (3934 kg da<sup>-1</sup>) yağı uygulamaları ile kontrole (3615 kg da<sup>-1</sup>) göre önemli derecede arttığı belirlenmiştir. Kontrol ile karşılaştırıldığında, 2500 ppm kimyon uçucu yağı uygulaması ile yumru veriminde yaklaşık %17 artış gerçekleşirken, 2500 ppm karanfil uçucu yağı uygulaması ile % 39 oranında azalma meydana gelmiştir. Düşük dozlarda yapılan karanfil uçucu yağı ve CIPC uygulamalarının yumru verimi üzerine herhangi bir etkisi olmazken, bu uygulamaların yüksek dozlarının yumru verimini kontrole göre önemli derecede azalması herbisidal aktivitesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Çizelge 2). Karanfil uçucu yağı yüksek oranda (%80) eugenol içermekte olup, eugenolün uygulandığı bitkilerde fitotoksositeye neden olarak herbisidal aktivite gösterdiği bazı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Stoklosa ve ark., 2012; de Oliveria ve ark., 2016).

**Çizelge 2.** Hasat öncesi yapılan uygulamaların patates çeşitlerinin ortalama yumru verimine etkileri (kg da<sup>-1</sup>)

Uygulamalar	Alegria	Desiree	Ortalama
Dereotu 1000 ppm	4079	3789	3934 ab
Dereotu 2500 ppm	3700	3446	3573 c
Kimyon 1000 ppm	4128	3990	4059 a
Kimyon 2500 ppm	4240	4249	4244 a
Karanfil 1000 ppm	3784	3280	3532 c
Karanfil 2500 ppm	2432	1980	2206 e
Nane 2000 ppm	3780	3460	3620 bc
CIPC 1000 ppm	3796	3404	3600 c
CIPC 2500 ppm	3356	2943	3149 d
Maleik Hidrazid	3712	3253	3482 c
Kontrol	3840	3390	3615 bc
Ortalama	3713 a	3380 a	

Farklı patates çeşitlerinin lokasyonlara da bağlı olarak verim farklılıkları gösterdiği birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Şanlı, 2012; Özcan ve ark., 2019). Bunların yanında sekonder metabolitlerin bitkilerde antioksidan aktivite, serbest radikalleri bağlayıcı etki ve UV ışınlarını absorbe etme gibi koruyucu rollerinin olduğu, mikroorganizmalara karşı bitkide savunma mekanizması

oluşturduğu bildirilmiştir (Kennedy ve Wightman, 2011). Patates bitkisinde yapraklara uçucu yağ uygulamaları ile bazı fungal hastalıkların gelişiminin engellendiği ve birim alan yumru veriminin artış gösterdiği bazı araştırmacılar tarafından da ifade edilmiştir (Nehal ve El-Mougy, 2009).

### Dormansi Süresi (gün)

Patates yumrularının dormansi süresi üzerine çeşitlerin ve uygulamaların etkileri istatistiki açıdan önemli ( $P<0.01$ ) bulunmuştur. Patates çeşitlerinin ortalama dormansi süreleri farklılık göstermiş, Alegria çeşidine ait yumruların % 50'sinde dormansinin kırılması için geçen süre (111 gün) Desiree çeşidinden (99 gün) daha uzun olmuştur. Çalışmada en uzun dormansi süreleri her iki çeşitte de MH uygulamalarından (119 gün) elde edilmiş, bunu 1000 ppm karanfil (113 gün) ve 2500 ppm dereotu (112 gün) uçucu yağı uygulamaları takip etmiştir. Yüksek dozda karanfil uçucu yağı uygulamaları (88 gün) dormansinin kontrole göre daha erken kırılmasına neden olmuştur. Sentetik sürgün gelişim engelleyicisi CIPC, yumruların dormansi süresine önemli bir etki göstermemiştir (Çizelge 3).

Patates yumrularının dormansi süreleri önemli bir genetik özellik olmakla birlikte, yumruların gelişme dönemi, çevresel faktörler ve kültürel uygulamalara da bağlı olabilmektedir (Muthoni ve ark., 2014). Araştırmada kullanılan kimyon, dereotu ve nane uçucu yağları yüksek oranda Karvon içermektedir. Yapılan bazı çalışmalarda karvon bakımından zengin olan kimyon (Silva ve ark., 2007; Şanlı ve ark., 2010), nane (Frazier ve ark., 2004; Song ve ark., 2004; Elsadr ve Waterer, 2005; Baydar ve ark., 2009) ve dereotu (Song ve ark., 2004; Gomez ve ark., 2010; Şanlı ve Karadoğan, 2019) uçucu yağlarının ya da bitki kısımlarının patatesteki sürgün gelişimini geciktirdiği belirtilmiştir. Buna ilave olarak, yüksek oranda eugenol (%75-80) içeren karanfil tomurcuk uçucu yağının depolanmış patates yumrularında dormansi süresini uzattığı ve Biox-C® adı ile ticari üretiminin yapıldığı bazı araştırmacılar (Song ve ark., 2004; Elsadr ve Waterer 2005) tarafından da bildirilmiştir. Yapılan birçok araştırmada CIPC uygulamalarının sürgün gelişimini engelleyerek dormansi süresini önemli derecede uzattığı (Kerstholt ve ark., 1997; Kleinkopf ve ark., 2003; Mehta ve Ezekiel 2003) ve depolama süresi ile kullanılan çeşide bağlı olarak CIPC uygulanan yumrulara depolama devresi sonunda sürgün veren yumru oranının %0-10 arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir (Kleinkopf ve ark., 1997; Mehta ve ark., 2010; Lu ve ark., 2011). Çalışmada CIPC uygulamaları bitki yapraklarına yapılmış olup, dormansi süresine herhangi bir etkisi gözlenmemiştir. Bu durum, yapraktan uygulanan CIPC'nin yumrulara taşınmadığını ve doğrudan yumru gözlerine temas etmesi ile dormansi süresine etki ettiğini göstermektedir.

**Çizelge 3.** Hasat öncesi yapılan bazı uygulamaların patates çeşitlerinin dormansi sürelerine etkileri (gün)

Uygulamalar	Alegria	Desiree	Ortalama
Dereotu 1000 ppm	110	100	105 c
Dereotu 2500 ppm	118	105	112 b
Kimyon 1000 ppm	114	100	107 c
Kimyon 2500 ppm	109	97	103 cd
Karanfil 1000 ppm	118	107	113 b
Karanfil 2500 ppm	92	85	88 e
Nane 2000 ppm	112	100	106 c
CIPC 1000 ppm	108	93	100 d
CIPC 2500 ppm	110	96	103 cd
Maleik Hidrazid	126	112	119 a
Kontrol	106	94	100 d
Ortalama	111a	99 b	

Sürgün gelişiminin başarılı bir şekilde engellenebilmesi açısından MH'in uygulama zamanına ve dozuna dikkat edilmesi gerekmektedir. Geç yapılan uygulamalarda yumruya taşınan MH miktarı az olacağından beklenen etki görülemeyeceği gibi, erken yapılan uygulamalarda da ciddi verim kayıpları ortaya çıkabilmektedir (Wiltshire ve Cobb, 1996). Hasattan 30-45 gün önce yapılan MH uygulamaları ile yumruların dormansi sürelerinin önemli ölçüde uzatılabildiği bildirilmiştir (Song ve ark., 2009; Kılıç, 2016; Harper, 2019).

### Sürgün Uzunluğu (mm)

Patates yumrularının sürgün uzunlukları üzerine depolama süresi, çeşitler ve uygulamaların etkileri ile depolama süresi x çeşit ve çeşit x uygulama interaksyonları istatistiki açıdan önemli ( $P<0.01$ ) bulunmuştur. Desiree çeşidine ait yumruların depolama devresi boyunca ortalama sürgün uzunlukları (61.1 mm) Alegria çeşidinden (33.0 mm) daha yüksek olmuştur. Yumrularında ortalama sürgün uzunlukları depolama devresi boyunca sürekli artış göstermiş, depolamanın 120. gününde ortalama 29.4 mm olarak ölçülen sürgün uzunluğu 150. gününde 71.2 mm'ye yükselmiştir. Çeşitlerin sürgün uzunlukları depolama süresine bağlı olarak da önemli derecede farklılık göstermiş, depolamanın 140. gününe kadar her iki çeşidin de sürgün uzunlukları benzer oranlarda artarken, 150. günde Desiree çeşidinin sürgün uzunluğunda gerçekleşen artış oranı Alegria çeşidinden daha yüksek olmuştur (Çizelge 4).

Çalışmada yapılan uygulamaların sürgün uzunluğuna etkileri farklı olmuştur. Sürgün uzunluğu bakımından uygulamalar arasında gözlenen farklılıkların yumrularında dormansinin uygulamalara bağlı olarak değişik zamanlarda kırılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim, dormansi süresini uzatıcı etki gösteren uygulamalarda sürgün uzunlukları da daha düşük olmuştur. Bulgularımız, patates depolarında dormansi süresini uzatmaya yönelik yapılan uygulamaların etkinliğine bağlı olarak sürgün uzunluklarının önemli derecede azaldığını bildiren araştırmacıların sonuçları (Song ve ark., 2004; Elsadır ve Waterer, 2005; Silva ve ark., 2007) ile uyum göstermektedir. Patates yumrularında dormansinin kırılmasından sonra sürgün gelişimi başlamakta ve yumrudan besin maddesi sağlandığı sürece sürgün uzunluğu depolama süresince artmaya devam etmektedir (Şanlı ve ark., 2010).

**Çizelge 4.** Patates çeşitlerinde depolama süresi boyunca sürgün uzunluğu değişimi (mm)

Çeşitler	120	130	140	150	Ortalama
Alegria	20.0	28.4	36.1	47.3	33.0 b
Desiree	39.0	50.4	60.0	95.1	61.1 a
Ortalama	29.4 d	39.4 c	48.0 b	71.2 a	

Lsd<sub>int</sub> : 3.64

Hasat öncesi bitki yapraklarına yapılan uygulamalar yumruların ortalama sürgün uzunluklarını önemli derecede etkilemiş, dereotu ve nane uçucu yağları ile MH uygulamalarında ortalama sürgün uzunlukları kontrolden daha kısa olurken, diğer tüm uygulamalar da kontrol ile benzer sürgün uzunluklarına sahip olmuştur. Uygulamaların depolama süresine bağlı olarak sürgün uzunluğuna etkileri benzerlik göstermiş, tüm uygulamalarda da sürgün uzunlukları depolama süresi boyunca artış göstermiş, bu artış özellikle depolama devresi sonunda daha yüksek olmuştur (Çizelge 5.).

Patates çeşitlerinin ortalama sürgün uzunlukları hasat öncesi yapılan uygulamalara bağlı olarak da önemli derecede değişiklik göstermiştir. Alegria çeşidinde CIPC ve kimyon 2500 ppm uçucu yağ uygulamaları hariç diğer tüm uygulamalar sürgün uzunluğunu kontrole göre önemli derecede azaltırken, Desiree çeşidinde ise sadece MH uygulamaları sürgün uzunluğunu azaltmıştır. Karanfil uçucu yağ uygulamaları Desiree çeşidinde sürgün uzunluğunu kontrole göre önemli derecede arttırmıştır (Çizelge 6).

**Çizelge 5.** Hasat öncesi uygulamalara bağlı olarak depolama devresi boyunca yumruların sürgün uzunluğu değişimleri (mm)

Uygulamalar	120	130	140	150	Ortalama
Dereotu 1000 ppm	23.9	31.4	40.4	68.6	41.1 ef
Dereotu 2500 ppm	25.7	33.1	42.5	69.0	43.7 de
Kimyon 1000 ppm	30.5	40.6	47.8	72.3	47.8 cd
Kimyon 2500 ppm	31.6	43.6	49.2	73.2	48.2 bd
Karanfil 1000 ppm	35.1	45.1	53.5	77.3	52.8 ab
Karanfil 2500 ppm	34.2	47.1	54.9	80.9	54.3 a
Nane 2000 ppm	24.4	31.7	42.0	68.3	41.6 e
CIPC 1000 ppm	31.7	42.4	52.6	71.9	48.2 bd
CIPC 2500 ppm	30.0	46.5	55.7	76.7	52.2 ac
Maleik Hidrazid	24.5	30.3	37.0	56.1	37.0 f
Kontrol	31.2	43.2	52.4	73.2	50.1 ac

**Çizelge 6.** Hasat öncesi yapılan uygulamaların patates çeşitlerinin sürgün uzunluklarına etkileri (mm)

Uygulamalar	Alegria	Desiree
Dereotu 1000 ppm	27.9	54.3
Dereotu 2500 ppm	28.2	59.1
Kimyon 1000 ppm	32.1	63.4
Kimyon 2500 ppm	34.8	63.9
Karanfil 1000 ppm	29.4	76.2
Karanfil 2500 ppm	32.4	76.1
Nane 2000 ppm	28.9	54.3
CIPC 1000 ppm	36.7	59.5
CIPC 2500 ppm	45.7	58.8
Maleik Hidrazid	24.9	49.1
Kontrol	40.2	59.9

Lsd<sub>int</sub> : 6.05**Ağırlık Kaybı (%)**

Patates yumrularının ağırlık kayıpları üzerine depolama süresi, çeşitler ve uygulamaların etkileri ile depolama süresi x çeşit ve çeşit x uygulama interaksyonları istatistiki açıdan önemli ( $P < 0.01$ ) bulunmuştur. Alegria çeşidine ait yumruların depolama devresi boyunca ortalama ağırlık kayıpları (%3.92) Desiree çeşidinden (%3.72) daha yüksek olmuştur. Yumrularda ortalama ağırlık kayıpları depolama devresi boyunca sürekli artış göstermiş, depolamanın 30. gününde ortalama %1.83 olarak ölçülen ağırlık kaybı 150. gününde %5.97'e yükselmiştir. Çeşitlerin ağırlık kayıpları depolama süresine bağlı olarak da farklılık göstermiş, depolamanın ilk ayında Desiree çeşidinde gerçekleşen ağırlık kayıpları Alegria çeşidinden daha yüksek olurken, ikinci aydan sonra Alegria çeşidinin daha fazla ağırlık kaybettiği belirlenmiştir (Çizelge 7).

