ISSN 1300-8943
E-ISSN 2791-6375

BAHÇE

ATATÜRK BAHÇE KÜLTÜRLERİ MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ



JOURNAL OF ATATÜRK HORTICULTURAL CENTRAL RESEARCH INSTITUTE

CİLT / VOLUME 51 YIL / YEAR 2022 SAYI / NUMBER *Özel Sayı 1* / *Special Edition 1*

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

TAGEM JOURNALS

ISSN 1300-8943
E-ISSN 2791-6375

BAHÇE

ATATÜRK BAHÇE KÜLTÜRLERİ MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ



JOURNAL OF ATATÜRK HORTICULTURAL CENTRAL RESEARCH INSTITUTE

CİLT / VOLUME 51 YIL / YEAR 2022 SAYI / NUMBER *Özel Sayı 1* / *Special Edition 1*

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

TAGEM JOURNALS

T.C.
Tarım ve Orman Bakanlığı
Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez
Araştırma Enstitüsü adına
Sahibi (Owner)
Dr. Yılmaz BOZ (Müdür–*Director*)

Baş Editör (Editor in Chief)
Dr. Emre BİLEN

Özel Sayı Editörü (Special Issue Editor)
Dr. Tansel KAYGISIZ AŞÇIOĞUL

Özel Sayı Yayın Kurulu (Special Issue Editorial Board)
Prof. Dr. Ayşe GÜL
Prof. Dr. Dursun EŞİYOK
Prof. Dr. Eftal DÜZYAMAN
Prof. Dr. Fatih ŞEN
Prof. Dr. Gölgen Bahar ÖZTEKİN
Prof. Dr. Hülya İLBİ
Prof. Dr. İbrahim DUMAN
Prof. Dr. M. Kadri BOZOKALFA
Prof. Dr. Yüksel TÜZEL
Araş. Gör. Tunç DURDU

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

Mizanpaj Editörü / *Layout Editor*
Murat KORUCUK

Yayın Tarihi / Publication Date
19 Aralık 2022 / *19 December 2022*

Derginin Bu Sayısında Hakemlik Yapanlar
Scientific Board for This Issue
Prof. Dr. Ahmet BALKAYA
Prof. Dr. Aysun PEKŞEN
Prof. Dr. Ayşe GÜL
Prof. Dr. Ayşe Yıldız PAKYÜREK
Prof. Dr. Dursun EŞİYOK
Prof. Dr. Eftal DÜZYAMAN
Prof. Dr. Ersin POLAT
Prof. Dr. Fatih ŞEN
Prof. Dr. Funda ERYILMAZ AÇIKGÖZ
Prof. Dr. Gölge SARIKAMIŞ
Prof. Dr. Gölgen Bahar ÖZTEKİN
Prof. Dr. Hakan AKTAŞ
Prof. Dr. Halit YETİŞİR
Prof. Dr. Hatıra TAŞKIN
Prof. Dr. Hülya İLBİ
Prof. Dr. İbrahim DUMAN
Prof. Dr. İlknur SOLMAZ
Prof. Dr. İrfan Ersin AKINCI
Prof. Dr. Kazım MAVİ
Prof. Dr. Kenan KAYNAŞ
Prof. Dr. Levent ARIN
Prof. Dr. M. Kadri BOZOKALFA
Prof. Dr. Meryem İPEK
Prof. Dr. Murat DEVECİ
Prof. Dr. Nedim MUTLU
Prof. Dr. Nuray ÇÖMLEKÇİOĞLU
Prof. Dr. Sebahattin ÇÜRÜK
Prof. Dr. Sermin AKINCI
Prof. Dr. Ş. Şebnem ELLİALTIOĞLU
Prof. Dr. Şebnem KUŞVURAN
Prof. Dr. Yüksel TÜZEL
Doç. Dr. Adnan UĞUR
Doç. Dr. Aylin KABAŞ
Doç. Dr. Bekir Bülent ARPACI
Doç. Dr. Funda ATİLLA
Doç. Dr. H. Filiz BOYACI
Doç. Dr. Hakan BAŞAK
Doç. Dr. Musa SEYMEN
Doç. Dr. Özlem ALAN
Doç. Dr. Sevinç KIRAN
Doç. Dr. Süleyman KAVAK
Dr. Öğr. Üy. Ömer Faruk COŞKUN
Dr. Tansel KAYGISIZ AŞÇIOĞUL
Dr. Yaprak KANTOĞLU

BAHÇE

ISSN 1300-8943 E-ISSN 2791-6375

YIL : 2022 CİLT : 51 Özel Sayı : 1
YEAR : 2022 VOL : 51 Special Ed. : 1

ATATÜRK BAHÇE KÜLTÜRLERİ MERKEZ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

Mayıs ve Kasım aylarında olmak üzere yılda iki sayı yayınlanır.

Hakemli bilimsel bir dergidir.

ULAKBİM Yaşam Bilimleri Veri Tabanında dizinlenmektedir.

CAB International, Horticultural Science'a kayıtlıdır.

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

Dergideki makalelerdeki bilgi ve görüşler kaynak gösterilerek kullanılabilir.

Dergiye gönderilen yazılar yayınlansın ya da yayınlanmasın iade edilmez.

Yazıların her türlü sorumluluğu yazarlarına aittir.

Yazarlara telif hakkı ödenmez.

Dizgi ve Baskı

Bu bilimsel dergi "XIII. Sebze Tarımı Sempozyumu Özel Sayı Yayın Kurulu" tarafından yayına hazırlanmış ve Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü tarafından "https://dergipark.org.tr/tr/pub/bahce" web adresinde yayınlanmıştır.

JOURNAL OF ATATÜRK HORTICULTURAL CENTRAL RESEARCH INSTITUTE

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

It is indexed in CAB International and ULAKBIM.

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

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

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

No financial Grant for copyright is payable to the contributor.

Press

Atatürk Horticultural Central Research Institute, Yalova/TURKEY

İÇİNDEKİLER / *CONTENTS*

Sayfa / *Page*

Trakya Bölgesinde Yetiştirilen Acı Biber Meyvelerinde Kapsaisin ve Bazı Biyokimyasal Maddelerin Belirlenmesi
Determination of Capsaicin Amount and Some Biochemical Substances in Hot Pepper Fruits Grown in Thrace Region
Murat DEVECİ, Ali KARA.....1

Bazı Yabani Patlıcan Türlerinin Diyarbakır Koşullarına Adaptasyonunun Belirlenmesi
Determination of Adaptation of Some Wild Eggplant Species to Diyarbakir Conditions
Edip ALAS, Gölgen Bahar ÖZTEKİN 8

Yeni Üçburun Biberi Çeşitleri 'Bayraktar' ve 'Brezza'
New Üçburun Pepper Varieties 'Bayraktar' and 'Brezza'
Tansel KAYGISIZ AŞÇIOĞUL, İbrahim DUMAN, Eftal DÜZYAMAN, Mehmet Kadri BOZOKALFA, Tuncay AFACAN 19

Biberde Koltuk Tomurcuklarına Yapılan Kolhisin Uygulamalarının Poliploidi Oluşumu Üzerine Etkisi
The Effect of Colchicine Applications on Axillary Buds in Pepper on the Formation of Polyploidy
Ayşegül ERTUNÇ MATUR, Kenan SÖNMEZ, Büşra YAPICI, Süleyman KAVAK, Şeküre Şebnem ELLİALTIOĞLU 25

Patlıcanda Türler Arası Melezlemeden Geliştirilen Açılım Popülasyonunda Kuraklığa Tolerant Bireylerin Seçimi
Selection of Drought Tolerant Individuals in Segregating Populations Generated by Interspecific Cross in Eggplant
Esra CEBECİ, Hatice Filiz BOYACI, Sevinç KIRAN, Şeküre Şebnem ELLİALTIOĞLU.....35

Patlıcanda Kök-Ur Nematodu *Meloidogyne incognita*'ya Karşı Dayanıklılık Kaynaklarının Araştırılması
Investigation of Resistance Sources against Root-Knot Nematode Meloidogyne incognita in Eggplant
Selda ÇALIŞKAN, Hatice Filiz BOYACI, Esra CEBECİ, Atilla ATA, Şeküre Şebnem ELLİALTIOĞLU 43

Patlıcanda Toprak Kökenli Fungal Etmenlere Karşı Çoklu Dayanıklılık Geliştirmek İçin Gen Piramitleme Çalışmaları
Gene Pyramiding Studies to Develop Multiple Resistances against Soilborne Fungi in Eggplant
Hatice Filiz BOYACI, Emine GÜMRÜKÇÜ, Esra CEBECİ, Volkan TOPÇU, Aytül YILDIRIM, Şeküre Şebnem ELLİALTIOĞLU.....49

Hibrit Domates (*Solanum lycopersicum* L.) Islahında Yüksek Verimli Kombinasyonların Oluşturulması
Development of High Yielded Combinations in Hybrid Tomato (Solanum lycopersicum L.) Breeding
İbrahim ÇELİK, Serkan AYDIN, Halim Can KAYIKÇİ, Abdullah ÜNLÜ 58

Bazı Melez Süs Biberlerinin Çıkış ve Erken Fide Dönemi Özelliklerinin Ebeveyn Genotiplerle Karşılaştırılması
A Comparison of Emergence and Early Seedling Traits of Some Hybrid Ornamental Peppers with Parent Genotypes
Seher TOPRAK, Kübra ÖZMEN, Ömer Faruk COŞKUN, Kazım MAVİ 67

Domateste “Marker Destekli Islah (Mas)”
“Marker Assisted Selection (Mas)” in Tomato Breeding
Cansu ŞİMŞEK, Duran ŞİMŞEK, Nedim MUTLU, Gamze ÇİÇEK, Dilşan BOYLU.....73

Akdeniz Havzasından Toplanan Yerel Domates Genotiplerinin SSR Markörlerine Dayalı Moleküler Karakterizasyonu
Molecular Characterization Based on SSR Markers of Local Tomato Genotypes Collected from the Mediterranean Basin
Tunç DURDU, Yüksel TÜZEL, Tansel KAYGISIZ AŞÇIOĞUL.....79

Biberde (*Capsicum annuum* L.) Farklı Yöntemlerin Mikrospor Embriyogenesis Üzerine Etkisi
Effects of Different Methods on Microspore Embryogenesis in Pepper (Capsicum annuum L.)
Buse ÖZDEMİR ÇELİK, Ahmet Naci ONUS 85

Türkiye Florasında Bulunan Bazı Kuşkonmaz Türlerinin Tohumlarının Çimlenme ve Fide Çıkışlarının İncelenmesi
Investigation of the Seed Growth and Seedling Output of Some Asparagus Species in the Flora of Turkey
Mehmet ŞİMŞEK, İbrahim DUMAN 95

Biber (*Capsicum annuum* L.) Tohumlarında Farklı Priming Uygulamalarının Fide Kalitesine Etkileri
The Effects of Different Priming Applications on Seedless Quality in Pepper (Capsicum annuum L.) Seeds
İrem BİÇER, Hayriye Yıldız DAŞGAN 100

Farklı Fizyolojik Yaşlarda Hasat Edilen Domates Tohumlarının Canlılığı Üzerine Bazı Kurutma Yöntemleri ve Hasat Sonrası Olgunlaştırmanın Etkisi
The Effect of Some Drying Methods and Post-Harvest Maturation on the Viability of Tomato Seeds Harvested at Different Physiological Ages
Yasemin ÇELİK, Burcu Begüm KENANOĞLU, Eren ÖZDEN 106

Nanopriming Uygulamalarının Kavun (*Cucumis melo* L.) Tohumlarında Çıkış ve Fide Kalitesine Etkisi
The Effect of Nanopriming Treatments on Emergence and Seedling Quality in Melon (Cucumis melo L.)
Kübra ÖZMEN, Seher TOPRAK, Ömer Faruk COŞKUN, Bünyamin ŞAHİN, Kazım MAVİ 117

Organik Priming Uygulamalarının Marul ve Soğan Tohumlarının Çimlenme Özelliklerine Etkileri
The Effects of Organic Priming Applications on the Germination Characteristic of Lettuce and Onion Seeds
Teslime TIRAK, İbrahim DUMAN, Merve DEMİRKES 123

Kavunda Fusarium Solgunluğu Hastalığına (Fom-1 ve Fom-2) Dayanım Düzeyinin Belirlenmesi
Determination of Resistance Level to Fusarium Wilt Disease (Fom-1 and Fom-2) in Melons
Necibe KAYAK, Mehmet Akif YAŞAR, Abdurrahman YAŞAR, Önder TÜRKMEN.....133

Biber ve Patlıcanda Katlanmış Haploidi Teknolojisi ile Elde Edilen Saf Hatlarda Moleküler Yöntemlerle Heterotik Grupların Oluşturulması
Construction of Heterotic Groups with Molecular Methods in Pure Lines Obtained by Doubled Haploid Technology in Pepper and Eggplant
Ergün DOĞANGÜZEL, Merve Arefe YİĞİT, Ayşe ŞEKER, Fatma Nur ALTINDAĞ, Şeküre Şebnem ELLİALTIOĞLU, Nuray ÇÖMLEKÇİOĞLU 137

Biber Çeşitlerinde Domates Lekeli Solgunluk Virüsü'ne Karşı Dayanıklılık Geninin Moleküler Olarak Belirlenmesi ve Klasik Testlemeler ile Karşılaştırılması
Molecular Determination of the Tomato Spot Wild Virus Resistance Gene in Pepper Varieties and Comparison with Classic Tests
Hande Nur ALBEZİRGAN, Mesut NAR, Hakan FİDAN.....146

Tomato Brown Rugose Fruit Virus (ToBRFV) Hastalığına Tolerantlı Domates Hatlarının Belirlenmesi
Development Project of Tolerant Tomato Lines Against to Tomato Brown Rugose Fruit Virus (ToBRFV) Disease
Damla ULUSOY, Serkan KASAPOĞLU, Hakan FİDAN.....150

Farklı Olum Dönemlerinde Hasat Edilen Domates Meyvelerinde Metil Jasmonat Uygulamalarının Raf Ömrüne Olan Etkilerinin Belirlenmesi
Impacts of Methyl Jasmonate Treatments on Quality Characteristics of Tomato Fruit Harvested at Different Maturity Level during Shelf Life
Adnan UĞUR, Andaç Kutay SAKA, Harun ÖZER, Burhan ÖZTÜRK 154

Sebzelerin Süs Bitkileri Olarak Kullanımı
The Usage of Vegetables as Ornamental Plants
Gülden HASPOLAT.....162

Maya Ekstraktı & Lactobacillus Acidophilus Fermantasyon Ürününün Tuz Stresi Altındaki Domates Bitkilerinde (*Solanum lycopersicum* L.) Katalaz (Cat) ve Peroksidaz (Pox) Aktiviteleri ve Klorofil Floresansına Etkileri
The Effects of Yeast Extract & Fermentation Product of Lactobacillus Acidophilus on the Catalase (Cat), Peroxidase Activities (Pox) and Chlorophyll Fluorescence in Tomato (Solanum lycopersicum L.) Under Salt Stress
Necip TOSUN, Asuman SAĞLAM 173

Domateste Kuraklık Stresinin Bazı Fizyolojik Parametrelere Etkisi
The Effect of Drought Stress on Some Physiological Parameters in Tomato
Sultan DERE, Hayriye Yıldız DAŞGAN 180

Farklı Sebze Türleri Fidelerinin Yaprak Bitki Besin Elementi Düzeylerinin Belirlenmesi
Determination of Leaf Plant Nutrition Element Levels of Seedlings Different Vegetable Species
Mahmut TEPECİK, Ali Rıza ONGUN, Ahmet Ege ÖZERCAN, Meleknaz ÖZAYDIN 197

Saksıda Roka Yetiştiriciliğinde Bitki Sıklığının Etkisi
Effects of Plant Densities on Rocket Cultivation in Pots
Özgün ÜNAY, Mahmut TEPECİK, Ayşe GÜL.....204

Domates Yetiştiriciliğinde Bazı Organik Gübrelerin İlavesiyle Kimyasal Gübre Kullanımının Azaltılmasının Büyüme, Kalite ve Verim Özellikleri Üzerine Etkisi
The Effect of Reducing the Use of Chemical Fertilizer on Growth, Quality and Production Features in Tomato Growing with Some Organic Fertilizers
Özlem ALTUNTAŞ, Rabia KÜÇÜK, Enes Efendi YILMAZ.....208

Potasyum (K) Çözücü Bakteri (*Frateuria aurantia*) İçerikli Mikrobiyal Gübre Uygulamalarının Salata (*Lactuca sativa*) Kimi Büyüme, Kalite ve Verim Özelliklerine Etkisi
The Effects of Microbial Fertilizer Containing Potassium (K) Solubilizing Bacteria Treatments on Some Growth, Quality, and Yield Characteristics of Lettuce (Lactuca sativa)
Neriman Tuba BARLAS 214

Bazı Yararlı Bakteri Türlerinin Kırkağaç Kavununda Bitki Gelişimi ve Verimi Üzerine Etkileri
The Effects of Some Beneficial Bacterial Species on Plant Development and Production in Kırkağaç Melon
Özlem ALTUNTAŞ, Canan KARAKUŞ KARAMAN 220

Ön Bitki Olarak Kullanılacak Bitki Türlerinin Sanayi Domatesi Üretiminde Verim ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi
Determination of Pre-Plant Cultivation on Yield and Quality Properties of Processing Tomato Production
Tansel KAYGISIZ AŞÇIOĞUL, Mehmet Kadri BOZOKALFA, İbrahim DUMAN, Ömer Lütfü ELMACI, Hüseyin Hüsnü KAYIKÇIOĞLU, Necip TOSUN, Süleyman TÜRKSEVEN..... 226

Bazı Yerel Karpuz Genotiplerinin Organik Tarım Koşullarındaki Morfolojik ve Fizyolojik Özelliklerinin Karşılaştırılması
Comparison of the Morphological and Physiological Properties of Some Local Watermelon Genotypes under Organic Agriculture Conditions
Cihad Said ALP, İbrahim DUMAN 236

Vermikompost ve Karaisopod (*Porcellio laevis*) Gübre İlave Edilmiş Yetiştirme Ortamında Bazı Kimyasal Özelliklerin Değişimi
Change of Some Chemical Properties in Growing Media Added Vermicompost and Terrestrial Isopod (Porcellio laevis) Fertilizer
Levent ARIN, Hilal DİNÇSOY 244

Aquaponik Sistemi ile Taze Fasulye Yetiştiriciliğinde Mikroalg (*Chlorella vulgaris*) Kullanımı
Use of Microalg (Chlorella vulgaris) in Fresh Bean Growing with Aquaponic System
Boran İKİZ, Hayriye Yıldız DAŞGAN 251

Trichoderma harzianum Uygulamasının Marulda Fide Kalitesine Etkileri
Effects of Trichoderma harzianum Application on Seedling Quality in Lettuce
Gölgen Bahar ÖZTEKİN, Orkun İKİZ..... 257

Yüzen Su Kültüründe Maydanoz (*Petroselinum crispum*) Üretiminde Farklı Besin Solüsyonu Konsantrasyonlarının Etkileri
The Effects of Different Nutrient Solution Concentrations on Parsley (Petroselinum crispum) Production in Floating Culture
Esra OKUDUR, Yüksel TÜZEL 267

Türkiye ve Diyarbakır Örtüaltı Potansiyelinin Karşılaştırılması
Comparison the Greenhouse Potential of Turkey and Diyarbakir
Vedat PİRİNÇ, Erhan AKALP..... 273

Yeni ve Tekrar Kullanılan Perlitin Kıvırcık Salata Yetiştiriciliğine Etkileri
Effects of New and Reused Perlite on Lettuce Cultivation
Buse KARAYEL, Özgün ÜNAY, Ayşe GÜL 281

Bor ve Salisilik Asit Uygulamalarının Acı ve Tatlı Kıl Biberde Verim, Meyve Kalitesi ve Biyokimyasal İçerikler Üzerine Etkileri
The Effects of Boron and Salicylic Acid Applications on Yield, Fruit Quality and Biochemical Contents
Adnan UĞUR, Andaç Kutay SAKA 286

Kapya Biberi Gen Havuzunda Anter Kültürü Yoluyla Haploid Embriyo Elde Edilmesinde Genotip Etkisi
Genotype Effect on Obtaining Haploid Embryos by Anther Culture in Capia Pepper Gene Pool
Ezgi GÜRSOY, Beyza Nur YILDIZ, Büşra YAPICI, Şeküre Şebnem ELLİALTIOĞLU.....294

Marulda Farklı Azot ve Çinko Dozlarının Verim ve Kaliteye Etkileri
The Effects of Different Nitrogen and Zinc Doses on Yield and Quality in Lettuce
Adnan UĞUR, Andaç Kutay SAKA, Ufuk UÇAN 300

İklim Değişikliğinin Sebze Üretimi Üzerine Etkileri ve Buna Karşı Adaptasyon Stratejilerinin Değerlendirilmesi
Effects of Climate Change on Vegetable Production and Evaluation of Adaptation Strategies
Aygül DAYAN, Ceren Ayşe BAYRAM.....310

Bitkisel Üretimde Yapay Işık Kaynaklarının Kullanımı
Artificial Lighting in Vegetable Production
Batuhan IRMAK, Yüksel TÜZEL 322

Bazı Yerel Enginar Çeşitlerinin Döllenme Biyolojileri ve Tohum Verimleri Üzerinde Araştırmalar
Researchs on Reproductive Biology and Seed Yield of Some Domestic Artichoke Varieties
Ateş TEKDAL, Eftal DÜZYAMAN.....329

Katlanmış Diploid Biberlerde Morfolojik, Sitolojik ve DNA Miktarına Göre Yapılan İnceleme Sonuçlarının Karşılaştırılması
Comparison of The Examination Results According to Morphological, Cytological and DNA Amount in Doubled Diploid Peppers
Büşra YAPICI, Emre İPEK, Süleyman KAVAK, Beyza Nur YILDIZ, Şeküre Şebnem ELLİALTIOĞLU 337

Yüzen Su Kültüründe Ispanak (*Spinacia oleracea* L.) Üretiminde İki Farklı Besin Solüsyonu Uygulamasının Etkileri
The Effects of Two Different Nutrient Solutions on Spinach (Spinacia oleracea L.) Production in Floating Culture
Esra OKUDUR, Zeynep KAÇAR 347

MicroRNA'ların Domates Bitkisinde Abiyotik Stres Faktörlerine Karşı Tolerantlığa Etkisi
The Effects of MicroRNAs on Tolerance of Abiotic Stress Factors in Tomato Plant
Halim Can KAYIKÇİ, Adem KABA, İnanç SOYLU, Nedim MUTLU 353

Aday Domates Çeşitlerinde Verim ve Bazı Morfolojik Özelliklerin Belirlenmesi
Determination of Yield and Some Morphological Traits in Candidate Tomato Varieties
İbrahim ÇELİK, Serkan AYDIN, Halim Can KAYIKÇİ, Abdullah ÜNLÜ 358

Soğan Tohumlarında Tohum Gücünün Belirlenmesinde Radisil Çıkış Testinin Kullanımı Üzerine Bir Araştırma
A Research on Using the Radicle Emergence Test to Determine Seed Vigour in Onion Seed Lots
İlkay DİNÇ, Özlem ALAN 365

Marul (*Lactuca sativa* L.) Polenlerinin Canlılık Oranları Üzerinde Saklama Koşulları ve Süresinin Etkileri
Effects of Storage Conditions and Time on Vitality of Lettuce (Lactuca sativa L.) Pollens
Şahan TEZCAN, Kenan SÖNMEZ, Ayşe ŞEKER, Şeküre Şebnem ELLİALTIOĞLU 372

Değişik Vejetasyon Dönemlerinde Uygulanan Farklı Tuz Konsantrasyonuna Sahip Sulama Sularının Alabaşta Büyüme ve Gelişmeye Olan Etkileri
The Effects of Irrigation Waters with Different Salt Concentrations Applied in Different Vegetation Periods on the Growth and Development of Kohlrabi
Murat DEVECİ, Sena GÜRKAN.....379

Sel Baskını Stresi Şartlarında Soğana Uygulanan Glisin Betain ve Prolin Uygulamalarının Besin Elementi İçeriklerine Etkisi
The Effect of Glycine Betaine and Proline Applications on Nutritional Contents in Flooding Stress Conditions
Abdullah Şamil ŞAHİN, Ömer Burak TANRIVERDİ, Musa SEYMEN.....390

Kültür Mantarında (*Agaricus bisporus* L.) Sıvı Solucan Gübresinin Farklı Uygulama Zamanları ve Dozlarının Verim Üzerine Etkileri
The Effects of Different Application Times and Doses of Liquid Vermicompost on Yield in Cultivated Mushroom (Agaricus bisporus L.)
Necdettin SAĞLAM, Kadriye EROĞLU.....396

Humik-Fulvik Asit ile Amino Asitin Kıvırcık Yapraklı Baş Salatanın Verim ve Kalitesi Üzerine Etkisi
The Effect of Humic-Fulvic Acid and Amino Acid on the Yield and Quality of Curly Leaf Head Salad
Necdettin SAĞLAM, Yusuf ASLAN.....403

Bazı Ticari Sebze Türlerinin Fide Gelişimi Üzerine Farklı Vermikompost Oranlarının Etkileri
Effects of Different Vermicompost Ratios on Seedling Growth of Some Commercial Vegetable Species
Osman Nuri ÖCALAN, Necdettin SAĞLAM.....410

Biber Bitkilerini Enfekte Eden Tobamovirüsler'in Simptomatolojisi ve L4 Genini Tanılayan Farklı Markırlar ile Realtıme PCR Sonuçlarının Karşılaştırılması
Symptomatology of Tobamoviruses Infecting Pepper Plants and The Comparison of Realtime PCR Results with Different Markers Diagnosing the L4 Gene
Pelin SARIKAYA, Tuğba TOKSÖZ, Sevgül ÇOBAN, Hakan FİDAN 420

Kentsel Tarım: Tarihten Günümüze İzmir Örnekleri
Urban Agriculture: Examples of Izmir from History to Present
Çiğdem Asiye ARTIK, Yüksel TÜZEL, Pelin TOPÇU 425

Türkiye Patlıcan Üretiminin Mevcut Durumu
Recent Situation of Eggplant Production in Turkey
Edip ALAS, Gölgen Bahar ÖZTEKİN, Hatice Filiz BOYACI.....435

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 1–7 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

TRAKYA BÖLGESİNDE YETİŞTİRİLEN ACI BİBER MEYVELERİNDE KAPSAİSİN VE BAZI BİYOKİMYASAL MADDELERİN BELİRLENMESİ

Murat DEVECİ[1], Ali KARA[2]*

[1]Prof. Dr., Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tekirdağ; ORCID: 0000-0003-3675-9062
[2]Zir. Yük. Müh., Tekirdağ Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü, Tekirdağ; ORCID: 0000-0002-2095-5825

ÖZ

Bu çalışma, Trakya bölgesinde farklı illerde ekimi yapılan acı sivri tipteki biber çeşidinde acılık oranlarının bölgesel farklılık durumunun biber meyve analizleri ile belirlenmesi amacı ile yapılmıştır. Bu amaç ile Tekirdağ, Kırklareli ve Edirne İllerinde ekimi yapılan aynı çeşit acı sivri biber parsellerinden alınmış olan biber meyve örneklerinde kapsaisin klorofil ve karotenoid analizleri yapılmıştır. Yapılan analizlerin sonuçları ile meyvede yapılan kapsaisin analizi ve diğer analiz sonuçları karşılaştırılmıştır. İncelemesi yapılan çalışma alanları arasındaki ortam koşullarının aynı biber çeşidi üzerinde değişim oranları tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu bakımdan araştırmamız Trakya bölgesinde ve ülkemizde bu amaçla yapılan ilk çalışma örneğini teşkil etmektedir. Araştırma sonuçlarına göre, Trakya bölgesinin 3 farklı ilinde yetiştirilen aynı çeşide ait biber meyve örnekleri, numune alınan lokasyonlar ve tarihlerin veri ortalamaları değerlendirildiğinde en yüksek veriyi veren iller; kapsaisin 97.40 ppm ile Kırklareli, toplam klorofil 122.78 mg ile Tekirdağ, Klorofil a 86.58 mg, Klorofil b 38.39 mg, karotenoid 25.59 mg ile Kırklareli, renk L değeri 59.39 ile Kırklareli'nde gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Trakya, biber, kapsaisin, acılık oranı

DETERMINATION OF CAPSAICIN AMOUNT AND SOME BIOCHEMICAL SUBSTANCES IN HOT PEPPER FRUITS GROWN IN THRACE REGION

ABSTRACT

This study was carried out with the aim of determining the regional differences in the bitterness ratios of the hot pointed type pepper cultivar cultivated in different provinces in the Thrace region by pepper fruit analysis. For this purpose, capsaicin, chlorophyll and carotenoid analyzes were carried out on pepper fruit samples taken from the same kind of hot pepper plots cultivated in Tekirdağ, Kırklareli and Edirne provinces. The results of the analyzes were compared with the results of the capsaicin analysis and other analyzes made in the fruit. It was tried to determine the change rates of the ambient conditions between the studied study areas on the same pepper variety. In this respect, our research constitutes the first example of a study conducted for this purpose in the Thrace region and in our country. According to the results of the research, when the data averages of the pepper fruit samples of the same variety grown in 3 different provinces of the Thrace region, the sampling locations and the dates are evaluated, the provinces that give the highest data are; Kırklareli with capsaicin 97.40 ppm, Tekirdağ with total chlorophyll 122.78 mg, chlorophyll It was observed in Kırklareli with an 86.58 mg, Chlorophyll b 38.39 mg, carotenoid 25.59 mg.

Keywords: Thrace, pepper, capsaicin, bitterness

GİRİŞ

Biber, Türkiye'de yaygın olarak üretilen sebzelerden biri olup birçok varyetesi bulunan bir bitkidir. Biberin olgunlaşmamış veya olgun meyveleri taze veya işlenmiş olarak çeşitli şekillerde tüketilmektedir [1].

Patlıcangiller familyasının bir üyesi olan biber bitkisinin anavatanının tropikal Amerika olduğu, buradan da dünyaya yayıldığı kabul edilmektedir. Çeşitli tür ve formlarının orijin merkezi Tropik Güney Amerika, özellikle Brezilya'dır. Biber önce İspanya'dan 1548 yılında İngiltere'ye, daha sonra orta Avrupa ve diğer Avrupa ülkelerine girmiştir. Balkan ülkelerinden sonra orta ve kuzey Afrika ülkelerine Türkler aracılığı ile götürülmüştür [2].

Biberde acılık kantitatif kalıtımdır. Birçok gen ve çevre faktörlerinden etkilenebilmektedir. Acılık derecesi, *Capsicum* tür ve çeşidine bağlıdır ve meyvenin gelişim evresi gibi farklı etmenlerden etkilenmektedir [3]. Acılık Scovill Heat Units (SHU) ya da mg/L kapsaisin olarak sınıflandırılmaktadır [4].

Kapsaisinoidlerin sentezlendiği ve biriktiği yerler meyvenin plasentasıdır. *Capsicum* türleri, kuru

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*: ali.kara@tarimorman.gov.tr
Bu makale Ali KARA'nın Yüksek Lisans Tezinden üretilmiştir.

madde bazında 0.22-20.00 mg kapsaisinoid içerir. *Capsicum* türlerinin meyvelerindeki kapsaisinoidler, genotipe, gelişme dönemine ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak farklı miktarlarda bulunur. Kimyasal formülü $C_{18}H_{27}O_3$ olan proalkaloid bir maddedir. Saf bir madde olmayıp, bazı amidlerin karışımı halindedir [2]. Kapsaisin güçlü bir alkoloid olup soğuğa ve sıcağa karşı dirençlidir, biber pişirildiğinde ve dondurulduğunda aktivitesini kaybetmez [5].

Kapsaisin; *Solanaceae* familyasının, *Capsicum annum* türü olan acı biberlerden elde edilir. Biber Güney Amerika kökenli olup; hemen hemen dünyanın her tarafına yayılmıştır. Kapsaisin *Capsicum* türlerinde çoğunlukla meyvede bulunan ana acılık bileşenidir. Acılık kalıtsal bir özellik olup kültürel uygulamalar ve çevresel faktörlerden de etkilenebilmektedir. Kapsaisin baharat ve lezzet verici olmasının yanında farmakolojik ve fizyolojik etkileri nedeniyle medikal ve tedavi amaçlı kullanılmaktadır. Kapsaisinden organik tarımda böcek ve akar gibi zararlılar için uzaklaştırıcı özelliğinin yanında bazı patojenik mantar ve bakterilere karşıda yararlanılmaktadır [6].

Gıda alanında kapsaisin, çoğunlukla doğal tatlandırıcı olarak kullanılmaktadır. Genellikle tatlandırıcı olarak kullanımdaki amaç ise gıdalarda doğal bir acı hissi oluşturmasıdır. Gıda sektöründe sıklıkla kullanılan kapsaisin maddesi özellikle acı lezzetleri seven kişilerin tercih ettiği gıdalarda ekstra acılık vermek amacıyla da kullanılmaktadır. Ayrıca sanayi hammaddesi olarak da başta konserve, salça, turşu, acı sos, işlenmiş et ürünlerinde kurutulmuş, toz ve pul biber şeklinde de kullanılmaktadır [7]. Geçmiş zamanlarda da acı biberler çok farklı şekillerde kullanılma alanı bulmuştur. Keskin acı özelliğinin olması ilk olarak ve çoğunlukla kullanım sebebi olmuştur. Şili biberlerinden gıdalarda tat verici olarak kullanımı ile beraber, yine gıdaların muhafazasında, gıdalarda bozulmayla meydana gelen kötü tat ve kokuları gidermek içinde eski uygarlıklar tarafından istifade edildiği bildirilmektedir. Acı biberler zamanla tıbbi amaçla da kullanılmış ve ilaç olarak çeşitli bitkilerle de [8, 9]. Acı biberlerin Amerikan yerlileri tarafından işgalcilere karşı savunma amacı ile bu biber dumanından faydalandıkları bildirilmektedir [10].

Sağlık alanında kapsaisin maddesi lokal bir analjezik olarak kullanılmakta ayrıca yakı adı verilen ve tüm dünyada da sıklıkla kullanılan eski bir tedavi yöntemi olan ve ağrıları gidermeye yardımcı olan, sıcak pflasterler yapımında etken madde olarak yararlanılmaktadır.

Karotenoid içeren meyve ve sebze tüketiminin insanlarda kanseri önleyici etkisi olduğu çoğu epidemiyolojik çalışmalarda gösterilmiştir [11].

Kırmızı biberlerdeki kapsaisinoid miktarının, çeşit farklılığı, olgunluk ve bitki gelişimi süresince etkili olan çevre koşullarından; ışık, toprak, nem, gübreleme, sıcaklık vb. ile değiştiği bildirilmektedir [12].

Ülkemizde çokça üretilen biber özellikle Doğu ve Güneydoğu Anadolu'da önde gelen gıda ürünlerinden biridir. Literatürlerde biberin insan sağlığı üzerindeki faydalarını gösteren birçok araştırma mevcut olmasına rağmen, ülkemizde bu konudaki araştırmalar yetersizdir ve dolayısı ile de bu konu ile ilgili makale sayısı da azdır. Literatür taramalarında, Uzakdoğu ve Batılı araştırmacıların bu konuda daha fazla araştırmaya yer verdikleri görülmektedir.

Bu çalışmada Trakya bölgesini temsil edebilecek noktalarda, farklı tarihlerde elde edilen acı sivri biber meyvelerinde kapsaisin ve bazı biyokimyasal madde miktarlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Acı tipteki biber üzerine Trakya bölgesinin 3 farklı ilinde yaptığımız çalışmamız ile kapsaisin oranlarının belirlenmesi konulu araştırmamız ülkemizde de bir ilk olmaktadır.

MATERYAL VE METOT

Bu araştırmada materyal olarak Tekirdağ'da yetiştiriciliği yapılan yöresel adı ile İstanbul Sivrisi olarak bilinen acı sivri tipteki biber çeşidi kullanılmıştır.

Bu amaçla Trakya Bölgesini temsil edebilecek iller olan Tekirdağ, Kırklareli ve Edirne'deki biber üreticisi çiftçilere ulaşılarak seçilen acı biber çeşidinin de yetiştirilmesi sağlanmıştır. Araştırma, Tekirdağ Süleymanpaşa ilçesi Nusratlı Mahallesi, Kırklareli merkez Kavaklı köyü, Edirne ili merkez Karaağaç mahallesi olmak üzere 3 ilde 4 tekerrürlü olarak 12 parselde yürütülmüş ve 3 farklı tarihte numune alınmıştır.

Fide elde etmek için tohum ekimi yapılmış ve aynı zamanda da dikim yapılacak araziden toprak örnekleri alınarak analizleri yapılmış (Çizelge 1) ve bu analizlere göre biber yetiştiriciliği için 3 lokasyonda bitki besin elementlerince uygun hale getirilmiştir [2]. Aynı zamanda üretim dönemi boyunca 3 lokasyonun iklim verileri toplanmıştır (Çizelge 2).

Sebze dikilecek arazilere taban gübresi olarak 20-20-0 gübresi kullanılmıştır. Dikim yapılan arazilerin topraktaki besin elementleri biber yetiştiriciliği için uygun miktarlarda olduğu görülmüştür. Araziye dikim zamanı gelen fideler belirtilen illere 4'er parsel şeklinde ve her parselde 15 bitki toplamda da 180 adet biber dikimi yapılarak deneme kurulmuştur.

Denemede belirtilen illerden; Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında hasat olgunluğuna ulaşan biber meyveleri parsel başına 500 g olarak toplanmıştır. Biberler alındıktan sonra nem kaybı ve muhafaza süresini korumak amacı ile kilitli numune poşetlerinde ve buzdolabında +4°C'de muhafaza edilmiş ve hızlı bir şekilde analize alınmışlardır.

Denemeden elde edilen verilerin istatistiki analizleri MSTAT versiyon 3.00/EM paket programı kullanımıyla yapılmıştır. Ortalamalar iki faktörlü tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Önemli bulunan farklılıklar için LSD kontrol yöntemiyle farklılığı oluşturulan gruplar tespit edilmiştir.

Biber meyvesinde kapsaisin analizinin yapılması: Kapsaisin analizleri HPLC cihazı kullanılarak gerçekleştirildi. Yüksek Performanslı Sıvı Kromotografisi (HPLC) bir sıvıda çözünmüş bileşenlerin, bir kolon içerisinde bulunan genellikle katı bir destek üzerindeki sabit faz ile değişik etkileşimlere girmesi, kolon içinde değişik hızlarla hareket etmeleri sonucu, farklı zamanlarda bileşenlerin kolonu terk ederek birbirlerinden ayrılması temeline dayanır [13].

Biber meyvesinde klorofil ve karatenoid analizlerinin yapılması: Klorofil ve karotenoid konsantrasyonu Arnon [14]'a göre belirlenmiştir. Bitkilerin taze meyve örnekleri 15 ml %80'lik (hacim/hacim) asetonla homojenize edilerek beyaz bant filtre kâğıdı kullanılarak filtre edildi. Elde edilen ekstraksiyonda absorbans değerleri U.V. spektrofotometresinde 652 nm' de toplam klorofil, 663 nm'de Klorofil a, 645 nm'de Klorofil b ve 470 nm'de karotenoid miktarları ölçülmüştür. Hesaplamalar Lichtenthaler ve Wellburn [15] tarafından aşağıda verilen formüllere göre yapıldı.

Toplam Klorofil = $A_{652} \times 27.8$ / mg örnek ağırlığı

Klorofil a (Kl a) = $(11.75 \times A_{663} - 2.35 \times A_{645}) \times 20$ / mg örnek ağırlığı

Klorofil b (Kl b) = $(18.61 \times A_{645} - 3.96 \times A_{663}) \times 20$ / mg örnek ağırlığı

Karotenoid = $(1000 \times A_{470} - 2.27 \times Kla - 81.4 \times Klb) /227) \times 20$ / mg örnek ağırlığı

Çizelge 1. Toprak örneklerine ait bilgiler ve analiz sonuçları

Table 1. Information on soil samples and analysis results

	Tekirdağ (Süleymanpaşa, Nusratlı, Arkaltı)	Kırklareli (Merkez, Kavaklı, Balık Sırtı)	Edirne (Merkez, Karaağaç, Söğüt Alçağı)
Derinlik (cm) / *Depth*	0-30	0-30	0-30
İşba (%) / *Texture*	42	40	49
pH	5.85	6.17	6.62
Toplam tuz (%) *Total salt (%)*	0.03	0.01	0.04
Kireç $CaCO_3$ (%) *Lime $CaCO_3$ (%)*	0.79	0.4	Eser
Organik madde (%) *Organic matter (%)*	1.03	0.85	1.56
Yarayışlı P_2O_5 (kg/da) *Useful P_2O_5 (kg/da)*	13.66	10.14	12.89
Yarayışlı K_2O (kg/da) *Useful K_2O (kg/da)*	68.93	32.68	46.35

Çizelge.2. Araştırma alanları iklim verileri. (https://mgm.gov.tr/)

Table.2. Research areas climate data (https://mgm.gov.tr/)

	Temmuz / *July*			Ağustos / *August*			Eylül / *September*			Yıllık / *Annual*		
	Tekirdağ	Edirne	Kırklareli	Tekirdağ	Edirne	Kırklareli	Tekirdağ	Edirne	Kırklareli	Tekirdağ	Edirne	Kırklareli
Ortalama sıcaklık (°C) *Average temperature (°C)*	24.40	25.30	24.60	24.80	25.40	24.60	20.70	20.60	19.90	14.50	14.20	13.80
Ortalama en yüksek sıcaklık (°C) *Average maximum temperature (°C)*	28.70	32.70	31.30	29.10	33.10	31.50	25.10	27.90	26.60	18.50	20.40	19.40
Ortalama en düşük sıcaklık (°C) *Average minimum temperature (°C)*	19.80	18.20	18.40	20.50	18.30	18.60	16.70	14.20	14.50	10.90	8.90	9.20
Ortalama güneşlenme (saat) *Average sunbathing (hours)*	9.60	9.30	8.60	8.70	9.00	8.60	6.90	6.60	6.30	5.70	5.50	5.30
Ortalama yağışlı gün sayısı *Average number of rainy days*	3.87	6.47	5.67	3.00	4.57	3.67	6.17	6.40	5.70	109.00	112.30	102.80
Aylık toplam yağış ortalaması (mm) *Monthly total rainfall average (mm)*	28.50	39.60	34.20	16.40	24.00	19.10	45.70	39.20	39.90	601.10	625.20	585.80

BULGULAR VE TARTIŞMA

Kapsaisin Miktarı (ppm)

Denemede yer alan acı sivri biber çeşidinin farklı bölgelerden alınan örneklerinde lokasyon ve zaman ana etkeninin kapsaisin oranına etkileri ve LSD testi grupları Çizelge 3 ve Şekil 1'de gösterilmiştir.

Denemede hasat edilen acı biber meyvelerinde, kapsaisin oranları bakımından ele alınan bitki gruplarının incelenmesi sonucunda bölgeler arasında fark istatistiksel olarak (%1) önemli bulunmuştur.

Üç aylık veriler incelendiğinde, bölgeler arasında en yüksek kapsaisin oranını ortalama 97.40 ppm ile Kırklareli ili vermiştir. Kırklareli'ni, 92.29 ppm ile Edirne, 88.93 ortalama ile Tekirdağ takip etmiştir.

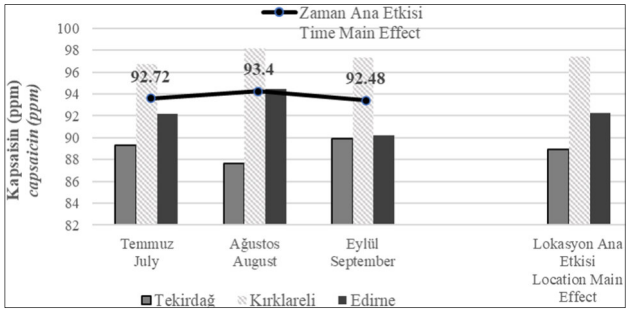
Kapsaisin oranları değişim grafiğini (Şekil 1) değerlendirdiğimizde, hasat edilen acı biber meyvelerinin temmuz, ağustos ve eylül ayları ortalamaları arasında istatistiki fark önemsiz olmasına rağmen, bu aylardan en yüksek kapsaisin oranı 93.40 ppm ile ağustos ayında olduğu görülmektedir.

Çizelge 3. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biber meyvelerinde kapsaisin ortalamaları (ppm) ve LSD testine göre gruplar[z]

Table 3. Groups according to capsaicin averages (ppm) and LSD test in hot pepper fruits taken from different regions at different times[z]

Lokasyonlar *Locations*	Zaman / *Time*			Lokasyon ana etkisi ve genel ortalama *Location main effect and overall average*
	Temmuz *July*	Ağustos *August*	Eylül *September*	
Tekirdağ	89.28 de	87.60 e	89.91 de	88.93 c
Kırklareli	96.71 ab	98.17 a	97.30 ab	97.40 a
Edirne	92.18 cd	94.44 bc	90.24 de	92.29 b
Zaman ana etkisi *Time main effect*	92.72	93.40	92.48	92.87
$LSD_{0.01}$	Zaman Ana Etkisi $LSD_{0.01}$= Ö.D. *N.S.* Lokasyon Ana Etkisi $LSD_{0.01}$= 1,773357 Lokasyon × Zaman İnteraksiyonu $LSD_{0.01}$= 3,071544			

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %1 düzeyinde farklılık vardır (LSD)
[z]*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 level*
Ö.D.: Önemli değil *N.S.: Nonsignificant*



Şekil 1. Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biber meyvelerinin kapsaisin oranları üzerine değişimi (ppm)

Figure 1. Variation of hot pepper fruits taken from different locations at different times on capsaicin ratios (ppm)

Bu çalışmamızdan elde etiğimiz veriler, Biberde acılığın çevre faktörlerince değişime uğrayabileceğini açıklamakta olup, acılık derecesinin *Capsicum* tür ve çeşidi ile meyvenin gelişim evresi gibi farklı etmenlerden etkilendiğini [3] doğrular niteliktedir.

Iwai vd. [16], biberde çiçeklenmeden sonra 10 gün aralıklar ile 10. Günden 50. güne kadar kapsaisinoid oluşumu ve değişimini takip etmişler. Kapsaisinoid ilk çiçeklenmeden 20 gün sonra tespit edilmiş ve 40. günde maksimum seviyeye ulaşmış ve daha sonra azalmaya başladığını gözlemişlerdir. Biberde kapsaisinoid oluşumunda sıcaklık, aydınlanma süresi gibi yetiştirme koşulları etkili olmaktadır [6].

Klorofil ve Karotenoid Değerleri (mg)

İncelenen iller arasında lokasyon ve zaman etkisinin klorofil ve karotenoid değerlerine etkileri ve LSD testi grupları Çizelge 4, 5, 6, 7 ve Şekil 2, 3, 4, 5'de gösterilmiştir.

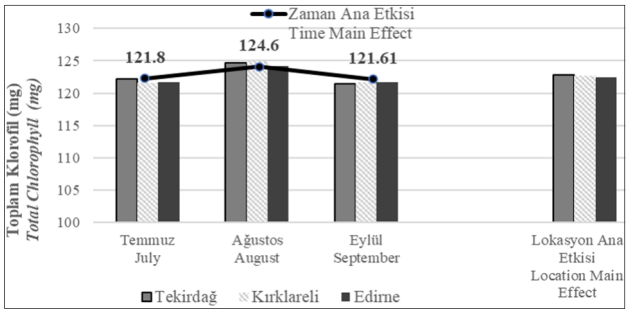
Biber meyvelerinde toplam klorofil değerleri ölçümü ile bitki gruplarının incelenmesi sonucunda, bölgeler arasında zaman ana etkeninin istatistiksel olarak (%1) önemli olduğu görülmektedir.

Çizelge 4. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biber meyvelerinde toplam klorofil ortalamaları (mg) ve LSD testine göre gruplar[z]

Table 4. Groups according to total chlorophyll averages (mg) and LSD test in hot pepper fruits taken from different regions at different times[z]

Lokasyonlar *Locations*	Zaman / *Time*			Lokasyon ana etkisi ve genel ortalama *Location main effect and overall average*
	Temmuz *July*	Ağustos *August*	Eylül *September*	
Tekirdağ	122.14	124.73	121.46	122.78
Kırklareli	121.61	124.98	121.68	122.73
Edirne	121.64	124.14	121.69	122.49
Zaman ana etkisi *Time main effect*	121.80 b	124.60 a	121.61 b	122.67
$LSD_{0.01}$	Zaman Ana Etkisi $LSD_{0.01}$= 0.856765 Lokasyon Ana Etkisi $LSD_{0.01}$= Ö.D. *N.S.* Lokasyon × Zaman İnteraksiyonu $LSD_{0.01}$= Ö.D. *N.S.*			

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %1 düzeyinde farklılık vardır (LSD)
[z]*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 level*
Ö.D.: Önemli değil *N.S.: Nonsignificant*



Şekil 2. Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biber meyvelerinin toplam klorofil oranları (mg) üzerine değişimi

Figure 2. Variation of hot pepper fruits taken from different locations at different times on total chlorophyll ratios (mg)

İncelenen 3 il arasında ağustos ayı ile diğer aylar arasında istatistiki olarak fark olup temmuz ve eylül ayları arasındaki istatiksel farkın önemsiz olduğu dikkat çekmektedir. Aylık ortalamalara baktığımızda incelenen 3 ilden de en yüksek toplam klorofil oranının ağustos ayında olduğu görülmektedir.

Klorofil a oranları, bitki gruplarının incelenmesi sonucunda bölgeler arasında zaman ana etkeni istatistiksel olarak (%1) önemli bulunmuştur (Çizelge 5, Şekil 3).

Kurulan deneme süresi içinde meyve hasat edilen aylar incelendiğinde ağustos ayı ile diğer aylar arasında istatistiki fark olup temmuz ve eylül ayları arasındaki farkın önemsiz olduğu gözlemlenmiştir. Aylar arasında en yüksek Klorofil a değerini ortalama 86.37 mg ile ağustos ayı vermiştir. Diğer aylar ise 84.88 mg ortalamalar ile ağustos ayını izlemektedir.

Çizelge 5. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biber meyvelerinde klorofil a ortalamaları (mg) ve LSD testine göre gruplar [z]

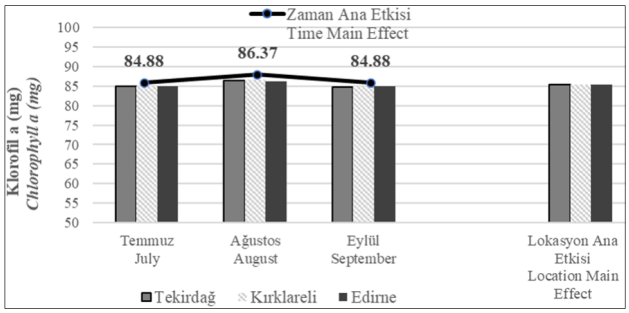
Table 5. Groups according to chlorophyll a mean (mg) and LSD test in hot pepper fruits taken from different regions at different times[z]

Lokasyonlar *Locations*	Zaman / *Time*			Lokasyon ana etkisi ve genel ortalama *Location main effect and overall average*
	Temmuz *July*	Ağustos *August*	Eylül *September*	
Tekirdağ	84.91	86.35	84.83	85.36
Kırklareli	84.86	86.58	84.95	85.46
Edirne	84.87	86.18	84.86	85.30
Zaman ana etkisi *Time main effect*	84.88 b	86.37 a	84.88 b	85.37
$LSD_{0.01}$	Zaman Ana Etkisi $LSD_{0.01}$=0.6907932 Lokasyon Ana Etkisi $LSD_{0.01}$= Ö.D. *N.S.* Lokasyon × Zaman İnteraksiyonu $LSD_{0.01}$= Ö.D. *N.S.*			

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %1 düzeyinde farklılık vardır (LSD)

[z]*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 level*

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



Şekil 3. Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biber meyvelerinin klorofil a oranları (mg) üzerine değişimi

Figure 3. Variation of hot pepper fruits taken from different locations at different times on chlorophyll a ratio (mg)

Denemedeki iller arasında en yüksek Klorofil a değerini, 86.58 mg ile ağustos ayında Kırklareli ili vermiştir. Bu ilimizi sırası ile Tekirdağ 86.35 mg, Edirne 86.18 mg klorofil a değerleri ile yine ağustos ayında izlediği görülmektedir.

Klorofil b değerleri incelenmesi sonucunda ise bölgeler arasında zaman ana etkeni istatistiksel olarak (%1) önemli bulunmuştur (Çizelge 6, Şekil 4). Aylar arasında en yüksek Klorofil b değerini ortalama 38.22 mg ile ağustos ayı vermiştir. Diğer aylar sırası ile 36.92 ile Temmuz, 36.73 mg ortalamalar ile Eylül ayıdır.

Yapılan analizler sonucu, klorofil b değerinin de klorofil a değerinde olduğu gibi istatiksel olarak benzer sonuçlar verdiği görülmektedir.

Çizelge 6. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biber meyvelerinde klorofil b ortalamaları (mg) ve LSD testine göre gruplar [z]

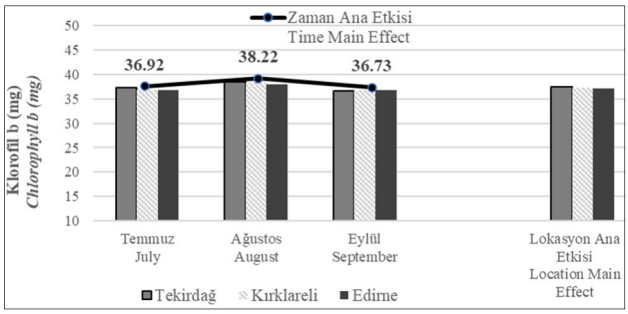
Table 6. Groups according to chlorophyll b averages (mg) and LSD test in hot pepper fruits taken from different regions at different times [z]

Lokasyonlar *Locations*	Zaman *Time*			Lokasyon ana etkisi ve genel ortalama *Location main effect and overall average*
	Temmuz *July*	Ağustos *August*	Eylül *September*	
Tekirdağ	37.23	38.39	36.63	37.42
Kırklareli	36.75	38.32	36.73	37.26
Edirne	36.77	37.97	36.84	37.19
Zaman ana etkisi *Time main effect*	36.92 b	38.22 a	36.73 b	37.29
$LSD_{0.01}$	Zaman Ana Etkisi $LSD_{0.01}$=0.6569337 Lokasyon Ana Etkisi $LSD_{0.01}$=Ö.D. *N.S.* Lokasyon × Zaman İnteraksiyonu $LSD_{0.01}$= Ö.D. *N.S.*			

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %1 düzeyinde farklılık vardır (LSD)

[z]*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 level*

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



Şekil 4. Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biber meyvelerinin klorofil b oranları (mg) üzerine değişimi

Figure 4. Variation of hot pepper fruits taken from different locations at different times on chlorophyll b ratios (mg)

Karotenoid oranları verilerinin incelenmesi sonucunda lokasyon ana etkeni istatistiksel olarak (%1) önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 7, Şekil 5).

İncelenen 3 il arasında Edirne ilinin diğer iller ile arasında istatistiki olarak fark olup Tekirdağ ve Kırklareli illerindeki farkın önemsiz olduğu dikkat çekmektedir. Bölgeler arasında en yüksek karotenoid değerini ortalama 25.59 mg ile Kırklareli ili vermiştir. Tekirdağ 25.50 mg, Edirne ise 25.17 mg ortalama karotenoid değerlerini vermiştir.

Deneme süresince elde ettiğimiz toplam klorofil, Klorofil a, Klorofil b ve karotenoid verileri ilgili

çizelgelerden incelediğinde bölgesel ve zamansal farkın klorofil gurubu ve karotenoid oranlarını etkilediği görülmektedir.

Çizelge 7. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biber meyvelerinde Karotenoid ortalamaları (mg) ve LSD testine göre gruplar[z]

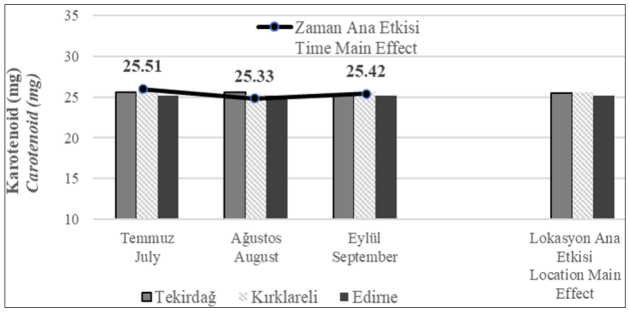
Table 7. Groups according to Carotenoid averages (mg) and LSD test in hot pepper fruits taken from different regions at different times[z]

Lokasyonlar *Locations*	Zaman / *Time*			Lokasyon ana etkisi ve genel ortalama *Location main effect and overall average*
	Temmuz *July*	Ağustos *August*	Eylül *September*	
Tekirdağ	25.58	25.55	25.37	25.50 a
Kırklareli	25.75	25.29	25.72	25.59 a
Edirne	25.20	25.15	25.16	25.17 b
Zaman ana etkisi *Time main effect*	25.51	25.33	25.42	25.42
$LSD_{0.01}$	Zaman Ana Etkisi $LSD_{0.01}$= Ö.D. *N.S.* Lokasyon Ana Etkisi $LSD_{0.01}$= 0.3130058 Lokasyon × Zaman İnteraksiyonu $LSD_{0.01}$=Ö.D. *N.S.*			

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %1 düzeyinde farklılık vardır (LSD)

[z]*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 level*

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



Şekil 5. Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biber meyvelerinin toplam karotenoid oranları (mg) üzerine değişimi

Figure 5. Variation of hot pepper fruits taken from different locations at different times on total carotenoid ratios (mg)

Bitkilerdeki klorofil miktarını etkileyen önemli faktörlerden birisi ışıktır [17]. Yüksek ışık koşullarında yetiştirilen bitkilerde, kloroplastların sayıca az klorofil miktarlarının fazla olduğu, gölge ve ışık görenlerin farklı bir iç ve dış yapıya sahip olduğu belirtilmektedir [18]. Sevik vd. [19]'de yaptıkları araştırmalarda klorofil miktarının, daha iyi ışık altında yetişen bitkilere oranla daha az ışık koşullarında yetişen bitkilerden fazla olduğunu belirtmektedir.

Akgül [20], biber meyvelerinin kimyasal yapısında bulunan başta kapsaisin olmak üzere karotenoid pigmentlerinin, kapsorubin, zeaksantin, kriptosantin, lutein vb. maddelerin biber bitkilerinin genetik varyeteye ve yetiştiği ortamın ekolojik şartlarına göre değiştiğini bildirmiştir.

SONUÇ

İnsanlar bozulan çevre şartlarına direnç gösteren bitki türlerini yetiştirerek, gelecekte birçok alanda onlardan etkili bir şekilde faydalanmaya devam etme yollarını aramaktadırlar. Son yıllarda özellikle yetiştiricilikte, çevre şartlarının olumsuz etkisi ve bu koşullara dirençli bitki türlerinin adapte edilerek, gelecekte ümit vadeden bitkilerin bulunması için çalışmalara devam edilmektedir. Araştırıcılar farklı tür ve çeşitleri farklı lokasyonlar da yetiştirerek adaptasyon özelliklerini ve bölgeye olan uyumlarını araştırmaktadırlar. Araştırmamızda farklı lokasyonlardan, farklı dönemlerden alınan acı sivri biberlere ait bazı biyokimyasal parametrelerin sonuçları topluca Çizelge 7'de özetlenmiştir.

Bu çalışmamızdan elde etiğimiz veriler birlikte değerlendirildiğinde lokasyon olarak Kırklareli'nin, zaman olarak ağustos ayının Trakya bölgesinde İstanbul acı sivri biberinde en yüksek biyokimyasal içeriğe sahip olduğunu göstermiştir.

Biberde kapsaisinoid oluşumunda sıcaklık, ışıklanma süresi, yetiştirme koşulları ve çeşit etkili olmaktadır [6]. Bu bağlamda sıcaklık ve ışıklanma süresi en yüksek olan Kırklareli lokasyonunda sonuçların yüksek çıkması literatür ile uyum sağlamıştır.

Çizelge 7. Denemede ele alınan ait bazı biyokimyasal parametrelerin değişimleri

Table 7. Changes of some biochemical parameters of the experiment

No	Kriterler *Criteria*	Lokasyon / *Location*			Zaman / *Time*		
		Tekirdağ	Kırklareli	Edirne	Temmuz *July*	Ağustos *August*	Eylül *September*
1	Kapsaisin miktarı (ppm) *Capsaicin amount (ppm)*	■	▒		■	▒	
2	Toplam klorofil (mg) *Total chlorophyll (mg)*		▒	■		▒	■
3	Klorofil a / *Chlorophyll a*		▒	■	■	▒	
4	Klorofil b / *Chlorophyll b*	▒		■		▒	■
5	Karotenoid / *Carotenoid*		▒	■	▒	■	

En az / *Least* ■ En fazla / *Most* ▒

Deneme de diğer faktör olan örnekleme zamanı bakımından değerlendirildiğin de ağustos ayının yüksek çıkması, bu dönmede sıcaklık ve ışıklanma süresinin diğer örnekleme zamanlarına göre yüksek çıkması yanında literatürde belirtildiği üzere Kapsaisinoid içeriğinin ilk çiçeklenmeden 40 gün sonra maksimum seviyeye ulaşması ile uyumlu bulunmuştur.

Deneme süresince elde ettiğimiz toplam klorofil, Klorofil a, Klorofil b ve karotenoid verileri ilgili çizelgelerden incelediğinde bölgesel ve zamansal

farkın klorofil gurubu ve karotenoid içeriğini etkilemiştir.

Bitkilerdeki klorofil ve karotenoid miktarı bitkinin türü ve genotipleri, aldığı ışık ve azot miktarı, toprağın yapısı ve uygulanan tarımsal işlemler ve meyvelerin olgunluk zamanına göre değişmektedir. Bu faktörler içerisinde ışık önemlidir. Önceki çalışmalarda Klorofil miktarının, daha iyi ışık altında yetişen bitkilere daha fazla olduğunu belirtmektedir. Çalışmamızda Kırklareli Lokasyon ve ağustos ayı yüksek güneşlenme süresi ile en yüksek klorofil ve Karotenoid içeriğine sahip olmuştur.

Trakya koşullarında düşük acılık seviyesindeki acı biberlerde kapsaisin miktarını yükseltmek için farklı stres koşullarında ve farklı çeşitler üzerinde çalışmalar yapılması önerilmektedir.

Sonuç olarak; Trakya bölgesinde 3 farklı lokasyondan elde edilen biberlerin kapsaisin miktarı, klorofil a, karotenoid, bakımından Kırklareli'nden en yüksek sonuçlar alınmıştır. Zaman bakımından denemeye konu olan 3 zaman içerisinden ağustos ayı içerisinde hasat edilen biberlerin kapsaisin miktarı toplam klorofil, klorofil a, klorofil b, ortalamaları en yüksek sonuçları vermiştir.

KAYNAKLAR

1. Güvenç, İ. 2020. Türkiye'de biber üretimi, dış ticareti ve rekabet gücü. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi 23(2):441-445.
2. Şalk, A., Arın, L., Deveci, M., Polat, S. 2008. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Ders Kitabı Tekirdağ.
3. Rahman, M.J., Inden, H., 2012. Effect of nutrient solution and temperature on capsaicin content and yield contributing characteristics in six sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars. Journal of Food, Agriculture & Environment, 10:524-529.
4. Kraikruan, W., Sangchote, S., Sukprakarn, S., 2008. Effect of Capsaicin on Germination of *Colletotrichum capsici* Conidia. Kasetsart J. (Nat. Sci.) 42:417-422.
5. İşlek, C. 2009. Serbest ve tutuklanmış *Capsicum annuum* L. hücre süspansiyon kültürlerinde kapsaisin üretimi üzerine bazı uyarıcıların etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış Doktora Tezi).
6. Arın, L. 2018. Kapsaisin ve tarımda kullanımı. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Journal of the Institute of Science and Technology 8(4):21-27.
7. Çiçek. H., Yılmaz, N., Çelik, A., Ceylan, N.Ö., Meram, İ., 2005. Kapsaisinin (kırmızı biber) insan sağlığı üzerine etkileri (https://www.researchgate.net/publication/270745881kapsaisinin_kirmizi_biber_ınsan_sagligi_uzerine_etkileri).
8. Basu, S.K., De, A.K., 2003. Capsicum: historical and botanical perspectives. (Edited by A.K. De) Capsicum, The Genus Capsicum. Taylor & Francis Ltd. London, pp:1-16.
9. Mortensen, J.M., Mortensen, J.E., 2009. The power of capsaicin. Journal of Continuing Education 11(1):8-13.
10. Cordell, G.A., Araujo, O.E., 1993. Capsaicin: identification, nomenclature, and pharmaco therapy. Annals of Pharmacotherapy 27(3):330-336.
11. Morre, D.J., Morre, D.M., 2003. Synergistic Capsicum-tea mixtures with anticancer activity. J Pharm Pharmacol. 55:987-994.
12. Estrada, B., Bernal, M.A., Diaz, J., Pomar, F., Merino, F., 2002. Capsaicinoids in vegetative organs of *Capsicum annuum* L. in relation to fruiting. Journal of Agricultural Food Chemistry 50:1188-1191.
13. Anonim, 2020. Yüksek performanslı sıvı kromotografisi HPLC. (https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/78812/mod_resource/content/0/hplc.pdf) (Erişim Tarihi: Nisan 2022).
14. Arnon, P.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiol 24:1-15.
15. Lichtenthaler, H.K., Wellburn, A.R., 1983. Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. Biochem. Soc. Transac., 11:591-592.
16. Iwai, K., Suzuki, T., Fujiwake, H., 1979. Formation and accumulation of pungent principle of hot pepper fruits, capsaicin and its analogues, in *Capsicum annuum* var. *annuum* cv. Karayatsubusa at different growth stages after flowering. Agricultural and Biological Chemistry 43(12):2493-2498.
17. Johnston, M., Onwueme, I.C., 1998. Effect of shade on photosynthetic pigments in the tropical root crops: yam, taro, tannia, cassava and sweet potato. Experimental Agriculture 34(03):301-312.
18. Kurtar, E.S. 2012. Sera Ekolojisi Ders Notları. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bafra Meslek Yüksek Okulu, Samsun, 72s.
19. Sevik, H. 2012. Variation in seedling morphology of Turkish fir (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmulleriana* Mattf). African Journal of Biotechnology 11(23):6389-6395.
20. Akgül, A. 1993. Baharat bilimi ve teknolojisi. Gıda Teknolojisi Dergisi Yayın No:15, Ankara.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 8–18 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

BAZI YABANİ PATLICAN TÜRLERİNİN DİYARBAKIR KOŞULLARINA ADAPTASYONUNUN BELİRLENMESİ

Edip ALAS[1]*, Gölgen Bahar ÖZTEKİN[2]

[1] Dr., GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Diyarbakır; ORCID: 0000-0001-5242-7952
[2]Prof. Dr., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir; ORCID: 0000-0001-6023-013X

ÖZ

Farklı stres koşullarına adaptasyon kabiliyetleri yüksek olan yabani patlıcan genotipleri, gerek habitatta kendiliğinden yetişerek ve gerekse kültüre alınarak birçok ülkede değişik amaçlarla kullanılmaktadır. Yürütülen çalışmada Asya Sebze Araştırma ve Geliştirme Merkezi'nden temin edilen farklı orjinli *Solanum melongena*, *S.aethiopicum*, *S.macrocarpon*, *S.scabrum*, *S.integrifolium* ve *S.insanum* türlerine ait toplam 9 adet genotipin Diyarbakır ekolojik koşullarında bitkisel gelişim ve verim değerlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Genotiplerin ekilen tohumlarından elde edilen fideler, serada (25°C/18°C) dikim büyüklüğüne gelene kadar büyütülmüş ve açıkta yerlerine dikilerek, yörede patlıcan yetiştiriciliğinin yapıldığı süre içerisinde Mayıs ve Ekim 2020 aylarında yetiştirilmişlerdir. Üretim dönemi sonunda bitki boyu, bitki biyokütlesi, yaprak alanı, bitki başına verim, meyve boyu ve ortalama meyve ağırlığı değerleri belirlenmiştir. Türler arasındaki genotipik farklılıklar nedeni ile bitki gelişim ve verim değerlerinin varyasyon gösterdiği görülmüştür. Bitki boyu 41.0-126.0 cm, meyve boyu 1.0-7.9 cm, yaprak alanı 18.00-81.47 cm², bitki başına verim 0.18-2.09 kg arasında değişmiştir. Bitki boyu ve biyokütlesi açısından en yüksek değerlere sahip olan *S.scabrum* türünün, güçlü bir büyüme gösterdiği görülmüştür. Ancak tür özelliği nedeniyle tek yaprak alanı, bitki başına verim, meyve uzunluğu, çapı ve ağırlığında ise türler arasında en düşük değere sahip olduğu belirlenmiştir. *S.integrifolium* türünün ise diğere türlere göre en az biyokütleye sahip olduğu görülmüştür. Patlıcanın yaprağı ve meyvesi tüketilen yakın akraba türlerinden *S.macrocarpon*'un yaprak alanı ve meyve çapı, *S.insanum*'un bitki başına verimi, *S.melongena* türüne ait genotipin ise meyve ağırlığı yüksek bulunmuştur. Belirlenen genotiplerin meyve özellikleri nedeni ile yörede yoğun olarak tüketilen Diyarbakır yerel genotipleri ile ticari çeşitlere alternatif olamayacağı; ancak yörede biyotik ve abiyotik stres faktörleri sorununa karşı anaç ve varyasyon kaynağı olarak ıslahta kullanılabilecekleri sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Solanum* spp., genotip, varyasyon, biyokütle, verim, anaç

DETERMINATION OF THE ADAPTATION OF SOME WILD EGGPLANT SPECIES TO DİYARBAKIR CONDITIONS

ABSTRACT

Wild eggplant genotypes, which have high adaptability to different stress conditions, are used for different purposes in many countries, either by growing spontaneously in the habitat or by being cultured. This research was conducted to determine the plant development and yield in the Diyarbakır ecological conditions of 9 different originated *Solanum* species (*S.melongena*, *S.aethiopicum*, *S.macrocarpon*, *S.insanum*, *S.scabrum*, and *S.integrifolium*) which were obtained from the Asian Vegetable Research and Development Center. The seedlings obtained from the sown seeds of the genotypes were grown in the greenhouse (25°C/18°C) until they reached the planting size and were planted in the open field in May and October 2020, when eggplant cultivation was carried out in the region. At the end of the production period, plant height, plant biomass, single leaf area, yield per plant, fruit length, and average fruit weight were determined. Due to the genotypic differences between the species, it was observed that the plant growth and yield values showed variation. Plant height, fruit length, single leaf area and yield per plant were varied between 41.0 and 126 cm, 1.0 and 7.9 cm, 18.00 and 81.47 cm², 0.18 and 2.09 kg, respectively. *S.scabrum* species had the highest plant height, biomass and showed strong growth. However, due to its species characteristics, single leaf area, yield per plant, fruit length, diameter, and weight of this species were lowest among the tested species. *S.integrifolium* species had the lowest biomass. Single leaf area and fruit diameter of *S.macrocarpon*, one of the closely related species of eggplant that consume the leaves and fruit; yield per plant of *S.insanum*; the fruit weight of the genotype of *S.melongena* were found highest. Due to the fruit characteristics of the tested genotypes, it is not possible to be an alternative to Diyarbakır local genotypes and commercial varieties, which are consumed extensively in the region; However, it has been determined that they can be used in breeding as rootstock and a source of variation against the problem of biotic and abiotic stress factors in the region.

Keywords: *Solanum* spp., genotype, biomass, yield, rootstock

*Sorumlu yazar / *Corresponding author:* edip.alas@tarimorman.gov.tr

GİRİŞ

Kültür bitkilerinin ürün verimlerinde ve kalitesinde çeşitli nedenlerle meydana gelebilecek düşüşleri önlemek için türlerin yabani akrabalarının kullanımı mümkün olabilmektedir. Ekstrem iklim ve toprak koşullarına adapte olabilen, biyotik ve abiyotik stres faktörlerine karşı toleransları yüksek olan [1, 26] yabani türlerin gen merkezlerinin başında Afrika ve Asya kıtası ülkeleri gelmektedir ve yabani türlerin genetik çeşitliliği kültür bitkilerine göre çok daha fazladır [62]. Bu türler eski çağlardan beri insanlar tarafından çeşitli amaçlarla kullanılmıştır [21]. Birçok yoksul çiftçi ailenin beslenmesinde önemli bir rol oynamış ve genetik kaynak olarak da potansiyel değerini hep korumuşlardır [41].

Solanaceae familyası, Magnoliopsida sınıfı ve Asteridae alt sınıfına bağlı olan Solanales takımında yer alan, bitkiler aleminin ekonomik öneme sahip familyaları arasında ilk sıralarda bulunan önemli bir familyadır. Familyanın kültüre alınmış birçok türü vardır ve bu türler insan sağlığı ve beslenmesi yanında güzellik ve süs bitkisi olarak da kullanılmaktadır [55]. 90 adet cins içeren familyada en önemli cins, içerisinde en çok üretimi yapılan domates, biber, patlıcan ve patates gibi sebze türlerini içeren *Solanum* cinsidir. *Solanum* cinsi morfolojisi, ekolojisi ve vejetasyonu büyük farklılık gösteren 13 alt cins ve 2450 türü içermektedir [42]. Ülkemizde gerek açıkta gerekse örtüaltında en çok üretimi yapılan sebze türleri *Solanaceae* familyası üyeleridir. Bu familya içerisinde yer alan patlıcan (*Solanum melongena* L.), *Solanum* cinsinden olup, taze ve kuru olarak tüketilebilen, turşusu, közlemesi ve reçeli yapılarak da değerlendirilebilen; ılık iklimlerde tek yıllık, tropik iklimlerde ise küçük bir ağaç şeklinde büyüyen birkaç yıllık bir kültür bitkisidir [58, 19].

Solanum cinsi henüz tam olarak tanımlanmamıştır. *Solanum* türlerinin dünyada geniş bir alanda yayılış göstermesi ve farklı kökenlere sahip olması büyük bir çeşitlilik yaratmakta, bu durum sınıflandırmayı çok daha karmaşık bir hale getirmektedir [61]. Cins içinde hem tür içi hem de türler arası düzeyde gözlenen büyük morfolojik çeşitlilik bulunmaktadır [25].

Patlıcanın yabani akrabaları morfolojik ve genetik olarak oldukça zengin bir çeşitlilik göstermektedir. Ancak uzun yıllar boyunca seleksiyona uğramış ve kültüre alınmış patlıcanlarda (*S.melongena*) genetik çeşitlilik azalmıştır [63, 60]. Fakat *S.melongena* türüne ait genotiplerde büyük bir morfolojik çeşitlilik mevcuttur. Meyve rengi, boyutu ve şekli yanında tadı da bireyler arasında farklılık göstermektedir [9, 18, 24]. Ayrıca, çiçek rengi, tüylülük, yaprak şekli, partenokarpi durumu, dikenlilik, hastalıklara ve zararlılara karşı direnç gibi diğer önemli özellikler de çeşitlilik göstermektedir [20, 24, 61]. Yabani ve akraba patlıcan türlerinin, bitki ve meyve şeklindeki morfolojik çeşitliliklerinin yanı sıra besleyici ve fonksiyonel bileşik içerikleri de, patlıcan bitkilerinin daralan genetik yapıları için önemli bir potansiyel değişkenlik ve varyasyonun kaynağı oluşturmaktadır [58]. Yüksek fenolik asit gibi faydalı içeriklere sahip yeni patlıcan çeşitlerinin geliştirilmesi için patlıcanın yabani akrabaları kullanılabilir niteliktedir [47].

Patlıcan ile filogenetik ilişkilere ve çaprazlanabilirliğe bağlı olarak, yabani akrabalar birincil, ikincil veya üçüncül gen havuzlarına ait olarak kabul edilirler [27]. Birincil gen havuzu, patlıcan ile verimli melezler sağlayan *S.incanum* ve *S.insanum* olmak üzere sadece iki türden oluşmaktadır [20, 32]. *S.incanum*, Orta Doğu ve Kuzey Afrika'da çöl ortamlarında yetişen ve kuraklığa oldukça toleranslı bir türdür. *S.insanum* ise patlıcanın atası olarak kabul edilmektedir [39]. Plazas ve ark. [47], her iki türün de filogenetik olarak meyvesi için yenilen kültüre alınmış patlıcana en yakın türler olduğunu belirtmişlerdir. Patlıcanın ikincil gen havuzunda Afrika ve Güneydoğu Asya kökenli "dikenli" patlıcan türleri yer almaktadır [62, 65, 19, 51, 47]. Patlıcanın üçüncül gen havuzu içerisinde ise *S.elaeagnifolium*, *S.sisymbriifolium* ve *S.torvum* türleri yer almaktadır. Bu gen havuzu, yararlı genler açısından zengin bir kaynak olmasına rağmen, yapılan melezlemeler sonucunda tohum elde etmek zordur. Ancak elit agronomik özelliklere sahip bazı çeşitler elde edilmesine yardımcı olmaktadır [38].

Taher ve ark. [59], germplazm koleksiyonlarına ilişkin yaptıkları bir araştırmada, kültürü yapılan toplam 6632 adet patlıcanın 5665 adedinin *S.melongena* türü, 798 adedinin *S.aethiopicum* türü ve 169 adedinin *S.macrocarpon* türü olduğunu tespit etmişlerdir ve taksonomik olarak patlıcanların 3 ana grup altında toplandığını bildirmişlerdir. Bu grupları da (1) kültürü yapılan patlıcanlar: (*S.melongena* ve *S.insanum*), (2) Scarlet patlıcanı (Kırmızı patlıcanlar): *S.aethiopicum* ve *S.integrifolium* ve (3) Gboma patlıcanı: *S.macrocarpon* ve *S.dasyphyllum* olarak belirlemişlerdir.

Küresel ısınmanın getirisi yüksek sıcaklıklar kültür bitkilerinde birçok olumsuzluk meydana getirmektedir [52]. Ülkemizde bu tür olumsuzlukların en çok yaşandığı yerlerden biri olan Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan Diyarbakır ili, yazları sıcak ve kurak iklime sahiptir ve yaz aylarında artan yüksek sıcaklıklar nedeniyle birçok kültür bitkisi morfolojik, fizyolojik ve ürün miktarı bakımından zarar görmektedir. Ayrıca yaşanan abiyotik stresle birlikte dayanımları zayıflayan bitkiler, hastalık ve

zararlıların da daha kolay hedefi olmaktadır. Bu nedenle kültür bitkilerinin yabani akrabalarının genlerinde var olan dayanıklılık ve verimle ilgili üstün genlerin, yeni çeşit geliştirmede kullanılması verim ve kalitede iyileşmeye yardımcı olmaktadır [1]. Kültüre alma doğada var olan genetik çeşitliliğin azalmasına neden olmuştur [42]. Patlıcan ve yabani atalarının yaygınlaştırılması ve ıslahta kullanılması genetik çeşitliliği artıracaktır. Değerli ıslah materyalleri olan yabani türlerin biyotik ve abiyotik stres faktörlerine dayanıklıkları [1, 26] nedeniyle özellikle son yıllarda daha çok önem kazandığı görülmektedir ve birçok alanda bu bitkilere olan ihtiyacın daha da artacağı tahmin edilmektedir. Bu bağlamda, patlıcanın yabani akrabaların üstün özelliklerinin ve koşullara adaptasyonlarının belirlenmesi, gerek ıslah gerekse biyoteknolojik yöntemlerle bu türler ile kültür çeşitlerinin özelliklerinin iyileştirilmesi genetik çeşitliliğin korunması yanında gelecekte gıda güvenliğini sağlamak adına da önem arz etmektedir.

Yürütülen bu çalışmada *Solanum* türüne ait toplam 9 genotipin Diyarbakır koşullarında bitki gelişimi ve verim değerlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Elde edilecek veriler ile genotiplerin yöreye adaptasyon kabiliyetleri ortaya konulacak ve yapılacak bundan sonraki çalışmalara ışık tutulacaktır.

MATERYAL VE METOT

Çalışma GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü (GAPUTAEM))'ne bağlı açık arazi deneme alanında 2020 yılında gerçekleştirilmiştir. Denemede Asya Sebze Araştırma ve Geliştirme Merkezi'nden (Asian Vegetable Research and Development Center: AVRDC, Taiwan) alınan 9 adet patlıcan ve yakın akraba yabani türleri kullanılmıştır. Bu genotiplere ait bilgiler Çizelge 1'de sunulmuştur.

Türlere ait bilgiler ise şöyledir:

•***Solanum melongena*:** Kültüre de alınmış olan bu patlıcan türü farklı meyve rengi, şekli ve boyuna sahiptir (Şekil 1). Meyve rengi koyu mordan siyaha kadar farklı renklerde, kremsi beyaz ve yeşil renklerde de olabilmektedir. *S.melongena* meyve şekli bakımından üç farklı varyeteye sahiptir. Beyaz ve mor renkleri de içeren uzun silindirik meyvelere sahip en bilindik tür olan *S.melongena* var. *esculentum*; topan meyvelere sahip olan ve cüce patlıcan olarak da adlandırılan *S.melongena* var. *depressum* ve çok uzun meyvelere sahip olan ve "yılan patlıcanı" olarak da adlandırılan *S.melongena* var. *serpentium* [7].

Çizelge 1. Denemede kullanılan genotipler
Table 1. Genotypes used in the experiment

Genotip no / *Genotype no*	Türler / *Species*	Orijin / *Origin*
1	*S.melongena*	Afrika
2	*S.insanum*	Bangladeş
3	*S.aethiopicum*	Filipinler
4	*S.integrifolium*	İtalya
5	*S.integrifolium*	Japonya
6	*S.scabrum*	Kamerun
7	*S scabrum*	Kenya
8	*S.macrocarpon*	Sri Lanka
9	*S.aethiopicum*	Yugoslavya



Şekil 1. *S.melongena* türüne ait bitki ve meyvelerin genel görünümü
Figure 1. General view of plants and fruits belonging to the S.melongena species

•***Solanum insanum*:** *S.melongena* türü patlıcanın yabani atası olarak bilinmektedir ve *S.melongena* ile genetik ve morfolojik düzeyde yakınlığı yüksektir (Şekil 2) [32, 50]. *S.melongena* ve *S.insanum* melezlerinin de verimli olduğu bilinmektedir [33, 47, 60]. *S.insanum* L. Madagaskar'dan Filipinler'e kadar tropikal Asya'da ve Afrika'da yaygın olan bir türdür. Bitkinin genellikle yaprakları, kökleri ve meyveleri kaynatılarak; kökleri çiğnenerek tüketilmektedir. Aynı zamanda bitkinin tüm kısımları tıbbi amaçlarla da kullanılmaktadır. Özellikle cilt enfeksiyonları, beyazlık, saçkıran, yanıklar, yaralar, kızarıklıklar, siğiller, ülserler, iyi huylu tümörler, boğaz ağrısı, mide ağrısı, baş ağrısı, ağrılı adet kanaması ve karaciğer ağrısında analjezik özellikleri nedeniyle kullanılan değerli bir türdür [54].