Patates yumrularında meydana gelen ağırlık kayıpları, depolama devresi sonunda %5.32-6.53 arasında gerçekleşmiştir. Konu ile ilgili olarak yapılan araştırmalarda, patates yumrularının depo sıcaklığına (Suhag ve ark., 2006; Raghani, 2009), deponun nemine ve havalandırma süresine (Chourasia ve Goswami, 2009), kullanılan çeşide (Abeygunawardena ve ark., 1964) ve sürgün gelişimine (Chourasia ve Goswami, 2009; Şanlı ve Karadoğan 2019) bağlı olarak depolama süresi boyunca sürekli ağırlık kaybettiği, yumru dormansisinin kırılması ile birlikte meydana gelen ağırlık kayıplarının da artış gösterdiği belirtilmiştir (Şanlı ve ark., 2010).

Hasat öncesi bitki yapraklarına yapılan uygulamalar yumruların ortalama ağırlık kayıplarını önemli derecede etkilemiş, CIPC ve karanfil 2500 ppm uygulamaları hariç diğer tüm uygulamalar da ağırlık kayıplarını kontrole göre önemli derecede azaltmıştır. Çalışmada en düşük ağırlık kayıpları MH

(%3.38), ve karanfil 1000 ppm (%3.48) uygulamalarından elde edilmiştir. Bu uygulamalar kontrole göre ağırlık kayıplarını yaklaşık %15-18 oranında azaltmıştır. Uygulamaların depolama süresine bağlı olarak ağırlık kaybına etkileri benzer olmuş, tüm uygulamalarda da ağırlık kayıpları depolama süresi boyunca benzer oranlarda artış göstermiştir (Çizelge 8). Uygulamalara bağlı olarak yumru ağırlık kayıplarının farklı olması büyük ölçüde uygulamaların dormansi süresine etkilerinden kaynaklanmıştır. Nitekim, dormansi süresini uzatan uygulamalarda ağırlık kayıpları da daha düşük olmuştur. Yumrular da dormansinin kırılması ile birlikte sürgün gelişiminde gerekli enerjinin sağlanması amacıyla solunum hızının artması ağırlık kayıplarını da arttırmaktadır (Pinhero ve ark., 2009).

**Çizelge 7.** Patates çeşitlerinde depolama süresi boyunca ağırlık kaybı değişimleri (%)

Çeşitler	30	60	90	120	150	Ortalama
Alegria	1.68	2.82	3.98	5.04	6.10	3.92 a
Desiree	1.99	2.50	3.60	4.64	5.87	3.72 b
Ortalama	1.83 e	2.66 d	3.79 c	4.84 b	5.97 a	

Lsd<sub>int</sub> : 0.15

**Çizelge 8.** Hasat öncesi uygulamalara bağlı olarak depolama devresi boyunca yumruların ağırlık kaybı değişimleri (%)

Uygulamalar	30	60	90	120	150	Ortalama
Dereotu 1000 ppm	1.74	2.61	3.67	4.67	5.76	3.63 ef
Dereotu 2500 ppm	1.75	2.54	3.64	4.61	5.71	3.65 e
Kimyon 1000 ppm	1.92	2.69	3.75	4.80	5.97	3.83 cd
Kimyon 2500 ppm	1.81	2.62	3.65	4.73	5.90	3.74 de
Karanfil 1000 ppm	1.67	2.41	3.41	4.43	5.46	3.48 fg
Karanfil 2500 ppm	1.94	2.78	4.17	5.31	6.53	4.14 a
Nane 2000 ppm	1.91	2.71	3.95	4.94	6.07	3.92 bc
CIPC 1000 ppm	1.95	2.86	3.97	5.13	6.30	4.04 ab
CIPC 2500 ppm	1.92	2.85	4.01	5.22	6.37	4.07 ab
Maleik Hidrazid	1.55	2.31	3.38	4.35	5.32	3.38 g
Kontrol	1.97	2.89	4.09	5.21	6.43	4.12 a

Patates çeşitlerinin ortalama ağırlık kayıpları uygulamalara bağlı olarak da önemli derecede değişiklik göstermiş, her iki çeşitte de kimyon, karanfil 1000 ppm ve MH uygulamalarında ağırlık kayıpları benzer olurken, dereotu, karanfil 2500 ppm ve CIPC uygulamalarında Alegria çeşidinde gerçekleşen ağırlık kayıpları Desiree çeşidinden daha yüksek olmuştur. En düşük ağırlık kayıpları Alegria çeşidinde MH uygulamalarında, Desiree çeşidinde ise MH, dereotu ve 1000 ppm kimyon uçucu yağı uygulamalarından elde edilmiştir (Çizelge 9).

**Çizelge 9.** Hasat öncesi yapılan uygulamaların patates çeşitlerinin ağırlık kayıplarına etkileri (%)

Uygulamalar	Alegria	Desiree
Dereotu 1000 ppm	3.74	3.51
Dereotu 2500 ppm	3.92	3.38
Kimyon 1000 ppm	3.84	3.81
Kimyon 2500 ppm	3.84	3.64
Karanfil 1000 ppm	3.38	3.58
Karanfil 2500 ppm	4.37	3.92
Nane 2000 ppm	3.91	3.92
CIPC 1000 ppm	4.17	3.91
CIPC 2500 ppm	4.25	3.90
Maleik Hidrazid	3.39	3.37
Kontrol	4.25	3.98

Lsd<sub>int</sub> : 0.22



**Yumru Sertlik Derecesi (N)**

Patates yumrularının sertlik dereceleri üzerine depolama süresi, çeşitler ve uygulamaların etkileri ile çeşit x uygulama interaksyonu istatistiki açıdan önemli ( $P<0.01$ ) bulunmuştur. Desiree çeşidinde ait yumruların ortalama yumru sertlik derecesi (32.9 N) Alegria çeşidinden (32.3 N) daha yüksek olmuştur. Yumruların ortalama yumru sertlik derecesi depolama devresi boyunca 120. güne kadar sürekli azalış göstermiş, depolamanın 30. gününde ortalama 36.5 N olan yumru sertlik derecesi 120. günde 27.9 N'a düşmüştür. Çeşitlerin depolama süresine bağlı olarak yumru sertlik derecelerinde gerçekleşen değişimler benzerlik göstermiş, her iki çeşitte de depolama süresi boyunca yumru sertliği azalmıştır (Çizelge 10).

Depolama boyunca yumruların sertlik derecelerinde meydana gelen azalmanın  $12\text{ }^{\circ}\text{C}$  ve üzeri sıcaklıklarda daha fazla olduğu Kaur ve ark. (2007) tarafından da bildirilmiştir. Konu ile ilgili olarak, Afek ve ark. (2000),  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de sıcaklıkta patates yumrularının sertlik derecelerinin depolama devresi boyunca azaldığını ve bu azalmanın depo nispi nemine bağlı olarak 63-74 N arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir.

**Çizelge 10.** Patates çeşitlerinde depolama süresi boyunca yumru sertlik derecesi değişimi (N)

Çeşitler	30	60	90	120	Ortalama
Alegria	36.2	34.2	31.2	27.8	32.3 b
Desiree	36.9	34.9	31.7	28.1	32.9 a
Ortalama	36.5 a	34.5 b	31.4 c	27.9 d	

Hasat öncesi bitki yapraklarına yapılan uygulamalar yumruların ortalama sertlik derecelerini önemli derecede etkilemiş, tüm uygulamalarda da ortalama yumru sertliği kontrolden daha yüksek olarak bulunmuştur. Çalışmada en yüksek yumru sertliği 1000 ppm karanfil uçucu yağından (34.6 N) elde edilmiş, bunu MH uygulaması (33.7 N) takip etmiştir. Uygulamaların depolama süresine bağlı olarak yumru sertlik derecelerine etkileri benzerlik göstermiştir (Çizelge 11). Uygulamaların yumru sertliğine etkileri dormansi sürelerine etkileri ile benzerlik göstermiştir. Dormansi süresini uzatıcı etki gösteren uygulamalarda aynı zamanda yumru sertliği de daha yüksek olmuştur. Dormansinin kırılması ile birlikte yumruların kuru madde kayıplarına ilave olarak, sürgün yüzeylerinden daha fazla nem kaybı meydana gelmesi yumru sertliğinin azalmasına neden olduğu belirtilmiştir (Singh ve ark., 2009).

**Çizelge 11.** Hasat öncesi uygulamalara bağlı olarak depolama devresi boyunca yumruların yumru sertlik derecesi değişimleri (N)

Uygulamalar	30	60	90	120	Ortalama
Dereotu 1000 ppm	36.9	35.2	32.2	28.6	33.2 bc
Dereotu 2500 ppm	36.4	35.1	32.6	29.7	33.4 bc
Kimyon 1000 ppm	36.7	34.8	31.9	28.4	32.9 cd
Kimyon 2500 ppm	37.0	35.1	32.1	28.4	33.1 bc
Karanfil 1000 ppm	38.2	36.5	33.6	30.1	34.6 a
Karanfil 2500 ppm	37.0	34.4	30.7	27.0	32.3 de
Nane 2000 ppm	35.6	33.7	30.6	26.9	31.7 ef
CIPC 1000 ppm	36.1	33.5	30.2	26.5	31.5 f
CIPC 2500 ppm	36.9	34.4	30.9	27.1	32.3 de
Maleik Hidrazid	36.9	35.5	33.0	29.4	33.7 b
Kontrol	34.1	31.5	28.1	24.7	29.6 g

Patates çeşitlerinin ortalama yumru sertlik dereceleri hasat öncesi yapılan uygulamalara bağlı olarak da önemli derecede değişiklik göstermiş, en yüksek yumru sertlik derecesi Alegria çeşidinde karanfil 1000 ppm uçucu yağ uygulamalarında, Desiree çeşidinde ise MH ile 2500 ppm dereotu ve 1000 ppm karanfil uygulamalarında saptanmıştır (Çizelge 12).

**Çizelge 12.** Hasat öncesi yapılan uygulamaların patates çeşitlerinin yumru sertlik derecelerine etkileri (N)

Uygulamalar	Alegria	Desiree
Dereotu 1000 ppm	33.2	33.3
Dereotu 2500 ppm	33.2	33.6
Kimyon 1000 ppm	32.8	33.1
Kimyon 2500 ppm	32.9	33.3
Karanfil 1000 ppm	35.1	34.1
Karanfil 2500 ppm	32.5	32.0
Nane 2000 ppm	31.1	32.3
CIPC 1000 ppm	30.9	32.2
CIPC 2500 ppm	31.7	33.0
Maleik Hidrazid	33.1	34.3
Kontrol	29.0	30.2
Lsd <sub>int</sub> : 0.93		

## SONUÇ

Genel olarak değerlendirildiğinde, çalışmada kullanılan uçucu yağ ve sentetik inhibitörlerin hasat öncesi uygulamalarının hem bitki gelişimi ve verimini hem de yumruların depolama devresinde dormansi süreleri ile kalitelerini önemli derecede etkiledikleri anlaşılmıştır. Depo devresinde uygulandığında sürgün gelişimini uzun süre engelleyen CIPC'nin hasat öncesi uygulanması ile bu etkisini göstermediği saptanmıştır. Depo devresinde uygulandıklarında dormansi süresini yaklaşık 1-4 ay kadar uzatan uçucu yağların ise hasat öncesi uygulamaları ile bu süre ancak 2 hafta kadar olmuştur. Dormansi süresinde gerçekleşen bu artış bile yumruların ağırlık ve kalitelerinde meydana gelen kayıpları önemli ölçüde azaltmıştır. MH'in sentetik inhibitör olması ve uygulama dönem ve dozunun ayarlanamadığı durumlarda ortaya çıkabilecek sorunlar göz önüne alındığında, özellikle karanfil ve dereotu uçucu yağlarının hasat öncesi uygulamaları patatesten dormansi süresinin uzatılması ve yumru kalitesinin korunması açısından farklı bir alternatif yaklaşım sunmaktadır. Karanfil ve dereotu uçucu yağlarının farklı dönemlerde ve değişik dozlarda uygulamaları ile daha iyi sonuçların alınabileceği, bu nedenle yürütülen çalışmanın ileride yapılacak çalışmalara yol gösterici olduğu düşünülmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından "2019-YL1-0013" nolu proje ile desteklenmiştir.

## Çıkar Çatışması

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

## Yazar Katkısı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamıştır.

## KAYNAKLAR

- Abeygunawardena DVW, Caesar K, De Vaz, CR, 1964. Factors Affecting Storage Losses and the Dormancy Period of Potato, [http://www.goviia.lk/agri\\_learning/potato/research/shashya/pdf/Ag12.pdf](http://www.goviia.lk/agri_learning/potato/research/shashya/pdf/Ag12.pdf).
- Afek U, Orenstein J, Nuriel E, 2000. Using the Tabor Atomizer System to Maintain Weight and Firmness in Stored Potato Tubers. *American Journal of Potato Research*, 77: 203-205.
- Anonim, 2014. Türkiye İstatistik Kurumu Merkezi Dağıtım Sistemi, <https://Biruni.Tuik.Gov.Tr/Medas/?Kn=104&Locale> (Son Erişim Tarihi:25.03.2020).

- Anonim, 2020. Türkiye İstatistik Kurumu, Tedarik Sektörü Kayıtları, Www.Tuik.Gov.Tr (Son Erişim Tarihi: 22.05.2020).
- Anonim. 2019. Kaynak: Devlet Meteoroloji Müdürlüğü, (Son Erişim Tarihi: 22.05.2020).
- Baydar H, Altındal D, Karadoğan T, 2009. Patateste Sürgün Gelişimi Üzerine Uçucu Yağların Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 13 (2): 137-141.
- Chourasia MK, Goswami TK, 2009. Efficient Design, Operation, Maintenance and Management of Cold Storage. Journal of Biological Sciences, 1(1): 70-93.
- De Oliveira MS, da Costa WA, Pereira DS, Botelho JRS, de Alencar Menezes TO, de Aguiar Andrade EH, da Silva SHM, da Silva Sousa Filho AP, de Carvalho Junior RN, 2016. Chemical Composition and Phytotoxic Activity of Clove (*Syzygium aromaticum*) Essential Oil Obtained with Supercritical CO<sub>2</sub>. The Journal of Supercritical Fluids, 118: 185–193.
- Elsadr H, Waterer D, 2005. Efficacy of Natural Compounds to Suppress Sprouting and Fusarium Dry Rot in Potatoes, Www.Usask.Ca/Agriculture/PlantSci/Vegetable (Son Erişim Tarihi: 22.03.2020).
- Gomez D, Bobo G, Arroqui C, Virseda P, 2010. Essential Oils As Sprouting Inhibitor on Potatoes Tuber. International Conference on Food Innovation, pp. 1-4, Spain.
- Harper, 2019. Efficacy of Sprout Suppressants Either Alone or in Combination to Control Sprouting of Potato. Agriculture and Horticulture Development, Report No. 2019/1.
- Hartmans KJ, Diepenhorst P, Bakker W, Gorris LGM, 1995. The Use of Karvon in Agriculture, Sprout Suppression of Potatoes and Antifungal Activity Against Potato Tuber and Other Plant Diseases. In, W.J.M. Meijer (Editor), Applications, Properties And Production of S-(+)- Karvon From Caraway. Ind. Crops Prod., 4: 3-13.
- Kaul HN, Mehta A, 1994. Foliar Application of Maleic Hydrazide for Improving Storability of Potatoes Under High Temperature Storage Conditions. Journal of Food Science and Technology (Mysore), 31(6): 514-516.
- Kaur A, Singh N, Ezekiel R, 2007. Quality Parameters of Potato Chips From Different Potato Cultivars, Effect of Prior Storage and Frying Temperatures. Int. J. Food Prop., 11(4): 791-803.
- Kersholt RPV, Ree CM, Moll HC, 1997. Environmental Life Cycle Analysis of Potato Sprout Inhibitors. Industrial Crops And Products, 6: 187-194.
- Kılıç M, 2016. Gibberellik Asit ve Maleik Hidrazit Uygulamalarının Patates (*Solanum Tuberosum* L.)'te Yumru Verimi ve Dormansi Süresi Üzerine Etkileri, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmış).
- Kleinkopf GE, Brandt TL, Frazier MJ, Möller G, 1997. CIPC Residues on Stored Russet Burbank Potatoes, I. Maximum Label Application. American Potato Journal, 74: 107-117.
- Kleinkopf GE, Ober NA, Olsen NL, 2003. Sprout Inhibition in Storage, Current Status, New Chemistries and Natural Compounds. Am. J. Of Potato Res., 80: 317-327.
- Lu Z, Donner E, Yada RY, Liu Q, 2011. Impact of  $\gamma$ -irradiation, CIPC Treatment, and Storage Conditions on Physicochemical and Nutritional Properties of Potato Starches. Food Chemistry, 133(4): 1188-1195.
- Mehta A, Ezekiel R, 2003. Evaluation of Non-Refrigerated Storage Methods for Short Term on-Farm Storage of Potatoes. J. Indian Potato Assoc., 30: 291–300.
- Mehta A, Singh B, Ezekiel R, Kumar D, 2010. Effect of CIPC on Sprout Inhibition and Processing Quality of Potatoes Stored Under Traditional Storage Systems in India. Potato Research, 53: 1-15.

- Nehal S, El-Mougy N, 2009. Effect of Some Essential Oils for Limiting Early Blight (*Alternaria Solani*) Development in Potato Field. Department of Plant Pathology, 49: 57-62.
- Özcan S, Şanlı A, Ok FZ, 2019. Determination of Storage Responses and Quality Changes of Some Potato *Solanum Tuberosum* Cultivars During Storage. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 7(2): 59–66.
- Pinhero R, Coffin, R, Yada RY, 2009. Post-Harvest Storage of Potatoes. In, Singh, J., Kaur, L., (eds.) Advances in Potato Chemistry and Technology. Academic Press, pp. 339–370.
- Raghani N, 2009. Distinction of Defected Potatoes Via Ultrasonic. (M.SC. Thesis, Shahrekord Universty).
- Reuveni M, Neifeld D, Dayan D, Kotzer Y, 2009. BM-608 a Novel Organic Product Based on Essential Tea Tree Oil for the Control of Fungal Diseases in Tomato. Acta Horticulturae, 808: 129-132.
- Silva MCE, Galhano CIC, Moreira D, Silva AMG, 2007. A New Sprout İnhibitor of Potato Tuber Based on Carvone/B-Cyclodextrin İnclusion Compound. Journal of Inclusion Phenomena and Macrocyclic Chemistry, 57: 121-124.
- Singh G, Kapoor IPS, Pandey SK, 2009. Studies on Essential Oils. Part 7. Natural Sprout İnhibitors for Potatoes. Pesticide Research Journal, 9: 121-124.
- Song X, Bandara M, Nash B, Tanino KK, Thomson J, Pond J, Wahap J, 2009. Use of Essential Oils in Sprout Suppression and Disease Control in Potato Storage. Global Science Books, 95-101.
- Song X, Neeser C, Bandara M, Tanino KK, 2004. Using Essential Oils As Sprout İnhibitors and Their Effects on Potato Seed Tubers Performance, [Www.Agbio.Ca/Docs/Plant%20Canada%202007%20posterxin%20Song.Pdf](http://www.Agbio.Ca/Docs/Plant%20Canada%202007%20posterxin%20Song.Pdf) (Son Erişim Tarihi, 14.04.2020).
- Stokłosa A, Matraszek R, Isman MB, Upadhyaya MK, 2012. Phytotoxic Activity of Clove Oil, Its Constituents, and its Modification By Light İntensity in Broccoli and Common Lambsquarters (*Chenopodium album*). Weed Science, 60: 607–611.
- Suhag M, Nehra BK, Singh N, Khurana SC, 2006. Storage Behavior of Potato Under Ambient Condition Affected By Curing and Crop Duration. Haryana Journal Of Horticultural Sciences, 35:357-360.
- Şanlı A, 2012. Depo Koşullarında Patates (*Solanum Tuberosum* L.) Yumrularının Sürmesi Üzerine Karvon İçeren Uçucu Yağların Etkisi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Basılmış).
- Şanlı A, Karadoğan T, 2019. Carvone Containing Essential Oils As Sprout Suppressants in Potato *Solanum Tuberosum* Tubers at Different Storage Temperatures. Potato Research, 62 (3): 345–360.
- Şanlı A, Karadoğan T, Tonguç M, Baydar H, 2010. Effects of Caraway (*Carum Carvi* L.) Seed on Sprouting of Potato (*Solanum Tuberosum* L.) Tubers Under Different Temperature Conditions. Turkish Journal Of Field Crops, 15 (1): 54-58.
- Tasiu I, 2019. Stress and Defense Responses in Plant Secondary Metabolites Production. Biological Research, vol.52 Santiago.
- Wiltshire JJJ, Cobb AH, 1996. A Review of The Physiology of Potato Tuber Dormancy. Annals of Applied Biology, 129: 553-569.

**Atf İçin:** Bağcı SA, Özer İ, 2021. Türkiye Tohumculuğunun Tarihsel Gelişimi, Mevcut Durumu, Problemleri ve Çözüm Önerileri. İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(Özel Sayı): 3559-3572.

**To Cite:** Bağcı SA, Özer İ, 2021. Historical Development, Current Situation, Problems and Solution Suggestions of Seed Production in Turkey. Journal of the Institute of Science and Technology, 11(Special Issue): 3559-3572.

## Türkiye Tohumculuğunun Tarihsel Gelişimi, Mevcut Durumu, Problemleri ve Çözüm Önerileri

Seydi Ahmet BAĞCI<sup>1\*</sup>, İrfan ÖZER<sup>1</sup>

**ÖZET:** Ülkemizde planlı bitki ıslahı çalışmaları Cumhuriyet'in ilanından sonra-1925 yılından itibaren- tohum ıslah istasyonlarının kurulması ile başlamıştır. 1928 yılında Ankara'da kurulan Umum Ziraat Laboratuvarı, 1930 yılında Tohum Islah İstasyonuna, 1936 yılında da deneme yapma yetkisi de verilerek Tohum Islah ve Deneme İstasyonuna dönüştürülmüştür. 1963 yılında "308 sayılı Tohumlukların Tescil, Kontrol ve Sertifikasyonu Hakkında Kanun'un çıkarılmasıyla ülkemiz tohumluk üretiminde yeni bir dönem başlamıştır. 2004 yılında "Yeni Bitki Çeşitlerine Ait Islahçı Haklarının Korunmasına İlişkin 5042 sayılı Kanun" ve 2006 yılında "5553 sayılı Tohumculuk Kanunu" yürürlüğe girmiştir. 2008 yılından itibaren özel sektörün yeniden yapılanması 5553 sayılı Tohumculuk Kanunu kapsamında büyük ölçüde tamamlanmıştır. Bu gelişmelerin bir sonucu olarak 1996 üretim sezonunda 110.000 ton, 2002 üretim sezonunda 145.000 ton, 2006 üretim sezonunda 371.000 ton olarak gerçekleşen sertifikalı tohumluk üretim miktarı ve dağıtımı, 2020 üretim sezonunda 1.241.000 ton üretim miktarına ulaşmıştır. Kendine döllen bitkilerin ıslahı ve tohumluk üretimlerinde olumlu gelişmeler yaşanırken, mısır, ayçiçeği, şeker pancarı ve hibrit sebze alanlarında yerli çeşit ıslah çalışmalarında istenilen düzeyde bir gelişme sağlanamamıştır. Tohumculuk sektörünün ülkemizde istenen seviyeye gelebilmesi için destekleme ve denetleme konularında yeni yaklaşımlara ihtiyaç duyulmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Türkiye'de tohumculuk, Yasal düzenlemeler, Çeşit, Tohum

### Historical Development, Current Situation, Problems and Solution Suggestions of Seed Production in Turkey

**ABSTRACT:** Planned plant breeding studies in our country started with the establishment of seed breeding stations in 1925, together with the Republican Period. Public Agriculture Laboratory, which was established in Ankara in 1928, was transformed into a Seed Improvement Station in 1930, and a Seed Improvement and Trial Station in 1936 with the authorization to conduct trials. With the enactment of the "Law No. 308 on the Registration, Control and Certification of Seeds" in 1963, a new era began in seed production in Turkey. In 2004, "Law No. 5042 on the Protection of Breeders' Rights Belonging to New Plant Varieties" and "Seed Law No. 5553" in 2006 came into force. Since 2008, the restructuring of the private sector has been completed to a large extent within the scope of the Seed Law, important developments have been experienced in the private sector seed production. As a result of these developments, certified seed production and distribution, which was 110,000 tons in the 1996 production season, 145,000 tons in the 2002 production season, and 371,000 tons in the 2006 production season, reached 1,241,000 tons in the 2020 production season. While there have been positive developments in variety breeding and seed production in self-pollinated plants, domestic variety breeding studies in corn, sunflower, sugar beet and hybrid vegetable areas have not achieved the desired level of improvement. In order for the seed sector to reach the desired level in our country, new approaches are needed in support and market control.

**Keywords:** Seed in Turkey, Legal regulations, Variety, Seed

<sup>1</sup> Seydi Ahmet Bağcı ([Orcid ID: 0000-0002-6513-8890](https://orcid.org/0000-0002-6513-8890)), İrfan Özer ([Orcid ID: 0000-0001-5857-8938](https://orcid.org/0000-0001-5857-8938)), Selçuk Üniversitesi, Sarayönü Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Tohumculuk Teknolojisi Programı, Sarayönü /Konya, Türkiye

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Seydi Ahmet BAĞCI, e-mail: abagci@selcuk.edu.tr

Makale 15-17 Kasım 2021 tarihlerinde İğdır'da düzenlenen "Uluslararası Katılımlı Türkiye 7. Tohumculuk Kongresi'nde" sunulu bildiri olarak sunulmuştur.