Şekil 2. *S.insanum* türüne ait bitkilerin genel görünümü
Figure 2. General view of plants belonging to the S.insanum species

•***Solanum integrifolium*:** Yabani tür *S.integrifolium*, süs patlıcanı olarak bilinir ve genellikle "çubukta balkabağı" olarak adlandırılmaktadır (Şekil 3). Ancak mini kabaklarla karıştırılmamalıdır. Avrupa'da Cadılar Bayramı ve Şükran Günü etkinliklerinde süslemede kullanılmaktadır. Ayrıca bazı hastalık (Fusarium solgunluğu) ve zararlılara (akar, *Tetranychus urtica*) karşı dayanıklı genleri barındırmaktadır [10] ve Japonya'da patlıcan yetiştiriciliğinde anaç olarak kullanılmaktadır [50]. Kültürü yapılan patlıcan çeşitlerine ıslah yoluyla dayanıklı genler kazandırabilecek potansiyele sahiptir.

•***Solanum scabrum*:** Üzümsü meyvelere sahip Afrika kökenli bu yabani patlıcan türü, meyvelerinin içerdiği organik asitler, mineral maddeler ve vitaminlerden dolayı insan beslenmesinde önem arz etmektedir [15]. Üzümsü meyvelerinden dolayı "Afrika it üzümü" olarak da bilinmektedir ve yenilebilir kısımları arasında meyve, yaprak ve genç sürgünler bulunmaktadır [23]. *S.scabrum*, büyüme formu, yaprak şekli ile boyutu ve tane sayısında varyasyon göstermektedir. Ayrıca Afrika'da yapraklı sebze olarak tüketilmesinin yanı sıra, boya maddesi olarak meyveleri için de yetiştirilmektedir (Şekil 4).

•***Solanum aethiopicum*:** *Solanum melongena* L.'ye yakın genetik özelliğe sahip diğer yabani *Solanum* türlerinden *S.aethiopicum* "Scarlet patlıcan" olarak bilinmektedir. Afrika'da yaygın olarak yetiştirilmekte ve tüketilmektedir. *S.aethiopicum* küçük beyaz taçları ve genellikle bibere benzeyen parlak kırmızı meyveleri ile kültür patlıcanından farklılık göstermektedir (Şekil 5). *S.aethiopicum* meyvesinin acılaşması içerdiği saponin seviyelerine bağlıdır ve yüksek karoten içeriği nedeniyle olgunlaştıkça meyveler parlak kırmızıya dönmektedir. *S.aethiopicum* morfolojik özelliklerine ve kullanım amaçlarına göre 4 farklı gruba (Aculeatum, Gilo, Kumba ve Shum) ayrılmıştır [35]. *S.aethiopicum* Gilo grubu, büyük ve yuvarlak yenilebilir meyvelerle en önemli grubu oluşturmaktadır [6]. Aculeatum tipi bitki ve meyveleri ile süs bitkisi için, Kumba tipi meyve ve yaprakları için ve Shum tipi yaprakları için üretilmektedir. *S.aethiopicum*, patlıcanı etkileyen çeşitli hastalık ve zararlılara karşı dirençlidir ve yüksek düzeyde fenolik madde ve C vitamini içeriği nedeniyle [14] patlıcanda biyotik stres ve kalite çalışmalarında ıslah materyali olarak kullanılabilmektedir.

•***Solanum macrocarpon*:** "Gboma patlıcanı" olarak da bilinen *S.macrocarpon*'un meyvesi ve yaprakları için üretilen iki farklı tipi mevcuttur [59] ve Afrika'da yaygın olarak yetiştirilmekte ve tüketilmektedir (Şekil 6). *S.macrocarpon* derin loblu yaprakları ve çok büyük kaliksleri ile diğer türlerden kolaylıkla ayırt edilebilmektedir [65]. Patlıcanı etkileyen çeşitli hastalık ve zararlılara karşı dirençlidir ve patlıcanda biyotik stres ve kalite çalışmalarında ıslah materyali olarak kullanılabilecek niteliktedir.



Şekil 3. *S.integrifolium* türüne ait bitki ve meyvelerin genel görünümü

Figure 3. General view of plants and fruits belonging to the S.integrifolium species



Şekil 4. *S.scabrum* türüne ait bitki ve meyvelerin genel görünümü

Figure 4. General view of plants and fruits belonging to the S.scabrum species



Şekil 5. *S.aethiopicum* türüne ait bitki ve meyvelerin genel görünümü

Figure 5. General view of plant and fruits belonging to the S.aethiopicum species



Şekil 6. *S.macrocarpon* türüne ait bitki ve meyvelerin genel görünümü

Figure 6. General view of plant and fruits belonging to the S.macrocarpon species

Denemede kullanılan genotiplere ait tohumlar torf:perlit (4:1, v/v) karışımıyla doldurulan 0.5 L'lik altı delinmiş şeffaf kaplara 02.03.2020 tarihinde elle ekilmiştir. Tohum ekimi yapılan şeffaf kaplar bitki büyüme kabininde gündüz/gece 25°C/25°C ve %70 nem koşullarında 4 gün karanlıkta çimlendirilmiştir. Büyütme kabininden çıkartılan fideler sera içerisine alınarak, yerden 1 m yükseklikte 80 cm genişliğinde olan tahta fide masası üzerine konmuştur. Fideler kotiledon yapraklarının yere paralel hale geldiklerinde viyollere aktarılmıştır. Şaşırtılan fideler GAPUTAEM yerleşkesi içerisinde bulunan, her bölmesi 100 m² olan 4 bölmeli polietilen-yay çatılı ve tam otomasyonlu Ar-Ge serasının ilk bölmesinde 69 gün boyunca 25°C/18°C gündüz/gece sıcaklık şartlarında tutulmuşlardır. Bu süre içerisinde fidelere ihtiyaç duyulduğunda sulama ve 11-30-11 + %22 SO_3 + ME yaprak gübresi (CİFO, Cifagro, Adana, 250 g/100 L su) verilmiştir.

Dikim büyüklüğüne (4-5 adet gerçek yapraklı) gelen fideler 11.05.2020 tarihinde GAPUTAEM yerleşkesi içerisinde bulunan açık arazi deneme alanında tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak 100x50 cm sıra arası ve üzeri mesafeler ile (2 bitki/m²) dikilmiştir. Dikim öncesi fideler mantari hastalıklara karşı ilaçlanmıştır. Bu amaçla 530 g/L Propamocarb + 310 g/L Fosetyl etken maddeli (Previcur, Bayer) fungusit kullanılmış ve hazırlanan ilaçlı suya fide kökleri batırılıp, köklerin tamamen ıslanması sağlanmıştır. Dikim sonrası fidelere can suyu verilmiştir. Daha sonra 7 gün boyunca su verilmeyerek kök gelişimi teşvik edilmiştir. Üretim dönemi içerisinde gerekli görüldükçe sabah erken saatlerde sulama ve gübreleme yapılmıştır. Sulama bitkiye dayalı gözlemle damlama sulama şeklinde uygulanmıştır. Patlıcan bitkilerinin gelişimini teşvik etmek ve yabancı otları temizlemek amacıyla dikimden 2 ay sonra ve 1'er ay ara ile iki defa çapalama yapılmıştır. Deneme alanında bulunan yabancı otlardan kanyaşla mücadele için dikimden 37 gün sonra ve 1 er ay ara ile 150 g Fluazifop-P-Butyl etken maddeli (Fusilade Forte, Syngenta) herbisit ile ilaçlama yapılmıştır. Bitkilerin yapraklarında kırmızı örümcek, yaprak biti ve beyaz sinek popülasyonlarının zamanla arttığı tespit edilmiş ve dikimden 48 ve 72 gün sonra pülverizatör yardımıyla %20 Acetamiprid (Agroplan, UPL) + Abamectin etken maddeli (Algamek, Agrobest) insektisit ile ilaçlamalar yapılarak mücadele edilmiştir.

Üretim süresince deneme lokasyonuna ait sıcaklık verileri Diyarbakır Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Bitkilerde 10.08.2020, 24.08.2020, 07.09.2020, 22.09.2020, 02.10.2020, 16.10.2020, 27.10.2020 tarihlerinde toplam 7 hasat yapılmış ve bitkiler 02.11.2020 tarihinde sökülmüştür. Hasatlarda her tekerrürden toplanan meyveler ayrı ayrı tartılarak her genotipin bitki başına verim değerleri (kg/bitki) bulunmuştur. Her genotipin toplam verim değeri, toplam meyve sayısına bölünerek ortalama meyve ağırlığı (g/meyve) elde edilmiştir. Toplanan meyvelerin orta kısmından dijital kumpas (İnsize, Çin) yardımıyla meyve eni (cm); meyve ucundan sapın başlangıç noktasına kadar olan kısmı cetvel yardımıyla meyve boyu (cm) ölçülmüştür. Üretim dönemi sonunda her genotipten 3 adet bitkide, 2 metre uzunluğunda tahta cetvel kullanarak toprak yüzeyinden bitki büyüme ucuna kadar olan kısım ölçülerek bitki boyu (cm); her genotipte 5 adet bitkiden ortalamayı temsil edecek şekilde büyüme ucundan geriye doğru 4. ve 5. yapraklardan toplam 10 adet yaprak alınarak Winfolia programı yardımıyla tarayıcıda (Exper HP Scanjet 3400C) tek yaprak alanı (cm²) belirlenmiştir. Bitki hasadı anında 3 adet bitkinin kök ve gövde (gövde + yaprak) yaş ağırlıkları belirlenmiş ve bu aksamlar 65°C etüvde kurutulduktan sonra kuru ağırlıkları hassas tartı ile alınarak toplam gövde ve kök biyokütlesi (gram/bitki) hesaplanmıştır.

Denemeden elde edilen verilere bilgisayarda JMP 5.01 istatistik paket programında tek yönlü varyans analizi yapılmış (Oneway Anova) ve ortalamalar arasındaki farklılıklar Tukey testi ile belirlenmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Sıcaklık Verileri

Diyarbakır ili için 2020 yılı aylık sıcaklık değerleri Şekil 7'de verilmiştir [40]. Araştırma kapsamında yürütülen açıkta yetiştiricilik süresi boyunca (Mayıs-Ekim ayları) ortalama sıcaklık değerleri 13.5 ila 31.2°C, maksimum sıcaklık değerleri 20.1 ile 39.5°C arasında (ortalama 23.8°C) değişim göstermiştir. Anlık maksimum sıcaklıklarda 42.6°C ölçülebilmiştir. Vural ve ark. [64], patlıcan bitkilerinin gelişmesi ve düzenli meyve bağlaması için optimum sıcaklık değerlerinin 25-30°C arasında değiştiğini, Adamczewska-Sowińska ve Krygier [2] ise yabani bitkilerin optimum sıcaklık isteğinin 22-30°C arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Sıcaklığın 35°C'yi aştığı zamanlarda ise bitki vejetatif aksamı hayatta kalmaya devam ederken, verimlilik azalmaktadır [58]. Araştırmada kullanılan yabani tiplerin de bitkisel olarak gelişmelerine devam ettiği görülmüştür.

Bitki Gelişimi ve Verim

Bitki boyu, tek yaprak alanı, bitki başına verim, kök ve gövde yaş ve kuru ağırlıkları genotip

farklılığından istatistiksel önem düzeyinde etkilenmiştir (Çizelge 2, Şekil 8).



Şekil 7. Diyarbakır ilinde 2020 yılına ait aylık maksimum, minimum ve ortalama sıcaklık değerleri

Figure 7. Mounthly maximum, minimum and average temperature values of Diyarbakır in 2020

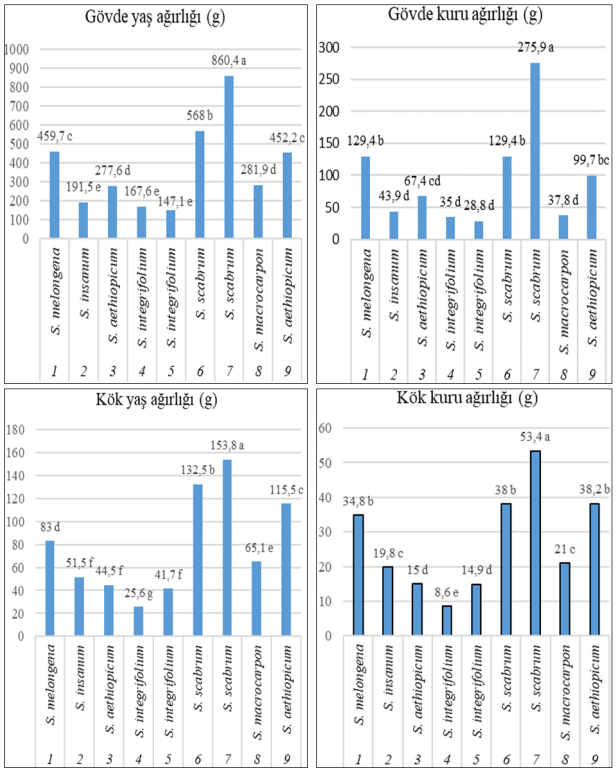
Çizelge 2. Genotiplere ait bitki boyu, tek yaprak alanı ve bitki başına verim değerleri

Table 2. Plant height, single leaf area and yield per plant values of genotypes

Genotip no/türler *Genotype number/species*	Bitki boyu *Plant height* (cm)	Tek yaprak alanı *Single leaf area* (cm²)	Bitki başına verim *Yield per plant* (kg/bitki)
1/*S.melongena*	54.7±2.31 f	58.7±4.99 b	2.09±0.07 b
2/*S.insanum*	41.4±1.41 g	32.1±2.25 c	2.84±0.04 a
3/*S.aethiopicum*	72.5±1.89 cd	48.1±3.36 b	0.83±0.01 d
4/*S.integrifolium*	58.8±1.54 ef	28.6±2.10 c	0.50±0.01 ef
5/*S.integrifolium*	66.3±2.48 d-f	29.7±2.39 c	0.55±0.03 e
6/*S.scabrum*	126.1±4.31 a	18.0±1.76 c	0.25±0.01 g
7/*S.scabrum*	100.6±1.29 b	21.3±2.15 c	0.34±0.02 fg
8/*S.macrocarpon*	68.1±2.75 cde	81.5±2.87 a	0.32±0.01 g
9/*S.aethiopicum*	80.7±2.58 c	51.6±3.94 b	1.59±0.01 c
CV	24.78	6.04	5.29
LSD	14.55	13.05	0.16
P değeri	<.0001	<.0001	<.0001

Genotiplerin bitki boyu 41.4 cm (genotip 2) ile 126.1 cm (genotip 6) arasında değişmiş; en kısa bitki boyu *S.incanum* türünde olurken, en yüksek bitki boyu *S.scabrum* türünden elde edilmiştir (Çizelge 2). Araştırmacılar bitki boyunu *S.incanum* türünde 40-150 cm [50]; *S.aethiopicum* türünde 148 cm, *S.macrocarpon* türünde 95 cm [46]; *S.integrifolium* türünde 118.6 cm [28]; *S.scabrum* türünde 100-200 cm [5] *S.melongena* türünde 103.73 cm [37] olarak tespit etmişlerdir. Elde edilen değerler önceki çalışmalar ile uyumlu bulunmuştur. Bitki boyu üzerine genetik kodlar yanında ekolojik özelliklerin ve bakım şartlarının da etkili olduğu [61] unutulmamalıdır. Bu bağlamda, aynı bakım şartları ve ekolojide yetişen bitkilerin boy farkının genetik özellikleri ile ilgili olduğu açıktır.

Yabani genotipler arasında sürgün ve yaprakları tüketilen yabani türlerin olduğu ve bu türlerde vejetatif aksamın daha önemli olduğu bilinmektedir. Nitekim test edilen türler arasında *S.macrocarpon* 81.5 cm² ile en fazla tek yaprak alanı büyüklüğüne sahip tür olmuş ve bunu diğer kültürü yapılan *S.melongena* ve *S.aethiopicum* türleri izlemiştir. Yaprakları tüketilen bir diğer tür olan *S.scabrum*'da ise tek yaprak alanı en düşük olmuş ve 18.0 cm² olarak belirlenmiştir, bu türü *S.integrifolium* izlemiştir (Çizelge 2). Tek yaprak alanı önceki çalışmalarda *S.scabrum* türünde 26.67 cm² [22], *S.insanum* türünde 143.4 cm² [13], *S.macrocarpon* türünde 165.35 cm² [12] ve *S.melongena* türünde 176.2 cm² [36] olarak belirlenmişlerdir. Ayrıca *S.aethiopicum* türünde yaprak uzunluğunun 21 cm, yaprak genişliğinin ise 16 cm olduğunu bildirmişlerdir [3]. Yaprak alanının da genotip özelliği ile ilgili olduğu tespit edilmiştir. *S.scabrum* türünde yaprak alanı küçük olmasına rağmen bitki biyokütlesi düşük çıkmamıştır. Bu durum *S.scabrum*'un yaprak sayısının fazlalığından kaynaklanmıştır. *S.integrifolium* türü en düşük biyokütle ağırlığına ve *S.scabrum* türü ise en yüksek biyokütle ağırlığına sahip olmuştur (Şekil 8).



Şekil 8. Genotiplerin gövde ve köklerinin yaş ve kuru ağırlıkları

Figure 8. Fresh and dry weights of stems and roots of genotypes

Genotiplerin bitki başına verimleri 0.25 kg ile 2.84 kg arasında değişmiş en fazla bitki başına verim 2 numaralı (*S.incanum*) genotipten; meyvesinin küçük olması nedeniyle en az 6 numaralı (*S.scabrum*) genotipten elde edilmiştir (Çizelge 2). Elde edilen bu

verim değerleri genellikle literatür ile uyumlu bulunmuştur. Nitekim önceki çalışmalarda *S.scabrum* türünde bitki başına verim değeri 252-900 g [11, 34]; *S.aethiopicum* türünde 0.9-1.0 kg [43]; *S.macrocarpon* türünde 1.5 kg [8]; *S.integrifolium* türünde 240.0-558.8 g [45]; *S.melongena* türünde ise 1554.98 g [4] arasında değiştiği bildirilmiştir. Test edilen genotiplerin Diyarbakır ekolojik koşullarında verimlerini azaltmadan yetiştirilebileceği gözlenmiştir.

Meyve Morfolojisi

Patlıcan genotiplerinin meyve uzunluğu, çapı, meyve indeksi ve ağırlığı genotip farklılığından istatistiksel anlamda etkilenmiştir. Test edilen 6 türe ait 9 adet genotipin meyve uzunluğu 1.0 ile 7.9 cm; meyve çapı 1.0 ile 5.0 cm arasında; meyve şekil indeksi 0.68 ile 1.58 arasında; ortalama meyve ağırlığı ise 1.2 ile 99.2 g arasında değişiklik göstermiştir. Üzümsü meyveli *S.scabrum* türü meyve boyu, eni ve ağırlığı bakımından en küçük değerlere sahip olmuştur. Bunu sırasıyla *S.aethiopicum* ve *S.integrifolium* izlemiştir. En uzun meyveler *S.melongena* türünden alınırken en geniş/kalın meyveler basık ama geniş meyvelere sahip *S.macrocarpon* türünden elde edilmiştir. Yürütülen önceki çalışmalarda da patlıcanın ve yabani akrabalarının meyve eni, boyu ve ağırlığı bakımından zengin bir çeşitlilik gösterdiği belirtilmiştir [17]. Nitekim *S.insanum* türünde meyve uzunluğu ve enini sırasıyla 2.5-3 cm ve 1.8-2.2 cm [50], *S.aethiopicum* türünde 3.59 ve 4.42 cm [46]; *S.macrocarpon* türünde 4.99 cm ve 6.66 cm [46], *S.scabrum* türünde ise 8.1-12.3 mm [44] ve 10-17 mm [30] olduğunu belirlemişlerdir. Meyve şekil indeksine (meyve uzunluğu/eni) göre en yüksek *S.melongena* genotipi olurken, en düşük değer ise *S.macrocarpon*'dan elde edilmiştir (Çizelge 3).

Patlıcan ve yakın akraba türlerinin morfolojik ve moleküler sınıflandırılmasında ortalama meyve ağırlığının önemli bir kriter olduğu görülmektedir [61]. Bazı genler tarafından belirlenen ortalama meyve ağırlığı, ekolojik ve bakım koşullarından da etkilenmektedir [17]. *S.scabrum* ile benzer özellikler gösteren *S.nigrum*'un ortalama meyve ağırlığı 0.247-0.534 g [22], *S.insanum*'un 30.1 g [13], *S.aethiopicum*'un 48 g ve *S.macrocarpon*'un 44 g [12]-111 g [46] *S.integrifolium*'un 40.5 g [46] ve *S.melongena*'nın ise 96.37 g [3] olarak belirlenmişlerdir. *S.scabrum* türünün meyvelerinin *S.nigrum*'a göre daha büyük boyutta olduğundan, meyve ağırlığı daha yüksek olmuştur. Test edilen genotiplerin meyve ağırlıkları genellikle literatürle uyumlu bulunurken, *S.insanum* türünün Diyarbakır iklim koşullarında literatüre göre daha yüksek meyve ağırlığına sahip olduğu belirlenmiştir. Bu durum tür içi farklılıkların olması ve/veya Diyarbakır ekolojik koşullarının tür için uygun olmasıyla açıklanmaktadır.

Çizelge 3. Test edilen genotiplerin bazı meyve morfolojisi değerleri

Table 3. Some fruit morphological values of the tested genotypes

Genotip no/türler *Genotype no/ species*	Meyve uzunluğu *Fruit length* (cm)	Meyve çapı *Fruit diameter* (cm)	Meyve şekil indeksi *Fruit shape index*	Meyve ağırlığı *Fruit weight* (g)
1/S.melongena	7.9±0.09 a	5.0±0.04 c	1.58±0.08 a	99.2±2.24 a
2/S.insanum	6.5±0.15 b	5.8±0.12 b	1.13±0.06 b	83.6±1.29 b
3/S.aethiopicum	3.7±0.08 e	3.6±0.08 d	1.03±0.07 b	36.6±0.25 e
4/S.integrifolium	3.7±0.08 e	3.6±0.08 d	1.03±0.04 b	36.0±0.36 e
5/S.integrifolium	3.7±0.05 de	3.6±0.02 d	1.03±0.02 b	38.9±0.71 e
6/S.scabrum	1.0±0.08 f	1.0±0.04 e	1.04±0.07 b	1.3±0.88 f
7/S.scabrum	1.0±0.02 f	1.0±0.08 e	1.00±0.00 bc	1.2±0.25 f
8/S.macrocarpon	5.0±0.05 c	7.5±0.09 a	0.68±0.02 d	71.8±0.11 c
9/S.aethiopicum	4.1±0.02 d	5.4±0.04 b	0.76±0.02 cd	44.5±0.36 d
CV	3.56	3.30	8.90	3.86
LSD	0.42	0.39	0.26	5.14
P değeri	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

Yabani ve kültürü yapılan türler arasında doğal gen akışları ve seleksiyonlar nedeniyle türler arası değişik fenotiplere de yol açmıştır. Özellikle *S.melongena* ve *S.macrocarpon* için yabani ve kültüre alınmış özelliklerin değişken ilişkilerini taşıyan ara fenotipler ortaya çıkmıştır [9]. Patlıcanın kültür formları aynı anda birden çok biyotik ve abiyotik strese maruz kalabilmektedir ve ticari olarak yetiştirilen çeşitler bu streslere karşı hassastır. *Solanum* türlerinden *S.aethiopicum*'un Phomopsis, Fusarium ve Verticillium'a karşı, *S.macrocarpon*'un bazı mantari hastalıklar ve böceklere karşı [53] ve *S.incanum*'un Verticillium ve nematoda karşı [48] dayanıklılık içerdiklerini bildirmişlerdir [60]. Ayrıca Ranil ve ark. [49] *S.insanum*'un bazı formlarının kuraklığa toleranslı olduğunu ve Kesmeli [31] ise çalışmasında *S.aethiopicum*, *S.macrocarpon* ve *S.scabrum* genotiplerinin tuzluluk stresine dayanıklı olabileceğini bildirmiştir. Görüldüğü gibi çeşitli biyotik ve abiyotik streslere dayanıklılığı belirlenen yabani türlerin patlıcan ıslah çalışmalarında yararlanılabilecek önemli genitörler olduğu araştırmacılar tarafından belirlenmiştir [58].

Syfert ve ark. [57] çalışmalarında, patlıcanın birçok yabani akrabasının Doğu ve Güney Afrika'da doğal yetişme alanlarını tespit etmişlerdir [63]. Doğal olarak gelişen yabani türlerin stresli koşullar altında, maruz kaldıkları streslere tolerans için adaptif genler taşıdığından [56] ıslah programlarına dahil edilmesi gerektiğini [58] ve birçok bilimsel çalışmada kullanıldıkları çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir [63, 50, 48].

SONUÇ

Yürütülen bu çalışmada denemeye alınan patlıcan ve yabani akrabalarının bitki gelişimleri, meyve özellikleri ve verim değerleri türlerin genotipik farklılıkları nedeni ile farklılık göstermiştir. *Solanum scabrum* türüne ait 6 ve 7 numaralı genotiplerin bitkilerinde en düşük bitki başına verim, tek yaprak alanı, meyve uzunluğu, meyve çapı ve meyve ağırlığı ve en yüksek bitki boyu elde edilmiştir. Bu sonuçların tür özelliği olduğu görülmüştür. Genotipler arasında en yüksek bitki başına verim 2 numaralı (*S.insanum*) genotipte, tek yaprak alanı ve meyve çapı ise 8 numaralı (*Solanum macrocarpon*) genotipte, meyve uzunluğu ve ağırlığı ise 1 numaralı (*Solanum melongena*) genotipten alınmıştır. Araştırma sonucunda, genotiplerin Diyarbakır ekolojisinde türe ait özelliklerini gösterdiği ve bölge ekolojisine adaptasyon sağladıkları görülmüştür. Denemede kullanılan ve ülkemizde ticari yetiştiriciliği olmayan türlere ait genotiplerin üstün özelliklerinin ortaya çıkarılmasına ve ıslah programlarında bu üstün özellikleri taşıyan genlerinin kültüre alınmış patlıcan genotiplerine aktarılmasına ihtiyaç bulunmaktadır. Ayrıca aşılı sebze yetiştiriciliğinde kullanılan ve çeşitli stres faktörlerine dayanıklı olduğu belirlenen ticari anaçların domatese kıyasla patlıcanda yetersiz olduğu bilinmektedir. Bu nedenle aşılı patlıcan yetiştiriciliğinde biyotik ve abiyotik stres koşullarına dayanıklı, meyve kalitesini olumsuz yönde etkilemeyen ve verim potansiyelini daha fazla arttırmaya yönelik patlıcan anaçlarının ıslahı ve geliştirilmesine yönelik çalışmaların artırılması büyük önem taşımaktadır. Denemede kullanılan patlıcan genotiplerinin bu açıdan değerlendirilmesi uygun olacaktır. Ayrıca, dünyada nüfus artışıyla birlikte gelecekte gıda krizinin yaşanacağı öngörülmektedir. Böyle bir durumda gıda eldesine olanak verecek genetik kaynakların şimdiden tanımlanması ve kriz anında kullanılması büyük önem arz etmektedir. Bununla birlikte kültür bitkilerin hastalık ve zararlılarla mücadelesinde, verim ve kalite artışında yaşanan birçok soruna çözüm olabilecek potansiyeli olan ülkemiz için yeni yabani türlerin tanıtılması (tıbbi kullanımı, tüketim şekli, yemekleri vs.) ıslah ve bilimsel çalışmalarda kullanılması mevcut sorunlara alternatif çözüm sunmada etkili olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Abak, K., Balkaya, A., Ellialtioglu, S., Düzyaman, E. 2022. Sebze Islahı Cilt III: Solanaceae (Patlıcangiller). Edition: First Publisher: Gece Kitaplığı, ISBN:978-625-430-116-2.
2. Adamczewska-Sowińska, K., Krygier, M. 2013. Yield quantity and quality of field cultivated eggplant in relation to its cultivar and the degree of fruit maturity. Acta Scientiarum Polonorum-Hortorum Cultus, 12:13-23.
3. Adeniji, O., Kusolwa, P., Reuben, S., Deo, P. 2012. Molecular diversity among seven *Solanum* (eggplant and relatives) species assessed by simple sequence repeats (SSR) markers. African Journal of Biotechnology, 11:15643-15653.
4. Akhtar, S., Solankey, S.S., Kumari, R., Rani, N. 2017. Crucial reproductive traits as indices for screening brinjal (*Solanum melongena* L.) under high temperature stress. Indian Journal of Ecology, 44(Special Issue) 5:331-336.
5. Anonim, 2022-a. https://en.wikipedia.org/wiki/Solanum_scabrum (Erişim: Temmuz 2022).
6. Anonim, 2022-b. https://avrdc.org/african-eggplant-solanum-aethiopicum/ (Erişim: Temmuz 2022).
7. Anonim, 2022-c. http://www.prota4u.org/protav8.asp?g=pe&p=solanum+macrocarpon+L (Erişim: Temmuz 2022).
8. Anonim, 2022-d. Eggplant (https://en.wikipedia.org/wiki/Eggplant#cite_note-oed-brinjal-26; Erişim: Ağustos 2022).
9. Aubriot, X., Daunay, M.C. 2019. Eggplants and relatives: From exploring their diversity and phylogenetic relationships to conservation challenges. In The Eggplant Genome, pp:91-134, Springer, Cham.
10. Baksh, S., Iqbal, M., Jamal, A. 1978. Breeding system of *Solanum integrifolium* Poir. with an emphasis on sex potential and intercross ability. Euphytica, 27(3):811-815.
11. Berinyuy, J.E., Fontem, D.A., Focho, D.A., Schippers, R.R. 2002. Morphological diversity of *Solanum scabrum* accessions in Cameroon. Plant Genet Res News, 131:42-48.
12. Bletsos, F., Roupakias, D., Tsaktsira, M., Scaltsoyjannes, A. 2004. Production and characterization of interspecific hybrids between three eggplant (*Solanum melongena* L.) cultivars and *Solanum macrocarpon* L. Scientia Horticulturae, 101(1-2):11-21.
13. Brenes, M., Solana, A., Boscaiu, M., Fita, A., Vicente, O., Calatayud, Á., Prohens, J., Plazas, M., 2020. Physiological and biochemical responses to salt stress in cultivated eggplant (*Solanum melongena* L.) and in *S.insanum* L., a close wild relative. Agronomy, 10:651.
14. Chinedu, S.N., Olasumbo, A.C., Eboji, O.K., Emiloju, O.C., Arinola, O.K., Dania, D.I. 2011. Proximate and phytochemical analyses of *Solanum aethiopicum* L. and *Solanum*

macrocarpon L. fruits. Research Journal of Chemical Sciences, 1(3):63-71.
15. Çelik, B., Tetik, N., Kulcan Arslan, A., Gübbük, H. 2017. İt üzümünün (*Solanum nigrum*) fizikokimyasal özellikleri. Bahçe 46(Özel Sayı 1):291-296.
16. Çetinkaya, Ş., Yılmaz, S., Arı, N., Ünlü, A., Fırat, A.F., Tekşam, İ., Zengin, S., Çelik, İ., Öztop, A., Devran, Z., Kaya, N., Sayın, B., Çelikyurt, M.A., Aktaş, A., 2009. Örtüaltı patlıcan yetiştiriciliği. Batı Akdeniz Araştırma Enstitüsü, Antalya, 104s.
17. Datta, D.R., Yusop, R.M., Misran, A., Jusoh, M., Oladosu, Y., Arolu, F., Haque, A., Sulaiman N.M., 2021. Genetic diversity in eggplant (*Solanum melongena* L.) germplasm from three secondary geographical origins of diversity using SSR markers, Biocell, 45(5):1393-1401.
18. Daunay, M.C., Lester, R.N., Gebhardt, C.H., Hennart, J.W., Jahn, M., Frary, A., Doganlar, S. 2001. Genetic resources of eggplant (*Solanum melongena* L.) and allied species: A new challenge for molecular geneticists and eggplant breeders. Solanaceae V. Nijmegen University Press, Nijmegen, The Netherlands, pp:251-274.
19. Daunay, M.C., Hazra, P. 2012. Eggplant, pp:257-322. In: K.V. Peter and P. Hazra (eds.). Handbook of vegetables. Studium Press, Houston, TX.
20. Davidar, P., Snow, A.A., Rajkumar, M., Pasquet, R., Daunay, M.C. Mutegi, E. 2015. The potential for crop to wild hybridization in eggplant (*Solanum melongena*; Solanaceae) in Southern India. Amer. J. Bot. 102:129-139.
21. Dempewolf, H., Eastwood, R.J., Guarino, L., Khoury, C.K., Muller, J.V., Toll, J. 2014. Adapting agriculture to climate change: a global initiative to collect, conserve, and use crop wild relatives. Agroecol Sustain Food Syst 38:369-377.
22. Dhasmana, M., Simon, L., Narayanaswamy, P., Rathore, R.K.S., Sreeramu, B.S. 2007. Characterization of *Solanum nigrum* L. genotypes by morphological and RAPD markers. Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology, 1(2):257-262.
23. Dinssa, F.F., Hanson, P., Dubois, T., Tenkouano, A., Stoilova, T., Hughes, J.D.A., Keatinge, J.D.H. 2016. AVRDC-The World Vegetable Center's women-oriented improvement and development strategy for traditional African vegetables in sub-Saharan Africa. European Journal of Horticultural Science, 81(2):91-105.
24. Frary, A., Doganlar, S., Daunay, M.C. 2007. Eggplant. In Vegetables (pp:287-313). Springer, Berlin.
25. Furini, A., Wunder, J., 2004. Analysis of eggplant (*Solanum melongena*) related germplasm: morphological and AFLP data contribute to phylogenetic interpretations and germplasm utilization, Theoretical and Applied Genetics, 108:197-208.
26. Gisbert, C., Prohens, J., Raigón, M.D., Stommel, J.R., Nuez, F. 2011. Eggplant relatives as sources of variation for developing new rootstocks: Effects of grafting on eggplant yield and fruit apparent quality and composition. Scientia Horticulturae, 128(1):14-2.
27. Harlan, J. R., De Wet, J.M.J. 1971. Toward a Rational Classification of Cultivated Plants. Taxon, 20(4):509-517.
28. Iwamoto, Y., Hirai, M., Ohmido, N., Fukui, K., Ezura, H. 2007. Fertile somatic hybrids between *Solanum integrifolium* and *S.sanitwongsei* (syn. S.kurzii) as candidates for bacterial wilt-resistant rootstock of eggplant. Plant biotechnology, 24(2):179-184.
29. Kashyap, V., Kumar, S.V., Collonnier, C., Fusari, F., Haicour, R., Rotino, G.L., Sihachakr, D., Rajam, M.V. 2003. Biotechnology of eggplant. Scientia Horticulturae, 97(1):1-25.
30. Keller, G.B. 2004. African Nightshade, Eggplant, Spiderflower et al. -Production and Consumption of Traditional Vegetables in Tanzania from the Farmer's Point of View. M.Sc. dissertation, George-August University, Gottingen.
31. Kesmeli, İ., 2017, Farklı patlıcan genotiplerinin tuz stresine tepkilerinin belirlenmesi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 100s, İzmir.
32. Knapp, S., Vorontsova, M.S., Prohens, J. 2013. Wild relatives of the eggplant (*Solanum melongena* L.: Solanaceae): new understanding of species names in a complex group. PLoS ONE 8:e57039.
33. Kouassi, B., Prohens, J., Gramazio, P., Kouassi, A.B., Vilanova, S., Galán-Ávila, A., Herraiz, F.J., Kouassi, A., Seguí-Simarro, J.M., Plazas, M. 2016. Development of backcross generations and new interspecific hybrid combinations for introgression breeding in eggplant (*Solanum melongena*), Scientia Horticulturae, 213:199-207.
34. Lehmann, C., Biela, C., Toepfl, S., Jansen, G., Voegel, R. 2007. *Solanum scabrum*-A potential source of a coloring plant extract. Euphytica. 158:189-199.
35. Lester, R.N. 1986. Taxonomy of scarlet eggplants, *Solanum aethiopicum* L. Acta Horticulturae, (182):125-132.
36. Madhavi, N., A.C. Mishra, J.O. Prasad, N. Bahuguna, 2015. Studies on variability, heritability and genetic advance in brinjal

(*Solanum melongena* L.). Plant Archives, 15(1):277-281.
37. Mahmoud, M.I., El-Mansy, A.B. 2018. Assessment of eggplant (*Solanum melongena* L.) genotypes under North Sinai conditions. Sinai Journal of Applied Sciences, 7(3):207-220.
38. Mandal, N., Subhasmita, S., Jain, S. 2021. Concept of gene pool in eggplant with essence of grafting to interdict diseases. Indian Journal of Agriculture and Allied Sciences, 7:1.
39. Meyer, R.S., Karol, K.G., Little, D.P., Nee, M.H., Litt, A. 2012. Phylogeographic relationships among Asian eggplants and new perspectives on eggplant domestication. Mol. Phylogenet. Evol. 63:685-701.
40. MGM, 2020. Meteoroloji Genel Müdürlüğü (https://mgm.gov.tr/; Erişim: Haziran, 2022).
41. Mwai, G.N., Onyango, J.C., Abukusta-Onyango, M.O. 2007. Taxonomic identification and characterization of African nightshades (*Solanum* L. section *Solanum*). African Journal of Food, Agriculture, nutrition and development, 7(4):1-16.
42. Naujeer, H.B., 2009, Morphological Diversity in Eggplant (*Solanum melongena* L.), Their Related Species and Wild Types Conserved at The National Gene Bank in Mauritius, İnternational master programme at the Swedish Biodiversity Centre. Master's Thesis No.57, Uppsala.
43. Norman, J.C. 1992. Tropical vegetable crops. Stockwell, 252p.
44. Ojiewo, C., Tenkouano, A., Hughes, J.D.A., Keatinge, J.D.H. 2013. Diversifying diets: using indigenous vegetables to improve profitability, nutrition and health in Africa. Diversifying food and diets: using agricultural biodiversity to improve nutrition and health, Routledge, Abingdon, Oxon, pp:291-302.
45. Owusu-Ansah, F.K., Afreh-Nuamah, D., Obeng-Ofori, K.G., Ofosu-Budu, 2001. Managing infestation levels of major insect pests of garden eggs (*Solanum integrifolium* L.) with aqueous neem seed extracts. Journal of the Ghana Science Association, 3(3):70-84.
46. Plazas, M., Andújar, I., Vilanova, S., Gramazio, P., Herraiz, F.J., Prohens, J. 2014. Conventional and phenomics characterization provides insight into the diversity and relationships of hypervariable scarlet (*Solanum* aethiopicum L.) and gboma (*S.macrocarpon* L.) eggplant complexes. Frontiers in Plant Science, 5:318.
47. Plazas, M., Vilanova, S., Gramazio, P., Rodríguez-Burruezo, A., Fita, A., Herraiz, F. J., Ranil, R., Fonseka, R., Niran, L., Fonseka, H., Kouassi, B., Kouassi, A., Kouassi, A., Prohens, J. 2016. Interspecific hybridization between eggplant and wild relatives from different genepools. J. Am. Soc. Hort. Sci. 141:34-44.
48. Prohens, J., Whitaker, B.D., Plazas, M., Vilanova, S., Hurtado, M., Blasco, M., Gramazio, P., Stommel, J.R. 2013. Genetic diversity in morphological characters and phenolic acids content resulting from an interspecific cross between eggplant, *Solanum melongena*, and its wild ancestor (*S.incanum*). Annals of Applied Biology, 162(2):242-257.
49. Ranil, R.H.G., Prohens, J., Aubriot, X., Niran, H., Plazas, M., Fonseka, R., Vilanova, S., Fonseka, H., Gramazio, P., Knapp, S. 2017. *Solanum insanum* L. (subgenus Leptostemonum Bitter, Solanaceae), the neglected wild progenitor of eggplant (*S.melongena* L.): a review of taxonomy, characteristics and uses aimed at its enhancement for improved eggplant breeding. Genet Resour Crop Evol. 64:1707-1722.
50. Rotino, G.L., Perrone, D., Ajmone-Marsan, P. and Lupotto, E., 1992, Transformation of *Solanum integrifolium* poir via *Agrobacterium tumefaciens*: Plant regeneration and progeny analysis. Plant Cell Reports, 11(1).
51. Rotino, G.L., Sala, T., Toppino, L. 2014. "Eggplant" in Alien Gene Transfer in Crop Plants. Vol:2, Eds. A. Pratap, J. Kumar (New York, NY: Springer), pp:381-409.
52. Sade, S., Soylu, S. 2012. İklim değişikliğinin tarımsal ürünlere etkisi üzerine bir araştırma projesi. Karapınar Ziraat Odası, Konya, Proje No: TR51/12/TD/01/020.
53. Schaff, D.A., Jelenkovic, G., Boyer, C.D., Pollack, BL. 1982. Hybridization and fertility of hybrid derivatives of *Solanum melongena* L. and *Solanum macrocarpon* L. Theor Appl. Genet. 62:149-153
54. Schmelzer, G.H., Gurib-Fakim, A. (Eds.), 2008. Plant resources of tropical Africa 11(1). Medicinal Plants 1. 2008. Foundation Prota, Wageningen, 869p.
55. Sekara, A., Cebula, S., Kunicki, E. 2007. Cultivated eggplants - origin, breeding objectives and genetic resources, a review. Folia Horticulturae 19(1):97-114.
56. Street, K., Bari, A., Mackay, M., Amri, A. 2016. How the focused identification of germplasm strategy (figs) is used to mine plant genetic resources for adaptive traits? In: Maxted N., Dulloo M.E., Ford-Lloyd B. (Eds.) Enhancing crop genepool use: capturing wild relative and landrace diversity for crop improvement. CABI, Wallingford, UK, pp:54-65.
57. Syfert, M.M., Castañeda-Álvarez, N.P., Khoury, C.K., Särkinen, T., Sosa, C.C., Achicanoy, H.A.,

Bernau, V., Prohens, J., Daunay, M.C., Knapp, S. 2016. Crop wild relatives of the brinjal eggplant (*Solanum melongena*): Poorly represented in genebanks and many species at risk of extinction, American Journal of Botany, 103(4):635-651.

58. Şalk, A., Arın, L., Deveci, M., Polat, S. 2008. Özel sebzecilik. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Tekirdağ, 335s.
59. Taher, D., Solberg, S.O., Prohens, J., Chou, Y., Rakha, M., Wu, T. 2017. World vegetable center eggplant collection: origin, composition, seed dissemination and utilization in breeding. Frontiers in Plant Science, 8.
60. Toppino, L., Prohens, J., Rotino, G.L., Plazas, M., Parisi, M., Carrizo García, C., Tripodi, P. 2021. Pepper and eggplant genetic resources. In The Wild Solanums Genomes, pp:119-154, Springer, Cham.
61. Tümbilen, Y., Frary, A., Daunay, M.C., Doğanlar, S. 2011. Application of EST-SSRs to examine genetic diversity in eggplant and its close relatives. Turkish Journal of Biology 35(2):125-136.
62. Vorontsova, M., Stern, S., Bohs, L. Knapp, S. 2013. African spiny Solanum (subgenus Leptostemonum, Solanaceae): a thorny phylogenetic tangle. Botanical Journal of the Linnean Society. 173:176-193.
63. Vorontsova, M.S., Knapp, S. 2016. A Revision of the spiny Solanums, Solanum subgenus Leptostemonum (Solanaceae), in Africa and Madagascar. Systematic Botany Monographs, pp:1-432.
64. Vural, H., Eşiyok, D., Duman, İ., 2000. Kültür sebzeleri (sebze yetiştirme). Ege Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir, 310s.
65. Weese, T.L., Bohs, L. 2010. Eggplant origins: out of Africa, into the orient. Taxon 59(1):49-56.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 19–24 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

YENİ ÜÇBURUN BİBERİ ÇEŞİTLERİ 'BAYRAKTAR' VE 'BREZZA'

Tansel KAYGISIZ AŞÇIOĞUL[1]*, İbrahim DUMAN[2], Eftal DÜZYAMAN[3], Mehmet Kadri BOZOKALFA[4], Tuncay AFACAN[5]

[1]Dr., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir; ORCID: 0000-0002-7712-8307
[2]Prof. Dr., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir; ORCID: 0000-0003-0081-7208
[3]Prof. Dr., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir; ORCID: 0000-0002-5607-2308
[4]Prof. Dr., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir; ORCID: 0000-0001-8442-2590
[5]Zir. Müh., K.F.C. Gıda A.Ş., İzmir; ORCID:

ÖZ

Yerel bir çeşit olan Üçburun biberi üzerinde 2018-2021 yılları arasında gerçekleştirilen teksel seleksiyon çalışmalarıyla işlemeye uygun, kaliteli ve verimli Üçburun çeşitleri geliştirilmiştir. Bu çalışmalar sonucunda, 'Bayraktar' ve 'Brezza' adı altında iki yeni Üçburun biber çeşidine üretim izni alınmıştır. Islah çalışmasının başlangıç yılı olan 2018 yılında Üçburun biberi materyalinde, gerek popülasyon içi ve gerekse popülasyonlar arası büyük morfolojik farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Seleksiyon çalışmaları Üçburun biberlerinin yoğun olarak yetiştirildiği Manisa-Pelitalan Köyü ve Balıkesir-İvrindi Mevkiinde gerçekleştirilmiştir. Yeni geliştirilen 'Bayraktar' çeşidi 'Brezza' çeşidine göre biraz daha düşük verimli ve daha küçük meyvelere sahiptir. Bu durum, fabrikada küçük meyve işlenmek istendiğinde önem arz etmektedir. Ayrıca 'Bayraktar' 'Brezza'ya göre, daha doygun yeşil renge sahiptir. Üreticilerle gerçekleştirilen görüşmelerde, her iki çeşidin de gerek verim, gerekse hasat kolaylığı bakımından üreticinin beklentisini karşıladığı belirlenmiştir. 2021 yılında üretici koşullarından elde edilen verilere göre 'Bayraktar'ın dekar başına 5000 kg'ın üzerinde, 'Brezza'nın ise 7000 kg'ın üzerinde meyve verimi değerlerine ulaştığı söylenebilmektedir. Bu konudaki çalışmaların hastalıklara dayanım ve F_1 hibrit çeşit geliştirmeye yönelik devam etmesi öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Biber, gıda işleme, ıslah, yerel çeşitler

NEW ÜÇBURUN PEPPER VARIETIES 'BAYRAKTAR' AND 'BREZZA'

ABSTRACT

As a result of single plant selection carried out on the local pepper variety Üçburun between 2018-2021, high quality and productive Üçburun varieties suitable for processing were developed. As a result of these studies, production permits were obtained for two new Üçburun pepper varieties, namely 'Bayraktar' and 'Brezza'. At the beginning of this breeding work in 2018, it has been determined that there are large morphological differences both within and between populations in the Üçburun pepper material. Selections were carried out in Manisa-Pelitalan Village and Balıkesir-İvrindi Region, where Üçburun peppers are intensively grown. The newly developed variety 'Bayraktar' has slightly lower yields and smaller fruits than the variety 'Brezza'. This is important when small fruit is intendent to be processed in the factory. 'Bayraktar' also has a more saturated green color than 'Brezza'. In interviews with the producers, it was determined that both varieties met the expectations of the producers in terms of both yield and harvesting convenience. According to the data obtained from the producer conditions in 2021, it can be said that 'Bayraktar' has reached fruit yield values of over 5000 kg per decare and 'Brezza' has reached fruit yield values of over 7000 kg per decare. Studies on this subject will continue to develop resistance to diseases and F_1 hybrid varieties.

Keywords: Pepper, food processing, breeding, local varieties

GİRİŞ

Sahip olduğu iklim ve toprak zenginliği sayesinde Türkiye'de birçok bitki türü yetişebilmektedir. Türkiye'nin sahip olduğu bitkisel biyoçeşitlilik, yeni ticari çeşitlerin geliştirilmesi bakımından büyük önem arz etmektedir [7]. Birçok sebzenin üretimi bakımından Dünya sıralamasında ilkler arasında yer alan Türkiye, toplam sebze üretim değeri bakımından da uzun yıllardır dünyada dördüncü sıradaki yerini korumaktadır.

Hem yemek kültürümüzü hem de tarımsal potansiyelimizi yansıtan biber (*Capsicum* spp.), Türkiye'de yetiştirilen en önemli sebze türleri arasında yer almaktadır. Amerika kıtası orijinli olduğu bilinen biberin, And Dağları'ndan Meksika'ya kadar uzanan bölgede günümüzden 9000-9500 yıl kadar önce tüketildiğine dair kanıtlar mevcuttur [11, 12]. Ancak biberin Anadolu'ya ilk kez

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*: tansel.kaygisiz.asciogul@ege.edu.tr

ne zaman girdiği hakkında kesin bir bilgi yoktur. Bununla beraber, 16. yüzyıl ortalarında Macaristan üzerinden ülkemize girdiği tahmin edilmektedir [11, 6].

Taze ve pişmiş olarak tüketiminin yanı sıra biber, sanayide konserve ve dondurulmuş ürün olarak da kullanım alanı bulmuştur. Biber çeşitleri salça, turşu, acı sos, baharat ve bazı hazır gıdalar için üretilmektedir. Biberde acılığı veren capsaisin bileşikleri antioksidan yapısında olduğu için, biber ilaç sanayinde de kullanım alanı bulmuştur [11, 1]. Haralayya ve Asha [5]; biberin besin değerinin yüksek olduğunu, ancak sağlıklı bir sebze olmasının yanı sıra tıbbi ve endüstriyel bir bitki olarak da değerlendirilmesi gerektiğine dikkat çekmiştir.

Türkiye'de meyve yapıları bakımından büyük varyasyon gösteren ve farklı kullanım amaçlarına yönelik üretilen birçok yerli ve yabancı biber çeşidi yetiştirilmektedir. Sofralık sivri biberler, çarliston, dolmalık, yağlık-kapya, kurutmalık bazı yerel biberler, turşuluk biberler, süs biberleri gibi birçok farklı segment buna örnek olarak sayılabilir. Bunların yanında Macar biberi, Yunan çarlisi, California Wonder iri dolmalık ya da blok biberler, Üçburun biberleri, Şili biberi ve Jalapeno gibi biber tipleri de yetiştirilmektedir [4, 8, 9]. Bu sayılanlar arasında, gıda sanayinde önemli bir kullanım alanı bulmuş yerel Üçburun biberinin büyük önemi vardır. Mevcut çalışmanın konusunu oluşturan Üçburun tipi biberlerin geçmişte bilinmeyen bir tarihte Yunanistan'dan ülkemize girdiği tahmin edilmektedir.

İşlenmiş tarım ürünlerine olan talep günbegün artmaktadır ve bu ürünlerin üretimi ve ihracatı ülke ekonomisine büyük yarar sağlamaktadır. Diğer yandan, işleme teknolojisine uygun özelliklerde hammaddenin tarla koşullarında sağlanamaması sanayi sebzeciliğinde karşılaşılan sorunların başında gelmektedir. Bu durum, istenen özelliklere uygun çeşitlerin geliştirilmesini vazgeçilmez hale getirmektedir.

Birçok biber çeşidinin yanı sıra sanayinin talep ettiği en önemli biberlerden biri de turşuluk Üçburun tipi biberlerdir. Gerek yurt içi ve gerekse yurt dışı pazarlarda büyük talep gören bu biberler, proje ortağımız olan K.F.C. Gıda da dâhil olmak üzere bazı şirketler tarafından geniş alanlarda sözleşmeli olarak yetiştirilmektedir. Bununla beraber, ülkemizde ıslah edilmiş turşu sanayinin hammadde talebini karşılayan turşuluk Üçburun biber çeşidi bulunmamakta, üretim; bitki gelişimi, meyve özellikleri ve verim bakımından büyük farklılıklar gösteren yerel popülasyonlarla yapılmaktadır. Hammadde standardizasyonunda bu eksiklik, nihai ürün kalitesini doğrudan etkilemekte, üretimde karlılığı ve verimi düşürmektedir.

İşlemeye uygun, kaliteli ve verimli Üçburun çeşit adaylarının geliştirilmesi bu çalışmamızın ana hedefini oluşturmaktadır. Bu amaçla, 2018 yılı üretim sezonunda sanayi üretiminde kullanılan Üçburun popülasyonlarında bir seleksiyon çalışması başlatılmıştır. Gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda, 2021 yılında 2 hat 'Bayraktar' ve 'Brezza' adı ile açık tozlanan çeşitler olarak üretim izinleri alınmıştır.

MATERYAL VE METOT

Çalışmanın bitkisel materyalini, Manisa-Pelitalan Köyü ve Balıkesir-İvrindi Mevkiinde yetiştirilen yerel Üçburun biber popülasyonları oluşturmuştur. Her iki bölgede, gıda sanayine hammadde sağlamak amacıyla uzun yıllardır açıkta Üçburun yetiştirilen en önemli bölgeler olarak bilinmektedir. Seleksiyon öncesi bu popülasyonlarda yapılan gözlemler ile gerek popülasyon içi ve gerekse popülasyonlar arası büyük morfolojik farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Diğer bir ifadeyle, bu çalışmanın başlangıç materyalini oluşturacak olan Üçburun popülasyonlarının meyve ve bitki özellikleri bakımından heterojen yapıda oldukları görülmüş ve heterozigot yapıda oldukları da tahmin edilmiştir. Bu bağlamda çalışmanın gerçekleştirildiği Üçburun biber popülasyonlarının seleksiyona elverişli olduğu söylenebilmektedir.

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen teksel bitki seleksiyonu, Üçburun biber üretiminin yaygın olarak yapıldığı lokasyonlarında, K.F.C. Gıda adına sözleşmeli üretim yapan örnek üretici koşullarında kurulan tarlalarda gerçekleştirilmiştir. 2018 yılında, heterojen ve heterozigot nitelikteki Üçburun popülasyonlarında başlayan teksel seleksiyon çalışması 2021 yılına kadar devam etmiştir.

Seleksiyon çalışması, gıda sanayinde Üçburun biberlerini işleyen gıda mühendisleri ile ve ürünü yetiştiren çiftçilerle koordineli çalışılarak yürütülmüştür. Bu amaçla, selekte edilen bitkilerden zaman zaman alınan meyve örnekleri, proje ortağı olan şirketin gıda mühendisleri ile birlikte incelenip, işleme açısından istenilen nitelikleri taşıyıp taşımadıklarına birlikte karar verilmiştir. Benzer şekilde bitki özellikleri de, Üçburun biberi üretimini yörede uzun yıllar yapan çiftçilerle zaman zaman değerlendirilmiştir. Seleksiyon işlemi için tüm bitki seleksiyonu tercih edilmiştir. Tohum elde edilecek bitkiler izolasyon kabinlerine alınarak aralarındaki yabancı tozlanma engellenmiştir (Şekil 1).

Seleksiyon uygulanan bitkisel materyale ait fideler her üretim sezonunda profesyonel bir fide şirketinde hazır fide olarak yetiştirilmiştir. Dikime hazır fideler Ege Bölgesi yetiştirme dönemine uygun olarak Mayıs ayının üçüncü haftasında biber

yetiştiriciliği için uygun ekolojiye sahip Balıkesir ve Manisa illerinde üretici tarlasına dikilmiştir. Seleksiyon tarlaları damla sulama ile sulanmıştır. Dikimden hasada kadar olan tüm kültürel işlemler K.F.C. Gıda bünyesinde çalışan Ziraat Mühendisleri kontrolünde üretici tarafından yürütülmüştür. Üretim sezonu boyunca yapılan tarla kontrolleri ile bitki gelişimi takip edilmiştir.



Şekil 1. Üçburun biberi seleksiyon tarlasında izole edilen bitkiler

Figure 1. Isolated Üçburun pepper at the selection field

BULGULAR

2018 yılı üretim sezonunda gıda sanayine yönelik yoğun bir Üçburun biberi üretimi yapılan Manisa-Pelitalan Köyü ve Balıkesir-İvrindi Mevkiinde kapsamlı sörvey çalışmaları yapılmıştır. Seleksiyona uygun, genotipi temsil eden bitkilerin bulunduğu bakımlı tarlalar tespit edildikten sonra, buralarda binlerce bitki incelenmiş ve teksel seleksiyon yapılmıştır. Seleksiyon kriterleri; K.F.C. Gıda da üretimde görev alan gıda mühendisleri, Üçburun üretimi yapan tecrübeli çiftçiler ve kişisel bilgilerimizle oluşturulmuştur. Bu şekilde 2018 yılında 36 birey selekte edilmiştir. 2019 yılında bu bireylerden elde edilen döllerde proje ortağı firmanın gıda mühendislerince belirlenen turşu performansları ile tarla gözlem ve laboratuvar ölçüm verileri değerlendirilerek seleksiyon materyali 16'ya düşürülmüştür. 2020 yılı üretim dönemi sonunda seleksiyon materyali homozigoti oranı yüksek 6 hatta indirgenmiştir. 2021 yılında ise, 2 umutvar hat 'Bayraktar' ve 'Brezza' adıyla açık tozlanan çeşit olarak Tarım ve Orman Bakanlığı Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü'ne tescil ve üretim izni başvurusu yapılmış ve açık tozlanan çeşitler olarak üretim izinleri alınmıştır.

Rahmetli hocamız Prof. Dr. Kazım Bayraktar'ın ismini verdiğimiz 13 numaralı Üçburun biberi hattına ait generasyonlar boyunca değişim gösteren bitki başına verim ve ortalama meyve ağırlıkları değerleri Çizelge 1'de verilmiştir. Yine 13 numaralı hatta seleksiyon döngülerine bağlı olarak bazı meyve kalite özelliklerindeki değişim Çizelge 2'de yer almaktadır.

İtalyancada esinti anlamına gelen 'Brezza' adı altında üretim izni alınan 16 numaralı biber hattına ait bitki başına verim ve ortalama meyve ağırlıkları değerlerinde seleksiyon döngülerine bağlı olarak meydana gelen değişimler Çizelge 3'de verilmiştir. Bu çeşidin generasyonlara bağlı olarak bazı meyve kalite özelliklerindeki değişimler Çizelge 4'de yer almaktadır.

Çizelge 1. 'Bayraktar' adı ile üretim izni alınan 13 numaralı hatta ait verim bileşenleri

Table 1. Yield components of line 13, for which production permission was obtained under the name of 'Bayraktar'

Yıllar *Year*	Seleksiyon döngüsü *Selection cycle*	Verim (g/bitki) *Yield*	Meyve ağırlığı (g/meyve) *Fruit weight (g/fruit)*
2018	G_0	188.40	9.42
2019	G_1	163.00	9.59
2020	G_2	162.80	9.58
2021	G_3	179.50	10.56
Ortalama		173.43	9.79

Çizelge 2. 'Bayraktar' adı ile üretim izni alınan 13 numaralı hatta ait meyve kalite özellikleri

Table 2. Fruit quality characteristics of line 13, which production permission was obtained under the name of 'Bayraktar'

Seleksiyon döngüsü *Selection cycle*	Meyve uzunluğu *Fruit length* (mm)	Meyve çapı *Fruit diameter* (mm)	Meyve eti kalınlığı *Fruit flesh thickness* (mm)	L L	Hue *Hue*	Kroma *Crome*
G_0	53.62	24.00	1.28	61.74	111.71	55.57
G_1	63.13	23.45	1.18	60.58	113.34	54.36
G_2	62.05	24.22	1.20	60.87	113.24	52.18
G_3	66.00	25.32	1.42	59.49	113.76	50.50
Ortalama	61.20	24.25	1.27	60.67	113.01	53.15

Çizelge 3. 'Brezza' adı ile üretim izni alınan 16 numaralı hatta ait verim bileşenleri

Table 3. Yield components of line 16, which production permission was obtained under the name of 'Brezza'

Yıllar *Year*	Seleksiyon döngüsü *Selection cycle*	Verim (g/bitki) *Yield*	Meyve ağırlığı (g/meyve) *Fruit weight (g/fruit)*
2018	G_0	177.20	13.63
2019	G_1	191.20	10.06
2020	G_2	169.90	9.44
2021	G_3	185.90	11.62
Ortalama		181.05	11.19

'Bayraktar'ın verimi 'Brezza'ya göre biraz daha düşük kalmaktadır. Ancak 'Bayraktar' ağırlık, boy ve çap dikkate alındığında 'Brezza'ya göre daha küçük

meyveler oluşturmaktadır. 'Bayraktar'ın meyve eti kalınlığı da 'Brezza'dan daha azdır. Bu durum, fabrikada küçük meyve işlenmek istendiğinde önem arz etmektedir. Meyve renk değeri yönünden bir karşılaştırma yapıldığında 'Brezza'nın 'Bayraktar'a göre daha yüksek parlaklık değerine sahip iken meyve renginin daha açık yeşil olduğu görülmüştür. 'Bayraktar'ın 'Brezza'ya göre, yüksek kroma değeri ile daha doygun yeşil renge sahip olduğu sonucuna varılmıştır. 'Bayraktar' ve 'Brezza' çeşitlerinin genel bitki görüntüleri sırasıyla Şekil 2 ve 3'te sunulmuştur.

Çizelge 4. 'Brezza' adı ile üretim izni alınan 16 numaralı hatta ait meyve kalite özellikleri

Table 4. Fruit quality characteristics of line 16, which production permission was obtained under the name of 'Brezza'

Seleksiyon döngüsü *Selection cycle*	Meyve uzunluğu *Fruit length* (mm)	Meyve çapı *Fruit diameter* (mm)	Meyve eti kalınlığı *Fruit flesh thickness* (mm)	L L	Hue *Hue*	Kroma *Crome*
G_0	63.33	27.07	1.72	65.86	107.58	45.37
G_1	58.47	26.92	1.24	65.27	110.71	49.08
G_2	63.02	25.05	1.14	66.62	110.28	51.49
G_3	63.30	24.42	1.26	65.02	111.41	54.37
Ortalama	62.03	25.86	1.34	65.69	110.00	50.08



Şekil 2. 'Bayraktar'ın bitki gelişimi ve meyvelerinin genel görünümü

Figure 2. Plant development and fruits of 'Bayraktar'

Genellikle iri meyveli biber çeşitlerinin sıcak bölgelerde yapılan yetiştiriciliğinde meyve kalite özelliğini olumsuz etkileyen güneş yanıklıkları ortaya çıkmaktadır. 'Brezza' 'Bayraktar'a göre hem daha geniş habitüsludur, hem de meyvelerini etkin bir şekilde örten geniş yaprak ayasına sahiptir. Bu durum 'Brezza'ya, sıcak ve güneş etkinliğinin yüksek olduğu lokasyonlarda meyvelerde ortaya çıkabilecek güneş yanıklığının engellenmesi yönünden önemli avantaj sağlamaktadır. Bunlara ek olarak 'Brezza'nın 'Bayraktar'a göre daha yayvan yapılı bitkilere sahip olduğu görülmüştür.



Şekil 3. 'Brezza'nın bitki gelişimi ve meyvelerinin genel görünümü

Figure 3. Plant development and fruits of 'Brezza'



Şekil 4. 'Bayraktar'ın üretici koşullarındaki tarla performansı

Figure 4. Field performance of 'Bayraktar' in producer conditions



Şekil 4. 'Brezza'ın üretici koşullarındaki tarla performansı

Figure 5. Field performance of 'Brezza' in producer conditions

Her iki çeşitle farklı üretim alanlarında üretici koşullarında yapılan yetiştiricilikte üreticiler ile birebir görüşmeler yapılmış ve her iki çeşidin de gerek verim gerekse hasat kolaylığı bakımından üreticinin beklentisini karşıladığı belirlenmiştir. Üreticiler bu çeşitleri yetiştirme arzusunda

olduklarını açıkça ifade etmişlerdir. Üretim bölgelerinde bulunan kantar değerlerinden hareketle birçok üretici tarlası dikkate alınarak yapılan bir hesaba göre, 'Bayraktar'ın dekar başına 5000 kg'ın üzerinde, 'Brezza'nın ise 7000 kg'ın üzerinde meyve verimi değerlerine ulaştığı belirlenmiştir. 'Bayraktar' ve 'Brezza' çeşitlerinin yetiştirildikleri tarlalardaki genel görüntüleri sırasıyla Şekil 4 ve 5'de yer almaktadır.

TARTIŞMA

Özellikle meyve yapısında büyük varyasyon görülen ve çok farklı kullanım amaçları olan pek çok biber varyetesi Türkiye'nin hemen her bölgesinde yetiştirilmektedir. Ülkemizde biber çeşitleri taze-sofralık, turşu, közlenmiş, salça, toz ve pul biber olarak değerlendirilmekte ayrıca acı çeşitler acı sos sanayinde yoğun olarak kullanılmaktadır. Yetiştirilen çeşitlerin birçoğu açık tozlanan çeşitler iken az miktarda da F_1 hibrit çeşitlerin üretimi gerçekleştirilmektedir. F_1 hibrit çeşitler özellikle örtüaltı yetiştiriciliğinde tercih edilmektedir.

Biber ıslahında elde edilecek çeşitlerin hangi amaçla kullanılacağı ıslaha yön veren önemli faktörlerin başında gelmektedir. Günümüzde ıslah çalışmalarında kullanılacak yarı yol materyallerinin belirlenmesinde moleküler yöntemler tercih edilirken, agro-morfolojik karakterizasyon genotipleri tanımlamanın temelini ve ilk basamağını oluşturmaktadır [10, 2]. Bu bağlamda genetik kaynakların tanımlanması, genotipler arasındaki varyasyonun belirlenmesi, taksonomik ve genetik ilişkilerin ortaya konarak genetik kaynakların değerlendirilmesi ıslahçılara genetik materyal sağlamak açısından büyük önem taşımaktadır. Gerek üretici gerek tüketici taleplerine uygun çeşitler geliştirmek amacıyla planlanan ıslah programlarında bazı çeşitlerde renk ön plana çıkarken birçok çeşitte hastalık veya çeşitli stres faktörlerine dayanıklılık önem kazanmaktadır.

Buradan hareketle tüm dünyada pek çok araştırıcı genetik kaynakların tanımlanması ve değerlendirilmesi çalışmalarına uzun yıllardır devam etmektedir. Zewdie vd. [13], biber gruplarında genetik çeşitliliği çekirdek koleksiyon (core collection) oluşturmak amacıyla değerlendirmiş ve bu yöntemle tüm çeşitliliği koruyan bir koleksiyon meydana getirilmiştir. Bu koleksiyonda *Capsicum annuum* L., *Capsicum chinense* Jacq. ve *Capsicum baccatum* L., aksesyonlarının morfolojik özellikleri değerlendirilerek cluster analizi uygulanmıştır. Üç farklı seleksiyon yöntemi kullanılarak yapılan değerlendirmede tüm koleksiyonun %70'ini temsil etmiştir.

Ülkemizde sanayide işlenecek aynı zamanda taze olarak kullanılabilecek çeşit sayısı oldukça sınırlıdır. Islah yapılırken istenen bütün özelliklerin tek bir çeşide kazandırılması pek mümkün olmadığından değişik amaçlara yönelik farklı çeşitlerin ıslahı birçok ıslah programında tercih edilmektedir. Düzyaman ve Duman [3], Türkiye'de yaygın olarak yetiştirilen ve farklı amaçlar için kullanılan biber genotiplerinde incelenen bitkisel özellikler bakımından varyasyon görüldüğünü ve biberlerin kullanım şekillerine göre uygun bitkisel özellikler taşıdığını bildirilmektedir.

2017 yılında K.F.C. Gıda A.Ş.'nin turşuluk Üçburun biber üretiminde işlemeye uygun meyve bulma aşamasında yaşadıkları sorunlara çözüm bulmak ve işlemeye uygun özellikte Üçburun biber çeşit ıslahı amacıyla başlayan çalışmalarımızda, ilk üç yılında seleksiyon yoluyla elde edilen ümitvar genotipler incelenerek meyve kalite özellikleri, verim ve verim komponentleri yönünden değerlendirilmiştir. Genotiplerin bitki gelişim özellikleri, incelenen verim ve verim komponentleri göz önünde bulundurulduğunda önemli genetik ilerleme sağlandığı ortaya çıkmaktadır. Diğer yandan genotip içerisinde varyasyon gösteren bitki sayısı birçok genotipte gözlenmezken, izolasyon sonrası bitki üzerinde oluşan tip dışı meyve sayıları genotiplerin büyük bir bölümünde düşük düzeyde kalmıştır. Genotipler arasında küçük, orta ve iri meyve sayısı yüksek genotiplerin varlığı meyve iriliği yönünden yürütülecek seleksiyonun başarı oranını yükseltmektedir. Nitekim ıslahta çeşit özelliklerinde aranılan unsurların başında gelen verim komponentleri, yürütülen ıslah programının temel hedeflerinden birini oluşturmaktadır.

Gen havuzundan seçilen genotiplerin 2021 yılı tarla ve laboratuvar koşullarında yürütülen ve meyve özellikleri yönünden yapılan değerlendirmede beklendiği üzere meyve ağırlık, meyve çap ve meyve uzunlukları yönünden genotiplerin büyük bir bölümü genotip genel ortalamasının üzerinde sonuçlar sağlamıştır. Yapılan genel değerlendirmede bitki gelişim şekli, meyvenin agronomik özellikler yönünden birbirinden farklı iki genotip ümittvar olarak tanımlanmış ve aday çeşit olarak nitelendirilmiştir. Yürütülen çalışma sonucunda 13 ve 16 numara ile tanımlanmış bu iki genotip incelendiğinde; başta meyve gelişim özellikleri (meyve uzunluğu, meyve ağırlığı, meyve çapı), meyve renk özellikleri (L*, hue ve kroma) olmak üzere, bitki gelişim formu ve bitki habitüsü yönünden birbirinden oldukça farklı karakterlere sahip olduğu görülmektedir.

SONUÇ

Seçilen genotiplerde agro-morfolojik özellikler değerlendirildiğinde belirlenen farklılıklardan hareketle adı geçen iki genotipin 'Bayraktar' ve 'Brezza' adları ile Tarım ve Orman Bakanlığına başvuru işlemleri yapılmış "Tohum Tescil ve Sertifikasyon" işlemleri sonucu bakanlık tarafından başvuru incelenmiş ve çeşit üretim izinleri alınmıştır. Çalışma 2023 yılında da seleksiyon yolu ile seçimi gerçekleştirilen genotiplerin moleküler düzeyde karakterize edilmesi, hastalıklar yönünden moleküler markörler yardımı ile taranması ve hibrit ıslah programları ile devam edecektir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma KFC Gıda A.Ş. tarafından 2017-2022 yılları arasında Ege Üniversitesi Ar-Ge Projesi Kapsamında desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı KFC Gıda A.Ş.'ne ve projelerin yürütülmesi sürecinde Üretici Nurullah DAĞ, Organik Tarım Uzmanı Şahin GÜDÜCÜ ve Zir Müh. Mehmet Fatih ÖZGÜVEN'e teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

1. Bosland, P.W., Votava, E.J. 2012. Peppers: vegetable and spice Capsicums. 2. Edit., CAB Int., London.
2. Bozokalfa, M.K., Eşiyok, D. 2010. Biber (*Capsicum annuum* L.) aksesyonlarında genetik çeşitliliğin agronomik özellikler ile belirlenmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 47(2):123-134.
3. Düzyaman, E., Duman, İ. 2004. Türkiye'de yetiştirilen bazı önemli biber genotiplerinin morfolojik varyabilitesi üzerine bir araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 41(3):55-66.
4. Günay, A. 2005. Sebze yetiştiriciliği. Cilt:2, İzmir.
5. Haralayya, B., Asha, I.S. 2017. Molecular marker application in *Capsicum* spp.: a supplement to conventional plant breeding. International Journal Current Microbiology Applied Sciences 6(11): 3840-3855 (doi:10.20546/ijcmas.2017.611.451).
6. Katz, E. 2009. Chili Pepper, from Mexico to Europe: Food, imaginary and cultural identity. In: Food, Imaginaries and Cultural Frontiers Essays in Honour of Helen Macbeth, pp:213-232.
7. Muminjanov, H., Karagöz A., 2018. Biodiversity of Turkey: contribution of genetic resources to sustainable agriculture and food systems. FAO, 222p. ISBN:978-92-5-130959-9.
8. Özalp, R. 2021. Biber ıslahı. In: Yazlık sebzeler ıslahı. Nobel Yayıncılık, Ankara, s:103-152.
9. Özgen, R., Balkaya, A. 2021. Serada sonbahar dönemi dolmalık biber yetiştiriciliğinde hibrit çeşit adaylarının meyve kalitesi ve verim performansları. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 8(1):78-89 (doi:10.35193/bseufbd.840847).
10. Smith, J.S.C., Smith, O.S. 1989. The description and assessment of distances between lines of maize: The utility of morphological, biochemical and genetic descriptors and a scheme for the testing of distinctiveness between inbred lines. Maydica 34:151-161.
11. Somos, A. 1984. The paprika. Akademiai Kiado, Budapest.
12. Srivastava, A., Mangal, M. 2019. Capsicum breeding: history and development. In: The Capsicum genome. (Eds.; N. Ramchiary, C. Kole), Springer Nature, Switzerland.
13. Zewdie, Y., Tong, N., Bosland, P.W. 2004. Establishing a core collection of capsicum using a cluster analysis with enlightened selection of accessions. Genetic Resources and Crop Evolution 51:147-151.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 25–34 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

BİBERDE KOLTUK TOMURCUKLARINA YAPILAN KOLHİSİN UYGULAMALARININ POLİPLOİDİ OLUŞUMU ÜZERİNE ETKİSİ

Ayşegül ERTUNÇ MATUR[1]*, Kenan SÖNMEZ[2], Büşra YAPICI[3], Süleyman KAVAK[4], Şeküre Şebnem ELLİALTIOĞLU[5]

[1]Petektar Tohum Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti., Aksu/Antalya; ORCID:
[2]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Eskişehir; ORCID:
[3]Petektar Tohum Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti., Aksu/Antalya; ORCID:
[4]Doç. Dr., Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bilecik; ORCID:
[5] Prof. Dr., Ankara Üniversitesi Teknokent, Doqutech Acad. Ltd. Şti., Ankara; ORCID: 0000-0002-3851-466X

ÖZ

Ülkemizde yaklaşık 2.7 milyon ton üretim miktarına sahip olan biberde, ilk sırayı %44'lik bir oran ile kapya biber ürün grubu almaktadır. Kapya biberler, gıda sanayiinde yoğun olarak kullanılmaktadır. İşleme türüne bağlı olarak tohum ve saplarının çıkarılması işlemi, insan işgücü ile yapıldığı için işçilik maliyetleri artmakta ve üretim hızı da yavaşlamaktadır. Bu çalışma tohum içermeyen kapya biber ıslahında kullanılacak tetraploid bitkiler elde etme amacıyla planlanmıştır. Bitkisel materyal olarak 'Petektar Tohum' Antalya firmasına ait 12 farklı kapya biber genotipi kullanılmıştır. Seçilen diploid kromozom sayısına sahip genotiplerin katlanmalarını sağlamak üzere, genç bitkilerin koltuk tomurcuklarına, 12 ve 24 saat süresince %0.3 ve %0.5'lik kolhisin uygulaması yapılmıştır. Kolhisin uygulanan yaklaşık 480 adet bitkiden morfolojik özelliklerine göre belirlenen 151 adet bitki ve kontrol uygulamasından da 12 adet bitki olmak üzere toplam 163 adet bitkinin ploidi seviyeleri, flow sitometri yöntemi ile incelenmiştir. Flow sitometri analizi sonucunda, 12 saat süreyle %0.3'lük kolhisin dozu uygulamasından yaklaşık %12.24 oranında, 24 saat %0.3 kolhisin dozu uygulamasından yaklaşık %46.6 oranında, 12 saat %0.5 kolhisin dozu uygulamasından ise yaklaşık %32 oranında tetraploid bitki tespit edilmiştir. Tetraploid bitkiler kendilenerek sağlıklı tohumlar elde edilmiştir. Sonuç olarak, koltuk sürgünlerine yapılan kolhisin uygulamalarının, poliploid bitki elde etme konusunda etkili bir yöntem olduğu ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Islah, tetraploid hat, antimitotik, kapya biber, *Capsicum annuum* L.

THE EFFECT OF COLCHICINE APPLICATIONS ON AXILLARY BUDS IN PEPPER ON THE FORMATION OF POLYPLOIDY

ABSTRACT

Capia pepper takes the first place with 44% of the 2.7 million tons of pepper production in our country. Capia peppers are used extensively in the food industry. Depending on the type of processing, labor costs increase and production speed slows down due to the removal of seeds and fruit stalks, which is done with human labor. The goal of this study was to obtain tetraploid plants for seedless capia pepper production. Twelve different capia pepper genotypes of Petektar Tohum, Antalya, were used as plant material. To ensure folding of the chromosome number of the selected diploid genotypes, 0.3% and 0.5% colchicine were applied to the axillary buds of diploid young plants for 12 and 24 hours. Ploidy levels of a total of 163 plants, which consist of 151 plants determined according to their morphological characteristics from approximately 480 colchicine applied plants and 12 plants from control applications, were examined by flow cytometry. As a result of flow cytometry analysis, approximately 12.24% of tetraploid plants were detected from the application of 0.3% colchicine dose for 12 hours, approximately 46.6% from the application of 0.3% colchicine dose for 24 hours, and approximately 32% from the application of 0.5% colchicine dose for 12 hours. Healthy seeds were obtained by selfing tetraploid plants. As a result, it has been shown that applying colchicine to axillary shoots is an efficient method for creating polyploid plants.

Keywords: Breeding, tetraploid, antimitotic, capia pepper, *Capsicum annuum* L.

GİRİŞ

Biber hem insan beslenmesindeki önemi hem de üretim miktarı ve çok yönlü tüketim şekli nedeniyle önde gelen sebze türlerinden biridir. Dünyada yıllık 36.1 milyon tona yakın biber üretimi yapılmaktadır. Ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen *Solanaceae* familyası sebzelerinden olan biber, 792.617 da alanda toplam 2.6 milyon ton üretim miktarı ile aynı familyadaki domatesten sonra 2. sırada en fazla üretilen sebzedir. Türkiye, biber üretiminde dördüncü

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

sırada yer alarak tek başına dünya biber üretiminin %7.3'ünü karşılamaktadır [5].

Ülkemizde biber yetiştiriciliği sivri, çarliston, dolmalık (iri kesit) ve salçalık/kapya olmak üzere 4 ana kategoriye ayrılmaktadır. Biber taze tüketim ve sanayi hammaddesi olarak iki farklı amaçla üretilmektedir. Sanayi için biberler genel olarak konserve başta olmak üzere, salça, turşu, acı sos, işlenmiş et ürünlerinde katkı şeklinde kullanılmak üzere üretilmektedir [20].

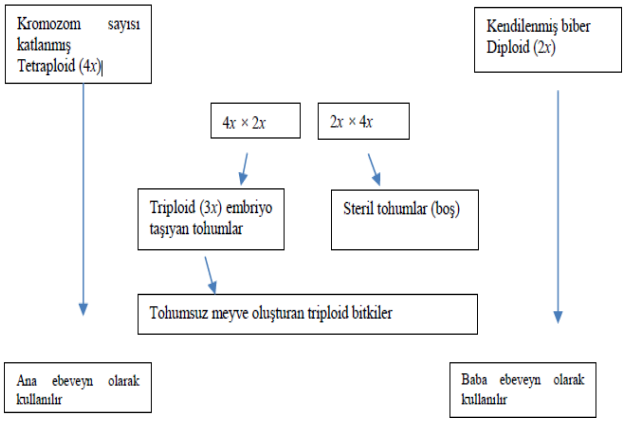
Kapya biberler; taze tüketimin yanı sıra, köz biber konservesi, acı biber sosu, biber salçası, yağlı biber turşusu, ezilmiş-öğütülmüş olarak, kurutulmuş, taze soğutulmuş, dondurulmuş vb. birçok tüketim alanına sahiptir ve gıda işleme sanayisi için önemli bir üründür. Ülkemizde 2021 yılı TÜİK rakamlarına göre işlenmiş biber ürünleri ihracatı toplam 174 milyon dolardır. Yine 2021 yılı TÜİK rakamlarına göre işlenmiş kapya biber ürünleri ihracatı ise 137 milyon dolardır. Kaypa biberlerde nitelikli yerli hibrit çeşitlerin geliştirilmesi öncelikli konular arasındadır [19].

Kapya biberden elde edilen biber sosları ve köz biber imalatı iş akış sürecindeki aşamalardan birisi de sap çıkarma ve çekirdek çıkarma/ayırma sürecidir. Özellikle köz biber işlemesinde sap ve çekirdek çıkarma işlemi el işçiliği ile yapılmaktadır. Hıyar, karpuz ve patlıcanda olduğu gibi son yıllarda tüketici isteklerindeki eğilimin bir sonucu olarak, çekirdeksiz biber çeşitlerinin geliştirilmesine yönelik bir talep söz konusudur. Bu talep özellikle de biber sosu, konservesi, köz biber, kurutulmuş veya öğütülmüş olarak birçok alanda kullanılan kapya biberde daha fazladır. Kapya biber işleyen sanayiciler bakımından çekirdeksiz kapya biber, işleme kolaylığı sağlayacaktır. Böylece gerek biber tohumu gerekse de işlenmiş kapya biber ihracatımızın artması sağlanacaktır. Poliploid ıslahı kullanılarak elde edilecek olan çekirdeksiz kapya biberin, sağlayacağı tüketim kolaylığı ile tüketiciler ve işleme kolaylığı ile de sanayiciler tarafından tercih edileceği öngörülmektedir. Çekirdeksiz kapya biber çeşitlerinin işleme sanayii açısından işçilik maliyetlerini düşürme ve çekirdeksiz temiz ürün elde etme bakımından önemi büyüktür. Ayrıca çekirdeksiz meyvelerin çekirdekli olanlara göre %25 daha fazla brix'e sahip olması (Sygenta'nın Anegello çeşidi) ve ß-karotene içeriğinin 10 kat daha fazla olması da besin değeri açısından çekirdeksiz biberlerin önemli bir avantajıdır [6].

Çekirdeksiz kapya biber elde edilmesi, piyasadaki mevcut biber çeşitlerinden farklı bir özelliğe sahip olması tüketici ve sanayici bakımından tercih edilebilirliğini artıracaktır. Yine çekirdeksiz kapya biberin yurt içi ve yurt dışı tohum ticaretinde ön plana çıkacağı ve ülkemiz biber tohumluğu ihracatında artışa neden olacağı düşünülmektedir.

Biberde tohumsuz meyve oluşumu (partenokarpi), triploid yapıdaki bitkilerde ortaya çıkmaktadır. Karpuzda olduğu gibi triploid tohum elde edilmesi için tetraploid hatların ana ebeveyn olarak kullanılması gerekmektedir. Mohr [13] diploid hatların tetraploid polenlerle tozlanması sonucunda boş ve steril tohumlar meydana geldiğini bildirmektedir. Şekil 1'de triploid biber elde edilmesi şematik olarak gösterilmiştir.

Tohumsuz partenokarpik meyve verecek generasyon elde edilmesi amacıyla, tetraploid (2n=4x=48) dişi birey ile diploid (2n=2x=24) erkek bireyin tozlanmasıyla hibritler oluşturulur. Oluşan tohumlar triploid (2n=3x=36) yapıda olup ekildiklerinde triploid bitkiler gelişir. Triploid bitkide üç set kromozom vardır ve bu üç set kromozom mayoz bölünme esnasında eşit olarak bölünemediğinden dolayı sağlıklı gametler oluşamaz. Bu nedenle triploid hibritler kısırdır ve meyveler tohumsuzdur. Triploid generasyon bireylerinin elde edilebilmesi için öncelikle katlama işlemine tabi tutulacak diploid hatların belirlenmesi, tetraploid bitkilerin elde edilmesi gerekmektedir [7].



Şekil 1. Triploid biber elde edilmesi (Sarı, 1994'ten değiştirilerek)

Figure 1. Obtaining triploid pepper (modified from Sarı, 1994)

Ploidi seviyesi arttırılmış bitkilerin elde edilmesinde kromozom katlaması için bitki ıslahçıları tarafından antimitotik maddeler kullanılır. Bu maddeler mitoz bölünme sırasında iğ iplikçiklerinin oluşumunu önleyerek hücre içindeki kromozom sayısının iki katına çıkmasını sağlamaktadır. Bu amaçla kullanımı en yaygın olan kimyasal madde kolhisindir. Kolhisin, güz çiğdeminin (*Colchicum automnale* L.) soğanlarından elde edilen alkaloid yapısında kuvvetli bir zehir olup; renksiz, alkol, kloroform ve soğuk suda eriyen; sıcak suda ve eterde erimeyen bir maddedir. Kolhisin, uygulandığı

dokuların hücrelerinde mitoz bölünmenin metafaz safhasında mikrotubule sentezini durdurmakta; bu sırada sayısı iki katına çıkmış kromozomların kutuplara çekilmesi mümkün olamadığından, kromozom sayısı iki katına çıkmaktadır [9, 1].

Poliploidi hem yabani hem de kültür bitkilerinde evrimsel süreçte etkili başlıca sistemlerden biridir. Poliploid organizmalar diploid akrabalarına göre çoğunlukla daha yüksek vigor (güç), bazı durumlarda farklı özellikler açısından üstün nitelikler gösterirler. Poliploidlerin bu dikkat çekici üstünlüğü, bitki çeşitlerinin geliştirilmesini sağlamak için doğal veya sentetik yollar ile poliploidi elde edilmesi üzerinde ilgiyi yoğunlaştırmaktadır. Poliploidi bitki organlarındaki irilik artışı (gigas etkisi) sağlamakta, bu özelliği ile süs bitkileri ıslahında da öne çıkmaktadır. Poliploid bitkilerde yüksek verime sahip olma, ürün kalitesinde artış, biyotik ve abiyotik streslere karşı toleransın yüksekliği olarak sayılabilen üstün özellikler bulunabilmektedir. Poliploidi ıslahı ile çekirdeksiz (tohumsuz) çeşitlerin üretimi mümkün olur. Bunun yanı sıra türler arası hibrit bireylerdeki kısırlık özelliği, genom katlama işlemi sayesinde onarılabilir ve fertil türler arası hibrit bitkiler elde edilebilir [15].

Tanaka [17], patlıcanda 9 farklı çeşitte kolhisin uygulamalarıyla tetraploidler elde etmiştir. Tetraploidlerin çoğunda fertilite bakımından sorunlar ortaya çıksa da 'Uonuma Purse' patlıcan çeşidinde verimlilikte iyileşme olmuş, ayrıca böceklere ve kuraklığa karşı diploid bitkilere göre daha yüksek dayanım elde edilmiştir. Tetraploid bitkilerin su, N ve K alımının daha fazla olduğu, yaprak alanı ve fotosentez ürünlerindeki artışla birlikte homojen ve bol meyve elde edilebildiği belirtilmiştir.

Ellialtıoğlu vd. [4], patlıcanda anter kültürüyle elde edilen haploid bitkilerin kromozom sayılarını katlamak amacıyla kolhisin uygulaması yapmışlardır. 1 veya 2 saat süreyle %0.5 ve %1 dozlarında kolhisin çözeltisi içinde bekletilen mikro çelikleri *in vitro* koşullarda katlamaya çalışmışlardır. Haploid bitkilerin bir kısmını ise dış koşullara alıştırmışlardır. Sera koşullarında bitkiler önce budanmış daha sonra kolhisine (%0.5 ve %1 dozlarında) batırılmış pamukları 1 veya 2 saat süre ile koltuk tomurcuklarına yerleştirmişlerdir. Yaptıkları bu uygulamaların sonucunda dihaploid ve yaşayan bitkilerin sayıları belirlenerek *in vivo* ve *in vitro* kolhisin uygulamaları kıyaslanmıştır. Çalışma sonucunda patlıcanda haploid bitkilerin kromozom sayılarının katlanmasında *in vitro* kolhisin uygulaması uygulama kolaylığı ve erken çiçeklenme bakımından avantajlı bulunmuştur. Uygulama yapılan bitkilerin hepsinde uygun doz ve sürede yanıt alınabilmesi bakımından *in vivo* kolhisin uygulaması uygun bulunmuştur. Tek boğum çeliklerinin *in vitro* koşullarında %0.5'lik kolhisinde 2 saat bekletilmesi ile *in vivo* bitkilerin koltuk tomurcuklarına kolhisin (%0.5) batırılmış pamuklarla 2 saat ya da %1 kolhisine batırılmış pamuklarla 1 saat yapılan uygulamaların en elverişli oldukları gözlemlenmiştir.

Türkiye, biber üretiminde Çin ve anavatanı olan Meksika'dan sonra dünyada üçüncü sıradaki üretici ülke olmasına ve biberde geniş bir çeşitlenme alanı olmasına rağmen, çekirdeksiz biber üretimi ve buna yönelik partenokarpik meyve oluşturan bir çeşit bulunmamaktadır. Sanayide önemli fayda sağlayacak çekirdeksiz kapya biber çeşidinin geliştirilmesi, biber ıslah hedefleri arasında yer alan bir özelliktir.

Bu araştırma ile yerli çekirdeksiz kapya biber çeşitleri geliştirme amacına yönelik olarak, tetraploid ana ebeveyn geliştirilmesi için farklı *in vivo* kromozom katlama yöntemleri üzerinde çalışılmıştır. Bu amaçla en etkili ve pratik protokolün belirlenmesi hedeflenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

In vivo çalışmalar; Petektar Tohum, Antalya Ar-Ge istasyonunda geliştirilen kapya biber ıslah hatları arasından farklı özelliklere sahip 12 kapya biber hattında gerçekleştirilmiştir.

Metot

12 farklı kapya hattı ile 4 tekerrürlü olarak yapılan bu uygulama için hiç uygulama görmemiş 5'er adet biber tohumlarının ekimleri 2:1 oranında torf:perlit karışımı doldurulmuş 96 gözlü viyollere yapılmıştır. Dikim büyüklüğüne gelen her bir fide 15 cm çapındaki saksılara tek tek şaşırtılmış ve 4-5 yapraklı genç bitki haline gelinceye kadar bekletilmiştir (Şekil 2-a).

Çekirdeksiz biber elde edilmesinin ana materyali olan tetraploid hat elde etmek amacıyla kolhisin uygulaması için uygun büyüklüğe gelen fidelerin tepe kesimleri yapılmış olup (Şekil 2-b), Çizelge 1'de verilen doz ve sürelerde küçük pamuk topları kolhisin solüsyonlarına daldırarak pamukların solüsyonu emmesi sağlanmıştır (Şekil 2-c).

Bir pens yardımı ile alınan kolhisin emdirilmiş pamuk topları tepe kesimi yapılmış olan biber fidelerinin koltuk tomurcukları üzerine tutturulmuştur (Şekil 2-d) [4]. Daha sonra koltuk tomurcukları, üzerindeki pamuk toplarının ışıktan etkilenmemeleri ve uygulama süresince kurumamaları için alüminyum folyo ile tomurcuklara zarar vermeyecek şekilde sarılmıştır (Şekil 2-e). Uygulama sürelerinin sonunda alüminyum folyo sökülmüş ve tomurcuklar saf su ile yıkanmıştır.

Uygulama yapılan tomurcuğun bulunduğu yaprağa plastik halka etiketler takılmıştır (Şekil 2-f). Uygulama sonrası fideler seradaki yerlerine dikilmeden önce bir hafta daha fidelikte bekletildikten sonra 50×50×100 cm mesafe ile yetiştirme serasına aktarılmıştır. Kolhisin uygulanan koltuk sürgünlerinden gelişen fidelerde, bitki ve sürgünlerde morfolojik gözlemler yapılmıştır.

Çizelge 1. Kapya biber fidelerinin koltuk tomurcuklarına kolhisin uygulama doz ve süreleri

Table 1. Colchicine application doses and times to axillary buds of capia pepper seedlings

Uygulama no *Treatment no*	Kolhisin dozu (%) *Colchicine dose (%)*	Uygulama süresi (saat) *Application time (hours)*
1	0.3	12
2	0.3	24
3	0.5	12
4	0.5	24



Şekil 2. Biber fidelerinin koltuk tomurcuklarına kolhisin uygulaması, a-Koltuk tomurcuklarına kolhisin uygulaması için saksılara şaşırtılmış biber fideleri, b-Uygulama öncesi fidelerde tepe kesimi, c-Pamuklara kolhisin solüsyonun emdirilmesi, d-Koltuk tomurcuklarına kolhisin uygulaması, e-Uygulama sonrası tomurcukların alüminyum folyo ile sarılması, f-Uygulamalar sonrası süren koltuk tomurcukları ve etiketleme

Figure 2. Application of colchicine to axillary buds of pepper seedlings, a-Potted pepper seedlings for colchicine application to axillary buds, b-Top cutting of seedlings before application, c-Absorbing colchicine solution on cottons, d-Application of colchicine to axillary buds, e-Wrapping of buds with aluminum foil after application, f-Growing axillary buds and labeling after application

•Morfolojik Gözlemler: Morfolojik gözlemlerde kolhisinden etkilenen bitkilerde, bu bitkilerin meyvelerinde ve tohum bağlama durumunda birtakım değişiklikler gözlemlenmiştir. Koltuk tomurcuklarına farklı doz ve sürelerde kolhisin uygulamasının süren ve sürmeyen göz sayıları, seraya dikildikten sonraki sürgün sayıları, meyve eni, meyve boyu ve bitki başına meyve sayısı üzerine etkileri incelenmiştir. Süren göz sayısı, sürmeyen göz sayısı ve sürgün sayısı sayılmıştır. Meyve eni ve boyu kumpas yardımı ile ölçülmüştür. Yaprak alanı ölçümleri için her bir uygulamaya ait bitkilerden ve kontrol bitkilerinden büyüme noktasından geriye doğru alınan 4. genç yapraklara ait ölçümler LI-COR, LI-3000C model yaprak alanı ölçer cihazı ile yapılmıştır.

•Sitolojik Gözlemler: 12 farklı genotipte koltuk tomurcuğu kolhisin uygulamaları sonrası bitkilerde stoma gözlemleri (stoma sayısı, en ve boy ölçümleri) yapılmıştır. Stoma sayımları için her bir uygulamanın tüm bitkilerinden sabah erken saatlerde büyüme ucundan itibaren 4. yaprak alınmış ve her yapraktan bir preparat hazırlanarak, Saptop, CX40-T marka trinoküler mikroskopta 3 farklı bölgede birim alanda (0.08 mm²) sayım ve ölçümler yapılmıştır.

•Koltuk Tomurcuğu Kolhisin Uygulaması Sonrası Serada Yetiştirilen Bitkilerde Kendileme, Hasat, Tohum Çıkarma Depolama ve Paketleme: Koltuk tomurcuklarına kolhisin uygulaması yapılan bitkilerde saf tohum elde edebilmek için kendilemeler yapılmıştır. Kendilemeler için küçük izolasyon keseleri temin edilmiştir. Tüm bitkilerde polen oluşturmamış çiçekler seçilip çiçekler açmadan izolasyon keseleri takılmıştır. Her bitkide en az 3 adet kendilenmiş meyve olacak şekilde kendilemeler yapılmıştır. Hasat, meyveler tam kırmızı renk aldıkları ve olgunlaştıkları zaman yapılmıştır.

•Flow Sitometri Analizi: Morfolojik ve sitolojik gözlemler sonrası muhtemel poliploid olarak belirlenen bitkilerde yapılan kendilemeler sonucunda elde edilen tohumlar ekilerek fideleri yetiştirilmiş ve genç fidelerden 4-5 yapraklı dönemde alınan yaprak örneklerinde flow sitometri analizi gerçekleştirilmiştir. Flow sitometri analizi, Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümündeki, Partec Cyflow Space marka flow sitometri cihazında gerçekleştirilmiştir [18].

•İstatiksel Değerlendirme: Araştırmada, koltuk tomurcuğu kolhisin uygulamaları sonrası (meyve karakterleri, bitki boyu, çiçek çapı, yaprak alanı, uygulama yapılan göz sayısı, süren ve sürmeyen göz sayısı, sera sürgün sayısı) elde edilen veriler SPSS (18.0 for Windows) istatistiksel programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farklılıkların karşılaştırılmasında %1 ve %5 düzeyinde önemlilik durumları Duncan çoklu karşılaştırma testi ile gerçekleştirilmiştir.

Tekerrürü bulunmayan diğer gözlemler için verilerin ortalamaları alınarak değerlendirme yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Kolhisin uygulamalarının uygulama yapılan göz sayısı üzerine etkileri 6 no.lu hatta istatistiki olarak önemli olurken, diğer hatlarda önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). Uygulamaların süren göz sayısı üzerine etkisi ise 2, 4 ve 7 no.lu hatlarda istatistiki olarak önemli, diğer hatlarda önemsiz bulunmuştur. Sürmeyen göz sayısı ise 4, 6 ve 7 no.lu hatlarda istatistiki olarak önemli, diğer hatlarda ise önemsiz olarak tespit edilmiştir. Bitkiler seraya dikildiklerinde ise serada sürgün sayısı belirlenmiştir. Uygulamaların sürgün sayısı üzerine etkisi tüm hatlarda istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Tüm hatlarda doğal olarak en yüksek sürgün sayıları kontrol bitkilerinden elde edilmiştir. Uygulamalarda ise hatlara göre değişen oranlarda farklı sonuçlar alınmıştır. Meyve eni 1 ve 4 no.lu hatlarda istatistiki olarak önemli bulunurken, diğer hatlarda önemsiz olarak belirlenmiştir. Mensah vd. [12]'nin susamda yaptığı çalışmada elde ettiği bulgulara benzer şekilde, %0.3'lük 12 ve 24 saat kolhisin çözeltisi uygulamasında 1, 2, 5, 10 ve 11 no.lu genotipler ile %0.5'lik 12 ve 24 saat kolhisin çözeltisi uygulamasında 1, 2 ve 12 no.lu genotiplerde meyve eninde artış olduğu görülmüştür. Meyve boyu değerleri 4, 5 ve 9 no.lu hatlarda istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli bulunurken, diğer hatlarda önemli olmadığı tespit edilmiştir. Meyve boyu değerlerinde, %0.3'lik kolhisin çözeltisi uygulamasının her iki süresinde de 2 ve 8 no.lu genotiplerde, %0.5'lik 12 saat kolhisin çözeltisi uygulamasında 8 ve 12 no.lu genotiplerde ve %0.5'lik 24 saat uygulamasında ise 1, 2, 4 ve 12 no.lu genotiplerde Ceren [2]'in altın çilekte elde ettiği sonuçlara benzer şekilde artış tespit edilmiştir. Meyve sayılarının tüm hatlarda istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiş ve en yüksek değerler kontrol bitkilerinden elde edilmiştir (Çizelge 2). Elde edilen bu sonuçların, Tanaka [17]'nın patlıcanda yaptığı çalışmadan elde ettiği bulgular ile uyumsuz olduğu görülmüş ve bunun genotipe bağlı olduğu düşülmüştür.

Koltuk tomurcuklarına kolhisin uygulaması sonucu 3 ve 12 no.lu hatların bitki boylarındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunurken, diğer hatların bitki boy değişimlerinin önemli olmadığı, 9 no.lu hattın %0.5 kolhisin dozu uygulaması ile 10 no.lu hattın %0.3 kolhisin dozu uygulamasında bitki boyları, 6, 7, 11 ve 12 no.lu hatların her iki doz uygulamalarından elde edilen ortalama değerlere göre daha yüksek olarak belirlenmiştir. 1, 2, 3, 4, 5 ve 8 no.lu hatlara uygulanan her iki kolhisin dozu sonucunda elde edilen bitki boylarının ortalama bitki boy değerlerinden daha düşük olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Elde edilen bu bulgular, Jaskani vd. [8]'nin karpuzda yaptıkları çalışmada bitkilerin uygulamalardan olumsuz etkilenmesi nedeni ile elde ettiği sonuçlarla benzerlik göstermiştir.

Sürgün çiçek çaplarına ait farklılıklar 1, 3, 4, 5, 7, 8, 9 ve 10 no.lu hatlarda istatistiki olarak önemli, 2, 11 ve 12 no.lu hatlarda ise önemsiz olarak tespit edilirken 6 no.lu hattan veri elde edilememiştir. Çalışma sonucunda, %0.3 kolhisin dozunda 1, 2, 5, 7, 8, 9, 10, 11 ve 12 no.lu genotiplerde ve %0.5 kolhisin dozu uygulamasında 4, 5, 7, 8, 11 ve 12 no.lu genotiplerde elde edilen çiçek çapı değerleri, kontrol uygulamalarından daha büyük olarak belirlenmiştir. İnan [7], Şimşek [16], Khan vd. [10]'nin yaptıkları çalışmalar ile çalışma sonucumuz benzerlik göstermiştir. %0.3 kolhisin dozunda 3 ve 4 no.lu genotiplerden, %0.5 kolhisin dozu uygulamasında 1, 2, 3 ve 9 no.lu genotiplerden elde edilen çiçek çapı değerlerinin kontrol ortalamasına göre daha küçük değerler verdiği belirlenmiştir.

Uygulama yapılan bitki sürgünlerine ait yaprak alan değerleri 5 no.lu hat haricinde diğer bütün hatlarda istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 3). Çalışma sonucunda yaprak alanlarındaki değişim; %0.3 kolhisin dozunda 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10 ve 12 no.lu hatlarda kontrole göre yüksek bulunurken, 3 7 ve 11 no.lu hatlarda yaprak alanlarında azalma görülmüş, %0.5 kolhisin dozu uygulamasında 10 no.lu hat haricinde tüm hatlara ait yaprak alanları kontrole göre artarken 10 no.lu hatta ise azalma tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan genotiplerin kontrol uygulamalarında yaprak alanları arasında önemli farklılıkların olduğu görülmüş ve en düşük yaprak alanı 6 no.lu genotipte, en yüksek yaprak alanı ise10 ve 11 no.lu genotiplerde belirlenmiştir. Elde edilen bulgular İnan [7] ve Liu vd. [11]'nin elde ettiği sonuçlar ile benzerdir. Yaprak alanındaki farklılık üzerinde kolhisin dozunun etkili olduğu, uygulama doz ve süreler arasındaki farklılığın ise genotip özelliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Koltuk tomurcuklarına kolhisin uygulamalarının birim alandaki stoma sayısı, eni ve boyu üzerine etkileri Çizelge 4'te verilmiştir. Kolhisin uygulamalarının poliploid bitki oluşumuna etkisi belirgin olarak gözlenmiştir. Stoma boyutlarından hareket ederek teşhis yapmak yerine birim alandaki stoma sayısındaki azalma, muhtemel poliploid bitki ya da sürgün oluşumu olasılığını daha net işaret etmektedir. 1, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11 ve 12 no.lu hatların stoma sayıları kontrole göre daha az bulunmuştur.

Çizelge 2. Koltuk tomurcuklarına kolhisin uygulamasının süren, sürmeyen göz sayıları, meyve eni, meyve boyu ve meyve sayısı üzerine etkileri

Table 2. The effects of colchicine application on axillary buds on the number of buds, fruit width, fruit length, and fruit number

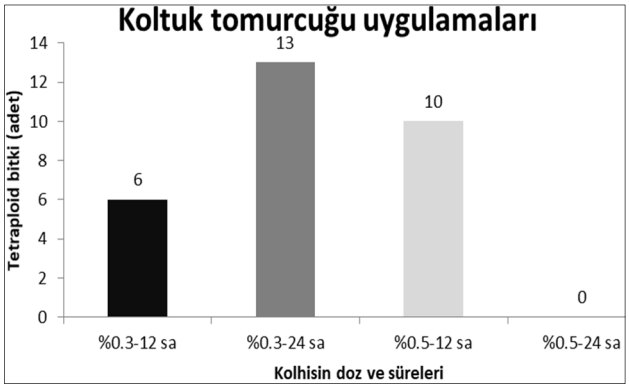
Hat no *Genotype no*	Doz (%) *Dose (%)*	Süre (saat) *Time (hour)*	Uygulama yapılan göz sayısı(adet/bitki) *Number of bud applied (number/plant)*	Süren göz sayısı (adet/bitki) *Number of growing buds (number/plant)*	Sürmeyen göz sayısı (adet/bitki) *Number of not growing buds (number/plant)*	Sürgün sayısı (adet/bitki) *Shoot number (number/plant)*	Meyve eni (cm) *Fruit width (cm)*	Meyve boyu (cm) *Fruit length (cm)*	Meyve sayısı (adet/bitki) *Number of fruits (number/plant)*
1	0.3	12	3.2	3	0.2	1.94 b	3.28 a	7.06	8.33 b
	0.3	24	4.2	4.1	0.1	1.64 b	2.78 abc	4.22	5.56 b
	0.5	12	3.6	3.5	0.1	2.06 b	2.67 bc	4.5	6.22 b
	0.5	24	3.9	3.7	0.2	1.81 b	3.00 ab	9	7.08 b
	Kontrol		3.67	3.53	0.13	3.53 a	2.28 c	7.78	26.11 a
Ortalama			3.72 öd	3.57 öd	0.15 öd	2.20*	2.80*	6.51 öd	10.66 **
2	0.3	12	4.1	4.1 a	0	2.06 bc	3.58	10.83	7.75 b
	0.3	24	4.2	4.1 a	0.1	2.33 b	3.72	11.56	7.67 b
	0.5	12	3.9	3.5 ab	0.4	2.08 bc	4.33	7.5	3.83 b
	0.5	24	3.9	3.3 b	0.6	1.56 c	3.89	8.89	5.72 b
	Kontrol		4.07	3.97 a	0.1	3.97 a	3.28	8.11	14.17 a
Ortalama			4.04 öd	3.79*	0.25 öd	2.40**	3.76 öd	9.38 öd	7.83**
3	0.3	12	3.8	3.5	0.3	2.36 b	2.89	10.67	6.89 b
	0.3	24	4	4	0	2.33 b	2.67	7.5	4.33 b
	0.5	12	4.1	3.8	0.3	1.22 c	3.17	11.22	6.22 b
	0.5	24	4.2	4	0.2	1.92 bc	2.33	7.83	5.50 b
	Kontrol		3.97	3.8	0.17	3.80 a	2.67	11.39	20.61 a
Ortalama			4.02 öd	3.85 öd	0.18 öd	2.33**	2.74 öd	9.72 öd	8.71**
4	0.3	12	4	4.0 a	0.0 c	1.67 bc	2.44 b	6.44 c	5.33 b
	0.3	24	4	3.9 ab	0.1 c	1.69 bc	2.75 b	6.83 c	8.67 b
	0.5	12	4.1	3.1 c	1.0 a	1.36 c	2.50 b	8.50 bc	8.00 b
	0.5	24	4.1	3.5 b	0.6 b	2.14 b	3.75 a	12.67 a	8.83 b
	Kontrol		4.03	3.90 ab	0.13 c	3.90 a	3.00 b	10.50 ab	15.00 a
Ortalama			4.05 öd	3.70 **	0.35**	2.15**	2.89*	8.99**	9.17**
5	0.3	12	2.5	1.7	0.8	1.47 b	2.5	5.50 ab	5.50 b
	0.3	24	3.4	2	1.4	1.50 b	2	5.83 a	9.83 b
	0.5	12	2.9	1.4	1.5	1.31 b	2	2.00 c	3.00 b
	0.5	24	2.4	1.2	1.2	1.58 b	1.33	3.33 bc	6.33 b
	Kontrol		2.93	2.77	0.17	2.77 a	1.67	6.33 a	34.17 a
Ortalama			2.81 öd	1.81 öd	1.0 öd	1.73*	1.90 öd	4.60**	30.0**
6	0.3	12	3.0 b	2.8	0.2 b	1.72 bc	1.5	3.06	5.17 b
	0.3	24	3.2 b	3.2	0.0 b	2.0 b	1.5	3	6.25 b
	0.5	12	4.3 a	3.1	1.2 a	1.89bc	1.25	2.5	7.50 b
	0.5	24	3.1 b	2.4	0.7 b	2.69 ab	1.5	3.33	8.06 b
	Kontrol		3.50 ab	3.33	0.17 b	3.33 a	1.5	3.92	15.03 a
Ortalama			3.43*	2.97 öd	0.46**	2.32**	1.45 öd	3.16 öd	8.4 *
7	0.3	12	3.9	3.9 a	0 b	2.36 b	2.83	4.44	3.67 b
	0.3	24	3.8	3.8 a	0 b	1.97 b	3	4.89	4.44 b
	0.5	12	4.1	3.5 b	0.6 a	1.81 b	2.5	6.17	6.00 b
	0.5	24	3.9	3.7 b	0.2 b	2.25 b	2.83	5.72	7.61 b
	Kontrol		3.93	3.87 a	0.07 b	3.87 a	3.17	8.17	36.67 a
Ortalama			3.92 öd	3.75*	0.17**	2.45**	2.87 öd	5.88 öd	11.68**
8	0.3	12	4	3.2	0.8	1.58 b	2.67	8.83	8.61 b
	0.3	24	3.7	3.3	0.4	1.31 b	3	8.83	12.50 b
	0.5	12	4	3.9	0.1	1.50 b	3	9.33	10.83 b
	0.5	24	4	3.2	0.8	1.33 b	2.33	5.44	3.44 b
	Kontrol		3.9	3.77	0.13	3.77 a	3.14	7.08	22.33 a
Ortalama			3.91 öd	3.45 öd	0.46 öd	1.90**	2.83 öd	7.91 öd	11.54*
9	0.3	12	4	4	0	1.81 b	2.58	6.08 b	7.25 b
	0.3	24	3.4	3.4	0	2.0 b	2.33	7.00 b	7.44 b
	0.5	12	3.9	3.9	0	2.06 b	3.08	8.83 b	8.58 b
	0.5	24	3.8	3.7	0.1	1.67 b	2.89	7.03 b	5.56 b
	Kontrol		3.77	3.77	0	3.77 a	3.17	12.67 a	16.06 a
Ortalama			3.78 öd	3.76 öd	0.01 öd	2.26**	2.81 öd	8.32**	8.98**
10	0.3	12	4	4	0	1.81 c	3.11	9.33	8.22 b
	0.3	24	4	4	0	2.25 c	3.36	9.53	6.03 b
	0.5	12	4.1	4.1	0	3.03 b	2.67	5.56	4.89 b
	0.5	24	3.8	3.8	0	2.25 c	2.22	7.11	5.11 b
	Kontrol		4.03	4.03	0	4.03 a	2.69	11.08	17.42 a
Ortalama			3.99 öd	3.99 öd	0	2.67**	2.81 öd	8.52 öd	8.33**
11	0.3	12	4.1	4.1	0	2.22 b	2.56	6.78	11.11 b
	0.3	24	4	4	0	1.61 b	2.56	5.56	8.03 b

Hat no *Genotype no*	Doz (%) *Dose (%)*	Süre (saat) *Time (hour)*	Uygulama yapılan göz sayısı(adet/bitki) *Number of bud applied (number/plant)*	Süren göz sayısı (adet/bitki) *Number of growing buds (number/plant)*	Sürmeyen göz sayısı (adet/bitki) *Number of not growing buds (number/plant)*	Sürgün sayısı (adet/bitki) *Shoot number (number/plant)*	Meyve eni (cm) *Fruit width (cm)*	Meyve boyu (cm) *Fruit length (cm)*	Meyve sayısı (adet/bitki) *Number of fruits (number/plant)*
11	0.5	12	4	3.9	0.1	1.81 b	2.5	5.89	9.94 b
	0.5	24	3.7	3.7	0	1.92 b	2.28	5.17	7.78 b
	Kontrol		4.03	4	0.03	4.0 a	3	10	30.00 a
Ortalama			3.97 öd	3.94 öd	0.03 öd	2.31**	2.58 öd	6.68 öd	13.37**
12	0.3	12	3.4	3.3	0.1	1.50 b	2.56	7.22	12.00 bc
	0.3	24	3.9	3.8	0.1	1.83 b	2.67	5.33	6.00 c
	0.5	12	3.5	2.8	0.7	1.22 b	3.28	8.11	12.61 bc
	0.5	24	3.9	3.5	0.4	1.44 b	2.78	8.11	18.17 ab
	Kontrol		3.6	3.47	0.13	3.47 a	2.39	7.5	26.11 a
Ortalama			3.66 öd	3.39 öd	0.28 öd	1.89**	2.73 öd	7.26 öd	14.98**

Ö.D.: Önemli değil, * (p<0.05), ** (p<0.01)-: Veri elde edilememiştir. *N.S.: Nonsignificant, * (p<0.05), ** (p<0.01)-:Data not available.*

Stoma boyutlarının artması sonucu birim alana (mm²) düşen stoma sayısının azaldığı birçok araştırıcı tarafından rapor edilmiştir [21, 3]. Stoma eni değerleri açısından yapılan değerlendirme sonucunda; 12 saat süresince %0.3 kolhisin uygulamasında 1, 2 ve 7 no.lu, 24 saatlik uygulamada 2 no.lu, 12 saatlik %0.5 kolhisin uygulamasında 4, 9 ve 11 no.lu, 24 saat uygulamasında 9 ve 10 no.lu genotiplerden elde edilen ölçüm değerlerinin kontrol uygulamalarının ortalama değerlerden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Elde edilen bu sonuçlar Şimşek [16]'in yaptığı çalışmada elde ettiği sonuçlar ile uyumludur. Genel olarak farklı doz ve sürelerde kolhisin uygulamaları stoma boylarında artış meydana getirmiştir. Çalışma sonucunda, 12 saat süresince %0.3 oranındaki kolhisin dozu uygulamasının 8 no.lu genotip uygulaması hariç, her iki kolhisin uygulama dozu ve süresinde uygulama yapılan genotiplerde elde edilen stoma boyu değerlerinin kontrol ortalaması değerlerinden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçların Sarı vd. [14] ve Şimşek [16]'in yaptıkları çalışmalarda elde edilen sonuçlar ile uyumlu olduğu görülmüştür.

•*Koltuk tomurcuklarına kolhisin uygulamasından elde edilen bitkilerde flow sitometri analizi:* Çalışmada morfolojik ve sitolojik gözlemlere göre muhtemel tetraploid olarak belirlenen bitkilerde flow sitometri analizi gerçekleştirilmiştir (Çizelge 5). Uygulama sayısının çok olması, bütün bitkilerin ploidi düzeylerinin belirlenmesinin maliyetli olacağı düşünüldüğü için sadece muhtemel tetraploid bitki adaylarının bu örnekleme yöntemi ile ploidi seviyeleri ölçülmüştür. Miksoploid ve diploid olduğu varsayılan bitkiler flow sitometri analizine tâbi tutulmamıştır. Stoma sayımı sonucu yaklaşık 34 örnek muhtemel tetraploid adayı olarak belirlenmiştir. Bunların flow sitometri ile yapılan analizleri sonucunda, 1, 3, 6, 8, 10, 11 ve 12 no.lu örneklerden tetraploid bitki elde edilemezken, 2 ve 4 no.lu örneklerden 1'er adet, 5, 7 ve 9 no.lu örneklerden 2'şer adet olmak üzere toplam 8 adet tetraploid bitki elde edilmiştir (Çizelge 5). Morfolojik gözlem sonuçlarına göre yaklaşık tüm hatlardan belirlenen toplam 117 adet muhtemel tetraploid bitki adayının ploidi düzeylerini kesinleştirmek için yapılan flow sitometri analizleri sonucunda, 1, 3 ve 8 no.lu hatlardan tetraploid bitki elde edilememiştir. 2, 4, 6, 9 ve 12 no.lu hatlardan 1'er adet, 7 no.lu hattan 2 adet, 10 no.lu hattan 3 adet, 11 no.lu hattan 4 adet ve 5 no.lu hattan 7 adet olmak üzere toplamda 21 adet tetraploid bitki elde edilmiştir (Çizelge 5). Flow sitometri analizlerine göre; %0.3 doz 12 saat uygulamasından 6 adet, %0.3 doz 24 saat uygulamasından 13 adet, %0.5doz 12 saat uygulamasından 10 adet tetraploid bitki elde edilirken %0.5 doz 24 saat kolhisin uygulamasından tetraploid bitki elde edilememiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Koltuk tomurcuklarına farklı doz ve sürelerde kolhisin uygulaması sonucu flow sitometri analizlerinde elde edilen tetraploid bitki sayıları

Figure 3. The number of tetraploid plants obtained in flow cytometry analysis as a result of the application of colchicine at different doses and durations to the axillary buds

Çizelge 3. Koltuk tomurcuklarına kolhisin uygulamasının bitki boyu, çiçek çapı ve yaprak alanı üzerine etkileri
Table 3. Effects of colchicine application on axillary buds on plant height, flower diameter and leaf area

Hat no *Genotype no*	Doz (%) *Dose (%)*	Süre (saat) *Time (hour)*	Bitki boyu (cm) *Plant height*	Sürgün çiçek çapı (mm) *Shoot flower diameter (mm)*	Sürgün yaprak alanı (cm²) *Shoot leaf area (cm²)*	Hat no *Genotype no*	Doz (%) *Dose (%)*	Süre (saat) *Time (hour)*	Bitki boyu (cm) *Plant height (cm)*	Sürgün çiçek çapı (mm) *Shoot flower diameter (mm)*	Sürgün Yaprak alanı (cm²) *Shoot leaf area (cm²)*
1	0.3%	12 saat	25.67	27.00 a	39.17 a	7	0.3%	12 saat	31.64	31.00 a	27
1	0.3%	24 saat	26.22	-	18.75 b	7	0.3%	24 saat	36.67	28.00 b	27.5
Ortalama 0.3%12-24 saat			25.945	27	28.96	Ortalama 0.3%12-24 saat			34.15	29.5	27.25
1	0.5%	12 saat	18.56		18.00 b	7	0.5%	12 saat	36.83	27.00 c	40.5
1	0.5%	24 saat	31.42	23.00 b	41.42 a	7	0.5%	24 saat	28.78	24.50 d	41.5
Ortalama 0.5%12-24 saat			24.99	23	29.71	Ortalama 0.5%12-24 saat			32.8	25.75	41
1	Kontrol		36.94	24.31 ab	24.44 b	7	Kontrol		32.5	22.08	29.11
2	0.3%	12 saat	43.17	26	60.50 ab	8	0.3%	12 saat	35.72	24.50 b	57.00 a
2	0.3%	24 saat	36.94	-	68.33 a	8	0.3%	24 saat	37.5	28.25 a	-
Ortalama 0.3%12-24 saat			40.05	26	64.41	Ortalama 0.3%12-24 saat			36.61	26.37	57
2	0.5%	12 saat	36.33	23	45.00 b	8	0.5%	12 saat	35.5	25.00 b	42.00 b
2	0.5%	24 saat	30.5	-	65.50 a	8	0.5%	24 saat	30	24.00 b	-
Ortalama 0.5%12-24 saat			33.415	23	55.25	Ortalama 0.5%12-24 saat			32.75	24.5	42
2	Kontrol		46.89	23.67	42.39 b	8	Kontrol		39.56	24.00 b	35.78c
3	0.3%	12 saat	31.78 b	-	27.00 d	9	0.3%	12 saat	33.67	-	62.00 a
3	0.3%	24 saat	27.83 b	22.00 b	33.00 c	9	0.3%	24 saat	30.44	27.50 a	46.00 b
Ortalama 0.3%12-24 saat			29.8	22	30	Ortalama 0.3%12-24 saat			32.05	27.5	54
3	0.5%	12 saat	34.06 b	21.83 b	44.00 b	9	0.5%	12 saat	38.75	29.50 a	62.33 a
3	0.5%	24 saat	33.83 b	23.33 b	84.00 a	9	0.5%	24 saat	36.17	23.50 c	52.00 b
Ortalama 0.5%12-24 saat			33.945	22.58	64	Ortalama 0.5%12-24 saat			37.46	26.5	57.16
3	Kontrol		50.22 a	27.64 a	40.67 bc	9	Kontrol		37.03	26.56 ab	40.92 c
4	0.3%	12 saat	30.61	22.00 b	60.50 b	10	0.3%	12 saat	40.78	28.00 b	52.00 b
4	0.3%	24 saat	29.25	20.00 b	106.33 a	10	0.3%	24 saat	33.11	29.00 a	76.83 a
Ortalama 0.3%12-24 saat			29.93	21	83.41	Ortalama 0.3%12-24 saat			36.94	28.5	64.41
4	0.5%	12 saat	22.5	-	64.00 b	10	0.5%	12 saat	32.67	-	27.00 c
4	0.5%	24 saat	27.58	25.75 a	75.33 b	10	0.5%	24 saat	33.89	24.50 d	52.75 b
Ortalama 0.5%12-24 saat			25.04	25.75	69.66	Ortalama 0.5%12-24 saat			33.28	24.5	39.87
4	Kontrol		35.42	25.17 a	45.94 c	10	Kontrol		37.14	26.33 c	53.67 b
5	0.3%	12 saat	23	30.00a	32	11	0.3%	12 saat	36.44	25.67	46.00 c
5	0.3%	24 saat	25.5	28.00b	33.25	11	0.3%	24 saat	35.92	26.33	45.00 c
Ortalama 0.3%12-24 saat			24.25	29	32.625	Ortalama 0.3%12-24 saat			36.18	26	45.5
5	0.5%	12 saat	26		70	11	0.5%	12 saat	31.11	26.5	66.00 a
5	0.5%	24 saat	20	25.75c	87.25	11	0.5%	24 saat	36.67	24	-
Ortalama 0.5%12-24 saat			23	25.75	78.62	Ortalama 0.5%12-24 saat			33.89	25.25	66
5	Kontrol		30	25.25c	30.33	11	Kontrol		31.44	24.89	53.78b
6	0.3%	12 saat	17.67	-	33.67 b	12	0.3%	12 saat	28.11 a	-	35.5
6	0.3%	24 saat	21.42	-	28.00 c	12	0.3%	24 saat	28.33 a	23.00 b	40.5
Ortalama 0.3%12-24 saat			19.545	-	30.83	Ortalama 0.3%12-24 saat			28.22	23	38
6	0.5%	12 saat	23.75	19	-	12	0.5%	12 saat	27.00 a	21.00 c	36.61
6	0.5%	24 saat	21.44	-	44.00 a	12	0.5%	24 saat	20.56 ab	25.00 a	36
Ortalama 0.5%12-24 saat			22.59	19	44	Ortalama 0.5%12-24 saat			23.78	23	36.3
6	Kontrol		17.78	-	19.11 d	12	Kontrol		15.89 b	22.16 c	26.67

Ö.D.: Önemli değil, * (p<0.05), ** (p<0.01)-: Veri elde edilememiştir. *N.S.: Nonsignificant, * (p<0.05), ** (p<0.01)-:Data not available.*

SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüz ticaret koşullarında rekabetin en önemli unsuru maliyetin düşük olmasıdır. Tarımsal ürünlerin üretim maliyetlerinin artmasına ilaveten üretilen tarım ürünlerinin gıda sanayinde işlenmesi sürecinde de maliyet artışı gıda sanayini maliyeti azaltma yollarını aramaya itmektedir. Özellikle işlenmiş biber türleri içinde en çok tercih edilen kapya biber türünün işleme sürecinde tohumlarının çıkarılması işçiliği artırdığı için bu istenmeyen bir durum olarak ifade edilmektedir.

Bu sorunu ortadan kaldırmak için ıslahçılar; tetraploid bitkilerin diploid bitkiler ile melezlenmesi sonucu elde edilecek triploid F_1 bitkilerin üretimde kullanılmasına yönelik uygulamalar ile sorunu çözmeye çalışmaktadır. Ancak araştırıcılar doğada tetreploid bitki oluşumu kolay görülebilen bir durum olmadığı için bir takım antimitiotik kimyasallardan yararlanarak bu oluşumu sağlanmaya çalışmaktadır.

Çalışmamızda kapya tipi biberde mevcut 12 ıslah hattında; kolhisinin farklı doz, süre ve uygulama şekli sonrasında uygulama yapılan bitkilerde tetraploid bitki oluşturma performansları incelenmiş ve aşağıdaki bulgular elde edilmiştir.

Koltuk tomurcuklarına 12 ve 24 saat süreyle %0.3 ve %0.5 kolhisin dozu uygulamalarında, 6 ve 12 no.lu hattan 1'er adet, 2 ve 4 no.lu hattan 2'şer adet, 9 ve 10 no.lu hattan 3'er adet, 11 ve 7 no.lu hattan 4'er adet, 5 no.lu hattan 9 adet tetraploid bitki elde edilirken 1, 3 ve 8 no.lu genotiplerden tetraploid bitki elde edilememiştir.

Çizelge 4. Koltuk tomurcuklarına kolhisin uygulamalarının yapraklardaki stoma sayısı, stoma eni ve boyu üzerine etkileri

Table 4. The effects of colchicine applications on axillary buds on the number of stomata, stomata width and length

Hat No *Genotype no*	Doz (%) *Dose (%)*	Süre (saat) *Time (hour)*	Stoma sayısı (adet) *Number of stomata (number)*	Stoma eni (µm) *Stomata width (µm)*	Stoma boyu (µm) *Stomata length (µm)*
1	0.3	12	6.3	23.4	34.7
	Kontrol		11	21.5	30.4
2	0.3	12	6.6	28.4	33
	0.5	24	7.7	24.4	41.25
	Kontrol		12.3	27.3	33
3	0.3	12	8	22.1	32.3
	Kontrol		13	23.2	30.6
4	0.5	12	6.7	35.5	44
	0.5	24	7	26.35	36.2
	Kontrol		9	28.7	33.4
5	0.3	24	4.28	25.36	37.92
	0.5	24	6	23.1	35
	Kontrol		11	26.7	29.3
7	0.3	12	3.7	27.5	44.1
	0.3	24	6.7	23.9	31.3
	0.5	12	6.7	23.7	39.9
	0.5	24	2.7	23.2	33.2
	Kontrol		8.3	24	30.9
8	0.3	12	8.3	22.8	29.4
	0.3	24	8.7	24.4	34.8
	Kontrol		12.7	26.4	33.2
9	0.5	12	4.43	26.86	38.16
	0.5	24	5.3	25.95	38.9
	Kontrol		8.7	24.6	32.2
10	0.5	24	8	24.2	37.9
	Kontrol		10.3	23.7	33.2
11	0.5	12	7.3	31.8	46.9
	0.5	24	6.7	20.5	34.6
	Kontrol		11	26.1	33
12	0.3	12	6.6	27.3	39.3
	0.3	24	7.7		
	0.5	24	7.3	27.82	40.75
	Kontrol		12.3	30.2	36

Bazı genotiplerde koltuk sürgünlerine uygulanan yüksek kolhisin dozu ve süresinin gözlerde yanmaya neden olduğu tespit edilmiştir. 1 ve 8 no.lu genotiplerde ise her iki farklı uygulamada da tetraploid bitki elde edilememiştir.

Sonuç olarak uygulama yapılan ve elde edilen tetraploid bitki sayıları incelendiğinde, 12 saat %0.3 kolhisin dozu uygulamasından %12.24, 24 saat %0.3 kolhisin dozu uygulamasından yaklaşık %46.6, 12 saat %0.5 kolhisin dozu uygulamasından yaklaşık %32 oranlarında tetraploid bitki elde edilmiştir.

Elde edilen tetraploid bitki oranlarına göre yapılan değerlendirmede, 24 saat %0.3 kolhisin dozu uygulamasından en yüksek miktarda tetraploid bitki eldesi sağlandığı belirlenmiştir. Bu bulgunun yanı sıra genotiplerin uygulama dozu ve süresine bağlı olarak farklı tepkiler verdiği saptanan bir diğer önemli sonuçtur.

Çizelge 5. Koltuk tomurcuğu uygulamaları sonrasında stoma sayısı, morfolojik gözlemler ve flow sitometri analiz sonuçlarına göre tetraploid bitki sayıları

Table 5. Number of stomata after axillary bud applications, morphological observations and tetraploid plant numbers according to flow cytometry analysis results

Hat no *Genotype no*	Stoma sayımı *Stomata count*		Morfolojik gözlem *Morphological observation*		Flow sitometri toplam tetraploid bitki sayısı (adet) *Flow cytometry total number of tetraploid plants (number)*
	Stoma sayımına göre olası tetraploid bitki sayısı (adet) *Possible number of tetraploid plants according to stomata count (number)*	Flow sitometri analizlerine göre tetraploid bitki sayısı (adet) *Number of tetraploid plants according to flow cytometry analysis (number)*	Morfolojik gözlemlere göre olası tetraploid bitki sayısı (adet)* *Possible number of tetraploid plants according to morphological observations (number)**	Flow sitometri analizlerine göre tetraploid bitki sayısı (adet) *Number of tetraploid plants according to flow cytometry analysis (number)*	
1	4	-	5	-	-
2	3	1	20	1	2
3	1	-	1	-	-
4	3	1	17	1	2
5	5	2	7	7	9
6	-	-	6	1	1
7	4	2	18	2	4
8	2	-	16	-	-
9	5	2	1	1	3
10	1	-	3	3	3
11	1	-	4	4	4
12	5	-	19	1	1
Top.	34	8	117	21	29

*Kolhisin uygulamaları sonrası tohum elde edilen bitkilerin sayısı.
**Number of plants obtained seeds after colchicine applications*

KAYNAKLAR

1. Amanah, H.A., Arumingtyas, E.L., Indriyani, S. 2016. Chromosome analysis of cayenne pepper (*Capsicum frustescens* L.) in colchicine induced mutation. Journal of Applied Horticulture 18(3):217-220.
2. Ceren, Ç. 2012. Altın çilekte (*Physalis peruviana*) kolhisin uygulamalarının etkileri (Yüksek Lisans Tezi). Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa, 62s.
3. Ekbiç, H., Tangolar, S. 2016. Trakya İlkeren ve Flame Seedless üzüm çeşitlerinde farklı kolhisin dozları kullanılarak poliploidi oluşturma olanakları. Akademik Ziraat Dergisi 5(2):69-76.
4. Ellialtıoğlu, Ş., Abak, K., Kuşvuran, Ş. 2006. Tuz stresi altında yetiştirilen kavun çeşitlerinde *in vivo* ve *in vitro* koşullarda bazı enzim aktivitelerinin belirlenmesi üzerinde bir araştırma. Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü Projeleri, No:2002-58, Kesin Sonuç Raporu, 113s.

5. FAOSTAT, 2020. Dünya biber üretim miktarı (https://www.fao.org/faostat/en/#data/qcl; Erişim: Kasım 2021).
6. Ishikawa, K., Kuboki, H., Mishiba, K. 2001. Tetraploid bell pepper shows high *in vitro* pollen germination at 15°C. HortScience 36(7):1336.
7. İnan, S. 2007. Karpuz (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum ve Nakai)'da *in vivo* ve *in vitro* yöntemlerle tetraploid bitki elde edilmesi (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 80s.
8. Jaskani, M.J., Kwon, S.W., Kim, E.J., Ko, B.R. 2004. Polyploidy affects fruit characteristics, seed morphology and germination in watermelon (*Citrullus lanatus*). Journal of the Korean Society for Horticultural Science 45(5):233-237.
9. Köksal, N. 1999. Haploid kavun bitkilerinde *in vivo* ve *in vitro* yöntemlerle dihaploidizasyon. (Yüksek Lisans Tezi) Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 116s.
10. Khan, M.R., Hasnunnahar, M., Isshiki, S. 2013. Production of amphidiploids of the hybrids between *Solanum macrocarpon* and eggplant. HortScience 48(4):422-424.
11. Liu, G., Li, Z., Bao M. 2007. Colchicine induced chromosome doubling in *Pltanus acerifolia* and its effect of plant morphology. Euphytica 157:145-154.
12. Mensah J.K., Obadoni B.O., Akomeah P.A., Ikhajiagbe B.and Ajibolu, J. 2007. The effects of sodium azide and colchicine treatments on morphological and yield traits of sesame seed (*Sesame indicum* L.). African Journal of Biotechnology 6(5): 534-538.
13. Mohr, H.C. 1986. Watermelon Breeding. 37-36. In: Basset M.J. (ed), Breeding Vegetable Crops. AVI Publishing Company, 584p.
14. Sarı, N., Abak, K., Pıtrat, M. 1999. Comparison of ploidy level screening methods in watermelon: *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. and Nakai. Scientia Horticulturae 82:265-277.
15. Sattler, M.C., Carvalho, C.R., Clarindo, W.R. 2016. The polyploidy and its key role in plant breeding. Planta 243(2):281-296.
16. Şimşek, İ. 2011. Çekirdeksiz karpuz (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum ve Nakai) çeşitlerinin geliştirmeye yönelik tetraploid hatların elde edilmesi (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 91s.
17. Tanaka, M. 1950. Studies on artificial polyploid eggplants. 1. The production of tetraploid eggplants by means of colchicine. Repors Kihara Instute Biological Research 4:59-65.
18. Tuna, M. 2014. Flow sitometri ve tarımsal araştırmalarda kullanımı. 2. Flow Sitometri ve Tarımsal Araştırmalarda Kullanımı Eğitim Programı Notları, Tekirdağ, 16-17 Ocak 2014.
19. TÜİK, 2021. İşlenmiş biber ihracat ve ithalatı (https://iz.tuik.gov.tr; Erişim: Kasım 2022).
20. Vural, H., Eşiyok, D., Duman, İ. 2000. Kültür sebzeleri (sebze yetiştirme). Ege Üniversitesi, İzmir, s:293-305.
21. Xie, X., Agüero, C., Wang, Y., Walker, M. 2015. *In vitro* induction of tetraploids in *Vitis* × *muscadinia* hybrids. Plant Cell Tissue and Organ Culture 122(3):675-683.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 35–42 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

PATLICANDA TÜRLER ARASI MELEZLEMEDEN GELİŞTİRİLEN AÇILIM POPÜLASYONUNDA KURAKLIĞA TOLERANT BİREYLERİN SEÇİMİ

Esra CEBECİ[1]*, Hatice Filiz BOYACI[2], Sevinç KIRAN[3], Şeküre Şebnem ELLİALTIOĞLU[4]

[1]Dr., Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya; ORCID: 0000-0003-0410-2453
[2]Doç. Dr., Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya; ORCID: 0000-0002-3799-4673
[3]Doç. Dr., Toprak, Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara; ORCID :0000-0002-6756-0235
[4]Prof. Dr., Ankara Üniversitesi Teknokent, Doqutech Acad. Ltd. Şti., Ankara; ORCID: 0000-0002-3851-466X

ÖZ

Kuraklık stresi diğer bitki türlerinde olduğu gibi patlıcan üretiminde de önemli verim ve kalite kayıplarına sebep olmaktadır. Tolerant çeşitlerin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması kalıcı bir çözüm olarak görülmektedir. Kuraklığa tolerant çeşitlerin geliştirilmesi için yabani akraba türler önemli genetik kaynaklardır. Bu çalışmada patlıcanın yabani akrabalarından kuraklığa tolerant olarak belirlenen *Solanum incanum* L. ile BATEM tarafından kültür formundan (*Solanum melongena* L.) geliştirilen agronomik özellikler bakımından üstün bir saf hattın (BATEM-TDC47) melezlenmesinden geliştirilen F_3 popülasyonuna ait 256 bitki, 3-4 yapraklı fide aşamasında kuraklık stresine tabi tutulmuştur. Bunun için 1:1 oranında torf, perlit karışımı ile doldurulmuş üç litrelik saksılarda bitkilere %75 kısıtlı sulama uygulanmıştır. Kontrol uygulamasındaki bitkilerde sulama düzenli olarak gerçekleştirilmiştir. Denemenin 25. gününde bitki boyları ölçülmüş ve 0-5 skalasına göre görsel değerlendirme yapılmıştır. Test edilen bitkiler seraya aktarılmış, bitki, yaprak ve meyve özelliklerini belirlemek amacıyla morfolojik gözlemleri yapılmıştır. Skala değeri '1' olan bireyler arasından seçilen 50 adet bitkinin lipid peroksidasyonu düzeyi ve prolin içeriği belirlenerek kuraklığa tolerans düzeyleri teyit edilmiştir. Bu bitkilerde kuraklığa tolerant saf hat oluşturmak üzere kendileme yapılarak kademe ilerletilmesi sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Abiyotik stres, MDA, *Solanum incanum*, prolin, tolerans

SELECTION OF DROUGHT TOLERANT INDIVIDUALS IN SEGREGATING POPULATIONS GENERATED BY INTERSPECIFIC CROSS IN EGGPLANT

ABSTRACT

Drought stress causes significant yield and quality losses in eggplant production, as in other plant species, and the development and dissemination of tolerant varieties may be a permanent solution. Wild related species are important genetic resources for the development of drought tolerant varieties. In this study, 256 plants belonging to the F_3 population developed by crossing *Solanum incanum* L., which is known as drought tolerant, one of the wild relatives of eggplant, and a pure line (BATEM-TDC47) developed by BATEM from its culture form (*Solanum melongena* L.) in terms of agronomic characteristics, seedlings with 3-4 leaves were subjected to drought stress test. For this, 75% limited irrigation was applied to the plants in three-liter pots filled with a 1:1 mixture of peat and perlite. Irrigation was carried out regularly in the plants in the control application. Plant heights were measured on the 25th day of the experiment and visual evaluation was made according to the 0-5 scale. The tested plants were transferred to the greenhouse and morphological observations were made to determine plant, leaf and fruit characteristics. MDA (malondialdehyde) and proline analysis of 50 plants selected from individuals with a scale value of '1' were performed to confirm their drought tolerance levels. In these plants, it was ensured to progress step by step by selfing to form a drought tolerant pure line.

Keywords: Abiotic stress, MDA, *Solanum incanum*, proline, tolerance

GİRİŞ

Patlıcan (*Solanum melongena* L.) dünyada en çok tüketilen domates, patates ve biber türlerini de içeren *Solanaceae* familyasının bir üyesidir ve birincil gen merkezi Hindistan'dır. Fenolik içerik bakımından zengin, antioksidan kapasitesi ve besleyiciliği yüksek [6, 37] olmasına rağmen patlıcanda yapılan ıslah çalışmaları sınırlı düzeyde kalmıştır [8]. Dünyada ağırlıklı olarak Asya kıtası ile Akdeniz ülkelerinde kısmi olarak da Afrika kıtası ile Güney Amerika gibi subtropik iklim kuşağında yer alan ülkelerde yetiştirilmekte ve tüketilmektedir [8, 28, 5]. Patlıcan ülkemizde hem açıkta hem de örtüaltında yetiştirilmektedir [4]. Patlıcan üretimini kısıtlayan en önemli faktörler biyotik ve abiyotik streslerdir [34]. İklim değişikliği sonucu ortaya çıkan abiyotik stresler

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*: esrac3@hotmail.com

ürünlerde verim ve kaliteyi önemli ölçüde düşürmektedir [21, 25, 2].

Küresel ısınma ve iklim değişikliği nedeni ile dünya üzerinde bazı ülkeler kuraklıkla, bazı ülkeler ise şiddetli yağmurlar sonucu oluşan sellerle mücadele etmektedir [33]. Abiyotik streslerden kuraklık, yüksek sıcaklık, tuzluluk, su baskınları ve toprak kirliliği gibi çevresel faktörler patlıcanda çeşitli zararlara, verim ve kalite kayıplarına neden olmaktadır [35]. Ülkemizde patlıcan yetiştiriciliğinin yaygın olarak yapıldığı Akdeniz ve Ege bölgeleri iklim değişikliği sonucu artan sıcaklık ve azalan yağış nedeni ile kurak, yarı kurak iklim kuşağına geçme tehlikesi altındadır [38].

Patlıcanda sulamanın azaltılması ile kök, gövde, yaprak gibi farklı bitki kısımlarında taze ağırlığın, yaprak su içeriğinin ve klorofil düzeyinin önemli ölçüde azaldığı belirlenmiştir [9]. Bunun gibi, su kısıtı tam sulamanın %20'sinden %40'na doğru daha etkili biçimde azaltıldığında, verimdeki kayıpların %60'lara ulaştığı tespit edilmiştir [15]. Yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı alanlarda kuraklığa karşı alınabilecek bazı kültürel önlemler olsa da bunlar sınırlı ve ekonomik açıdan maliyetli [16] olduğu için bitki ıslah programları ile kuraklığa tolerant çeşitlerin geliştirilmesi ve kullanımının yaygınlaştırılması en etkili yöntem olarak görülmektedir [12].

Patlıcanın kültür formları abiyotik streslere, karşı hassas olarak bilinmekte olup ekonomik düzeyde önemli ve yeterli verim elde edebilmek için özellikle toprak neminin homojen olmasına ihtiyaç duymaktadır [7, 36]. Patlıcanın bazı yabani akrabalarından *S.anguivi*, *S.insanum* [30], *S.elaeagnifolium* [10], *S.sysimbriifolium*, *S.insanum* ve *S.dasyphyllum* [20], *S.incanum*, *S.pyracanthos*, *S.dasyphyllum* ve *S.torvum* [32]'un kuraklığa karşı toleranslarının kültür patlıcanına göre daha yüksek olduğu çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur. Bu yabani türlerle *S.melongena* arasındaki melezlemelerden elde edilen bazı hibritlerin de kısıtlı su etkisi altında ebeveynlerine göre daha iyi performans gösterdiği tespit edilmiştir [30]. Yabani patlıcan türleri olumsuz çevre koşullarına kolaylıkla uyum sağlayabilmekte ve gelişimini sürdürebilmektedir. Bu adaptasyon özelliği türler arası melezlemeler yoluyla kültür formuna aktarılabilmektedir [19, 30].

Sunulan bu çalışmada, kuraklığa tolerant hat geliştirmek üzere *Solanum incanum* L.'un *S.melongena* L.'ya ait bir saf hatla melezlemesinden geliştirilen F_3 kademesindeki açılım popülasyonunun kısıtlı su koşulları altında tolerans düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Çalışmada stres testleri 2021 yılı ilkbahar yetiştirme döneminde Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nün Antalya-Serik-Kocayatak yerleşkesinde bulunan Sebzecilik ve Süs Bitkilerine ait 100 m²'lik cam kompartıman ve plastik serada yürütülmüştür. Biyokimyasal analizler Ankara'da bulunan Toprak, Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Materyal

Araştırmada bitkisel materyal olarak, TAGEM/BBAD/10/A09/P01/12 no.lu "Patlıcan Islahı Programları için Nitelikli Genitörlerin (Yarıyol Materyali) Geliştirilmesi ve Tohum Teknolojisi Projesi" kapsamında kültür formundaki (*S.melongena* L.) BATEM-TDC47 kodlu saf hattının ana ve *S.incanum* L.'un baba olarak kullanıldığı türler arası melezleme programından üretilen F_3 popülasyonuna ait 256 adet bitki ile F_1 ve ebeveynlerine ait 60'ar adet bitki kullanılmıştır.

Metot

Tohumlar 2021 yılı Mart ayında 1:1 oranında torf:perlit içeren 10×15 gözlü 150'lik viyollere ekilmiş, çimlenmeyi takiben fideler 2-3 yapraklı hale gelinceye kadar gerekli kültürel işlemler yapılmış ve Hoagland besin solüsyonu ile sulanmıştır [13]. Fideler 2-3 yapraklı aşamaya geldikleri 15 Nisan 2021 tarihinde 1:1 oranında torf:perlit karışımı ile doldurulan 3 litrelik saksılara her saksıda iki bitki olacak şekilde şaşırtılmıştır. Bitkilerin saksı ortamına alışması ve kök sisteminin uyum sağlaması için fideler iki hafta boyunca düzenli bir şeklide Hoagland solüsyonu ile sulanmıştır. Kısıtlı su uygulamasına 30 Nisan 2021 tarihinde başlanmış, F_3 popülasyonunun tamamı ile F_1 ve ebeveyn bitkilerinin üç tekerrürden 10'ar adet bitkisi kontrole göre %75 kısıtlı su ile sulanarak strese tabi tutulmuşlardır. Başlangıçta saksılar tam sulama düzeyinde sulanmış ve daha sonra saksı ağırlıkları hesaba katılarak günlük olarak tartım yapılmıştır [18]. Kontrol grubu olarak F_1 ile her iki ebeveynin üç tekerrüründen 10'ar adet bitkisi tam sulama ile sulanmıştır. Uygulamanın 25. gününde deneme sonlandırılarak gözlemler alınmıştır. Denemeye konu olan tüm bitkilerin, bitki boyları cetvel yardımı ile kök boğazından itibaren ölçülmüş, stres uygulaması ile meydana gelen zararlanmanın derecesini ortaya koyabilmek amacıyla görsel bir skala kullanılarak değerlendirme yapılmıştır. Bu amaçla zararlanma derecesine göre bitkilere 0'dan

5'e kadar puan verilmiştir. Buna göre; 0: Hiç etkilenme yok (kontrol bitkileri), 1: Büyümede yavaşlama, 2: Alt yapraklarda solgunluk, 3: Üst yapraklarda kıvrılma (kapanma) ve solgunluk, 4: Yapraklarda şiddetli solgunluk ve sararma, yaprak kenarlarında kuruma başlangıcı, 5: Bitkide solma ve alt yapraklarda kuruma [24, 17].

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan fenotipik kriterler ile ölçüm ve gözlem yöntemleri

Table 1. The phenotypic criterias and observation methods used in the study

No	Fenotipik Tanımlama Kriteri	Açıklama
1	Bitki büyüme şekli	1=çok dik; 3=dik; 5=orta; 7=çalımsı
2	Yaprakta lob sayısı	1=çok az; 3=az; 5=orta; 7=kuvvetli; 9=çok kuvvetli
3	Bitkide antosiyanin dağılımı	1=yok; 3=az; 5=orta; 7=yüksek
4	Yaprakta antosiyanin dağılımı	1=yok; 3=az; 5=orta; 7=yüksek
5	Yaprakta dikenlilik	1=yok; 3=çok az (1-2); 5=az (3-5); 7=orta (6-10); 9=fazla (11-20); 11=çok fazla(>20)
6	Yaprak tüylülüğü	1=yok; 3=az; 5=orta; 7=yüksek
7	Salkımdaki çiçek sayısı	Sayılmıştır
8	Meyve yükü	1=çok az; 3=az; 5=orta; 7=yüksek; 9=çok yüksek
9	Yaprak eni	Cetvelle ölçülerek cm olarak belirlenmiştir (her bitkide en iyi durumdaki 3 yaprağın eni ölçülerek ortalaması alınmıştır)
10	Yaprak boyu	Cetvelle ölçülerek cm olarak belirlenmiştir (her bitkide en iyi durumdaki 3 yaprağın boyu ölçülerek ortalaması alınmıştır)
11	Bitki yüksekliği	Kök boğazından, büyüme ucuna kadar olan bitki yüksekliği şerit metre ile ölçülerek cm olarak belirlenmiştir
12	Meyve şekli	1=uzun; 3=oval; 5=yuvarlak; 7=çizgili
13	Baskın meyve rengi	1=koyu yeşil; 3=yeşil; 5=açık eflatun; 7=koyu eflatun; 9=mor; 11=koyu mor; 13=siyah
14	Meyvede ikincil renk	1=koyu yeşil; 3=yeşil; 5=açık eflatun; 7=koyu eflatun; 9=mor; 11=koyu mor; 13=siyah
15	Meyvede parlaklık	1=mat; 3=orta; 5=parlak
16	Meyvede eğrilik	1=yuvarlak; 3=eğrilik yok; 5=hafif eğri; 7=eğri; 9=S şekilli; 1=U şekilli
17	Meyvede oluk varlığı	1=yok; 3=az; 5=orta; 7=çok
18	Kaliksin meyveyi kaplama oranı	1=%10'dan az; 3=%10-20; 5=%20-30; 7=%30-40; 9=50 ve fazlası
19	Meyvede sertlik	1=yumuşak; 3=orta; 5=sert
20	Meyve ağırlığı	Terazi ile tartılarak g olarak kaydedilmiştir (her bitkiden 2-3 meyve tartılarak ortalaması alınmıştır).
21	Meyve boyu	Cetvel ile ölçülmüş cm olarak belirlenmiştir (her bitkiden 2-3 meyve ölçülerek ortalaması alınmıştır).
22	Meyve eni	Kumpas ile ölçülerek cm olarak belirlenmiştir (her bitkiden 2-3 meyve ölçülerek ortalaması alınmıştır).
23	Meyve boy/en oranı	Hesaplanmıştır.
24	Meyve sapı uzunluğu	Cetvel ile ölçülerek belirlenmiştir (her bitkiden 2-3 meyve ölçülerek ortalaması alınmıştır).
25	Kalikste diken varlığı	1=yok; 3=çok az (1-2); 5=az (3-5); 7=orta (6-10); 9=fazla (11-20); 11=çok fazla (>20)

Görsel skala değerlerine göre açılım popülasyonundan 0-1 puan aralığında olan 50 adet F_3 bitkisi ile F_1 ve ebeveyn bitkilerinin kontrol ve uygulama gruplarından MDA ve prolin analizleri için yaprak örnekleri alınmıştır. Örnekler analizlerin yapılması için Toprak, Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü laboratuvarına gönderilmiştir. Lipid peroksidasyonunun (MDA) ölçümü Lutts ve ark. [27]'na göre yapılmıştır. Bunun için her bitkiden aynı şekilde sürgün ucundan itibaren geriye doğru sayılarak üçüncü yaprak alınmıştır. Bitkilerde stres altında hücre zarında meydana gelen hasarın ifade edilmesinde kullanılan yöntemlerden biri olan lipid peroksidasyonunun ürünü 'malondialdehit (MDA)' miktarı, µmol/g T.A olarak belirlenmiştir [16].

Prolin konsantrasyonu Bates ve ark. [3] tarafından geliştirilen metot kullanılarak taze yaprak örneklerinden elde edilen özütün absorbans değerinin spektrofotometrede 520 nm dalga boyunda okunması ile µmol g^{-1} K.A olarak belirlenmiştir.

Skala değeri 0-1 aralığında olan bitkiler plastik seraya aktarılmıştır. Bitkilere destek sağlamak amacı ile ip askı kullanılmış, toprak analiz sonuçlarına göre tavsiye edilen gübre dozları ve sulama düzeni uygulanarak yetiştirilmiştir. Fenotipik özelliklerden oluşan 25 adet tanımlama kriterinden (Çizelge 1) faydalanılarak tanımlamaları yapılmış, F_4 nesli elde edilmek üzere tohumlarının çoğaltımı için kendileme işlemlerine tabi tutulmuşlardır.

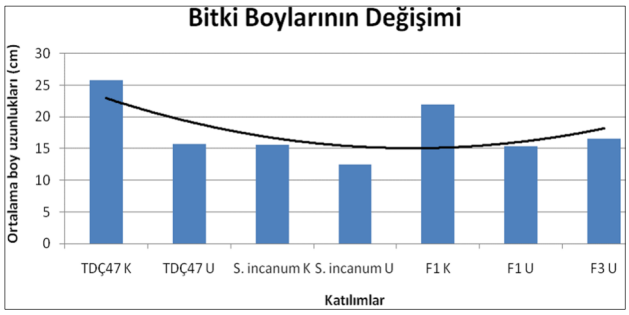
BULGULAR VE TARTIŞMA

Kuraklık stresine tâbi tutulan tolerant (*S.incanum* L.) ve hassas (BATEM-TDC47) ebeveynler ile bunların F_1 melezlerinin denemenin 25. gününde ölçülen bitki boyları açısından kontrol ve uygulama grupları arasında önemli farklılıklar gözlenmiştir. Aynı zamanda kuraklık stresi altında F_3 popülasyonu bitki boyları açısından geniş bir dağılım sergilemiştir. Tolerant *S.incanum* genotipinin stres uygulanmış grubunda ortalama bitki boyu 12.53 cm olarak ölçülürken, kontrol grubunun bitki boyu ortalama 15.60 cm olarak bulunmuştur. Stres uygulaması iki grup arasında %20 değişim yaratmıştır. Hassas genotip BATEM-TDC47'nin stres uygulanmış grubunda ortalama bitki boyu 15.76 cm, kontrol grubunun 25.83 cm olarak belirlenmiştir. İki grup arasında değişim %39 olarak gerçekleşmiştir. F_1 bitkilerinde ise ortalama değerler kontrol grubunda 22.00 cm, uygulama grubunda 15.33 cm, değişim ise %30 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2). F_1 grubu ve hassas ebeveynin % değişimlerinin tolerant genotipe göre değerlerinin birbirine yaklaşık olduğu belirlenmiştir. Test edilen kontrol ve uygulama grupları ile F_3 popülasyonunun ortalama boy uzunlukları grafik olarak Şekil 1'de verilmiştir.

Çizelge 2. Ebeveynler, F_1 ve F_3 kademede yer alan bitkilerin boy uzunluklarına fide döneminde uygulanan %75 su kısıtının etkileri

Table 2. The effect of 75% water deficit on the plant height applied during the seedling period

Özellik	*S.incanum*		TDÇ47		TDÇ47×*S.incanum*		F_3
	Kontrol	Uyg.	Kontrol	Uyg.	Kontrol	Uygulama	Uyg.
En kısa bitki boyu (cm)	12.53	9.50	20.00	11.00	16.00	9.50	10.00
En uzun bitki boyu (cm)	18.00	15.0	31.00	21.00	25.00	18.00	19.50
Ortalama bitki boyu (cm)	15.60	12.53	25.83	15.76	22.00	15.33	16.53
Standart sapma	1.56	1.92	4.09	3.85	2.49	2.52	2.18
% değişim	%20		%39		%30		-



Şekil 1. Su kısıtının denemede yer alan ebeveyn, F_1 ve F_3 bitkilerinin boyları üzerine etkisi (K: Kontrol, U: Uygulama)

Figure 1. The effect of water deficit on the plant height of parent, F_1 and F_3 plants in the experiment (K: Control, U: Application)

Semida ve ark. [36], patlıcanda yapılan kısıtlı su uygulamasının bitki boyu, gövde çapı, yaprak sayısı gibi büyümenin göstergesi olan morfolojik özellikleri önemli düzeyde etkileyip azalttığını bildirmişlerdir. Fita ve ark. [10], patlıcanda kuraklığa toleransı belirlemek için yaptıkları çalışmada kullandıkları genotiplere ve protokole göre en ayırt edici karakterin bitki boyu ve yaş ağırlık olduğunu ifade etmişlerdir.

Kuraklık stresinin F_3 popülasyonunda oluşturduğu etkileri morfolojik olarak belirlemek için kullanılan 0-5 skalasına göre denemenin 25. gününde yapılan gözlemler sonucunda 100 adet bitki '1', 134 adet bitki '2', 17 adet bitki ise '3' değerini alırken 0, 4 ve 5 skala değerlerinde bitki tespit edilmemiştir. Denemede '1' skala değeri alan bitkiler tolerant olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde Kıran ve ark. [17] patlıcanda yaptıkları çalışmada '1' skala değeri alan genotipleri tolerant olarak tespit etmişlerdir ve sonuçlarımız bu çalışmayla uyumludur. Ayrıca kavunda [23], bezelyede [1], kivide [40] yapılan çalışmalarda 0-5 skalasının kuraklığa toleransı belirlemede etkili bir araç olduğunu ortaya konmuştur.



Şekil 2. a-Denemenin kurulduğu kompartımandan genel görünüm, b-F_3 kademedeki açılım popülasyonunda kuraklık uygulamasının 25. gününde farklı bitkilerin kuraklığa verdiği tepkiler (252:hassas, 251:tolerant)

Figure 2. a-General view from the compartment in which the experiment was established, b-The responses of F_3 population on the 25th day of drought application (252:sensitive, 251:tolerant)

Skala değeri '1' olan bitkiler arasından morfolojik özellikler açısından arzu edilen karakterlere sahip 50 bitkinin stres anındaki tepkilerini tespit etmek için yapraklarında belirlenen MDA birikimleri ortalama 1.83 nmol/g TA olarak belirlenmiştir. Kuraklık stresi altındaki F_1 bitkilerinde ortalama 1.46 nmol/g TA, ebeveynlerden *S.incanum* L.'da 1.84, TDÇ47'de 1.56 nmol/g TA, kontrol grubunda ise bu değerler sırası ile 1.13, 1.52 ve 1.15 nmol/g TA olarak belirlenmiştir. Plazas ve ark. [31], açık tozlanan 4 patlıcan çeşidini kuraklık stresine tâbi tutup MDA düzeylerindeki değişimi incelemiş, sadece 2 çeşitte kuraklık etkisi ile MDA miktarında artış olduğunu ancak bu artışın kontrol uygulamasından elde edilen MDA miktarından çok fazla olmadığını az bir fark oluştuğunu açıklamışlardır. Bu çalışmada kullanılan ebeveynler araştırmacıların daha önce yaptığı gen havuzunun taranması çalışmasında kuraklığa karşı fenotipik olarak gözlenmiş ve tolerant olarak belirlenmişti. Nitekim ebeveyn ve melez bitkilerin stres uygulanmış bitkilerinde kontrole göre MDA miktarında fazla bir artış meydana gelmemiştir. Bu, daha önce yapılan seleksiyonun etkili olduğunu göstermektedir. Patlıcanda Kıran ve ark. [16] tarafından yapılan çalışmada, skala değeri ile MDA miktarı arasında etkin bir korelasyon olduğu ve skala değeri azaldıkça MDA değerinin de azalacağı bildirilmiştir. Benzer şekilde fasulyede [14] ve domateste [39] yapılan çalışmalarda stres uygulanan bitkilerde hücre zarında meydana gelen zararlanmanın derecesine göre MDA içeriğinin artış gösterdiği, dolayısıyla MDA içeriği arttıkça genotipin kuraklığa toleransının azaldığı belirlenmiştir. Kıran

ve ark. [18], kuraklık stresinin MDA miktarını kontrol bitkilerine göre önemli seviyede yükselttiğini, stresten çok etkilenen hassas genotiplerde daha yüksek MDA biriktiğini saptamışlardır. Bu çalışmada F_1 bitkileri ve ebeveynlerle kurulan 2 tekerrürlü denemede literatür bildirişlerine paralel olarak kısıtlı sulama uygulanan bitkilerde kontrole göre MDA miktarında artış olduğu gözlenmiştir.

F_3 popülasyonunun seçilen 50 bitkisinde yapılan prolin analizine göre; stres uygulanan ebeveyn bitkilerden alınan yaprak örneklerinde, kontrol uygulamasına göre prolin miktarının 2-3 kat daha yüksek olduğu saptanmıştır. Buna göre *S.incanum* L.'da prolin miktarı ortalama 6.22 µg g^{-1}, TDÇ47'de 5.71 µg g^{-1} ve TDÇ47×*S.incanum* melezinde ise 7.16 µg g^{-1} olarak belirlenmiştir. F_3 popülasyonunda prolin miktarı 3.06 ile 34.05 µg g^{-1} arasında değişmiş ortalama 13.16 µg g^{-1} olarak belirlenmiştir. Domateste yapılan bir çalışmada susuz bırakılan bitkilerin prolin gibi ozmolitleri yapraklarında biriktirip kendilerini nispeten koruma altına aldıkları tespit edilmiştir [29]. Çeltik gibi çok su tüketen bir türde yapılan bir çalışmada bazı çeşitlerde kuraklık etkisi ile bitki dokularında biriken prolin miktarının daha fazla olduğu ve bu bitkilerin kuraklığa karşı daha tolerant olduğu tespit edilmiş olup araştırmacılar, prolin miktarını tespit etmenin kuraklığa toleranslı bitkilerin seçiminde güvenilir bir biyobelirteç olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir [26].

Araştırmada ayrıca, fide döneminde uygulanan şiddetli su kısıtı sonucu bitkilerde oluşan zararlanmanın derecesi 0-5 görsel skalası kullanılarak belirlenmiş ve bu skalaya göre en az zararlanma gösteren (1 numaralı grup) bitkiler seçilerek bunlardan yaprak örneği alınmıştır. Bu yaprak örneklerinde yapılan analizlerden elde edilen MDA ve prolin değerlerine bakıldığında, F_3 popülasyonundan alınan örneklerin prolin miktarı ortalamasının ebeveyn ve F_1 bitkilerinin prolin miktarı ile kıyaslandığında 2 katından daha yüksek olduğu anlaşılmıştır. Bu durum stres uygulanan bitkilerde seleksiyon yaparken kullandığımız 0-5 skalasının etkin ve kullanılabilir olduğunu göstermektedir. Böylece kimyasal analiz yapmanın maliyetli olduğu yüksek sayıda bitki ile çalışılan ıslah projelerinde tolerant bitkileri belirlemek için ön seleksiyon yaparken fenotipik gözlemlerin kullanılabileceği anlaşılmıştır.

Bitki boyu, skala değeri, MDA ve prolin analiz sonuçlarına göre kuralık stresine tolerant olarak belirlenen ve seraya dikilerek normal sulama koşulları altında yetiştirilen bitkilerin 25 tanımlayıcı morfolojik kriter kullanılarak gözlem yapılmıştır. Fenotipik karakterizasyona ait nitel gözlem sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir. Gözlem sonuçları incelendiğinde bitkilerin genellikle büyüme şeklinin ne dik ne yaygın olduğu, yaprakta lob sayısının ortalama düzeyde olduğu, bitkilerin genellikle az da olsa dikenli ve tüylü olduğu anlaşılmıştır. Dikenlilik özelliği istenmeyen bir özelliktir, ıslah programlarında yapılan geriye melez çalışmaları ile dikensiz ve kuraklığa tolerant hatlar geliştirilecektir. Hatların meyve yükü orta ve yüksek seviyede olarak belirlenmiştir. Bu olumlu bir özelliktir. Meyvelerin büyük çoğunluğunun yumuşak yapıda olduğu, bunun da patlıcanda raf ömrünü olumsuz etkileyen, istenmeyen bir özellik olduğu bilinmektedir. Bitkide ve yaprakta antosiyanin varlığına çoğu bitkide rastlanmadığı, meyvelerin tamamının uzun olduğu, meyve kabuk renginin yeşil çizgili açık mor olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca, meyvelerin oluklu bir yapıda olduğu ve 2/3'nün hafif eğri, kalanların ise eğri yapıda olduğu tespit edilmiştir.

Fenotipik karakterizasyona ait bitki boyu, yaprak eni, yaprak boyu, meyve ağırlığı gibi nicel veriler Çizelge 4'de yer almaktadır. Buna göre bitki boyları 57 cm ile 112 cm arasında değişmiş, ortalama 93.3 cm olarak belirlenmiştir. Meyve boyları 12.5 ile 27 cm arasında değişen değerler almış, ortalama meyve boyu 17.2 cm olarak ölçülmüştür. Meyve ağırlıkları 136 g ile 357 g arasında değişmiş, ortalama meyve ağırlığı ise 243.6 g olarak tespit edilmiştir.

Bitkiler çiçeklenmeye başladığında kendileme çalışmaları yapılarak tohum alınmış ve tolerant olarak belirlenen bu aday hatlarda kademe ilerletilmesi sağlanmıştır.