## GİRİŞ

Dünya nüfusunun artmasıyla gıda güvenliği ve güvenilirliğinin sağlanmasında bitkisel ve hayvansal üretimin yeterliliği ve devamlılığı son derece önem arz etmektedir. Gün geçtikçe gıdaya olan ihtiyacın artmasına rağmen tarımsal üretim yapılacak işlenebilir tarım alanları ise azalmaktadır. 1960 yılında dünya genelinde kişi başına düşen ekilebilir alan 0,42 hektar iken 2050 yılında ise 0,19 hektar olacağı tahmin edilmektedir (Silva, 2018). Yeterli bitkisel üretimin gerçekleştirilmesi için gerekli olan girdilerin başında tohum/tohumluk gelmektedir. Bitkisel üretimde üstün nitelikli tohum kullanılması ile kendine döllen türlerde %20-30'luk, yabancı döllen türlerde kullanılan melez (hibrit) tohumluklarla ise 3-5 kat arasında bir verim artışı olduğu bilinmektedir (Yağdı ve ark., 2015). Bitkisel üretimde yüksek verimi ve kaliteyi etkileyen toprak ve iklim şartlarının uygunluğunun yanında tohumun ait olduğu çeşidin genetik potansiyeli ve tohumun kalitesi de son derece önemlidir. Son yüzyılda bilim ve teknoloji alanında önemli gelişmelerin yaşandığı tarımsal üretimde kaliteli tohumun öneminin anlaşılmasıyla tohumculuk dünyada ekonomik bir faaliyet alanı hâline gelmiştir. Bu teknolojik yeniliklere bağlı olarak gelişen tohumculuk endüstrisi dünyada yaklaşık 150-200 yıllık bir geçmişe sahiptir.

Dünyada tohumluk ticaretinin artması, tohumlukların kalite kriterlerinin belirlenmesini gerekli kılmış ve tüm ülkeler bu konuda ulusal mevzuatlarını geliştirmiştir. Tohumculuk faaliyetlerini düzenlemek amacıyla Avrupa Tohumluk Kontrol Birliği (ESTA), Amerika ve Kanada Resmi Tohumluk Sertifikasyon Ajansları Birliği (AOSCA), Uluslararası Tohum Test Birliği (ISTA) ve Uluslararası Tohum Federasyonu (ISF=FIS) kurulmuştur (Bağcı ve Yılmaz, 2016).

Ülkemizde önce birkaç türde ithal edilen ve dağıtılan tohumluklar ve Cumhuriyet Dönemi'nden itibaren çeşitli ıslah çalışmaları ile başlayan tohumculuk faaliyetleri, 1963 yılında Tohumlukların Tescil, Kontrol ve Sertifikasyonu Hakkındaki 308 sayılı Kanun, 2004 yılında "Bitki Çeşitlerine Ait Islahçı Haklarının Korunmasına İlişkin Kanun ve 2006 yılında çıkartılan Tohumculuk Kanunu ile yasal düzenlemelere kavuşmuştur. Bu mevzuat dahilinde kurulan Türkiye Tohumcular Birliği ve alt birlikler sayesinde sektör yapılanma çalışmalarına başlamıştır. Bu gelişmelerle tohumluk üretimine ve kullanımına getirilen destekler ile ülkemizde tohumculuk sektöründe önemli bir ivme sağlanmıştır. Bununla birlikte yetersiz olduğumuz bazı türlerde yerli çeşit ıslahının geliştirilmesi ve tohumluk üretimlerinde istenen seviyeye ulaşmak için birtakım yapısal düzenlemelere ve yeni destekleme sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

### Türkiye'de Tohumculuğun Gelişimi

Tanzimat Dönemi'nde (1839-1876) yeni türlerin, yeni bitki çeşitlerinin ve kaliteli tohumların bitkisel üretimin artmasında, çeşitlendirilmesinde ve ihracat gelirlerinin elde edilmesindeki önemi fark edilmiştir. Tohumculukta ilk olarak 1860 yılında ABD ve Mısır'dan pamuk tohumu ithal edilerek Ege ve Çukurova Bölgeleri'ndeki üreticilere tohumluk olarak dağıtılmıştır. 1870-1880 yılları arasında ise yabancı bazı demir yolu şirketleri tarafından demir yolu hattı inşaatı çevresinde tahıl ve pamuk tohumu dağıtılmıştır. Çeşit ve tohum ithalatı 1876-1908 yılları arasında devam etmiştir. Bu alanda ihtiyaç duyulan eğitim ve araştırmanın temeli olan deneme çiftlikleri ve demonstrasyon alanları oluşturulmuştur.

İlk olarak İstanbul Ayamama'da bulunan "Ziraat Talimhanesi" ile 1847 yılında başlatılan tarımsal yükseköğretim, 1892 yılında kurulan "Halkalı Ziraat Mektebi Ali'si" ile devam ettirilmiştir. Cumhuriyet Dönemi'nde ise Ankara'da kurulan "Yüksek Ziraat Mektebi", "Yüksek Ziraat Enstitüsü Ziraat Fakültesi", "Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi" olarak devam ettirilmiştir (Çiftçi, 2016). Özellikle pamuk tarımını geliştirmekle beraber tarımın geneli üzerinde eğitim verilebilmesi için kurulan Ziraat

Talimhanesi ve bu konuda gelişmiş ülkelerde bulunan ziraat eğitimi veren okullara benzer kurulan Halkalı Ziraat Mektebine benzer şekilde II. Abdülhamit yönetimi döneminde uygulamalı zirai üretimin öğretilmesi ve yaygınlaştırılması çabaları sonucunda farklı illerde de İstanbul'da bulunan eğitim kurumlarına benzer kurumlar kurulmuştur. Bu eğitim ve öğretim kurumları genel olarak ziraat ameliyat mektepleri olarak kurgulanmış ve bu kurumlardan bazılarında dönemin padişahı II. Abdülhamit'e atfen "Hamidiye Ziraat Ameliyat Mektebi(leri)" adı verildiği bildirilmiştir (Kadıoğlu, 2005).

Cumhuriyetin ilk yılları (1925) ile birlikte ülkemizde planlı ve sistematik bitki ıslahı çalışmalarının yürütülebilmesi için "Tohum Islah İstasyonları (günümüzde Araştırma Enstitüleri)" kurulmaya başlanmıştır (Altay 2016). 1926 yılıyla birlikte "anaç" pancar tohumu yurt dışından getirilmiştir. Bitki ıslahı üzerine araştırmalar yapmak amacıyla Adana'da, Adapazarı'nda, Eskişehir'de (Sazova), ve İstanbul'da (Yeşilköy) kurulan tohum ıslah istasyonları kurulmuştur. Bunları Antalya'da (Merkez) ve Aydın'da (Nazilli) narenciye ve çeltik çalışmaları yapmak amacıyla kurulan tohum ıslah istasyonları izlemiştir. Daha sonra 1929 yılında yine Eskişehir'de "Kuru Tarım" sistemlerini araştırarak olan "Dry Farming" Deneme İstasyonu kurulmuştur (Altay 2018). "Tohum Islah İstasyonlarında" yapılan ıslah çalışmalarıyla beraber Yeşilköy Tohum İstasyonunda seleksiyon işleri 1926-1927 sezonunda başlamıştır. Çalışmalar sonucunda 1928 yılında bulunan ilk çeşit, 1133 Karakılçık makarnalık buğdaydır. 1931 yılından itibaren tohumu dağıtılmaya başlanmıştır. 1928 yılında İtalya'nın Rieti Islah İstasyonundan temin edilen Mentana çeşidi, 1053 numara ve Bintane ismi ile üretime alınmış ve 1936'dan 1939'a kadar tohumu dağıtılmıştır. Eskişehir Tohum Islah İstasyonunda yapılan ıslah çalışmaları sonucunda; 1931 yılında Akbuğday yerel çeşitlerinden iki hat karıştırılmış ve yapılan seleksiyon ile Ak 702 ekmeçlik buğday çeşidi elde edilmiştir daha sonra tohumluk üretimi yapılarak Eskişehir bölgesinde dağıtılmıştır. 1929-1930 sezonunda başlatılan melezleme ıslahı çalışmalarının sonucunda 1939 yılında Melez 13 isimli çeşit elde edilmiştir ve tohumu bölgede dağıtılmıştır. (Gökçöl, 1937; Altay, 2018).

1928 yılında Ankara'da kurulan "Umum Ziraat Laboratuvarı", 1930 yılında yürütülen organizasyon çalışmasıyla "Tohum Islah İstasyonuna", 1936 yılında yürütülen organizasyon çalışmasıyla deneme yapabilmeye yetkisi de verilerek "Tohum Islah ve Deneme İstasyonuna" dönüştürülmüştür. 1950 yılında kurulan "Devlet Üretme Çiftlikleri" (günümüzdeki adıyla TİGEM) tohum üretilmesi için görevlendirilmiş olup başta arpa ve buğday olmak üzere ülkenin ihtiyaç duyduğu sertifikalı tohumluk üretimine başlanmıştır (Bağcı ve ark., 2020).

Tohumluk sertifikasyonu konusunda ilgili faaliyetlere ilk olarak "Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesinde" başlatılmıştır. 1959 yılında "Tohum Kontrol ve Sertifikasyon Enstitüsü" kurulmuş ve tohum sertifikasyonu ile ilgili hizmetler o günden bugüne bu kuruluş, Bakanlığa bağlı bölgesel sertifikasyon kuruluşları ve yetkilendirilen özel sektör kuruluşları tarafından yürütülmektedir.

1956 yılında "Tohum Islah ve Üretme AŞ" kurulmuştur. İlerleyen yıllarda bu organizasyon "Pan Tohum Islah ve Üretme AŞ" adıyla Türkiye'de kurulan ilk özel tohumculuk şirketi olmuştur (Adıyaman, 2017). 2006 yılına kadar faaliyet gösteren Pan Tohumun kuruluş yapısı %51 KWS ve %46 Türk Şeker + %3 Şekerbank, Şeker Sigorta + Pancar Ekicileri Birliğinden oluşmuştur. Daha sonra ağırlıklı olarak Türk Şekerde çalışan ziraat mühendisleri tarafından 1961 yılında kurulan BETA Ziraat, ülkemizin sebze tohumculuğunda faaliyet gösteren ikinci özel tohumculuk şirketi olmuştur (Muzaffer Adıyaman ile özel görüşme). Bununla beraber 1960'lı yıllara kadar bu alanda önemli gelişmeler sağlanamamıştır. 1963 yılında "308 sayılı Tohumlukların Tescil, Kontrol ve Sertifikasyonu Hakkında Kanun"un çıkarılmasıyla ülkemiz tohumluk üretiminde yeni bir dönem başlamıştır. Bu Kanun ile çeşit tescili, tohum sertifikasyonu, kalite kontrol ve piyasa kontrolü ile ilgili olarak T.C.Tarım Bakanlığı ilk kez görev almış ve tohumluk üretiminde daha aktif rol oynamıştır. Türkiye, 1963 yılında ISTA (International Seed

Testing Association) ve 1968 yılında OECD Tohum Sertifikasyon Sistemi'ne dahil edilmiştir (Bağcı, 2013).

1980'li yılların başlarına kadar Türkiye'de kamu ağırlıklı bir tohumculuk politikası uygulanmıştır. Bu yapılanmanın amacı ülke üreticisinin tohumluk ihtiyaçlarının yerli ve milli üretimlerle karşılanmasıyla gerçekleştirilmiştir. 1983 üretim sezonunda tohumluk fiyatlarının, 1984 üretim sezonun da ise tohumluk ithalatının serbest bırakılmasının (Anonim, 1984) bir sonucu olarak da serbest piyasa ekonomisi etkin hâle gelmiş ve özel sektör tohumculuğu doğrudan veya dolaylı olarak gelişmeye başlamıştır. Bu gelişmelerle beraber dünya tohumculuk sektöründe etkili olan küresel tohumculuk firmaları ülkemizde de pazar paylarını arttırmaya başlamışlardır. Özel tohumculuk firmalarının yetkililerinden 9 üyenin girişimi ile 1985 yılında Türkiye Tohumculuk Endüstrisi Derneği (TÜRKTED) İstanbul'da kurulmuştur. TÜRKTED Temmuz 1991'den itibaren faaliyetlerini Ankara'da sürdürmektedir (Anonim 2021a).

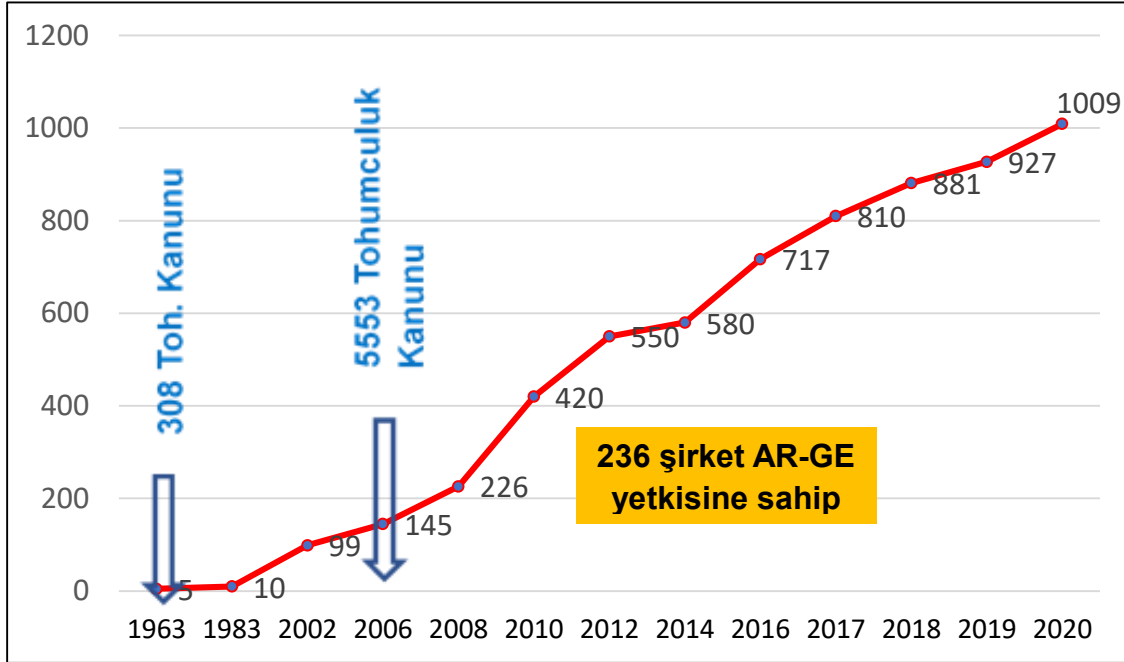
Tohumculuk sektörüne baktığımızda üretim, ticaret ve bitki ıslahındaki gelişmelerle beraber uluslararası kurallara ve standartlara uygun tohum sistemleri ile teknik ve yasal düzenleme ihtiyacı ortaya çıkmıştır. 308 sayılı Kanun'un ülkemizdeki tohumculuk sektörünün gelişmesi ve örgütlenmesi konusunda yetersiz kalması üzerine 2004 yılında 5042 sayılı "Yeni Bitki Çeşitlerine Ait İslahçı Haklarının Korunmasına İlişkin Kanun" ve 2006 yılında "5553 sayılı Tohumculuk Kanunu" yürürlüğe girmiştir. Ülkemiz 2007 yılında bitki ıslahçı haklarının korunması kapsamında UPOV (Uluslararası Yeni Bitki Çeşitlerini Koruma Birliği) üyesi olmuştur. Bu gelişmeler sonucunda ülkemizin tohumculuk sektör temsilcileri dünyada tohum endüstrisini ve politikalarını oluşturan ve yönlendiren ISF, ISTA ve OECD gibi kuruluşlarda etkin olmaya başlamıştır (Bağcı ve Yılmaz, 2016).