Şekil 3. Kuraklığa tolerant olarak tespit edilip seraya aktarılan F_3 kademesindeki bitkiler

Figure 3. F_3 plants determined as drought tolerant and transferred to the greenhouse

Türler arası melezleme ile yabani türlerde bulunan bazı genlerin kültür patlıcanına aktarılarak genetik çeşitliliğin arttırılması sağlanır [19, 30]. Bu çeşitlilik arasında ortaya çıkan kuraklığa tolerant yeni

genotiplerin ıslah programına dahil olabilmesi için test edilen hatların fenotipik karakterizasyonunun doğru ve güvenilir bir şekilde yapılması gerekmektedir [11]. Yapılan bu çalışmada tolerant olarak tespit edilen genotiplerin ıslah programlarında değerlendirilebilmesi için fenotipik karakterizasyonu, patlıcana uygun yeterli sayıda morfolojik kriter kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3. Kuraklığa tolerant olarak belirlenen F_3 kademesindeki 50 hattın bazı fenotipik özellikleri

Table 3. Some phenotypic characteristics of 50 lines selected as drought tolerant

No	Fenotipik tanımlama kriteri	Gözlem sonucu (*sayılar, hangi özellikte kaç adet hat bulunduğunu göstermektedir)
1	Bitki büyüme şekli	16=dik, 34=dik ve çalımsı arası orta düzeyde gelişim gösteren
2	Yaprakta lob sayısı	13=zayıf, 34=orta seviyede, 3=kuvvetli
3	Bitkide antosiyanin dağılımı	29=yok; 15=az; 6=orta
4	Yaprakta antosiyanin dağılımı	39=yok; 11=az;
5	Yaprakta dikenlilik	1=yok; 41=çok az (1-2); 8=az (3-5);
6	Yaprak tüylülüğü	2=yok; 40=az; 8=orta
7	Salkımdaki çiçek sayısı	Tamamında 3-4 tane olarak belirlenmiştir.
8	Meyve yükü	6=az; 24=orta; 20=yüksek
9	Meyve şekli	Tamamı uzun
10	Baskın meyve rengi	Tamamı açık mor
11	Meyvede ikincil renk	Tamamı yeşil
12	Meyvede parlaklık	25=orta; 25=parlak
13	Meyvede eğrilik	36=hafif eğri; 14=eğri
14	Meyvede oluk varlığı	2=yok; 16=az; 23=orta; 9=çok
15	Kaliksin meyveyi kaplama oranı	45=%10'dan az; 5=%10-20 arası
16	Meyvede sertlik	32=yumuşak; 12=orta; 6=sert
17	Kalikste diken varlığı	1=yok; 22=çok az (1-2); 27=az (3-5)

Çizelge 4. Kuraklığa tolerant olarak belirlenen F_3 kademedeki 50 hattın bazı fenotipik özelliklerine ait sayısal veriler

Table 4. Numerical data of some phenotypic characteristics of 50 lines in the F_3 stage determined as drought tolerant

Gözlemler	En düşük	En yüksek	Ortalama	Standart hata
Bitki yüksekliği (cm)	57.0	112.0	93.3	10.59
Yaprak eni (cm)	10.5	24.5	18.1	3.61
Yaprak boyu (cm)	11.0	24.0	16.5	3.86
Meyve boyu (cm)	12.5	27.0	17.2	3.13
Meyve eni (cm)	3.7	6.1	4.8	0.44
Meyve boy/en oranı (cm)	2.6	5.2	3.6	0.64
Meyve ağırlığı (g)	136.0	357.0	243.6	53.6
Meyve sapı uzunluğu (cm)	4.0	9.3	6.0	1.12

SONUÇ

Bu çalışma kültür patlıcan hattı BATEM-TDÇ47 ile yabani bir akraba tür olan *Solanum incanum* L.'nin türler arası melezinden geliştirilen F_3 popülasyonu içerisinden kuraklığa en tolerant aday hatların belirlenmesi için yapılmıştır. Patlıcanda kuraklığa tolerant hat geliştirmeyi amaçlaması bakımından çalışma ilk olma özelliğine sahiptir. Ayrıca bu çalışma ile kuraklık stresi altında bitkilerde meydana gelen fenotipik değişimler bitki boyları ölçülerek ve 0-5 skalası kullanılarak gözlenmiş bu verilere dayanarak yapılan seleksiyon sonucu belirlenen bitkilerin MDA ve prolin içerikleri analiz edilmiştir. Böylece kuraklık stresi etkisi ile dokularda artan prolin miktarının görsel değerlendirme sonucu elde ettiğimiz sonuçlarla örtüştüğü, ileride yapılacak benzer ıslah çalışmalarında kimyasal analiz metodunun maliyetli olabileceği durumlarda tolerant hat seçiminde skala ile görsel değerlerin kullanılabileceği tespit edilmiştir. Burada kuraklığa tolerant olarak belirlenen 50 adet hattın morfolojik karakterizasyonu yapılmış ve kendilenerek F_4 kademesine ilerlemeleri sağlanmıştır. Önümüzdeki dönemlerde benzer şekilde seleksiyon ve kendileme çalışmaları ile kuraklığa tolerant saf hatların elde edilmesi sağlanacaktır. Bu çalışmanın devam ettirilmesi ile elde edilecek kuraklığa tolerant saf hatlar aşılama uygulamalarında anaç olarak kullanılabileceği gibi ıslah programlarına dahil edilerek kuraklığa tolerant kültür çeşitleri geliştirmede de kullanılabileceklerdir. Ayrıca geliştirilen hatlar kuraklığa toleransı sağlayan genlerin moleküler yöntemlerle haritalanması çalışmaları için materyal olarak kullanılma potansiyeline sahiptir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar olarak bu çalışmayı "Patlıcanda Türler arası Melezleme ile Tuz ve Kuraklık Streslerine Tolerant Hatların Geliştirilmesi" (Proje No: TAGEM/BBAD/B/20/A1/P1/1476) projesi kapsamında destekleyen Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM)'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Ajayi, A.T., Gbadamosi, A.E., Olumekun, V.O., 2018. Screening for drought tolerance in cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) at seedling stage under screen house condition. International Journal of BioSciences & Technology 11(1).
2. Athar, H.R., Ashraf, M., 2009. Strategies for crop improvement against salinity and drought stress: an overview. Salinity and Water Stress, pp:1-16.
3. Bates, L.S., Waldren, R.P., Teare, I.D., 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and Soil 39(1):205-207.
4. Boyacı, H.F., Oğuz, A., Ünlü, M., Eren, A., Topçu, V., Erkal, S., 2009. Partenokarp ve

partenokarp olmayan patlıcanların bazı vejetatif ve generatif gelişme parametreleri arasında ilişkiler. Derim 26(2):28-39, ISSN:1300-3496.
5. Boyacı, H., Topçu, V., 2014. Development of eggplant hybrid cultivar 'Batem Filizi' and determination of yield performance. Derim 31(2):11-22.
6. Cao, G.H., Sofic, E., Prior, R.L., 1996. Antioxidant capacity of tea and common vegetables. J. Agric. Food Chem 44:3426-3431.
7. Çolak, Y.B., Yazar, A., Gönen, E., Eroğlu, E., 2018. Yield and quality response of surface and subsurface drip-irrigated eggplant and comparison of net returns. Agric. Water Manag. 206:165-175.
8. Daunay, M.C., 2008. Eggplant. In Prohens J, Nuez F, editors. Handbook of Plant Breeding-Vegetables II. New York: Springer. pp:163-220.
9. Diaz-Perez, J.C., Eaton, T.E., 2015. Eggplant (*Solanum melongena* L.) plant growth and fruit yield as affected by drip irrigation rate. HortScience 50(11):1709-1714.
10. Fita Fernández, A.M., Fioruci, F., Plazas Ávila, M.D.L.O., Rodríguez Burruezo, A., Prohens Tomás, J., 2015. Drought tolerance among accessions of eggplant and related species. Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca: Horticulture, 72(2):461-462.
11. Gaufichon, L., Prioul, J.L., Bachelier, B., 2010. What are the prospects for genetic improvement in drought-tolerant crops? Fondation Farm press 52p.
12. Gramazio, P., Prohens, J., Plazas, M., Mangino, G., Herraiz, F.J., Vilanova, S., 2017. Development and genetic characterization of advanced backcross materials and an introgression line population of *Solanum incanum* in a *S.melongena* back ground. Frontiers in Plant Science 8:1477.
13. Hoagland, D.R., Arnon, D.I., 1950. The water culture method for growing plants without soil. Calif. Agric. Exp. Stn.Circ. 347, 39p., New York.
14. Kandemir, D., Balkaya, A., Taşan, M., Kobal Bekar, N., Cemek, B., Teksöz, E., 2018. Nitelikli taze fasulye hatlarının kuraklığa dayanım düzeylerinin belirlenmesi ve kuraklık stresinde geliştirdikleri savunma mekanizmalarının incelenmesi. TÜBİTAK TOVAG 116O881 no.lu Proje Raporu, 142s.
15. Karam, F., Saliba, R., Skaf, S., Breidy, J., Rouphael, Y., Balendonck, J., 2011. Yield and water use of eggplants (*Solanum melongena* L.) under full and deficit irrigation regimes. Agricultural Water Management 98(8):1307-1316.
16. Kıran, S., Kuşvuran, Ş., Özkay, F., Ellialtıoğlu, Ş.Ş., 2015. Domates, patlıcan ve kavun genotiplerinin kuraklığa dayanım durumlarını belirlemeye yönelik olarak incelenen özellikler arasındaki ilişkiler. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi 4(2):9-25.
17. Kıran, S., Kuşvuran, Ş., Özkay, F., Ellialtıoğlu, Ş.Ş., 2016. Tuza tolerant ve hassas patlıcan genotiplerinin kuraklık stresi koşullarında bazı morfolojik özelliklerinde meydana gelen değişimler. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 21(2):130-138.
18. Kıran, S., Kuşvuran, Ş., Özkay F., Ellialtioglu, Ş.Ş., 2019. Change of physiological and biochemical parameters under drought stress in salt-tolerant and salt-susceptible eggplant genotypes. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 43(6):593-602.
19. Kouassi, B., Prohens, J., Gramazio, P., Kouassi, A.B., Vilanova, S., Galán-Ávila, A., Plazas, M., 2016. Development of backcross generations and new interspecific hybrid combinations for introgression breeding in eggplant (*Solanum melongena*). Scientia Horticulturae 213:199-207. doi:10.1016/j.scienta.2016.10.039.
20. Kouassi, A.B., Kouassi, K.B.A., Sylla, Z., Plazas, M., Fonseka, R.M., Kouassi, A., Prohens, J., 2021. Genetic parameters of drought tolerance for agromorphological traits in eggplant, wild relatives, and interspecific hybrids. Crop Science 61(1):55-68.
21. Kirnak, H., Tas, I., Kaya, C., Higgs, D., 2002. Effects of deficit irrigation on growth, yield and fruit quality of eggplant under semi-arid conditions. Australian Journal of Agricultural Research 53(12):1367-1373.
22. Kusvuran, S., Dasgan, H.Y., Küçükkömürcü, S., Abak, K., 2009. Relationship between drought tolerance and stomata density in melon. In IV International Symposium on Cucurbits 871:291-300.
23. Kuşvuran, Ş., 2010. Kavunlarda kuraklık ve tuzluluğa toleransın fizyolojik mekanizmaları arasındaki bağlantılar. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.
24. Kuşvuran, Ş., 2012. Effects of drought and salt stresses on growth stomatal conductance leaf water and osmotic potentials of melon genotypes (*Cucumis melo* L.). African Journal of Agricultural Research 7(5):775-781.
25. Lovelli, S., Perniola, M., Ferrara, A., Di Tommaso, T., 2007. Yield response factor to water (Ky) and water use efficiency of *Carthamus*

tinctorius L. and *Solanum melongena* L. Agricultural Water Management 92(1-2):73-80.
26. Lum, M.S., Hanafi, M.M., Rafii, Y.M., Akmar A.S.N., 2014. Effect of drought stress on growth, proline and antioxidant enzyme activities of upland rice. J. Animal and Plant Sciences 24(5):1487-1493.
27. Lutts, S., Kinet, J.M., Bouharmont, J., 1996. NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. Annals of Botany 78(3):389-398.
28. Mutlu, N., Boyaci, F.H., Göçmen, M., Abak, K., 2008. Development of SRAP, SRAP-RGA, RAPD and SCAR markers linked with a Fusarium wilt resistance gene in eggplant. Theoretical and Applied Genetics 117:1303-1312.
29. Noori, M., Azar, A.M., Saidi, M., Panahandeh, J., Haghi, D.Z., 2018. Evaluation of water deficiency impacts on antioxidant enzymes activity and lipid peroxidation in some tomato (*Solanum lycopersicum* L.) lines. Indian Journal of Agricultural Research 52(3):228-235.
30. Plazas, M., Rahma, A.F., Rodríguez-Burruezo, A., Prohens, J., Fita, A., 2016. Screening for drought tolerance in eggplant relatives and interspecific hybrids. In Proceedings of 25. Eucarpia Capsicum and Eggplant Working Group Meeting in memoriam Dr. Alain Palloix, 12-14 September 2016, Kecskemét, Hungary (pp:306-310).
31. Plazas, M., Nguyen, H.T., González-Orenga, S., Fita, A., Vicente, O., Prohens, J., Boscaiu, M., 2019. Comparative analysis of the responses to water stress in eggplant (*Solanum melongena*) cultivars. Plant Physiology and Biochemistry, 143:72-82.
32. Plazas, M., González-Orenga, S., Nguyen, H.T., Morar, I.M., Fita, A., Boscaiu, M., Vicente, O., 2022. Growth and antioxidant responses triggered by water stress in wild relatives of eggplant. Scientia Horticulturae 293:110685.
33. Ranaweera, G.K.M.M.K., Fonseka, R.M., Fonseka, H., 2020. Morpho-physiological and yield characteristics of interspecific hybrids between cultivated eggplant (*Solanum melongena* L.) and wild relatives in response to drought stress. International Journal of Minor Fruits, Medicinal and Aromatic Plants 6(1):30-37.
34. Rotino, G.L., Sala, T., Toppino, L., 2014. Eggplant. In Alien Gene Transfer in Crop Plants (2):381-409. Springer, New York, NY.
35. Schwarz, D., Rouphael, Y., Colla, G., Venema, J.H., 2010. Grafting as a tool to improve tolerance of vegetables to abiotic stresses: Thermal stress, water stress and organic pollutants. Scientia Horticulturae 127(2):162-171.
36. Semida, W.M., Abdelkhalik, A., Mohamed, G. F., Abd El-Mageed, T.A., Abd El-Mageed, S.A., Rady, M.M., Ali, E.F., 2021. Foliar application of zinc oxide nanoparticles promotes drought stress tolerance in eggplant (*Solanum melongena* L.). Plants 10(2):421.
37. Singh, A.P., Luthria, D., Wilson, T., Vorsa, N., Singh, V., 2009. Polyphenols content and antioxidant capacity of eggplant pulp. Food Chem 114:955-961.
38. Türkes, M., 2012. Türkiye'de gözlenen ve öngörülen iklim değişikliği, kuraklık ve çölleşme. Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi 4(2):1-32.
39. Yekbun, A., Kabay, T., 2017. Kuraklık stresinin yerli ve ticari domates çeşitlerinde bazı fizyolojik parametreler üzerine etkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 22(2):86-96.
40. Zhong, Y.P., Li, Z., Bai, D.F., Qi, X.J., Chen, J.Y., Wei, C.G., Fang, J.B., 2018. *In vitro* variation of drought tolerance in five *Actinidia* species. Journal of the American Society for Horticultural Science 143(3):226-234.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 43–48 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

PATLICANDA KÖK-UR NEMATODU *Meloidogyne incognita*'ya KARŞI DAYANIKLILIK KAYNAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Selda ÇALIŞKAN[1]*, Hatice Filiz BOYACI[2], Esra CEBECİ[3], Atilla ATA[4], Şeküre Şebnem ELLİALTIOĞLU[5]

[1]Dr., Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya; ORCID: 0000-0002-6355-2203
[2]Doç. Dr., Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya; ORCID: 0000-0002-3799-4673
[3]Dr., Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya; ORCID: 0000-0003-0410-2453
[4]Dr., Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Mersin; ORCID: 0000-0001-5479-5396
[5]Prof. Dr., Ankara Üniversitesi Teknokent, Doqutech Academy Ltd. Şti., Ankara; ORCID: 0000-0002-3851-466X

ÖZ

Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) patlıcan yetiştiriciliğinde verim kaybına neden olan küresel bir sorundur. Patlıcanın kültür formları, zararlıya karşı hassas olmakla birlikte yabani akrabalarındaki dayanıklılık da sınırlıdır. Nematoda dayanıklı türlerin tespit edilmesi, ıslah çalışmaları için gereklidir. Bu çalışma kapsamında patlıcanda en yaygın kök-ur nematodlarından *Meloidogyne incognita* ırk 1'e karşı bazı yabani kültür ve yabani formlar ile yabani formlardan üretilen melezlerin reaksiyonları araştırılmıştır. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde 2021-2022 yıllarında yürütülen çalışmada, yabani formlardan *S.incanum* ve *S.insanum* ile türler arası melezlemelerden elde edilen iki adet melez (*S.melongena* × *S.aethiopicum* ve ((Topan374 × *S.linnaeanum*) × *S.linnaeanum*) ve patlıcanın kültür formunda 5 genotip olmak üzere toplam 9 genotip test edilmiştir. Testlemede hassas Falcon domates çeşidinden Bearman huni yöntemi kullanılarak elde edilen ikinci dönem larvaları kullanılmıştır. Deneme tesadüfi parselleri deneme desenine göre 10 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Bitkiler 2-4 yapraklı döneme ulaştığında her bir saksıya ortalama 1000 adet 2. dönem larva olacak şekilde, bitki kök boğazından 3-4 cm mesafede 2 cm derinliğe açılan dört oyuğa kök-ur nematodunun inokulasyonu yapılmıştır. Denemeye alınan patlıcan bitkilerinin 60 gün sonra sökümü yapılmıştır. Gal skalası Hartman ve Sasser (1985)'e göre değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucuna göre; köklerde 0-2 skala değeri alan bitkiler dayanıklı, 3-5 skala değeri alan bitkiler ise hassas olarak belirlenmiştir. Bu skalaya göre türler arası melezlemeden elde edilen melez birey ((Topan374 × *S.linnaeanum*) × *S.linnaeanum*), 2 skala değeri ile patlıcan ıslah çalışmaları için yeni bir dayanıklılık kaynağı olarak ümitvar bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Meloidogyne incognita* ırk 1, ikinci dönem larva, Bearman huni yöntemi, yumurta kümesi, dayanıklılık

INVESTIGATION OF RESISTANCE SOURCES AGAINST ROOT-KNOT NEMATODE *Meloidogyne incognita* IN EGGPLANT

ABSTRACT

Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) are a global problem causing yield loss in eggplant cultivation. Cultivated forms of eggplant are susceptible to the pest, but resistance in their wild relatives is also limited. Identification of nematode resistant species is essential for breeding work. In this study, the reactions of some wild culture and wild forms and hybrids produced from wild forms were investigated against *Meloidogyne incognita* race 1, one of the most common root-knot nematodes in eggplant. Two hybrids (*S.melongena* × *S.aethiopicum* and ((Topan374 × *S.linnaeanum*) × *S.linnaeanum*) obtained from interspecies crosses with wild forms *S.incanum* and *S.insanum* in the study carried out at the Batı Akdeniz Agricultural Research Institute in 2021-2022. A total of nine genotypes, including five genotypes, were tested in the culture form of eggplant. Second stage larvae obtained from the sensitive Falcon tomato variety using the Baerman funnel method were used for testing. The experiment was set up in a randomized plot design with 10 replications. When the plants reached the 2-4 leaf stage, the root-knot nematode was inoculated into four cavities dug to a depth of 2 cm at a distance of 3-4 cm from the root collar of the plant, with an average of 1000 2nd stage larvae in each pot. The eggplant plants included in the experiment were harvested after 60 days. Gall scale was evaluated according to Hartman and Sasser (1985). According to the evaluation result; Plants with a scale value of 0-2 on the roots were determined as resistant, and plants with a scale value of 3-5 were determined as susceptible. According to this scale, the hybrid individual ((Topan374 × *S.linnaeanum*) × *S.linnaeanum*) obtained from interspecific crossing was found promising as a new resistance source for eggplant breeding studies with a scale value of 2.

Keywords: *Meloidogyne incognita* race 1, second-stage juveniles (J2), Bearman funnel method, egg mass, resistance

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

GİRİŞ

Türkiye, patlıcan üretimi açısından dünyada önde gelen ülkeler arasında yer almaktadır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerine göre dünyada 2020 yılında 1.876.710 hektar alanda, 56.618.843 ton patlıcan üretilmiştir. Dünya patlıcan üretimi son 30 yılda 5 kattan fazla artış göstermiştir. Çin, ekim alanı ve üretim bakımından lider konumundadır. Çin, 789.319 hektar alanda, 36.557.611 ton patlıcan üreterek dünya patlıcan üretiminde önemli bir paya sahiptir. Çin'i 736.000 hektar üretim alanı ve 12.777.000 ton üretim miktarıyla Hindistan takip etmektedir. Mısır (1.341.312 ton), Türkiye (835.422 ton), Endonezya (618.202 ton) ve İran (595.336 ton) dünya patlıcan üretiminde önde gelen ülkelerdir [5]. Türkiye, dünya patlıcan üretiminde 4. sırada yer almakta olup patlıcan üretimi bakımından dünyada önde gelen ülkelerden birisidir.

Son yıllarda artan yetiştiricilikle birlikte hastalık ve zararlılara karşı üretim kayıpları en aza indirmek için dayanıklı çeşit kullanımı tercih edilmeye başlanmıştır. Bu üretim kayıplarının en önemli nedenlerinden birisi de kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.)'dır. Bitkide oluşan zarar oranı, nematod yoğunluğu ve bitkinin çeşidine bağlı olarak değişmekte olup, sebzelerde sadece kök-ur nematodlarının neden olduğu ürün kaybının ortalama %10 olduğu [2], bazı kaynaklarda ise bu oranın %50-80 arasında değiştiği bildirilmektedir [13, 11]. Bu kayıpların domateslerde %24-38, patlıcanlarda %17-20 ve kavunda %18-33 oranlarında olduğu belirtilmiştir [12]. Özellikle örtüaltı yetiştiriciliğinde büyük sorun teşkil etmektedir. Patlıcanda da verim kayıplarına yol açan kök-ur nematodları zararlı grupları arasında önemli bir yer tutmaktadır.

Ülkemizde patlıcanda yapılan dayanıklılık çalışmalarında, *S.torvum* cv. Hawk, kök-ur nematodlarına karşı kontrollü koşullar altında *Meloidogyne incognita*, Mi-1 virülent *M.incognita*, *M.javanica*, *M.arenaria* ve *M.luci* ve *M.hapla*'ya karşı incelenmiştir. Denemelere yerel bir patlıcan çeşidi ve ticari bir patlıcan melezi dahil edilmiştir. *S.torvum*, *M.incognita*, Mi-1 virülent *M.incognita*, *M.javanica*, *M.arenaria* ve *M.luci*'ye dirençli fakat *M.hapla*'ya karşı hassas olarak bulunmuştur [8]. Yine bir başka çalışmada ise yabani kaynaklar, yabani anaçlar, yabani × yabani anaçlar, yabani × kültür formu patlıcan anaçları, kültür formu anaçlar, saf hatlar, standart ticari çeşitler ve ticari hibritler olmak üzere toplam 60 genotip *M.incognita* Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949 (Tylenchida: Meloidogynidae)'nın avirülent S6 ve Mi-1 virülent V14 popülasyonu ile kontrollü koşullar altında test edilmiştir. Çalışma 2016-2017 yıllarında yürütülmüştür. Çalışma sonucunda, *Solanum torvum* (Y28)'un *M.incognita*'nın S6 ve V14 popülasyonlarına dayanıklı, diğer genotiplerin tümümün ise her iki popülasyona duyarlı olduğu belirlenmiştir [9].

Kök-ur nematodları ile mücadelede tercih edilen yöntemlerden biri olan dayanıklı çeşit kullanımı son yıllarda yönelim oldukça artmıştır. Bu çalışma kapsamında da patlıcanda kök-ur nematodlarından *M.incognita* ırk 1'e karşı bazı yabani kültür ve yabani formlar ile yabani formlardan üretilen melezlerin reaksiyonları araştırılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular kök-ur nematodlarının kontrolü için yapılacak olan klasik ıslah ve mücadele çalışmalarına ışık tutması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Bu çalışmada bitkisel materyal olarak *S.melongena* L. türüne ait iki adet patlıcan genotipi ve bunların melezleri (LS1934, LS2436, LS2436 × LS1934, LS1934 × LS2436), *S.aethiopicum* gr. Gilo, *S.insanum* L., *S.incanum* L. türleri ile *S.aethiopicum* gr. Gilo ve *S.linnaeanum* L.'un *S.linnaeanum* ile melezlenmesinden elde edilen türler arası hibrit ve geriye melez popülasyonu olmak üzere farklı orijinlerden dokuz genotip ve *Meloidogyne incognita* ırk 1 ikinci dönem larvası kullanılmıştır. Ayrıca inkübatör, mikroskop, otoklav, torf, doğal kum, saksı, elek, bisturi, kırmızı gıda boyası gibi laboratuvar malzemelerinden faydalanılmıştır.

Metot

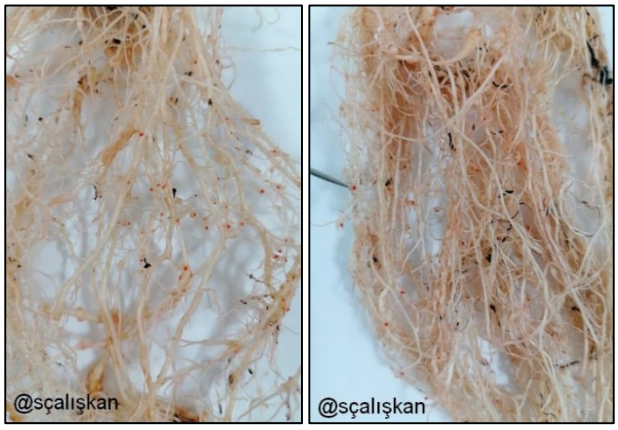
•Saf Kültürün Elde Edilmesi: *Meloidogyne incognita* ırk-1 saf kültürü Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nden alınmıştır.

•Hassas Domates Bitkilerinin Yetiştirilmesi, Saksılara Şaşırtılması ve Kültür Devamı: Hassas domates (Falcon çeşidi) tohumlarının ekimi viyollere yapılarak iklim odasında 16 saat aydınlık, 8 saat karanlık koşullarda büyümeye bırakılmıştır. Daha sonra 2-4 yapraklı döneme gelen bitkiler, otoklavda 1 saat 121°C'de sterilize edilen kumlu torf (%70 kum, %30 torf) içeren saksılara şaşırtılmıştır. Bitkilerin sulama ve bakım işlemlerine devam edilmiştir. Bitkiler yaklaşık 15 cm boya geldiğinde bitkilerin kök boğazı civarına kök-ur nematodunun yumurta kümesi ile bulaştırma yapılarak kültür oluşturmaya devam edilmiştir.

•Hassas Bitkiden *Meloidogyne incognita*'nın Yumurtalarının ve Larvalarının Elde Edilmesi: Hassas bitkinin köklerinde bulunan urlar üzerindeki nematod yumurta paketlerine zarar gelmeyecek şekilde musluk suyu altında yıkanarak topraktan arındırma işlerimi yapılmıştır. Stereo mikroskop altında bir bisturi ve iğne yardımıyla yumurta paketleri toplandıktan sonra geliştirilmiş Bearman huni yöntemi kullanılarak 28°C'de inkübatörde yumurtaların açılması ve 2. dönem larvaların suya geçmesi için 2 gün beklenmiştir. Elde edilen 2. dönem larvaların sayımı yapılmıştır. Elde edilen larvalar aynı gün denemelerde kullanılmıştır.

•Patlıcan Bitkilerinin Yetiştirilmesi: Patlıcan tohumlarının ekimi viyollere yapılarak iklim odasında 16 saat aydınlık, 8 saat karanlık koşullarda büyümeye bırakılmıştır. Daha sonra 2-4 yapraklı döneme gelen bitkiler, otoklavda 1 saat 121°C'de sterilize edilen kumlu torf (%70 kum, %30 torf) içeren saksılara şaşırtılmıştır. Bitkilerin sulama ve bakım işlemlerine devam edilmiştir.

•*Meloidogyne incognita*'nın Patlıcan Fidelere İnokulasyonu: Bitkiler 2-4 yapraklı döneme (yaklaşık 15 cm boya) ulaştığında her bir saksıya ortalama 1000 adet 2. dönem larva olacak şekilde, bitki kök boğazından 3-4 cm mesafede 2 cm derinliğe açılan dört oyuğa kök-ur nematodunun inokulasyonu yapılmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 10 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Bitkiler iklim odasında 25±1°C, 16 saat aydınlık, 8 saat karanlık koşullarda muhafaza edilmiştir.



Şekil 1. Kırmızı gıda boyası ile boyanmış kökler
Figure 1. Roots dyed with red food coloring

•Denemenin Değerlendirilmesi: Denemeye alınan patlıcan bitkilerinin 60 gün sonra sökümü yapılmıştır ve köklerinde kalan topraklar musluk suyu altında temizlenmiştir. Bitki köklerindeki yumurta kümeleri belirgin hale gelmesi için kökler kırmızı gıda boyası ile boyanmıştır (Şekil 1) [14]. Gal skalası Hartman ve Sasser (1985)'e göre değerlendirilmiştir (Çizelge 1) [6]. Değerlendirme sonucuna göre; köklerde 0-2 skala değeri alan bitkiler dayanıklı, 3-5 skala değeri alan bitkiler ise hassas olarak belirlenmiştir. Bu skalaya göre;

Patlıcan bitkilerinin köklerindeki yumurta paketleri ve ur sayılarına ait veriler, istatistiksel analizde SAS (version 8.0; SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) programı kullanılarak Duncan testine tabi tutulmuştur.

Çizelge 1. Köklerin Hartman ve Sasser (1985)'e göre değerlendirildiği gal skalası
Table 1. Gall scale by which roots are evaluated according to Hartman and Sasser (1985)

Kökteki yumurta kümesi sayısı	Gal skala değeri	Sonuç
Yumurta kesesi ve ur oluşumu yok	0	Dayanıklı
1-2 yumurta kesesi ve ur oluşumu	1	Dayanıklı
3-10 yumurta kesesi ve ur oluşumu	2	Dayanıklı
11-30 yumurta kesesi ve ur oluşumu	3	Hassas
31-100 yumurta kesesi ve ur oluşumu	4	Hassas
100'den fazla yumurta kesesi ve ur oluşumu	5	Hassas

BULGULAR

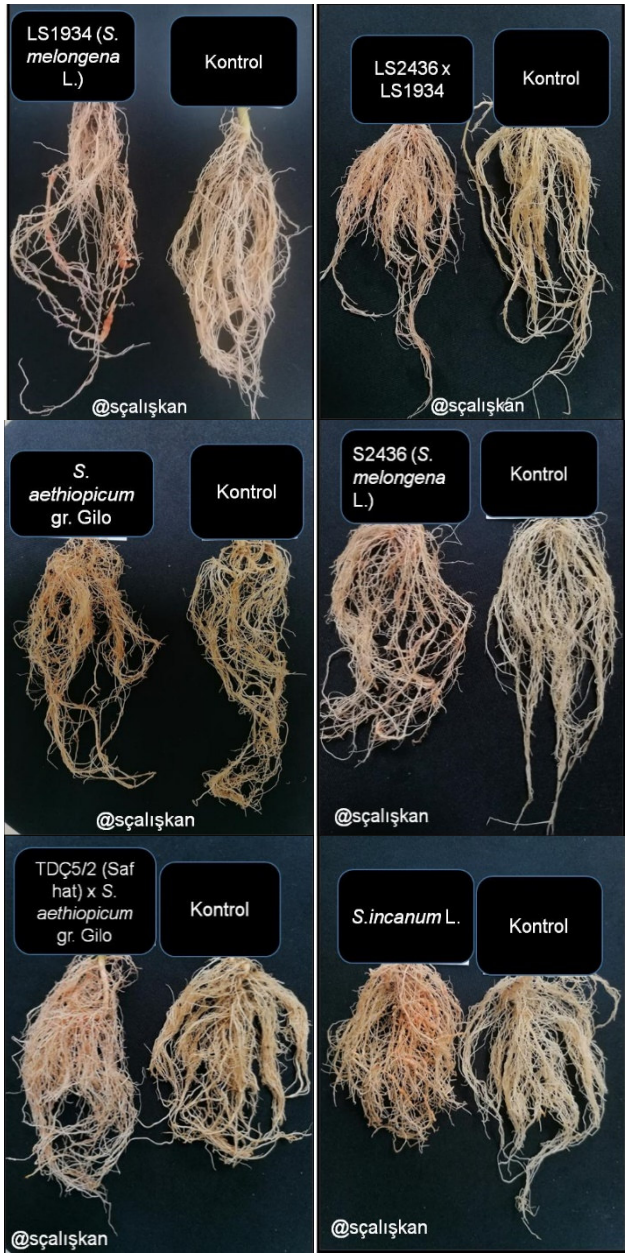
Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde 2021-2022 yıllarında yürütülen çalışmada, yabani formlardan *S.incanum* ve *S.insanum* ile türler arası melezlemelerden elde edilen iki adet melez (*S.melongena* × *S.aethiopicum* ve ((Topan374 × *S.linnaeanum*) × *S.linnaeanum*)ve patlıcanın kültür formunda beş genotip olmak üzere toplam dokuz genotip test edilmiştir (Şekil 2, 3, 4).

Gal skalası Hartman ve Sasser (1985)'e göre değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucuna göre; köklerde 0-2 skala değeri alan bitkiler dayanıklı, 3-5 skala değeri alan bitkiler ise hassas olarak belirlenmiştir. Bu skalaya göre türler arası melezlemeden elde edilen melez birey ((Topan374 × *S.linnaeanum*) × *S.linnaeanum*), 2 skala değeri ile patlıcan ıslah çalışmaları için yeni bir dayanıklılık kaynağı olarak ümitvar bulunmuştur (Çizelge 2).

Çizelge 2. Gal skalasına göre patlıcan genotiplerinin değerlendirilmesi
Table 2. Evaluation of eggplant genotypes according to Gal scale

Hat No	Skala değeri	Sonuç
LS1934 (*S.melongena* L.)	4	Hassas
S.aethiopicum gr. Gilo	4	Hassas
TDÇ5/2 (Saf hat) × *S.aethiopicum* gr. Gilo	4	Hassas
S.insanum L.	3	Hassas
LS2436 (*S.melongena* L.)	4	Hassas
S.incanum L.	4	Hassas
((Topan374 × *S.linnaeanum*) × *S.linnaeanum*)	2	Dayanıklı
LS2436 × LS1934	4	Hassas
LS1934 × LS2436	3	Hassas

Skala 4



Şekil 2. Patlıcan genotiplerinde (LS1934 (*S.melongena* L.), LS2436×LS1934, *S.aethiopicum* gr. Gilo, LS2436 (*S.melongena* L.), TDÇ5/2 (Saf hat) × *S.aethiopicum* gr. Gilo, *S.incanum* L.) *M.incognita*'nın köklerde oluşturduğu yumurta paketi ve ur oluşumu

Figure 2. Egg pack and gall formation on roots by M.incognita in eggplant genotypes (LS1934 (S.melongena L.), LS2436×LS1934, S.aethiopicum gr. Gilo, LS2436 (S.melongena L.), TDÇ5/2 (Saf hat) × S.aethiopicum gr. Gilo S.incanum L.)

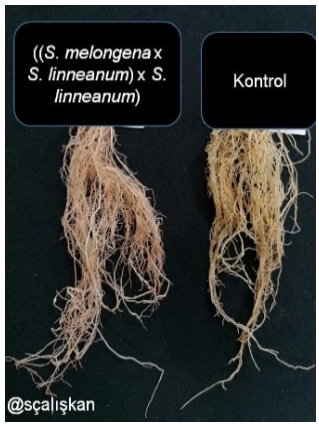
Skala 3



Şekil 3. Patlıcan genotiplerinde (*S.insanum* L. ve LS1934 × LS2436) *M.incognita*'nın köklerde oluşturduğu yumurta paketi ve ur oluşumu

Figure 3. Egg pack and gall formation on roots by M.incognita in eggplant genotypes (S.insanum L. and LS1934 × LS2436)

Skala 2



Şekil 4. Patlıcan genotiplerinde ((Topan374 × *S.linnaeanum*) × *S.linnaeanum*) *M.incognita*' nın köklerde oluşturduğu yumurta paketi ve ur oluşumu

Figure 4. Egg pack and gall formation on roots by M.incognita in eggplant genotypes ((Topan374 × S linnaeanum) × S.linnaeanum)

İstatistiksel analizde SAS (version 8.0; SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) programı kullanılmıştır. Yumurta paketi ve gal indekslerine göre ((Topan374 × *S.linnaeanum*) × *S.linnaeanum*) genotipi dayanıklı, diğer genotiplerin ise hassas olduğu bulunmuştur (Çizelge 3).

Bu çalışma ile kültür formuna ait LS1934 ile *S.insanum* test edilmiş ve hassas olduğu ile ilgili ilk defa bu konuda bilgi üretilmiştir.

Çizelge 3. Patlıcan genotiplerinin *M.incognita*'ya karşı reaksiyonu sonucu bitki köklerinde oluşan yumurta paketi sayısı ve ur sayısı

Table 3. Number of egg packs and number of galls formed in plant roots as a result of reaction of eggplant genotypes against M.incognita

Genotip kodu	Kökteki yumurta paketi sayısı (n=10)	Yumurta paketi indeksi*	Gal sayısı (n=10)	Gal skalası*
LS1934 (*S.melongena* L.)	33.500 dce±2.97	3.7 a±0.00	73.30 a±2.05	3.7 a±0.15
S.aethiopicum gr. Gilo	37.200 dc±2.52	3.9 a±0.10	62.100 ba±8.35	3.9 a±0.10
TDÇ5/2 (Saf hat) × *S.aethiopicum* gr. Gilo	68.100 a±7.57	3.9 a±0.00	66.200 ba±7.40	3.9 a±0.10
S.insanum L.	18.600 dfe±1.54	3.0 b±0.00	23.200 dc±1.36	3.0 b±0.00
LS2436 (*S.melongena* L.)	57.100 ba±5.87	4.0 a±0.00	45.200 bc±3.46	4.0 a±0.00
S.incanum L.	43.900 bc±2.97	4.0 a±0.00	74.500 a±5.44	4.0 a±0.00
((Topan374 × *S.linnaeanum*) × *S.linnaeanum*)	6.700 f±0.79	2.0 c±0.15	8.800 d±1.37	2.0 c±0.00
LS2436 × LS1934	35.200 dc±0.70	4.0 a±0.00	65.800 ba±4.73	4.0 a±0.00
LS1934 × LS2436	15.800 fe±0.93	3.0 b±0.13	29.700 dc±1.96	3.0 b±0.00
LSD	13.632	0.2811	17.593	0.2589
CV	32.90174	6.619633	29.77257	6.269339

*0-5: Ur indeksi skalası (Hartman ve Sasser, 1985), 0-2: Dayanıklı, 3-5: Duyarlı. Çizelgede sütunlar kendi içerisinde değerlendirilmiş olup, Duncan testine göre aynı harfleri gösteren değerler P≤0.05 göre istatiksel olarak birbirinden farksızdır.

TARTIŞMA

Patlıcanın kültür formları nematoda hassastır. Bizim çalışmamızda da test edilen tüm kültür formları hassas bulunmuştur.

Patlıcanda nematoda dayanıklılık için farklı kaynaklar mevcuttur [1, 10, 7].

Öcal ve Devran [7] tarafından yapılan çalışmada M19 kodu ile test edilen T374 hassas*, S.integrifolium* ise dayanıklı bulunmuştur. Bu çalışmada kullanılan bitkisel materyallerden biri bu iki genotipten üretilen geriye melez popülasyonu olup, hassas genotipe dayanıklılığın aktarılabileceği anlaşılmıştır. Yine aynı çalışmada *S.incanum* ve *S.aethiopicum* hassas bulunmuştur. Bu bulgular bizim çalışmamızla uyumludur. Benzer şekilde Özarslandan ve ark. [10] tarafından *S.incanum* ve *S.aethiopicum* türlerinin hassas olduğunu tespit etmiştir.

Uehara ve ark. [15], Senryo 2go (*S.melongena*) ve Daitaro (*S.melongena*) ile yaptıkları saksı deneylerinde, nematod popülasyon yoğunlukları, ilk popülasyon yoğunluklarına göre sırasıyla 2.6 ve 1.7 kat arttığını; buna karşılık Tonashimu (*Solanum torvum*) ile ekilen saksılarda nematod popülasyon yoğunluğunun azaldığını belirlemişlerdir.

Dhivya ve ark. [4], *S.incanum* ve *S.aethiopicum* türlerinin orta derece dayanıklı olduğunu tespit etmiştir. Bununla birlikte yapılan çalışmada çoğalan yumurta paketi oranı bu türlerin çok hassas olduğunu göstermektedir.

Daunay ve Dalmosso [3] *S.melonge*'nin 3 genotipinin ve *S.gilo*'nun *M.incognita*'ya karşı duyarlı olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada da *S.aethiopicum* gr. Gilo türü ile ilgili elde edilen bilgiler benzerdir.

Uehara ve ark. [16]'nın *S.incanum*'la yaptığı çalışmada elde edilen sonuçlar bulgularımızla uyumludur.

SONUÇ

Dünyada ve Türkiye'de patlıcan yetiştiriciliğini sınırlandıran önemli bir problem olan kök-ur nematodları ile mücadele çoğunlukla kimyasal yöntemler kullanılmaktadır. Ancak insan ve çevre sağlığı açısından kimyasal kullanımı başka sorunlara yol açmaktadır. Nematod problemi olan alanlarda patlıcan üretiminin sürdürülebilmesi için dayanıklı çeşitlerin kullanılmasına ihtiyaç vardır. Ancak patlıcanda henüz nematoda dayanıklı bir ticari kültür çeşidi bulunmamaktadır. Nematoda dayanıklı olduğu tespit edilen patlıcana akraba bazı yabani türler mevcutsa da, bunların klasik ıslah çalışmalarında değerlendirilmesi uyuşmazlık sebebi ile pek mümkün değildir. Nematoda dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi için klasik ıslah çalışmalarında yararlanılabilecek yeni dayanıklılık kaynaklarının tanımlanmasına ihtiyaç vardır.

Sunulan bu çalışmada, patlıcanda klasik ıslah metotları ile dayanıklılık geninin aktarılabileceği bir dayanıklılık kaynağı araştırılmış, daha önceki çalışmalarda dayanıklı olduğu belirtilen *S.linneanum* türü ile yapılan melezden üretilen geri melez popülasyonunun nematoda dayanıklı olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç ıslah çalışmaları için son derece ümit verici olup, klasik ıslah çalışmaları için önemli bir materyal tanımlanmıştır. Bu genotipin ıslah çalışmalarında değerlendirilmesi ile nematodla mücadelede çevre dostu yeni bir araç geliştirilebilecektir. Ayrıca dayanıklılık ıslah çalışmalarında patlıcanda nematoda dayanıklılık geni henüz tanımlanmadığı için testlemeler klasik metotlarla yapılmakta, zararlının popülasyonunun canlılığının devam ettirilmesi, inokulum yoğunluklarının yeterli düzeyde tutulması, test sonuçlarının değerlendirilmesi konularında güçlükler yaşanmaktadır. Çalışma kapsamında dayanıklılığı tespit edilen geriye melezlemeden üretilen genotip,

dayanıklılık geninin haritalanması için uygun bir popülasyon oluşturabilecektir. Testlerin moleküler düzeyde yapılabilmesi için markır geliştirmeye uygun bir popülasyon olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Colak-Ates, A., Fidan, H., Ozarslandan, A., Ata, A. (2018). Determination of the resistance of certain eggplant lines against Fusarium wilt, potato Y potyvirus and root-knot nematode using molecular and classic methods. Fresenius Environ. Bull., 27:7446-7453.
2. Collange, B., Navarrete, M., Peyre, G., Mateille, T., Tchamitchian M., 2011. Root-knot nematode (*Meloidogyne*) management in vegetable crop production: The challenge of an agronomic system analysis. Crop Protection, 30:1251-1262.
3. Daunay, M.C., Dalmos, A. 1985. Multiplication de *Meloidogyne javanica*, *M.incognita* et *M.arenaria* sur divers Solanum. Revue Nematology, 8(1):31-34.
4. Dhivya, R., Sadasakthi, A., Sivakumar, M., 2014. Response of wild Solanum rootstocks to root-knot nematode (*Meloidogyne incognita* Kofoid and White). International Journal of Plant Sciences (Muzaffarnagar), 9(1):117-122.
5. Food and Agriculture Organization (FAO), 2022. https://www.fao.org/faostat/en/#data/qcl (Erişim: 18.09.2022).
6. Hartman, K.M., J.N. Sasser, 1985. Identification of *Meliodogyne* species on the basis of different host test and perineal pattern morphology, s. 69-77. In: K.R. Barker, C.C. Carter, J.N. Sasser (eds.). An Advanced Treatise on *Meloidogyne*, Methodology. North Carolina State University Graphics.
7. Öçal, S., Devran, Z. 2017. Response of eggplant genotypes to avirulent and virulent populations of *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949 (Tylenchida: Meloidogynidae). Turk. Entomol. Oerg., 2019, 43(3):287-300. doi:10.16970/entoted.562208.
8. Öçal, S., Özalp, T., Devran, Z. 2018. Reaction of wilt eggplant *Solanum torvum* to different species of root-knot Nematodes from Turkey. Journal of Plant Diseases and Protection 43(3):287-300. doi:0.1007/s41348-018-0167-3.
9. Öçal, S., Devran, Z. 2019. Response of eggplant genoptypes to avirulent and virulent populations of *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949 (Tylenchida: Meloidogynidae). Türkiye Entomoloji Dergisi, 43(3):287-300.
10. Özarslandan, A., A. Ata, D. Keles, 2019. Investigation of resistant of eggplant genotypes against root knot nematode (*Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949). Fresenius Environmental Bulletin, 4811.
11. Siddiqi, M.R., 2000. Tylenchida parasites of plants and insects. CAB International, 864p., Wallingford, UK.
12. Sikora, R.A., Fernandez, E., 2005. Nematode parasites on vegetables Edited by Luc M., Sikora R.A., Bridge J., CAB International, UK, pp:319-392.
13. Stirling, G.R., 1991. Biological control of plant parasitic nematodes: progress, problems and prospects. CAB International, 282p., Wallingford, UK.
14. Thies, J.A., Merrill, S.B., Corley, E.I., 2002. Red Food Color Strain: New, Safer Procedures for Staining Nematodes in Root and Egg Masses on Root Surface. Journal of Nematology, 23:179-181.
15. Uehara, T., Sakurai, M., Oonaka, K., Tateishi, Y., Mizukubo, T., Nakaho, K. 2016. Reproduction of *Meloidogyne incognita* on eggplant rootstock cultivars and effect of eggplant rootstock cultivation on nematode population density. Nematological Research (Japanese Journal of Nematology), 46(2):87-90.
16. Uehara, T., Tateishi, Y., Kadota, Y., Iwahori, H. 2017. Differences in parasitism of *Meloidogyne incognita* and two genotypes of *M.arenaria* on *Solanum torvum* in Japan. Journal of Phytopathology, 165(9):575-579.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 49–57 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

PATLICANDA TOPRAK KÖKENLİ FUNGAL ETMENLERE KARŞI ÇOKLU DAYANIKLILIK GELİŞTİRMEK İÇİN GEN PİRAMİTLEME ÇALIŞMALARI

Hatice Filiz BOYACI[1]*, Emine GÜMRÜKÇÜ[2], Esra CEBECİ[3], Volkan TOPÇU[4], Aytül YILDIRIM[5], Şeküre Şebnem ELLİALTIOĞLU[6]

[1]Doç. Dr., Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya; ORCID: 0000-0002-3799-4673
[2]Zir. Yük. Müh., Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya; ORCID: 0000-0002-5704-2442
[3]Dr., Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya; ORCID: 0000-0003-0410-2453
[4]Zir. Yük. Müh., Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya; ORCID: 0000-0002-6445-0970
[5]Dr., Pendik Veteriner Kontrol Enstitüsü, İstanbul; ORCID: 0000-0002-7969-8936
[6]Prof. Dr., Ankara Üniversitesi Teknokent, Doqutech Academy Ltd. Şti., Ankara; ORCID: 0000-0002-3851-466X

ÖZ

Dünya genelinde açıkta ve örtüaltında geniş ekiliş alanı olan patlıcanın yetiştiriciliğini kısıtlayan en önemli faktörler toprak kökenli patojenlerdir. Bunlardan özellikle *Fusarium oxysporum* f.sp. *melongenae* ve *Verticillium dahliae*'nin neden olduğu solgunluk hastalıkları, verim kayıplarına yol açmaktadır. Hastalık etmenleri ile mücadelede çevre dostu ve en kalıcı yöntem, dayanıklı çeşit kullanmaktır. Ancak bu hastalıklara dayanıklı kültür formunda ticari çeşit geliştirme çalışmalarından henüz yeterli düzeyde çıktılara ulaşılamamıştır. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde 2015-2021 yılları arasında yürütülen araştırmalar kapsamında, heterozis ve geriye melezleme metodu kullanılarak bitki ve meyve özellikleri bakımından arzu edilen özelliklere sahip, aynı zamanda Fusarium ve Verticillium solgunluk etmenlerine dayanıklılık sağlayan genleri de bulunduran ıslah hatları geliştirilmiştir. Böylece birden fazla hastalığa dayanıklılık gösteren nitelikli ticari çeşit ıslahı için gen piramitlemesi tekniğinden yararlanma esasında çalışmalar yapılmaktadır. Çoklu dayanıklılık gösteren ıslah hatlarının çeşit geliştirme programlarında kullanılması ile birlikte kısa sürede ticari çeşitler geliştirmenin yolu açılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fusarium, Verticillium, dayanıklılık, verim, meyve kalitesi, bitki yapısal özellikleri

GENE PYRAMIDING STUDIES TO DEVELOP MULTIPLE RESISTANCES AGAINST SOILBORNE FUNGI IN EGGPLANT

ABSTRACT

Soil-borne pathogens are the most important factors limiting the cultivation of eggplant, which has a wide cultivation area in the open and under cover all over the world. Especially wilt diseases caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *melongenae* and *Verticillium dahliae*, leads to yield losses. The most environmentally friendly and most permanent method of combating disease agents is to use resistant varieties. However, sufficient outputs have not been reached yet from commercial cultivar development studies in the form of culture resistant to these diseases. Within the scope of the research carried out at the Batı Akdeniz Agricultural Research Institute between 2015-2021, breeding lines with the desired characteristics in terms of plant and fruit characteristics, as well as genes that provide resistance to Fusarium and Verticillium wilt fungi, were developed using the heterosis and backcross method. Thus, studies are carried out on the basis of utilizing the gene pyramiding technique for the breeding of qualified commercial varieties that are resistant to more than one disease. The use of breeding lines showing multiple resistance in cultivar development programs paved the way for developing commercial cultivars in a short time.

Keywords: Fusarium, Verticillium, yield, resistance, fruit quality, plant architecture features

GİRİŞ

Dünyada sebze tarımı yapılan alanların %9'unda üretimi gerçekleştirilen patlıcan [15], dünya nüfusunun yaklaşık %66'sını barındıran doğu, güneydoğu, güney ve batı Asya, doğu, batı ve güney Avrupa ile kuzey Afrika'da [16] yaşayan insanların besin kaynakları arasında yer almaktadır. Alternatif bir biyoaktif bileşik kaynağı olarak patlıcan, özellikle dünyada yaşlı nüfusun artacağı gelecek yıllarda yiyecek sektörü için önemli bir üründür [50]. 1500 yıldır kültürü yapılan bu tür biyotik ve abiyotik stres baskısı altındadır [37, 51]. Patlıcan, çeşitli hastalık ve zararlılara özellikle bakteriyel ve fungal solgunluk ile nematodlara hassastır [11, 25, 43, 38]. *Fusarium oxysporum* ve *Verticillium dahliae* patlıcan

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*: filiz_boyaci@yahoo.com, haticefiliz.boyaci@tarimorman.gov.tr

üretiminin yapıldığı birçok ülkede yaygın olan yıkıcı patojenler olarak tanımlanmaktadır [48, 42]. Patojenler küresel olarak yayılmış durumda olup en çok ılıman ve subtropikal bölgelerde yaygındır [13, 19, 45]. Toprak kaynaklı olan bu patojenler %50-75'e varan ağır verim kayıplarına neden olabilmektedir [33]. Türkiye'de patlıcan yetiştirilen alanların yaklaşık %50'si solgunluk hastalıkları ile bulaşık durumdadır [4]. Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde patlıcan yetiştirilen alanlarda yapılan survey çalışmalarında, toprakların her iki patojenle de bulaşık olduğu tespit edilmiştir [53, 14, 3]. Bu iki patojen patlıcanda solgunluk hastalığına neden olmaktadır [27, 26]. Hastalığın belirtilerinin tespiti zordur ve genellikle diğer solgunluklar veya nem eksikliği ile karıştırılabilir. Verticillium solgunluğuna ait tipik renk açılması ve yapraklardaki solma belirtileri, genellikle bitkinin bir dalında yani kısmi olarak ortaya çıkar ve bu özelliği ile Fusarium'un belirtilerinden ayırt edilebilir [28, 34]. Enfekte olan bitkilerin gövde içindeki iletim demetleri kahverengi renk alır [20]. Fusarium solgunluk hastalığının diğer belirtileri arasında yaprak epinastisi, solma, kloroz, nekroz ve bitkinin tamamen ölümüne yol açan absisyon bulunur [49, 3]. Verticillium solgunluk hastalığın ilk belirtisi alt yapraklarda sararma olup lezyonlar yapraklarda V şeklinde görülmektedir. Verticillium etkili olduğu yerlerde iletim demetlerinde su alımı engellenmekte ve belirtiler iletim demetinin devamındaki bölgelerde yani bitkinin veya yaprağın bir bölümünde görülmektedir. Küçük, siyah, tohum benzeri yapıdaki mikrosklerotları sayesinde 10 yıl veya daha uzun süre toprakta canlı kalabilmektedir [28]. Uygun gelişme koşulları bulan *F.oxysporum*'un hava kökenli sporları sera toprağında yeniden kolonize olabilmektedir [52]. Toprakta dinlenme yapılarının uzun süre kalıcılığı ve geniş konukçu yelpazesi nedeniyle bu patojenlerle mücadele oldukça zordur. Ayrıca, patojenlerin vasküler bitki dokusuna ulaşması durumunda fungisitlerin etkisiz olduğu görülmektedir. Patlıcan üretimini kısıtlayan toprak kökenli hastalıklar ile mücadelede topraktaki birincil inokulumun azaltılması önemli bir hedef olarak kabul edilmekle birlikte, bu amaçla kullanılan etkili kimyasal fumigantların çevre üzerindeki zararlı etkilerinden dolayı kullanımları sınırlıdır veya yasaklanmıştır. Ayrıca solarizasyon uygulamaları da tek başına her zaman yeterli gelmemektedir [54, 13]. Bu hastalıklarla mücadelede en güvenli ve çevre dostu metot dayanıklı çeşit kullanmaktır [10, 40, 38].

Patlıcan ıslahının önemli hedefleri arasında uzun yıllardır Fusarium solgunluğu (*F.oxysporum*), Verticillium solgunluğu (*V.dahliae*) ve bakteriyel solgunluk (*P.solanacearum*) gibi hastalıklara dayanıklılık olduğu bilinmesine rağmen [44]; geleneksel bitki ıslah yöntemleri ile çok önemli ilerleme sağlanamamıştır [1, 46]. Patlıcanda Fusarium ve Verticillium'a dayanıklılık kaynakları hem kültür formları hem de yabani formlar arasından tanımlanmıştır [48, 22, 21]. Yabani türler hastalıklara dayanıklılık için iyi bir kaynak olmakla birlikte patlıcanın kültür formu ile yabani akrabaları arasında yapılan melezlemelerde eşeysel uyuşmazlıklara bağlı olarak başarı sınırlıdır [43, 40, 38]. Bu patojenlere karşı halen etkili ve yararlanılabilecek dayanıklı çeşitlere ihtiyaç duyulduğundan ıslah çalışmalarının gündeminde Fusarium ve Verticillium'a dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi konusu olmaya devam edecektir. Klasik ıslah çalışmaları ile dayanıklılığın kazandırılması için patlıcanın kültür formundan bir dayanıklılık kaynağına ihtiyaç vardır. Nitekim Monma ve ark. [31] ile Sakata ve ark. [41] patlıcanın kültür formuna ait 'LS2436' genotipinin her iki patojene birden dayanıklılık gösterdiğini bildirmişlerdir.

Sunulan bu çalışmada amaç, Fusarium ve Verticillium'a dayanıklı olan 'LS2436' genotipinin genitör olarak kullanılmasıyla, çeşit ebeveyni olabilecek saf hatların geliştirilmesidir.

MATERYAL VE METOT

Çalışma 2015-2020 yılları arasında Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (BATEM) Sebzecilik ve Süs Bitkileri Bölümü kompartıman ve seraları ile Bitki Koruma Bölümü laboratuvarlarında yürütülmüştür.

Materyal

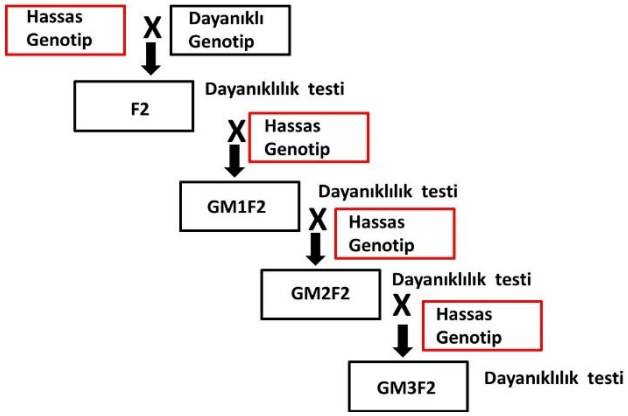
Çalışmada dayanıklı genitör olarak daha önceki çalışmalarda *Fusarium oxysporum* f.sp. *melongenae*'ya dayanıklı ve *Verticillium dahliae*'ye tolerant olduğu tespit edilmiş olan 'LS2436' genotipi kullanılmıştır. 'LS2436' genotipinde Fusarium'a dayanıklılık tek dominant genle yönetilmektedir [6]. Verticillium'a dayanıklılık ise daha önce bu genotipin F_2 popülasyonunun 256 bitkisinde yapılan klasik testlemelerle incelenmiş ve elde edilen 81:175 dayanıklı:hassas açılım oranı sayesinde dayanıklılığın resesif genle yönetildiği anlaşılmıştır [7]. Hat geliştirmek üzere yapılacak melezlemelerde popülasyon oluşturmak üzere, BATEM'de yürütülen ıslah çalışmalarında geliştirilmiş olan agronomik özellikler açısından üstün, ancak hastalık dayanım özelliği bulunmayan farklı meyve tipinde iki adet saf hat kullanılmıştır.

Metot

Proje süresince yetiştirilen tüm materyallerin tohumları 1:1 torf: perlit karışımı içeren 150'lik (15×10) viyollerde üzerleri vermikulit kapatılmak suretiyle çimlendirilmiştir. Fideler çimlenmenin gerçekleşip ilk gerçek yaprakları görülmeye başladığı andan itibaren her sulama suyuna standart Hoagland besin solüsyonu [24] ilave edilerek gerekli bakım işlemleri yapılmıştır. Seraya dikimi yapılacak bitkiler 4-5 yapraklı aşamaya kadar, hastalık dayanım testine tabi tutulacak bitkiler ise 3-4 gerçek yapraklı aşamaya ulaşana kadar büyütülmüştür. Seraya dikim bitkiler 100×50×60 cm mesafede olacak şekilde gerçekleştirilmiş, bitkiler çatal oluşturdukları andan itibaren üç gövdeli olarak askıya alınmıştır. Yetiştiricilik sürecince hastalık ve zararlı görüldüğünde mücadelesi yapılmış, gübreleme ise toprak analiz sonuçlarına göre verilen program uygulanmak suretiyle gerçekleştirilmiştir.

Melezlemelerde hassas saf hatlar ana ebeveyn, dayanıklı donör genotip LS2436 ise baba ebeveyn olarak kullanılmıştır. Ana olarak kullanılan genotiplerin bitkilerinin çiçekleri anthesis safhasından bir gün önce henüz tomurcuk aşamasında iken, anterleri patlamadan pens yardımı ile emasküle edilmiş ve yabancı tozlanmaya karşı pamuklu keseyle izolasyon yapılmıştır. Emaskülasyondan sonraki gün çiçekler anthesis safhasında iken baba bitkilerden toplanan tam açmış çiçeklerin anterlerinden pens yardımıyla alınan polenler, ana bitkilerin izole edilmiş çiçeklerinin dişicik tepelerine sürülerek melezleme gerçekleştirilmiştir. Ayrıca yapılan kendileme çalışmaları F_2 ve GM1F2 popülasyonlarını üretmek, dayanıklılığın aktarıldığı bitkilerde diğer agronomik özellikler açısından da saflaştırma işlemlerini yapmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Kendileme çalışmaları için kullanılacak çiçek tomurcukları patlamadan yani anthesisten bir gün önce pamuklu bez keselerle izole edilmiş, ertesi gün anthesis aşamasındaki aynı çiçeğin anterinden pens yardımı ile alınan polenler dişicik tepesine sürülerek tozlanmış ve yine kese ile kapatılarak meyve tutumu aşamasına kadar izolasyona devam ettirilmiştir. Melezleme ve kendileme sırasında her çiçekten sonra pens ve eller saf etil alkol ile dezenfekte edilerek polenler uzaklaştırılmış, kendilenmiş çiçeklere etiket takılarak işaretlenmiştir.

Dayanıklı hat geliştirmek için 'Geriye Melezleme' ıslah yöntemi kullanılmıştır. Dayanıklılık geni tek bir melezleme yapılarak aktarılmıştır. Ancak, dayanıklılık geni ile birlikte donör genotipte mevcut olup, duyarlı genotipe aktarılmak istenmeyen meyve özellikleri de taşınmaktadır [6]. Benzer özellikte yapılan bir çalışmada, iki kez geriye melezlemenin agronomik özelliklerin geri kazandırılması bakımından yeterli olduğu tespit edilmiştir [7]. Bu nedenle elde edilen melez bireyler duyarlı genotiplerle iki kez geriye melezlenmiştir. Ayrıca geriye melezlemenin iki kez yapılması ile verim ve adaptasyon gibi agronomik karakterlerde transgressif açılmalara imkân da tanınmıştır. Duyarlı ebeveyn ile yapılan her geriye melezleme sonucunda hastalık testlemeleri ile dayanıklılık genini taşıdığı tespit edilen bireyler bir sonraki generasyona aktarılmak üzere seçilmiş ve çalışmalar bu materyaller üzerinde sürdürülmüştür. Islah çalışmasında kullanılan yöntem Şekil 1'de şematize edilmiştir.



Şekil 1. Patlıcanda Fusarium ve Verticillium'a dayanıklılık için hem klasik metot hem de markır destekli ön plan ve arka plan seçimi kullanılarak gen piramitli geri melez ıslah hatlarının geliştirilmesine yönelik şema [9]

Figure 1. The scheme of the development of gene pyramid backcross breeding lines resistant to Fusarium and Verticillium through foreground and background selection by using both the classical method and marker assisted in eggplant [9]

Fusarium'a karşı dayanıklılık için yapılan testlerde etmen olarak *Fusarium oxysporum* f.sp. *melongenae*'nın agresif izolatı, inokulasyon yöntemi olarak fide kök daldırma metodu kullanılmıştır [10]. İzolat, pH'sı 6.5 olan PDA (Patates Dekstroz Agar) besi ortamında kültüre alınarak 24°C'de 10 gün süreyle geliştirilmiştir. Fungus kültüründen alınan diskler 500 mL'lik erlenmayerler içerisinde Pitrat ve ark. [35]'na göre hazırlanmış olan sıvı sentetik besi ortamına inokule edilerek, 50 devir/dk dairesel çalışan bir çalkalayıcı (Nüve SL 350) üzerinde 24°C'de 16 saat ışık, 8 saat karanlık koşullara sahip klima odasında 8 gün süre ile çalkalanarak fungusun sıvı kültürü elde edilmiştir. Bunu takiben, sıvı kültür filtreden geçirilip ve spor yoğunluğu Thoma lamı kullanılarak 10^6 konidi/mL olarak ayarlanmıştır. Bu esnada 3-4 yapraklı aşamaya getirilen fideler; kökleri

tıraşlandıktan sonra akan musluk suyu altında yıkanmak suretiyle hazırlanmış ve 5 dakika süreyle süspansiyona daldırılarak inokule edilmiştir [10]. Kontrol uygulaması yapılacak fideler aynı şekilde musluk suyu altında yıkanmış ve 5 dakika süre ile steril destile su içerisinde bekletilmiştir. Bu şekilde hazırlanan fideler '1:1' oranında 'torf:perlit' karışımından hazırlanmış, buharla dezenfekte edilmiş harç ile doldurulmuş 180×165 mm boyutlarında olan saksılara dikilmiştir (Şekil 2). Ortamda ebeveynlerin inokule edilmiş ve edilmemiş bitkileri, negatif ve pozitif kontrol olarak bulundurulmuştur. Denemenin 4. haftası tamamlandığında belirti göstermeyen bireyler, 'dayanıklı' olarak değerlendirilmiştir.

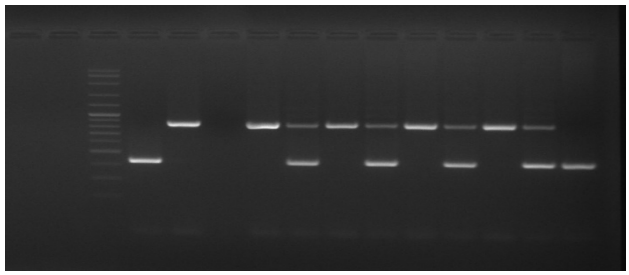


Şekil 2. Patlıcanda fide kök daldırma metoduna göre yapılan Fusarium'a dayanıklılık testlerinden genel görünüm

Figure 2. The general appearance from the Fusarium resistance tests by using the root-dip inoculation method in eggplant

Fusarium'a dayanıklılığın markır yardımlı seleksiyonunda 426 bp büyüklüğündeki SCAR (Me8/Em5) markırı kullanılmıştır (Mutlu ve ark., 2008). DNA izolasyonu CTAB yöntemi ile yapılmıştır [2]. Yaklaşık 15 µl son hacimli PCR reaksiyon karışımında hedef genomik DNA (yaklaşık 10-15 ng), 1 ünite Taq polimeraz enzimi (VIVANTIS), Mg Cl_2, 10×Complate Buffer (VIVANTIS), 5 mM dNTP (VIVANTIS) kullanılmıştır. PCR programı; Başlangıç DNA denatürasyonu: 94°C'de yaklaşık 5 dk, Primer bağlanması ve polimerizasyon: yaklaşık 35 döngü (94°C'de 1 dk, 57°C'de 45 sn ve 72°C'de 50 sn), Son çoğaltma evresi: 72°C'de 5 dk şeklinde uygulanmıştır. PCR ürünleri, moleküler ağırlıklarına göre ayrımlanması için boyanarak %1.5 agaroz jelde 120 V'da 2-2.5 saat koşturularak, elde edilen bantlar UV altında görünür hale getirilmiş, primerlerin dayanıklı ve duyarlı DNA örneklerinde oluşturduğu değişik parmak izleri, bant varlığı (1) veya yokluğu (0) şeklinde belirlenmiştir (Şekil 3).

Verticillium'a karşı dayanıklılık için yapılan testlerde etmen olarak *Verticillium dahliae*'nın agresif izolatı Verticillium spesifik besi ortamında 25°C'de 8 gün süre ile gelişmeye bırakılmıştır. Gelişen fungus konidisi fırça yardımı ile steril suya alınarak ve iki katlı tülbentten süzülmüş miselleri ayrılmış, inokulum konsantrasyonu Thoma'lamı ile 3×10^7 konidi/ml'ye ayarlanmıştır. İnokulasyonda fide kök daldırma metodu kullanılmıştır. 4-5 gerçek yapraklı aşamadaki fideler viyollerden sökülmüş, kökleri torfu uzaklaştırmak için su ile yıkanmış ve tıraşlanmış, bitkiler hazırlanan süspansiyon içerisinde 5 dk bekletildikten sonra steril torf ve perlit karışımı bulunan saksılara dikilmiştir. Değerlendirmeler, dikimden 2 ay sonra 0-5 skalasına göre yapılmıştır (Şekil 4). Verticillium 0-5 skalası: 0: Hastalık belirtisi yok; 1: Yapraklarda az düzeyde kloroz; 2: Yaprakların %30-50'sinde kloroz; 3: Yaprakların %30-50'sinde solma ve kararma; 4: Yaprakların %50'sinden fazla solma ve kararma; 5: Ölü bitkiler. Skala değerlerinden % hastalık şiddeti hesaplanmıştır [23]. 0 ve 1 skala değeri alan bitkiler dayanıklı olarak sınıflandırılmıştır.



Şekil 3. Patlıcanda markır yardımlı seleksiyon metoduyla SCAR (Me8/Em5) markır kullanılarak yapılan Fusarium'a dayanıklılık testinden jel görüntüsü

Figure 3. Gel image from the test for resistance to Fusarium using SCAR (Me8/Em5) marker by marker assisted selection method in eggplant



Şekil 4. Patlıcanda fide kök daldırma metoduna göre yapılan Verticillium'a dayanıklılık testlerinden farklı skala değerlerini alan bitkiler ve genel hastalık belirtisi görünümü

Figure 4. The plants with different scale values from the Verticillium resistance tests by using the root-dip inoculation method and the general disease symptom appearance in eggplant

BULGULAR

Proje kapsamında kullanılan homozigot dayanıklı genitörün solgunluk hastalık etmenlerine karşı hassas olan saf hatlarla melezlenmesinden heterozigot alellere sahip F_1 bitkileri elde edilmiştir. Farklı meyve tipine sahip duyarlı ebeveynlerin orijinleri dikkate alınarak, çalışma iki ayrı popülasyon şeklinde yürütülmüştür. Bu F_1 bitkileri kendilenmek suretiyle resesif olan Verticillium'a dayanıklılığın fenotipik seçimi için klasik test yapmak üzere F_2 popülasyonu üretilmiştir. Her bir popülasyon için 500'er F_2 bitkisi kullanılmıştır. Bu popülasyonlardan hem Fusarium'a hem de Verticillium'a dayanıklı olanlar seçilmiş ve duyarlı ana ebeveynlerle geriye melezlenmiştir. Toplamda her bir popülasyon için 500 adet GM1F1 soyu üretilmiştir. Bu aşamada yapılan fenotipik seleksiyonla Fusarium dayanıklı heterozigot bitkiler belirlenmiş ve kendileme yapılmıştır. GM1F2 bitkilerinden her bir popülasyon için 500'er bitki her iki patojene karşı dayanıklılık için test edilmiştir. Dayanıklı olan bireyler, tekrarlayan ebeveyn ile yeniden geriye melezleme işleminde kullanılmıştır. Fusarium'a karşı dayanıklılık için markır ile analiz edilen, Verticillium'a karşı ise klasik olarak test edilen 500'er GM1F2 bitkisinden 40'ar bitki moleküler markır analizi ve fenotipik seçim temelinde iki ayrı patojen için direnç genlerinden oluşan alellere sahip olarak seçilmiştir. GM2F1 ve GM2F2 neslinin gelişmiş geri melez soyları, ikili seçim prosedürüne dayalı olarak aynı şekilde ilerletilmiştir. Hastalık dayanımı için açılım popülasyonlarında dayanıklılık oranları geri melez popülasyonları için şu şekildedir: Verticillium'a dayanıklılık oranı %22-32 arasında, Fusarium'a dayanıklılık oranı %40-50 arasında her iki hastalığa birden dayanıklı olma durumu ise %5-15 arasında dağılım göstermiştir. Verticillium'a dayanıklı bireylerin seçiminde sadece 0 ve 1 no.lu skala değeri alan bitkiler seçilerek şiddetli bir seçim yapılmıştır (Şekil 5 ve Çizelge 1). Bu aşamadan sonra meyve şeklinin arzu edilen fenotip karakterleri kazanmaya başlaması ile birlikte geriye melez çalışmaları bırakılarak dayanıklı bireylerin kendilenmesi ve ikili seçim şeklinde hatlar ilerletilmiş ve her iki hastalığa da dayanıklı ümitvar ıslah hatları geliştirilmiştir. Bu süreçte dayanıklılığın her iki hastalık açısından homozigot hale getirilmesi ve bitki ve meyve özellikleri açısından istenen karakterlerin kazandırılması için seleksiyonlar devam ettirilmiştir. Seleksiyonda istenmeyen bir fenotipe sahip bitkiler çıkarılmış, dayanıklılık genleri için homozigot alellerin varlığına ve arzu edilen agronomik özelliklere göre GM2F7 soyundan 30 adet hat üretilmiştir.



Şekil 5. Patlıcanda GM popülasyonunda fide kök daldırma metoduna göre yapılan Verticillium'a dayanıklılık testinde dayanıklı ve duyarlı bitkilerin fenotipik görünümü ve kendilenmiş bitkiler

Figure 5. The phenotypic appearance of the resistant and susceptible plants of BC population tested to Verticillium resistance by using the root-dip inoculation method and their self-pollinated plants by hand in eggplant

Çizelge 1. Patlıcanda Fusarium ve Verticillium'a karşı dayanıklılıkları test edilen GMF2 popülasyonlarında dayanıklı ve duyarlı bitkilerin dağılım oranları

Table 1. The distribution rates of susceptible and resistant plants in BCF2 populations tested to Fusarium and Verticillium resistance in eggplant

GMF2 açılımlarında	
Verticillium'a dayanıklılık oranı	%22-32
Fusarium'a dayanıklılık oranı	%40-50
Fusarium + Verticillium dayanıklılık oranı	%5-15

TARTIŞMA

Kültür patlıcan çeşitleri, dar genetik çeşitlilikleri nedeniyle türün önemli toprak kökenli patojenleri olan Fusarium ve Verticillium'un neden olduğu solgunluk hastalığına karşı duyarlılık göstermektedir. Bu nedenle yüksek verim potansiyeline ve meyve kalitesine sahip her iki patojene birden dayanıklı yeni patlıcan çeşitlerinin geliştirilmesi zorunludur. Ancak patlıcanın kültür formunda hastalık dayanımı oldukça sınırlıdır ve çoğunlukla tek bir etmene dayanıklılığı söz konusudur [25]. Hastalık dayanımı ile ilgili ıslah çalışmaları oldukça eski olmasına rağmen gelişmeler henüz istenen düzeye ulaşmamıştır. Mochizuki ve ark. [30], patlıcanda Fusarium'a dayanıklılıkla ilgili yaptıkları çalışmada LS174 genotipinde dayanıklılığın tek dominant genle idare edildiğini tespit ettiklerini, 1976'da bu dayanıklılık kaynağını kullanarak başlattıkları ıslah çalışmalarında karakteristik Japon meyve tipinde (kaliks ve meyve rengi antosiyanlı ve küçük) taze tüketime ve pazar isteklerine uygun bir hat geliştirdiklerini bildirmişlerdir. Bu çalışmada sadece bir hastalığa

karşı dayanıklılıkla ilgili yapılmış olup, günümüzde erişilebilir şekilde üretici ihtiyaçlarını karşılayacak düzeyde hibrit çeşit bulunmamaktadır. Patlıcanın yabani formlarında bu patojenlerin ikisine birden dayanım bulunmaktadır [5, 22]. Ancak bunların kültür formuna aktarılması uyuşmazlık nedeniyle hala oldukça sınırlıdır ve biyoteknolojik yöntemler gerektirmektedir [25, 40, 48]. Bununla birlikte ön görülmeyen genetik bağlantılar nedeniyle, patlıcan yabani germplazm kaynaklarında bulunan bu dayanıklılık genlerini kültür formunun genetik arka planına geleneksel ıslah yöntemleriyle dahil etmek genellikle zordur [36, 48]. Nitekim Rotino ve ark. [39], *F.oxysporum* f.sp. *melongenae*'ya dayanıklı tür olan *S.integrifolium* ve 1F5(9) patlıcan hattı (*S.melongena*) arasında yapılan türler arası somatik melezleme sonucu elde edilen bitkileri, patlıcanla (*Solanum melongena*) geriye melezlemişler; GM2 ve GM3 bitkilerinde Fusarium ile inokulasyon yaptıklarında dayanıklı bitki oranının baba ebeveyne bağlı olarak %0-50 arasında değişim gösterdiğini belirlemişlerdir.

Hastalıklara dayanıklılığı kontrol eden genlerin baskınlık ve epistasis etkileri, farklı lokusların dayanıklılıkta rol alması, farklı allel genlerin varlığı geleneksel ıslah yöntemleri kullanılarak dayanıklılık genleri ile ilgili bölgeler için piramit oluşturmayı zorlaştırmaktadır [5].

Bu çalışmada kullanılan 'LS2436' genotipindeki *F.oxysporum* f.sp. *melongenae*'ya dayanıklılığın [31], basit kalıtım özelliğine sahip olduğu ortaya konmuştur [6]. Hatta patlıcanın yabani kaynaklarında da dayanıklılığın tek dominant genle yönetildiği anlaşılmıştır [39]. Tek genle yönetilen bu kalıtsal özelliği transfer etmek için klasik ıslah çalışmaları ile geriye melezleme yöntemi kullanılarak, dayanıklılık kolayca aktarılabilir [12]. Fenotipik olarak yapılan seleksiyonlarla dayanıklılığın aktarımı gerçekleştirilebilmiştir [8]. Genomik düzeyde son yıllarda yapılan araştırmalar, aslında basit gibi görünen dayanıklılıkla ilgili kalıtım özelliklerinin genetik düzeyde ne kadar karmaşık olduğunu göstermektedir. Buna Fusarium'a dayanıklılık örnek verilebilir. Mutlu ve ark. [32] tarafından yapılan LS2436 genotipinde dayanıklılığın genomik haritalanması ile ilgili çalışmada, dayanıklılık geninin *Rfo-Sa1* lokus bölgesi ile ilişkili olduğu ve bu bölgenin 8 no.lu kromozomda bulunabileceğini bildirmiştir. Miyatake ve ark. [29] ise LS174 ve LS1934 genotiplerinde dayanıklılığın 2 no.lu kromozomda *Rfo-Sa1* lokusuna yakın FM1 bölgesinde olduğunu bildirirken, LS2436 genotipinde dayanıklılığın 4 no.lu kromozomun ortalarında olduğu belirtmişlerdir. Toppino ve ark. [47] ile Barchi ve ark. [5] ise dayanıklılığın idaresinden hem *Rfo-Sa1* lokusunun hem de FM1 bölgesinin sorumlu olduğunu ileri sürmektedirler. Klasik Mendel açılım popülasyonlarına göre yapılan çalışmalarda benzer kalıtım özelliği gösteren *S.aethiopicum*'dan üretilen RIL popülasyonunda 2 ve 11 no.lu kromozomların üzerinde FOM'a karşı dayanıklılıkta rol oynayan iki ana QTL tanımlanmıştır [45]. Tek bir direnç geniyle ilişkili çoklu fonksiyonel polimorfizmlerin mevcudiyetinin yanı sıra FOM'a direnç sağlayan bağımsız genlerin mevcudiyeti ıslah için büyük ilgi görmektedir [17]. Allelik varyasyonların araştırılması, piramit şeklindeki dayanıklılık özelliklerini taşıyan üstün hatların geliştirilmesi için büyük önem taşımaktadır [18, 5]. Ancak Fusarium'a dayanıklılık ıslah çalışmalarında geriye melezleme yönteminde dayanıklı bitkilerin fenotipik olarak yapılan seçimlerinde hangi lokusların hangi kromozomların piramitlendiğinin anlaşılması güçtür. Tam bir dayanıklılık sağlamak için ilgili tüm allel ve lokusların bir arada aktarılması gerekmektedir. Ayrıca patlıcanda Verticillium'a dayanıklılığın kalıtımının henüz net bir şekilde ortaya konmamış olması da ıslah çalışmaları için tam bir muamma yaratmaktadır.

SONUÇ

Patlıcanda dünya genelinde önemli ekonomik kayıplara neden olan toprak kökenli Fusarium ve Verticillium patojenlerinin kontrolünde en çevreci ve en etkin yol bu patojenlere karşı dayanıklı çeşitlerin kullanılmasıdır. Bu hastalık etmenlerinin yıkıcı etkilerinin anlaşılması ve bunlara karşı dayanıklı yabani ve kültür formlarının tanımlanması neredeyse 30-40 yıllık bir süreci kapsamasına rağmen günümüze kadar henüz pratikte geliştirilmiş üreticilerin ihtiyacını karşılayabilecek pek fazla ticari çeşit bulunmamaktadır. Pratikte bu konuda yapılan çalışmalar daha çok hastalığın dayanıklılık genlerinin haritalanması ve markır geliştirilmesi üzerinedir. Hatta dayanıklılık geni/genleri yabani türlerden kültür formuna aktarılabilmiştir. Geliştirilen materyaller daha çok anaç olarak kullanıma uygundur. Anaç çeşit uyumsuzlukları da, kültür formundaki çeşitlere dayanıklılığın aktarılmasının önemini kendiliğinden ortaya çıkarmaktadır.

Tek bir genle idare edildiği fenotipik olarak ortaya konulan hastalık dayanımının genomik düzeyde moleküler olarak yapılan araştırmalarında aslında ne kadar karmaşık olduğu anlaşılmaktadır. Dayanıklılığı sağlayan genlerle ilgili olarak allel polimorfizmi ve birden fazla lokusun etkisi olabilmekte ve bu durumda tam dayanıklılık sağlamak için ıslah

çalışmalarında dayanıklılık genlerinin aktarılmasında piramitlemeye ihtiyaç bulunmaktadır.

Bu çalışmada kullanılan moleküler markır sadece belli bir bölgeyi işaretlediğinden ve dayanıklılıkla ilişkili diğer lokusların takibi mümkün olmadığından gen piramitlemede genomik düzeyde piramitleme yapılamasa da, klasik hastalık testlemelerinde fenotipik olarak yapılan şiddetli bir elemeyle, piramitleme yapabilme imkânı olabileceği gösterilmiştir. Aynı zamanda her iki patojene birden dayanıklı kültür formunda ıslah hatları üretilebilmiştir ve bunlar kısa zamanda çeşide dönüştürülebilecektir. Geliştirilen hatlar, hem Fusarium hem de Verticillium'a dayanıklılık lokuslarının belirlenmesine yönelik çalışmalarda ve bu lokusların birbirine uzaklıklarının anlaşılması için yapılacak araştırmalarda elverişli birer materyal olarak kullanılabilme potansiyeline sahiptir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar olarak bu çalışmayı Patlıcan Islahı Programları İçin Nitelikli Genitörlerin (Yarıyol Materyali) Geliştirilmesi ve Tohum Teknolojisi Projesi-I (Proje No:TAGEM/BBAD/10/A09/P01/12) ve Patlıcan Islahı Programları Kapsamında Nitelikli Hat ve Çeşit Geliştirilmesi-II (Proje No:TAGEM/ BBAD/B/20/A1/P1/1758) projeleri kapsamında destekleyen Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM)'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Alam, I., M. Salimullah, 2021. Genetic engineering of eggplant (*Solanum melongena* L.): progress, controversy and potential. Horticulturae 7(4):78.
2. Aldrich, C., C.A. Cullis, 1993. CTAB DNA extraction from plant tissues. Plant Molecular Biology Reporter 11(2):128-141.
3. Altınok, H.H., C. Can, 2010. Characterization of *Fusarium oxysporum* f.sp. *melongenae* isolates from eggplant in Turkey by pathogenicity, VCG and RAPD analysis. Phytoparasitica 38(2):149-157.
4. Altınok, H.H., H.F. Boyacı, V. Topçu, 2012. Antalya, Mersin ve Samsun illeri örtü altı patlıcan üretim alanlarında Fusarium ve Verticillium solgunluklarının yaygınlığı ve izolatların virülensliklerinin coğrafi dağılımı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 43(2):107-115.
5. Barchi, L., L. Toppino, D. Valentino, L. Bassolino, E. Portis, S. Lanteri, G.L. Rotino, 2018. QTL analysis reveals new eggplant loci involved in resistance to fungal wilts. Euphytica 214(2):1-15.
6. Boyacı, H.F. 2007. Patlıcanlarda Fusarium solgunluğuna dayanıklılık kaynakları ve dayanıklılığın kalıtımı (Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana 96s.
7. Boyacı, H.F., V. Topçu, A. Ünlü, E. Gümrükçü, H. İkten, 2013. Patlıcanda *Fusarium oxysporum* f.sp. *melongenae*'ya dayanıklı ve *Verticillium dahliae*'ye tolerant hatların geliştirilmesi (Proje Sonuç Raporu) (2009-2013, DPT-2004K120170 ve özel sektör tohumculuk firmaları tarafından desteklenmiştir.).
8. Boyaci, H.F., J. Prohens, A. Unlu, E. Gumrukcu, M. Oten, M. Plazas, 2020. Association of heterotic groups with morphological relationships and general combining ability in eggplant. Agriculture 10(6):203.
9. Boyacı, H.F. 2021. Patlıcan ıslahı. A. Eren, (Ed.):Yazlık sebze ıslahı (domates, biber, patlıcan, hıyar, kavun). Nobel Akademik Yayıncılık s:155-188. ISBN 978-625-439-257-3, 292s.
10. Cappelli, C., V.M. Stravato, G.L. Rotino, R. Buonaurio, 1995. Source of resistance among *Solanum* spp. to an Italian isolate of *Fusarium oxysporum* f.sp. *melongenae*. 9. Eucarpia Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum & Eggplant. Budapest (Hungary), 21-25 August, 221-224.
11. Collonnier, C., I. Fock, V. Kashyap, G.L. Rotino, M.C. Daunay, Y. Lian, I.K. Mariska, M.V. Rajam, A. Servaes, G. Ducreux, D. Sihachakr, 2001. Applications of biotechnology in eggplant. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 65(2):91-107.
12. Daunay, M.C., J. Salinier, X. Aubriot, 2019. Crossability and diversity of eggplants and their wild relatives. In The Eggplant Genome. Springer, Cham. pp:135-191.
13. Deketelaere, S., L. Tyvaert, S.C. França, M. Höfte, 2017. Desirable traits of a good biocontrol agent against Verticillium wilt. Frontiers in microbiology 8:1186.
14. Dervis, S., H. Yetisir, H. Yıldırım, F.M. Tok, S. Kurt, F. Karaca, 2009. Genetic and pathogenic characterization of *Verticillium dahliae* isolates from eggplant in Turkey. Phytoparasitica 37:467-476.
15. FAO, 2020-a. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Bitkisel üretim verileri. (https://www.fao.org/faostat/en/#data/qcl Erişim: 17 Eylül 2022).