2008 ve sonraki yıllarda bitki çeşitlerinin tescili, tohum-fide kalitesi ve standartlarını kapsayan ikincil mevzuat (yönetmelik, tebliğ, yönerge, genelge) uygulamaya konmuştur. Türkiye, tohum sektörü yapılanması ile sınai ve fikri mülkiyet hakları kapsamında yeni bitki çeşitlerinin korunması ve çeşitlerin tescilini sağlamıştır. Ayrıca tohumluk, fide ve fidan sertifikasyonu, tohumluk üretimi, yurt içi ve yurt dışı tohum ticareti ve pazar kontrolünde Avrupa Birliği standartlarına ve uluslararası standartlara uygun mevzuat ve teknik altyapılar oluşturulmuştur. 2008 yılından itibaren özel sektörün yeniden yapılanması 5553 sayılı Tohumculuk Kanunu kapsamında büyük ölçüde tamamlanmıştır. Bu kapsamda 2008 yılında Türkiye Tohumculuk Birliği (TÜRKTÖB) ve TÜRKTÖB'a bağlı yedi alt birlik kurulmuştur: Bitki İslahçıları Alt Birliği (BİSAB), Fidan Üreticileri Alt Birliği (FÜAB), Fide Üreticileri Alt Birliği (FİDEBİRLİK), Süs Bitkileri Üreticileri Alt Birliği (SÜSBİR), Tohum Dağıtıcıları Alt Birliği (TODAB), Tohum Sanayicileri ve Üreticileri Alt Birliği (TSÜAB) ve Tohum Yetiştiricileri Alt Birliği (TYAB). Bu birlikler şu anda tohumculuk sektörünün farklı kesimlerini temsil etmektedirler. Bununla beraber TÜRKTÖB ve alt birlikler arasında koordinasyon ve çalışma alanlarının belirlenmesi konusunda birtakım belirsizlikler hâlen mevcuttur.

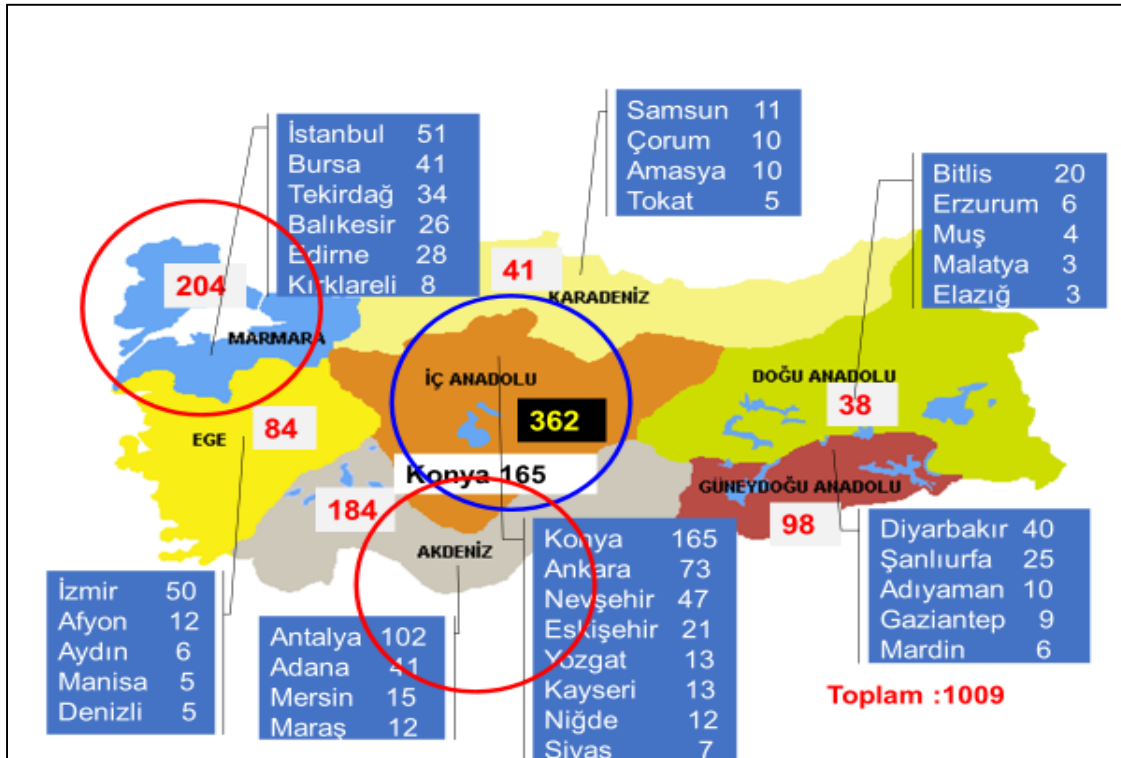
Ülkemizde tohumculuk sektörünün yapısını incelediğimizde; sebze ve tarla bitkileri tohumları üretimi ve ıslahında çalışan kuruluşları dört grupta toplayabiliriz. Bunlar 1-Kamu Tarımsal Araştırma Enstitüleri ve Üniversiteler, 2- Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü (TİGEM), 3-Birlik ve Kooperatifler, 4-Özel tohumculuk firmaları. Önceden devlet odaklı bir yapı olan tohumluk üretim ve dağıtım sistemi, daha sonra yerini özellikle tarla ve sebze bitkileri tohumlarında özel sektör faaliyetlerinin ön plana çıktığı bir yapıya bırakmıştır. 1984-1985 yıllarında uygulanan tohumculuk politikaları ve daha sonra 5553 sayılı Tohumculuk Kanunu'nun çıkarılmasıyla sektörde faaliyet gösteren özel sektör kuruluşlarının sayısı artmıştır. Türkiye'de 1963 yılında tohumculuk alanında 5 adet firma mevcut iken ve tohumculuk daha çok devlet kuruluşu olan TİGEM tarafından yürütülürken bugün çiftçi birlikleri ve kooperatifler ile birlikte farklı büyüklükteki 1.000'den fazla yerli ve yabancı sermayeli özel tohumculuk firması tohumluk üretim alanında çalışmaktadır (Şekil 1) (Anonim, 2021b). Bu tohum firmalarından 236'sı AR-



GE yetkisine sahiptir. 2020 yılı sonu itibarıyla tohum firmalarının ülke bazında dağılımına baktığımızda ağırlıklı olarak üç bölge öne çıkmaktadır. İç Anadolu, Marmara ve Akdeniz Bölgeleri'nde sırasıyla 362, 204 ve 184 adet tohumluk firması faaliyet göstermektedir (Şekil 2) (Anonim, 2021b). İller arasında ise Konya 165 adet tohumluk firması ile ilk sırada yer almaktadır. Tohumculuk elbette dinamik bir yapıya sahip olduğundan bu sayılar her zaman değişebilmektedir.



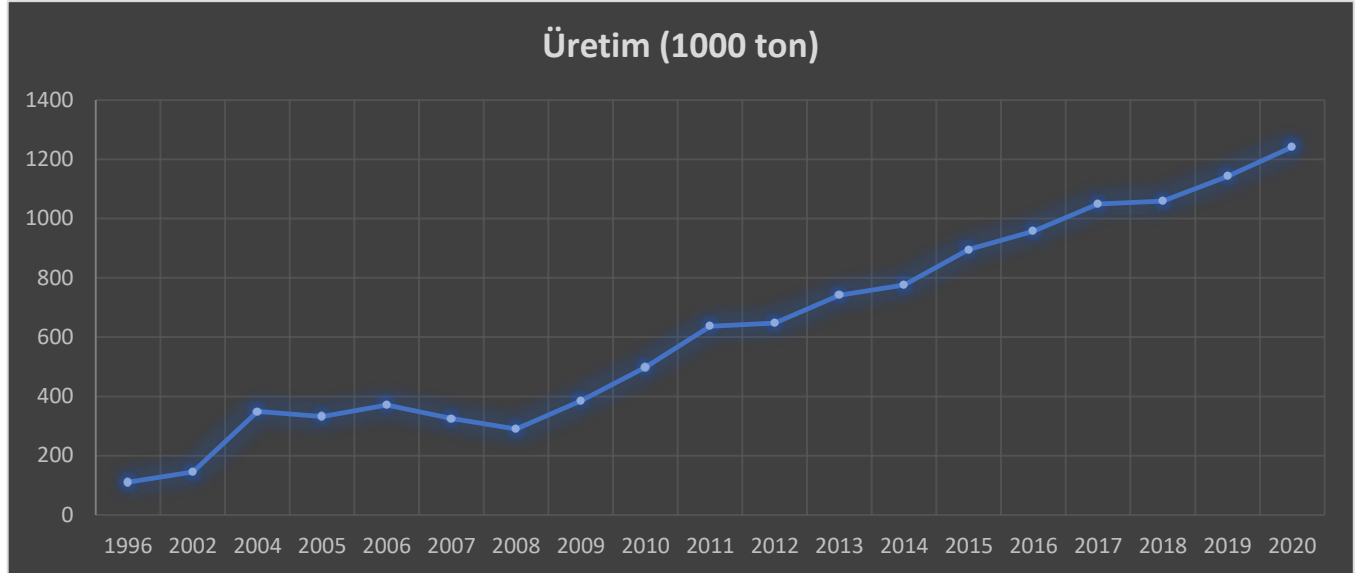
Şekil 1. Yıllar itibarıyla ülkemizdeki tohumluk firma sayıları



Şekil 2. 2020 yılı sonu itibarıyla ülkemizdeki tohumluk firmalarının bölgeler bazında dağılımı

5553 sayılı Tohumculuk Kanunu'nun çıkarılmasının hemen ardından, çiftçilerin sertifikalı tohumluk kullanımına ve tohumluk üretimine verilen desteklemeler, tohumculuk sektöründe elde edilen gelişmeleri önemli ölçüde etkilemiş, sertifikalı tohumluk üretimi ve kullanımında önemli bir artış

görülmüştür. Bu gelişmelerin bir sonucu olarak; 1996 üretim sezonunda 110.000 ton, 2002 üretim sezonunda 145.000 ton, 2006 üretim sezonunda 371.000 ton olarak gerçekleşen sertifikalı tohumluk üretim miktarı ve dağıtımı, 2020 üretim sezonunda 1.241.000 ton üretim miktarına ulaşmıştır (Şekil 3) (Anonim, 2021c).

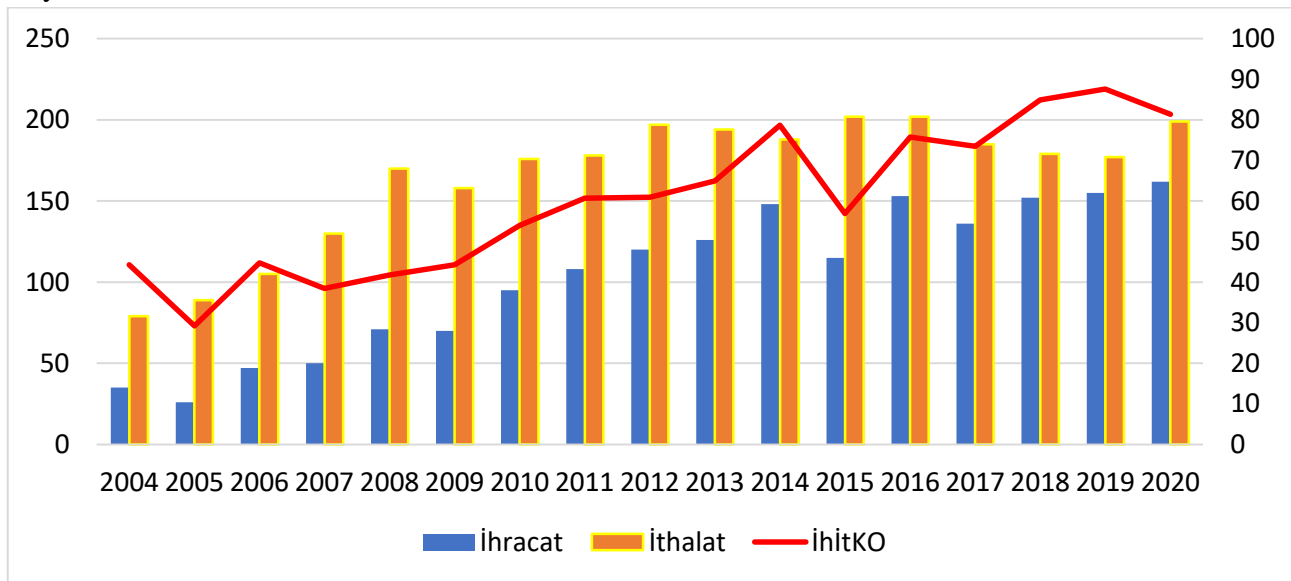


Şekil 3. Yıllar itibarıyla sertifikalı tohumluk üretim miktarları

Ülkesel tohum ticareti incelendiğinde önemli değişimlerinin olduğu değerlendirilmiştir. 2006 üretim sezonunda 47 milyon Amerikan doları olarak gerçekleşen ihracat miktarı, 2020 üretim sezonunda 162 milyon Amerikan doları seviyesine ulaşmıştır. 2006 üretim sezonunda 106 milyon Amerikan doları olan ithalat, 2020 üretim sezonunda 199 milyon Amerikan doları seviyelerine çıkmıştır. İhracatın ithalatı karşılama oranı (%) 2006 üretim sezonunda %44 düzeyinde, 2020 üretim sezonunda ise %81 düzeyinde gerçekleştirildiği belirlenmiştir (Şekil 4) (Anonim, 2021c).

milyon dolar

%



Şekil 4. Türkiye tohumluk ithalat ve ihracat değerleri ve ihracatın ithalatı karşılama oranı

Ülkeler bazında baktığımızda 2020 yılında Rusya (%15,8), Ukrayna (%11,7), Macaristan (%8,4), Irak (%7,8) ve Azerbaycan'a (%7,7) yapılan ihracat ülkemizin toplam tohum ihracatının yaklaşık

%51,4'ünü oluşturduğu görülmektedir. İsrail'e yapılan ihracat toplam ihracatın yaklaşık %0,4'ünü oluşturmaktadır. İthalatta ise Fransa (%15,2), İtalya (%10,3), ABD (%8,6) ve Hollanda'dan (%8,1) yapılan ithalat toplam ithalatın %42,2'lik kısmını oluşturmaktadır. İsrail'den ithal edilen tohumluk miktarı toplam ithalatın sadece %6,9'unu teşkil etmektedir (Çizelge 1) (Anonim, 2021d).

**Çizelge 1.** Ülkeler bazında Türkiye'nin tohum ihracat ve ithalat değerleri (2020)

Ülkeler	İhracat		Ülkeler	İthalat	
	Milyon Dolar	%		Milyon Dolar	%
Rusya	25,6	15,8	Fransa	30,2	15,2
Ukrayna	18,9	11,7	İtalya	20,4	10,3
Macaristan	13,6	8,4	ABD	17,1	8,6
Irak	12,7	7,8	Hollanda	16,2	8,1
Azerbaycan	12,4	7,7	İsrail	13,8	6,9
Romanya	8,8	5,4	Şili	13,4	6,7
Avusturya	7,2	4,4	Peru	11,7	5,9
İtalya	6,9	4,3	Tayland	10,1	5,1
Fransa	6,9	4,3	Çin	9,6	4,8
İran	6,0	3,7	Danimarka	8,7	4,4
Diğerleri	43,0	26,5	Diğerleri	41,2	24,0
Toplam	162,0		Toplam	199,0	

Tohumculuk verilerinde görülen bu artışta 5553 sayılı Kanun'un getirdiği yeniliklerle özel tohumculuk sektöründeki olumlu gelişmelerin etkisi özellikle kendine döllen bitkiler grubunda daha fazla olmuştur. Bununla beraber tohumluk bakımından ekonomik değeri daha yüksek olan mısır, ayçiçeği, soya, patates ve sebze bitkilerinde ise 5553 sayılı Tohumculuk Kanunu'ndan önce de tohum üretimlerinin yaklaşık olarak %100'ü özel sektör firmaları tarafından gerçekleştirilmiştir. 2020 üretim sezonunda önemli ölçüde artan bu ürünlerin tohum üretimi yine özel sektör tarafından gerçekleştirilmiş fakat Tohumculuk Kanunu sayesinde bu alanda faaliyet gösteren özel tohumculuk firmalarında artış görülmüştür. Kanun'la birlikte; tahıllar, baklagiller ve yem bitkileri gibi kendine döllenebilen bitkiler için, özellikle de tahıl grubu tohumu üretiminde özel sektör firmaları için önemli sayılabilecek gelişmeler yaşanmıştır. 2006 üretim sezonunda buğday, arpa ve yem bitkileri gibi kendine döllen bitkilerde özel sektör kuruluşların tohumluk üretimi sırasıyla yaklaşık olarak sırasıyla %20, %22 ve %52 düzeyindeyken 2020 üretim sezonunun da özel sektör firmalarının tohumluk piyasası üretim payları yaklaşık olarak arpada %90, buğdayda %70 ve yem bitkilerinde %73 oranına ulaştığı gözlemlenmiştir. Yem bitkilerindeki özel sektör payı 2019 yılında %90 seviyesine kadar ulaştığı bildirilmiştir. Özel sektör; pamuk tohumu üretiminde kayda değer bir artış göstermiş, pamuk tohumu üretimindeki payı 1996'da %2'den, 2006'da %87'ye 2020'de %100'e yükselmiştir. Bütün bu gelişmelere rağmen kendine döllen türlerde sertifikalı tohum kullanım oranları henüz yeterli seviyede değildir. Özellikle sertifikalı tohumluk kullanım desteklemelerinde yapılacak yeni düzenlemeler ile sertifikalı tohumluk kullanım oranları arttırılabilir. 2020 yılında toplam tohum üretiminin %15,35'i kamu, %84,64'ü ise özel sektör tarafından gerçekleştirilmiştir. Özel sektör içerisinde özellikle mısır, ayçiçeği ve şeker pancarı tohumluk üretiminde yerli firmalara oranla yabancı firmaların daha ağırlıklı olduğu bilinmektedir. Yabancı tohumluk firmalarının ayçiçeği, mısır ve şeker pancarı tohumluk üretiminde sırasıyla %86, %69 ve %76'lık bir üretim payına sahip olduğu tahmin edilmektedir. Pamuk ve patates tohumluk üretimlerinde yerli firmaların payı her iki ürün grubu için %80 olarak tahmin edilmektedir. Bununla birlikte mısır, ayçiçeği, şeker pancarı ve patates tohumluk üretiminde kullanılan çeşitlerin büyük çoğunluğu yurt dışı orijinli olup yabancı firmalara ait olduğu görülmektedir. Özellikle ülkemizde önemli bir üretim potansiyeline ve ekonomik değere sahip şeker pancarı tohumluk üretimi yapılan hiçbir yerli çeşit mevcut

değildir. Patates tohumluk üretiminde kullanılan yerli çeşit oranı ise %17 civarındadır, 191 tescilli patates çeşidinin 31 adedi yerli araştırma kuruluşları tarafından geliştirilmiştir. Pamukta ise tescil edilmiş 105 çeşidin 81 adedi yerli araştırma kuruluşları tarafından tescil edilmiştir ve yerlilik oranı %77'dir.

Tohumculuk Kanunu ile beraber tohumculukta yaşanan bu gelişme özel sektörün çeşit ıslah çalışmalarını olumlu yönde etkilemiştir. 2011 yılından itibaren BİSAB tarafından başarılı bir şekilde yürütülen “Bitki Islahı Kursları” ile tohumculuk sektörünün AR-GE çalışmaları için ihtiyaç duyduğu “Bitki Islahçısı” taleplerine cevap verilmeye çalışılmaktadır. Bu kurslar 1925 yılında kurulan Tarımsal Araştırma Enstitülerinin imkân ve desteği ile yürütülmektedir. Bu çalışmalar neticesinde önceden sadece Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğüne (TAGEM) bağlı araştırma enstitüleri ve bazı üniversiteler tarafından yapılan çeşit ıslah çalışmalarında özel sektörde aktif olarak yer almaya başlamıştır. Tescilli çeşit sayısı 2020 yılı sonu itibarıyla tarla bitkilerinde 4.625, sebzelere 6.536, meyve ve asmada 1.538 ve 232 meyve anacı olmak üzere toplam 12.931'e ulaşmıştır. 12.931 çeşidin %76'sı özel sektör, %22'si kamu tarafından ve %2'si üniversiteler tarafından geliştirilmiştir. Ayrıca 2020 yılı sonu itibarıyla tarla bitkilerinde 557, sebzelere 1.041, meyve ve asmada 8 olmak üzere üretim iznli toplam 1.606 çeşit vardır (Anonim, 2021d). 2020 yılında tarla bitkilerinde mevcut 4.625 tescilli ve 557 üretim iznli toplam 5.182 çeşitten 62 türe ait 1.559 çeşidin tohumluk üretimi yapılmıştır. Tescilli 386 ve üretim iznli 89 toplam 475 ekmeclik buğday çeşidinden yaklaşık 303 adedi sertifikalı tohumluk üretimi içinde yer almıştır. Yine 2020 tohumluk üretim yılında 153'ü tescilli ve 32'si üretim iznli toplam 185 arpa çeşidinden yaklaşık 131 adedi tohumluk üretim sistemi içinde yer almıştır.

Bu sonuçlar, 2006 yılında yürürlüğe konulan “5553 sayılı Tohumculuk Kanunu” ile beraber ülkesel kamu ve özel tohumculuk sektörü için dikkati çeken bir ivme kazandığını değerlendirilmiştir. Özel sektör tohumculuk faaliyetleri gelişmekle ve tohumluk üretimi artmakla birlikte yapısal düzeyde ve teknolojik düzeyi olarak henüz istenilen düzeyde olmadığı düşünülmektedir. Diğer taraftan özel tohumculuk sektörün hedeflenen düzeye ulaşmasına yardımcı olunabilmesi AR-GE, yapısal ve teknolojik yatırım, teknoloji transferi, ihracatı teşvik(leri) ve mevcut düzenlemelere ek olarak geliştirilecek destek politikalarının veya düzenleyici önlemlerinin geliştirilmesi de bir zorunluluk olarak dikkati çekmektedir. Mevcut durumdan daha fazla tohum üretebilme potansiyeline ulaşılabilmesi ve gelecek yıllar için gıda güvenliğinin sağlanması için belirlenen amaç ve hedeflere ulaşılabilmesi amacıyla kritik düzeyde önem taşıyan yeni veya yenilikçi yaklaşımlara ihtiyaçlar bulunmaktadır.

Küresel düzeyde tohum sanayisinin bu konuda gelişmiş ülkeler de yaklaşık olarak 150-200 yıllık sektörel bilgi ve tecrübe birikime sahip olduğu bilinmektedir. Türkiye'de bu konuda özel sektörün yaklaşık 60-70 yıllık sektörel bilgi ve tecrübe birikime sahip olduğu bilinmektedir. Küresel düzeyde her türlü tohum üretiminde önde olan ülkeler, ülkesel veya küresel düzeyde üretim ve çalışma yapılan özel tohumculuk firmaları ile bu başarıların elde edildiği düşünülmektedir. Bu firmalar tamamen özel sektör yapılanması şeklinde veya kooperatif yapılanması organizasyonlar olarak ya da üretici birliklerine ilgili/bağlı olarak çalışmalarını yürütmektedirler.

Türkiye'de Tohumculuk Kanunu ile tohum sektöründe özel tohumculuk firmalarının sayısı ve tohumluk üretim miktarlarının dikkati çeken şekilde arttığı belirlenmiştir (Şekil 1). Yerli veya Türkiye adresli bazı özel sektör tohumculuk firmalarının yurt dışında bulunan kuruluşlarla rekabet edebileceği kapasite oranına ulaştığı değerlendirilmiştir. Burada dikkat edilmesi gerek önemli konu ise; tamamen kamu gücü ve kontrolünde olan kurum veya kuruluşlarca yurt dışında bulunan kuruluşlarla rekabet edebileceği kapasite oranına ulaşamayacağı da ayrıca değerlendirilmektedir. Ülkemizin birçok bitkisel ürün için gen merkezi olduğu düşünüldüğünde, tohumculuk sektörü için bitkisel tohumluk kaynağı olarak yerel gen kaynaklarının kullanılabilmesi mümkündür. Bu yöntem kullanılarak konu üzerinde küresel düzeyde önde gelen tohum firmaları ile rekabet edebilecek yerli ve millî tohum firmalarının

kurulması ve üretimlerinin arttırarak devam etmesi için desteklenmesi üzerinde önemle durulması gereken bir konudur. Bu hedefe ulaşılabilmesi için yerli ve millî tohumculuk sektörünün güçlendirilmesi, özel sektör tohumculuk firmalarına veya organizasyonlarına destek olunabilmesi için Tohumculuk Kanunu'nda sektör lehine bazı düzenlemelerin yapılması bir zorunluluktur.