16. FAO, 2020-b. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Yıllık nüfus verileri. (https://www.fao.org/faostat/en/#data/oa; Erişim: 17 Eylül 2022).
17. Fukuoka, S., S.I. Yamamoto, R. Mizobuchi, U. Yamanouchi, K. Ono, N. Kitazawa, N. Yasuda, Y. Fujita, T.T.T. Nguyen, S. Koizu, K. Sugimoto, T. Matsumuto, M. Yano, 2014. Multiple functional polymorphisms in a single disease resistance gene in rice enhance durable resistance to blast. Scientific Reports 4(1):1-7.
18. Fukuoka, S., N. Saka, Y. Mizukami, H. Koga, U. Yamanouchi, Y. Yoshioka, N. Hayashi, K. Ebana, R. Mizobuchi, M. Yano, 2015. Gene pyramiding enhances durable blast disease resistance in rice. Scientific reports 5(1):1-7.
19. Gaion, L.A., L.T. Braz, R.F. Carvalho, 2018. Grafting in vegetable crops: A great technique for agriculture. International Journal of Vegetable Science 24(1):85-102.
20. Garibaldi, A., A. Minuto, M.L. Gullino, 2005. Verticillium wilt incited by *Verticillium dahliae* in eggplant grafted on *Solanum torvum* in Italy. Plant Disease 89:777.
21. Gebeloğlu, N., Ş.Ş. Ellialtıoğlu, 2022. Patlıcan ıslahı. K., Abak, A. Balkaya, Ş.Ş. Ellialtıoğlu ve E. Düzyaman (Ed): Sebze Islahı Cilt-3 Solanaceae (Patlıcangiller). Gece Kitaplığı s:319-412. ISBN:978-625-430-116-2.
22. Gramazio, P., J. Prohens, S. Vilanova, 2021. Genomic resources in the eggplant wild genepool. In the wild solanums, Genomes Springer, Cham. pp:189-200.
23. Gümrükcü, E., A. Ünlü, H.F. Boyacı, V. Topçu, N. Karatekin, 2014. Verticillium solgunluk hastalığına (*Verticillium dahliae* Kleb.) karşı patlıcan hatlarının reaksiyonlarının belirlenmesi. Türkiye 5. Bitki Koruma Kongresi, 3-5 Şubat 2014, Antalya.
24. Hoagland, D.R., D.I. Arnon, 1950. The water-culture method for growing plants without Soil. California College Agricultural Experiment Station Cire. Berkeley, Circular 347.
25. Kashyap, V., S.V. Kumar, C. Collonnier, F. Fusari, R. Haicour, G.L. Rotino, D. Sihachakr, M.V. Rajam, 2003. Biotechnology of eggplant. Scientia Horticulturae 97(1):1-25.
26. Kefalogianni, I., D. Gkizi, E. Pappa, L. Dulaj, S.E. Tjamos and I. Chatzipavlidis, 2017. Combined use of biocontrol agents and zeolite as a management strategy against Fusarium and Verticillium wilt. BioControl 62(2):139-150.
27. Kim, S.K., W.K. Kim, W.E. Park, S.S. Hong, 2000. Occurrence of eggplant wilt caused by *Verticillium dahliae*. Plant Pathology Journal 16 (3):156-161.
28. Miller, A.S., C.R. Rowe, M.R. Riedel, 1996. Fusarium and Verticillium wilts of tomato, potato, pepper and eggplant. The Ohio State University Extension Plant Pathology, HGY-3122-96. 2021 Cofey Road. Columbus, OH 432101087.
29. Miyatake, K., T. Saito, S. Negoro, H. Yamaguchi, T. Nunome, A. Ohyama, H. Fukuoka, 2016. Detailed mapping of a resistance locus against Fusarium wilt in cultivated eggplant (*Solanum melongena*). Theoretical and Applied Genetics 129(2):357-367.
30. Mochizuki, H., Y. Sakata, K. Yamakawa, T. Nishio, S. Komochi, T. Nariakawa, S. Monma, 1997. Eggplant parental line 1' and eggplant breeding line resistant to Fusarium wilt. Bulletin of the National Research Institute of Vegetables, Ornamental Plants and Tea. Series A: Vegetables and Ornamental Plants 12:85-90.
31. Monma, S., I. Sato, H. Matsunaga, 1996. Evaluation of resistance to bacterial, Fusarium and Verticillium in eggplant and eggplant-related species collected in Ghana. Capsicum and Eggplant Newsletter 15:71-72.
32. Mutlu, N., F.H. Boyaci, M. Göçmen, K. Abak, 2008. Development of SRAP, SRAPRGA, RAPD and SCAR markers linked with a Fusarium wilt resistance gene in eggplant. Theoretical and Applied Genetics 117:1303-1312.
33. Panth, M., S.C. Hassler, F. Baysal-Gurel, 2020. Methods for management of soilborne diseases in crop production. Agriculture 10(1):16.
34. Pegg, G.F., 1981. Biochemistry and physiology of pathogenesis. In: E.M. Mace, A.A. Bell, C.H. Beckman (Eds): Fungal wilt disease of plants. Academic Press Inc. London, ISBN:0-12-464450-3.
35. Pitrat, M., G. Risser, C. Epinat, C. Ferrière, M. Ricard, C. Olivier, A. RuYnato, H. Lecoq, D. Blancard, F. Bertrand, A. Nicot, A. Glandard, P.M. Molot, P. Mas, 1991. Techniques d'inoculation artiwcielle du melon avec divérents agents pathogènes pour la sélection de variétés résistantes. Informal technical Bulletin edited by INRA, Station d'Amélioration des Plantes maraîchères and Station de Pathologie végétale, Montfavet, France, 8p.
36. Prohens, J., B.D. Whitaker, M. Plazas, S. Vilanova, M. Hurtado, M. Blasco, P. Gramazio, J.R. Stommel, 2013. Genetic diversity in morphological characters and phenolic acids content resulting from an interspecific cross between eggplant, *Solanum melongena*, and its

wild ancestor (*S.incanum*). Annals of Applied Biology 162(2):242-257.
37. Rajam, M.V., S.V. Kumar, 2007. Eggplant. In Transgenic Crops IV. Springer, Berlin, Heidelberg. pp:201-219.
38. Rakha, M., J. Prohens, D. Taher, T.H. Wu, S.O. Solberg, 2021. Eggplant (*Solanum melongena*, *S.aethiopicum* and *S.macrocarpon*) breeding. In Advances in Plant Breeding Strategies: Vegetable Crops. Springer, Cham. pp:163-203.
39. Rotino, G.L., G. Mennella, F. Fusari, G. Vitelli, M.G. Tacconi, A. D'Alessandro, N. Acciarri, 2001. Towards introgression of resistance to *Fusarium oxysporum* f.sp. *melongenae* form *Solanum integrifolium* into eggplant. 11. Eucarpia Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum and Eggplant, Antalya, Turkey, pp:303-307.
40. Rotino, G.L., T. Sala, L. Toppino, 2014. Eggplant. In Alien Gene Transfer in Crop Plants, 2:381-409. Springer, New York, NY.
41. Sakata, Y., S. Monma, T. Narikawa, S. Komochi, 1996. Evaluation of resistance to bacterial wilt and Verticillium wilt in eggplants (*Solanum melongena* L.) collected in Malaysia. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 65(1):81-88.
42. Sarkar, M., I. Panigrahi, S. Praneetha, R. Muthuselvi, 2022. Current status of brinjal (*Solanum melongena* L.) Diseases and their management. In Diseases of Horticultural Crops. Apple Academic Press. pp:1-32.
43. Sekara A., S. Cebula, E. Kunicki, 2007. Cultivated eggplants - origin, breeding objectives and genetic resources, a review. Folia Horticulturae Ann. 19(1):97-114.
44. Swarup, V., 1995. Genetics resources and breeding of aubergine (*Solanum melongena* L.), Acta Horticulturae 412:71-79.
45. Tassone, M.R., P. Bagnaresi, F. Desiderio, L. Bassolino, L. Barchi, F.E. Florio, F. Sunseri, T.M. Sirangelo, G.L. Rotino, L. Toppino, 2022. A genomic BSAseq approach for the characterization of QTLs underlying resistance to *Fusarium oxysporum* in eggplant. Cells 11(16):2548.
46. Thies, J.A., 2021. Grafting for managing vegetable crop pests. Pest Management Science 77(11):4825-4835.
47. Toppino, L., G. Valè, G.L. Rotino, 2008. Inheritance of Fusarium wilt resistance introgressed from *Solanum aethiopicum* Gilo and Aculeatum groups into cultivated eggplant (*S.melongena*) and development of associated PCR-based markers. Molecular Breeding 22(2):237-250.
48. Toppino, L., J. Prohens, G.L. Rotino, M. Plazas, M. Parisi, C. Carrizo García, P. Tripodi, 2021. Pepper and eggplant genetic resources. In The Wild Solanums Genomes. Springer, Cham. pp:119-154.
49. Van Steekelenburg, N.A.M., 1976. Fusarium wilt of eggplant in the Netherlands. Netherlands Journal of Plant Pathology 82(5):191-192.
50. Varvara, R.A., K. Szabo, D.C. Vodnar, 2021. 3D food printing: Principles of obtaining digitally-designed nourishment. Nutrients 13(10):3617.
51. Wei, Q., L. Du, W. Wang, T. Hu, H. Hu, J. Wang, K. David, C. Bao, 2019. Comparative transcriptome analysis in eggplant reveals selection trends during eggplant domestication. International Journal of Genomics, Article ID 7924383.
52. Yücel, S., 1989. Domates Fusarium solgunluğuna (*Fusarium oxysporum* Schlecht f.sp. *Iycopersici* (Sacc.) Synd. and Hans) karşı biyolojik kontrolde antagonistlerin ve toprak solarizasyon uygulamasının karşılıklı etkileşimlerinden yararlanma olanakları üzerinde araştırmalar. Adana Zirai mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara, Yayın No:64.
53. Yücel, S., Elekçioğlu, İ.H., Uludağ, A., Can, C., Söğüt, M., Özarslandan, A., Aksoy, E. 2002. The first year result of methyl bromide alternatives in strawberry, pepper and eggplant in the Eastern Mediterranean Part of Turkey. Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. 5-9 November, San Diego, California 92108.
54. Yücel, S., A. Özarslandan, C. Can, 2015. Örtü altı sebze ve çilek yetiştiriciliğinde toprak dezenfeksiyonu uygulamaları. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi 19(3):144-150.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 58–66 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

HİBRİT DOMATES (*Solanum lycopersicum* L.) ISLAHINDA YÜKSEK VERİMLİ KOMBİNASYONLARIN OLUŞTURULMASI

İbrahim ÇELİK*, Serkan AYDIN[2], Halim Can KAYIKÇİ[3], Abdullah ÜNLÜ[4]

[1]Zir. Yük. Müh., Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya; ORCID:
[2]Zir. Yük. Müh., Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya; ORCID:
[3]Zir. Yük. Müh., Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya; ORCID:
[4]Dr., Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya; ORCID:

ÖZ

Hibrit domates ıslahında yüksek verimli çeşitlerin geliştirilmesi meleze giren kendilenmiş hatların genetik ve morfolojik olarak farklılıklarına ve heterosis gücüne bağlıdır. Heterosis gücü kombinasyon yeteneği yüksek olan hatlar arasında daha yüksektir ve yüzden hibrit çeşit geliştirmede en önemli adım kombinasyon yeteneği testidir. Kombinasyon yeteneğini belirlemede tek bir hatla yapılan yoklama melezi yöntemi kullanılmakta ve hatların erken dönemde yapılan yoklama melezi ile kombinasyon yeteneğinin belirlenmesi ıslahçıya büyük kolaylık sağlamaktadır. Bu çalışmada yoklama melezi yöntemi ile yüksek verimli kombinasyonların belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada kullanılan yoklama melezleri 2021 yılında 33 domates hattı 622 no.lu saf domates hattı ile melezlenerek elde edilmiştir. 33 F_1 melez kombinasyon, 34 ebeveynle 2021 ilkbahar yetiştiricilik döneminde, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü seralarında, tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak denemeye alınmıştır. Denemede bitki başına verim (g), bitki başına erkenci verim (g), meyve sayısı (ad), bitki boyu (cm), bitki gövde kalınlığı (mm), ilk çiçeklenme gün sayısı (gün) ve SÇKM incelenmiştir. Sonuç olarak Ortalama bitki başına verim kendilenmiş hatlarda 1148.3-3090.3 g, melez genotiplerde ise 1774.7-3535.5 g arasında değişmiş, hatlar ve melezler arasında meyve ağırlığı 82.9 g ile 255.5 g arasında çok geniş bir varyasyon göstermiştir. Genotiplerin bitki boyları 145.2 cm ile 217.5 cm arasında değişmiştir. Ayrıca yüksek verimli kombinasyonların agronomik özellikleri karşılaştırılarak çalışılan popülasyon için en önemli agronomik özellikler belirlenmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Domates, hibrit, kombinasyon yeteneği, yoklama melezi

DEVELOPMENT OF HIGH YIELDED COMBINATIONS IN HYBRID TOMATO (*Solanum lycopersicum* L.) BREEDING

ABSTRACT

The development of high-yielding varieties in hybrid tomato breeding depends on the genetic and morphological differences of the inbred lines and the heterosis strength its reveal. Heterosis strength is higher among lines with high combining ability, and therefore the most important step in hybrid cultivar development is combining ability testing. The combination ability to determine is used top cross method with a single line and the determination of the combination ability of the lines with the top cross provides great convenience to the breeder in the early period. In this study, it was aimed to determine high-yielding combinations with the top cross method. The top cross hybrids used in the study were obtained by crossing 33 tomato lines with 622 pure tomato lines in 2021. 33 F_1 hybrid combinations with 34 parents were tested in the greenhouses of the Batı Akdeniz Agricultural Research Institute in the spring of 2021 in a randomized block design with 3 replicate. In the experiment, yield per plant (g), early yield per plant (g), number of fruits (number), plant height (cm), plant stem thickness (mm), number of first flowering days (days) and SÇKM were investigated. As a result, average yield per plant varied between 1148.3-3090.3 g in inbred lines and 1774.7-3535.5 g in hybrid genotypes, with a wide variation in fruit weight between 82.9 g and 255.5 g between lines and hybrids. Plant heights of the genotypes ranged from 145.2 cm to 217.5 cm. In addition, the most important agronomic characteristics for the studied population were tried to be determined by comparing the agronomic characteristics of the high-yielding combinations.

Keywords: Tomato, hybrit, top cross

GİRİŞ

Domates (*Solanum lycopersicon*) küresel ticaret ve tarımsal üretim açısından büyük bir paya sahip olup dünyada ve Ülkemizde en fazla yetiştirilen sebze türüdür. Dünyada 2020 yılı itibari ile 186.821.216 ton domates üretilirken ülkemizde ise 13.204.015 ton üretim yapılmıştır [6].

Domates bitkisinin orijini orta Amerika olmasına rağmen ülkemizde yüksek oranda adaptasyon

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*: ibrahim.celik@tarimorman.gov.tr

göstermiş ve Akdeniz ikliminin hakim olduğu bölgelerde örtüaltında diğer bölgelerde ise açık alanda yetiştirilebilmektedir. Örtüaltı yetiştiriciliği yapılan yerlerde %100 hibrit çeşitler kullanılırken açık alanda ise yüksek oranda hibrit çeşitler kullanılmaya başlanmıştır [19].

Ülkemizde domates yetiştiriciliği standart (kendine döllenen) çeşitler ile başlamış, daha sonra ıslahçılar varyasyon artırmak amacıyla melezlemeler yaprak heterosis gücüne bağlı hibrit çeşitleri geliştirmişlerdir. Hibrit çeşitler heterozis gücü yüksek en az iki farklı genotipin melezlenmesi sonucunda ortaya çıkmaktadır ve bu çeşitler farklı iklim ve çevre adaptasyonu yüksek, üniform, erkencilik, hastalık ve zararlılara dayanıklılık gibi özelliklere sahiptirler [5].

Hibrit domates ıslahında hem çeşit geliştirmede hem de kendilenmiş hatların elde edilmesinde heterozisten faydalanılmaktadır. Yüksek heterosis oranına sahip melez kombinasyonların elde edilmesinde kaynak popülasyonlar arasındaki genetik farklılığın büyük olması arzu edilen bir durumdur. Bundan dolayı kaynak popülasyonlar hazırlanırken farklı heterotik gruplar oluşturulmalıdır.

Heterotik gruplandırma, benzer kombinasyon yeteneğine sahip olan hatların oluşturduğu gruplar olarak tanımlanır. Bu gruplar arasında yapılan melezlemede yüksek heterozis beklenmektedir. Kendilenmiş hatlar arasındaki heterotik grupların belirlenmesi için en az iki testerin kullanılması önerilmektedir. Ancak bu durumunda yüksek maliyet yanında zaman ve iş gücü gerektirmektedir. Bunun yerine tek bir tester kullanarak Genel Kombinasyon Yeteneği için hat seçimi yapılır ve buna yoklama melezi denir [5].

Yoklama melezinde hatların Genel Kombinasyon Yeteneği ölçmek için elde bulunan tüm hatlar ayrı ayrı tek bir ebeveynle melezlenir. Elde edilen F_1 hibrit dölleri kendi aralarında karşılaştırılarak, üstün özellikler taşıyan hatlar genel kombinasyon yeteneği üstün hatlar olarak seçilir. Yoklama melezlemesinde dikkat edilmesi gereken en önemli husus uygun test edicinin seçimidir. Aynı zamanda test edicilerin kendilenmiş hatların doğru olarak sınıflandırması için gerekli genetik bilgiye sahip olmaları gerekmektedir [13].

Test materyali genetik yapı bakımından, kombinasyon yetenekleri araştırılacak hatlardan uzak olmalıdır. Böylece elde edilecek melezlerde heterosis potansiyeli maksimum düzeyde ortaya çıkar. Test materyalinin genetik yapısı homojen olmalıdır. Heterojen materyal kullanıldığında testin etkinliği aditif gen etkisi ve epistatik etkilere dayanacaktır. Oysa test materyali olarak kendilenmiş hat, F_1 hibrit veya bir klon kullanıldığında test sonundaki ebeveyn seçimi, hatların özel kombinasyonlarına, dominans ve epistasi etkilerine dayanır. Test materyalinin, ıslah edilen çeşidin yetiştirileceği ülke veya bölgeye adaptasyonu (iklim, toprak, erkencilik, hastalık ve zararlılar açısından) iyi olmalıdır [5].

Yoklama melezi konusunda çalışmalar yapan pek çok ıslahçı bulunmaktadır. Kendilenmiş hatların genel kombinasyon kabiliyetlerini ölçmek için yoklama melezleri yada top-cross'lar meydana getirilir. Yoklama melezi oluşturmada amaç, kendileme ile özellikleri baskı altına alınmış bir kendilenmiş hattın, bir varyete ile serbest tozlaşmaya bırakılarak bu baskıdan kurtularak verim potansiyellerini tam olarak ortaya çıkmasına imkân sağlamaktır [15]. Yoklama melezinden hangileri yüksek uyum sağlamışsa, o kendilenmiş hatların "genel kombinasyon kabiliyeti" yüksek demektir [15, 7]. Yüksek olan bu hatlar daha sonra diallel melezlemeye alınarak özel kombinasyon yetenekleri belirlenir. Aydın ve ark. [1] tarafından mısır bitkisinde yapılan yoklama melezinde tepe püskülü çıkış süresi, bitki boyu, ilk koçan yüksekliği, koçan uzunluğu, koçanda sıra sayısı, bin tane ağırlığı, koçanda tane sayısı ve tane verimi incelenmiştir. Tane verimi kendilenmiş hatlarda 125.7-649.2 kg/da arasında, melez genotiplerde ise 570.7-1128.3 kg/da arasında değişmiştir. Ayrıca bu çalışmada yüksek verimli kombinasyonların agronomik özellikleri karşılaştırılarak çalışılan popülasyon için en önemli agronomik özellikler belirlenmeye çalışılmıştır. Söz konusu çalışma sonucunda tane verimi en yüksek olan hibritlerin bitki boyu, koçan uzunluğu ve bin tane ağırlığının da yüksek olduğu saptanmış ve bu tür bir karşılaştırmanın yeni kaynak popülasyon oluşturulmasında ve yeni hibrit çeşitlerin ortaya konmasında yararlı olabileceği görülmüştür.

Bu araştırmada, yoklama melezlemesi yoluyla elde edilen melez genotiplerin verim ve agronomik özellikleri arasındaki farklılıklar belirlenmiş ve bu farklılıklar başlangıç (kaynak) popülasyon oluşturma ve yeni hibrit çeşitleri ortaya koyma bakımından değerlendirilmiştir.

MATEYAL VE METOT

Materyal

Araştırmada, "Domates Islahı Programları için Nitelikli Hat ve Çeşit Geliştirilmesi-II" projesi kapsamında geliştirilen örtüaltına uygun ve meyve ağırlığı 80 g'dan fazla olan 33 adet domates saf hattı ana (Çizelge 1), daha önce genel ve özel uyum yeteneği yüksek olarak belirlenen 1 adet saf hat baba (tester) olarak kullanılmıştır.

Melezlemelerin yapılması

Çalışmada kullanılan yoklama melezleri 2021 yılı bahar döneminde kendilenmiş hatların (Çizelge 1) Enstitüye ait '622' no.lu saf hattı ile melezlenmesiyle elde edilmiştir (Çizelge 2). Melezleme yapılacak bitkiler izolasyon amacıyla ana ve baba bitkiler tül ile çevrilmiştir. Ana olarak kullanılan bitkilerde çiçek tomurcuklarının anterleri, anthesis safhasından bir gün önce pens yardımı ile emasküle edilmiştir. Baba bitkilerden alınan çiçek tozları vibratör yardımıyla tüplere toplanmış ve ana bitkilerin dişicik tepesine sürülmüştür. Melezleme gerçekleştirildikten sonra ana ve baba bitki numarası, melezleme tarihini içeren etiketler takılmıştır. Daha sonra döllenme ve meyve tutumu izlenmiştir. Melezlemeler sonucunda hibrit kombinasyon elde edilmiştir.

Bitkilerin yetiştirilmesi ve morfolojik gözlemlerin yapılması

Çalışmada 33 hibrit kombinasyon ve 34 ebeveynle birlikte Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre üç tekerrürlü olarak 2021 sonbahar yetiştiricilik döneminde Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Sebzecilik Bölümü'nde, tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Parsellerde sıra üzeri 40 cm, sıra arası ise 70 cm olarak alınmıştır. Her blokta başlangıç ve bitişte ikişer bitki kenar tesiri olarak yer almıştır. Kendilenmiş hat ve yoklama melezlerinin %50 Çiçeklenme, bitki başına toplam verim (g), bitki başına toplam meyve sayısı (adet), bitki başına erkenci verim, bitki başına erkenci meyve sayısı (adet), meyve ağırlığı (g), bitki boyu (cm), bitki gövde kalınlığı (mm), SÇKM özellikleri için ölçümler, parselde yer alan 5 bitkiden alınmıştır.

Gözlemler

•Dikimden İtibaren %50 Çiçeklenme Zamanı (gün): Dikimden itibaren, bitkilerin %50'sinde en az bir çiçeğin görüldüğü tarihe kadar geçen gün sayısı alınmıştır.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan domates hatlarına ait bazı özellikler
Table 1. Some characteristics of tomato lines used in the study

Hatların adı *Lines name*	%50 çiçeklenme gün sayısı *%50 inflorescence time*	*Çiçeklenme tipi Flowering type*	Gövde kalınlığı (mm) *Thicness of stem (mm)*	Meyve ağırlığı (g) *Fruit weight (g)*	Meyve şekli *Fruit shape*	Bitki boyu *Plant height* (cm)	Boğum arası uzunluk (cm) *Internode length*
AL-11-2-2	35	Tekli	10	100.3	Yuvarlak	155	8.5
AL-21-1-1	33	Tekli	10	132.8	Yuvarlak	138	8.5
AL-31-1-1	32	Tek Basit	9	119.7	Yuvarlak Dilimli	154	8
AL-31-1-3	32	Tekli	11	125.5	Yassı	140	10
AL-52-1-1	41	Tekli Basit	14	163.2	Yassı	155	8
AL-71-2	36	Tekli Basit	12	219.0	Yassı	159	10
AL-71-1	39	Tekli Basit	12	217.1	Yassı	169	10.5
AL-81-1	31	Tekli Basit	13	105.3	Az Yassı	193	10
AL-81-2	33	Çoklu	14	120.0	Az Yassı	202	9
AL-82-2	33		12			144	8
AL-83-1	37	Tekli Basit	12	132.3	Az Yassı	141	10
AL-101-1	33	Tekli Basit	15	153.6	Yassı	184	12.5
AL-101-3	37		12			162	11.5
AL-102-1	36	Tekli Basit	12.5	189.7	Az Yassı	190	12.5
AL-102-2	34	Tekli Basit	11	113.0	Yassı	190	8
AL-111-1	35	Tekli Basit	11	145.8	Az Yassı	184	11.5
AL-111-3	35	Tekli Basit	11	128.8	Yassı	169	10.5
AN-61-1	40	Tekli Basit	12	66.1	Yassı	180	7.5
AN-73-1-	34	Çoklu	10	94.0	Yuvarlak	174	9
BS-31-1	35	Tekli Basit	10	69.0		167	6.5
BS-41-2	39	Tekli Basit	12	97.2	Az Yassı	174	9.5
BS-71-1	35	Çoklu	10	101.3	Yuvarlak	195	12
TR-2-1	29	Çoklu	10	100.0	Yuvarlak	163	8
TR-5-1	34	Tek	11.5	136.8	Yassı	155	12
TR-5-2	30	Tek	12	117.6	Yassı	145	7.5
TR-9-1	31	Tek	12	107.5	Yuvarlak	170	7.5
TR-11-1	34	Tek	11.5	92.6	Az Yassı	169	9.5
TR-11-2	27		12	126.5		164	11.5
TR-17-2	24	Çoklu	12	122.6	Yuvarlak	142	7.5
TR-19-1	41	Çoklu	12	118.1	Yuvarlak	146	9.5
G-2-2	41	Çoklu	12	225.0	Dilimli	146	9.5
G-5-1	25	Tek	12	115.8	Yuvarlak	168	6
G-8-1	28	Tekli	12	96.7	Yuvarlak	158	8

•Bitki Başına Toplam Verim (g/bitki): Parseldeki toplam 6 hasatta elde edilmiş verimin parseldeki bitki sayısına bölünmesi ile hesaplanmıştır.

•Bitki Başına Erkenci Verim (g/bitki): Parseldeki ilk 2 hasatta elde edilmiş verimin parseldeki bitki sayısına bölünmesi ile hesaplanmıştır.

•Bitki Başına Erkenci Meyve Sayısı (ad/bitki): Parseldeki ilk 2 hasatta elde edilmiş meyve sayısının parseldeki bitki sayısına bölünmesi ile hesaplanmıştır.

•Meyve Ağırlığı (g): Yapılan her hasatta her bir tekerrürü temsil edecek 10 adet meyve rastgele olarak seçilmiştir. Seçilen meyveler laboratuvarda ±0.01 g hassasiyetindeki terazi ile tartılarak ortalama meyve ağırlıkları belirlenmiş ve sonuçlar gram olarak verilmiştir.

•Bitki Başına Toplam Meyve Sayısı (adet): Tüm genotipler için parseldeki tüm hasatlarda toplanan domatesler sayılmış ve bu değer parseldeki bitki sayısına bölünerek bitki başına ortalama meyve sayısı hesaplanmıştır.

•Bitki Boyu (cm): Bitki boyu (cm), dikimden itibaren 60. Günde 5 bitkide şerit metre yardımı ile kök boğazından büyüme ucuna kadar cm olarak ölçülmüş ve cm olarak kaydedilmiştir.

•Bitki Gövde Kalınlığı (mm): Dijital kumpas yardımı ile "mm" olarak ölçülmüştür. Gövde çapı (mm), dikimden 60 gün sonra her bir ölçüm ve gözlem bitkisinde dijital kumpas yardımı ile topraktan 1-2 cm üzerinden mm olarak ölçülmüştür.

•Suda Çözünen Kuru Madde Miktarı (SÇKM): 10 adet meyveden elde edilen meyve suyu karıştırılmış ve refraktometre yardımı ile ölçülmüştür [10].

Hatların ve melez genotiplerin bitki başına verimleri ve gözlemler arasındaki karşılaştırmalar JUMP istatistik programında yapılmıştır. Elde edilen veriler, istatistiki olarak varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirmeye tabi tutulmuş ve önemli bulunan parametrelerde LSD çoklu karşılaştırma ile gruplandırmalar yapılmıştır. Ayrıca yüksek verimli kombinasyonların agronomik özellikleri karşılaştırılarak çalışılan popülasyon için en önemli agronomik özellikler belirlenmeye çalışılmıştır.

Çizelge 2. Melezleme sonrası elde edilen hibrit kombinasyonlar

Table 2. Hybrid combinations obtained after crossing

622*AL-11-2-2	622*AL-82-2	622*AN-73-1-1	622*TR-2-1
622*AL-21-1-1	622*AL-83-1	622*BS-31-1	622*TR-5-1
622*AL-31-1-1	622*AL-101-1	622*BS-41-1	622*TR-5-2
622*AL-31-1-3	622*AL-101-3	622*BS-41-2	622*TR-9-1
622*AL-52-1-1	622*AL-102-1	622*BS-71-1	622*TR-11-2
622*AL-71-1	622*AL-102-2	622*G-2-1	622*TR-17-2
622*AL-71-2	622*AL-111-1	622*G-5-1	622*TR-19-1
622*AL-81-1	622*AL-111-3	622*G-8-1	
622*AL-81-2	622*AN-61-1		

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma örtüaltı yetiştiriciliğin sonbahar yetiştirme döneminde yürütülmüştür. Bütün saf hatların bitkisel ve meyve ile ilgili morfolojik karakterizasyonu yapılmıştır. Çalışmada kullanılan hatlar sırık tipte ve örtüaltı yetiştiriciliğine uygundur. Hatların tamamı kırmızı renkte olup, 14 adedi açık kırmızı, 10 adedi kırmızı ve 9 adedi koyu kırmızıdır. Meyve ağırlığı bakımından 200 gramın üzerinde 2 adet hat tespit edilmiştir. Meyvelerin şekil bakımından genellikle yuvarlak ve yassı olduğu, çiçek burnu izinin şeklinin de genellikle yıldız olduğu gözlenmiştir. Çiçeklenme tipi olarak genellikle basit çiçek ancak 7 hatta bileşik çiçek tespit edilmiştir. %50 Çiçeklenme gün sayısının 27 gün ile 41 gün arasında değişirken Çiçek rengi tüm hatlarda sarı olarak gözlemlenmiştir. Bitki boyunun 138 ile 202 cm arasında boğum arası uzunluğun ise 6 ile 12 cm arasında ve gövde kalınlığının 9 ile 15 mm arasında olduğu ölçülmüştür. Tester olarak kullanılan saf hat tane tipte ve meyve rengi kırmızıdır (Çizelge 1).

Çalışmada domates bitkilerinde kendilenmiş hat ve yoklama melezlerinin %50 Çiçeklenme, bitki başına toplam verim (g), bitki başına toplam meyve sayısı (ad), bitki başına erkenci verim, bitki başına erkenci meyve sayısı (ad), meyve ağırlığı (g), bitki boyu (cm), bitki gövde kalınlığı (mm) ve SÇKM özelliklerine bakılmış ve SÇKM dışında alınan diğer gözlemlerin etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Dikimde %50 Çiçeklenmeye Kadar Geçen Süre

Dikimden %50 çiçeklenmeye kadar geçen gün sayısı, 19.0 ile 23.1 gün arasında değişmiştir (Çizelge 3). En erken çiçeklenme 19.0 gün ile 622*AN-61-1 hibrit ile AL-81-1 no.lu hatta saptanmıştır. En geç çiçeklenme 23.1 gün ile TR-11-2 F_1 kombinasyonunda gözlenmiştir. Baba hattın %50 çiçeklenmesi gün sayısı 21.3 günde gerçekleşmiştir. Hannan ve ark. [8] ve Chishti ve ark. [2], tarafından yapılan çalışmalarda çiçeklenmeye kadar geçen süreleri daha fazla bulunmuştur. Bu çalışma sonbahar döneminde yürütüldüğü için eylül ayı sıcakları bitkilerin erken çiçek açmasına neden olmuş olabilir. Zengin ve ark. [19], yaptıkları çalışmada genellikle erkenci verimde genel uyum yeteneği pozitif yüksek çıkan hatların %50 çiçeklenme gün sayılarının genel uyum yetenekleri negatif çıkmakta olduğunu bildirmişlerdir.

Bitki Başına Erkenci Verim

Yapılan çalışmada melezlerin ve kendilenmiş hatların bitki başına erkenci verimleri arasındaki fark istatistiki anlamda ($P<0.01$) önemli bulunmuştur.

Hatlar içerisinde en yüksek bitki başına erkenci verime sahip genotip 501.3 g ile AL-52-1-1 iken, en düşük erkenci verime sahip genotip 19 g ile TR-2-1 no.lu hattır. 622 no.lu baba hattın erkenci verimi 235.0 g olarak saptanmıştır.

Kombinasyonlar içerisinde en yüksek erkenci verim 683.6 g ile 622*BS-41-2 F_1'de ve en düşük erkenci verim ise 231.4 g ile 622*BS-71-1 F_1'de belirlenmiştir. Şen ve ark. (18) tarafından yapılan çalışmada erkenci verim 1105-1741 g/bitki arasında bulunmuştur. Erkenci verim değerleri hasat sayısı, vejetasyon süresi ve erkenci hasat sayılarına göre farklılık göstermektedir. Bu çalışama da ilk üç hasadın toplamı diğer çalışmalardan daha düşük olarak tespit edilmiştir.

Bitki Başına Erkenci Meyve Sayısı (adet)

Bitki başına erkenci meyve sayısında melezler ve hatlar arasında istatistiki anlamda önemli bir farklılık tespit edilmiştir. Ortalama bitki başına erkenci meyve sayısı 3.19 adet olarak bulunmuştur. Hatlar arasında en yüksek erkenci meyve sayısı 4.5 adet ile AN-73-1-1 no.lu hatta tespit edilirken en düşük meyve sayısı 0.3 adet ile TR-2-1 no.lu hatta bulunmuştur. Melezler açısından en yüksek erkenci meyve sayısı 6.9 adet ile 622*BS-41-2 F_1 hibritinden elde edilirken en düşük meyve sayısı 2.9 adetle 622*AL-11-2-2 no.lu hibritten alınmıştır.

Bitki Başına Toplam Verim (g)

Melezlerin ve kendilenmiş hatların bitki başına verimleri arasındaki fark istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Ortalama bitki başına verim kendilenmiş hatlarda 1148.3-3090.3 g arasında, melez genotiplerde ise 1774.7-3535.5 g arasında değişmiştir. AL-101-1, AL-111-1, AL-102-1, TR-9-1, AL-81-1 ve AL-71-1 numaralı kendilenmiş hatlar çoklu karşılaştırma testinde ilk grupta; AL-31-1-1, BS-41-1, AN-61-1, TR-11-1 ve TR-11-2 numaralı hatlar ise son grupta yer almıştır. Melezlerde en yüksek verim 3535.5 g ile 622*AL-101-3 numaralı genotipten elde edilmiştir. Bunu sırasıyla 622*AL-71-2, 622*AL-82-2, 622*AL-101-116 ve 622*AL-111-3 numaralı melezler izlemiştir. Bulunan sonuçlar Zengin ve ark. [19] ile benzerlik göstermektedir. Domates verimi ile ilgili daha önce yapılan çalışmalarda, genotiplerin bulundukları yere, iklim koşullarına ve bitki beslenmesine göre farklı tepkilere sahip olabileceği bildirilmiştir [13, 12, 4]. Chishti ve ark. [2] tarafından yapılan çalışmada en yüksek verim 4670 g/bitki, Saleem ve ark. [17] tarafından yapılan çalışmada 1500-4400 g/bitki arasında bulunmuş olup, araştırma sonuçları benzerlik göstermektedir.

Bu çalışmada da verimi yüksek hatlar ile test edici arasındaki melezlerden bazıları yüksek verimli olmuştur. Bununla birlikte yüksek bitki başına verimine sahip bazı hatlar test edici ile iyi bir kombinasyon oluşturmadığı tespit edilmiştir. Bu durumda yüksek verimli kendilenmiş hatları test edici ile iyi kombinasyon oluşturan ve oluşturmayanlar olmak üzere iki farklı gruba ayırmak ve her grubu kendi içinde değerlendirmek gerekir. Ayrıca ikinci bir tester kullanarak farklı heterotik gruplar oluşturulabilir. Nitekim Kabaş ve ark. [11], tane ve iri tipteki domates hatlarının 100 adet domates saf hattı ile 2 adet tester kullanarak yaptıkları genel kombinasyon yetenekleri ve heterotik gruplarını belirlemek çalışmasında her iki tester grubuna giren 25, hiçbir gruba girmeyen 28, sadece tester 1 grubuna giren 26, sadece tester 2 grubuna giren 21 hat şekilde ana ve baba ebeveyn grupları belirlemişlerdir.

Tek bir tester kullanılarak yapılan yoklama melezlerinde değerlendirme hem kendilenmiş hatlarda hem de melezlerde bitki başına verim üzerinden yapılabilir ve ortalama bitki başına verimin üzerinde yer alan genotipler dikkate alınabilir. Bu çalışmada 622*AL-101-3, 622*AL-71-2, 622*AL-82-2 ve 622*AL-101-1 no.lu hatlar iyi kombinasyon oluştururken, 622*BS-31-1, 622*AL-52-1-1, 622*TR-11-2 ve 622*TR-9-1 no.lu hatlar ise iyi kombinasyon oluşturamamışlardır. Kombinasyon oluşturma durumuna göre iki grup arasında da melez kombinasyonlar düşünülebilir. Bu hatlar, diğer agronomik özellikleri de dikkate alınarak kaynak popülasyon oluşturmada kullanılabilirler. Nitekim Salhuana ve ark. [17] aynı heterotik tabana sahip yüksek verimli hatlardan kaynak popülasyon geliştirilebileceğini bildirmişlerdir. Kaynak popülasyon geliştirmede Bitki başına verimin yanında bazı agronomik özellikleri de dikkate alınarak bir popülasyon oluşturulabilir. Popülasyondan elde edilecek kendilenmiş hatlar uygun bir test edici ile aynı heterotik gruba ait hatlarla melezlenerek yeni hibrit kombinasyonlar oluşturulabilir.

Bitki Başına Toplam Meyve Sayısı (adet)

Bütün genotipler içerisinde bitki başına meyve sayısı en yüksek 22.3 adet ile AN-73-1-1 no.lu ana hatta, en düşük meyve sayısı ise 8.4 adet ile TR-11-1 no.lu ana hattında saptanmıştır. BS-41-2, TR-19-1, BS-71-1 yüksek meyve sayısına sahip ana hatlardır. 622 no.lu baba hattın meyve sayısı 19.3 adet olarak belirlenmiştir. Kombinasyonlar içerisinde bitki başına en yüksek meyve sayısı 32.0 adet ile 622*BS-41-1 F_1'de iken, en düşük meyve sayısı 16.1 adet ile 622*TR-9-1 F_1'de bulunmuştur. 622*BS-41-2, 622*TR-2-1, 622*BS-71-1, 622*AL-82-2 F_1 no.lu

kombinasyonlar yüksek meyve sayısına sahip kombinasyonlar olarak saptanmıştır.

Meyve Ağırlığı (g)

Hatlar ve melezler arasında meyve ağırlığı 82.9 g ile 255.5 g arasında çok geniş bir varyasyon göstermiştir. En düşük meyve ağırlığı BS-41-1 (82.9 g) no.lu hatta, en yüksek meyve ağırlığı AL-71-1 (255.5 g) hattında ölçülmüştür. AL-101-1, AL-102-1 ve G-2-2 hatlar 200 g'dan fazla meyve ağırlığına sahip bulunmuştur. 622 no.lu baba hat ile yapılan melezlerden 200 g'dan fazla meyve ağırlığı ölçülen hibrit bulunmamıştır. Meyve ağırlık farkı fazla olan ebeveynlerin melezinde ağırlık, ebeveyn ortalamasının altında bulunmuş olup, küçük meyveliliği kontrol eden genlerin kısmi dominant olduğu tespit edilmiştir.

Domates verimi ile ilgili daha önce yapılan çalışmalarda, genotiplerin bulundukları yere, iklim koşullarına ve bitki beslenmesine göre meyve ağırlığında farklı tepkilere sahip olabileceği bildirilmiştir [23, 14, 4]. Çolak ve ark. [3], yaptıkları çalışmada dört domates çeşidi arasında en yüksek ortalama meyve ağırlığı A-48 (166.07 g/meyve) genotipinde gözlemişlerdir. Ayrıca BATEM'den alınan üç domates genotipinden en yüksek ortalama meyve ağırlığı B26 (163.57 g/meyve) genotipinde, en düşük ortalama meyve ağırlığı ise B178 (98.70 g/meyve) genotipinde elde edilmiştir. Sera denemelerinde elde edilen bazı bulgular çeşitli çalışmalarla paralellik gösterse de, Özdemir ve Özer [13]'ya göre çeşitler, ekolojik koşullar, bitki beslenmesi, sulama ve hasat olgunluk dönemlerindeki farklılıklar nedeniyle bazı farklılıklar gözlemlenebilmektedir.

Çizelge 3. Kendilenmiş hatların incelenen özelliklerine ait ortalama değerler ve LSD gruplandırması
Table 3. Mean values and LSD grouping of the investigated properties of inbred lines

Hatlar *Lines*	Dikimden %50 çiçeklenmeye kadar (gün) *From planting to 50%flowering (day)*	Bitki başına erkenci verim *Early yield per plant (g)*	Bitki başına erkenci meyve sayısı (adet) *Number of early fruits per plant (pies)*	Bitki başına verim *Yield per plant (g)*	Bitki başına meyve sayısı (adet) *Number of fruits per plant (pies)*	Bitki boyu *Plant height (cm)*	Bitki gövde kalınlığı *Plant stem thickness (mm)*	Meyve ağırlığı *Fruit weight (g)*	Suda çözünür kuru madde *Water soluble dry matter (%)*
622	21.3 be	235.0 af	3.1	1897.5	19.3 3 ae	167.2 ıl	10.37 ac	105.31 hl	4.13
AL-11-2-2	23.1 a	140.1 cf	1.3	1928.7	12.66 ej	173.5 fk	10.21 ac	153.79 el	3.90
AL-21-1-1	22.0 ac	265.7 af	2.0	2406.0	14.53 cj	170.8 hk	10.50 cg	165.39 ce	4.07
AL-31-1-1	23.0 a	127.7 df	1.1	1565.5	9.47 ıj	160.3 jk	10.06 dh	164.79 ce	4.10
AL-31-1-3	21.0 ce	259.3 af	2.1	2020.3	12.53 fj	162.7 jk	11.27 be	167.14 be	4.20
AL-52-1-1	22.9 ac	460.7 ad	3.0	1910.4	15.08 aj	161.6 gl	11.04 ah	128.12 cl	5.10
AL-71-1	23.0 a	452.7 a	2.1	2485.1	9.87 ıj	202.4 ac	10.57 cg	255.50 a	4.10
AL-71-2	23.0 a	275.0 af	1.3	1630.6	8.93 j	192.3 ch	9.67 fı	182.18 bd	3.27
AL-81-1	19.1 f	410.6 ac	3.8	2616.4	18.86 af	211.7 ac	9.48 fı	137.99 cf	3.50
AL-81-2	23.0 a	296.0 ae	2.5	2045.1	13.33 ej	201.8 ad	9.10 gı	160.52 ch	5.03
AL-82-2	21.0 ce	112.7 df	0.8	2154.0	13.93 dj	200.8 ae	9.88 gı	154.20 cf	4.00
AL-83-1	23.0 a	211.7 af	1.6	1582.5	10.13 ıj	173.1 fk	9.03 gı	157.57 cg	4.57
AL-101-1	22.3 ac	450.7 a	2.9	3090.3	13.13 ej	217.5 a	12.36 ab	245.02 a	3.77
AL-101-3	23.0 a	47.3 f	0.3	2260.7	12.20 fj	194.9 bf	11.41 ae	184.18 bc	3.37
AL-102-1	22.0 ac	227.7 af	1.2	2571.8	10.67 hj	215.1 ab	12.58 ab	241.52 a	3.73
AL-102-2	20.0 ef	234.0 af	2.2	1932.9	14.41 bj	205.7 ac	9.77 dı	138.63 cl	3.64
AL-111-1	23.0 a	252.7 af	1.7	2891.2	17.33 ag	193.5 bg	10.01 dh	167.77 be	3.50
AL-111-3	23.1 a	195.6 af	1.4	2508.7	17.66 ah	196.6 af	10.15 ch	142.31 cl	3.15
AN-61-1	22.3 ac	101.4 ef	1.5	1389.1	12.93 fj	179.3 dj	8.19 ı	108.96 gl	4.10
AN-73-1-1	20.3 df	426.1 ab	4.5	2350.9	22.33 a	194.4 bf	9.03 gı	103.24 ıl	4.30
BS-31-1	23.0 a	96.7 ef	1.4	2035.5	20.47 ac	178.0 fk	10.47 ch	96.31 jl	3.70
BS-41-1	22.0 ad	163.5 bf	1.8	1510.1	17.71 ah	158.7 jk	8.99 fı	79.90 l	4.59
BS-41-2	22.0 ac	43.7 f	0.5	2368.7	21.07 ab	176.0 fk	9.22 fı	112.91 fl	2.80
BS-71-1	23.0 a	101.3 ef	1.0	1904.6	20.73 ac	195.1 af	8.93 hı	91.84 kl	4.77
G-2-2	20.3 df	150.0 cf	0.7	2307.8	11.47 gj	156.0 kl	12.88 a	216.63 ab	3.00
G-5-1	22.3 ac	154.3 cf	1.3	1716.1	12.20 fj	145.2 l	11.34 ae	138.89 ck	3.43
G-8-1	23.0 a	251.3 af	2.6	1619.7	13.47 ej	158.9 jl	11.81 ac	121.52 el	4.67
TR-2-1	21.6 ae	39.6 ef	0.3	1851.7	14.66 bj	172.0 fk	9.13 fı	125.81 dl	4.20
TR-5-1	23.0 a	100.3 ef	0.7	1785.1	11.27 gj	173.2 fk	9.71 fı	154.44 ch	3.87
TR-5-2	23.0 a	129.3 df	0.7	1591.0	9.87 ıj	160.9 jl	11.63 ac	160.98 ch	4.20
TR-9-1	23.0 a	272.3 af	2.5	2544.6	15.53 bı	189.3 cı	9.55 fı	167.62 be	3.30
TR-11-2	23.0 ab	311.5 af	2.6	1133.6	9.71 ıj	176.1 ek	8.91 gı	115.37 el	3.84
TR-17-2	22.3 ac	204.3 bf	1.7	2319.0	17.13 ag	169.9 hk	11.45 ad	135.26 cl	3.23
TR-19-1	21.0 ce	102.5 df	1.0	1860.7	21.01 ad	174.6 fk	10.88 bf	83.23 kl	4.14
Ortalama	22.0	207.4	1.70	2048.7	14.26	181.7	10.39	152.3	3.89
CV	4.18	7.2	8.1	29.0	27.5	7.6	9.5	20.44	19.21
LSD	1.5**	244*	2.27 ns	970 ns	6.3**	22.6**	1.54**	50**	1.2 ns

Bitki Boyu (cm), Bitki Gövde Kalınlığı (mm)

Hatlar ve melez genotiplerde, 60. gündeki bitki boyu ve 60. gündeki bitki gövde kalınlığı gibi bitki yapısı ile ilgili özelliklerde gözlem ve ölçümler yapılmıştır. Genotiplerin bitki boyları 145.2 cm ile 217.5 cm arasında değişmiştir. Hatlar arasında en yüksek bitki boyu AL-101-1 hattında (217.5 cm), hibrit kombinasyonlarda 622*AL-82-2 F_1'de (204.7 cm) ve 622*AL-71-2 F_1'de (204.0 cm) ölçülmüştür. Baba (tester) hattın 167.2 cm olarak tespit edilmiştir. Hatlar arasında en düşük bitki boyu G-5-1 hattında (145.2 cm), hibrit kombinasyonlarda 622*AL-52-1-1 F_1'de (160.0 cm) saptanmıştır. Hoa (9) tarafından yapılan araştırmada benzer sonuçlar bulunmuştur. Bitki gövde kalınlığı 8.2 mm ile 13.3 mm arasında geniş bir varyasyon göstermiştir. Bitki gövde kalınlığı en fazla TR-11-1 ana hattında, en düşük ise AN-61-1 no.lu baba hattında ölçülmüştür.

Zengin ve ark. [19], tarafından yapılan bitki boyunu değerlendirdiği çalışmasında en yüksek genel uyum yeteneğini G8 (10.811) no.lu hatta bulmuştur. Bunu 28-BH (7.478), 4-BH (6.644), 87-BH (6.478), 135-BH (5.644), 116-BH (3.811), 59-BH (3.144) ve 93-BH (2.311) no.lu hatlar takip etmiştir. Bitki boyu açısından en düşük genel uyum yeteneğine ise 37-BH (-19.189) no.lu hatta saptanmıştır. Ayrıca tek ürün dönemi yetiştiriciliğine uygun domates çeşit ıslahında bitki uzunluğu ve bitki gövde çapı fazla olan hatların seçilmesi gerekmekte olduğu, bu nedenle tek ürüne yönelik ıslah çalışmalarında genel uyum yeteneği pozitif olan hatların seçilmesi uygun olacağını bildirmişlerdir.

Çizelge 4. Melezlerin incelenen özelliklerine göre ortalama değerler ve LSD gruplandırması
Table 4. Mean values and LSD grouping of hybrids according to the examined characteristics

Melezler *Hybrids*	Dikimden %50 çiçeklenmeye kadar (gün) *From planting to 50%flowering (day)*	Bitki başına erkenci verim *Early yield per plant (g)*	Bitki başına erkenci meyve sayısı (adet) *Number of early fruits per plant (pies)*	Bitki başına verim *Yield per plant (g)*	Bitki başına meyve sayısı (adet) *Number of fruits per plant (pies)*	Bitki boyu *Plant height (cm)*	Bitki gövde kalınlığı *Plant stem thickness (mm)*	Meyve ağırlığı *Fruit weight (g)*	Suda çözünür kuru madde *Water soluble dry matter (%)*
622*AL-11-2-2	22.3 ab	245.7	2.9	2232.0	17.5	190.1 ac	9.7 dg	126.7 bh	3.9
622*AL-21-1-1	21.0 af	586.3	6.7	2922.4	22.5	173.0 cf	9.9 dg	130.6 ag	4.2
622*AL-31-1-1	19.7 ef	425.0	3.8	2807.4	23.1	188.2 ad	10.8 ae	122.1 bı	3.7
622*AL-31-1-3	21.7 ef	489.7	4.1	2968.5	23.8	174.3 cf	10.8 ae	126.0 bı	3.8
622*AL-52-1-1	21.7 ae	366.0	4.3	1903.5	16.8	160.1 f	10.2 dg	109.6 ej	4.1
622*AL-71-1	20.0 cf	467.3	4.5	2308.3	18.7	189.3 ad	10.1 bg	123.6 bı	4.7
622*AL-71-2	21.7 ae	453.3	3.5	3257.8	20.3	204.1 a	10.0 dg	160.2 a	4.0
622*AL-81-1	21.7 ae	373.7	3.1	3010.5	23.2	190.8 ac	9.2 g	130.0 ag	4.1
622*AL-81-2	21.0 af	490.7	4.9	2450.1	21.7	184.6 af	9.2 g	111.0 dj	4.3
622*AL-82-2	20.0 df	461.0	4.5	3146.6	25.1	204.7 a	10.6 bf	128.4 bh	4.3
622*AL-83-1	20.3 bf	507.7	5.8	2526.9	22.7	182.9 af	10.1 dg	106.2 fj	5.1
622*AL-101-1	20.3 bf	413.2	3.5	3136.0	22.1	204.6 a	12.4 a	143.1 ae	3.7
622*AL-101-3	21.0 af	421.0	3.1	3535.5	23.3	196.1 ac	10.9 ae	151.0 ab	3.7
622*AL-102-1	21.7 ae	468.0	4.1	2594.9	19.4	187.1 ad	11.7 ab	131.1 ag	4.0
622*AL-102-2	22.0 ad	437.3	3.9	2286.7	16.7	202.3 a	10.4 bg	143.7 ac	4.1
622*AL-111-1	21.7 ae	677.0	6.1	2934.5	24.2	197.1 ac	10.0 dg	120.0 cı	4.1
622*AL-111-3	19.7 ef	678.3	4.9	3023.9	22.4	185.1 ae	10.6 bf	134.5 af	4.1
622*AN-61-1	19.0 f	489.0	5.3	2568.2	22.5	197.2 ac	10.2 dg	114.9 cj	3.9
622*AN-73-1-1	19.7 ef	541.0	5.5	2706.4	23.3	188.1 ad	9.7 dg	116.4 cj	4.2
622*BS-31-1	22.0 ab	324.7	4.3	1774.7	18.8	163.9 df	10.0 dg	88.0 j	5.1
622*BS-41-1	22.3 ab	534.3	5.5	2969.9	32.1	183.2 af	9.6 eg	93.6 ıj	4.4
622*BS-41-2	22.3 ab	683.7	6.9	2989.1	29.3	180.9 af	10.2 cg	101.9 gj	3.8
622*BS-71-1	23.0 a	231.5	3.3	2563.8	25.5	200.5 ab	10.9 ae	98.7 hj	4.2
622*G-2-2	23.0 a	519.7	4.5	3010.1	21.7	183.4 af	11.6 ac	139.2 ae	3.7
622*G-5-1	23.0 a	530.7	4.7	2641.2	21.3	161.2 ef	11.0 ad	124.6 bh	4.3
622*G-8-1	23.0 a	443.7	4.5	2476.8	20.7	183.5 af	10.9 ae	120.7 bı	4.1
622*TR-2-1	19.7 ef	499.3	6.3	2664.6	26.1	186.0 ad	9.7 dg	101.5 ae	4.2
622*TR-5-1	22.3 ab	617.7	4.8	2760.6	21.6	194.0 ac	9.9 dg	128.7 ah	3.8
622*TR-5-2	21.7 ae	428.0	3.7	2377.8	17.7	176.6 bf	10.2 dg	133.7 af	4.5
622*TR-9-1	21.0 af	529.3	5.1	2069.3	16.1	176.1 bf	9.6 dg	129.6 bg	4.8
622*TR-11-2	21.3 ae	589.2	5.5	2029.0	17.2	187.2 af	10.6 dg	115.4 cj	4.7
622*TR-17-2	19.7 ef	463.3	5.6	2686.7	22.9	183.5 af	10.3 bg	116.0 cj	4.3
622*TR-19-1	19.7 ef	465.0	4.5	2323.0	18.3	185.1 ae	10.9 ae	140.8 ad	4.5
Ortalama	21.2	479.8	4.6	2665.5	21.8	186.1	10.4	123.1	4.17
LSD	2.24**	348 ns	3.74 ns	1206 ns	9.24 ns	27.7*	1.56*	34**	1.14 ns
CV%	5.85	39.6	44.5	24.7	24.0	8.14	8.5	15.1	15.1 ns

Suda Çözünür Toplam Kuru Madde (SÇKM)

Çalışmada kullanılan hatlar ve melezler arasında suda çözünür kuru madde miktarı bakımından istatistiki bir farklılık tespit edilmemiştir. Suda çözünen kuru madde miktarı en yüksek AL-81-2 no.lu hatta (5.0) ölçülmüştür (Çizelge 3). En düşük değer ise BS-41-2 no.lu hatta 2.8 tespit edilmiştir. 622 no.lu baba hatta 4.13 olarak ölçülmüştür.

Kombinasyonlarda en yüksek değer 622*AL-83-1 ve 622*BS-F_1 no.lu kombinasyonlarda 5.6 iken, en düşük değer 622*AL-101-1 F_1'de 3.6 ölçülmüştür. Zengin ve ark. [19] tarafından yapılan çalışmada brix değeri 2.5 ile 5.0 arasında tespit edilmiş, Kabaş ve ark. [11] brix değerini 2.55 ile 5.45 arasında bulmuşlardır. Rodriguez ve ark. [14] tarafından yapılan çalışmada domates genotiplerinde brix değeri 3.7 ile 5.8 arasında bulunmuştur. Çolak ve ark. [3], domates meyvesinde çaptığı çalışmada suda çözünür kuru madde içeriği önemli bir kalite kriteri olup, en yüksek SÇKM içeriğinin AYER domates genotipleri arasında %4.7 ile A-48 genotipinde, en yüksek SÇKM içeriğinin ise B178 genotipinde olduğu belirlemiştir. Domates meyvelerinde suda çözünür kuru madde içeriğinin %2.9 ile %5.9 arasında değiştiği tespit edilmiştir [11]. Domates meyve suyunda titre edilebilir asitlik (%) meyvenin çeşidine ve olgunluk dönemine göre değişebilmektedir [12].

SONUÇ

Islah çalışmaları çok uzun zaman ve yoğun emek gerektirmektedir. Bu yüzden geliştirilecek hibrit çeşitlerin değişen taleplere cevap verebilecek nitelikte olması önemlidir. Hibrit çeşit geliştirmede en önemli aşamalardan biri amaca uygun en iyi ebeveynlerin seçilmesidir. Hibriti oluşturacak ebeveynlerin belirlenmesinde yoklama melezi sıklıkla kullanılan yöntemlerden birisidir. Yoklama melezi Genel Kombinasyon Yeteneğini belirleyen kolay bir metottur. En önemli avantajı tek bir test edici materyalle bu işin yapılabilmesidir. Bu nedenle tek test edici kullanıldığından bütün melezler yarı kardeştir. Yoklama melezlerinde yarı kardeş olan melezlerden biri test edici ile çok iyi bir kombinasyon yeteneği gösterirken, diğeri ise olumsuz bir kombinasyon yeteneği gösterebilmektedir. Kendilenmiş hatlar arasındaki genetik farklılık arttıkça heterosis oranı da yükselmektedir. Bu yaklaşım doğrultusunda test ediciler kendilenmiş hatların hangi heterotik gruba ait olduğuna dair bilgi vermektedir. Test edici ile iyi bir kombinasyon yeteneği gösteren hatların farklı bir heterotik gruba ait olduğu düşünülebilir. Fakat bu test edici ile iyi bir kombinasyon oluşturmayan hatların her zaman test edici ile aynı grupta olacağı anlamına gelmemelidir.

Yoklama melezlemesi yoluyla elde edilen melezlerin tane verimi ve agronomik özelliklerinin karşılaştırılması araştırıcılar için faydalı olabilir. Test ediciler ile iyi kombinasyon oluşturmayan, özellikle yüksek verimli hatların farklı bir heterotik grupla olan melezlemesi düşünülmelidir.

KAYNAKLAR

1. Aydın, N., Gökmen, S., Yıldırım, A. 2005. Yoklama melezlemesi yoluyla hibrit mısır ıslahında kaynak popülasyon geliştirmeye yönelik bir yaklaşım. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 18(2):185-190.
2. Chishti, S.A.S., Khan, A.A., Sadia, B., Khan, I.A. 2008. Analysis of combining ability for yield components and quality characters in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). J. Agric. Res. 46(4):325-332.
3. Colak, A., Fidan, H., Karacaoğlu, M., Daşgan, H.Y. 2020. The identification of the resistance levels of *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* and tomato yellow leaf curl viruses in different tomato genotypes through traditional and molecular methods. Applied Ecology and Environmental Research 17(2):2203-2218.
4. Demirtaş, E.I., Arı, N., Özkan, C.F., Öktüren, A.F. 2016. Determination of residual effect of urban solid waste compost on tomato grown under greenhouse condition. Derim Journal 33(1):144-158.
5. Eren, A., Tepe, A., Çelik, İ., Kabaş, A., Özalp, R., Boyacı, F., Gözen, V., Ünlü, M., Kurum, R. 2021. (Ed: A.Eren), Yazlık sebze ıslahı. Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danış. Tic. Ltd. Şti.
6. FAO, 2021. https://www.fao.org/faostat/en/#data/qcl (Erişim: 10.08.2022).
7. Genç, İ., T. Yağbasanlar, 2002. Bitki ıslahı. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın. No:59, Ders Kitabı Yayın No:A-13, 150s.
8. Hannan, M.M., Biswas, M.K., Ahmed, M.B., Hossain, M., Rafiul Islam, R. 2007. Combining ability analysis of yield and yield components in tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.). Turk J. Bot. 31:559-563.
9. Hoa, T.T.T., 1989. Effect of NPK and minor element application on tomato growing in KPS soil with and without pH adjustment. ARC Training, pp:1-5.
10. Hortwirth, N., 1960. Officials methods of analysis. AOAC Chapter 29. Sugar and Sugar Products. AOAC. Benjamin Franklin Station. Washington DC.
11. Kabaş, A., Zengin, S., Oğuz, A., İlbi, H., Gölükçü, M., Tokgöz, H., Ünlü, A., 2018. Bazı domates hatlarının verim ve kalite özellikleri bakımından genel kombinasyon yeteneklerinin ve heterotik gruplarının belirlenmesi. Akademia Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 1(4):36-46.
12. Ozbay, N., Ateş, K. 2015. Evaluation of fresh market tomato cultivars for climatic conditions of

Bingöl. Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences 2(2):226-236.
13. Özdemir, A., Özer, H. 2016. Effect of different doses of fertilizer on yield and quality of organically grown tomato. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 11(1):17-26.
14. Rodriguez, G.R., Pratta, G.R., Zorzoli, R., Picardi, L.A. 2006. Evaluation of plant and fruit traits in recombinant inbred lines of tomato obtained from a cross between *Lycopersicon esculentum* and *L.pimpinellifolium*. Cien. Inv. Agr. 33(2):111-118.
15. Sade, B., 1999. Tahıl ıslahı. Selçuk Üniversitesi, Konya, Yayın No:135, Ziraat Fak. Yayın No:31, 114s.
16. Saleem, M.Y., Asghar, M., Haq, M.A., Rafique, T., Kamran, A., Khan, A.A. 2009. Genetic analysis to identify suitable parents for hybrid seed production in tomato (*Lycopersıcon esculentum* Mill.). Pak. J. Bot. 41(3):1107-1116.
17. Salhuana, W., Pollak, L.M., Ferrer, M., Paratori, O., Vivo, G. 1998. Breeding potential of maize accessions from Argentina, Chile, USA and Uruguay. Crop Sci., 38:866-872.
18. Şen, F., Uğur, A., Bozokalfa, M.K., Eşiyok, D., Boztok, K. 2004. Bazı sera domates çeşitlerinin verim kalite ve depolama özelliklerinin belirlenmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 41(2):9-17.
19. Zengin, S., Kabaş, A., Oğuz, A., Eren, A., Polat, E. 2015. Determining of general combining ability for yield, quality and some other traits of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) inbred lines. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 28(1):1-4.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 67–72 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

BAZI MELEZ SÜS BİBERLERİNİN ÇIKIŞ VE ERKEN FİDE DÖNEMİ ÖZELLİKLERİNİN EBEVEYN GENOTİPLERLE KARŞILAŞTIRILMASI

Seher TOPRAK[1]*, Kübra ÖZMEN[2], Ömer Faruk COŞKUN[3], Kazım MAVİ[4]

[1]Ziraat Yük. Müh., Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Hatay; ORCID: 0000-0002-3459-9846
[2]Gıda Yük. Müh., Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Hatay; ORCID: 0000-0001-8554-7918
[3]Dr. Ögr. Üyesi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Hatay; ORCID: 0000-0001-5398-5737
[4]Prof. Dr., Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Hatay; ORCID: 0000-0003-0195-8539

ÖZ

Bu çalışmada Antakya koşullarında bazı melez süs biberlerinin tohum çıkış performansları ve erken fide dönemi özelliklerinin ebeveyn genotipleri ile karşılaştırılması amaçlanmıştır. İncelenen özelliklerden fide çıkış oranı en yüksek MKÜ-128, MKÜ-124, 127×126(F_2/1), 128×106 ve 106×124 (F_1/1) genotiplerinde belirlenmiştir. Ortalama fide çıkış zamanı ebeveynlerden MKÜ-106 kodlu genotipte 12.56 gün ile en erken gerçekleşmiştir. Ortalama çıkış hızı (0.53) ve ortalama çıkış hızı kat sayısı (113.7) özellikleri de MKÜ-106 kodlu genotipte en yüksek bulunmuştur. Bitki boyu 106×124 (F_1/2) melez bireylerinde 17.35 cm ile en yüksek belirlenirken, 6.66 cm ile 126×127 melez bireylerinde en kısa olarak belirlenmiştir. İlk çiçek tomurcuğu görünme zamanı 127×126 (F_2/1) melez bireylerinde 45 gün, ilk çiçeklenme zamanı 127×126 (F_2/1) melez bireylerinde 62 gün ve ilk meyve tutum zamanı 128×106 melez bireylerinde 66 gün olarak saptanmıştır. Klorofil içeriği 52.08 SPAD değeri ile 128×106 melez bireylerinde en yüksek değere sahip olmuştur. Bu sonuçlar ışığında süs biberlerinde bitki özelliklerine (çıkış ve erken fide dönemi özellikleri) ilişkin genetik kazanımların melezleme programları kullanılarak artırılabileceği öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Biber ıslahı, çıkış özellikleri, morfolojik özellikler, klorofil içeriği

A COMPARISON OF EMERGENCE AND EARLY SEEDLING TRAITS OF SOME HYBRID ORNAMENTAL PEPPERS WITH PARENT GENOTYPES

ABSTRACT

In this work, it was aimed to compare the seed emergence performance and early seedling characteristics of some hybrid ornamental peppers with their parents in Antakya conditions. Among the examined traits, the highest seedling emergence percentage was determined in MKU 128, MKU 124, 127×126(F_2/1), 128×106 and 106×124 (F_1/1) genotypes. Mean seedling emergence time was the earliest with 12.56 days in MKU 106 coded genotype from parents. Mean emergence rate (0.53) and coefficient of velocity of emergence (113.7) were also highest in MKU 106 coded genotype. While the plant height was determined as the highest with 17.35 cm in 106×124 (F_1/2) hybrids, it was determined as the shortest with 6.66 cm in 126×127 hybrids. The first flower bud appearance time was determined as 45 days in the 127×126 (F_2/1) hybrids, 62 days in the 127×126 (F_2/1) hybrids, and 66 days in the 128×106 hybrids. The chlorophyll content had the highest value in the 128×106 hybrids with a SPAD value of 52.08. In the light of these results, it is predicted that genetic gains related to plant characteristics (emergence and early seedling period characteristics) in ornamental peppers can be increased by using hybridization programs.

Keywords: Pepper breeding, seedling emergence traits, morphological characteristics, chlorophyll content.

GİRİŞ

Biber, *Solanaceae* familyasının *Capsicum* cinsi içerisinde yer almaktadır. *Capsicum* cinsi içerisinde 43 adet tür olduğu kaynaklarda bildirilmektedir [11]. *Capsicum annuum* L., *C.chinense* Jacq., *C.frutescens* L., *C.pubescens* Ruiz & Pav. ve *C.baccatum* L. sebze olarak tüketilen, yetiştiriciliği yapılan ve ıslah çalışmaları ile çeşitler geliştirilmiş türlerdir [1]. Son yıllarda yapılan çalışmalarda ıslahçılar biberde bulunan geniş genetik varyasyondan faydalanarak, kalite, verim, tohum çıkış performansı, hastalık ve zararlılara dayanım gibi özelliklere sahip bitki çeşitlerini seçme veya çeşit geliştirme çalışmalarında önemli başarılar elde etmişlerdir [1, 4, 15, 18].

Bitki ıslahı çalışmalarında melezleme önemli bir yer tutmaktadır. Melezleme ile kültür bitkilerinde hastalıklara dayanım, verim ve kalite artışı gibi özelliklerin iyileştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu yöntem uygulanabilir olduğunda oldukça etkilidir ve geniş bir varyasyon meydana getirilebilmektedir. *C.annuum* türüne ait meyveler ketçap, sos, salça ve işlenmiş et sektörlerinde hammadde olarak değerlendirilmekle birlikte aynı zamanda bu türe ait

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*: sehertoprak13@gmail.com

bitkiler süs bitkisi olarak kullanılabilmektedir. Süs biberleri kısa-uzun, küçük meyveli-iri meyveli, kısa ve sıkı şekilli gibi geniş bir morfolojik varyasyona sahiptir. Bu çeşitlilik süs biberlerinin saksılı süs biberi olarak kullanılmalarına olanak sağlamakta, bazı tiplerin ise kesme çiçek ve dış mekân süs bitkisi olarak kullanılabilmelerine olanak sağlamaktadır [17].

Süs biberleri sürekli çiçek açma eğilimindedir. Bu sürekli çiçeklenme neticesinde bitki üzerinde olgunluk farkları nedeniyle farklı renklerde meyveleri aynı zamanda görülmesi görsel bir şölen oluşturmaktadır. Küçük, kompakt, 10-15 cm boyundaki bitkiler Tabasco tipi dik meyveler süs biberlerinin temel özelliklerindendir. Uygun çeşit seçilirse dallanma ve boy kontrolü için bir büyüme düzenleyicisine ihtiyaç duyulmadan yetiştirilebilir. Düzensiz yayılan genotipler ve çeşitler ise askılı sepetlerde yetiştiricilik için geliştirilmektedir [10].

Saksılı yetiştiricilik için ise boğum araları kısa bodur genotipler çeşit geliştirmede ebeveyn olarak kullanılmaktadır [3]. Amerika ve Avrupa'da farklı özelliklere sahip süs biber çeşit geliştirme çalışmaları yaygınken, ülkemizde tescil edilmiş bir adet süs biberi çeşidi (Özalkan) bulunmaktadır [5]. Süs biberleri çok geniş meyve renk ve şekilleri, yaprak renkleri, uzun çiçeklenme periyotları, kısa ve yayvan bitki gelişimleri ile geniş bir çeşitlilik içermektedir. Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü ülkemizdeki seleksiyon ve melezleme sonucu geliştirilmiş ülkemizdeki en geniş süs biberi genetik koleksiyonuna sahiptir. Bu geniş çeşitlilik süs bitkisi [10, 12, 13], tatlı turşuluk süs biberi geliştirilmesi [4] ve nematodlara dayanım [2] gibi farklı ıslah çalışmaları için kullanılmıştır. Bu genetik materyal içerisindeki acılık (MKÜ-106), siyah yaprak rengi (MKÜ-43), alacalı yaprak rengi (MKÜ-106), turuncu olgun meyve rengi (MKÜ-69), mor olgunlaşmamış meyve rengi (MKÜ-124) gibi farklı özelliklere sahip hatlar farklı ıslah programlarında kullanılmıştır. Alacalı yapraklı Purple Flash ve Calico gibi çeşitler süs biberi yetiştiriciliğinde görsel olarak talep edildiği için bu çalışma ile kendi alacalı çeşitlerimizin geliştirilmesi ve olgun meyve renk ve şekilleri farklı süs biberi çeşitleri geliştirilmesi amacıyla bir ıslah programı oluşturulmuştur.

Bu çalışmada oluşturduğumuz ıslah programlarından elde edilen bazı F_1 ve F_2 bireyler ile ebeveyn genotiplerin tohum çıkış performansları ve erken fide dönemi özelliklerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Daha sonrasında özellikle alacalı yapraklı ve farklı olgun meyve rengine sahip çeşitlerin geliştirilmesine yönelik seçimlerin yapılması hedeflenmektedir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Çalışma, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma Serasında iki aşama şeklinde planlanmıştır. Birinci aşamada tohumların çıkış denemeleri yürütülmüş, ikinci aşamada ise bu tohumlardan elde edilen fideler ile saksılı süs biberi yetiştiriciliği yapılmıştır. Çalışmada bitkisel materyal olarak *C.annuum* türüne ait Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri biber koleksiyonunda muhafaza edilen MKÜ-106 (Alacalı yaprak rengine sahip, çok acı), MKÜ-124 (Olgunlaşmamış meyveler mor renkli), MKÜ-126 (Olgun meyveler turuncu renkli), MKÜ-127 (Olgunlaşmamış meyveler beyaz renkli) ve MKÜ-128 kodlu genotipler ve bu genotiplerin melezlenmesinden elde edilen F_1 ve F_2 kademesindeki (106×124 (F_1/1), 106×124 (F_1/2), 128×106, 127×126 (F_2/1), 127×126 (F_2/3), 126×127) bitkiler kullanılmıştır (Şekil 1).

Metot

Çalışmada kullanılan ebeveyn ve melezlerde tohum çıkış testleri 29.12.2021-27.01.2022 tarihleri arasında plastik kaplar kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Laboratuvarda yürütülen çalışma sürecinde ortalama sıcaklık 19°C, ortalama minimum sıcaklık 15°C ve ortalama maksimum sıcaklık 22°C olarak ölçülmüştür. Çıkış çalışmalarında tohumlardaki yetersizlik nedeniyle üç tekerrürlü ve her tekerrürde 7 tohum kullanılmıştır. Çıkış çalışmasında çıkış oranı (%) [9], ortalama çıkış zamanı (gün) [16], ortalama çıkış hızı [8] ve ortalama çıkış hızı kat sayısı [7] özellikleri belirlenmiştir.

Çıkış denemesinin bitirilmesinden sonra bitkilerin erken dönem performanslarının belirlenmesi için torf perlit karışımı (2:1) doldurulmuş olan saksılara 09.12.2021 tarihinde dikimleri yapılmıştır. Bu aşamada ise 3 tekerrürlü her tekerrürde 4 bitki olacak şekilde ısıtmasız cam serada süs biberleri yetiştirilmiştir. Yetiştiricilik boyunca (09.12.2021-30.05.2022) kültürel işlemler düzenli olarak yapılmıştır. Erken gelişim dönemindeki boy gelişiminin kümülatif değişimini takip edebilmek için tüm bitkilerin boyları birer hafta aralıkla dört defa cetvel yardımı ile ölçülmüş ve ortalamaları alınmıştır. Her ebeveyn ve melez bireyde toplam bitkilerin yarısında olgun meyvelerin göründüğü zaman olgun fide boy uzunluğu ölçülmüştür. Ayrıca ilk tomurcuğun görünme zamanı (gün), ilk çiçek açma zamanı (gün), ilk meyve tutma zamanı (gün), olgunlaşmamış meyve rengi ve yapraklarda SPAD

klorofil değerleri belirlenmiştir. Deneme sürecinde örtüaltı ortalama sıcaklık 24°C, minimum sıcaklık 4°C ve maksimum sıcaklık 46°C olarak ölçülmüştür.

Verilerin istatistiksel olarak karşılaştırılmasında SPSS paket programı kullanılarak varyans analizi yapılmıştır. Yüzde veriler analiz edilmeden önce açı transformasyonu yapılmış çizelgelerde gerçek değerler verilmiştir. İstatistiksel farklılık bulunan bireyler %5 önemlilik derecesinde Duncan testine tabi tutularak karşılaştırılmıştır.



Şekil 1. Ebeveynler ve melez bireylerin genel görünümleri

Figure 1. General views of parents and hybrid individuals

BULGULAR

Ebeveyn ve melez bireylerin çıkış oranları %21 ile 100 arasında değişmiştir. En düşük çıkış oranı %21 ile MKÜ-127 kodlu ebeveynde belirlenirken, diğer ebeveyn ve melez bireylerin çıkış oranları %81 ve üzerinde bulunmuştur. Ortalama çıkış zamanları ise 12.6 gün ile 17.9 gün arasında değişmiştir. Ebeveynlerden MKÜ-106 kodlu genotip en kısa sürede çıkışları tamamlarken, bu ebeveynin anne olarak kullanıldığı 106×124 F_1/1 melez bireyler ise çıkışı en uzun sürede tamamlamıştır (Çizelge 1).

Ortalama çıkış hızı açısından kullanılan ebeveynler ve melezler istatistiksel olarak önemli ve geniş bir çeşitliliğe sahip bulunmuşlardır. En düşük ortalama çıkış hızı MKÜ-127 kodlu genotipte, en yüksek ortalama çıkış hızı ise MKÜ-106 kodlu genotipte belirlenmiştir. Ebeveynlerde ortalama çıkış hızı değerleri 0.09 ile 0.53 arasında değişmiştir. Melez bireylerde ise ortalama çıkış hızı 0.32 ile 0.47 arasında değişmiştir. Ortalama çıkış hız katsayısı ortalama çıkış zamanı ile ters ilişkili olarak çıkış zamanı uzun olanlarda daha düşük, çıkış zamanı kısa olanlarda daha yüksek değerlere sahip olmuştur. En yüksek ortalama çıkış hız katsayısı MKÜ-106 kodlu ebeveyn genotipte 113.7 olarak hesaplanmıştır. En düşük ise melez bireylerden 106×124 F_1/2 kodlu bireylerde 80.4 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 1).

Erken bitki dönemi özelliklerinden kümülatif bitki boyları açısından ilk ölçümler ile son ölçümler arasında ebeveyn ve melezlerin düzenli bir gelişim içerisinde oldukları belirlenmiştir. Kullanılan ebeveyn ve melezlerin tamamı boğum aralarının kısa olduğu, boğum arası kısa olmaları nedeniyle de bodur bitkiler meydana getirdikleri belirlenmiştir. Melezlerden 126×127 kodlu bireyler kümülatif bitki boyu açısından en kısa bitki boyuna sahip olmuşlardır. Melezlerden 106×124 F_1/2 kodlu bireyler ise ortalama 17.4 cm kümülatif bitki boyu ile ebeveynlerinden ve diğer melezlerden daha uzun bulunmuşlardır. Son bitki boy ölçümleri ile ebeveyn genotipleri arasında MKÜ-128 en uzun genotip olurken, MKÜ-126 genotipinin ise en kısa boy uzunluğuna sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2).

İlk çiçek tomurcuğu görülme zamanı açısından ebeveynler ve melezler 45 ile 64 gün arasında değişen sürelere tomurcuklandıkları belirlenmiştir. MKÜ-126 ve MKÜ-127 kodlu ebeveynlere ait melezlerin en kısa sürede çiçek tomurcuklarını oluşturdukları gözlemlenmiştir. MKÜ-106 kodlu genotip ise 64 günle en uzun sürede tomurcuklanmıştır (Çizelge 3). İlk çiçek açma zamanının ise ebeveyn ve melez bireylerde 62.7 gün ile 75.7 gün arasında değiştiği saptanmıştır. Tomurcuk görünme zamanına paralel olarak ilk çiçek açma zamanı da MKÜ-106 kodlu

ebeveyn genotipte en geç olarak meydana gelmiştir. En erken çiçeklenme zamanı ise 127×126 F_2/1 melez bireylerinde 62.7 gün olarak belirlenmiştir (Çizelge 3).

Ebeveyn ve melez bireylerde ilk meyve tutumu sürelerinin 66.3 gün ile 79 gün arasında değişmiştir. Yetiştirilen süs biberlerinin ilk çiçeklenmeden yaklaşık 3-4 gün sonra meyve tutumunu gerçekleştirdikleri tespit edilmiştir. Ebeveynlerden dört tanesinin 72 gün ve üzerindeki sürelerde meyve tuttukları belirlenirken, melez bireylerin tamamında 71 gün ve altındaki sürelerde meyve tuttukları belirlenmiştir (Çizelge 3). Ebeveyn genotiplerin olgunlaşmamış meyve renkleri menekşe (MKÜ-124), koyu menekşe (MKÜ-126), beyaz (MKÜ-127) ve menekşe-yeşil alacalı (MKÜ-106) olarak belirlenmiştir. Melez bireylerin ise koyu menekşe olgunlaşmamış meyve renklerinde meyvelere sahip oldukları belirlenmiştir (Çizelge 3).



Şekil 2. Sonraki çalışmalar için seçilen bireyler
Figure 2. Individuals selected for further studies

Klorofil SPAD değerleri 30.4 ile 52.1 arasında değişmiştir. SPAD değerleri yapılan çalışmalarda spektrometrik olarak belirlenen değerler ile çok yüksek ve önemli korelasyona sahip olduğu bildirilmektedir. Bu nedenle yüksek SPAD değerine sahip olan bireylerin toplam klorofil değerlerinin daha yüksek olduğu ifade edilebilir. Ayrıca SPAD değeri düşük olan bireylerin yaprak renklerinin görece olarak daha açık renkli olduğu söylenebilir. Melez bireylerinden üçü bu açıdan ebeveynlerden daha yüksek SPAD değeri vererek daha koyu yeşil yapraklara sahip bulunmuşlardır (Çizelge 3). Veriler incelendiğinde özellikle melez bireylerden farklı morfolojik özelliklere sahip bireyler tespit edilmiştir (Şekil 2).

TARTIŞMA

Bitkilerden elde edilen tüm veriler Duncan testine ($p<0.05$) tabi tutularak karşılaştırılmış ve önemli farklılıklar elde edilmiştir. Çıkış oranlarının ebeveyn ve melez bireylerin arasında farklı olması tohumun kalitesi ve genetik yapısından kaynaklanıyor olabileceği değerlendirilmiştir. Ortalama çıkış zamanlarında ise ebeveynlerden MKÜ-106 kodlu genotipin erkenci olduğu belirlenmiştir. Taychasinpitak ve Taywiya'a göre bodur ve yayılan taç yapısı özelliği gösteren çeşitler saksı bitkisi olarak tercih edilmektedir [19]. Biberlerde bodurluk saksılı süs bitkisi yetiştiriciliğinde istenen bir özelliktir. Bitkilerde farklı bitki büyüme düzenleyiciler kullanılarak boy kontrolü sağlanabilmektedir [14]. Yapılan diğer çalışmalarda biber çeşit/genotiplerinde farklı biber boy değerleri elde edilmiştir. Yaldız ve Özgüven biber boy aralıkları 37.7-117.7 cm arasında belirlemiştir [20]. Bu çalışmada en kısa bitki boyu 8.8 cm ve en uzun bitki boyu 19.4 cm ile sırasıyla MKÜ-126 ve MKÜ-128 kodlu genotiplerde elde edilmiştir. Coon ve ark. [3]'da yaptıkları çalışmada farklı süs biberlerinde bitki boylarında geniş bir varyasyon (7.6-21.5 cm) belirlemişlerdir. Melez genotipler, ebeveynlere kıyasla bitki boyları bakımından bodur özellik göstermiştir. Bu durumun iki boğum arası kısa genotipin melezlenmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Yapılan başka bir çalışmada, optimum koşullarda 'Tangerin Dream' süs biberi çeşidinin fide dikiminden itibaren 70 günde olgunlaştığı belirlenmiştir [17]. Bu çalışmada ise en erkenci çiçek tomurcuğu görülme zamanı 45 günde 127×126 melez bireylerde gözlemlenmiştir. Stommel ve Bosland süs biberlerindeki çeşitli olgun meyve rengi ve yeşilden mora değişen farklı renk tonlarının benzersiz süs biberi çeşitleri geliştirmek için birçok fırsat sunduğunu bildirmişlerdir. Bunun yanında boğum arası kısa genotipler herhangi bir büyüme düzenleyicisine gerek olmadan saksı yetiştiriciliği için değerlendirilmektedir [6]. Bu çalışmada da elde edilen kısa boğum aralığına sahip bireyler saksı yetiştiriciliği için uygun olabilir.

Çizelge 1. Süs biberi ebeveyn ve melezlerinin ortalama çıkış oranı (%), ortalama çıkış zamanı (gün), ortalama çıkış hızı ve ortalama çıkış hız kat sayısı değişimleri

Table 1. The average emergence rate (%), average emergence time (days), average emergence velocity and average emergence velocity coefficient changes of ornamental pepper parents and hybrids

Genotip	Çıkış oranı (%) *Emergence rate*	Çıkış zamanı (gün) *Emergence time*	Çıkış hızı *Emergence velocity*	Çıkış hız katsayısı *Emergence velocity coefficient*
MKÜ-106	95±4.76 a	12.6±0.15 d	0.53±0.035 a	113.7±1.43 a
MKÜ-124	100±0 a	16.0±0.73 bc	0.45±0.014 ab	92.1±1.72 bc
MKÜ-126	95±4.76 a	15.5±0.30 c	0.47±0.020 ab	92.0±1.78 bc
MKÜ-127	21±4.12 c	17.5±0.28 ab	0.09±0.014 d	81.7±1.34 d
MKÜ-128	100±0 a	15.8±0.55 c	0.45±0.015 ab	91.1±2.91 bc
126×127	90±4.76 ab	15.4±0.29 c	0.41±0.024 b	98.6±4.29 b
128×106	100±0 a	14.9±0.08 c	0.47±0.005 ab	95.5±1.08 bc
127×126 F_2/1	100±0 a	16.3±0.77 a-c	0.43±0.017 b	87.8±4.04 cd
127×126 F_2/3	95±4.76 a	14.9±0.27 c	0.45±0.015 ab	96.1±1.77 bc
106×124 F_1/1	100±0 a	17.9±0.33 a	0.40±0.003 b	80.40±1.58 d
106×124 F_1/2	81±9.52 b	17.4±1.05 ab	0.32±0.063 c	82.2±4.68 d

**Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (Duncan)*

**Mean separation within columns by Duncan multiple test at, 0.05 level*

Çizelge 2. Ebeveyn ve melezlerin kümülatif bitki boyu değerlerindeki değişimler

Table 2. Changes in cumulative plant height values of parents and hybrids

Genotip	Bitki boyu 1 (cm) *Plant height 1*	Bitki boyu 2 (cm) *Plant height 2*	Bitki boyu 3 (cm) *Plant height 3*	Bitki boyu 4 (cm) *Plant height 4*	Bitki boyu 5 (cm) *Plant height 5*
MKÜ-106	6.1±0.37 a	7.5±0.44 a	8.7±0.22 ab	12.5±0.08 c	16.3±0.78 b
MKÜ-124	5.7±0.24 ab	6.9±0.33 a	7.8±0.42 b	12.5±1.14 c	17.1±0.73 b
MKÜ-126	4.8±0.12 b-d	5.3±0.17 bc	6.0±0.07 cd	7.7±0.17 ef	8.8±0.33 e
MKÜ-127	2.5±0.39 e	3.6±0.31 d	4.4±0.11 e	8.0±0 ef	10.0±0.58 de
MKÜ-128	4.3±0.22 cd	5.7±0.26 b	6.4±0.26 c	10.8±0.96 cd	19.4±0.97 a
126×127	3.9±0.17 d	4.5±0.19 cd	5.1±0.10 de	6.7±0.22 f	10.2±0.48 de
128×106	6.5±0.33 a	7.9±0.26 a	9.4±0.48 a	15.6±0.53 ab	13.0±0.21 c
127×126 F_2/1	4.6±0.41 cd	5.6±0.47 b	6.5±0.48 c	7.7±0.95 ef	12.0±0.36 cd
127×126 F_2/3	5.0±0.47 bc	5.7±0.48 b	6.3±0.46 c	9.4±0.75 de	10.4±1.30 de
106×124 F_1/1	6.1±0.14 a	7.9±0.06 a	9.2±0.13 a	14.9±0.27 b	15.5±1.12 b
106×124 F_1/2	6.4±0.28 a	7.6±0.36 a	9.4±0.49 a	17.4±0.8 a	15.8±0.37 b

*Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (Duncan)

**Mean separation within columns by Duncan multiple test at, 0.05 level*

Çizelge 3. Ebeveyn ve melezlerin ilk çiçek tomurcuğu görülme zamanı (İÇTGZ) (gün), ilk çiçek açma zamanı (İÇAZ) (gün), ilk meyve tutma zamanı (İMTZ) (gün), olgunlaşmamış meyve rengi (OMR) ve SPAD klorofil değerlerindeki değişimler

Table 3. Changes in first flower bud appearance (FFBA) (days), first flowering time (FFT) (days), first fruit set time (FFST) (days), ımmature fruit color (IFC) and SPAD chlorophyll values of parents and hybrids

Genotip	İÇTGZ / *FFBA*	İÇAZ / *FFT*	İMTZ / *FFST*	OMG[1] / *IFC*	Klorofil / *Chlorophyll*
MKÜ-106	64.0±1.52 a	75.7±0.33 a	79.0±0 a	7	40.6±1.21 c-e
MKÜ-124	50.0±2.00 b	67.3±1.2 b-d	74.0±0.57 bc	5	30.4±1.04 f
MKÜ-126	47.3±1.20 b	66.7±1.2 b-d	69.3±0.88 c	6	41.6±0.65 c-e
MKÜ-127	47.3±1.66 b	70.7±0.88 b	75.0±0 ab	1	42.7±5.83 b-e
MKÜ-128	51.0±1.15 b	68.3±1.2 bc	72.3±1.85 bc	6	34.9±0.65 d-f
126×127	46.7±2.18 b	65.0±1.52 cd	69.7±1.85 c	6	43.8±1.82 b-d
128×106	46.3±2.60 b	64.8±1.73 cd	66.3±0.88 d	6	52.1±2.06 a
127×126 F_2/1	45.0±1.15 b	62.7±3.17 d	69.3±2.60 c	6	50.3±2.51 ab
127×126 F_2/3	46.7±1.76 b	65.0±2.0 cd	70.0±1.52 c	6	47.5±2.45 a-c
106×124 F_1/1	49.7±4.17 b	65.7±0.88 b-d	69.7±1.33 c	6	39.4±2.45 de
106×124 F_1/2	52.3±3.84 b	66.3±2.02 b-d	69.7±1.85 c	6	38.1±1.49 de

*Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (Duncan)

**Mean separation within columns by Duncan multiple test at, 0.05 level*

**[1]Olgunlaşmamış meyve rengi beyaz (1), menekşe (5), koyu menekşe (6), menekşe-yeşil alacalı (7)*

**[1]Immature fruit color is white (1), purple (5), deep purple (6), purple-green variegate*

SONUÇ

Çalışmada kullanılan genotiplerin tamamının süs bitkisi olarak kullanılabilecek potansiyele sahip oldukları belirlenmiştir. Ancak bazı genotiplerin bitki boyları (MKÜ-126), bazı genotiplerin hızlı çıkış göstermeleri (MKÜ-106), bazı genotiplerin çıkış oranları (MKÜ-128), bazı genotiplerin ise ortalama çıkış zamanları (MKÜ-127) bakımından öne çıktığı belirlenmiştir. Ebeveynler ve melez bireylerin çıkış özellikleri ve erken fide özellikleri açısından birbirlerinden farklılıklar gösterdikleri

gözlemlenmiştir. F_2 popülasyonlar içerisindeki açılım farklı meyve renk, şekil ve bitki yapısına sahip yeni bireyler elde etmemizi sağlamıştır. Ebeveynlerden farklı özellikler gösteren melez bireyler olgunlaşmamış meyve renklerindeki farklılıklar nedeniyle seçilmişlerdir. Seçilen bu bireyler (127×126 F_2/1, 127×126 F_2/3, MKÜ-126, MKÜ-128) üzerinde saflaştırma çalışmalarına devam edilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Bosland, P.W., Iglesias, J., Gonzalez, M.M., 1994. 'NuMex Centennial' and 'NuMex Twilight' ornamental chiles. HortScience 29(9):1090.
2. Bozbuğa, R., Mavi, K., 2020. *Capsicum* spp.'de *Meloidogyne incognita*'ya karşı dayanıklılık sağlayan, P9 kromozomunda bulunan Me genlerinin (Me3, Me4, Mech1, Mech2, Me7) farklı moleküler markırlar (SCAR, SSCP, CAPS) kullanılarak belirlenmesi. TÜBİTAK Proje No:218O243, Sonuç raporu.
3. Coon, D., Barchenger, D.W., Bosland, P.W., 2017. Evaluation of dwarf ornamental Chile pepper cultivars for commercial greenhouse production. HortTechnology 27:128-131.
4. Fırat, C., Karataş, K., Arpacı, B.B., Mavi, K., 2021. Turşu sanayisine uygun tatlı süs biberi çeşitlerinin geliştirilmesine yönelik melezleme ıslahı çalışmaları. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 26(3):679-691.
5. Güveloğlu, Y., Uzunoğlu, F., Mavi, K., 2021 The morphological characterization of some ornamental pepper lines in the genetics collection of Mustafa Kemal University. Ed. Arzu Çığ, Overview on Horticulture, Chapter 10:247-271.
6. Grossi, J.A.S., De Moraes, P.J., De Araujo Tinoca, S., Barbosa, J.G., Finger, F.L. Cecon, P.R., 2005. Effects of paclobutrazol on growth and fruiting characteristics of 'Pitanga' ornamental pepper. Acta Hort. 683:333-336.
7. Kader, M.A., 2005. A comparison of seed germination calculation formulae and the associated interpretation of resulting data. J. Proc. Royal Soc. New South Wales, 138:65-75.
8. Maguire, J.D., 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Sci. 2(2):176-177.
9. Mavi, K., 2009. Kabakgil türlerinde tohum gücü testlerinin kullanımı ve stres koşullarında çıkış ile ilişkileri. (Doktora Tezi) Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
10. Mavi, K., 2013. Kendisi küçük acısı büyük bir lezzet: süs biberi. Agroskop, Ağustos, s:24-28.
11. Mavi, K., 2020. Biberlerde türler arası melezleme. International Journal of Life Sciences and Biotechnology 3(3):386-406.
12. Mavi, K., Açıkgöz F.U., Şen Ö., Onur A., Doksöz S., İnceoğlu H., Yüceyurt M., Eken N.İ., 2013. Farklı biber genotiplerinin süs bitkisi olarak kullanılabilirliğinin belirlenmesi. V. Süs Bitkileri Kongresi, s:418-422, Yalova.
13. Mavi, K., Mavi, F., 2015. Bazı süs biberi genotiplerinin tohumluk bitki özellikleri ve tohum çıkış performansları. Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 4(1):31-35.
14. Mutlu, S.S., Kurtulan, N., 2015. Trinexapac-ethyl modifies plant architecture of ornamental pepper. Eur. J. Hortic. Sci. 80(6):280-287.
15. Neitzke, R.S., Barbieri, R.L., Rodrigues, W.F., Correa, I.V., Carvalho, F.I.F., 2010. Genetic dissimilarity among pepper accessions with potential for ornamental use. Horticultura Brasileira 28:47-53.
16. Orchard, T., 1977. Estimating the parameters of plant seedling emergence. Seed Science and Technology 5:61-69.
17. Stommel, J.R., Bosland, P.W., 2007. Ornamental pepper. In Flower breeding and genetics (pp:561-599). Springer, Dordrecht.
18. Stommel, J.R., Griesbach, R.J. 2008. *Capsicum annuum* L. Lil' Pumpkin TM and Pepper Jack TM. Hortscience 43(3):935-938.
19. Taychasinpitak, T., Taywiya, P., 2003. Specific combining ability of ornamental peppers (*Capsicum annuum* L.). Kasetsart J (Nat Sci) 37: 123-128.
20. Yaldız, G., Özgüven, M., 2011. Farklı süs biberi tür ve hatlarının Çukurova koşullarına adaptasyonu. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 21(1):1-11.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 73–78 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

DOMATESTE "MARKER DESTEKLİ ISLAH (MAS)"

Cansu ŞİMŞEK[1]*, Duran ŞİMŞEK[2], Nedim MUTLU[3], Gamze ÇİÇEK[4], Dilşan BOYLU[5]

[1]Areo Tohumculuk, Pınarbaşı Mah., Dumlupınar Bul., No:812, Konyaaltı/Antalya; ORCID: 0000-0002-9811-3307
[2]Areo Tohumculuk, Pınarbaşı Mah., Dumlupınar Bul., No:812, Konyaaltı/Antalya; ORCID:
[3]Prof. Dr., Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji A.B.D., Konyaaltı/Antalya; ORCID: 0000-0001-7252-5883
[4]Areo Tohumculuk, Pınarbaşı Mah., Dumlupınar Bul., No:812, Konyaaltı/Antalya; ORCID:
[5]Areo Tohumculuk, Pınarbaşı Mah., Dumlupınar Bul., No:812, Konyaaltı/Antalya; ORCID:

ÖZ

Bitki biyoteknolojisi günümüz tarımsal faaliyetlerinde, özellikle bitki ıslahı alanında oldukça önem kazanmıştır. Özellikle Dünya tarımı için önemli bir materyal olan domateste gerek verim gerekse kalite açısından yoğun bir şekilde ıslah programı uygulanmaktadır. Domateste verim ve kalite kayıplarına neden olan etkenlerin başında viral, bakteriyel, ve fungal kökenli hastalıklar ve nematod gibi zararlılar gelmektedir. Bu kayıpların üstesinden gelebilmek için domates ıslahında genetik dayanıklı hibritlerin (F_1) geliştirilmesi önem arz etmektedir. Klasik ıslah sürecini hızlandırmak ve iş gücünü azaltmak adına moleküler markırların kullanılması yenilikçi bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışmada, domateste sık görülen bakteriyel (Bakteriyel Benek), viral (Domates Lekeli Solgunluk Virüsü (TSWV), Domates Sarı Yaprak Kıvırcıklığı Virüsü (TYLCV), Domates Mozaik Virüsü (ToMV)), fungal (Fusarium Solgunluğu, Vertisilyum Solgunluğu, Gri Yaprak Lekesi, Geç Yanıklık) ve nematod (Kök-ur Nematodu) kaynaklı hastalıklara karşı dayanıklılık genlerine bağlı moleküler markırların ıslah programına entegre ederek "markır destekli seleksiyon (MAS)" gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda farklı meyve türüne sahip (tekli (%42), salkım (%20), kokteyl (%18), cherry (%7), köy tipi (%8), beef (%3), plum (%2)) toplamda 2316 domates genotipi bu hastalıklara karşı dayanım durumlarının tespiti amacıyla klasik PCR ve floresan işaretli sekans-spesifik prob temelli RT-PCR (gerçek zamanlı PCR) yöntemleri ile test edilmiştir. Bu sayede domates yetiştiriciliğinde genetik dayanımın kullanılması ile daha hızlı, güvenilir ve çevre dostu bir üretim modeli anlayışına katkıda bulunulmuştur. Bu çalışma sayesinde daha hızlı, daha güvenilir ve hastalık dayanımına sahip potansiyel hibrit adaylarının geliştirilmesine katkıda bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Moleküler marker, bitki ıslahı, seleksiyon, PCR

"MARKER ASSISTED SELECTION (MAS)" IN TOMATO BREEDING

ABSTRACT

Plant biotechnology has gained importance in today's agricultural activities, especially in the field of plant breeding. In tomato breeding, an intensive breeding program is applied in terms of both yield and quality. Viral, bacterial, fungal pathogens, and nematodes are the leading causes of yield and quality losses in tomato cultivation. In order to overcome these losses, it is crucial to develop hybrids (F_1) that are genetically resistant to this group of diseases. The use of molecular markers stands out as an innovative approach in order to accelerate the classical breeding process and to make multi-disease resistant line development possible. In this study, "marker assisted selection (MAS)" was used to integrate molecular markers related to resistance genes against bacterial (Tomato Bacterial Speck), viral (Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV), Tomato Yellow Leaf Curl Virus (TYLCV), Tomato Mosaic Virus (ToMV)), fungal (Fusarium Wilt, Fusarium Crown and Root Rot, Verticillium Wilt, Gray Leaf Spot, Late Blight) and nematode (Root Knot Nematode) diseases in tomato a commercial breeding program. In this context, a total of 2316 tomato genotypes (loose (42%), trust (20%), cocktail (18%), cherry (7%), marmande (8%), beef (3%), plum (2%)) were tested with classical PCR and fluorescently labeled sequence-specific probe-based RT-PCR (real-time PCR) methods to determine their resistance against these diseases. In this way, the use of genetic resistance in tomato cultivation has contributed to the understanding of a faster, reliable and environmentally friendly production model. This study contributed to the development of potential hybrid candidates with faster, more reliable and disease resistance.

Keywords: Molecular marker, plant breeding, selection, PCR

GİRİŞ

Birçok varyeteye sahip olan domates (*Solanum lycopersicum*) Dünya'da ve ülkemizde en çok tarımı yapılan sebzelerin başında gelmektedir. Dünyada 5.051.983 ha alanda 186.821.216 ton, Türkiye'de ise 181.879 ha alanda 13.204.015 ton domates üretimi yapıldığı kaydedilmiştir. Güney Amerika orijinli olan domates günümüzde Asya (%62.6), Amerika (%13.1), Avrupa (%12.2), Afrika (%11.9) ve

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*: cansu.simsek@areo.com.tr

Okyanusya (%0.2) gibi dünyanın farklı bölgelerinde yetiştirilmektedir. Domates üretiminde ülke bazında Çin ilk sırada yer alırken, sırasıyla bunu Hindistan ve Türkiye takip etmektedir [1].

Gerek ekonomik gerekse sahip olduğu agronomik özellikleri açısından domates Dünya çapında büyük bir önem arz eden bir gıda haline gelmiştir. *Solanaceae* familyasının bir üyesi olan domates dişi ve erkek organları aynı çiçek üzerinde barındıran ve %95'e varan oranlarda kendine döllenen tek yıllık bir bitkidir [2]. Varyete bazında fenolikler ve likopen içeriği bakımından miktarsal değişiklik gösteren domates insan sağlığı için oldukça elzem olan antioksidanları da içermektedir [3]. Genetiksel açıdan 2n=2x=24 kromozoma sahip bir diploid bitki olan domates aynı zamanda kolay iklimsel adaptasyonu, diğer türlere kıyasla daha küçük olan genomu (950 Mb), ıslah açısından melezleme ve doku kültürü için rejenerasyon kolaylığı gibi özelliklerinden dolayı bilimsel çalışmalar için model bir bitkidir [4].

Domates yetiştiriciliğinde düşük maliyet ile kalite ve verimin yüksek olduğu üretim anlayışı ön plandadır. Ancak domates, ciddi verim kayıplarına sebep olabilecek 200'den fazla zararlı ve patojen türüne konakçılık yapmaktadır [5]. Bu zararlı ve patojenlerin bitkide neden olduğu hastalıklar (mantarlar, bakterileri, virüs vb. kaynaklı) şu şekilde kategorize edilmektedir: (I) bitkide neden oldukları semptomlar (kabuklar, kanserler, kök çürükleri, yaprak lekeleri vb.), (II) etkiledikleri bitki organı (kök, gövde, meyve hastalıkları vb.), (III) etkiledikleri bitki türü, (IV) patojen türü [6]. Domateste sık görülen bakteriyel (Bakteriyel Benek), viral (Domates Lekeli Solgunluk Virüsü (TSWV), Domates Sarı Yaprak Kıvırcıklığı Virüsü (TYLCV), Domates Mozaik Virüsü (ToMV), fungal (Fusarium Solgunluğu, Kök ve Kök Boğazı Çürüklüğü, Vertisilyum Solgunluğu, Gri Yaprak Lekesi, Geç Yanıklık) kaynaklı hastalıklar ve nematod (Kök-ur Nematodu) zararlısı olup, bunlarla dayanım ile ilişkili olan gen bölgeleri bulunmaktadır. Bu hastalıkların başında gelen TSWV'ye Tospoviridae ailesine üye olan ve Trips vektörü ile taşınan bir virüs neden olmaktadır. Bu hastalığa karşı dayanım, domatesin 9. kromozomu üzerinde bulunan Sw-5 dominant geni ile sağlanmaktadır [7]. TYLCV'de ise Geminiviridae ailesinden ve tütün beyazsineği (*Bemisia tabaci*) ile taşınan bir virüs hastalık etmeni olup dayanım Ty-1-6 gen/genleri ile sağlanmaktadır [8, 9, 10]. ToMV'de ise dayanım Tm-1, Tm-2 ve Tm-2² gen/genleri ile sağlanmakta olup 0, 1 ve 2 ırklarının hepsine birden en etkin dayanım 9. kromozom üzerinde bulunan Tm-2² geni ile sağlanmaktadır [11]. Fungal kaynaklı hastalıkların en önemlilerinden olan kök ve kök boğazı çürüklüğü *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* etmeni ile meydana gelmekte olup dayanım 9. kromozom üzerinde bulunan Frl (Forl) geni le sağlanmaktadır [12]. Bir başka Fusarium kaynaklı hastalık olan Fusarium solgunluğunda ise *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* hastalık etmeni olup en önemli dayanımlar 11. kromozomda bulunan I-2 (Fol2) ve 7. kromozomda bulunan I-3 (Fol3) genleri ile sağlanmaktadır [13]. Vertisilyum solgunluğu ise bu vasküler hastalıktaki en önemli iki patojen olan *Verticillium dahliae* ve *Verticillium albo-atrum* kaynaklı olmakla birlikte dayanımı 9. kromozomda bulunan Ve1 ve Ve2 gen/genleri sağlamaktadır [14]. Gri yaprak lekesi, *Stemphyllium* spp. kaynaklı, yüksek hava sıcaklığına bağlı olarak görülen bir yaprak hastalığı olup dayanım 11. kromozom üzerinde bulunan Sm eksik baskın geni tarafından sağlanmaktadır [15]. Bir başka fungal bir hastalık olan geç yanıklıkta ise semptomlar *Phytophthora infestans* kaynaklı görülmekte olup dayanım 7. kromozomda bulunan Ph/Ph-1, 7. kromozomda bulunan Ph-2 ve 9. kromozomda bulunan Ph-3 (en etkin dayanım sağlayan gen) gen/genleri ile sağlanmaktadır [16]. *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* etmeninin neden olduğu bakteriyel benek hastalığında ise dayanım 5. kromozom üzerinde bulunan Pto geni ile sağlanmaktadır [17]. Kök-ur nematodlarına (*Meloidogyne arenaria*, *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica*) karşı direnç ise domatesin 6. kromozomunda bulunan tek baskın Mi geni tarafından sağlanmaktadır [18].

Bu çalışmada, domateste sık görülen bakteriyel (Bakteriyel Benek), viral (TSWV (Domates Lekeli Solgunluk Virüsü), TYLCV (Domates Sarı Yaprak Kıvırcıklığı Virüsü), ToMV (Domates Mozaik Virüsü), fungal (Fusarium Solgunluğu, Vertisilyum Solgunluğu, Gri Yaprak Lekesi, Geç Yanıklık) ve nematod (Kök-ur Nematodu) kaynaklı hastalıklara karşı dayanıklılık genlerine bağlı moleküler markırların ıslah programına entegre ederek "markır destekli seleksiyon (MAS)" gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda kalite ve verimi ciddi ölçüde etkileyen bu hastalıklara karşı dayanımlar ile ilişkili olan moleküler markırların domates ıslahında kullanılması sayesinde jenerasyonlar arası kalıtılabilen özelliklerin takibi yapılabilmektedir. Bu kapsamda MAS yardımıyla hastalık/hastalıklara karşı dayanıma sahip genotiplerin belirlenmesi ve ilgili dayanımların farklı domates genotiplerine aktarılması ile potansiyel yeni çeşit adaylarının geliştirilmesi sağlanmaktadır. Ayrıca bu sayede mevcut klasik ıslah programı için harcanan süre kısaltılmakta ve ticari olarak yeni çeşitlerin farklı pazarlarda yer alması hız kazanmaktadır.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada Areo Tohumculuk'un genetik koleksiyonundan ve farklı generasyonlara ait (F_1, F_3, F_4, F_5 ve F_6) ve farklı meyve türüne sahip (tekli (%42), salkım (%20), kokteyl (%18), cherry (%7), köy tipi (%8), beef (%3), plum (%2)) toplamda 2316 domates genotipi kullanılmıştır. Analizler için gerekli DNA örnekleri %2'lik CTAB [19] metodu ile genç ve sağlıklı yapraklardan ekstrakte edilmiştir. Genotipler, domates yetiştiriciliğinde en sık görülen ve ciddi verim/kalite kayıplarına neden olan bakteriyel, fungal, viral ve nematod kökenli hastalıklara (domates lekeli solgunluk virüsü (TSWV), kök-ur nematodları, domates sarı yaprak kıvırcıklığı virüsü (TYLCV), kök ve kök boğazı çürüklüğü, Fusarium solgunluğu, domates mozaik virüsü (ToMV), domates mildiyösü, Vertisilyum solgunluğu, gri yaprak lekesi, geç yanıklık) karşı floresan (FAM-HEX) işaretli sekans-spesifik problar kullanılarak RT-PCR (CFX96, BioRad) cihazı ile analiz edilmiştir. Toplamda bu hastalıklarla ilişkili 11 adet lokus (Sw5, Mi, Ty, Frl, I-2, I-3, TMV-2^2, Sm, Ph3, Ve1, Pto) Çizelge 1'de verilen reaksiyon şartlarına tabi tutularak amplifiye edilmiştir. Analiz esnasında ek olarak durumu bilinen ticari çeşitler kontrol olarak kullanılmıştır. Prob tasarımlarının dayanıklı alel için HEX, hassas alel için FAM işaretli şeklinde yapılması göz önüne alınarak amplifikasyon sonuçları CFX Maestro programında analiz edilmiştir.

Çizelge 1. RT-PCR protokolü

Bileşen	Miktar	
DNA	2-3 µl	
Master Mix (MASGEN)	13 µl	
TOPLAM	15 µl	
95°C	2 dk.	
95°C	20 sn.	9 döngü
66°C (TouchDown)	1 dk.	
95°C	15 sn.	
Sw-5 (56°C) Ty (58°C) Mi (56°C) I-2 (57°C) I-3 (57°C) Frl (57°C) ToMV-2^2 (57°C) Ph3 (57°C) Ve1 (57°C) Sm (58°C)	1 dk.	32 döngü

Ayrıca örnekler ikinci bir yöntem olan klasik PCR yöntemi ile Ty, Sw5, Mi, I-2 ve I-3 lokusları açısından Çizelge 2'de bulunan PCR protokolüne göre (Çizelge 3'de kullanılan primerlerin sekans bilgileri yer almaktadır) testlemeler yapılmıştır. Amplifikasyon ürünleri, farklı yoğunluklardaki agaroz jellere yüklenmiş ve 100 V'da elektroforeze tabi tutulmuştur. Daha sonra agaroz jeller (EtBr içeren) UV görüntüleme cihazında (Bio-Rad, U.S.A.) görüntülenmiştir. Sonuçlar, testte kullanılan markırların (baskın/kodominant) özelliklerine ve amplifiye edilmiş hedef bölgenin sekans uzunluğuna göre skorlanmıştır.

Çizelge 2. Klasik PCR protokolü

Bileşen	Miktar	
DNA	50-100 ng	
HOT FIREPol Blend Master Mix (Solis Biodyne)	2X	
Primer-Forward	0.2 µl	
Primer-Reverse	0.2 µl	
TOPLAM	15 µl	
95°C	13 dk.	1 döngü
95°C	15 sn.	35 döngü
Her hastalık için primerlerin farklı tavlama (annealing) sıcaklıkları bulunmaktadır. Sw-5 [7] Ty-3 [8] Mi [18] I-2 [20] I-3 [13]	45 sn.	
72°C	1 dk.	
72°C	7 dk.	1 döngü

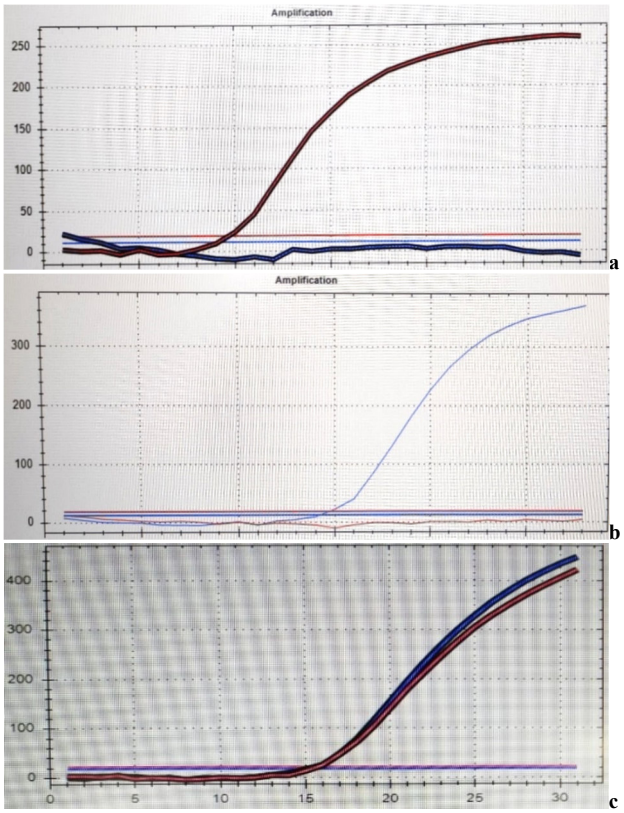
Çizelge 3. Klasik PCR'da kullanılan primerlere ait bilgiler

Lokus	Primer Adı	Forward Sekansı (5'-3')	Reverse Sekansı (5'-3')	Ta (°C)	Agaroz Jel (%)
Tsw (Sw5b)	Sw5-2	AATTAGGTTCTTG AAGCCCATCT	TTCCGCATCAGCC AATAGTGT	53	1.5
Ty-3	Ty3-25	GGTAGTGGAAAT GATGCTGCTC	GCTCTGCCTATTG TCCCATATATAAC C	54	1.5
Mi2.3	Mi-23	TGGAAAAATGTT GAATTTCTTTTG	GCATACTATATG GCTTGTTTACCC	57	2
I-2	Z1063	ATTTGAAAGCGT GGTATTGC	CTTAAACTCACCA TTAAATC	55	1
I-3	NC-I3-017	TTCCCTCAATCCA ACAAAAGTT	ACTCTCGAGTTCC GGTGAAA	55	1.5

BULGULAR VE TARTIŞMA

Domateste ciddi verim ve kalite kaybı meydana getiren önemli bakteri, virüs, fungus ve nematod kökenli hastalıklara karşı dayanımla ilişkili toplam 11 adet lokus (Sw5, Mi, Ty, Frl, I-2, I-3, TMV-2^2, Sm, Ph3, Ve1, Pto) floresan işaretli sekans-spesifik prob temelli RT-PCR yöntemi ile analiz edilmiştir. Toplamda 1174 adet (örnek) Sw5, 1265 adet Mi, 2100 adet Ty, 2000 adet Frl, 1081 adet I-2, 1013 adet I-3, 384 adet TMV-2^2, 60 adet Sm, 60 adet Ph3, 112 adet Ve1, 60 adet Pto analizi gerçekleştirilmiştir.

HEX ve FAM problarının kullanıldığı yöntemde sadece HEX sinyalinin üretildiği genotipler homozigot dayanıklı, sadece FAM sinyalinin üretildiği genotipler homozigot hassas ve her iki sinyalin olduğu genotipler ise heterozigot dayanıklı olarak değerlendirilmiştir (Şekil 1-a, b, c). Farklı meyve türüne sahip domates genotipleri ile yapılan amplifikasyonların sonuçları CFX Maestro programında analiz edilmiştir.



Şekil 1. Floresan işaretli sekans-spesifik prob temelli RT-PCR analiz sonuçları. (a) HEX sinyalinin üretildiği homozigot dayanıklı genotipe ait grafik; (b) FAM sinyalinin üretildiği homozigot hassas genotipe ait grafik; (c) HEX-FAM sinyalinin üretildiği heterozigot dayanıklı genotipe ait grafik

Yapılan floresan işaretli sekans-spesifik prob temelli RT-PCR analizleri sonucunda en fazla homozigot dayanımın %83.03'lük oran ile Vertisilyum solgunluğuna karşı olduğu gözlemlenmiştir. En fazla homozigot hassas sonuç ise %89.63'lik oran ile Fusarium solgunluğunun (Fol)'nin 1, 2 ve 3. ırklarına karşı elde edilmiştir. Analize konu olan biber genotiplerinde *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Fol)'nin 1 ve 2 ırkına karşı dayanım (I-2) %61.33'lük oran ile 1, 2 ve 3. ırklara karşı elde edilen dayanım (I-3) oranından (%3.65) fazladır. En fazla homozigot dayanım vertisilyum solgunluğuna karşı dayanımdan sorumlu olan Ve1 geninin analizinden elde edilirken (%83.03) sonra sırası ile I-2 (%61.33), Sm (%58.33), TMV-2^2 (%56.25), Frl (%30.35), Mi (%28.22), Ty (%25.48), Sw-5 (%14.13), Ph3 (%5) ve I-3 (%3.65) genlerine karşı elde edilmiştir.

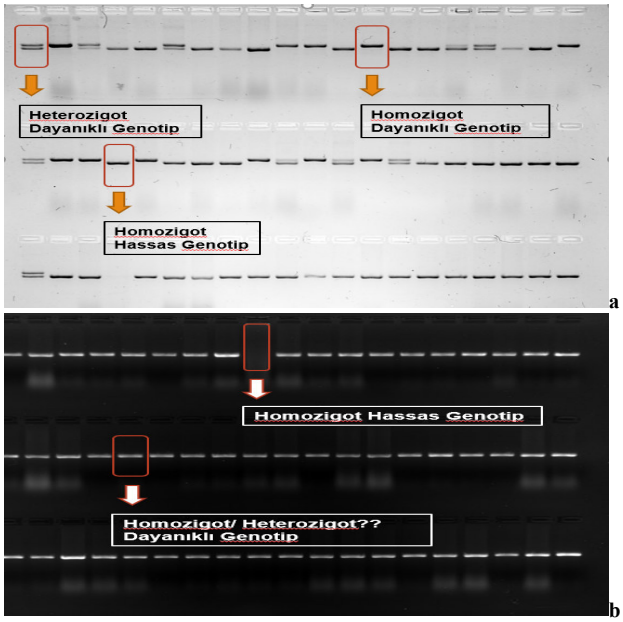
Domateste görülen bu hastalıklara karşı dayanımı belirlemek amacı ile mevcut literatürde bulunan çeşitli moleküler markır bilgileri yer almaktadır [20, 21]. Yapılan bu floresan işaretli sekans-spesifik prob temelli RT-PCR analizlerine alternatif olarak kullanılabilecek klasik-PCR için dizayn edilmiş markırların [7, 8, 13, 18, 20] güvenilirliği de aynı materyaller ile testlenmiştir. Sw-5b ve Mi2.3 genlerinin amplifikasyonu için kullanılan markırlar floresan işaretli sekans-spesifik prob temelli RT-PCR analizleri ile aynı sonuçları üretmiştir. Ancak I-2 lokusu açısından bakıldığında, klasik PCR ile elde edilen ürün eğer 940 bp'de meydana geldiyse genotip dominant dayanıklı (homozigot veya heterozigot dayanım ayırt edilemez) ve PCR ürünü elde edilememiş ise genotip homozigot hassas olarak skorlanmaktadır (Çizelge 3, Şekil 2-a). Bir hastalıkla ilgili lokusun amplifikasyonunda eğer dominant markır kullanılmış ise homozigot veya heterozigot dayanıklı genotipin ayrımı yapılamadığından dolayı ıslah açısından bir takım güçlükler meydana gelmektedir. Özellikle kendileme ile elde edilen ileri jenerasyonlarda genotipin homozigotluk/ heterozigotluk durumunu bilmemek o genotipin analiz edilen özellik bakımından durulup durulmadığını belirleyememeyi de beraberinde getirmektedir. Aynı zamanda klasik PCR için kullanılan bu markır tekrarlanamayan, tutarlılık göstermeyen sonuçlar üretmiştir. Ty-3, Mi, Sw-5 ve I-3 lokuslarının analizinde kodominat markırların kullanılması sayesinde (Şekil 2-b) bu handikapların önüne geçilmekte ve sonuçların yorumlanması ile (Çizelge 3) homozigot veya heterozigot dayanıklı genotipler birbirinden ayırt edilebilmektedir.

Çizelge 3. Farklı lokusların klasik PCR ile amplifikasyonu sonucu elde edilen PCR ürünlerinin büyüklükleri

Lokus	Dayanıklı genotipe ait PCR ürünü büyüklüğü (bp)	Hassas genotipe ait PCR ürünü büyüklüğü (bp)
Ty-3	Ty-3 (450 bp), Ty-3a (630 bp), Ty-3b (660 bp)	320
Mi	380	430
Sw-5	574	510/464
I-2	940	
I-3	673	480

Aynı zamanda biber ıslahında TYLCV'ye karşı dayanım için en sık kullanılan Ty-1 geninin Ty-3, Ty-3a ve Ty-3b genlerinin alleliği olduğu ve Ty-1/Ty-3 aday geni olduğu tahmin edilmektedir [22]. Ty-3 lokusuna büyük introgresyonunun Mi geninin yakınındaki Ty-1 bölgesini de kapsadığı ve bu nedenle Ty-1 ve Ty-3 direnç alellerinin olası bir şekilde bir arada var olduğunu belirlenmiştir [23]. Bu nedenle klasik PCR ile Ty-1 geni için ayrı bir testleme yapmaya ihtiyaç duyulmamıştır. I-3 için yapılan klasik PCR testlemesi [13] sonucunda ise floresan işaretli sekans-spesifik prob temelli RT-PCR analizlerinden elde edilen sonuçlar ile çelişen bazı veriler elde edilmiştir. Bu durumun ise farklı kaynaklarından gelen bazı I-3 dayanımlarını (primer

bağlanma bölgesindeki olası bir mutasyon vb. gibi olası nedenlerden dolayı) klasik-PCR yöntemi ile belirleyememekten kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 2. Klasik PCR ürünlerinin elektroforezi sonucu elde edilen UV görüntüleri. (a) Dominant markır kullanılarak amplifiye edilmiş genotiplere ait UV görüntüsü; (b) Kodominant markır kullanılarak amplifiye edilmiş genotiplere ait UV görüntüsü

Ayrıca domateste MAS'a yönelik olarak kullanılan RT-PCR ve klasik PCR yöntemi karşılaştırılacak olduğunda, RT-PCR yöntemi eş zamanlı gerçek veriler sunduğu için klasik PCR'a göre analiz süresi açısından hız kazandırmaktadır. Klasik PCR yönteminde PCR'da yapılan amplifikasyon sonucunda oluşan ürünlerin baz uzunluğu açısından ayrıştırılması amacı ile elektroforez gibi ek bir işleme tabi tutulması gerekmektedir. Bu ilave basamak gerek süre, gerekse işlem esnasında etidyum bromür (EtBr) gibi sağlık açısından tehlikeli maddelerin kullanılmasından dolayı tercih edilmeyen yönlere sahiptir. Aynı zamanda RT-PCR yönteminde farklı lokuslara yönelik farklı floresan boyalarla işaretlenmiş probların kullanılabilmesi sayesinde birden fazla hedef tek bir PCR reaksiyonu ile amplifiye edilebilmektedir. Bu sayede maliyet ve iş gücü açısından tasarruf sağlanmaktadır [24].

RT-PCR ile yapılan hastalık analizleri hastalık protokolüne bağlı olarak ortalama olarak 1.5 saat sürmesine karşın klasik PCR ile yapılan analizler restriksiyon işlemi yoksa 2 saat, restriksiyon işlemi varsa daha uzun saatler sürebilmektedir. Ayrıca 1-4 saat elektroforez işlemine olan gereksinim çok basamaklı işlemler ve buna bağlı olarak işçilik, uzun süreli elektrik tüketimine neden olmaktadır. Maliyet açısından RT-PCR ile yapılan hastalık analizleri klasik PCR yöntemine göre daha masraflı olmasına rağmen, çok fazla örnekle çalışan laboratuvarlar için zaman açısından oldukça kazanım sağlamaktadır.

Sebze ıslahı stratejilerinde MAS yöntemi günümüzde oldukça yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu yöntem özellikle önde gelen ticari tohum firmaları tarafından önemli bitki hastalıklarına karşı dayanım geliştirmek için kendileme ve geri melezleme programlarında seleksiyon amaçlı kullanılmaktadır. Bir özellik için güvenilir bir belirteç (marker) mevcut olduğunda fenotipik seçimden daha büyük ilerleme ile sağlanmakta ve özelliğe bağlı olarak geleneksel seleksiyon yöntemlerinden daha güvenilir ve daha hızlı sonuç elde edilmektedir. Yapılan analizler doğrultusunda hastalık dayanımlarının belirlenmesi ile aynı çeşit adayı/ıslah hattında çoklu dayanım genleri kombine edilerek "gen piramitlemesi" yine bu yöntemle hızlı bir biçimde yapılabilmektedir.

SONUÇ

Farklı domates genotiplerinde 11 farklı hastalık dayanımı ile ilişkili lokusa yönelik yapılan floresan işaretli sekans-spesifik prob temelli RT-PCR amplifikasyonu sonucunda Mendel açılımlarına uygun olan segregasyonlar (örneğin F_2 popülasyonu için 1:2:1 açılımı) elde edilmiştir. Analiz esnasında dayanım durumları bilinen dayanıklı ve hassas örneklerin kontrol olarak kullanılması ile yapılan analizlerin doğruluğundan emin olunmuştur.

Klasik ıslah ile moleküler markır yardımlı seleksiyonun birbirine entegre edilmesi ile klasik ıslah programlarının verimliliği önemli derecede artmıştır. MAS'ın kullanılması özellikle çoklu hastalık dayanımlı hatların geliştirilmesi amacıyla yapılan tek bitki seleksiyonları ve/veya gen piramitleme çalışmaları rutin uygulamalar durumuna gelmiştir. MAS sayesinde hastalık dayanımına sahip olmayan bitkilerin seleksiyonu fide döneminde ve erken generasyonlarda yapılabilmektedir. Islahın erken aşamalarında yapılan bu seleksiyon sayesinde zaman, iş gücü, gübreleme-ilaçlama masrafları gibi unsurlardan tasarruf sağlanmaktadır. MAS ile dayanım durumu yüksek doğrulukla belirlenmiş ve agronomik özellikleri bakımından iyi bir şekilde gözlemi yapılarak seçilmiş bitki materyallerinin ıslahta kullanılması ile daha hızlı potansiyel hibrit adaylarının elde edilmesi sağlanmaktadır. Çoklu hastalık dayanımlı ve rekabetçi çeşit adaylarının geliştirilmesi, firmalarımızın mevcut ülke ve uluslararası pazarlarda yer almasını ve kalıcı olmasını sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

1. FAO, 2020. FAO crops and livestock products (https://www.fao.org/faostat/en/#data/qcl; Erişim: Eylül 2022).
2. Kabaş, A., İlbi, H. 2016. Hibrit domates tohum üretimi ve teknolojisi. Türktob Dergisi 17:16-17.
3. Martínez-Valverde, I., Periago, M. J., Provan, G., Chesson, A. 2002. Phenolic compounds, lycopene and antioxidant activity in commercial varieties of tomato (*Lycopersicum esculentum*). Journal of the Science of Food and Agriculture 82(3):323-330.
4. Al-Remi, F., Arvas, Y.E., Durmuş, M., Kaya, Y. 2018. Domates bitkisi ve *in vitro* mikro çoğaltımı. J. Engineering Tech. and Appl. Sci. 3(1):57-73.
5. Heusden, S. van, Lindhout, P. 2018. Tomatoes. In: E. Heuvelink (Ed.): Genetics and breeding, CABI International, Boston, USA. 35p.
6. Yialouris, C.P., Sideridis, A.B. 1996. An expert system for tomato diseases. Computers and Electronics in Agriculture 14(1):61-76.
7. Dianese, E.C., de Fonseca, M.E.N., Goldbach, R., Kormelink, R., Inoue-Nagata, A.K., Resende, R.O., Boiteux, L.S. 2010. Development of a locus-specific, co-dominant SCAR marker for assisted-selection of the Sw-5 (Tospovirus resistance) gene cluster in a wide range of tomato accessions. Molecular Breeding 25(1):133-142.
8. Ji, Y., D.J. Schuster, J.W. Scott, 2007. Ty-3, a begomovirus resistance locus near the Tomato yellow leaf curl virus resistance locus Ty-1 on chromosome 6 of tomato. Molecular Breeding 20(3):271-284.
9. Hutton, S.F., Scott, J.W., Schuster, D.J. 2012. Recessive Resistance to Tomato yellow leaf curl virus from the Tomato Cultivar Tyking Is Located in the Same Region as Ty-5 on Chromosome 4, HortScience 47(3):324-327.
10. Caro, M., M.G. Verlaan, O. Julián, R. Finkers, A.M.A. Wolters, S.F. Hutton, J.W. Scott, R. Kormelink, R.G.F. Visser, M.J. Diez, A. Perez de Castro, Y. Bai, 2015. Assessing the genetic variation of Ty-1 and Ty-3 alleles conferring resistance to tomato yellow leaf curl virus in a broad tomato germplasm. Molecular Breeding 35(6):1-13.
11. Hall, T.J. 1980. Resistance at the TM-2 locus in the tomato to tomato mosaic virus. Euphytica 29:189-197.
12. Fazio, G., M.R. Stevens, J.W. Scott, 1999. Identification of RAPD markers linked to Fusarium crown and root rot resistance (Frl) in tomato. Euphytica 105(3):205-210.
13. Zhang, J., Panthee, D.R. 2021. Development of codominant SCAR markers to detect the Pto, Tm22, I3 and Sw5 genes in tomato (*Solanum lycopersicum*). Plant Breeding 140(2):342-348.
14. Panthee, D.R., Chen, F. 2010. Genomics of fungal disease resistance in tomato. Current Genomics 11(1):30-39.
15. Su, X., Zhu, G., Huang, Z., Wang, X., Guo, Y., Li, B., Du, Y., Yang, W., Gao, J. 2019. Fine mapping and molecular marker development of the Sm gene conferring resistance to gray leaf spot (*Stemphylium* spp.) in tomato. Theoretical and Applied Genetics, 132(4):871-882.
16. Chunwongse, J., Chunwongse, C., Black, L., Hanson, P. 2002. Molecular mapping of the Ph-3 gene for late blight resistance in tomato. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology 77(3):281-286.
17. Pedley, K.F., Martin, G.B. 2003. Molecular basis of Pto-mediated resistance to bacterial speck disease in tomato. Annual Review of Phytopathology 41(1):215-243.
18. Seah, S., Williamson, V.M., Garcia, B.E., Mejia, L., Salus, M.S., Martin, C.T., Maxwell, D.P. 2007. Evaluation of a co-dominant SCAR marker for detection of the Mi-1 locus for resistance to root-knot nematode in tomato germplasm. Tomato Genetic Cooperative Report, 57:37-40.
19. Doyle, J.J. 1990. Isolation of plant DNA from fresh tissue. Focus 12:13-15.
20. Arens, P., C. Mansilla, D. Deinum, L. Cavellini, A. Moretti, S. Rolland, van der H. Schoot, D. Calvache, F. Ponz, C. Collonnier, R. Mathis, D. Smilde, C. Caranda, B. Vosman, 2010. Development and evaluation of robust molecular markers linked to disease resistance in tomato for distinctness, uniformity and stability testing. Theoretical & Applied Genetics 120(3):655-664.
21. Foolad, M.R., Panthee, D.R. 2012. Marker-Assisted Selection in Tomato Breeding, Critical Reviews in Plant Sciences 31(2):93-123.
22. Verlaan, M.G., S.F. Hutton, R.M. Ibrahem, R. Kormelink, R.G.F. Visser, J.W. Scott, J.D. Edwards, Y. Bai 2013. The tomato yellow leaf curl virus resistance genes Ty-1 and Ty-3 are allelic and code for DFDGD-class RNA-dependent RNA polymerases. PLoS genetics, 9(3):e1003399.
23. Ji, Y., Schuster, D.J., Scott, J.W. 2007. Ty-3, a begomovirus resistance locus near the Tomato yellow leaf curl virus resistance locus Ty-1 on chromosome 6 of tomato. Molecular Breeding 20:271-284.
24. Gurvich, O.L., Skoblov, M. 2011. Real-time PCR and multiplex approaches. In: O'Driscoll, L. (eds) Gene Expression Profiling. Methods in Molecular Biology, Vol:784. Humana Press.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 79–84 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

AKDENİZ HAVZASINDAN TOPLANAN YEREL DOMATES GENOTİPLERİNİN SSR MARKÖRLERİNE DAYALI MOLEKÜLER KARAKTERİZASYONU

Tunç DURDU[1]*, Yüksel TÜZEL[2], Tansel KAYGISIZ AŞÇIOĞUL[3]

[1]Arş. Gör., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir; ORCID: 0000-0003-4225-014X
[2]Prof. Dr., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir; ORCID: 0000-0001-7825-9379
[3]Dr. Arş. Gör., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir; ORCID: 0000-0002-7712-8307

ÖZ

İnsan kaynaklı negatif etkilerden dolayı tarımsal faaliyetler ve bununla ilişkili olarak gıda güvenliği tehdit altındadır. Özellikle Akdeniz Havzası gibi orta enlemlerde bulunan karasal alanların iklim değişikliğinden en fazla etkilenen bölgeler olacakları öngörülmektedir. Bu etki, domates de dahil olmak üzere kültürü yapılan birçok türde üretim ve tüketimin devamlılığını kaçınılmaz olarak baskılayacaktır. Bu nedenle mevcut üretim ve tüketim alışkanlıklarının devam ettirilebilmesi için kapsamlı tanımlama, koruma ve geliştirme çalışmalarının yapılmasına ihtiyaç vardır. İstenilen bu çalışmaların yapılabilmesi için mevcut genotipik zenginliklerin ortaya çıkarılması ve sahip oldukları avantajların tespit edilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma, "İklim Değişikliği Kaynaklı Çoklu Stres Koşullarına Akdeniz Sebze Türlerinin Adaptasyonu" adlı AB-PRIMA Projesi kapsamında gerçekleştirilmiş olup, iklim değişikliği kaynaklı stres koşullarına dayanıklı olabilecekleri düşünülerek Akdeniz'in farklı bölgelerinden elde edilen ve seçilen yerel domates genotiplerinin SSR markörleri kullanılarak moleküler karakterizasyonlarının yapılmasını ve akrabalıklarının ortaya konmasını kapsamaktadır. Çalışmada 21 genotipte 11 adet primerden toplam 34 polimorfik bant elde edilmiş olup bunların Temel Bileşen Analizine dayalı olarak yapılan faktör analiz sonucuna göre öz değeri 1'in üzerinde olan 5 faktör grubu oluşmuş ve toplam varyasyonun %83'ünü (r=0.81) temsil etmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Solanum lycopersicum*, iklim değişikliği, gıda güvenliği, primer, faktör analizi

MOLECULAR CHARACTERIZATION BASED ON SSR MARKERS OF LOCAL TOMATO GENOTYPES COLLECTED FROM THE MEDITERRANEAN BASIN

ABSTRACT

Agricultural activities and food safety have been under threat due to human-induced negative effects. It is predicted that terrestrial areas located in mid-latitudes, such as the Mediterranean Basin, will be the regions most affected by climate change. This effect inevitably suppresses the continuity of production and consumption in many cultivated species, including tomato. Therefore, it is necessary to carry out comprehensive identification, protection and development studies in order to maintain the current production and consumption habits. In order to carry out these desired studies, it is of great importance to reveal the existing genotypic richness and to determine the advantages they have. This study was carried out within the scope of the EU-PRIMA Project titled "Adapting Mediterranean Vegetable Crops to Climate Change-Induced Multiple Stress" and it is aimed to carry out molecular characterization by using SSR markers of local tomato genotypes and revealing their kinship obtained from different regions of the Mediterranean considering that they can be resistant to stress conditions caused by climate change. In the study, a total of 34 polymorphic bands were obtained from 11 primers in 21 genotypes, and according to the factor analysis result based on Principal Component Analysis, 5 factor groups with an Eigen value above 1 were formed and represented 83%(r=0.81) of the total variation.

Keywords: *Solanum lycopersicum*, climate change, food safety, primer, factor analysis

GİRİŞ

Domates günümüzde en çok üretilen ve ekonomik değere sahip olan sebze türlerinden birisidir. Toplam üretimi yaklaşık 5 milyon hektarda 186 milyon tonun üzerindedir [10]. Domates (*Solanum lycopersicum* L.) Güney Amerika ülkeleri olan Peru, Ekvador ve Şili'de yer alan And Dağları orijinli olmakla birlikte, günümüzde Akdeniz Bölgesi de dahil olmak üzere dünyanın birçok bölgesinde yetiştirilmektedir [2]. Bu yayılım sonucunda tür için değişen çevre koşulları, yeni çevrede bulunan diğer türlerle rekabet, üreticilerin farklı beğenileri, geliştirilen farklı yetiştiricilik sistemleri gibi etmenler sonucunda tür içi çeşitlilik artmıştır. Yakın zamanlarda Avrupa Solanaceae Projesi (EU-SOL) kapsamında yapılan çalışmalarda geçici bir veri tabanında 6000'in üzerinde domates genotipinden oluşan bir koleksiyon oluşturulmuş ve fenotipik özellikleri belirlenmiştir [11].

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*: tunc.durdu@ege.edu.tr

Çeşitlilik geleneksel olarak türe özgü olarak belirlenmiş morfolojik ve agronomik özelliklerin tanımlanması ile ortaya konmaktaydı. Ancak fenotipik tanımlama çevresel faktörlerin etkileri düşünüldüğünde genotipik tanımlama açısından noksan kalmaktadır [8]. Buna karşılık restriksiyon parça uzunluk polimorfizmi (RFLP), rastgele arttırılmış polimorfik DNA (RAPD), amplifiye parça uzunluk polimorfizmi (AFLP), basit dizi tekrarları (SSR) gibi moleküler markörler çevresel değişkenliklerden bağımsız oldukları için çeşitlilik tanımlamalarında etkili araçlar olarak kullanılmaktadırlar [18]. Mevcut farklı markör sistemleri arasında, SSR markörleri, genetik eş baskınlık, yüksek tekrarlanabilirlik ve multiallelik varyasyon özellikleri nedeniyle tanımlama için önemli bir markör sistemi haline gelmiştir [24].

İklim değişikliği kaynaklı stres koşulları günden güne domates de dahil olmak üzere sebze üretimini etkileyen önemli faktörler olarak öne çıkmaktadır [21]. Giorgi ve Lionello [14] iklim değişikliğinin gelecekte Akdeniz Bölgesi üzerindeki olası etkilerini ortaya koymaya çalıştıkları çalışmada özellikle sıcak mevsimde bölgenin önemli ölçüde kuraklaşacağı ve ısınacağını modellemişler ve 4-5°C'yi aşan sıcaklık artışı ve yıllık yağış miktarlarında %25-30 azalma tahminlemişlerdir. Yine IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) [15] raporuna göre Akdeniz Havzası'nda içinde bulunduğumuz yüzyılın sonlarına doğru sıcaklıkların artışıyla beraber yağışlarda önemli azalmaların meydana geleceği ve dolayısıyla da bölgenin küresel iklim değişikliğine karşı en kırılgan bölgelerden biri olacağı bildirilmiştir.

Bu çalışmada "İklim Değişikliği Kaynaklı Çoklu Stres Koşullarına Akdeniz Sebze Türlerinin Adaptasyonu" başlıklı AB-Prima projesi kapsamında farklı Akdeniz ülkelerinde kuraklık stresinin görülme olasılığı varsayılan bölgelerinden toplanarak oluşturulan materyal havuzundan çeşitli denemeler sonucunda seçilen yerel domates genotiplerinin SSR markörlerine dayalı moleküler karakterizasyonu yapılarak genetik yakınlıklarının ortaya konması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Deneme 2021 bahar döneminde Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü'nde yürütülmüştür. Denemede Akdeniz'in farklı ülkelerinden 20 yerel genotip ve 1 hibrit çeşit (Moneymaker) kullanılmıştır (Çizelge 1).

Çalışmada kendilenen hatlardan elde edilen tohumlar kullanılmış olup 19 Şubat 2021 tarihinde torfa tohum ekimi yapılmıştır. Ekim yapılan viyoller sonrasında iklim kontrollü kabinde 22/22°C (gündüz/gece) sıcaklık ve %85 nispi nem koşullarında 3 gün süre ile karanlıkta çimlenmeye bırakılmıştır. Çimlenme gerçekleştikten sonra fideler 20-22/16-18°C (gündüz/gece) sıcaklık değerleri altında ve 16 saat ışık görecek şekilde aynı kabinde büyütülmüştür. Dikim büyüklüğüne gelen fidelerin genç gerçek yapraklardan örnekler alınmış ve alınan örnekler sıvı azotla (-186°C) muamele edildikten sonra -80°C'de saklanmıştır.

Çizelge 1. Denemede kullanılan genotipler ve künyeleri

Table 1. Genotypes and identifiers used in the experiment

No	Kayıt No	Genotip	Ülke	Elde edilen kurum
1	VC-T01	Moneymaker	France	INRA*
2	VC-T07	de Ramellet	Spain	UIB**
3	VC-T11	de Ramellet tres cantos	Spain	UIB
4	VC-T12	Valldemossa	Spain	UIB
5	VC-T14	Seccagno PSC1-1	Italy	UIB/UNITO***
6	VC-T16	CC-1791 Allungato a Fiasco	Italy	UIB/UNITO
7	VC-T18	CC 1665 Pollena	Italy	UIB/UNITO
8	VC-T21	Corbarino	Italy	UIB/UNITO
9	VC-T24	GRC-451/04	Greece	AUA****
10	VC-T25	ATS-048/06	Greece	AUA
11	VC-T26	ntomataki	Greece	AUA
12	VC-T27	Olympia	Greece	AUA
13	VC-T28	Chondrokats	Greece	AUA
14	VC-T29	Areti	Greece	AUA
15	VC-T41	Cherry1	France	INRA
16	VC-T45	Cherry2	France	INRA
17	VC-T52	Cherry3	France	INRA
18	VC-T53	Cherry4	France	INRA
19	79-P	TR 43513	Turkey	ETAE*****
20	9-P	TR 40430	Turkey	ETAE
21	67-K	TR 62367	Turkey	ETAE

**INRA: Institut National de la Recherche Agronomique, **UIB: Universitat de les Illes Balears, ***UNITO: Universita degli Studi di Torino, ****AUA: Agricultural University of Athens,* *****ETAE: Ege Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü

Alınan yaprak örneklerinden 100 mg tartılıp TissueLyser II (Qiagen) ile parçalandıktan sonra bitki DNA ekstraksiyon kitinde (DNeasy Plant Mini Kit-Qiagen) yer alan protokol uygulanarak genotiplere ait DNA'ların elde edilmesi sağlanmıştır. Elde edilen örneklerin %1'lik agaroz jelde kalitelerine bakılmış ve tüm örneklerde DNA miktarı 20 ng/µl olacak şekilde seyreltilmiştir.

DNA'ya dayalı moleküler yöntemlerden SSR markörleri ile PCR analizleri yapılmış, bu amaçla literatürden [28, 31, 12, 26, 1, 13, 7] polimorfizm içeriği (PIC) yüksek olan primerler belirlenmiş ve sentezlettirilmiştir (Çizelge 2).

DNA'ların çoğaltımı için farklı SSR protokolleri denenmiş ve Korir ve ark. (2014) ve Vijayakumar (2021)'ın [16, 30] kullanmış oldukları protokoller modifiye edilerek kullanılacak protokol belirlenmiştir (Çizelge 3).

PCR işlemi basamakları ise Çizelge 4'te belirtildiği şekilde gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 2. Kullanılan primerler
Table 2. Primers used

SSR adı	Tekrar	Primer sekansı (5′~3′)
LECHI3	(TA)6-1 (GA)4-2	5'-TAACAATCAAAAGAACTTCGC-3' 5'-ATCCCCTTATTGATTACATCC-3'
LEEF1Aa	(TA)8 (ATA)9	5'-AAATAATTAGCTTGCCAATTG-3' 5'-CTGAAAGCAGCAACAGTATTT-3'
LELE25	(TA)13-1	5'-TTCTTCCGTATGAGTGAGT-3' 5'-CTCTATTACTTATTATTATCG-3'
LEMDDNa	(TA)9	5'-ATTCAAGGAACTTTTAGCTCC-3' 5'-TGCATTAAGGTTCATAAATGA-3'
LESSRPSPGb	(C)16	5'-AACATTAGTTTGATTGGATGG-3' 5'-TTAAACTTTGCTTGACTTTCC-3'
SLM12-31	(TA)27	5'-TCGTAGCTTCTTTCACGTTGT-3' 5'-CCGAATGAAAAGGACAAGGA-3'
SLM12-32	(AT)14	5'-GGTTCGTGTTCTGGGGTAAG-3' 5'-GGTAATGGACCACATCGTGTAA-3'
SLM12-33	(AT)32	5'-GGACACATTTATGTCATAGCGTAG-3' 5'-CGATTGTCTGCATATCGGAAG-3'
SLM12-34	(AT)12	5'-ATCCTCTGGTCTTTGCCAAC-3' 5'-TCATCCTGAACCACATGTCC-3'
SLM12-28	(TA)11	5'-GAGACAGACGGAGTACAAAACC-3' 5'-TTTTGGGGGATTATGGGATA-3'
SLM12-29	(GA)11	5'-AAGGAAAGGGAAAGGGGAAT-3' 5'-CCTTGGTGAAAATCCTGCAT-3'

Çizelge 3. Kullanılan PCR protokolü
Table 3. PCR protocol used

Bileşen	Miktar
10 X	2.0 µl
$MgCl_2$	2.5 µl
dNTP	1.5 µl
Reverse primer	1 µl
Forward primer	1 µl
Taq Polimeraz	0.3 µl
H_2O	9.7 µl
DNA	2 µl
Toplam hacim	20 µl

Çizelge 4. Kullanılan PCR basamakları
Table 4. PCR steps used

Reaksiyon basamağı	Reaksiyon sıcaklığı	Reaksiyon süresi
1	94°C	5 dk
2	94°C	30 sn
3	Primer reaksiyon sıcaklığı (-°C)	1 dk
4	72°C	1 dk
5	2.3.4. aşamalar	30 kez tekrarlanır
8	72°C	7 dk
10	4°C	∞

PCR ürünleri %0.003 RedSafe nükleik asit boyama çözeltisi ile boyandıktan sonra %1.5'luk agaroz jele yüklenerek 80 watt'ta 35 dakika yürütülmüştür. Jel fotoğrafları UV ışık altında çekilmiş, DNA örnekleri, birlikte jele yüklenen markör (Fermentas 3204) ile karşılaştırılarak polimorfik bant açısından değerlendirilmiş, aynı bantı verenlere (1) vermeyenlere (0) rakamları verilerek skorlanmıştır.

İstatistiksel değerlendirme için oluşturulan skorlar; NTSYS-pc (2.2j, 1986-2006, Applied Bioistatistics Inc., Steuket, New York, USA) paket programı kullanılarak analiz edilmiştir [25]. Genotiplerin benzerlik katsayıları Dice (1945) [9] metodu kullanılarak oluşturulduktan sonra UPGMA ile dendogramları ve sonrasında programın SIMINT modülü ile korelasyon matriksi oluşturulmuş ve elde edilen verilerle PCA analizi yapılmıştır.

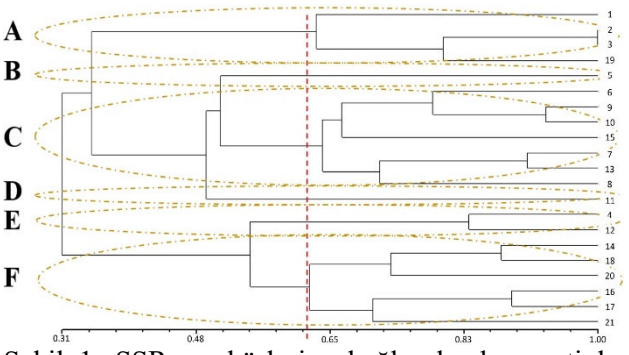
BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada toplam 21 genotipte 11 SSR primeri ile moleküler karakterizasyon yapılmıştır. 11 adet primerden toplam 47 polimorfik bant elde edilmiş olup bunların Temel Bileşen Analizine dayalı olarak yapılan faktör analiz sonucuna göre öz değeri 1'in üzerinde olan 5 faktör grubu oluşmuş ve toplam varyasyonun %83'ünü (r=0.80) temsil etmiştir (Çizelge 5).

Daha sonra SSR markörlerine bağlı olarak genotipler arası benzerlikleri gösteren dendrogram oluşturulmuştur (Şekil 1). Moleküler tanımlamalara bağlı olarak oluşturulan dendrogram incelendiğinde tüm genotipler bazında benzerlik oranının %31 ile %100 arasında değiştiği ve %62 benzerlik oranında tüm genotiplerin 6 ana grup altında toplandığı görülmüştür. A grubu 4, B 1, C grubu 7, D 1, E grubu 2 ve F grubu 6 genotipten oluşmuştur.

Çizelge 5. Faktör analizi sonucu oluşan faktör grupları
Table 5. Factor groups formed as a result of factor analysis

No	Özdeğerler (*Eigenvalue*)	%	Kümülatif
1	9.62	45.8	45.8
2	3.30	15.7	61.5
3	2.38	11.3	78.9
4	1.19	5.67	78.5
5	1.01	4.84	83.4



Şekil 1. SSR markörlerine bağlı olarak genotipler arasındaki benzerlikleri gösteren dendrogram
Figure 1. Dendrogram showing similarities between genotypes based on SSR markers

Gruplar incelendiğinde A grubu 2 alt gruba ayrılmıştır. 1. alt grubu oluşturan genotipler arasında tek hibrit çeşit olan 1 no.lu genotip (Moneymaker)

diğer grup ile %63 benzerlik gösterirken, diğer grup içerisinde yer alan, önceki çalışmalara göre farklı morfolojik özellik gösterme olasılıkları olsa da [6], 2 ve 3 no.lu genotiplerin (de Ramellet, de Ramellet tres cantos) İspanya, Balear Adalarının çok yakın bölgelerinin yerel genotipleri olmalarından dolayı beklenildiği gibi %100 benzerliğe sahip olduğu görülmüştür. Aynı alt grup içerisinde yer alan 19 no.lu genotip (TR 43513-Türkiye) farklı ülkeden olsa da diğer iki İspanya genotipiyle %80 benzerlik göstererek dikkat çekmiştir. B grubu tek başına 5 no.lu genotipten oluşsa da C grubundaki genotiplerle %50 benzerlik göstermektedir. 5, 6, 7 ve 8 no.lu tüm İtalya genotipleri (Seccagno PSC1-1, CC-1791 Allungato a Fiasco, CC-1665 Pollena, Corbarino) %50 ile %70 arasındaki benzerlik oranlarında bu iki grupta yer almıştır. C grubu en çok genotipin yer aldığı grup olmakla birlikte kendi içerisinde 2 alt gruba ayrılmıştır. 1. alt grupta 9 ve 10 no.lu iki Yunanistan genotipi (GRC-451/04, ATS-048/06) %94 benzerlik gösterirken 6 no.lu genotip bu iki genotip ile %79 benzerlik göstermiştir. 2. alt grupta yer alan 7 ve 13 no.lu genotipler (CC-1665 Pollena-İtalya, Chondrokats-Yunanistan) %91 benzerlik ortaya koymuş, farklı ülkelerden olup en yüksek benzerlik oranı gösteren genotipler olarak dikkat çekmiştir. Aynı alt grup altında 8 no.lu İtalya genotipi de bu iki genotip ile %72 benzerlik göstermiştir. 11 no.lu genotip (Ntomataki, Yunanistan), tek başına D grubunu oluştururken tüm genotipler içerisinde herhangi bir genotipe en uzak benzerlik gösteren genotip olmuştur (%50, 5 no.lu genotip). Bu duruma genotipin eski bir volkanik ada olan ve ada olmasından dolayı daha yalıtılmış bir coğrafyaya sahip Santorini adasından toplanmış bir genotip olmasının sebep olduğu düşünülebilir. E grubu 4 ve 12 no.lu iki genotipten oluşmaktadır (Valldemossa-İspanya, Olympia-Yunanistan). Bu iki genotipin farklı ülkelerden olup aynı grupta yer alması ve grubun başka genotip barındırmaması yine dikkat çekicidir. F grubu ise A ve C grubu gibi yine iki alt gruba ayrılmıştır. 1. alt grup üçü de birbirinden farklı ülkeden temin edilmiş 14, 18 ve 20 no.lu genotiplerden oluşmuş (Areti-Yunanistan, Cherry4-Fransa, TR40430-Türkiye) ve bu yönüyle ayrışmıştır. 14 ve 18 no.lu genotip birbiriyle %88, 20 no.lu genotip bu iki genotiple %73 benzerlik göstermiştir. F grubunun 2. alt grubunda ise 16 ve 17 no.lu iki Fransa genotipi (Cherry2, Cherry3) %89 ve 21 no.lu Türkiye genotipi (TR 62367) bu iki genotip ile %70 benzerlik ortaya koymuştur.

Kesin, hızlı ve güvenilir moleküler tanımlamalar, bitki yetiştirme amaçları doğrultusunda ıslah, bitki mülkiyet hakkının korunması gibi ilgili alanlarda önem arz etmektedir (Weising vd., 2005). SSR markörleri, çok sayıda polimorfik allelde bulundukları için moleküler tanımlamalar için en iyi araçlardan biridir. Uluslararası Yeni Bitki Çeşitlerini Koruma Birliği'nin (UPOV) Biyokimyasal ve Moleküler Teknikler üzerine çalışma grubu, moleküler karakterizasyon için en yaygın kullanılan işaretçi sistemi olarak SSR'ı belirlemiştir [29]. Bizim çalışmamızda da 11 SSR markörü 21 domates genotipini tanımlamada önceki çalışmalarda olduğu gibi etkili bir araç olarak kullanılmıştır [19, 17, 26, 22].

Elde edilen sonuçlara göre Akdeniz coğrafyasının özellikle Güney Avrupa ülkelerinden toplanan tüm genotipler belli oranda genetik yakınlık göstermiştir. Aynı ülkelerden elde edilen genotiplerde gruplaşmalar göze çarpsa da farklı ülke genotiplerinin de yüksek benzerlik oranları göstererek aynı gruplar altında toplandıkları, çok fazla çeşitlilik göstermedikleri görülmüştür. Dünya çağında yapılan çalışmalar [3, 4, 27] *S.lycopersium* L. var. *lycopersicum*'un, *S.lycopersicum* L. var. *cerasiforme* ve *S.pimpinellifolium*'a göre düşük genetik çeşitlilik barındırdığını ortaya koymuştur. Bu çalışmanın sonuçları yakın zamanda yapılan ve *S.lycopersium* L. var. *lycopersicum* üzerinden var olan bölge genetik çeşitliliğinin bu sebeple düşük olduğunu belirten çalışmanın savını desteklemektedir [5]. Ancak, düşük genetik çeşitliliğe rağmen var olan yüksek çeşitlilikte şekiller, renkler, boyutlar, kullanımlar gibi yüksek fenotipik çeşitlilik göstergelerinin çiftçiler tarafından gerçekleştirilen seleksiyonlar sonucunda, sadece az miktarda polimorfik lokus sayesinde ortaya çıktığı da bildirilmiştir [23, 20].

SONUÇ

Yapılan çalışmada Akdeniz coğrafyasının domates genetik zenginliği üzerine var olan literatüre katkı yapılmış, bölgenin ülkeler arası geçişkenlik ve benzerlikleri domates türü özelinde ortaya konmuştur. Ayrıca SSR markörlerinin bu tip çalışmalarda etkili bir araç olarak kullanılabilirliği savı bir kez daha desteklenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma "İklim Değişikliği Kaynaklı Çoklu Stres Koşullarına Akdeniz Sebze Türlerinin Adaptasyonu" adlı AB-PRIMA Projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Ayrıca 118O810 no.lu projenin bir bölümü olarak TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

1. Benor, S., Zhang, M., Wang, Z., Zhang, H., 2008. Assessment of genetic variation in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) inbred lines using SSR molecular markers. Journal of genetics and genomics, 6:373-9.
2. Bergougnoux, V., 2013. The history of tomato: from domestication to biopharming. Biotechnol Adv., Jan-Feb, 32(1):170-89 (doi:10.1016/j.biotechadv.2013.11.003), Epub 2013 Nov 7, PMID: 24211472.
3. Blanca, J., Cañizares, J., Cordero, L., Pascual, L., Diez, M.J., Nuez, F., 2012. Variation revealed by SNP genotyping and morphology provides insight into the origin of the tomato. PLoS One 7, e48198.
4. Blanca, J., Montero-Pau, J., Sauvage, C., Bauchet, G., Illa, E., Díez, M.J., Francis, D., Causse, M., Van der Knaap, E., Cañizares, J., 2015. Genomic variation in tomato, from wild ancestors to contemporary breeding accessions. BMC Genomics 16:257.
5. Blanca, J., Pons, C., Montero-Pau, J., Sanchez-Matarredona, D., Ziarsolo, P., Fontanet, L., Fisher, J., Plazas, M., Casals, J., Rambla, J.L., Riccini, A., Palombieri, S., Ruggiero, A., Sulli, M., Grillo, S., Kanellis, A., Giuliano, G., Finkers, R., Cammareri, M., Grandillo, S., Mazzucato, A., Causse, M., Díez, M.J., Prohens, J., Zamir, D., Cañizares, J., Monforte, A.J., Granell, A., 2022. European traditional tomatoes galore: a result of farmers' selection of a few diversity-rich loci. Journal of Experimental Botany 73(11):3431-3445 (https://doi.org/10.1093/jxb/erac072).
6. Bota, J., Conesa, M.À., Ochogavia, J.M., 2014. Characterization of a landrace collection for Tomàtiga de Ramellet (*Solanum lycopersicum* L.) from the Balearic Islands. Genet Resour Crop Evol. 61:1131-1146 (https://doi.org/10.1007/s10722-014-0096-3).
7. Castellana, S., Ranzino, L., Beritognolo, I., Cherubini, M., Luneia, R., Villani, F., Mattioni, C., 2020. Genetic characterization and molecular fingerprint of traditional Umbrian tomato (*Solanum lycopersicum* L.) landraces through SSR markers and application for varietal identification. Genetic Resources and Crop Evolution, pp:1-14.
8. Cooke, R.J., 1995. Varietal identification of crop plants. In: J.H. Skerritt, R. Appels (Eds.): New Diagnostics in Crop Sciences. CAB Int., Wallingford, pp:3363.
9. Dice, L.R., 1945. Measures of the amount of ecologic association between species. Ecology, 26:297-302.
10. FAOSTAT, 2020. Ülkeler bazında dünya domates üretim rakamları. (http://www.fao.org/faostat/en/#data/qc; Erişim: 03.01.2022).
11. Finkers, R., de Weerd, H., 2011. BreeDB: A database supporting quantitative aspects of plant breeding. Plant and Animal Genomes XIX, San Diego.
12. Frary, A., Xu, Y., Liu, J., Mitchell, S., Tedeschi, E., Tanksley, S., 2005. Development of a set of PCR-based anchor markers encompassing the tomato genome and evaluation of their usefulness for genetics and breeding experiments. Theor Appl. Genet. 111(2):291-312. (doi:10.1007/s00122-005-2023-7) Epub 2005 May 31, PMID: 15926074.
13. Geethanjali, S., Kadirvel, P., Peña, R.D., Rao, E.S., Wang, J., 2010. Development of tomato SSR markers from anchored BAC clones of chromosome 12 and their application for genetic diversity analysis and linkage mapping. Euphytica, 178:283-295.
14. Giorgi, F., Lionello, P., 2007. Climate change projections for the Mediterranean region. Global and Planetary Change. 63:90-104 (10.1016/j.gloplacha.2007.09.005).
15. IPCC, 2007. Climate Change 2007: Synthesis Report. In: R.K. Pachauri, A. Reisinger (Eds.): Contribution of Working Goups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva, Switzerland, 104p.
16. Korir, N.K., Diao, W., Tao, R., Li, X., Kayesh, E., Li, A., Zhen, W., Wang, S., 2014. Genetic diversity and relationships among different tomato varieties revealed by EST-SSR markers. Genetics and molecular research: GMR, 13(1):43-53.
17. Kwon, Y., Park, S., Yi, S., 2010. Assessment of genetic variation among commercial tomato (*Solanum lycopersicum* L.) varieties using SSR markers and morphological characteristics Genes & Genomics, 31:1-10.
18. Lee, L.S., Henry, R.J., 2001. Commercial applications of plant genotyping. In R.J. Henry (Ed): Plant Genotyping: The DNA Fingerprinting Plants. CABI Publ., Oxen, pp:265-273.
19. Mazzucato, A., Papa, R., Bitocchi, E., Mosconi, P., Nanni, L., Negri, V., Picarella, M.E., Siligato, F., Soressi, G.P., Tiranti, B., Veronesi, F., 2007. Genetic diversity, structure and marker-trait associations in a collection of Italian tomato (*Solanum lycopersicum* L.) landraces. Theoretical and Applied Genetics, 116:657-669.
20. Muños, S., Ranc, N., Botton, E., 2011. Increase in tomato locule number is controlled by two single-

nucleotide polymorphisms located near Wuschel. Plant Physiology, 156:2244-2254.

21. Naik, P., Singh, M., Ranjan, J., 2017. Impact of Climate Change on Vegetable Production and Adaptation Measures (10.1007/978-981-10-5744-1-19).
22. Parmar, P., Oza, V.P., Chauhan, V., Patel, A.D., Kathiria, K.B., Subramanian, R.B., 2010. Genetic diversity and DNA fingerprint study of tomato discerned by SSR markers. International Journal of Biotechnology and Biochemistry, 6(5):657+.
23. Pons, C., Casals, J., Palombieri, S., Fontanet, L., Riccini, A., Rambla, J.L., Ruggiero, A., Figás, M.R., Plazas, M., Koukounaras, A., Picarella, M.E., Sulli, M., Fisher, J., Ziarsolo, P., Blanca, J., Cañizares, J., Cammareri, M., Vitiello, A., Batelli, G., Kanellis, A., Brouwer, M., Finkers, R., Nikoloudis, K., Soler, S., Giuliano, G., Grillo, S., Grandillo, S., Zamir, D., Mazzucato, A., Causse, C., Díez, M.J., Prohens, J., Monforte, A.J., Granell, A., 2022. Atlas of phenotypic, genotypic and geographical diversity present in the European traditional tomato. Horticulture Research, 9(112), (https://doi.org/10.1093/hr/uhac112).
24. Powell, W., Machray, G.C., Provan, J., 1996. Polymorphism revealed by simple sequence repeats. Trend in Plant Science, 96:1360-1385.
25. Rohlf, J.F., 2000. NTSYSpc Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System Version 2.1. User Guide, Department of Ecology and Evolution State University of New York.
26. Ruiz, J.J, Garcia-Martinez, S., Pico, B., Quiros, C.F., Gao M., 2005. Genetic Variability and Relationship of closely related Spanish traditional cultivars of tomato as detected by SRAP and SSR. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 130(1):88-94.
27. Sim, S.C., Van Deynze, A., Stoffel, K., 2012. High-density SNP genotyping of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) reveals patterns of genetic variation due to breeding. PLoS One 7, e45520.
28. Suliman-Pollatschek, S., Kashkush, K., Shats, H., Hillel, J., Lavi, U., 2002. Generation and mapping of AFLP, SSRs, and SNPs in Lycopersicon esculentum, Cell Mol Biol Letts, 7:583-597.
29. UPOV-BMT, 2002. BMT/36f1O Progress report of the 36. session of the technical committee, the technical working parties and working group on biochemical and molecular techniques and DNA-profiling in particular, Geneva.
30. Vijayakumar, A., Shaji, S., Beena, R., Sarada, S., Sajitha Rani, T., Stephen, R., Manju, R.V., Viji, M., 2021. High temperature induced changes in quality and yield parameters of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) and similarity coefficients among genotypes using SSR markers. Heliyon, 7.
31. Yang, W., Bai, X., Kabelka, E., Eaton, C., Kamoun, S., Van der Kannp, E., Francis, D., 2004. Discovery of single nucleotide polymorphisms in *Lycopersicon esculentum* by computer aided analysis of expressed sequence tags. Mol Breeding 14:21-34.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 85–94 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

BİBERDE (*Capsicum annuum* L.) FARKLI YÖNTEMLERİN MİKROSPOR EMBRİYOGENESİS ÜZERİNE ETKİSİ

Buse ÖZDEMİR ÇELİK[1]*, Ahmet Naci ONUS[2]

[1]Dr., Akdeniz Üniversitesi, Elmalı MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Antalya; ORCID: 0000-0002-5108-8124
[2]Prof. Dr., Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya; ORCID: 0000-0001-8615-1480

ÖZ

Bu çalışmada 'Erciyes F_1' ve 'Benino F_1' biber çeşitleri kullanılarak ıslah amaçlarına uygun özelliklere sahip double haploid (DH)biber hatları elde edebilmek için etkili androjenik yöntemin belirlenmesi amacıyla üç farklı androjenik yöntem (anter, shed-mikrospor, mikrospor) karşılaştırılmıştır. Anter kültüründe anterler 4 mg l^{-1} NAA 0.5 mgl^{-1} BAP, %0.25 aktif kömür, 30 g l^{-1} sakkaroz ve 15 mg l^{-1} $AgNO_3$ içeren MS ortamında kültüre alınmıştır. Shed-mikrospor kültürü protokolünde ise %2 maltoz, %1 aktif kömür, %0.6 agar eklenmiş katı NN ortamı ve %2 maltoz, 2.5 µM Zeatin ve 5 µM IAA eklenmiş sıvı NN ortamından oluşan çift katmanlı kültür ortamı kullanılmıştır. Shed-mikrospor kültüründe petri kapları ilk bir hafta boyunca (1) 9°C (karanlık) ve (2) 32°C (karanlık) olmak üzere iki farklı ön sıcaklık uygulamasına tabi tutulmuştur. Mikrospor kültüründe ise izole edilen mikrosporlar sıvı NLN ortamı içerisinde kültüre alınmıştır. Çalışma sonucunda her iki çeşitten de anter kültürü protokolünden herhangi bir embriyo oluşumu meydana gelmemiştir. Mikrospor kültüründe ise sporofit bölünmeler gözlemlenmiş ancak bunlardan herhangi bir embriyo oluşumu meydana gelmemiştir. Shed-mikrospor kültüründen ise her iki çeşitte de embriyo ve bitki elde edilmiştir. Yapılan bu çalışma ile bu çeşitlerde haploid embriyo ve bitki gelişimi için shed-mikrospor kültürü yönteminin daha başarılı olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Biber, mikrospor kültürü, anter kültürü, shed-mikrospor kültürü, haploid

EFFECTS OF DIFFERENT METHODS ON MICROSPORE EMBRYOGENESIS IN PEPPER (*Capsicum annuum* L.)