### **Türkiye'de Tohumculuk Sektörünün Gelişmesi İçin Neler Yapılmalıdır**

Tohum üretim endüstrisi için pazar bulma ve pazarlama konuları; en az bitki ıslahı, üreticiler tarafından talep edilen tohum üretiminin zamanında ve istenilen miktarda olmasının yanı sıra geliştirilmiş teknoloji(lerin) kullanımı kadar üzerinde önem verilmesi gereken konulardandır. Sektör olarak tohumculuğun özellikle Orta Asya ve Kafkasya ile bazı Orta Doğu ülkeleri, yine bazı Kuzey Afrika, tüm Balkanlar ve bazı Doğu Avrupa ülkeleri için önemli bir ihracat ya da pazar olabilme potansiyelinin bulunduğu düşünülmektedir. Bu bağlam gerek günümüzde gerekse yakın ve orta vadeli gelecekte sürdürülebilir tarımsal üretim potansiyeli bulunan Asya Kıtası'nda da özellikle Orta Asya bitkisel üretim bölgelerine ile olan her türlü tohumculuk sektör ilişkilerinin ve iş birliğinin geliştirilmesi bir gereklilik ve sektör için olmazsa olmaz bir zorunluluktur. Bu kapsam kurucuları arasında yer bulunan "Ekonomik İşbirliği Ülkeleri Tohumcular Birliğinin (ECOSA)" mevcut durumunun daha da güçlendirilmesi ve yine mevcuda göre daha da aktif hâle getirilmesi yine bir zorunluluk olarak değerlendirilmektedir. ECOSA'nın kuruluş amacına uygun olarak uluslararası bir kimliğe kavuşturulabilmesi için ülke ve uluslararası mevzuatlarda dikkate alınarak yapısal düzenlemelerin yapılması ve mevcutlarının gözden geçirilmesi, ECO ülkeleri tohumculuk sektörüne dahil edilmesi ve yönetim organlarında aktif olarak görev almaları da diğer bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir.

### **Ülkemizde millî tohum sektörünün gelişmesi için;**

- Ülkesel tohumculuk ihtiyacı olarak özellikle ayçiçeği, mısır, soya fasulyesi, şeker pancarı, patates, yonca ve bazı sebze türlerinin bitki ıslahı çalışmalarına öncelik verilmelidir. Sayılan bitki türlerinde yerli ve millî çeşit geliştirme kapasitesinin de arttırılması bir gereklilik olup bu veya benzer konularda çalışma yürüten ulusal özel sektör firmalarını farklı destek enstrümanları kullanılarak değişen düzeylerde desteklenmelidir. TÜBİTAK, TAGEM ve TSÜAB gibi ilgili kuruluşlar çeşit ihtiyacı duyulan bu türler için geçmişte uygulanan "F<sub>1</sub> Hibrit Sebze Projesi" örneğinde olduğu gibi çağrılı projeler geliştirmeli ve bu projeleri desteklemelidir.

- Ülke hayvancılığının gelişmesinde önemli olan yem bitkilerinin çeşit ıslahı ve tohum üretiminde önemli problemler yaşanmaktadır. Fiğ, yonca, korunga ve yem bezelyesi türleri için sertifikalı tohum üretimi ve üretim miktarlarında bazı sorunların varlığı bilinmektedir. Dikkat çekici şekilde yonca için çeşit ıslahı ve istenilen zamanda miktarda tohumculuk üretiminde tohumculuk sektörde yetersizliklerin veya belirsizliklerin bulunduğu bilinmektedir. Özellikle yem bitki veya bitkilerinin tohumculuk üretiminde hâlen yaşanan veya gelecek daha fazla yaşanabilecek daha fazla problemlerin çözülebilmesi noktasında TİGEM işletmeleri sektöre farklı şekillerde katkı sağlayabilir ve destek verebilir. Ülkesel bir sorun olarak düşünülen konunun çözümü için, TİGEM sertifikalı yem bitkileri tohumculuk üretimi kapasitesini daha fazla arttırabilir veya bu konuda üzerinde çalışmayı tercih eden özel sektör tohum firmalarıyla birlikte iş birliği yapabilir.

- Sertifikalı tohumculuk kullanım destek ödemesi yapılmayan, ülke dışı kaynaklardan doğrudan veya dolaylı olarak F<sub>1</sub> hibrit tohumu temin edilen ve iç pazar da satışa takdim edilen sebzelerin çeşit ıslahları konusunda çalışma yürüten yerli ve millî firmaların rekabet gücünü arttırabilecek veya destekleyebilecek yöntemlerin geliştirilmesi önemli zorunluluktur. Unutulmamalıdır ki yurt dışı kaynaklı olan hibrit sebze tohumculuklarıyla yerli sektörün her anlamda rekabet edebilmesinin oldukça zor olduğu düşünülmektedir.

Bu veya benzeri gerekçelerle bu alanda çalışan yerli firmaların faaliyetlerinin devam etmelerinin zor olacağına açık olduğu düşünülmektedir.

- Tohumluk kullanım desteği ödenmeyen hibrit tarla bitkilerinden mısır ve ayçiçeği gibi bitkilerin ıslahında çalışan yerli firmaların yurt içi ve yurt dışı rekabet gücü desteklenmelidir. Bu konuda faaliyet gösteren yerli firmaların çeşitleri Tarım Kredi Kooperatiflerinin tohumluk satışlarında belli bir kota ile satılabilir. Ayrıca TİGEM işletmelerinde yapılan ekimlerde ise belli bir oranda bu çeşitlere yer verilebilir.

- Bitki ıslahı, bitki yetiştirme ve tohum teknolojileri konularında kamu-üniversite-özel sektör iş birlikleri farklı yöntemler kullanılarak teşvik edilmelidir. Bakanlık tarafından finanse edilen ve özel sektör tarafından yürütülen AR-GE projeleri için, üniversite-kamu araştırma enstitüsü-özel sektör- iş birlikleri ile geliştirilen projeler öncelikle destekler kapsamında değerlendirilmelidir.

- Yeni destek yöntemleri geliştirilerek sertifikalı tohum kullanımı daha da yaygınlaştırılmalıdır. Havza bazlı destek ödemeleri kapsamında sertifikalı tohumdan üretilen ürünlere yapılan fark ödemesi sertifikasız tohumdan üretilenlere göre daha fazla yapılabilir. Örneğin serin iklim tahılları için yapılan 10 kr/kg fark ödemesi (prim) sertifikalı tohumluk kullananlara %50 daha fazla ödenebilir (Bağcı ve ark., 2020). Hem sertifikalı hem de sertifikasız tohumlardan elde edilen ürünlere aynı miktarda destek verildiği sürece, çiftçilerin sertifikalı tohumluk kullanmanın avantajlarını fark etmesini sağlamak çok zor olacaktır. Bununla beraber sertifikalı tohumluk kullanım desteği ödenen bitkilerde, ıslah çalışmaları ülkemizde yapılarak geliştirilen yerli çeşitlerin tohumluklarına daha yüksek oranda tohumluk kullanım desteği verilmelidir.

- Tarımsal alanda yapılan AR-GE çalışmalarına destek amacıyla tarımsal desteklerin toplamı üzerinden yapılacak belli bir kesinti (örneğin %0,1-00,1'i gibi) ile kaynak oluşturulabilir. Bu desteğin bir kısmı özellikle bitki ıslahı ve tohum teknolojileri alanında yapılacak üniversite-kamu araştırmaları-özel sektör ortaklığı şeklinde geliştirilen projelerde TÜBİTAK aracılığı ile kaynak olarak kullanılabilir.

- Gelişmiş ülkeler gayrisafi millî gelirlerinden AR-GE çalışmalarına önemli kaynak ayırmaktadır. Gelişmiş ülkelerde tarımdan elde edilen millî gelirin %2,6'sı, Türkiye'de ise %0,48'i tarımsal AR-GE faaliyetlerine ayrılmıştır. Bu oran artırılarak özel sektör ve kamu araştırmacılarına yönelik proje destekleri artırılmalı, bitki ıslahçıların ve tohumculuk çalışanlarının eğitimine destek ve önem verilmelidir (Bağcı, 2019).

- Dünyada yaygın olarak üretilen GDO (Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar) kaynaklı soya, mısır, kolza ve pamuk bitkilerinin ürünleri ülkemizde "Biyogüvenlik Kanunu" çerçevesinde Biyogüvenlik Kurulunun verdiği müsaade ile yem ve gıda sektöründe ham madde olarak kullanılmaktadır. İthaline izin verilen özellikle kendine döllen türlerde oluşabilecek "gen kaçma" ve "sehven" tohumluk olarak kullanımının önüne geçmek dolayısıyla oluşabilecek GDO bulaşıklığını önlemek için bu türlerde sertifikalı tohumluk kullanımının teşvik edilmesi gerekir. Bunun için sertifikalı tohumluk kullanılarak elde edilen ürünlere daha fazla "fark ödemesi desteği" vermek bir çözüm olabilir.

- AR-GE yetkisine sahip tohumluk firmalarının değişen iklim şartlarına uygun, canlı ve cansız stres şartlarına toleranslı yeni çeşit ıslahında hat geliştirmede hızlı ıslah teknolojilerinin kullanılması teşvik edilmelidir. Bitki ıslahı için gerekli olan genetik varyasyon oluşturmada yerel materyallerin kullanılması yanında gen/genom düzenleme (Gene Editing) olarak bilinen ve GDO'ya alternatif fakat doğal bir yöntem olan CRISPR/Cas9' gibi yeni teknolojilerin sektörde kullanılmasının sağlanması için çeşit ıslahında çalışan uygun firmaların altyapıları desteklenmelidir, üniversite ve tarımsal araştırma enstitüleri ile ortak çalışmaları teşvik edilmelidir. Dünyada yeni bir teknoloji olan CRISPR/Cas9 yönteminin, bitki ıslahı çalışmalarında verimin artırılması, besin elementlerin daha etkin

değerlendirilmesi, hastalıklara ve olumsuz çevre şartlarına toleransın güçlendirilmesi konularında önemli katkı sağlayacağı görülmektedir.

- Tohum endüstrisinin daha sağlıklı gelişmesi için denetime daha fazla önem verilmelidir. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığının ilgili birimlerinin gayretlerine rağmen sertifikasız ve “kaçak” tohum sektörü için hâlen önemli bir problem teşkil etmektedir. Denetleme konusunda yetki devri ile sektör kendi kendini denetlemelidir. Bunun için TÜRKTOB ve ilgili alt birlikler gerekli altyapıyı oluşturmalıdır. Ayrıca ülkemizde kurulmuş olan tohumluk firmalarının nicelik bakımından belli bir sayıya ulaşmalarına rağmen nitelik bakımından yeterli olduklarını söylemek zordur. Bu bakımdan ‘Tohumculuk Sektöründe Yetkilendirme ve Denetleme Yönetmeliği’nde tohumluk firmalarının yapısını geliştirecek/iyileştirecek yönde birtakım yeni düzenlemeler yapılmalıdır.

- Ülkemizde 5553 sayılı Tohumculuk Kanunu ve bu Kanun’a istinaden çıkarılan "*Bitki Çeşitlerinin Kayıt Altına Alınmasına İlişkin Yönetmelik*" kapsamında yürütülen çeşit tescil sistemin teknik ve hukuki altyapı olarak geliştirilmesi ve güncellenmesi sağlanmalıdır. Türkiye'nin de taraf olduğu ve kabul ettiği "Uluslararası Yeni Bitki Çeşitlerinin Korunmasına İlişkin Sözleşme" ve 5042 sayılı Yeni Bitki Çeşitlerinin Korunmasına İlişkin Bitki İslahçı Hakları Kanunu'nda sözü edilen "*Essentially derived varieties*-Esas çeşitten türetilmiş çeşitler" olarak adlandırılan uygulamaların yasal (*Yerel Çeşit: Modern zamanlarda ıslah edilen bitki çeşitlerinin aksine esas itibarıyla çiftçiler tarafından nesiller boyunca uygulanan melezleme ve seleksiyonların bir eseri olarak ıslah edilmiş, geliştirilmiş olan ve genetik özellikleri hâlihazırda ve belirli yetiştirme sistemleri kapsamında geniş ölçüde devam ettirilmekte olan bir çeşit (Uyanık, 2014). Köy Çeşidi: Modern bitki ıslahı çalışmalarının başlamasından önceki dönemde çiftçiler tarafından -nesiller boyunca yerel şartlarda sürdürülen seleksiyonlar sonucunda- ıslah edilmiş/geliştirilmiş olan esas itibarıyla heterojen genotip karışımlardan oluşan bir bitki popülasyonu (Uyanık, 2014).*) çerçevede yürütülmesi, 5553 sayılı Kanun kapsamında çeşitlerin tescil sürecinde ve 5042 sayılı Kanun çerçevesinde yeni bitki çeşitlerinin koruma altına alınması bağlamında çeşit adaylarına uygulanan FYD (Farklılık, Yeknesaklık ve Durulmuşluk) testlerinde teknik olarak daha güçlü denetim sisteminin kurulması, mevcut çeşitlerden farklılık ve benzerlik konularında kontrol mekanizmalarının güçlendirilmesi sağlanarak bitki ıslahçıların emeklerinin korunması, haksız rekabetin önlenmesi ve tohumculuk sektöründe etik kurallara uyulması Türk tohumculuk sektörünü güçlü kılacaktır. Ayrıca FYD testlerinde morfolojik, fenolojik karakterizasyon uygulamalarının moleküler karakterizasyon çalışmaları ile desteklenmesi hususu sisteme entegre edilmelidir. Çeşit adaylarının FYD testlerinin yapılan tarla denemelerinin TTSM, BİSAB, TSÜAB ve çeşit sahibi/başvuru sahiplerinden ve uzmanlardan oluşacak bir komite marifetiyle denetim ve gözlemlerde bulunulması sistemin güvenilirliğini artıracaktır. Başvuru sahipleri ve ıslahçılar tarafından mevcut tescilli çeşitlerin farklı isim veya kod numaraları altında yeniden tescil edilme ihtimaline karşı çeşit tescil sisteminin teknik ve hukuki olarak güçlendirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

- TÜRKTOB ve alt birlik seçimleri 4 yılda bir yapılmalıdır. Mevcut hâliyle iki yılda bir yapılan seçimler ile üyeler kendilerini iki yılda bir yoğun kulis çalışmaları ile meşgul edilmektedirler. Bunun doğal sonucu olarak alt birlikler ve kişiler arası çekişmeler sektöre zarar vermekte ve tohumculuk sektörünün enerjisini olumsuz yönde etkilemektedir.