ABSTRACT

This study aimed to establish an effective technique by comparing three different androgenic methods (anther, shed-microspore and isolated microspore culture) using 'Erciyes F_1' and 'Benino F_1' pepper varieties. In anther culture, anthers were cultured in MS medium containing 4 mg l^{-1} NAA, 0.5 mg l^{-1} BAP, 0.25% activated charcoal, 30 g l^{-1} sucrose and 15 mg l^{-1} $AgNO_3$. In the shed-microspore culture protocol, a double-layer culture medium consisting of 2% maltose, 1% activated charcoal, 0.6% agar added solid NN medium and 2%maltose, 2.5 µM Zeatin and 5 µM IAA added liquid NN medium was used. In shed-microspore culture, anthers in petri dishes were subjected to two different pre-temperature treatments as (1) 9°C (dark) and (2) 32°C (dark) during the first week. In microspore culture, isolated microspores were cultured in liquid NLN medium. In the anther culture studies embryo development and plant regeneration could not be obtained. In the microspore culture, some microspores were effectively induced to divide by the stress treatment and microspores with three or more cells were determined but these multicellular structures did not show any growth. According to the shed-microspore culture results were evaluated, although there were differences according to the genotypes embryos and plantlets were obtained from all genotypes. As a result, it was determined that the shed-microspore culture method was more successful in embryo and plant development from microspores in these varieties.

Keywords: Pepper, microspore culture, anther culture, shed-microspore culture, haploid

GİRİŞ

Biber (*Capsicum annuum* L.), *Solanaceae* ailesinin *Solanum* cinsine ait diploid (2n=2x=24) bir tür olup; gerek ülkemizde gerekse dünyada ekonomik değeri yüksek olan sebzeler içerisinde yer alan ve üzerinde yoğun ıslah çalışmaları yapılan önemli bir sebze türüdür. Biber geniş bir tip ve çeşit zenginliğine sahip olup, sahip olduğu bu tür ve tip zenginliği sayesinde çiğ, pişmiş, sos, salça, kurutulmuş, konserve edilmiş olmak üzere farklı şekillerde değerlendirilmektedir [50]. Dünyada üretimi 36 milyon ton üzerinde olan biber, Türkiye'de önemli sebzeler içinde yer almakta ve dünya biber üreticisi ülkeleri arasında ülkemiz üçüncü sırada yer almaktadır. Ülkemizin biber üretimi 2015 yılında 2.191.000 ton iken, 2020 yılında 2.636.905 ton üretim miktarına ulaşmıştır [3]. Biber ıslah çalışmalarında biyotik ve abiyotik stres faktörlerine dayanıklı, yüksek verimliliğe ve gelişmiş meyve kalitesine sahip

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*: buse@akdeniz.edu.tr

yeni çeşitler oluşturmak için modern ıslah yöntem ve tekniklerine ihtiyaç duymaktadır.

Double haploid (DH) tekniği ile elde edilen saf hatlar bitki ıslahçıları tarafından tek bir generasyonda homozigot hatlar üretmek için kullanılır ve tamamen homozigot yapıları nedeniyle paha biçilmez bir ıslah materyalidir. DH bitkileri üretmek için farklı teknolojiler arasında biber ıslahında kullanılan *in vitro* teknikler arasında en önemlisi mikrospor embriyogenesis tekniğidir [38]. Mikrospor embriyogenesis henüz olgunlaşmasını tamamlamamış ve içerisinde birinci polen mitozu aşamasına gelmiş tek çekirdekli mikrosporları bulunduran anterlerin *in vitro* koşullarda kültüre alınmasıyla anter kültürü, bu mikrosporların anterlerden izole edilerek somatik dokular olmaksızın doğrudan sıvı bir ortamda *in vitro* koşullarda kültüre alınmasıyla mikrospor kültürü ve anterlerin çift fazlı besin ortamlarda kültüre alındığı shed-mikrospor kültür yöntemi ile yapılmaktadır. Haploidi çalışmalarının başlangıç yıllarında ağırlıklı olarak anter kültürü kullanılmış olmakla birlikte devam eden yıllarda mikrospor kültürü tercih edilen yöntem haline gelmiştir. Mikrospor kültürü anter kültürüne göre daha karmaşık bir yöntem olmasına karşılık genellikle tercih edilen bir yöntemdir. Mikrospor kültürü anter kültürünün bazı olumsuz özelliklerini ortadan kaldırmak amacıyla geliştirilmiş bir yöntemdir ve çeşitli avantajlar sunmaktadır [17].

Capsicum cinsi ile ilgili olarak ilk haploidler *C.annuum* ve *C.frutescens* ait genotiplerin kullanıldığı anter kültürü çalışmalarından bildirilmiştir [18, 34, 66, 44]. Bu erken çalışmalarda anter kültüründen elde edilen bitki rejenerasyonun düşük olması üzerine sonraki araştırmalarda mikrospor embriyogenesis indüksiyonunu etkileyen faktörleri belirlemek üzerine araştırmalar yapılmıştır. Yapılan birçok araştırma sonucunda androjenik yanıtın; donör bitkinin genotipi, büyüme koşulları ve yaşı [2, 14, 20, 33, 43], mikrosporların gelişim aşaması [6, 46, 51], kültür ortamı, büyüme düzenleyicileri, organik ve inorganik katkı maddelerinin konsantrasyonu ve kombinasyonu [7, 48, 56, 64, 68] ve çiçek tomurcuklarının ve/veya anterlerin ön muamelesi [23, 25, 30, 49] gibi birçok faktöre bağlı olduğu bildirilmiştir. Biber anter kültürü ile yapılan çok sayıda çalışmaya rağmen, yöntemin etkinliği hala düşüktür [22]. Bu nedenle günümüzde shed-mikrospor kültürü [62, 63] ve mikrospor kültürü [27, 28] gibi biberde farklı DH bitki üretim yöntemlerini geliştirmeye yönelik birçok araştırma yapılmaktadır.

DH bitkileri elde etmek için alternatif yöntemlerden biri olan shed-mikrospor kültürü çift katmanlı bir ortam ile anter kültür sistemine dayanmaktadır. Supena vd. [62] tarafında Endonezya acı biberinde geliştirilen bu sistemde, anterler bir süre sıvı faz üzerinde yüzerler ve daha sonra mikrosporlar büyüdükçe ve ayrışmaya uğradıkça, açılıp mikrosporlarını ortama bırakırlar. Bu sistemde mikrosporlar mekanik olmayan bir şekilde izole edilir [58].

Biberde haploid ve DH bitkileri elde etme yöntemlerinden bir diğeri mikrospor kültürüdür. Bu yöntemi kullanarak, Kim vd. [27] daha yüksek embriyo ve bitki rejenerasyonuna (4 bitki/çiçek tomurcuğu) yol açan mikrospor kültürü için bir protokol bildirmiştir. Bu çalışmada biberde mikrosporlardan embriyogenesisi olumlu etkileyen üç temel faktör olarak; 32°C'de sakaroz içermeyen açlık ortamında mikrosporların stress uygulaması, sakaroz ile desteklenmiş NLN ortamından modifiye edilmiş NLNS kültür ortamı ve 8×10^4 - 10×10^4 ml'de optimal mikrospor yoğunluğu bildirilmiştir. Lantos vd. [37], biber anterlerini buğday yumurtalıkları ile birlikte kültüre alarak mikrospor kültürü yöntemini optimize etmişler ancak rejenerasyon sıklığı Kim vd. [27] göre daha düşük (0.0 ila 1.25 bitki/petri kabı) gerçekleşmiştir. Daha sonra tatlı biberde yapılan çalışmalar ile kültür ortamı, bitki büyüme düzenleyicileri ve katkı maddelerinin optimizasyonu yoluyla mikrospor kültürünün etkinliğini arttırmayı amaçlamıştır [8, 38]. Biberde ıslah çalışmalarında double haploid teknolojisinin kullanılmasını kısıtlayan en büyük etken, biberde diğer birçok türe nazaran bu türe özgü ıslah programlarında farklı genotipler için rutin olarak uygulanacak etkin ve güvenilir bir yöntemin hala geliştirilmemiş olmasıdır. Biberde mikrospor embriyogenesis yoluyla haploid ve DH bitkilerin oluşumuna yol açan bu üç yöntem geniş bir genotip yelpazesine uygulanamamaktadır. Niklas-Nowak vd. [43] aynı genotipe ait tek tek bitkilerde bile farklı androjenik yanıt oranları belirlemiştir. Parra-Vega vd. [52] ve Arı vd. [4] anter kültürü ile karşılaştırıldığında, shed-mikrospor yaklaşımıyla daha yüksek bir embriyo yüzdesi elde etmiştir. Kim vd. [28] tarafından yapılan çalışmada ise acı biber genotiplerinde izole edilmiş mikrosporlardan oluşan iki aşamalı bir kültür sisteminin, sıvı ve çift katmanlı kültüre kıyasla kotiledon embriyoları üretmek için daha etkili olduğu bildirilmiştir. Ülkemizde biberde yapılan çalışmaların çoğunluğunda anter kültürü yöntemi kullanılmakla birlikte, düşük verimlilik ve genotipten bağımsız bir sistem için etkin bir protokolün henüz geliştirilmemiş olması gibi olumsuzluklardan dolayı istenilen düzeyde değildir. Bu amaçla, bu çalışmada iki biber çeşidinde ıslah amaçlarına uygun özelliklere sahip DH biber hatları elde edebilmek için en etkili androjenik yöntemin belirlenebilmesi amacıyla üç

farklı androjenik yöntem (anter, mikrospor, shed-mikrospor) karşılaştırılmıştır.

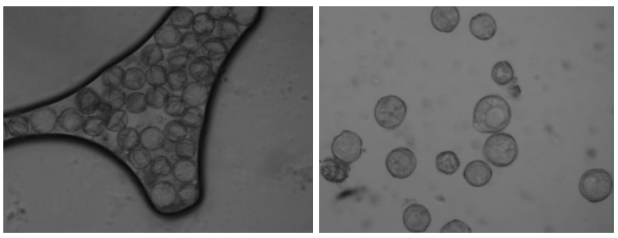
MATERYAL VE METOT

Bitkisel Materyal

Bitkisel materyal olarak örtüaltı yetiştiriciliğine uygun "Erciyes F_1" ve "Benino F_1" biber çeşitleri kullanılmıştır. Bitkiler her genotip için 20 adet olmak üzere serada toprağa dikilmiştir. Yapılan çalışmalarda donör bitkilerde çiçek tomurcuğu oluşumunun başlamasıyla uygun aşamadaki mikrosporları içeren tomurcuklar sabah saatlerinde falkon tüplere toplanarak buz kutusu içerisinde doku kültürü laboratuvarına getirilmiştir.

Metot

•Uygun Tomurcuk Aşamasının Belirlenmesi: Mikrospor embriyogenesis yoluyla haploid bitki elde etmek için ilk olarak sitolojik gözlemlerle uygun aşamadaki mikrosporları bulunduran tomurcuklar seçilmelidir. Çalışmada biberde anter ve mikrospor kültürü çalışmalarında genel kabul gören vakuol mikrospor ve genç çift çekirdekli polen aşamalarını içeren tomurcuk ve anterler belirlenmiştir (Şekil 1). Çalışmada kullanılan biber çeşitleri için, doğru aşamadaki mikrosporları içeren tomurcuk büyüklüklerini tanımlayabilmek amacıyla, morfolojik ve sitolojik çalışmalar yürütülmüştür. Çalışmada Parra-Vega vd. [51] biberde yaptıkları çalışmalardan faydalanılarak mikrospor gelişim aşamaları tetrat, genç mikrospor, mid-mikrospor ve vakuol mikrospor; genç polen, mid-polen ve olgun polen olmak üzere 7 grupta incelenmiştir. Anter, shed-mikrospor ve mikrospor kültürü çalışmalarında bahsedilen mikrospor aşamasındaki anterler kullanılmıştır ve tomurcuklar morfolojik görünümüne göre toplanmıştır.



Şekil 1. Işık mikroskobu altında biberde vakuol mikrosporve genç çift çekirdekli poleneait görünüm

Figure 1. The appearance of vacuolated microspores and young bicellular pollen in pepper under light microscope

•Sterilizasyon: Besin ortamlarının ve bitki büyüme düzenleyicilerinin sterilizasyonu: Shed-mikrospor kültürü ve mikrospor kültüründe kullanılacak sıvı besi ortamlarının sterilizasyonu steril kabin içerisinde 0.22 µm poroziteli filtreler kullanılarak yapılmıştır. Anter kültürü ve embriyolardan bitki rejenerasyonu için kullanılan katı besi ortamlarının sterilizasyonu otoklavda 20 dakika boyunca 1.5 atm basınçta 121°C'de tutularak gerçekleştirilmiştir.

•Tomurcukların Dezenfeksiyonu: Uygun mikrospor aşamasını içeren tomurcukların dezenfeksiyonu steril kabin içerisinde ilk olarak %70'lik etil alkolde 30 saniye süreyle bekletildikten sonra %10'luk ticari sodyum hipoklorit içerisinde 5 dakika bekletilmiştir. Daha sonra 3 kez steril distil su ile durulanarak dezenfekte edilmiştir. Yıkanan tomurcuklardan steril bistüri ve pens yardımı ile anterler çıkarılmıştır.

•Anter Kültürü Çalışmaları: Gelişimin uygun aşamasındaki anterler belirlendikten sonra anter kültürü çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla biberde anter kültüründe Taşkın vd. [65] tarafından önerilen 4 mg l^{-1} NAA, 0.1 mg l^{-1} BAP, %0.25 aktif kömür 15 mg l^{-1} $AgNO_3$, %3 sakkaroz, pH 5.8, içeren MS [40] ortamında anterler kültüre alınmış ve 35°C'de 2 gün karanlıkta bekletildikten sonra 35 gün boyunca 25°C'de karanlıkta inkübe edilmiştir. 35. gün sonunda anterler %3 sakkaroz içeren MS ortamına transfer edilmiştir.

•Shed-Mikrospor Kültürü Çalışmaları: Shed-mikrospor kültürü çalışmalarında Supena vd. [62] tarafından Endonezya tipi acı biberler için geliştirdiği ve çift fazlı ortam kullanılmıştır. Bu çift fazlı kültür ortamının katı ve sıvı fazının ikisinde de besin ortamı olarak Nitsch ve Nitsch (NN) [42] ortamı kullanılmıştır. Katı besin ortamı NN ortamına, %2 oranında maltoz, %1 oranında aktif karbon ve %0.6 agar (Duchefa) eklenerek, sıvı besin ortamı ise NN ortamına ve %2 oranında maltoz ve 2.5 µM zeatin ile 5 µM indole-3-asetik asit (IAA) büyüme düzenleyici kombinasyonları ilave edilerek hazırlanmıştır. Çalışmada ilk olarak biber tomurcukları 4°C'de bir gün bekletmiştir. Tomurcukların bir günlük ön uygulama işleminden sonra anterler katı ortam üzerine ekildikten sonra, petrinin kenarından sıvı besin ortamı eklenerek çift fazlı ortamda kültüre alınıp bir hafta 9°C ve ardından 28°C sürekli ve karanlık ortamda inkubasyon koşullarına maruz bırakılmıştır. Shed-mikrospor kültürü çalışmalarında ayrıca Lantos vd. [37] tarafından bildirilen 32°C'de 7 günlük ön uygulama yapılmış ve ardından 25°C karanlık ortamda inkubasyon koşullarına maruz bırakılmıştır.

•Mikrospor Kültürü Çalışmaları: Mikrospor kültürü için uygun mikrospor gelişim aşamasındaki mikrosporları içeren tomurcuklardan anterler çıkarılarak mikrosporların izolasyonu gerçekleştirilmiştir. Anterler ezilerek mikrosporların serbest hale geçmesi sağlanmıştır. Daha sonra elde edilen mikrospor süspansiyonu 40 µm'lik elekten geçirilmiştir. Bu işlem sonunda mikrosporların çok büyük bir bölümü süspansiyon oluşturacak şekilde alttaki beherde toplanmıştır. Mikrosporların izolasyonu esnasında somatik dokuların parçalanmasından dolayı ortama salınan ve mikrosporlara zarar verebilecek olan fenolik maddelerin bu süspansiyondan uzaklaştırılması amacıyla mikrospor süspansiyonları santrifüj tüplerine alınıp mikrosporların çökelmesini sağlamak üzere 870 rpm'de 5 dakika süreyle 3 kez santrifüjleme işlemine tabi tutulmuştur. Her seferinde izolasyon ortamı ve mikrosporların safiyeti yükseltilmiş ve üçüncü yıkama sonrasında mikrosporlar, mikrospor yoğunluğu ve mikrosporların canlılıklarının tespit edilmesi için 3 ml sıvı içine alınmıştır. Mikrosporların belli bir yoğunlukta kültüre alınmaları gerekmektedir. Bu amaçla thoma lamında sayım yapılarak mikrospor yoğunluğu 200.000 mikrospor/ml olarak ayarlanmıştır. Mikrospor kültüründe Kim vd. [27] tarafından bildirilen protokole göre mikrosporlar ilk olarak ön uygulamaya maruz bırakılmış ve daha sonra NLN [35] ortamı içinde kültüre alınmıştır. Petri kapları 25°C'de karanlıkta inkübe edilmiştir.

•Sitolojik Gözlemler: Mikrospor kültüründe çekirdek bölünmeleri ve embriyonik gelişim gösteren mikrosporları incelemek için DAPI boyama yöntemi kullanılmıştır. Bu amaçla mikrospor süspansiyonundan 200 µl alınarak 8000 rpm'de 2 dakika santrifüjlendikten sonra elde edilen mikrospor peletine 10 µl DAPI solüsyonu eklenmiş ve flouresans mikroskop altında inceleme yapılmıştır [10].

•Bitki Rejenerasyonu: Mikrosporlardan oluşan embriyoların bitkiye dönüşümlerinin sağlanması için hormon içermeyen 30 g l^{-1} sakkaroz içeren MS ortamı kullanılmıştır. Ortam hazırlanırken pH'sı 5.8 olarak ayarlanmıştır ve katılaştırıcı olarak 7 g l^{-1} agar kullanılmıştır. Embriyo gelişimi gözlendikten sonra, oluşan embriyolar hormon içermeyen MS ortamına aktarılmıştır. Petriler 16 saat ışık/8 saat karanlık olan ışık periyodu, 25°C sıcaklık, ortalama 3000 lüks ışık şiddetine sahip iklim odalarında bitki gelişimi gözlenene dek bekletilmiştir.

•Sonuçların Değerlendirilmesi: Çalışmada anterlerden elde edilen embriyo sayıları, embriyolardan elde edilen bitkicik sayıları kaydedilmiştir. Embriyo sayıları kültüre alınan anter sayısına oranlanmış, bitkicik sayıları kültüre alınan anter ve embriyo sayılarına oranlanmış ve yüzde oranları hesaplanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Anter Kültürü Sonuçları

Çalışmada iki adet F_1 biber çeşidinden alınan çiçek tomurcuklarına ait anterler besin ortamına aktarılmıştır. Anterlerin besin ortamına aktarılmasından sonra anterlerin gelişmesi takip edilmiştir. Çalışmada anter kültürü sonuçlarına göre bu çeşitlerde kültürden yaklaşık 2 aydan itibaren genotip ve kullanılan protokole bağlı olarak androgenik başarı değerlendirilmiştir. Çeşitlerin anter kültürüne verdikleri tepkileri bakımından elde edilen sonuçlara göre her iki çeşitte de Taşkın vd. [65] tarafından bildirilen protokolden embriyo elde edilememiştir.

Anter kültürü çalışmalarında elde edilecek başarı üzerine birçok faktör etkilidir. Biberde anter kültüründe birden fazla faktörün kullanıldığı durumlarda uygulamalara bağlı olarak embriyo ve bitki oluşum oranları farklılıklar göstermiştir [14, 47]. Biberde anter kültürü çalışmalarında genotipe bağlı olarak ve aynı genotipin farklı besin ortamlarında embriyo ve bitkicik oluşum oranlarının farklı olduğu bildirilmiştir. Genotiplere göre değişen bazı uygulamalarda embriyo oluşumu yüksek olmasına rağmen, bitkiye dönüşüm oranları düşük kalmıştır [9, 67, 56, 30, 36]. Biberde anter kültürü çalışmalarında embriyo oluşumu ve haploid bitki elde edilmesinde genotipin önemli etkisi bulunmaktadır. Biber genotiplerinin bir kısmı anter kültürüne yanıt vermezken, yanıt veren genotiplerde de başarı oranının değiştiği araştırıcılar tarafından belirtilmektedir [6, 22, 23, 31, 56]. Mityko vd. [41], 11 biber genotipinin 'C' ortamında kültüre aldıkları çalışmada 2 genotipten herhangi bir embriyo gelişimi gerçekleşmezken diğer genotiplerin başarı düzeyinin değiştiğini, en başarılı genotipte 100 anterden 178.2 embriyo ve 75.8 bitki elde ettiklerini bildirmişlerdir. Koleva-Gudeva vd. [32], 19 genotipten 12 tanesinin embriyo oluşturduğunu ve embriyo oluşum oranının %3.33 ile 50.55 arasında değiştiğini belirtmektedirler. Biberde 17 genotipin 'C' ortamında androgenik başarısını inceleyen Qin ve Rotino [54], androgenik başarının genotiplere göre farklılıklar gösterdiğini, ayrıca ortam bileşenlerine bağlı olarak genotiplerin tepkilerinin değiştiğini, belirtmektedirler. Bizim denememizde anter kültürü çalışmalarında kullanılan çeşitlerin bu protokolde anter kültürüne yanıt vermediği belirlenmiştir.

Shed-mikrospor Kültürü Sonuçları

Shed-mikrospor kültürü çalışmalarında Supena vd. [62] tarafından Endonezya tipi acı biberler için geliştirdiği protokol kullanılmıştır. Çalışmamızda özellikle biberde acı ve tatlı çeşitlerin androgenesise verdiği farklı tepkiler olmasından dolayı Erciyes F_1 çeşidi acı; Benino F_1 tatlı biber çeşidi olarak seçilmiştir. Shed-mikrospor kültürü çalışmasında her bir çeşit için 150 adet anter kültüre alınarak 30'ar adet petride kültüre alma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu protokolde kullanılan çeşitlerin her ikisinde de shed-mikrospor kültürü protokolünden embriyo gelişimi ve bitki elde edilmiştir (Çizelge 1). Ayrıca shed-mikrospor kültüründe petri kapları Supena vd. [62] tarafından bildirilen protokole göre 9°C'de 1 hafta karanlık ardından 28°C'de sürekli karanlık ön uygulamasına ilaveten; Lantos vd. [37] tarafından bildirilen protokole göre 32°C'de bir hafta karanlıkta bekletildikten sonra 25°C'de sürekli karanlıkta bekletilerek iki farklı ön sıcaklık uygulamasına tabi tutulmuştur. Kullanılan biber çeşitlerinde embriyojenik yanıtın test edilen iki ön sıcaklık uygulaması için genotipe bağımlı olduğu belirlenmiştir. Her iki çeşitte de 9°C'de 1 hafta karanlık ön uygulamasında %34 oranında embriyo gelişimi gözlenmiştir. Bununla birlikte Erciyes F_1 çeşidinde 32°C'de bir hafta karanlıkta ön uygulamaya maruz bırakıldığında embriyo oluşum oranı %48'e yükselmiştir. Benino F_1 çeşidinde ise 32°C'de bir hafta karanlıkta ön uygulamaya maruz bırakıldığında %.10.66 oranında embriyojenik yanıt gerçekleşmiştir. Bu embriyolardan elde edilen bitki oranı ise sırasıyla Erciyes F_1 çeşidinde en yüksek %4.66 oranında 32°C'de bir hafta karanlıkta ön uygulamada elde edilirken; Benino F_1 çeşidinde ise 9°C'de 1 hafta karanlık ön uygulamasından (%7.84) elde edilmiştir.

Mikrosporların embriyogenesise doğru saptırılması stres uygulamalarını gerektirir [1, 5, 24]. Mikrosporları gametofit gelişimden sporofit gelişim aşamasına geçmesini uyarmak için birçok stres faktörü bildirilmiştir [39, 31]. Dolcet-Sanjuan vd. [11], biberde karanlıkta 7°C'de bir hafta boyunca anterlere stres uygulaması ile embriyogenesisi uyarmışlardır. Supena vd. [62], kültürün ilk haftasında anterleri 9°C ile muamele ederek embriyojenik potansiyelin artırıldığını bildirirken, Koleva-Gudeva vd. [30], benzer bir etki bildirmemiştir. Sibi vd. [59] anter kültüre alınmasının ardından ilk 2 gün boyunca yüksek sıcaklık (35°C) uygulamasının, çiçek tomurcuklarının soğuk (4°C) ön işlemine kıyasla embriyogenesisi daha verimli şekilde uyardığını bildirmiştir. Dumas de Vaulx vd. [12, 13] tarafından embriyo indüksiyonu için oldukça etkili bir yöntem geliştirilmiştir. Anterleri 8 gün boyunca karanlıkta ısı şoku stresine (35°C) maruz bırakmışlar ve aynı sıcaklıkta daha kısa bir uygulama ile karşılaştırıldığında daha iyi tepki elde etmişlerdir. Bu ısı şoku uygulamasının anterlerden embriyo elde edilmesi üzerindeki etkinliği daha sonra başka araştırıcılar tarafından da doğrulanmıştır [29]. Literatürlerde bildirilen ve çalışmamızda genotiplere göre aynı protokolde farklı sıcaklık ön uygulamalarında mikrosporlardan farklı oranlarda embriyo ve bitki gelişiminin elde edilmesi ile farklı stres uygulamaları altında optimal androjenik tepkinin genotipe bağlı olduğu düşünülmektedir. Elde ettiğimiz sonuçlardan, biberde mikrospor embriyogenesisi indüklemek için kritik olarak tanımlanan faktörlerin, genotip cevabına bağlı olarak yukarıda belirtilen tüm diğer koşullarla dikkatli bir şekilde birleştirilmesi gerektiği açıktır.

Çizelge 1. Shed-mikrospor kültürüne ait sonuçlar
Table 1. Results of shed-microspore culture

Çeşit *Genotype*	Ön uygulama *Pre-treatments*	Petri sayısı (adet) *Number of petri dishes*	A1	E1	B1	E2	B2	B3
Erciyes F_1	9°C	30	150	51	1	34	0.66	1.96
	32°C	30	150	72	7	48	4.66	9.72
Benino F_1	9°C	30	150	51	4	34	2.66	7.84
	32°C	30	150	16	1	10.66	0.66	6.25

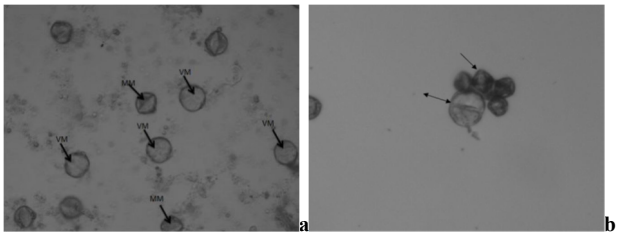
A1: Anter sayısı (*Anther number*), E2: Embriyo oluşum oranı (%) (*Percentage of embryo*), E1: Embriyo sayısı (*Number of embryo*), B2: Bitkicik oluşum oranı (%) (*Percentage of embryo*), B1: Bitkicik sayısı (*Number of plantlets*), B3: Embriyodan bitkicik oluşum oranı (%) (*Percentage of plantlets from embryo*)

Mikrospor Kültürü Sonuçları

Denemede Erciyes F_1 ve Benino F_1 çeşitlerinde Kim vd. [27] tarafından bildirilen protokole göre mikrospor kültürü denemeleri gerçekleştirilmiştir. Mikrospor kültürü yoluyla mikrosporların tüm gelişim süreci ışık ve flüoresans mikroskobu altında incelenmiştir. Gelişim süreçlerinin kullanılan protokolde ve tüm çeşitlerde aynı olduğu tespit edilmiştir. Mikrospor kültürünün yapıldığı aşamada kültüre alınan mikrosporların çoğunluğu vakuol mikrospor veya genç çift çekirdekli polen aşamasındaydı. Stres uygulamalarına maruz kalan mikrosporlardan birçoğu hemen gelişimini durdurur ve/veya ölürken; herhangi bir morfolojik değişim göstermemiş ve başlangıçta kültüre alındığı halde kalmıştır. Diğer bazı mikrosporların ise stres uygulamaları ile etkili bir biçimde bölünmeleri uyarılmıştır (Şekil 3). Stres uygulamasının ardından 25°C'de bekletildiği kültürün ilk ikinci haftasında üç ve daha fazla hücreli mikrosporlar belirlenmiştir (Şekil 3). Denemede kullanılan tüm çeşitlerde ilk dört hafta boyunca bu çok hücreli yapıların mikropsor kültürü için kullanılan her iki protokolde de herhangi bir gelişim göstermedikleri belirlenmiştir. Yaptığımız

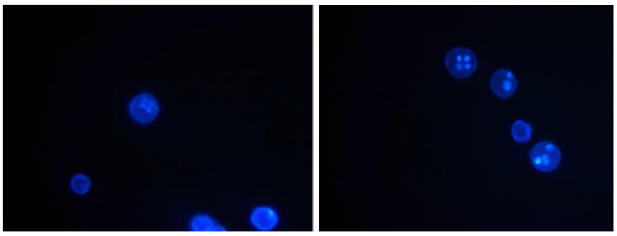
çalışma sonucunda kullanılan biber çeşitlerinde bu protokole göre mikrospor kültüründen embriyo ve bitkicik gelişimi sağlanamamıştır.

Mikrosporun bölünmesi ile oluşan sporofitik yapılar genellikle *B.napus* [68], buğday [21], arpa [52] ve tütünde [60] tespit edilmiştir. Tek çekirdekli mikrosporların gametofitik gelişimde, asimetrik olarak bölünmesiyle vejetatif ve generatif hücre meydana geldikten sonra sporofitlerin vejetatif hücrelerden oluşumu da yaygın olarak bildirilmiştir[16, 55, 61]. Generatif ve vejetatif çekirdeklerden oluşan çok çekirdekli yapılar *B.napus* [16], soya fasulyesi [25], buğday [55, 64], tritikale [19] ve biber [26] dahil olmak üzere çeşitli türlerde bildirilmiştir. Bu farklı gelişim modları genellikle eksplant kaynağı olarak kullanılan erkek gametofitin gelişim evresi ve stres uygulamalarına bağlı olarak türlere göre değişen frekanslarda aynı kültürde bir arada bulunabilir. Bizim çalışmamızda da biberde aynı kültür içerisinde hem generatif hem de vejetatif hücrelerin bölünmesi gözlemlenmiştir. Bu gelişim yollarının tümünün canlı embriyoların oluşumuna yol açıp açmadığı hakkında hala çok fazla bilgi mevcut değildir. Yaptığımız çalışma sonucunda kullanılan biber çeşitlerinde mikrospor kültüründen embriyo ve bitkicik gelişimi sağlanamamıştır. Biberde mikrospor kültürü üzerine yapılan çalışmalarda acı ve tatlı farklı biber genotiplerinde mikrosporlardan embriyogenesis ve bitki rejenerasyon sonuçları elde etmişler ve biberde ıslah çalışmaları için haploid bitkilerin üretiminde umut verici bir araç gibi göründüğünü belirtmişlerdir [27, 28, 37, 38]. Ancak bizim çalışmamızda kullanılan biber çeşitlerinde herhangi bir embriyo ve bitki rejenerasyonu sağlanamamasına rağmen mikrospor kültüründe çekirdek bölünmesi ve çok çekirdekli yapıların oluşumunun uyartan bu protokolün haploid embriyo elde etmek ve elde edilen embriyolardan rejenerasyonunu sağlamak amacıyla sistematik olarak incelenmesi faydalı olacaktır. Biberde mikrospor kültürü ile yapılan çalışmalar genelde son yıllarda artmış olmakla birlikte, yeni protokollerin geliştirilmesine ve standart hale getirilmesine halen ihtiyaç duyulmaktadır. Geliştirilecek olan metotların ıslah programlarında farklı genotipler için rutin olarak uygulanacak etkin ve güvenilir bir teknoloji haline getirilmesi gerekmektedir. Böylece gelecek vaat eden bir teknik olan mikrospor kültürü üzerine yapılan çalışmalarda önemli bir boşluk doldurulmuş olacaktır. Bu mevcut çalışmanın da ileride bu yönde yapılacak çalışmalar için önemli bir kaynak olacağı ve diğer araştırıcılara yol göstereceği düşünülmektedir.



Şekil 2. a) Kültüre alınan vakuol mikrospor ve genç çift çekirdekli polen b) Sporofitik gelişim gösteren ve bölünen mikrosporların ışık mikroskobu altındaki görüntüsü

Figure 2. a) Cultured vacuolated microspore and young bicellular pollen b) Light microscope image of sporophytic growing and dividing microspores



Şekil 3. Sporofitik gelişim gösteren ve bölünen mikrosporlarda dört ve daha fazla hücreli mikrosporların flouresans mikroskop altındaki görüntüsü

Figure 3. The image of microspores with three or more cells under a fluorescence microscope showing sporophytic development and dividing

Anter, Shed-mikrospor ve Mikrospor Kültürünün Karşılaştırılması

Çalışmamızda iki adet biber çeşidinin haploid performansları üzerine farklı androjenik yöntemlerin; anter kültürü, shed-mikrospor kültürü ve mikrospor kültürü; etkisi belirlenerek biber ıslahına öncülük edecek saf hatların elde edilmesinde etkili yöntem belirlenmeye çalışılmıştır. Deneme sonucunda anter ve mikrospor kültürü çalışmalarında kullanılan biber çeşitlerinden herhangi bir embriyo ve bitkicik gelişimi sağlanamamıştır. Yapılan çalışmalar sonucuna göre Erciyes F_1 ve Benino F_1 çeşitlerinde en yüksek embriyo gelişimi sırasıyla %48 ve %34 olarak shed-mikrospor kültürü protokolünden elde edilmiştir. Genotiplerin androgenik performansları üzerine kullanılan androjenik yöntemin (anter, shed-mikrospor, mikrospor) açık bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Yapılan bu çalışma sonucunda kullanılan biber çeşitlerinde mikrosporlardan embriyo ve bitki gelişiminde shed-mikrospor kültürü yönteminin anter ve mikrospor kültürü yöntemine göre daha başarılı olduğu saptanmıştır. Supena vd. [62] tarafından bildirilen shed-mikrospor kültürü protokolünden embriyo ve bitki gelişimi farklı

araştırmacılar tarafından bildirilmiştir [4, 15, 63]. Ari vd. [4] 48 süs biberi genotipinde çift fazlı ortam protokolünün oldukça başarılı olduğunu, Erim [15] yaptığı çalışmada üç farklı biber genotipinin shed-mikrospor kültürü tekniğine yatkınlıklarını incelemişlerdir ve yüksek oranda embriyo gelişimi meydana geldiğini bildirmişlerdir. Yaptığımız çalışmada da biber çeşitlerinde en yüksek anrogenik performans shed-mikrospor kültüründen elde edilmiştir. Ayrıca shed-mikrospor kültürü çalışmasında aynı protokolde farklı sıcaklık uygulamalarından genotipe bağlı olarak farklı embriyo ve bitkicik gelişimi elde edilmiştir. Bu mevcut çalışmanın da ileride shed-mikrospor kültürü üzerine biberde yapılacak çalışmalar için önemli bir kaynak olacağı ve diğer araştırıcılara yol göstereceği düşünülmektedir.

SONUÇ

Bu çalışma biberde üstün vasıflı yerli çeşitler elde edebilmek için gerekli ıslah çalışmalarının hızlı ve etkin bir şekilde yapılması için ıslah amaçlarına uygun özelliklere sahip DH biber hatları elde edebilmek için etkili androjenik yöntemin belirlenmesi amacıyla üç farklı androjenik yöntem (anter, shed-mikrospor, mikrospor) karşılaştırılması için yapılmıştır. Sonuç olarak, çalışma sonucunda kullanılan biber çeşitlerinde mikrospor embriyogenesis yoluyla mikrosporlardan embriyo ve bitkicik gelişimi gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu çalışma sonucunda kullanılan biber çeşitlerinde embriyo ve bitki oluşumunda shed-mikrospor kültürü yönteminin anter ve mikrospor kültürü yöntemine göre daha başarılı olduğu saptanmıştır. Bu çalışma doğrultusunda biberde embriyo ve bitkicik elde edilmesinin genotipe ve kullanılan mikrospor embriyogenesis yöntemine bağlı olduğu, farklı protokollerle ve farklı biber tiplerinde başarı oranının artırılmasına yönelik yeni araştırmaların yapılması ile uygun protokollerin geliştirilerek ıslah programında yoğun şekilde kullanılmasına ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

1. Ahmadian, P., Testillano, P.S., Gonzalez, P., Fadon, B., Prestamo, G., Jimenez-Duran, G., Risueno, M.C., 1998. Cell biology of the pollen developmental program and the induction of microspore embryogenesis in *Capsicum annuum* L. In: X Eucarpia meeting on genetics and breeding of Capsicum and eggplant, Avignon, France, pp:183-186.
2. Alremi, F., Taşkın, H., Sönmez, K., Büyükalaca, S., Ellialtıoğlu, Ş., 2014. Effect of genotype and nutrient medium on anther culture of pepper (*Capsicum annuum* L.). Turk J. Agric. Nat. Sci. 1:108-116.
3. Anonim, 2022. http://www.fao.com.
4. Ari, E., Yildirim, T., Mutlu, N., Büyükalaca, S., Gökmen, Ü., Akman, E., 2016. Comparison of different androgenesis protocols for doubled haploid plant production in ornamental pepper (*Capsicum annuum* L.). Turkish Journal of Biology 40(4):944-954.
5. Barany, I., Gonzalez-Melendi, P., Fadon, B., Mityko, J., Risueno, M.C., Testillano, P.S., 2005. Microspore-derived embryogenesis in pepper (*Capsicum annuum* L.): subcellular rearrangements through development. Biol Cell 9:709-722.
6. Barroso, P.A., Rêgo, M.M., Rêgo, E.R., Soares, W.S., 2015. Embryogenesis in the anthers of different ornamental pepper (*Capsicum annuum* L.) genotypes. Genet Mol Res 14:13349-13363.
7. Büyükalaca, S., Çömlekçioğlu, N., Abak, K., Ekbiç, E., Kılıç, N., 2004. Effect of silver nitrate and donor plant growing conditions on production of pepper (*Capsicum annuum* L.) haploid embryos via anther culture. Europ J. Hort. Sci. 69:206-209.
8. Cheng, Y., Ma, R.L., Jiao, Y.S., Qiao, N., Li, T.T., 2013. Impact of genotype, plant growth regulators and activated charcoal on embryogenesis induction in microspore culture of pepper (*Capsicum annuum* L). S. Afr. J. Bot. 88:306-309.
9. Comlekcioglu, N., Buyukalaka, S., Abak, K., 2001. Effect of silver nitrate on haploid embryo induction by anther culture in pepper (*Capsicum annuum* L.). In: 11. Eucarpia Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum and Eggplant, Antalya, Turkey, pp:133-136.
10. Custers, J.B.M., 2003. Microspore culture in rapeseed (*Brassica napus* L.). In: M. Maluszynski, K.J. Kasha, B.P. Forster, I. Szarejko (Eds.): Doubled haploid production in crop plants: a manual. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London.pp:185-194.
11. Dolcet-Sanjuan, R., Claveira, E., Huerta, A., 1997. Androgenesis in *Capsicum annuum* L. effects of carbohydrate and carbon dioxide enrichment. J Am. Soc. Hort. Sci. 122:468-475.
12. Dumas de Vaulx, R., Chambonnet, D., Pochard, E., 1981. *In vitro* anther culture in red pepper (*Capsicum annuum* L.): improvement of the rate of plant production in different genotypes by treatments at 35 C. Agronomie 1:859-864.
13. Dumas de Vaulx, R., Chambonnet, D., Sibi, M., 1982. Stimulation of *in vitro* androgenesis in

pepper (*Capsicum annuum*) by elevate temperature treatments. In: Earle E, Demarly Y (eds) Variability in plants regenerated from tissue culture. Praeger Publication, New York, pp:92-98.
14. Ercan, N., Sensoy, F.A., Sensoy, A.S., 2006. Influence of growing season and donor plant age on anther culture response of some pepper cultivars (*Capsicum annuum* L.). Sci. Hort. Amsterdam 110:16-20.
15. Erim, F.B. 2019. Farklı biber (*Capsicum annuum* L.) genotipleri üzerinde shed-mikrospor kültürü tekniğinin uygulanması ve mikrospor gelişim aşamalarının belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Antalya, 53s.
16. Fan, Z., Armstrong, K., Keller, W., 1988. Development of microspores in vivo and *in vitro* in *Brassica napus* L. Protoplasma, 147:191-199.
17. Ferrie, A.M.R., Caswell, K.L., 2011. Isolated microspore culture techniques and recent progress for haploid and doubled haploid plant production. Plant Cell Tiss Organ Cult. 104:301-309.
18. George, L., Narayanaswamy, S., 1973. Haploid Capsicum through experimental androgenesis. Protoplasma 78:467-470.
19. Gonzalez, J., Jouve, N., 2005. Microspore development during *in vitro* androgenesis in triticale. Biol Plant, 49:23-28.
20. Grozeva, S., Todorova, V., Cholakov, T., Rodeva, V., 2013. Effect of temperature and growth period of donor plants on pepper anther culture. In: 3. International Conference Research People and Actual Tasks on Multidisciplinary Sciences. Lozenec, Bulgaria, pp:60-64.
21. Indrianto, A., Barinova, I., Touraev, A., Heberle-Bors, E., 2001. Tracking individual wheat microspores in vitro: identification of embryogenic microspores and body axis formation in the embryo. Planta, 212:163-174.
22. Irikova, T., Grozeva, S., Rodeva, V. 2011-a. Anther culture in pepper (*Capsicum annuum* L.) *in vitro*. Acta Physiol Plant 33:1559-1570.
23. Irikova, T., Grozeva, S., Popov, P., Rodeva, V., Todorovska, E., 2011-b. *In vitro* response of pepper anther culture (*Capsicum annuum* L.) depending on genotype, culture medium and duration of cultivation. Biotechnol Biotech Eq 25:2604-2609.
24. Jacquard, C., Mazeyrat-Gourbeyre, F., Devaux, P., Baillieul, F., Clement, C., 2006. Plant defense mechanisms are triggered in the anther during the pre-treatment process. In: The international conference haploids in higher plants III, Vienna, Austria, 12-15 February 2006, 29p.
25. Kaltchuk-Santos, E., Mariath, J.E., Mundstock, E., Hu, C.Y., Bodanese-Zanettini, M.H., 1997. Cytological analysis of early microspore divisions and embryo formation in cultured soybean anthers. Plant Cell Tiss Org. Cult., 49:107-115.
26. Kim, M., Kim, J., Yoon, M., Choi, D.I., Lee, K.M., 2004. Origin of multicellular pollen and pollen embryos in cultured anthers of pepper (*Capsicum annuum*). Plant Cell Tiss Org. Cult., 77:63-72.
27. Kim, M., Jang, I.C., Kim, J.A., Park, E.J., Yoon, M., Lee, Y., 2008. Embryogenesis and plant regeneration of hot pepper (*Capsicum annuum* L.) through isolated microspore culture. Plant Cell Rep 27:425-434.
28. Kim, M., Park, E.J., Lee, Y., 2013. High-quality embryo production and plant regeneration using a two-step culture system in isolated microspore cultures of hot pepper (*Capsicum annuum* L.). Plant Cell Tiss Org. Cult. 112:191-201.
29. Koleva-Gudeva, L. 2003. The effect of incubation treatment on the pepper (*Capsicum annuum* L.) androgenesis. Institute of Southern Crops, Strumica, Yearbook, pp:87-94.
30. Koleva-Gudeva, L., Spasenoski, M., Trajkova, F., 2007. Somatic embryogenesis in pepper anther culture: the effect of incubation treatments and different media. Sci. Hort. 111:114-119.
31. Koleva-Gudeva, L., Trajkova, F., Dimeska, G., Spasenoski, M., 2009. Androgenesis efficiency in anther culture of pepper (*Capsicum annuum* L.). Acta Hort. 830:183-190.
32. Koleva-Gudeva, L., Trajkova, F., 2012. Anther culture of pepper: morphological characteristics of fruits of androgenetic pepper lines (*Capsicum annuum* L.). J. Res. Agric. 1:136-145.
33. Koleva-Gudeva, L., Gulaboski, R., Janevik-Ivanovska, E., Trajkova, F., Maksimova, V., 2013. Capsaicin inhibitory factor for somatic embryogenesis in pepper anther culture. Electron J. Biol. 9:29-36.
34. Kuo, J.S., Wang, Y.Y., Chien, N.F., Ku, S.J., Kung, M.L., Hsu, H.C., 1973. Investigations on the anther culture in vitro of *Nicotiana tabacum* L. and *Capsicum annuum* L. Acta Bot. Sin. 15:47-52.
35. Lichter, R., 1982. Induction of haploid plants from isolated pollen of *Brassica napus*. Zeitschrift für Pflanzenphysiologie 105:427-434.
36. Liu, F., Zhao, H., Chen, B., Zhang, Y.Y., 2007. Embryogenesis of microspore derived multicells in *Capsicum annuum* L. Fen Zi Xi Bao Cheng Wu Xue Bao 40:371-379.
37. Lantos, C., Juhász, A.G., Somogyi, G., Ötvös, K., Vági, P., Mihály, R., Kristóf, Z., Somogyi, N., Pauk, J., 2009. Improvement of isolated

microspore culture of pepper (*Capsicum annuum* L.) via coculture with ovary of pepper or wheat. Plant Cell Tiss Org. Cult. 97:285-293.

38. Lantos, C., Juhasz, A.G., Vagi, P., Mihaly, R., Kristof, Z., Pauk, J., 2012. Androgenesis induction in microspore culture of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). Plant Biotechnol Rep. 6:123-132.
39. Maraschin, S.F., Priester, W., Spaink, H.P., Wang, M., 2005. Androgenic switch: an example of plant embryogenesis from the male gametophyte perspective. J. Exp. Bot. 417:1711-1726.
40. Murashige, T., Skoog, F., 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant. 15:473-497.
41. Mityko, J., Andrasfalvy, A., Csillery, G., Fari, M., 1995. Anther culture response in different genotypes and F_1 hybrids of pepper (*Capsicum annuum* L.). Plant Breed 114:78-80.
42. Nitsch, J.P., Nitsch, C., 1969. Haploid plants from pollen grains. Science,163:85-87.
43. Niklas-Nowak, A., Olszewska, D., Kisiała, A., Nowaczyk, P., 2012. Study of individual plant responsiveness in anther cultures of selected pepper (*Capsicum* spp.) genotypes. Folia Hort. 24:141-146.
44. Novak, F., 1974. Induction of a haploid callus in anther cultures of *Capsicum* sp. Z Pflanzenzücht 72:46-54.
45. Nowaczyk, L., Nowaczyk, P., Olszewska, D., Niklas-Nowak, A., 2015. Effect of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid pretreatment of *Capsicum* spp. donor plants on the anther culture efficiency of lines selected by capsaicinoid content. BTa JBCBB 96:179-183.
46. Nowaczyk, P., Kisiała, A., 2006. Effect of selected factors on the effectiveness of *Capsicum annuum* L. anther culture. J. Appl. Genet. 47:113-117.
47. Ochoa-Alejo, N., Ramirez-Malagon, R., 2001. In vitro chili pepper biotechnology. *In Vitro* Cell Dev Biol. Plant 37:701-729.
48. Olszewska, D., Kisiała, A., Niklas-Nowak, A., Nowaczyk, P., 2014. Study of *in vitro* anther culture in selected genotypes of genus Capsicum. Turk J. Biol. 38:118-124.
49. Özkum, D., Tıpırdamaz, R., 2007. Effects of silver nitrate, activated charcoal and cold treatment on the in vitro androgenesis of pepper (*Capsicum annuum* L.). Acta Hort. 729:133-136.
50. Özsoy, B. 2019. Genotip, besin ortamı ve stres uygulamalarının biberde androgenesis üzerine etkileri (Yüksek Lisans Tezi). Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Tokat, 66s.
51. Parra-Vega, V., González-García, B., Seguí-Simarro, J.M., 2013-a. Morphological markers to correlate bud and anther development with microsporogenesis and microgametogenesis in pepper (*Capsicum annuum* L.). Acta Physiol Plant 35:627-633.
52. Parra-Vega, V., Renau-Morata, B., Sifres, A., Seguí-Simarro, J.M., 2013-b. Stress treatments and in vitro culture conditions influence microspore embryogenesis and growth of callus from anther walls of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). Plant Cell Tiss Organ Culture 112:353-360.
53. Pulido, A., Bakos, F., Castillo, A., Valle´s, M., Barnabas, B., Olmedilla, A., 2005. Cytological and ultrastructural changes induced in anther and isolated-microspore cultures in barley: Fe deposits in isolated-microspore cultures. J. Struct. Biol. 149:170-181.
54. Qin, X., Rotino, G.L., 1993. Anther culture of several sweet and hot pepper genotypes. Capsicum Eggplant Newsl. 12:59-62.
55. Reynolds, T.L., 1993. A cytological analysis of microspores of *Triticum aestivum* (Poaceae) during normal ontogeny and induced embryogenic development. Am. J. Bot. 80:569-576.
56. Rodeva, V., Irikova, T., Todorova, V., 2004. Anther culture of pepper (*Capsicum annuum* L.): comparative study on effect of the genotype. Biotechnol Biotechnol Equip 3:34-38.
57. Roshany, G., Kalantarai, S., Naderi, R., Hassani, M.E., 2013. Callus formation via anther culture in *Capsicum annuum* L. with differences in genotypes, media and incubation temperature. Tech. J. Engin. & App. Sci. 3:3847-3853.
58. Seguí-Simarro, J.M., P. Corral-Martínez, V. Parra-Vega, B. González-García, 2011. Androgenesis in recalcitrant solanaceous crops. Plant Cell Rep. 30:765-778.
59. Sibi, M., Dumas de Vaulx, R., Chambonnet, D., 1980. Androgenese in vitro chez le Piment *Capsicum annuum* L.: Impact des pretraitements sur le taux de plantes regenerees. In: Reunion CR (ed) EUCARPIA application de la culture *in vitro* a l'Amelioration des Plantes Potageres, Versailles, 16-18 April, pp:143-149.
60. Sunderland, N., Wicks, F.M., 1971. Embryoid formation in pollen grains of *Nicotiana tabacum*. J. Exp. Bot. 22:213-226.
61. Sunderland, N. 1974. Anther culture as a means of haploid induction. In: K.J. Kasha (Eds): Haploids in higher plants: advances and potential. The University of Guelph, Guelph.
62. Supena, E., Suharsono, S., Jacobsen, E., Custers, J., 2006. Successful development of a shed-

microspore culture protocol for doubled haploid production in Indonesian hot pepper (*Capsicum annuum* L.). Plant Cell Rep. 25:1-10.

63. Supena, E., Custers, J., 2011. Refinement of shed-microspore culture protocol to increase normal embryos production in hot pepper (*Capsicum annuum* L.). Sci. Hortic. 130:769-774.
64. Szakacs, E., Barnabas, B., 1988. Cytological aspects of *in vitro* androgenesis in wheat (*Triticum aestivum* L.) using fluorescent microscopy. Sex Plant Reprod, 1:217-222.
65. Taşkin, H., Büyükalaca, S., Keleş, D., Ekbiç, E., 2011. Induction of microspore-derived embryos by anther culture in selected pepper genotypes. Afr. J. Biotechnol. 10:17116-17121.
66. Wang, Y.Y., Sun, C.S., Wang, C.C., Chien, N.J., 1973. The induction of pollen plantlets of Triticale and *Capsicum annuum* anther culture. Sci. Sin 16:147-151.
67. Wang, L.H., Zhang, B.X., 2001. Advancement in the anther culture of *Capsicum annuum* L. China Veg. 3:52-53.
68. Zaki, M.A.M., Dickinson, H.G., 1991. Microspore-derived embryos in Brassica: the significance of division symmetry in pollen mitosis I to embryogenic development. Sexual Plant Reproduction, 4:48-55.
69. Zhao, J., Zhou, X., Zhang, Z., Yang, B., Zhou, S., 2010. Effects of culture media on anther culture of chili pepper (*Capsicum annuum* L.). J. Hunan Agric. Univ. (Nat Sci) 36:181-184.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 95–99 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

TÜRKİYE FLORASINDA BULUNAN BAZI KUŞKONMAZ TÜRLERİNİN TOHUMLARININ ÇİMLENME VE FİDE ÇIKIŞLARININ İNCELENMESİ

Mehmet ŞİMŞEK[1]*, İbrahim DUMAN[2]

[1]Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yalova; ORCID: 0000-0001-8037-6101
[2]Prof. Dr., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir; ORCID: 0000-0003-0081-7208

ÖZ

Bu çalışma Türkiye florasında bulunan kuşkonmaz türlerinden 4 adedinin (*Asparagus acutifolius* L., *Asparagus verticillatus* L., *Asparagus persicus* Baker., *Asparagus officinalis* L.) tohum çimlenme durumlarının tespiti amacıyla yapılmıştır. Türkiye'de kayıtlarda 10 tür kuşkonmaz (*Asparagus* sp.) bulunduğu belirtilmiştir. Bu türlerin literatürde belirtilen lokasyonlarda bulunup bulunmadığına, yeni lokasyonlar ve yeni türler olup olmadığına dair bir çalışma yürütülmektedir. Çalışmada 8 lokasyondan elde edilen 4 türe ait tohumların ISTA kurallarına göre normal çimlenebilme durumları tespit edilmiştir. *Asparagus* türlerindeki farklı kök gelişimi nedeniyle fide üretiminde yaşanan uygun viyol arayışına karşı fide çıkışlarının da gözlemlenmesi için 50×50×122 mm ölçülerindeki özel saksılar kullanılmıştır. *Asparagus officinalis* L. tohum kaynağı olarak Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsünde 1970'li yıllarda yapılan çalışmalar sonrasında etrafa dağılan ve işlenmeyen yerlerde yaşamını sürdüren genotiplerin tohumları kullanılmıştır. Bunlar ticari çeşitlere en yakın doğal melez bireylerdir. Bu tohumlar 28. günde %99 oranında çimlenirken farklı lokasyonlardan toplanan *Asparagus officinalis* L. tohumlarında çimlenme 60. günde, %10-30 arasında kalmıştır. *Asparagus persicus* Baker tohumlarında 28. günde çimlenme oranı %40-50 arasında kalırken, 60. günde bu oran %63-71 arasında gerçekleşmiştir. *Asparagus verticillatus* L.'nun bir lokasyondan toplanan tohumlarında çimlenme oranı 28. günde %71, 60. günde %79 olmuştur. Diğer lokasyondan alınan tohumlarda ise yüksek oranda enfeksiyon gelişmesi nedeniyle çimlenme sağlanamamıştır. *Asparagus acutifolius* L. tohumlarında ise hiç çimlenme gerçekleşmemiştir. Fide çıkışlarında ise yine geçmişinde ticari çeşitler bulunan *Asparagus officinalis* L. tohumları 30. günde %93, 60. günde %98 oranında fide çıkış oranı gösterirken, farklı lokasyonlardan toplanan tohumlarda bu oran 60. günde %40-60 arasında kalmıştır. 60. günde *Asparagus persicus* Baker %35-80, *Asparagus verticillatus* L. %10-60, *Asparagus acutifolius* L. %0 çıkış göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Asparagus, genetik kaynak, çimlenme oranı, çıkış zamanı

INVESTIGATION OF THE SEED GROWTH AND SEEDLING OUTPUT OF SOME ASPARAGUS SPECIES IN THE FLORA OF TURKEY

ABSTRACT

This study was carried out to determine the seed germination status of 4 asparagus species (*Asparagus acutifolius* L., *Asparagus verticillatus* L., *Asparagus persicus* Baker., *Asparagus officinalis* L.) found in the flora of Turkey. It has been stated that there are 10 species of asparagus (*Asparagus* sp.) recorded in Turkey. A study is being conducted to determine whether these species are found in the locations specified in the literature, and whether there are new locations and new species. In the study, the normal germination status of seeds of 4 species obtained from 8 locations was determined according to ISTA rules. Since root development is important in asparagus and there is no suitable viol in the market, special pots, 50×50×122 mm, called cutting pots, were used to observe seedling emergence. As the seed source of *Asparagus officinalis* L., the seeds of genotypes that were scattered around and survived in unprocessed areas were used after the studies carried out in the Yalova Atatürk Horticultural Research Institute in the 1970s.These are the natural hybrid individuals closest to commercial varieties. While these seeds germinated at a rate of 99% on the 28th day, the germination of *Asparagus officinalis* L. seeds collected from different locations remained between 10-30% on the 60th day. While the germination rate of *Asparagus persicus* Baker seeds remained between 40-50% on the 28th day, this rate was between 63-71% on the 60th day. The germination rate of *Asparagus verticillatus* L. seeds collected from one location was 71% on the 28th day and 79% on the 60th day. In the seeds taken from the other location, there was no germination since strong infection developed. During this period, there was no germination of *Asparagus acutifolius* L. seeds. At the seedling emergence, *Asparagus officinalis* L. seeds, which have commercial varieties in the past, emerged at the rate of 93% on the 30th day and 98%on the 60th day, while this rate remained between 40-60%on the 60th day in the seeds collected from different locations. *Asparagus persicus* Baker on day 60, 35-80%, *Asparagus verticillatus* L. 10-60%, *Asparagus acutifolius* L. 0%, they showed output.

Keywords: Asparagus, genetic source, germination rate, emergence time

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*: msimsek19@hotmail.com

GİRİŞ

Kuşkonmaz'ın (*Asparagus* spp.) Türkiye'de doğal yayılış gösteren 10 türü [3] bulunmaktadır. Bu türlerin birçoğu yayılış gösterdiği alanlarda toplanarak tüketilmektedir. *Asparagus acutifolius* L. ve *Asparagus aphyllus* L. türleri Hatay ilimizden başlayarak Sinop ilimize kadar bütün sahil boyunca yayılış göstermektedir. Bu türlere en çok Ege Bölgesinde "Tilkişen", "Tilkikuyruğu", "Kedirgen" gibi isimler verilmekte ve toplanıp sevilerek tüketilmektedir. "Gılemşe", "Menevcen", "Hüsnüs" gibi isimler verilen *Asparagus verticillatus* L., Edirne'den Erzurum'a oradan Siirt ve Hakkari'ye kadar uzanan bir hat boyunca yayılış göstermektedir. Özellikle tereyağlı yumurtalı tüketimi yaygındır. Ticari olarak üretimi yapılan *Asparagus officinalis* L. türünün doğal formları ise Trakya'dan Iğdır'a kadar geniş bir alanda yayılım göstermektedir. "Kuşkonmaz" "Kalemçe" gibi isimlerle anılmakta ve tüketimi yapılmaktadır. *Asparagus persicus* Baker türü ise İç ve Doğu Anadolu bölgesinde özellikle nehir havzalarında yayılış göstermekte, "Mercü", "Meleco", "Merecüt" adları ile bilinmekte ve toplanıp tüketilmektedir. *Asparagus lycicus* P.H.Davis (endemik), *Asparagus coodei* P.H.Davis (endemik), *Asparagus lycaonicus* P.H.Davis (endemik) türlerinin yayılış alanları dar olup bulundukları bölgelerde tüketimleri yoktur. *Asparagus lycicus* P.H.Davis türü son yıllarda yapılan çalışmalarda bulunamamıştır. *Asparagus palaestinus* Baker., *Asparagus tenuifolius* Lam. türleri de az yayılış göstermektedir.

Günümüzde popüler bir sebze olan bahçe kuşkonmazı *Asparagus officinalis* L. Konusunda ülkemizde yapılan çalışmalar yetersiz kalmıştır. Çalışmalar 1960'lı yıllarda küçük çaplarda üretimle başlamıştır. 1968-1970'li yıllarda Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsünde araştırma projeleri yapılmıştır. Sonuçlar Ertekin GENÇ tarafından "Pratik Kuşkonmaz Yetiştiriciliği", Ayhan YÜCEL tarafından "Avrupa Pazarlarında Kuşkonmaz Talebi ve Türkiye'nin Kuşkonmaz İhraç Potansiyeli" ve "Taze Kuşkonmazların Ambalaj ve Standardizasyonu" şeklinde yayınlanarak üreticiler için kaynak olması amaçlanmıştır. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümünde Prof. Dr. Hüseyin VURAL tarafından da (1974) "Kuşkonmaz (*Asparagus officinalis* L.) cv. Rhum ve Braunschweig'da Cinsiyetin Verim, Erkencilik ve Sürgün Sayısına Etkisi Üzerinde Bir Araştırma" başlıklı çalışma gerçekleştirilmiş olup yine Prof. Dr. Hüseyin VURAL öncülüğünde İzmir Menemen ilçesi ve köylerindeki tamamıyla kumsal arazilerde beyaz sürgünlü çeşitlerle çiftçi üretimleri başlatılmıştır. Ancak gelişen süreçte iç talep ve ihracat için gerekli şartlar tam oluşmadığından üretim talebi görmemiştir. Bu tarihten günümüze kadar da Üniversiteler ve Kamu Enstitülerinde kısmi çalışmalar yapılmıştır. Ülkemizde bugün için toplam 1000-1500 dekarlık alanda üretim yapılmaktadır. Gün geçtikçe de yetiştirme istekleri artmaktadır.

Avrupa'da *Asparagus officinalis* L.'nin yanı sıra *Asparagus acutifolius* L.'nin de içerik ve lezzet yönünden dikkat çektiği için popülaritesi artmaktadır. *Asparagus acutifolius* L. yetiştiriciliğindeki engellerden birisi tohum çimlenme gücünün düşük kalmasıdır. Bu sorunu çözmek için çeşitli çalışmalar yapılmıştır. İtalya ve Yunanistan'da yapılan çalışmalar buna örnektir [6, 5]. Genetik kaynaklar üzerinde yapılan çalışmaların genellikle ülkelerde yaygın olan veya öne çıkan tür üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Akdeniz havzasında *Asparagus acutifolius* L. geniş popülasyona sahiptir. Hindistan'da aynı zamanda kökleri tıbbi bitki olan *Asparagus racemosus*, İran'da ise *Asparagus persicus* öne çıkmaktadır.

Türkiye'de kuşkonmaz konusunda yapılan çalışmaları zenginleştirmek temelinden yola çıkılarak genetik kaynakların toplanması, karakterize edilmesi ve değerlendirilmesi amacıyla Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsünde "Türkiye Kuşkonmaz (*Asparagus* spp.) Genotiplerinin Toplanması, Muhafazası ve Karakterizasyonu" isimli projeye başlanmıştır. Proje çalışmaları halen sürdürülmektedir.

Bu çalışmada toplanan türlerden 4 adedinin tohumlarının çimlenme güçleri incelenmiştir. Bu bir başlangıç çalışması olup daha sonra yapılacak çalışmalara ışık tutacaktır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Çalışmada Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsünce yürütülen "Türkiye Kuşkonmaz (*Asparagus* spp.) Genotiplerinin Toplanması, Muhafazası ve Karakterizasyonu" isimli proje kapsamında örnek alınan lokasyonlardan tohumları toplanan 4 türe ait tohumlar kullanılmıştır.

Bu türler ve lokasyonları aşağıdaki gibidir.

•*Asparagus acutifolius* L.; Merkez/Yalova

•*Asparagus verticillatus* L.: Ortaköy/Çorum, Cemilbey/Çorum

•*Asparagus persicus* Baker: Oltu/Erzurum, Digor/Kars

•*Asparagus officinalis* L.: Ihlara Vadisi/Aksaray, Aydıncık/Yozgat, Merkez/Yalova

Metot

Laboratuvar koşullarında çimlenme ve serada fide çıkış testleri yapılmıştır. Çimlenme testi ISTA kurallarına göre yapılmıştır [1]. Tohum mevcuduna göre 50'şer ve 100 adet tohumlar 4 tekerrürlü olacak şekilde hazırlanmıştır. Kâğıt arası bohça yönteminin kullanıldığı çimlendirme testi 25°C sıcaklık koşulunda yürütülmüştür.

Fide çıkış testleri için sera ortamı kullanılmıştır. Sera iç sıcaklığı, viyol toprak sıcaklığı ve sera nemi 08.00, 12.00, 16.00, 20.00, 24.00 saatlerinde ölçüm yapılacak şekilde 4 saat aralıklı olarak "HOBO" marka cihazla ölçümü yapılarak kaydedilmiştir.

Asparagus'larda kök gelişimi önemli olduğundan ve piyasada uygun viyol olmadığından fide çıkışlarının gözlemlenmesi içinde 50×50×122 mm ölçülerindeki çelikleme saksısı olarak geçen özel saksılar kullanılmıştır. Çıkış testleri torf ortamında yürütülmüştür.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çimlenme Testi

Tohumlar ISTA kurallarına göre 4 tekerrürlü olarak kâğıt arasında hazırlanıp 25°C'de sabitlenen çimlendirme dolabına yerleştirilmiştir. ISTA kurallarında 10. ve 28. günde sayım yapılması belirtilmişken ara tarihlerde de çimlenme oranları takip edilmiş ve kökçüğün 2 mm çıkışına göre çimlenen tohumlar genotipi temsil ettiği için değerlendirmek amacıyla viyole ekilmiştir. Çimlenme 60 gün boyunca düzenli takip edilmiş, bu süreden sonra ise cihaz kapatılarak tohumlar ortamda korunmaya devam edilmiştir. Cihazın içerisinde 20-25°C sıcaklık sabit tutulmuştur. Belirlenen çimlenme değerleri Çizelge 1 ve Şekil 1'de verilmiştir.

28. gün çimlenme değerlerine bakıldığında geçmişinde ticari çeşitler bulunan *Asparagus officinalis* L. genotipi %99 oranında çimlenme göstermiştir. Bu oran Aydıncık kökenli *Asparagus officinalis* L. genotipinde %8, Ihlara vadisi kökenli genotipte ise %18 oranında kalmıştır.

Asparagus verticillatus L. genotiplerinden Cemilbey bölgesinden alınan örneklerin tohumlarında yüzey dezenfeksiyonu yapılmasına rağmen yüksek oranda enfeksiyon geliştiğinden çimlenme oranı %3'te kalmıştır. Ortaköy bölgesinden alınan örnek ise 28. günde %71 oranında çimlenme göstermiştir.

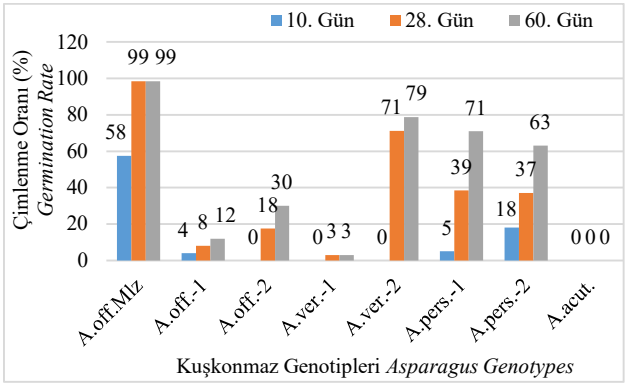
Asparagus persicus Baker türü genotiplerinden Oltu kökenli örnek 28. günde %39, Digor kökenli örnek ise %37 çimlenme göstermiştir. Bu iki örnek çimlenmelerini 60. günde sırasıyla %71 ve %63 oranlarına çıkarmışlardır.

Asparagus acutifolius L. türü genotiplerinde ise 60. günde dahi çimlenme görülmemiştir.

Çizelge 1. Tohumların laboratuvar ortamında çimlenme durumları (%)

Table 1. Germination of seeds in vitro (%)

Tür *Genotype*	Lokasyon *Location*	10. gün *10. day*	28. gün *28. day*	60. gün *60. day*
Asparagus officinalis Mlz	Yalova	58	99	99
Asparagus officinalis (1)	Ihlara	4	8	12
Asparagus officinalis (2)	Aydıncık	0	18	30
Asparagus verticillatus (1)	Cemilbey	0	3	3
Asparagus verticillatus (2)	Ortaköy	0	71	79
Asparagus persicus (1)	Oltu	5	39	71
Asparagus persicus (2)	Digor	18	37	63
Asparagus acutifolius	Yalova	0	0	0



Şekil 1. Tohumların laboratuvar ortamında çimlenme durumları (%)

Figure 1. Germination of seeds in vitro (%)

Fide Çıkış Testleri

Sera ortamında ekimi yapılan tohumların düzenli bakımları yapılarak ilk çıkışlarından itibaren sayımları yapılmıştır. Çalışmada fide çıkışları düzenli aralıklarla 60 gün boyunca sayılmıştır. Sayım günlerine ait veriler Çizelge 2 ve Şekil 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Tohumların sera ortamında çıkış oranları (%)

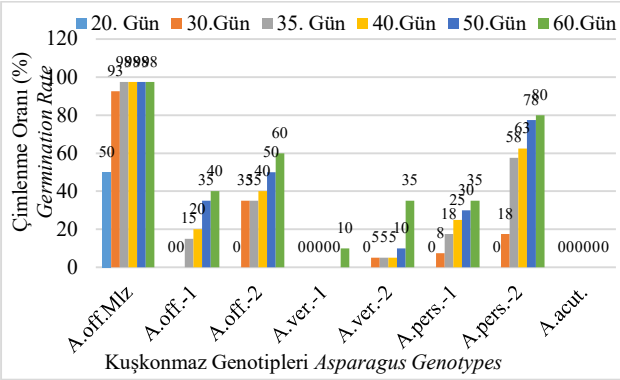
Table 2. The emergence rates of seeds in the greenhouse environment (%)

Tür Genotype	Lokasyon *Location*	20. gün *day*	30. gün *day*	35. gün *day*	40. gün *day*	50. gün *day*	60. gün *day*
Asparagus officinalis Mlz	Yalova	50	93	98	98	98	98
Asparagus officinalis (1)	Ihlara	0	0	15	20	35	40
Asparagus officinalis (2)	Aydıncık	0	35	35	40	50	60
Asparagus verticillatus (1)	Cemilbey	0	0	0	0	0	10
Asparagus verticillatus (2)	Ortaköy	0	5	5	5	10	35
Asparagus persicus (1)	Oltu	0	8	18	25	30	35
Asparagus persicus (2)	Digor	0	18	58	63	78	80
Asparagus acutifolius	Yalova	0	0	0	0	0	0

Fide çıkışlarında da 35. günde geçmişinde ticari çeşitler bulunan *Asparagus officinalis* L. genotipi %98 çıkış oranıyla en yüksek değere ulaşmıştır. Bunu %58 çıkış oranıyla Digor kökenli *Asparagus persicus*

Baker genotipi ve %35 çıkış oranıyla Aydıncık kökenli *Asparagus officinalis* L. genotipi izlemiştir. 60. günde ise Digor kökenli *Asparagus persicus* Baker genotipi %80, Aydıncık kökenli *Asparagus officinalis* L. genotipi ise %60 çıkış oranına ulaşmıştır. *Asparagus acutifolius* L. türü genotipinde hiç çıkış görülmemiştir. Diğer genotipler ise %50'nin altında çimlenme göstermiştir.

Çıkış denemeleri süresince sera ortam sıcaklığı, viyol iç sıcaklığı ve ortam nemi kaydedici cihazla ölçülmüştür. Sera iklim verileri Çizelge 3 ile Şekil 3 ve Şekil 4'te verilmiştir. Ortam sıcaklığı 15.00-40.66°C, toprak sıcaklığı 16.02-32.23°C arasında değişim gösterirken hava nem değeri %48.21-96.62 arasında değişmiştir.



Şekil 2. Tohumların sera ortamında çıkış oranları (%)
Figure 2. The emergence rates of seeds in the greenhouse environment (%)

Çizelge 3. Fide yetiştirme ortamı sıcaklık ve nem değerleri
Table 3. Temperature and humidity values of seedling growing environment

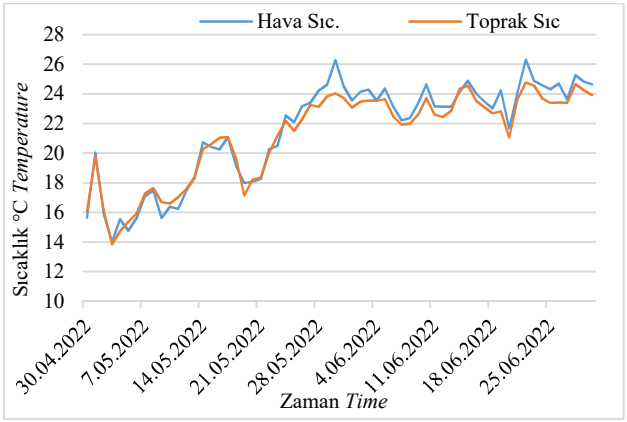
	Ortalama *Average*	Ortalama en yüksek değer *Average highest value*	Anlık en yüksek değer *Instant highest value*	Ortalama en düşük değer *Average lowest value*	Anlık en düşük değer *Instant lowest value*
Hava Sıcaklığı *Air Temperature* (°C)	21.55	29.92	40.66	15.00	7.09
Toprak Sıcaklığı *Soil Temperature* (°C)	21.21	27.65	32.33	16.02	8.77
Hava Nemi *Air humidity* (%)	72.11	90.63	96.62	48.21	28.24

Kuşkonmaz tohumları konusunda çalışmalar daha çok *Asparagus acutifolius* L. türünde yapılmıştır. Çünkü bu türde çok kuvvetli bir dormansi vardır. Bu çalışmada da çimlenme ve fide çıkışı görülmemiştir.

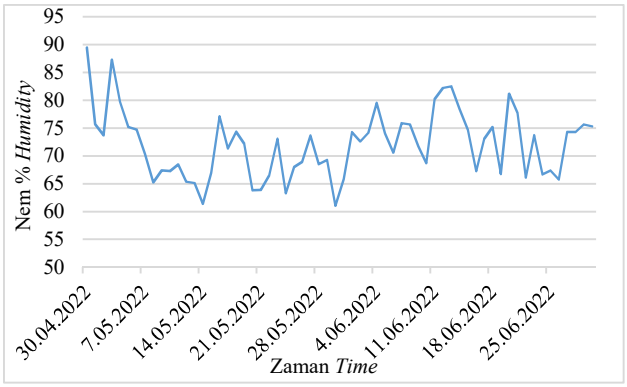
Conversa vd. [2], *Asparagus acutifolius* L. türü tohumlarındaki dormansinin çevresel koşullarla güçlü etkileşimde olduğunu belirtmişlerdir. Yaptıkları çimlenme çalışmasında 1 yıl kuru ortamda bekletilen tohumlarda yapılan işlemlerde daha iyi sonuçlar elde etmişlerdir.

Portoa vd. [6], *Asparagus acutifolius* L. türünün tohumlarındaki dormansiyi kırmak için İtalya'da yaptıkları çalışmada soğuk plazma yöntemini; suda bekletme, priming (polyethylene glycol) ve GA_3 uygulaması ile karşılaştırtırmışlar ve priming (polyethylene glycol) uygulamasında %15 daha fazla başarı elde etmişlerdir. Uygulamayı 180 günlük bir katlamadan sonra yapmışlardır.

Katsenios vd. [5], yine *Asparagus acutifolius* L. türünün tohumlarındaki dormansiyi kırmak için Yunanistan'da yaptıkları çalışmada katlama, mekanik aşındırma ve asitte bekletme uygulamalarını yapmışlar, çimlenmeyi en fazla mekanik aşındırmanın artırdığını belirlemişlerdir.



Şekil 3. Sera içi sıcaklık değişimi
Figure 3. Temperature change in greenhouse



Şekil 4. Sera içi hava nemi değişimi (%)
Figure 4. Air humidity change in greenhouse

Asparagus officinalis L. türünün hibrit çeşitlerinin tohumlarında düşük sıcaklık ve hidropriming uygulamalarının fide gelişimi ve verim üzerine etkileri Shevchenko vd. [7] tarafından incelenmiştir.

Çalışmalarında -70°C ve -120°C'de soğuk dondurulmalarından sonra 22°C'de bekletme, süksinik asitte bekletme (1-3 mg/l) ve mikro element içerikli suda (1-3 mg/l) bekletme şeklinde uygulama yapmışlardır. -70°C sıcaklık ve hidropriming uygulamalarını çalışmalarında önermişlerdir.

Asparagus racemosus L. türü daha çok Hindistan bölgesinde yetişen ve sürgünlerinden ziyade kökleri tıbbi bitki olarak kullanılan bir türdür. Gupta vd. [4], farklı koleksiyonlardan toplanan tohumların %17 ile %60 oranında çimlenme göstermesi üzerine bunu artırmak için tohumlara sülfürik asidin ve giberilik asidin farklı dozlarını uygulamışlardır. Sonuçta %20'lik sülfürik asit uygulamasının %84-86 çimlenme oranı ile daha iyi sonucu verdiğini belirtmişleridir.

SONUÇ

Türkiye kuşkonmaz genetik kaynakları yönünden önemli bir potansiyele sahiptir. Genetik kaynaklardan yeni türler çıkarılabilmesi için genotiplerin bütün yönleriyle incelenmesi ve ümitvar olanların sorunlarının iyileştirilmesi için çalışmalar yapılmalıdır. Halen yürütülmekte olan Türkiye Kuşkonmaz (*Asparagus* spp.) Genotiplerinin Toplanması, Muhafazası ve Karakterizasyonu" adlı proje bu tür çalışmalar için iyi bir altyapı olacaktır. Bu çalışmada 4 türün çimlenebilme yetenekleri incelenmiştir. Genetik kaynakların sağlıklı üretimi ve varlıklarının sürdürülebilmeleri için çimlenme özelliklerinin bilinmesi ve varsa dormansi özelliklerinin kırılması gerekmektedir. Bu çalışmadan yola çıkarak tüm kuşkonmaz genetik kaynaklarında çalışmalara devam edilmesi öngörülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Anonymous, 2014. International rules for seed testing. Edition 2014, International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland.
2. Conversa, G., Elia, A., 2009. Effect of seed age, stratification, and soaking on germination of wild Asparagus (*Asparagus acutifolius* L.). Scientia Horticulturae 119(2009):241-245
3. Davis, P.H. (Ed.) 1984. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Edinburg University Pres. pp:75-81.
4. Gupta, S.,, Kumar A., Sharma, S.N., 2002. Improvement of seed germination in *Asparagus racemosus* Willd. Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants 9(1):3-9.
5. Katsenios, N., Roussis, I.E., Efthimiadou, A., Kakabouk, I., Bilalis, D., 2019. Seed treatment techniques to improve germination of wild Asparagus (*Asparagus acutifolius* L.) a potential new crop. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 47(3):995.
6. Portoa, C., Sergiob, L., Boarib, F., Logriecop, A.F., Cantoreb, V., 2019. Cold plasma pretreatment improves the germination of wild Asparagus (*Asparagus acutifolius* L.) seeds. Scientia Horticulturae 256(2019):108554.
7. Shevchenko, N., Lialiuk, O., Stribul, T., Ivchenko, T., 2021. Influence of seed priming techniques on seedling establishment and yield of Asparagus hybrids. Biology Life Sciences Forum, 4:31.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 100–105 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

BİBER (*Capsicum annuum* L.) TOHUMLARINDA FARKLI PRIMING UYGULAMALARININ FİDE KALİTESİNE ETKİLERİ

İrem BİÇER[1]*, Hayriye Yıldız DAŞGAN[2]

[1]Zir. Yük., Müh., Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana; ORCID: 0000-0002-5359-8478
[2]Prof. Dr., Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana; ORCID: 0000-0002-0403-1627

ÖZ

Bu çalışmada, biber (*Capsicum annuum* L.) tohumlarına potasyum nitrat (KNO_3), kalsiyum nitrat $Ca(NO_3)_2$, giberellik asit (GA_3), PEG 6000 (Polyethylene Glycol), hümik asit, faydalı bakteri ve deniz yosunu olmak üzere farklı priming materyalleriyle tohum ön uygulamalarının fide kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. İnan-3363 biber çeşidi tohumları devamlı havalandırılan sistemde, farklı konsantrasyonlardaki priming çözeltilerinde 25°C sıcaklıkta ve 18 saat süreyle muamele edilmiştir. Hiçbir uygulama yapılmayan tohumlar ise kontrol grubu olarak kabul edilmiş ve hidropriming uygulaması yapılmıştır. Priming uygulaması sonucu tohum ekimi yapılmıştır. Dikim büyüklüğüne gelen fidelerde; yaprak sayısı, bitki boyu, gövde çapı, hipokotil boyu, yüzde kuru madde oranı, spad değeri, tek fide taze ağırlığı ve toplam bitki ağırlığı parametreleri incelenmiştir. Toplam bitki ağırlığı (45 fide) en fazla 17.04 g ile deniz yosunu uygulamasında elde edilmiştir. Yaprak sayısı, gövde çapı, bitki boyu, hipokotil boyu ve tek fide taze ağırlığı en yüksek deniz yosunu tohum ön uygulamasında görülmüştür. Yüzde kuru maddede ve klorofil-SPAD değeri bakımından hümik asit uygulaması diğer uygulamalara göre en yüksek çıkmıştır. Biber tohumlarında yapılan tohum ön uygulamaları içerisinden deniz yosunu priming uygulaması fide kalitesi bakımından önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ön uygulama, hidropriming, hormonpriming, ozmopriming, biyopriming

THE EFFECTS OF DIFFERENT PRIMING APPLICATIONS ON SEEDLESS QUALITY IN PEPPER (*Capsicum annuum* L.) SEEDS

ABSTRACT

In this study, the effects of priming on pepper (*Capsicum annuum* L.) seedling quality were investigated by applying different priming materials such as potassium nitrate (KNO_3), calcium nitrate $Ca(NO_3)_2$, gibberellic acid (GA_3), PEG 6000 (Polyethylene Glycol), humic acid, beneficial bacteria and seaweed. Seeds of Inan-3363 pepper variety were treated in priming solutions at different concentrations at 25°C for 18 hours in a continuously aerated system. Seeds without any application were accepted as the control group and hydropyriming was applied to it. The number of leaves, plant height, stem diameter, hypocotyl height, dry matter percentage, spad value, single seedling fresh weight and total plant weight (45 seedlings) were investigated. The highest total plant weight of 17.04 g was obtained in seaweed application. The highest number of leaves, stem diameter, plant height, hypocotyl height and single seedling fresh weight were observed in seaweed seed treatment. Humic acid application gave the highest percentage in dry matter and spad value compared to other applications. Seaweed priming is recommended for high seedling quality among the priming agents used for pepper seeds.