- TÜRKTOB ve alt birliklerin yapılması yeniden gözden geçirilmelidir. Ülke şartları göz önüne alınarak ve sektördeki dağınıklığın giderilmesi adına bazı alt birlikler birleştirilebilir ve alt birlik sayısı azaltılabilir. “Alt Birlik” ifadesi kaldırılıp alt birlikler “Bitki İslahçıları Birliği”, “Tohum Yetiştiriciler Birliği” şeklinde ifade edilebilir. Bu çerçevede TÜRKTOB ve alt birliklerin görev tanımları yeniden yapılmalıdır ve uygulamalardaki aksaklıklar giderilmelidir. TÜRKTOB icracı mı yoksa politika

geliştirici ve belirleyici bir yapıda mı olmalı, bu konu netleştirilmelidir. Dinamik ve güçlü bir ülke tohumculuğu ve uluslararası rekabet için bunlar gereklidir.

- TÜRKTOB ve alt birlikler henüz kurumsallaşma sürecini tamamlayamamıştır. Bu konuda daha fazla gayret sarf edilmeli, TÜRKTOB ve alt birlikler tohumculuk sektörünün yöneticisi ve yönlendiricisi olmalıdır. Bunun için gerekli altyapılar bir an önce geliştirmelidir. Örneğin, sertifikasyonda tarla ve damızlık kontrolleri aşamasında Birlik ve alt birlikler sisteme dahil olmalıdır. Kamu burada denetleyici olarak yer almalıdır.

- 5553 ve 5042 sayılı Kanunlar çerçevesinde yürürlüğe giren yönetmeliklerde uygulamada oluşan aksaklıkların giderilmesi için gerekli düzenlemeler yapılmalıdır. Örneğin, “*Bitki Çeşitlerinin Kayıt Altına Alınması Yönetmeliği*”nde yapılacak değişiklikle “üretim izni” kaldırılmalıdır. Yurt dışından tescil/üretim amaçlı ülkemize getirilecek çeşitlerde “yenilik şartı” aranmalıdır ve bu çeşitlere “10 yıldan eski olmama” şartı konulmalıdır.

- Tarımsal üretimin amacı ve hedefi, gıda güvenliği ve güvenilirliğini sağlamak için birim alandan yüksek verim ve daha fazla tarımsal üretim elde etmektir. Bunun için yüksek verimli yeni çeşitlerin ıslahı ve bu çeşitlerin sertifikalı tohumluklarının kullanılması çok önemlidir. Hâlbuki son yıllarda bu gerçekliğe aykırı şekilde çiftçileri yerel çeşitlerin<sup>1</sup> veya köy çeşitlerinin<sup>2</sup> ekimine ve tarımına yönlendirme, özendirme gayreti ve desteği, gelecekte tarımsal üretimde ve ülke ekonomisinde kayıplara neden olacaktır. Bu zihniyet ülkemizin tarımsal üretimini çıkmaz sokaklara sokmaktan ya da ara sokaklarda oyalamaktan başka bir şey değildir. Bunun sonucunda sadece tarımsal üretimde ithalat artacaktır. Dünyada tohumculukta gelişmiş olan hiçbir ülke yerel/köy çeşitleri ile tohumculuk yapmamaktadır. Verimi yeterli olmayan bu çeşitler çiftçiler için bir tercih olamaz. Eğer bu yerel/köy çeşitlerine talep varsa tohum firmaları bu çeşitleri ticari amaçla üreteceklerdir veya bu çeşitlerin belli bir miktar üretimi TAGEM ve TİGEM arazilerinde veya “çiftçi elinde üretim” projeleri ile desteklenebilir. Asıl olan millî ıslah programlarında geliştirilen yerli çeşitlerle ihracata yönelik, uluslararası rekabetçi bir tohumculuk sektörü ve tarımsal üretimi gerçekleştirmek olmalıdır.

- Tohum, genetik kaynaktır ve millî bir servettir. Bunların toplanmasında ve muhafazasında Tarım ve Köyişleri Kanunu’na dayanarak çıkartılan “*Bitki Genetik Kaynaklarının Toplanması Muhafazası ve Kullanılması Hakkında Yönetmelik*” çerçevesinde T.C. Tarım ve Orman Bakanlığının ilgili kuruluşları yetkilidir. Son zamanlarda yerel tohuma sahip çıkma görüntüsü ile bazı Belediyeler düzenledikleri “Tohum Takas Şenliği” veya “Tohum Toplama ve Dağıtma” projeleri ile yetkili olmadıkları alanda faaliyet göstermektedirler. Uzman ve yetkili olmayan kişiler tarafından yapılan bu kanunsuz faaliyetler yasaklanmalıdır. Bu tür çalışmalar ülkenin genetik materyalinin istenmeyen kişilerin eline geçmesine neden olacağı gibi bitki hastalıklarının yaygınlaşmasına da yol açar. Ülkemizin sahip olduğu yerel/köy çeşitleri ilgili ve yetkili kişilerce toplanmakta, genetik kaynak olarak ülkemizin gen bankalarında muhafaza edilmekte ve bitki ıslahçıları tarafından canlı ve cansız stres şartlarına dayanıklılık, kalite ve adaptasyon özellikleri açısından ıslah programlarında değerlendirilmektedir. Bu konuda kamu araştırma enstitüleri, üniversiteler ve özel sektör daha fazla ortak proje geliştirmelidirler.

- Tohumculuk sektörü için günümüzden başlanarak yakın ve orta vadeli gelecek artacağı öngörülen kalifiye eleman probleminin öncelikle çözülmesi gereklidir. Bu çerçevede sürdürülebilir tohumluk üretimi için, özellikle ön lisans düzeyinde (tarım-tohumculuk, fidancılık vs.- teknikerliği) eş zamanlı olarak lisans ve lisansüstü eğitimlerin farklı yöntemlerle desteklenmesi ve teşvik edilmesi gerektiği düşünülmektedir. Sektör, özellikle TÜRKTOB ve alt birlikler ve ilgili ticaret borsaları başarılı öğrencilere burs vererek onların eğitimlerine destek olmalıdırlar. Sektör daha rekabetçi bir gelecek için, kazancının cüzi bir miktarını gençlerin eğitimine ayırmakta cimrilik etmemelidir ve sorumluluk almalıdır.



• Bazı kişiler hâlen “Tohumculuk Kanunu” yüzünden çiftçilerin kendi tohumunu kendi tarlalarında tohumluk olarak kullanmadığını iddia ederek kara propagandaya devam etmektedir. Bu kişiler Kanunu hiç okuyup anlamadan ve ön yargı ile yalan yanlış birtakım bilgilerle toplumu yanlış yönlendirmekte ve ülke tohumculuğuna zarar vermektedir. Aslında ileri sürdükleri konu “Tohumculuk Kanunu” ile ilgili olmayıp “5042 sayılı Yeni Bitki Çeşitlerine Ait İslahçı Haklarının Korunmasına İlişkin Kanun’un” 14. maddesinin yanlış yorumlanmasından kaynaklanmaktadır. Yine aynı Kanun’un 17. maddesi ile “Küçük Çiftçi İstisnası” getirilerek ıslahçısı tarafından “ıslahçı hakkı” için koruma altına alınan çeşitleri ekmeleri hâlinde küçük çiftçiler bu madde ile ıslahçı hakkı ödemekten muaf tutulmuşlardır. Bu nedenle 5553 sayılı Tohumculuk Kanunu ve 5042 sayılı Yeni Bitki Çeşitlerine Ait İslahçı Haklarının Korunmasına İlişkin Kanun’un toplum tarafından doğru anlaşılması adına daha fazla gayret gösterilmelidir. Toplum doğru bilgilendirme adına yazılı-görsel basının etkin kullanımını yanında T.C. Millî Eğitim Bakanlığı ile ortak çalışma yapılmalıdır.

## SONUÇ

Küresel düzeyde olduğu gibi ülkesel düzeyde de tohumculuk sektörü her geçen gün gelişmektedir. Bu gelişmelerin sonuçları da bağlı olarak tohumculuk sektörünün de yaşanan veya yaşanabilecek ve çözüm üretilmesi gereken farklı önemli problem ve sektör beklentisi bulunmaktadır. Sonuç olarak; ülkemizdeki tohumculuk sektörünün geleceği, sektörün yetiştirilmiş ve yeterli tecrübeye sahip teknik eleman varlığı, teknik altyapısı, tohumluk üretebilme potansiyelinin, yurt içi ve dışı pazarlama potansiyeli, bitki ıslahı ve tohumculuk konularında AR-GE çalışmaları ile sektör için uygulanan ve uygulanabilecek destekleme politikalarıyla üniversite-kamu-özel sektör iş birliğinin başarısına bağlıdır.

## Çıkar Çatışması

Makalenin yazarları Seydi Ahmet BAĞCI ve İrfan ÖZER olarak aramızda herhangi bir çıkar çatışmasının olmadığını beyan ederiz.

## Yazar Katkısı

Seydi Ahmet BAĞCI ve İrfan ÖZER olarak makaleye eşit katkı sağladığımızı beyan ederiz.

## KAYNAKLAR

- Adıyaman M, 2017. Türkiye’de Düünden Bugüne Şeker Pancarı Tohumculuğu. TÜRKTOB Dergisi.
- Altay F, 2016. Türkiye’de Bitki İslahının Öncülerinden Cumhuriyetten: Emcet Yektay. TÜRKTOB.
- Altay F, 2018. Cumhuriyetten Günümüze Buğday Çalışmaları. Türkiye Yerel Buğdaylar.
- Anonim, 1984. Tohumluk İthaline Ait Karar. (1984, 8 Temmuz). Resmi Gazete (Sayı: 18452). Erişim adresi: <http://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/18452.pdf> (Erişim Tarihi:13.12.2021).
- Anonim, 2021a. Türkiye Tohumculuk Endüstrisi Derneği. <http://turkted.org.tr/hakkimizda/tarihce> (Erişim Tarihi:13.12.2021).
- Anonim, 2021b. Türkiye Tohum Sanayicileri ve Üreticileri Alt Birliği, Üye Sayıları ve Dağılımları. <https://www.tsuab.org.tr> (Erişim Tarihi:12.11.2021).
- Anonim, 2021c. Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü, Tohumculuk İstatistikleri. <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM> (Erişim Tarihi:12.11.2021).
- Anonim, 2021d. Türkiye Tohumcular Birliği, Tohumculuk Sektör Raporu. [https://www.turktob.org.tr/uploads/plugo/bilgimerkezi/raporlar/SEKTOR\\_RAPORU\\_2021.pdf](https://www.turktob.org.tr/uploads/plugo/bilgimerkezi/raporlar/SEKTOR_RAPORU_2021.pdf) (Erişim Tarihi:12.11.2021).
- Araştırma Enstitüsü Dergisi, 25 (Özel sayı-1): 299-303.

- Bağcı SA, 2013. Bitki Islahı; Gelişmeler ve (Ülkemiz İçin) Yapılması Gerekenler. TÜRKTOB
- Bağcı SA, 2019. Dünyada ve Ülkemizde Tohumculuk Sektörünün Durumu ve Yapılması Gerekenler.
- Bağcı SA, Yılmaz K, 2016. Türkiye Tohumculuk Sektöründeki Gelişmeler ile Bu Gelişmelerin
- Bağcı SA, Yılmaz K, Avcı M, Bayaner A, Akan K, Tuncer C, Mart D, Kaya Y, Ekiz H, 2020. Tarla Basımevi ve Kılış Fabrikası. Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 2016, 25 (Özel sayı-1): 255-279. Bitkilerinde Tohum Üretiminin Mevcut Durumu ve Geleceği. Türkiye Ziraat Mühendisliği IX Teknik Kongresi, 13-17 Ocak 2020, Ankara.
- Çiftçi CY, 2016. Türkiye Tarımsal Yüksek Öğretiminin ve Tarla Bitkileri Bölümünün Durumu. Tarla Dergisi, Ekim-Aralık 20: 4-7. Dergisi, Ocak-Mart 2013 5:24-27.
- Gökgöl M, 1937. Yeşilköy Tohum Islah ve Deneme İstasyonu 1926/7-1936/7, İstanbul Kenan <https://www.canr.msu.edu/news/feeding-the-world-in-2050-and-beyond-part-1> (Erişim
- Kadıoğlu S, 2005. Osmanlı Döneminde Türkiye’de Ziraat Okulları Üzerine Notlar ve ‘Tedrisatı Ocak-Mart 21: 28-30. Sempozyumu, 20-22 Aralık 2018 :30-31, Bolu-Türkiye. Sertifikalı Tohumluk Kullanımına ve Verim Üzerine Muhtemel Etkileri. Tarla Bitkileri Merkez
- Silva G, 2018. Feeding the world in 2050 and beyond – Part 1: Productivity challenges. Tarihi:13.12.2021) TÜRKTOB Dergisi, Ocak-Mart 2019 29: 46-51
- Uyanık M, 2014. Açıklamalı Tohumculuk Terimleri Sözlüğü Cilt II. (M/Z), Tohum Sanayicileri ve Üreticileri Alt Birliği (TSÜAB) Yayınları No:1, Ankara-Türkiye. Üretimi ve Kullanımı ile Tohumculuk Sisteminin Genel Değerlendirilmesi. VII. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi.11-15 Ocak 2010, Ankara.
- Yağdı K, Yılmaz K, Sezer N, Aydemir T, Bağcı SA, 2010. Türkiye’de Tarla Bitkileri Tohumluk Ziraiye Nizamnamesi’, Kutadgubilig, Sayı 8, İstanbul (Ekim) 2005, s: 239-257.