Keywords: Priming, hydroprimng, osmopriming, biopriming, halopriming

GİRİŞ

Biber (*Capsicum annuum* L.) ülkemizde ve dünyanın birçok yerinde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan bir sebze türü olmakla birlikte, tüm tropik ve subtropik iklim bölgelerinde yetiştirilebildiği gibi ılıman iklim kuşağında da yaygın olarak yetiştirilen *Capsicum* türleri mevcuttur. Ülkemizde 2021 yılı biber üretim miktarlarına ürün segmentlerine göre bakıldığında 1.291.091 ton ile ilk sırada Kapya biber yer alırken bunu 838.890 ton ile sivri biber, 389.957 ton ile dolmalık biber ve 116.967 ton ile çarliston biber izlemektedir [25].

Uzun vejetasyon süresine ihtiyaç duyan bu sıcak iklim sebzesi, güçlü bitki gelişimi ve yüksek verim için erken dönemlerde tohum çimlenmesi ve hızlı çıkış göstermesi gerekmektedir. Çıkış süresinin uzaması, tohumun birçok olumsuz koşullara (böcek, ortam sıcaklığı, hastalık vb.) maruz kalmasına sebep olacağı için, fide gelişimini geciktirir ve olgunlaşma süresi uzar [22, 17]. Bu nedenle tohumlarda; tohum gücü, genetik ve fiziksel saflık, yüksek canlılık gibi önemli kalite kriterleri ön plana çıkmaktadır. Tohum

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*:

kalitesini etkileyen bir diğer etkenler ise; hasat öncesi bitki beslenmesi (gübreleme, sulama, ilaçlama) ve hasat sonrası depolama şartları (depo sıcaklığı, nemi, oksijeni) yanında uygun hasat zamanı, tohum kurutma şekli, ekolojik ve fizyolojik faktörlerdir [20, 17, 5]. Uniform çimlenme, yeterli sayıda fide eldesi ve çıkış aşamasında yaşanacak sorunları ortadan kaldırmak için tohumlar ekim öncesinde "Priming", "Ön Uygulama" ya da "Tohum Uygulamaları" adı verilen uygulamayla muamele edilirler [10].

Priming, su veya osmotik bir çözelti içerisinde kökçüğün tohum kabuğundan çıkışına izin vermeden, metabolik faaliyetleri aktif hale getirerek tohum kalitesini arttırmak, çimlenme ve depolama performansını iyileştirmeye yarayan ekim öncesi uygulamalardır [5, 17]. Tohumlarda yaşlanmaya bağlı olarak stres koşullarına dayanıklılığın düşmesi ve çimlenme oranının azalması gibi olumsuz etkileri priming uygulamaları azaltmaktadır. Priming uygulamaları tohumda, protein sentezinin artması ile hem mitokondrinin hem de hücre zarların onarımına ve tohumda bulunan depo maddelerinin parçalanmasını sağlayan enzimleri aktive ederek depo maddelerinin optimum şekilde kullanımına fayda sağlamaktadır. Ayrıca tohumların solunum aktivitesi artmakta, antioksidan mekanizmasının yenilenmesine bağlı olarak süperoksit dismutaz, katalaz ve glutathion reduktaz enzimlerinin aktivitesi düzenlemekte, glutathion ve askorbat gibi çeşitli antioksidantların seviyesini artırmaktadır. Bunların yanında, hızlı kök ve sürgün gelişimi sağlamakta, kuraklığa dayanıklılık artmakta ve bitkiler erken çiçeklenme göstererek kısa zamanda hasat olgunluğuna erişmektedir [5, 10]. Günümüzde priming teknikleri kapsamında; hidropriming (suda bekletme), ozmopriming (ozmotik solüsyon içerisinde bekletme), halopriming (inorganik tuz solüsyonunda bekletme), termopriming (düşük ve yüksek sıcaklık uygulaması), matripriming (katı matris ortamında bekletme), biyopriming (biyolojik bileşiklerin kullanılması) gibi teknikler mevcuttur [1, 21, 15, 10]. Priming uygulamaları içerisinde yaygın olarak hidropriming ve ozmopriming teknikleri kullanılmaktadır [10].

Hidropriming, tohumların belli süre ve optimum sıcaklıkta suda bekletilerek su emdirilmesi tekniğidir. Bu teknikte kimyasal madde kullanılmadığı için hem uygulama boyunca kimyasal madde birikimi hem de çevreye zararlı atık oluşmamaktadır. Ancak bu yöntemle tohumlarda hızlı su alımına bağlı olarak doku zararlanmaları görülmekte ve bazı durumlarda tüm tohumlar eşit su alamadığından dolayı fizyolojik aktivitelerin üniform bir şekilde aktivasyonuna engel olduğundan eşzamanlı ve hızlı çimlenme olmamaktadır [5, 19, 10, 3]. Ozmopriming, düşük su potansiyeline sahip ozmotik solüsyonda, tohum içindeki su ile dışındaki çözeltinin osmotik basınçları arasında fark yaratmak ve böylece çimlenmeyi başlatacak kadar suyun girişini sağlama tekniğine denilmektedir. Ozmoprimingde çoğunlukla, polietilen glikol (PEG), mannitol, gliserol, sükroz gibi ozmotik maddeler; KCl, K_3PO_4, KNO_3, KH_2PO_4 gibi ozmotik çözeltiler; K, Na ve Mg gibi inorganik tuzlar kullanılmaktadır [15, 10, 7, 14]. Hormonpriming, tohumlar farklı hormonların (oksin, giberellik asit, sitokinin, salisilik asit vs.) değişik konsantrasyonlarda hazırlanan solüsyonlarında belirli süre bekletilirler. Hormonlar, bitkide farklı gelişim süreçlerini değişik açılardan etkilemek amacıyla sinyal gönderen küçük yapılı bileşiklerdir ve bir ya da birden fazla fitohormon hücresel ve metabolik süreci etkileyebilir, aynı zamanda biyotik ve abiyotik stres koşullarına karşı bitkiyi destekler [3, 4, 13].

Bu çalışmada, *Solanaceae* familyası içerisinde domates ve patlıcandan sonra çimlenme sorunu olan biber tohumlarına ozmopriming, hidropriming, hormonpriming ve biyopriming teknikleri uygulanarak fide kalitesine etkilerini ortaya koymak amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

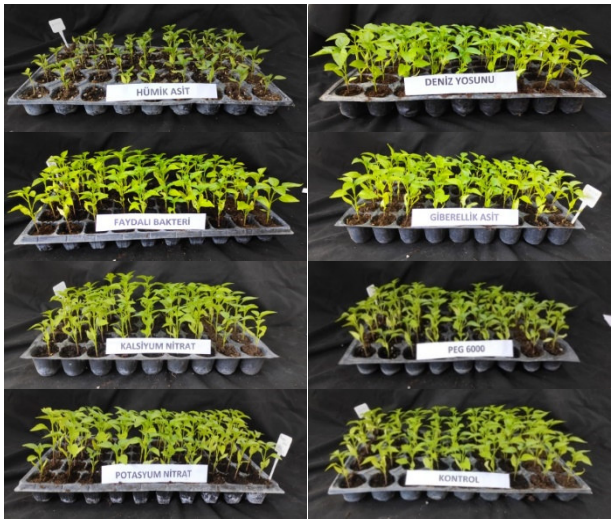
Materyal

Bu çalışma, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Deneme alanında bulunan cam serada ve Bahçe Bitkileri Bölümü Beslenme ve Abiyotik Stres Fizyolojisi Laboratuvarında 2022 yılı bahar döneminde yürütülmüştür. Çalışmada, Şanlıurfa'nın yöresel İsot biberinden ıslah edilmiş İnan 3363 biber çeşidi materyal olarak kullanılmıştır. Biber tohumları denemede kullanılıncaya kadar hava geçirmeyecek kaplarda buzdolabında 4±1°C'de muhafaza edilmiştir.

Metot

Araştırmada, biber tohumlarına potasyum nitrat (KNO_3), kalsiyum nitrat $Ca(NO_3)_2$, giberellik asit (GA_3), PEG 6000 (Polyethylene Glycol), hümik asit, faydalı bakteri ve deniz yosunu ile 7 farklı priming ajanı kullanılmıştır. Priming uygulaması, 31 Mart 2022 tarihinde sürekli havalandırılan sistem kullanılarak yapılmıştır. Uygulama, her priming solüsyonu için ayrı cam beherlere 300'er adet biber tohumu konularak, havalandırma pompası yardımıyla her behere tüm uygulama boyunca devamlı oksijen sağlanarak yapılmıştır. Priming uygulaması 18 saat süreyle 25±1°C sıcaklık koşullarında yapılmıştır. Denemede; KNO_3 10.10 g l^{-1}, $Ca(NO_3)_2$ 16.40 g l^{-1},

GA_3 100 ml l^{-1}, PEG 6000 342 g l^{-1}, hümik asit 0.5 g l^{-1}, faydalı bakteri 1.5 ml l^{-1}, deniz yosunu 2.0 g l^{-1} miktarlarında ve saf su kontrol olarak uygulanmıştır. Ön uygulama 18 saat sonra sonlandırılmıştır. Tüm uygulamalardaki tohumlar tel süzgeç yardımıyla akan çeşme suyu altında 5 dk boyunca yıkandıktan sonra, saf su ile 3 kez durulanarak kâğıt havluyla fazla suyu alınmıştır. Yıkanan tohumlar başlangıç nem değerine kadar 25°C sıcaklıkta 48 saat boyunca kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan biber tohumlarının 48 saat sonunda, 3:1 oranında torf ve perlit karışımı bulunan 45'lik viyollere ekimi yapılmıştır. Tohumların çimlenmesi ve fide performansını gözlemlemek için viyoller, ısıtmasız fidelik serasına konulmuştur. Deneme 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 15 adet bitki olacak şekilde yapılmıştır. Fideler gelişip 3-4 gerçek yapraklı hale geldiklerinde, ekimden 43 gün sonra dikim büyüklüğüne gelen tüm uygulamaların bitkilerinde, bitki boyu, hipokotil boyu, gövde çapı, yaprak sayısı, klorofil-SPAD değeri, tek fide taze ağırlığı, 45 fide içeren toplam bitki ağırlığı ve yüzde kuru madde parametreleri ölçülerek analiz yapılmış ve JMP paket istatistik programı kullanılarak sonuçlar değerlendirilmiştir.



Şekil 1. Tohumlarına farklı priming uygulamaları yapılmış biber fidelerinin gelişiminin viyollerdeki görüntüsü

Figure 1. images of pepper seedlings treated with different priming agents

BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırmada incelenen parametrelerden elden sonuçlar Çizelge 1, 2 ve Şekil 2'de belirtilmiştir. Buna göre, yaprak sayısı, gövde çapı, hipokotil boyu, bitki boyu, spad değeri, tek fide taze ağırlığı, toplam bitki ağırlığı ve yüzde kuru madde fiziksel ölçümlerine göre yapılan istatistiki sonuçlara göre tüm fide büyüme parametreleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Gövde çapında en iyi sonucu, deniz yosunu uygulaması 2.22 mm ile en düşük sonucu 1.36 mm ile hümik asit uygulaması vermiştir. Hipokotil boyu bakımından, en yüksek değer 8.69 cm ile deniz yosunu uygulamasında kaydedilirken, 4.89 cm ile hümik asit uygulamasında en düşük değer elde edilmiştir. Uygulamalar içerisinde bitki boyu açısından değerler incelendiğinde, en yüksek bitki boyu değeri 9.59 cm ile deniz yosununda görülürken, 5.30 cm ile en düşük bitki boyu değeri hümik asit uygulamasında saptanmıştır. Yaprak sayısı değerleri incelendiğinde, deniz yosunu uygulamasının olumlu sonuç verdiği görülmektedir. Hümik asit uygulamasının yaprak sayısında düşük değer gösterdiği tespit edilmiştir. Spad değeri bakımından incelendiğinde, diğer parametrelerin aksine hümik asit uygulamasının yüksek sonuç verdiği görülürken, PEG 6000 priming uygulamasının en düşük değeri gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Biber tohumlarına uygulanan farklı priming ajanlarının fide büyüme parametreleri üzerine etkisi

Table 1. Effects of different priming agents on growth characteristics of pepper seedlings

Uygulama *Application*	Yaprak sayısı (adet) *Number of leaves*	Gövde çapı (mm) *Stem diameter*	Hipokotil boyu (cm) *Hypocotyl length*	Bitki boyu (cm) *Plant height*	SPAD değeri *Spad value*
Potasyum nitrat *Potassium nitrate*	5.67 b	1.98 b	7.94 b	8.47 bc	32.75 cd
Kalsiyum nitrat *Calcium nitrate*	5.63 b	1.89 b	7.84 b	8.79 b	33.28 bd
Giberellik asit *Gibberellic acid*	5.97 b	1.95 b	8.05 b	8.66 bc	33.40 bd
PEG 6000 *Polyethylene glycol 6000*	5.83 b	1.54 c	7.16 c	8.13 c	31.65 d
Hümik asit *Humic acid*	4.60 c	1.36 d	4.89 d	5.30 d	37.19 a
Faydalı bakteri *Beneficial bacteria*	6.07 ab	1.59 c	7.93 b	8.56 bc	32.39 cd
Deniz yosunu *Seaweed*	6.43 a	2.22 a	8.69 a	9.59 a	35.02 ab
Kontrol / *Control*	5.90 b	1.98 b	7.48 bc	8.17 bc	34.20 bc
P	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0026
LSD%5	0.450	0.1214	0.6336	0.6180	2.192

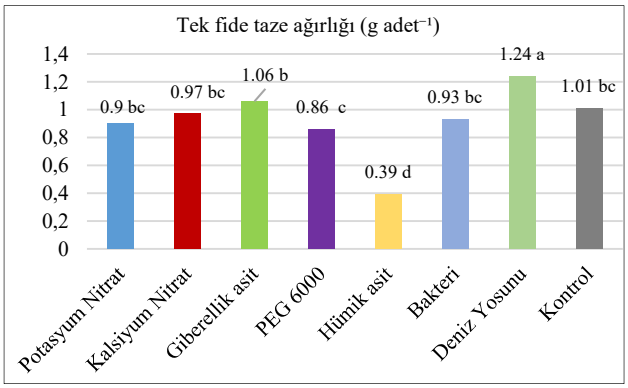
[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD)

[z]*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.05 level*

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

Tek bitki taze ağırlığında uygulamalar arasında istatistiksel açıdan önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Buna göre en yüksek taze ağırlık 1.24 g ile deniz yosunu uygulamasında görülürken, en düşük taze ağırlık 0.39 g ile hümik asit uygulamasında belirlenmiştir (Şekil 2). Toplam bitki ağırlığında benzer şekilde, deniz yosunu uygulamasının yüksek sonuç verdiği görülürken, hümik asit uygulamasının düşük değer gösterdiği tespit edilmiştir. Yüzde kuru

madde oranı %17.39 ile hümik asit uygulamasından elde edilmiştir. Kalsiyum nitrat uygulaması %14.53 ile uygulamalar içinde en düşük orana sahiptir (Çizelge 2).



*%5 ihtimal seviyesinde önemlidir. *Significant at the 5% level of significance*

Şekil 2. Farklı priming uygulamalarının biber fidesi taze ağırlığı üzerine etkileri

Figure 2. Effects of different priming agents on fresh weight of pepper seedlings

Çizelge 2. Biber tohumlarına uygulanan farklı priming ajanlarının 45 adet toplam fide taze ağırlığı ve fidede kuru madde üzerine etkisi

Table 2. The effect of different priming agents applied to pepper seeds on 45 total seedling fresh weight and seedling dry matter

Uygulama *Application*	Toplam 45 bitki taze ağırlığı (g bitki⁻¹) *Total fresh weight of 45 plants*	Yüzde kuru madde (%) *Percent dry matter*
Potasyum nitrat *Potassium nitrate*	12.41 bc	15.55 cd
Kalsiyum nitrat *Calcium nitrate*	14.08 bc	14.53 d
Giberellik asit *Gibberellic acid*	14.43 b	16.00 bc
PEG 6000 *Polyethylene glycol 6000*	12.09 c	15.46 cd
Hümik asit *Humic acid*	5.19 d	17.39 a
Faydalı bakteri *Beneficial bacteria*	14.01 bc	15.32 cd
Deniz yosunu *Seaweed*	17.04 a	15.83 bc
Kontrol / *Control*	14.10 bc	16.84 ab
P	<.0001	0.0013
LSD%5	2.142	1.046

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD)
[z]*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.05 level*
Ö.D.: Önemli değil *N.S.: Nonsignificant*

Başay ve Alpsoy [2]'da biber tohumlarına farklı konsantrasyonlarda vermikompost çözeltisi ön uygulamasının fide boyunda kuru çimlendirme ve %10 uygulamalarında etkili olduğu, gövde yaş ve kuru ağırlığında ön uygulamanın fark göstermediği görülmüştür. Özkaynak ve ark. [23] karpuzda organik priming uygulamalarının (deniz yosunu) bitki boyunda önemli olumlu etki gösterdiği, bitki yaş ağırlığında kimyasal priming (PEG 6000) ön uygulamasının yüksek sonuç verdiğini tespit etmiştir. Sivritepe ve ark. [25] biber tohumlarına yapılan deniz yosunu ile organik priming uygulamasının 1000 ppm dozunun bitki kuru ağırlığında kontrole göre yüksek sonuç verdiğini belirlemiştir. Ghiyasi ve ark. [12] soya tohumlarına askorbik asit ön uygulamasının konsantrasyon arttıkça fide uzunluğu ve bitki kuru ağırlığının doğru orantılı olarak arttığını belirtmişlerdir. Salehzade ve ark. [24], buğdayda PEG 8000 ve KNO_3 priming uygulamalarının bitki sürgün ve kök uzunluğu ile kuru ağırlığı üzerinde yüksek sonuç elde etmişlerdir. Doğrusöz ve ark. [8], fiğ bitkisinde yaptıkları çalışmada 4 saat duman solüsyonu uygulamasının sürgün ve kök uzunluğuna olumlu etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Bitki yaş ağırlığına tüm priming uygulamalarının olumlu sonuç verdiği kaydedilmiştir.

Çalışmamızda incelediğimiz fide büyüme parametrelerine benzer özellikleri inceleyen, Ekren ve Güngör [9] çalışmalarında tütün tohumlarına priming uygulamalarından en yüksek sonuçları kontrole göre, fide boyunda priming + kaplama uygulamasında, yaprak sayısında tohum kaplamada, gövde çapında priming + kaplama uygulamasında, kullanılabilir fide sayısında priming + kaplama uygulamasında elde etmişlerdir. Ermiş ve ark. [11], kabak anaç tohumlarında yaptıkları çalışmada, hidropriming uygulamasının tuz ve ozmotik stres altında erken fide gelişimi üzerine etkilerini araştırmışlardır. 25°C sıcaklıkta ve 24 saat süresince hidropriming uygulaması yapılan tohumlar tuz ve polietilen glikol bulunan osmotik stres koşularında çimlendirilerek fide gelişim parametreleri incelenmiştir. Araştırma sonucunda her iki stres koşulu altında hidropriming uygulamasının fide gelişiminin artmasında olumlu sonuçlar verdiği kaydedilmiştir. Dan ve ark. [6], domateste yaptıkları çalışmada tohumları PEG 6000 priming ajanında 25°C'de karanlıkta 48 saat boyunca bekletmişlerdir. Çalışma sonucunda domates fidelerinde kök uzunluğu, sürgün uzunluğu ve toplam taze ağırlık incelenmiştir. Toplam taze ağılık bakımından priming uygulanan tohumların, uygulama yapılmayanlara göre yüksek sonuç verdiği, kök uzunluğu ve sürgün uzunluğu bakımından değişiklik olmadığı tespit edilmiştir. Köse ve ark. [18], yeşil mercimekte giberellik asit ve hümik asit ile priming uygulaması yapılarak fide gelişimi üzerine etkileri araştırılmıştır. Priming uygulaması sonucunda fidelerde kök uzunluğu, sürgün uzunluğu, sürgün yaş ve kuru ağırlığı incelenmiştir. İncelenen parametreler sonucunda giberellik asit ön uygulamasının sürgün

uzunluğunda, hümik asit ön uygulamasının kök uzunluğunda yüksek sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Benzer şekilde çalışmamızda da giberellik asit uygulaması hümik asit uygulamasına göre daha yüksek değer vermiştir. Çalışmamızda bulduğumuz sonuçlar literatürde bulunan diğer çalışmalarla benzerlikler göstermektedir.

SONUÇ

Priming, birçok sebze türünde üniform ve hızlı çıkışın yanında kaliteli ve dayanıklı fide eldesi için sık uygulanan bir yöntemdir. Bu yöntemle birçok priming ajanı kullanılmaktadır. Sonuçlar incelendiğinde, araştırmada kullandığımız potasyum nitrat (KNO_3), kalsiyum nitrat $Ca(NO_3)_2$, giberellik asit (GA_3), PEG 6000 (Polyethylene Glycol), hümik asit, faydalı bakteri ve deniz yosunu priming uygulamalarının biberde fide ağırlığı, fide boyu, gövde çapı ve kuru madde bakımından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Sonuç olarak, tohumlarına priming uygulanan biber fidelerinin gelişme durumları incelendiğinde biber fide büyüme özellikleri üzerine en iyi sonuçları deniz yosunu uygulaması vermiştir. Biber tohumlarında deniz yosunu priming uygulamasını üreticilere, hazır fide sektörüne ve tohum firmalarına önerilebilir bulunmuştur.

TEŞEKKÜR

Çalışmayı yürüttüğüm süreç boyunca bana yön gösteren, destek ve emeklerini esirgemeyen, bilgi birikimiyle çalışmama farklı açılardan bakmamı sağlayan, beraber çalışmaktan ve öğrencisi olmaktan gurur duyduğum sayın danışman hocam Prof. Dr. H. Yıldız DAŞGAN'a teşekkürlerimi sunarım.

KAYNAKLAR

1. Ashraf, M., Foolad, M.R., 2005. Pre-sowing seed treatment: A shotgun approach to improve germination, plant grow than dcrop yield undersaline and non-saline conditions. Advances in Agronomy, Pakistan, Pennsylvania, 88:223-271.
2. Başay, S., Alpsoy, H., C., 2019. Biber (*Capsicum annuum* L. var. Sürmeli) tohumlarına yapılan vermikompost çayı ön uygulamasının çimlenme parametreleri ve fide kalite özelliklerine etkisi. Alatarım, 18(1):23-29.
3. Ceritoğlu, M., Erman, M., Çığ, F., Şahin, S., Acar, A., 2021. Bitki gelişimi ve stres toleransının geliştirilmesi üzerine sürdürülebilir bir strateji: priming tekniği. Türk Tarımsal Araştırmalar Dergisi 8(3):374-389.
4. Costacurta, A., Vanderleyden, J., 1995. Synthesis of phytohormones by plant-associated bacteria. Critical Reviews İn Microbiology 21(1):1-18.
5. Çelik, Y., Kenanoğlu, B.B., 2020. Priming uygulamalarının farklı gelişim dönemlerindeki patlıcan tohumlarının canlılık ve kalitesi üzerine etkisi. Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi 2(2):348-369.
6. Dan, C.L., Ling, Y.B., Xun, Q.L., 2017. Effects of osmopriming on tomato (*Lycopersicon esculentum* M.) hybrid seed vigor under aging and salinity stress. International Scholars Journals 1(4):1-7.
7. 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.
8. Doğrusöz, M.Ç., Başaran, U., Mut, H., Gülümser, E., 2022. Farklı priming uygulamalarında Macar fiğinin (*Vicia pannonica* Crantz.) çimlenme özellikleri ve fide gelişimi. ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi 6(3):437-447.
9. Ekren, S., Güngör, M., 2020. Tütün tohumuna uygulanan bazı iyileştirici ön uygulamaların çimlenme ve fide çıkış performansına etkisi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi 18:591-598.
10. Elkoca, E., 2006. Priming: ekim öncesi tohum uygulamaları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 38(1):113-120.
11. Ermiş, S., Öktem, G., Gökdaş, Z., Demir, İ., 2021. Effect of hydro-priming on seed germination and early seedling growth in three cucurbit rootstock cultivars under salt and osmotic stresses. Journal of Agricultural Biotechnology 2(1):1-5.
12. Ghiyasi, M., Amirnia, R., Tajbakhsh, M., Danesh, Y.Z., 2015. Askorbik asidin eskitilmiş soya tohumlarında çimlenme özellikleri üzerine olan etkisi. 11. Tarla Bitkileri Kongresi, Çanakkale.
13. Gray, W.M., 2004. Hormonal regulation of plant growth and development. PLoS Biology 2:311.
14. Heydecker, W., Gibbins, B., 1978. The priming of seeds. Acta Horticulturae 83:213-215.
15. Karakurt, H., Aslantaş, R., Eşitken, A., 2010. Tohum çimlenmesi ve bitki büyümesi üzerinde etkili olan çevresel faktörler ve bazı ön uygulamalar. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 24(2):115-128.
16. Kaya, G., Demir, İ., Tekin, A., Yaşar, F., Demir, K., 2010. Priming uygulamasının biber tohumlarının stres sıcaklıklarında çimlenme, yağ asitleri, şeker kapsamı ve enzim aktivitesi üzerine etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi 16(2010):9-16.

17. Kaya, G., 2008. Tohum uygulamaları (priming)'nın tohum yağ asitleri kompozisyonuna etkisi ve tohum kalitesi ile ilişkisi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi 17(1-2).
18. Köse, Ö.D.E., Kardeş, Y.M., Karaer, M., Mut, Z., 2019. Effects of different priming techniques on germination and seedling growth of green lentil (*Lens culinaris* Medik.) cultivars. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 6:247-255.
19. McDonald, M.B., 2000. Seed priming. In: M. Black, J.D. Bewley (ed.) Seed technology and ıts biological basis. Sheffield Academic Press, Sheffield, pp:287-325.
20. McDonald, M.B., Black M., (Eds) Bewley J.D., 1999. Seed technology and its biological basis. Sheffield Academic Press, Chapter 9(287).
21. Özmen, K., Kenanoğlu, B.B., 2020. Farklı priming uygulamalarının patlıcan (*Solanum melongena* L.) çeşitlerinin tohumları üzerindeki etkinliği. International Journal of Life Sciences and Biotechnology, 3(3):342-360.
22. Özgen, R., Balkaya, A., 2021. Serada sonbahar dönemi dolmalık biber yetiştiriciliğinde hibrit çeşit adaylarının meyve kalitesi ve verim performansları. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 8(1):78-89.
23. Özkaynak, E., Yüksel, P., Yüksel, H., Orhan, Y., 2015. Karpuzda (*Citrullus lanatus* (thunb.) matsum. & nakai) organik priming uygulamaları. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 30(2):149-155.
24. Salehzade, H., Shishvan, M.I., Ghiyasi, M., Forouzin, F., Siyahjani, A.A., 2009. Effect of seed priming on germination and seedling growth of wheat (*Triticum aestivum* L.). Research Journal of Biological Sciences 4(5):629-631.
25. Sivritepe, H.Ö., Şentürk, B., Teoman, S., 2015. Biber tohumlarında yapılan organik priming ve kurutma uygulamaları fide kalitesi ve performansını iyileştirmektedir. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 29(2):83-94.
26. TÜİK, 2021. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara (http//www.tuik.gov.tr; Erişim: Ağustos 2022).

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 106–116 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

FARKLI FİZYOLOJİK YAŞLARDA HASAT EDİLEN DOMATES TOHUMLARININ CANLILIĞI ÜZERİNE BAZI KURUTMA YÖNTEMLERİ VE HASAT SONRASI OLGUNLAŞTIRMANIN ETKİSİ

Yasemin ÇELİK[1], Burcu Begüm KENANOĞLU[2]*, Eren ÖZDEN[3]

[1]PETEKTAR Tohum Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti., Antalya; ORCID:
[2]Uşak Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Uşak; ORCID:
[3]Iğdır Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Iğdır; ORCID:

ÖZ

Kurutucu, tohum yüzeyinde kurumaya neden olan higroskopik bir maddedir. En yaygın kurutucu silikadır ve diğer yaygın kurutucular arasında, kalsiyum sülfat, kalsiyum klorür ve zeolit bulunur. Bu yöntemlerin yanı sıra bu çalışmanın amacı, farklı kurutma yöntemlerinin K1 (35°C inkübatörde 3 gün $CaCl_2$ doygun çözeltisi + iki gün kuru hava) ve K2 (35°C'lik inkübatörlerde; ilk gün KNO_3 (%90.79±0.83 RH), ikinci gün NaCl (%74.87±0.12 RH), üçüncü gün $CaCl_2$ (≦%45 RH) + iki gün kuru hava ve hasat sonrası olgunlaştırma (HSO) (35°C-90 gün) periyodunun, çiçeklenmeden sonraki günlere göre belirlenen (40, 50, 60 ve 80. günler) olgunlaşma evresinde domates tohum canlılığını nasıl etkilediğini belirlemektir. Çalışmamızda belirlenen tohum partilerine; K1, K2, HSO, K1+HSO, K2+HSO işlemleri uygulanmıştır. Uygulamalar sonunda kağıt arası çimlenme (25°C 14 gün), fide çıkış testi (25°C 21 gün), kontrollü bozulma testleri (45°C %20 48-72 sa), fide yaş (FY) ve kuru ağırlığı (FK) (80°C, 1 gün), enzim aktivitesi parametreleri incelenmiştir. Sonuçlar, domates tohumlarının hasat günlerinin ve kurutma işlemlerinin normal çimlenme, ortalama çimlenme-çıkış zamanı, FY-FK parametreleri bazında ele alındığında %1 düzeyinde önemli olduğunu göstermiştir ($p<0.01$). 60. gün hasadına ait domates tohumlarında K2+HSO ve K2 uygulamaları ile en yüksek CAT, APX ve SOD seviyeleri belirlenmiştir. Genel olarak hasat dönemlerine göre kurutma ve kurutma + olgunlaştırma işlemleri avantajlı bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Domates, kurutma, hasat sonrası olgunlaştırma, enzim aktivitesi, tohum canlılığı

THE EFFECT OF SOME DRYING METHODS AND POST-HARVEST MATURATION ON THE VIABILITY OF TOMATO SEEDS HARVESTED AT DIFFERENT PHYSIOLOGICAL AGES

ABSTRACT

Desiccant is a hygroscopic substance that causes drying on the seed surface. The most common desiccant is silica, and other common desiccants include calcium sulfate, calcium chloride, and zeolite. In addition to these methods, the aim of this study is to determine that different drying methods are K1 (3 days $CaCl_2$ saturated solution in 35°C incubator + two days dry air) and K2 (in 35°C incubators; KNO_3 (90.79±0.83 RH) on the first day, day NaCl (74.87±0.12 RH), third day $CaCl_2$ (≦45% RH) + two days of dry air and post-harvest ripening (HSO) (35°C-90 days) period determined according to the days after flowering (40, 50, 60 and 80. days) affect the tomato seed viability during the ripening phase. K1, K2, HSO, K1+HSO, K2+HSO processes were applied to the seed lots determined in our study. At the end of the applications, inter-paper germination (25°C 14 days), Seedling emergence test (25°C, 21 days), controlled deterioration tests (45°C 20%, 48-72 h), seedling fresh (FY) and dry weight (PK) (80°C, 1 day), enzyme activity parameters were investigated. When the results are considered based on normal germination, mean germination-emergence time, FY-FK parameters of tomato seeds harvest days and drying processes. It showed that it was significant at the 1%level ($p<0.01$). The highest CAT, APX and SOD levels were determined with K2+HSO and K_2 applications in tomato seeds belonging to the 60th day harvest. In general, drying and drying + ripening processes were found advantageous according to the harvest periods.

Keywords: Tomato, drying, postharvest ripening, enzyme activity, seed viability

GİRİŞ

Hasat zamanın belirlenmesi yüksek çimlenme yeteneği ile yüksek verim sağlayan kaliteli bir tohum elde etmek için önemlidir. Tohum olgunluğu, fizyolojik ve hasat olgunluğu olmak üzere iki önemli olgunluk kavramı ile açıklanmaktadır. Fizyolojik olgunluk, tohuma taşınan maksimum kuru madde birikimi ile ilişkiliyken, hasat olgunluğu ise tohumun depolama için uygun hale geldiği gelişim dönemidir. Tohum olgunluğu, döllenme zamanı ile başlar meyve gelişim ile fonksiyonel, morfolojik ve fizyolojik değişimlerle birlikte gerçekleşmektedir. Hasattaki gecikmeler veya erken hasat işlemi tohumun bozulmasına, tohum kalitesi ve veriminde azalmalara neden olacaktır.

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*: burcu.kenanoglu@usak.edu.tr

Etli meyveli türlerin tohumlarının, genellikle maksimum tohum kuru madde birikimi ve tohum kalitesi bir arada gerçekleştiğinde en yüksek çimlenme ve canlılığa ulaştıkları bilinmektedir. Ancak çalışmamızda kullandığımız domates gibi bazı türlerde maksimum tohum kuru madde birikimi ve tohum kalitesi bir arada gerçekleşmemektedir. Tohum nem içeriği, genotip ve çevre koşullarından etkilenebileceğinden tohumların fizyolojik olgunluğu için iyi bir gösterge olarak gösterilememektedir. Olgunlaşma esnasında kuru madde birikmekteyken, tohum neminde devamlı bir azalma görülmektedir. Ayrıca bazı etli meyvelerde tohum, maksimum kuru madde biriktirdikten sonra bile nem içeriği yüksek kalabilmektedir [23].

Tohumlar yüksek miktardaki nem kaybına dayanma kabiliyetine sahiptirler [14]. Tohum kurutma işlemi, kuru oda veya kurutma odaları, kurutucu maddeler (Silika jel/odun kömürü), doymuş tuzlar/lityum klorür çözeltileri, klimalı oda/araçlar ve inkübatör kurutucular şeklinde yöntemlerle yapılabilmektedir. Kurutucu, çevresinde bir kuruma durumunu oluşturan higroskopik bir maddedir. Silika, aktif kömür, bentonit, kalsiyum sülfat, kalsiyum klorür ve zeolitler en yaygın kurutucular arasında yer almaktadır [1].

Türlere ve çeşitlere göre değişebildiği gibi yaşlanmayla birlikte tohumların kalitesi, canlılığı ve gücü azalırken, tohumdan sızan madde miktarında artış gözlemlenmektedir. Enzim azalması ve inaktivasyonu gibi temel değişiklikler, tohum yaşlanması ile ilgili önerilen en önemli hipotezlerden biridir [13]. Yaşlanma ile birlikte tohumda lipid peroksidasyonuna neden olan çok sayıda reaktif oksijen üretilir. Tohum bozulmasının başlıca nedeni zarar verme potansiyeline sahip olan serbest radikal kaynaklı enzimatik olmayan peroksidasyonlardır. Tohum, katalaz (CAT), peroksidaz (POD), askorbat peroksidaz (APX), glutatyon redüktaz (GR) ve süperoksit dismutaz (SOD) gibi serbest radikal ve peroksit temizleyici enzimleri içeren bazı koruyucu mekanizmalara sahiptir.

Tohum kuruma hassasiyeti, kurutulmamış kontrol grubu, priming ve doymuş tuzlar üzerinde kurutulmuş tohum partilerinin toplam çimlenmesi ile belirlenmektedir. Yapılan bazı çalışmalarda kuruma esnasında bağıl neminin düşmesiyle kuruma hassasiyetinin arttığı ortaya konmuştur. Bununla birlikte kuruma hassasiyeti ile tohum kalitesi arasında korelasyon tohum çimlenmesi ile belirlendiğinde, kuruma hassasiyetinin bir tohum gücü testi olarak kullanılabileceğini belirlenmiştir [18].

Bu çalışmada farklı olgunluk dönemlerinde hasat edilmiş olan domates türüne ait tohumlarının fizyolojik kalitesi üzerine farklı doymuş tuz solüsyonları üzerinde yapılan kurutmanın etkisi incelenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Çalışma, Uşak Üniversitesi, Ziraat Fakültesi uygulama arazisi ve araştırma laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. İlk yıl 3, ikinci yıl 4 farklı olgunlaşma dönemine ait H2274 çeşidinin domates (*Lycopersicon esculentum* L.) tohum partileri kullanılmıştır (Şekil 1). Çiçeklenme sonrası farklı dönemlerde hasat edilen meyvelerden su ile fermantasyon yöntemi ile elde edilen tohumlarda iki farklı kurutma uygulaması sonrası depolamanın tohum canlılığı, tohum gücü ve enzim aktivasyonu üzerine etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Bu testler sonucunda belirlenen parametreler; nem tayini, 25°C'deki çimlendirme oranı (%), fide çıkış oranı (%), fide yaş-kuru ağırlığı (g), tohum gücü (kontrollü bozulma testi; %20 nemde 48, 72 sa), SOD, APX ve CAT enzim aktiviteleridir.



Şekil 1. Farklı zamanlarda (çiçeklenmeden sonraki 40-50-60-80. günler) hasat edilmiş domates meyvelerinin görüntüleri

Figure 1. Images of tomato fruits harvested at different times (40-50-60-80. DAA)

Tohum Partilerinin Başlangıç Nem Kapsamlarının Belirlenmesi

Tohum nem içeriği (%), 1 saat boyunca 130°C'de tutulan 1 g tohumların iki kopyası üzerinde yüksek sıcaklıkta fırın yöntemi [9] kullanılarak belirlenmiştir. Tohumlar kurutma sonrası bir desikatörde yarım saat soğumaya bırakılmış ve nem içeriği taze ağırlık bazında ifade edilmiştir.

Tohum Kurutma İşlemleri

Çalışmada iki farklı kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Beş gün boyunca devam ettirilen kurutmalardan birinci kurutmada (K1) tohumlar,

35°C inkübatörde ilk üç gün $CaCl_2$ doygun çözeltisi üzerinde, dördüncü ve beşinci günlerde ise 35°C inkübatörde herhangi bir doygun tuz çözeltisi olmadan havada (ortam koşullarında) kurutulmuşlardır. İkinci kurutma uygulamasında (K2) ise 35°C'lik inkübatörlerde ilk gün KNO_3 (%90.79±0.83 RH), ikinci gün NaCl (%74.87±0.12 RH), üçüncü gün $CaCl_2$ (≅%45 RH) doygun çözeltileri üzerinde dördüncü ve beşinci günlerde ise 35°C'lik inkübatörde herhangi bir doygun tuz çözeltisi olmadan havada kurutulmuştur.

Hasat Sonrası Olgunlaştırma Uygulamaları

Çalışmada farklı dönemlerde hasat edilen domates tohumlarının kontrol partisi (K), birinci kurutma (K1) ve ikinci kurutma (K2) işlemleri uygulanan tohum partileri kontrol grubunun yanı sıra, 35°C'de ve üç ay sure boyunca hermetik paketlerde (HSO, K1+HSO, K2+HSO) hasat sonrası olgunlaştırma işlemi uygulanmıştır. Bu süreç sonucunda tohum partilerinde tohum canlılığı, çimlenme ve fide çıkış testi ile belirlenmiştir.

Çimlendirme Testi (%)

Her parti için 4 tekerrür 50 tohum kullanılarak, her tekerrürdeki tohumlar, kağıt arası metot ile 25°C'de çimlenme test edilmiştir [10]. Çimlendirme denemesinin sonunda normal ve anormal fideler (%) belirlenmiştir. Ortalama çıkış zamanı, çimlenme sırasında yapılan günlük sayımlardan yararlanılarak formülle hesaplanmıştır [5].

Fide Çıkış Testi (%)

4×50 tohum 25°C'de 16 saat aydınlık, 8 saat karanlık koşullarda 21 gün süre ile torf ortamında ekim gerçekleştirilmiştir. Günlük çıkış sayımı gerçekleştirilmiş ve ortalama çıkış süresi hesaplanmıştır [5]. Çıkış denemesinin sonunda fidelerde normal/anormal olarak ayırt edilerek [9], normal olanların miktarı %olarak verilmiştir.

Fide Yaş Ve Kuru Ağırlığının Belirlenmesi (g)

Fide çıkış testleri sonucu her tekerrürden 5 fide rastgele seçilerek yaş ağırlığı belirlenmiş ve 80°C'de 1 gün süre ile kurutularak kuru ağırlıkları (g/bitki) belirlenmiştir.

Tohum Gücü Testi (Kontrollü Bozulma Testi)

Tohum ağırlığına bağlı formülden yararlanılarak tohumların nemi %20'ye yükseltilerek 45°C'de, 48 ve 72 saat hermetik paketlerde tutularak yaşlandırma yapılmıştır [10].

$$\text{İstenen Nemdeki Tohum Ağırlığı (g)} = \frac{\text{Baslangıç Tohum Ağırlığı} \times (100 - \text{Baslangıç Nemi})}{(100 - \text{İstenen Nem})}$$

Tohumda Enzim Aktivasyonu

Farklı hasat dönemlerinde hasadı gerçekleştirilen domates (40-50-60) tohumlarına ve bu tohumlara uygulanan tüm uygulamalara ait tohum partilerinin SOD, CAT ve APX enzim aktivitelerindeki değişimi belirlemek amacıyla her tekerrürde 0.5 g tohum örneği sıvı azot içerisinde porselen havanlarda ezilmiştir. 5 ml soğuk (0.1 M Na-fosfat pH 7.5), 0.5 mMNa-EDTA ve 1 mM Askorbik asit ile homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örnekler 4°C'de 30 dk süresince 18.000 rpm devirde santrifüj edildikten sonra elde edilen örnekler 1 saat oda sıcaklığında bekletilmiştir [11, 20].

Katalaz aktivitesi, H_2O_2'nin 240 nm'de kaybolması esas alınarak belirlenmiştir. Bu enzim analizinde son hacmi 1 ml olan reaksiyon ortamına 2.5 ml 0.05 M KH_2PO_4 (pH 7.0), 1.5 mM H_2O_2 ve 0.2 ml enzim ekstraktı ilave edilmiştir. Enzim aktivasyon değerlendirmesi, 1 mg protein için 1 dakika içinde absorbansdaki değişim veya Ext. Coef. 240 nm dalga boyunda 40 mM cm^{-1} olarak belirlenmiştir [11].

Askorbatperoksidaz aktivitesi, H_2O_2'nin 290 nm'deaskorbikasite bağlı H_2O_2'nin indirgenmesi ölçülerek yapılmıştır. Son hacmi 1 ml olacak şekilde ayarlanan reaksiyon ortamına, 3 ml 50 mM K-Fosfat bufer (Ph 7.0), 0.5 mM askorbik asit, 0.1 mM EDTA, 1.5 mM 54 H_2O_2 ve 0.1 ml enzim ekstraktı ilave edilmiştir. Reaksiyon 0.1 ml ekstrak proteinin ilavesi ile başlamıştır. Enzim aktivasyon değerlendirmesi 1 mg protein için 1 dakika içinde absorbansdaki değişim 290 nm dalga boyunda 2.8 mM cm^{-1} olarak belirlenmiştir [19].

SOD enzim aktivitesi Sun ve ark.[20], tarafından geliştirilen metot kullanılarak ölçülmüştür. Reaksiyon çözeltisini 0.3 mM Ksantin, 0.06 mM EDTA, 150 µg/l NBT, 400 mM Na_2CO_3, 1 g/l Sığır serum albümin, 0.166 U/mL Xanthineoxidase (Stoktan seyreltme yapılacaksa 2 M amonyum sülfat kullanılır), 0.8 mM $CuCl_2.2H_2O$ ve 50 µl enzim ekstraktı oluşturmuştur. Reaktif karışımı; 50 tüplük olacak şekilde, 50 ml ksantin, 25 mL EDTA, 25 mL Nitrobluetetrazolium (NBT), 16 ml Na_2CO_3 ve 7.5 mL Albümin çözeltisi karıştırılarak hazırlanmıştır. Daha sonra bir tüpe 2850 µl reaktif karışımı, 50 µl enzim ekstraktı, 50 µl saf su ve 50 µl ksantinoksidaz enzimi eklenerek 25 dakika 25°C'de inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda 50 µl $CuCl_2.2H_2O$ eklenerek reaksiyon durdurulmuş hem kör tüpü hem de numune tüpü saf suya karşılık 560 nm de absorbansı okunmuştur. İnkübasyon esnasına NBT'nin redüksiyon hızındaki %50'lik inhibisyon 1

SOD ünitesi olarak ifade edilmiştir. SOD enzim ünitesinin hesaplanması aşağıda gösterildiği gibi yapıldı.

$$\%\ \text{İnhibisyon} = \frac{(\text{Absk} - \text{Absö})}{\text{Absk}}$$

$$\text{Aktivite (EU/mL)} = \frac{\%\text{İnhibisyon}}{50 \times\ 0.05}$$

$$\text{Spesifik Aktivite (EU/mg)} = \frac{\text{Aktivite}}{\text{mg Protein}}$$

% İnhibisyon: Kör absorbansına karşı örnek absorbansının düşme miktarının %'si,
Absk: Kör absorbansı,
Absö: Örnek absorbansı,
50: N.B.T. indirgenme hızının %50 inhibisyonu,
0.05: Kullanılan örnek miktarı (ml),

Çalışmadan elde edilen tüm verilerde ANOVA analizleri, SPSS istatistiki paket program kullanılarak gerçekleştirilmiş ve ortalamaların karşılaştırılmasında Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır ($p \leq 0.05$).

BULGULAR VE TARTIŞMA

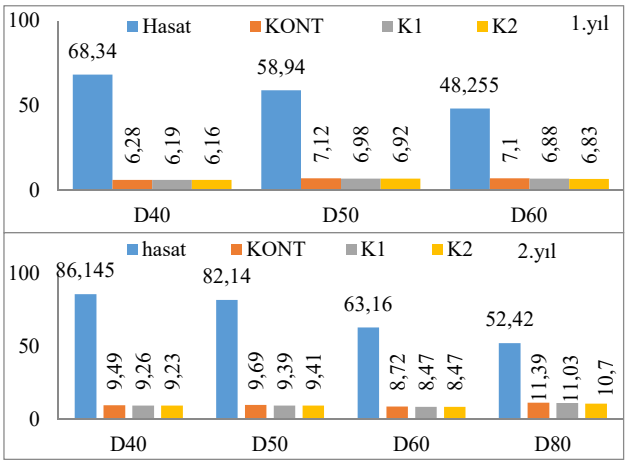
Farklı Olgunluk Dönemlerinde Hasat Edilen Domates Tohumlarının Hasat ve Kurutma Sonrası Tohum Nemlerindeki Değişimler (%)

Domates tohumlarında hasat sonrası ölçülen nemlerde, ilk yıl antesisten sonraki 60. günde (%48.3), ikinci yıl ise 80. günde (%52.42) en düşük değerleri ölçülürken, iki yıl içinde en yüksek değeri antesisten sonraki 40. günde (%68.34 ve %86.14) hasat edilen meyvelerin tohumlarında bulunmuştur. Domates tohumları için ilk yıl kontrol grubunun nem değerleri %6.28-7.12, kurutma uygulanmış tohumların nemi %6.16-6.98 arasında bulunurken, ikinci yıl kontrol grubunda %8.72-11.39, kurutma uygulanmış grupların nem değerleri %8.47-11.03 arasında olduğu belirlenmiştir (Şekil 2).

Hasat Olgunluk Dönemlerinin, Hasat Sonrası Kurutma ve Olgunlaştırma Uygulamalarının Çimlenme Üzerine Etkileri

Farklı olgunluk (40, 50, 60 ve 80. gün) dönemlerinde hasat edilen H2274 çeşidinin tohum partilerinin kontrol (K), hasat sonrası olgunlaştırma (HSO), kurutma1 (K1), kurutma1 ve HSO (K1+HSO), kurutma2 (K2), kurutma2 ve HSO (K2+HSO) gruplarının 25°C çimlendirme test sonuçları (TÇ: toplam çimlenme, NÇ: normal çimlenme ve OÇZ: ortalama çimlenme zamanı) Şekil 3'de verilmiştir.

1. yıl test sonuçlarında toplam çimlenme ve normal çimlenme değerleri incelendiğinde; 60. gün tohumlarının K1+HSO grubu sırasıyla %98 ve %97.25 ile en yüksek çimlenme değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Ortalama çimlenme zamanı verileri incelendiğinde ise 3.08 ile en erken çimlenme 60. gün tohumlarının K2+HSO grubunda belirlenmiştir. 2. yıl test sonuçlarında toplam ve normal çimlenme değerleri incelendiğinde; kontrol grubunda 60. gün (%100), HSO grubunda 80. gün (%100), K1 grubunda 50. gün (%99), K1+HSO grubunda 50 ve 60. gün (%100-%97), K2 grubunda 50. gün (%100), K2+HSO grubunda ise 60. gün (%98) tohumları en iyi çimlenme sonuçları belirlenmiştir. İlk yıl hasat günleri istatistiksel açıdan elde edilen parametreler bazında ele alındığında; TÇ, NÇ değerleri %1 düzeyinde anlamlı bulunurken, OÇZ %5 düzeyinde anlamlı bulunmuştur ($p<0.01$, 0.05). İkinci yıl ise; TÇ, NÇ ve OÇZ için %1 düzeyinde anlamlı bulunmuştur ($p<0.01$) (Şekil 3).



Şekil 2. Farklı olgunluk dönemlerinde hasat edilen domates tohumların hasat ve kurutma uygulamaları sonrası nem değişimi (%) (hasat: hasat nemi, kontrol: fermantasyon sonrası, K1: kurutma1, K2: kurutma2)

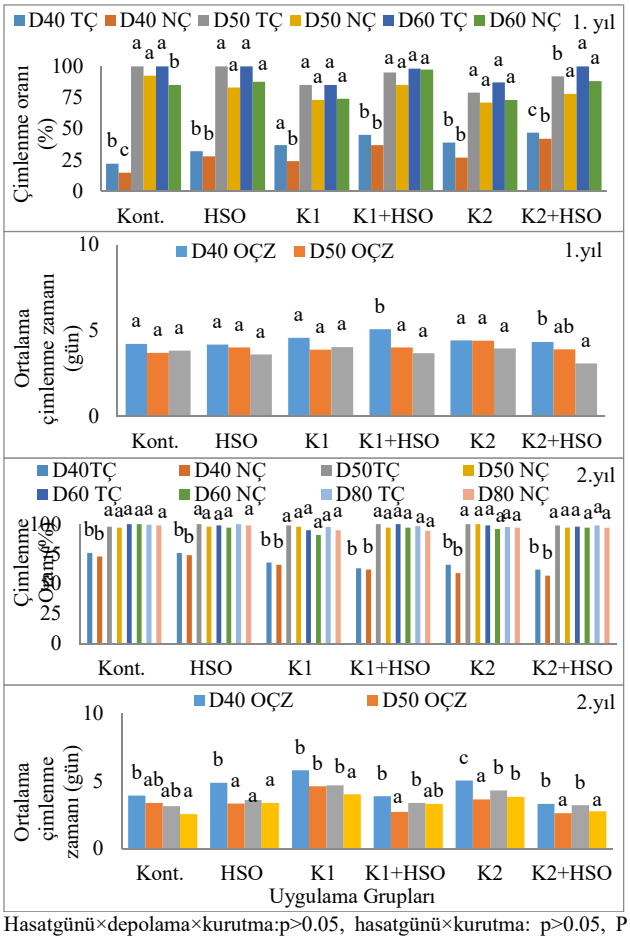
Figure 2. Moisture change (%) of tomato seeds harvested at different maturity periods after harvesting and drying (harvest: harvest moisture, control: post-fermentation, K1: drying1, K2: drying2)

Domatesin meyve olgunluk dönemi ile tohum kalitesi ilişkisinin araştırıldığı bir çalışmada, meyve renginin kırmızıya döndüğü erken dönem ve meyvelerin tam olgunlaştığı dönem arası yapılan hasatlar ile maksimum çimlenme yüzdesi ve normal fide sayısı belirlenmiştir. Meyve olgunluğunun ortalama çimlenme zamanı üzerine de önemli etkisi bulunmuştur [22]. Tetteh ve ark. [21], çalışmalarında; yarı olgun, tam olgun ve aşırı olgun dönemlerde hasat edilen meyvelerden, yüksek kalitede domates tohumları elde edilebileceğini öne sürmüştür. Bizim

sonuçlarımızda olduğu gibi, tamamen olgun aşamada ekstrakte edilen tohumlar en yüksek çimlenmeyi göstermiş, ancak her iki yılda yarı olgun ve aşırı olgun aşamalarda ekstrakte edilen tohumlarda önemli ölçüde farklı bulunmamıştır.

Hasat Olgunluk Dönemlerinin, Hasat Sonrası Kutuma ve Olgunlaştırma Uygulamalarının Fide Çıkış Parametreleri Üzerine Etkileri

Farklı olgunluk (40, 50, 60 ve 80. gün) dönemlerinde hasat edilen H2274 çeşidinin tohum partilerinin K, HSO, K1 ve K1+HSO, K2, K2+HSO gruplarının 25°C fide çıkış testi sonuçları (TF: toplam fide, NF: normal fide ve OÇZ: ortalama çıkış zamanı) Şekil 4'de verilmiştir. 1. yıl test sonuçlarında toplam ve normal çimlenme değerleri incelendiğinde; bütün uygulama gruplarında 60. gün (K2-%98) tohumları en iyi çıkış sonuçlarını vermiştir. OÇZ değerlerinde ise kontrol (5.2 gün) ve HSO (5.5 gün) uygulamalarında 50. gün, diğer uygulamalarda 60. gün (K2-4.46) tohumları en hızlı çıkış gösteren grup olmuştur. 2. yıl test sonuçlarında toplam ve normal çıkış değerleri incelendiğinde ise; kontrol grubunda 60. gün (%95.5), diğer uygulama gruplarında ise 50. gün tohumlarında (K2 %96) en iyi çıkış sonuçlarına ulaşılmıştır. OÇZ değerleri açısından en hızlı çimlenen gruplar, kontrol (4.4), K1 (6.3) ve K1+HSO (5.1) 80. günde, K2 uygulamasında 60. gün (6.35), K2+HSO (5.3) ve HSO uygulamasında (40) 40. günde belirlenmiştir. İlk yıl için hasat günleri istatistiksel açıdan elde edilen parametreler bazında ele alındığında; TF ve NF %1 düzeyinde anlamlı bulunurken, kurutma uygulamaları açısından parametreler anlamlı bulunmamıştır ($p<0.01$). İkinci yıl ise hasat günleri istatistiksel açıdan elde edilen parametreler bazında ele alındığında; TF ve NF değerleri %1 düzeyinde anlamlı bulunurken, kurutma uygulamaları açısından sadece OÇZ değeri istatistiksel olarak %1 anlamlı bulunmuştur ($p<0.01$) (Şekil 3). Çalışmamızda özellikle 60. gün hasatlarından itibaren fide çıkış performanslarındaki üstünlük, K2+HSO ve HSO hariç diğer kurutma ve HSO kombinasyonlarında belirlenirken, França ve ark. [8], yaptıkları çalışmada farklı ekstraksiyon ve kurutma yöntemlerine (güneş/24 sa; güneş/48 sa; 32°C/24 sa; 32°C/48 sa; 38°C/24 sa; 38°C/48 sa; güneş/24 sa + 32°C/24 sa; güneş/24 sa + 38°C/24 sa, 32°C/24 sa + 38°C/24 sa) tabi tutulan patlıcan tohumlarında fide çıkış testi haricinde, farklı kurutma yöntemlerinin tohum fizyolojik kalitesi üzerinde herhangi bir olumsuz etkilerinin olmadığı belirtilmiştir. Elde ettiğimiz bulgular gibi bu çalışmada da kurutma, tohum fizyolojik kalitesini olumsuz yönde etkilememiştir [8].



Hasatgünü×depolama×kurutma:$p>0.05$, hasatgünü×kurutma: $p>0.05$, P değerleri hasatgünü ve uygulamalar arasındaki interaksiyonun anlamlılığını göstermektedir. Aynı uygulama içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar belirtilen P değeri düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

Harvestday×storage×drying: $p>0.05$, harvestday×drying: $p>0.05$, P values show the effectiveness of the interaction between harvestday and applications. Averages shown with different letters within the same application are used by using the scope of the specified P value.

Şekil 3. Farklı olgunluk dönemlerinde hasat edilen domates tohumların hasat ve kurutma uygulamaları sonrası 25°C kağıt arası çimlenme testi sonuçları (kont: fermantasyon sonrası, HSO: hasat sonrası olgunlaştırma, K1: kurutma1, K2: kurutma2)

Figure 3. Results of 25°C paper germination test results of tomato seeds harvested at different maturity periods after harvest drying methods (cont: post-fermentation, HSO: post-harvest ripening, K1: drying1, K2: drying2)

Hasat Olgunluk Dönemlerinin, Hasat Sonrası Kurutma ve Olgunlaştırma Uygulamalarının Fide Yaş ve Kuru Ağırlığı Üzerine Etkileri

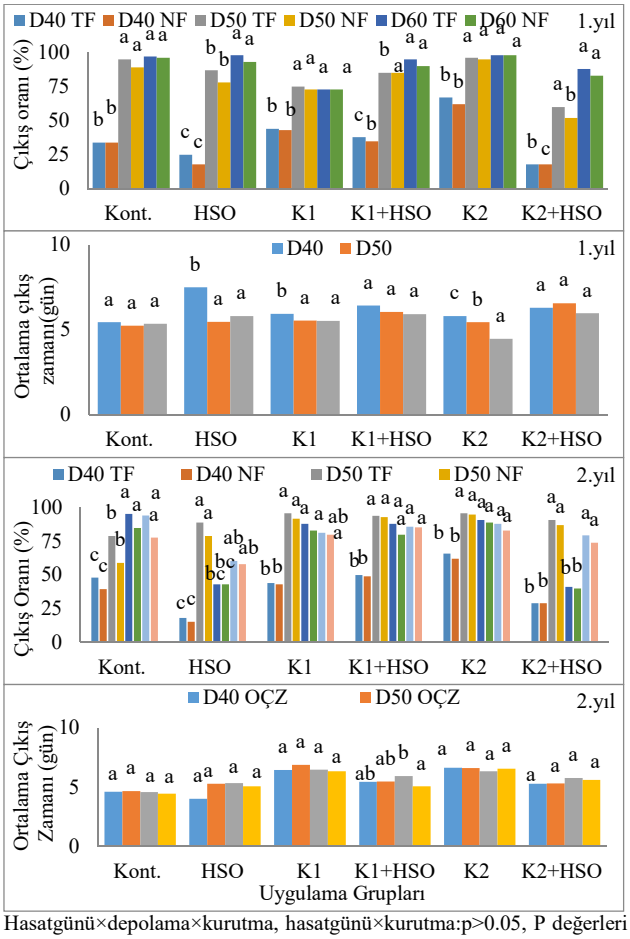
Farklı olgunluk (40, 50, 60 ve 80. gün) dönemlerinde hasat edilen H2274 çeşidinin tohum partilerinin K, HSO, K1, K1+HSO, K2, K2+HSO gruplarından elde edilen fidelerin yaş ve kuru ağırlık parametreleri değerlendirildiğinde, her iki yıl da HSO ve kurutma+ HSO uygulamalarının fide ağırlıklarını

arttırdığı gözlemlenmiştir. İlk yıl en yüksek değerler 40. gün (HSO-0.419 g) fidelerinden elde edilirken, ikinci yıl en yüksek değerler 60. gün (K1-0.356 g) fidelerinden elde edilmiştir. İstatistiksel açıdan hasat günlerinin fide yaş ve kuru ağırlık değerleri ilk yılda %1 düzeyinde anlamlı bulunurken, kurutma uygulamaları açısından fide kuru ağırlık değeri %1 düzeyinde anlamlı bulunmuştur ($p<0.01$) (Şekil 5). İkinci yıl hasat günleri ve kurutma uygulamaları istatistiksel açıdan fide yaş ve kuru ağırlık değerleri anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). Meher ve ark. [17] domateste, tohum verimi ve kalitesi üzerine çeşidin ve farklı tohum hasat dönemlerinin etkili olduğunu bulmuşlardır. Olgun dönemde hasat edilen meyvelerde diğerlerine göre; meyve başına tohum sayısı, 1000 tohum ağırlığı, çimlenme hızı ve yüzdesi ve fide gelişiminin de daha yüksek olduğu belirtilmiştir [17].

Farklı Olgunluk Dönemlerinde Hasat Edilen Domates Tohumların Kurutma ve Depolama Uygulamaları Sonrası 48 Saat Kontrollü Bozulma Testi Sonuçları

Farklı olgunluk (40, 50, 60 ve 80. gün) dönemlerinde hasat edilen H2274 çeşidinin tohum partilerinin K, HSO, K1+HSO, K2+HSO gruplarının 48 sa kontrollü bozulma testi sonuçlarından TÇ (toplam çimlenme), NÇ (normal çimlenme) ve OÇZ (ortalama çimlenme zamanı) parametreleri incelendiğinde, tohum partileri arasında ilk yıl %17 ile K2 uygulamasına ait 40. gün tohumları, ikinci yıl ise %51 ile K1 uygulamasına ait 40. gün tohumları en düşük çimlenme değerlerini vermişlerdir. 1. yıl hasat günleri istatistiksel açıdan elde edilen parametreler bazında ele alındığında; TÇ, NÇ ve OÇZ değerleri %1 düzeyinde anlamlı bulunurken ($p<0.01$), kurutma uygulamaları bakımından ise bu değerler anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). 2. yıl hasat günleri istatistiksel olarak TÇ, NÇ ve OÇZ değerleri %1 düzeyinde anlamlı bulunurken ($p<0.01$), kurutma uygulamaları bakımından ise bu değerler anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$; Şekil 6.) Dias ve ark. [7], farklı salkımlardan hasat edilen domates tohumlarının kalitesini belirlediği çalışmada; kontrollü bozulma testi sonuçlarında ikinci ve dördüncü salkımdan alınan tohumlarda diğer salkımlara göre daha yüksek performans almışlardır. Uçtaki meyvelerden elde edilen tohumlar, ilk sayımda yüksek canlılık ve çimlenme göstermiştir. Kontrollü bozulma ve ilk sayım sonuçlarına göre, uçtaki meyvelerden elde edilen tohumlar, dipteki meyvelerden elde edilenlerden önemli ölçüde daha iyi performans göstermiştir.

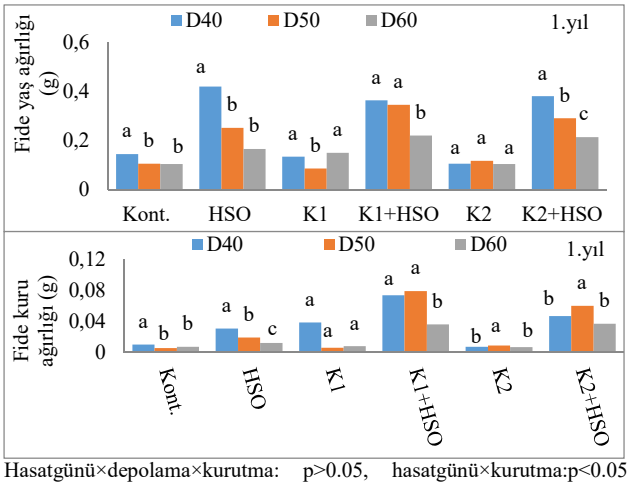
Bu da yüksek tohum gücünün yüksek kuru madde içeriği ile ilgili olmadığını göstermektedir, çünkü dipteki meyvelerden elde edilen tohumlar yüksek kuru maddeye sahiptir. Valdes ve Gray [22] ve Demir ve Ellis [4], domates tohumunun maksimum çimlenme ve canlılığının, kuru madde birikimi optimuma ulaştığı zaman olduğu ve yeşil-olgun ve aşırı olgun dönemler arasında hasat edildiğinde hiçbir değişiklik meydana gelmediğini ancak ortalama çimlenme zamanının bu iki hasat arasında kademeli olarak azaldığı belirtmişlerdir.



Hasatgünü×depolama×kurutma, hasatgünü×kurutma:$p>0.05$, P değerleri hasatgünü ve uygulamalar arasındaki interaksiyonun anlamlılığını göstermektedir. Aynı uygulama içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar belirtilen P değeri düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.
Harvestday×storage×drying, harvestday×drying:$p>0.05$, , P values show the significance of the interaction between harvestday and applications. The averages shown with different letters within the same application are statistically significant at the level of the specified P value.

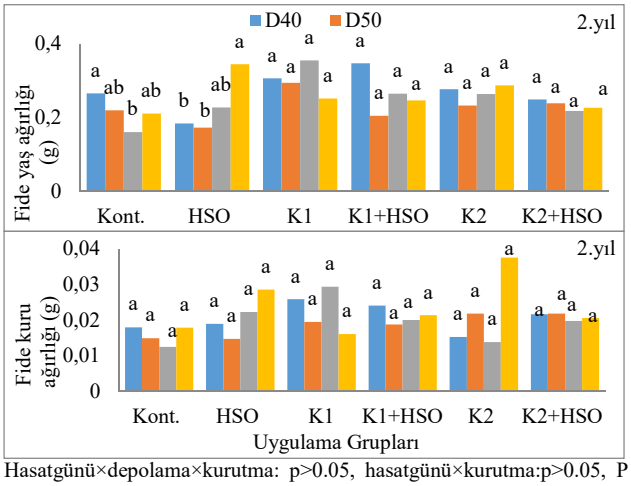
Şekil 4. Farklı olgunluk dönemlerinde hasat edilen domates tohumların hasat ve kurutma uygulamaları sonrası 25°C fide çıkış testi sonuçları (kont: fermantasyon sonrası, HSO: hasat sonrası olgunlaştırma, K1: kurutma1, K2: kurutma2)

Figure 4. Seedling emergence test results at 25°C after harvesting and drying of tomato seeds harvested at different maturity periods (cont: post-fermentation, HSO: post-harvest ripening, K1: drying1, K2: drying2)



Hasatgünü×depolama×kurutma: p>0.05, hasatgünü×kurutma:p<0.05 (FK), P değerleri hasatgünü ve uygulamalar arasındaki interaksiyonun anlamlılığını göstermektedir. Aynı uygulama içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar belirtilen P değeri düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

Harvestday×storage×drying: p>0.05, harvestday×drying:p<0.05 (FK), P values show the significance of the interaction between harvestday and applications. Averages shown with different letters within the same application are statistically significant at the level of the specified P value.



Hasatgünü×depolama×kurutma: p>0.05, hasatgünü×kurutma:p>0.05, P değerleri hasatgünü ve uygulamalar arasındaki interaksiyonun anlamlılığını göstermektedir. Aynı uygulama içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar belirtilen P değeri düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

Harvestday×storage×drying: p>0.05, harvestday×drying:p>0.05, P values show the significance of the interaction between harvestday and applications. The averages shown with different letters within the same application are statistically significant at the level of the specified P value.

Şekil 5. Farklı olgunluk dönemlerinde hasat edilen domates tohumların hasat ve kurutma uygulamaları sonrası fide yaş ve kuru ağırlık sonuçları (kont: fermantasyon sonrası, HSO: hasat sonrası olgunlaştırma, K1: kurutma1, K2: kurutma2)

Figure 5. Seedling fresh and dry weight results after harvesting and drying applications of tomato seeds harvested at different maturity periods (cont: post-fermentation, HSO: post-harvest ripening, K1: drying1, K2: drying2)

Farklı olgunluk dönemlerindeki domates hasatlarımızın tohum gücü testi sonucunda canlılıklarının kontrol grubuna göre önemli düzeyde azalmadığı belirlenmiştir.

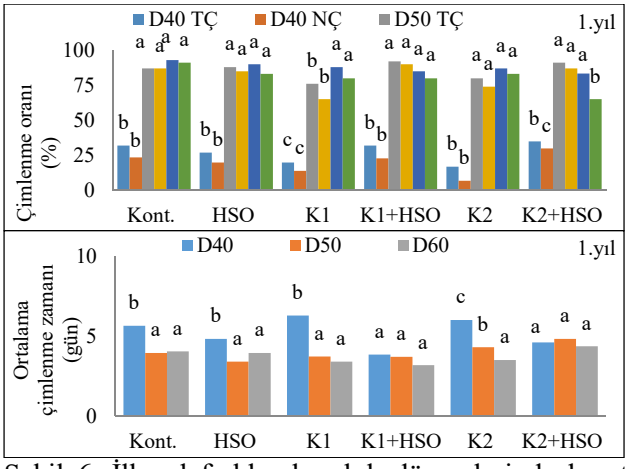
Farklı Olgunluk Dönemlerinde Hasat Edilen Domates Tohumların Kurutma ve Depolama Uygulamaları Sonrası 72 Saat Kontrollü Bozulma Testi Sonuçları

Farklı olgunluk (40, 50, 60 ve 80. gün) dönemlerinde hasat edilen H2274 çeşidinin tohum partilerinin K, HSO, K1, K1+HSO, K2, K2+HSO gruplarının 72 sa kontrollü bozulma testi sonuçlarından TÇ ve NÇ parametreleri incelendiğinde; tohum partileri arasında ilk yıl 60. gün tohumları %93.8 ile HSO uygulamasında en yüksek çimlenme değerini verirken, 40. gün tohumları %20 ile K2 uygulamasında en düşük çimlenme değerlerini vermişlerdir. İkinci yıl ise 80. gün tohumları %100 ile kontrol grubunda en yüksek çimlenme değerini, yine 40. gün tohumları da %17. ile K2+HSO uygulamasında en düşük çimlenme değerlerini vermişlerdir. 1. yıl hasat günleri istatistiksel açıdan elde edilen parametreler bazında ele alındığında; TÇ, NÇ %1, OÇZ değerleri %5 düzeyinde anlamlı bulunurken ($p<0.01$, 0.05), kurutma uygulamaları bakımından ise sadece OÇZ değeri %1 anlamlı bulunmuştur ($p<0.01$) (Şekil 8.). 2. yıl hasat günleri istatistiksel açıdan elde edilen parametreler bazında ele alındığında; TÇ, NÇ %1, OÇZ değerleri %5 düzeyinde anlamlı bulunurken ($p<0.01$, 0.05), kurutma uygulamaları bakımından ise NÇ ve OÇZ değerleri %1 anlamlı bulunmuştur ($p<0.01$) Vidigal ve ark. [23], ideal hasat zamanı ve yüksek tohum kalitesini tespit etmek için tatlı biber tohumunun kalitesindeki değişiklikler izlemiştir. Antesisden 20 ila 75 gün sonra hasat edilen meyveler, olgunluk aşamasına göre gruplandırılmıştır [22]. Olgunlaşma süreci boyunca tohum canlılığı artış göstermiş ancak tohum gücünün maksimum olduğu hasat zamanı ile güç testleri arasında küçük farklılıklar vardır. Yapılan hızlı yaşlandırma testi sonucu 55. gün hasadından itibaren tohum gücü yüksek bulunmuştur.

Farklı Olgunluk Dönemlerinde Hasat Edilen Domates Tohumlarının Kurutma ve Hasat Sonrası Olgunlaştırma Uygulamalarının Enzim Aktiviteleri Üzerine Etkisi

Çalışmamızda her iki üretim döneminde, az olgun, olgun ve aşırı olgun olarak belirlenen üç dönemdeki (40, 50 ve 60. gün) tohum partileri için Katalaz (CAT) µmol/min/g, Askorbat peroksidaz (APX) µmol/min/g ve Süperoksit dismutaz (SOD) U/g aktivitelerindeki değişimi karşılaştırılmıştır (Çizelge 1). 2018 yılında

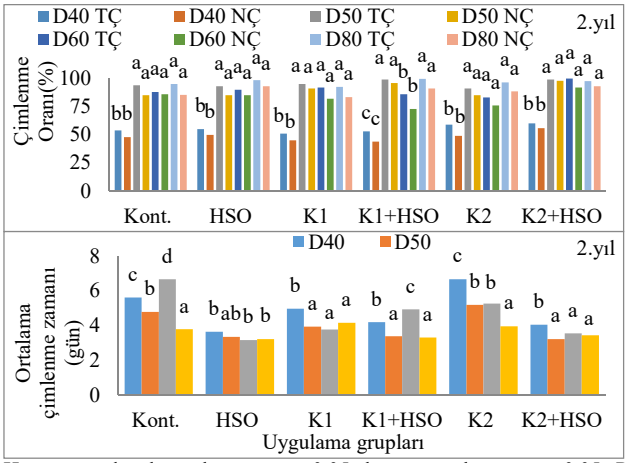
farklı olgunluk (40, 50, 60. gün) dönemlerinde hasat edilen H2274 çeşidinin tohum partilerinin K, HSO, K1, K1+HSO, K2, K2+HSO gruplarının katalaz enzim aktivite sonuçları değerlendirildiğinde; K grubunda 0.135 ile 0.281 µmol/min/g arasında değişirken olarak tüm olgunluk partileri içinde en fazla K2 (0.293 ile 0.482 µmol/min/g arasında) grubunda artış gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek APX değeri 50. gün K2 uygulamasında (2.489 µmol/min/g) belirlenirken, SOD değerinde ise en fazla artış (40. gün K2 (26.14 U/g), 50. gün K1 (28.44 U/g) ve 60. gün K2+HSO (52.71 U/g) uygulamalarında gözlenmiştir. Hasat günleri istatistiksel açıdan elde edilen parametreler bazında ele alındığında; CAT değeri %1, APX ise %5 düzeyinde anlamlı bulunurken, kurutma uygulamaları açısından CAT ve APX %1 düzeyinde anlamlı bulunmuştur (p<0.01, 0.05). 2019 yılı sonuçlarında; CAT aktivitesi K grubunda 0.084 ile 0.136 µmol/min/g) arasında değişirken tüm olgunluk partileri için en fazla K2+HSO (0.123 ile 0.196 µmol/min/g arasında) grubunda artış gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek APX değeri 40 ve 50. gün tohum partisi için HSO uygulaması (sırasıyla 2.046; 3.011 µmol/min/g), 60. gün tohum partisi için K2+HSO (3.229 µmol/min/g) uygulamasında gözlenmiştir. En yüksek SOD değeri ise olgunluk sırasına göre K2 (30.67; 58; 42.3 U/g) uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 1).



Şekil 6. İlk yıl farklı olgunluk dönemlerinde hasat edilen domates tohumların hasat ve kurutma uygulamaları sonrası 48 sa CD testi sonuçları (kont: fermantasyon sonrası, HSO: hasat sonrası olgunlaştırma, K1: kurutma1, K2: kurutma2, CD: kontrollü bozulma)

Figure 6. After harvesting and drying the tomato seeds harvested at different maturity periods in the first year, 48 h CD testers (count: post-fermentation, HSO: post-harvest ripening, K1: drying1, K2: drying2, CD: controlled decay)

Hasat günleri istatistiksel açıdan elde edilen parametreler bazında ele alındığında; CAT ve APX değerleri %1 düzeyinde anlamlı bulunurken, kurutma uygulamaları açısından SOD ve APX %1 düzeyinde anlamlı bulunmuştur (p<0.01). Tütün çeşitlerinde tohumun fizyolojik olgunluğunun, fizyolojik ve biyokimyasal değişiklikleri tahmin etme durumunun incelendiği çalışmada; katalaz enzim aktivitesi fizyolojik kalite ile benzerlik göstermektedir [2]. Bizim sonuçlarımızda ise tüm enzimler uygulama ve hasat zamanlarına göre farklılık göstermiş olup; en yüksek CAT enzim değerleri iki yılda da daha çok 60. gün hasatlarından, SOD için ilk yıl 50 ve 60. günden (ikinci yıl ise daha değişken), APX için de daha çok 60. gün hasatlarından elde edilmiştir.



Hasatgünü×depolama×kurutma: p>0.05, hasatgünü×kurutma:p>0.05, P değerleri hasatgünü ve uygulamalar arasındaki interaksiyonun anlamlılığını göstermektedir. Aynı uygulama içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar belirtilen P değeri düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

Harvestday×storage×drying: p>0.05, harvestday×drying:p>0.05, P values show the significance of the interaction between Harvestday and applications. The averages shown with different letters within the same application are statistically significant at the level of the specified P value.

Şekil 7. İkinci yıl farklı olgunluk dönemlerinde hasat edilen domates tohumların hasat ve kurutma uygulamaları sonrası 48 sa CD testi sonuçları (kont: fermantasyon sonrası, HSO: hasat sonrası olgunlaştırma, K1: kurutma1, K2: kurutma2, CD: kontrollü bozulma)

Figure 7. Second year after harvesting and drying of tomato seeds harvested at different maturity stages, 48 h CD testers (cont: post-fermentation, HSO: post-harvest ripening, K1: drying1, K2: drying2, CD: controlled decay)

SONUÇ

Tohum fizyolojik olgunluğa ulaştığında canlılık ve tohum gücünün en yüksek düzeye ulaşmakta, daha sonra canlılık ve tohum gücünün azalmaya başlamasıyla yaşlanma başlamaktadır. Yaşlanma ile

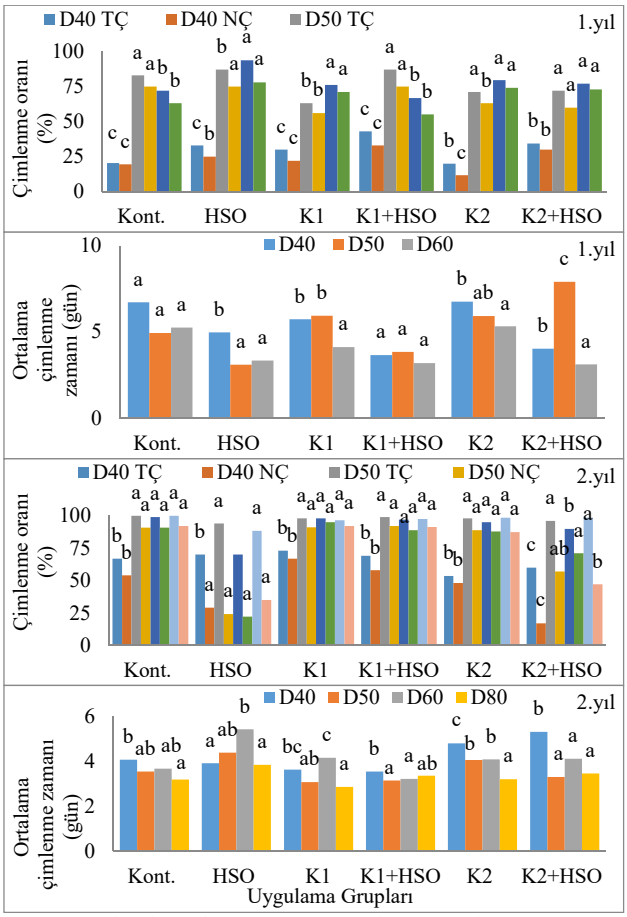
tohumda; membran geçirgenliğinin artması, nükleik asitlerin moleküler yapısının değişmesi, enzim aktivitesinin azalması ve protein sentezindeki değişiklikler sonucu çimlenme gücünün azalması, fide boylarının kısalması, stres koşullarında çimlenme yeteneğinin azalması, anormal fide miktarının artması ve düşük tarla çıkış yüzdeleri görülmektedir [13]. Tam emilime yakın nem seviyesinde tutulan, yeterli oksijen kaynağı olan, ancak çimlenmesi engellenen tohumlar, uzun süre canlılığını korur ki muhtemelen bu tür koşullar canlılığın sürdürülmesi için gerekli olan hücresel onarımı teşvik etmektedir [24]. Lipid-peroksidasyonu ve serbest radikallerin üretimi bazı araştırmacılara göre tohumun bozulmasındaki temel sebepler olarak belirlenmiştir [18]. Fiziksel ve kimyasal özelliklerdeki varyasyonun tohum gücü ve çimlenme parametreleri ile olan ilişkisini belirlemek tohum kalitesini değerlendirme ve sınıflandırma için önemlidir [16].

Antioksidan enzim aktivitesi tohumun fizyolojik olgunluğunda en önemli göstergelerden biridir. Amilaz, proteaz ve lipaz gibi enzimlerin, nişasta ve protein yedek gıda maddesinin çözündürülmesinden sorumlu olduğu ve buna göre filizlenen embriyoya enerji ve diğer temel gıda materyalinin iletimi sağlandığı belirtilmiştir[15]. Bunun yanında lipazlar, triasilgliserollerin gliserol ve yağ asitlerinin metabolizmasından sorumlu olan enzimlerdir. Bunlar da aynı zamanda embriyo gelişimi için enerji kaynağıdır [12]. Enzim ve protein denatürasyonu, tohumların kalite kaybının nedenlerinden biri olabilir. Denatürasyon oranı, tohumların hem sıcaklığı hem de başlangıç nem içeriği ile doğrudan ilişkilidir [3].

Farklı olgunluktaki domates tohumlarının çimlendirme testinde uygulamaların kontrol partisine göre toplam çimlenme parametresi için avantaj/dezavantaj durumu değerlendirildiğinde; tohum olgunluk dönemlerine göre uygulamaların avantajları değişkenlik göstermektedir. En yüksek avantajlar 40 günlük tohumlar için K1+HSO, 60 günlük hasatlar içinse HSO uygulamalarından alınmıştır (1. yıl).

Fide çıkış testinde uygulamaların kontrol partisine göre toplam çıkış parametresi için avantaj/dezavantaj durumu değerlendirildiğinde; tohum olgunluk dönemlerine göre uygulamaların avantajları değişkenlik göstermektedir. İlk yıl en yüksek avantajlar 40 günlük tohumlar için K2 uygulamalarından alınırken, ikinci yıl 40 ve 50. günde K2 uygulamasında belirlenmiştir.

Farklı olgunluktaki domates tohumlarının 48 saat CD testinde uygulamaların kontrol partisine göre toplam çıkış parametresi için avantaj/dezavantaj durumu değerlendirildiğinde; tohum olgunluk dönemlerine göre uygulamaların avantajları değişkenlik göstermektedir. İlk yıl en yüksek avantajlar 50 günlük tohumlar için K1+HSO uygulamasından alınırken, ikinci yılda genel olarak K2+HSO uygulamasında belirlenmiştir.



Hasatgünü×depolama×kurutma: p>0.05, hasatgünü×kurutma: p<0.01 (OÇZ). P değerleri hasatgünü ve uygulamalar arasındaki interaksiyonun anlamlılığını göstermektedir. Aynı uygulama içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar belirtilen P değeri düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

Şekil 8. Farklı olgunluk dönemlerinde hasat edilen domates tohumların hasat ve kurutma uygulamaları sonrası 72 sa CD testi sonuçları (kont: fermantasyon sonrası, HSO: hasat sonrası olgunlaştırma, K1: kurutma1, K2: kurutma2, CD: kontrollü bozulma)

Figure 8. 72 h CD test results of tomato seeds harvested at different maturity periods after harvesting and drying (cont: post-fermentation, HSO: post-harvest ripening, K1: drying1, K2: drying2, CD: controlled deterioration)

Farklı olgunluktaki domates tohumlarının 72 saat CD testinde uygulamaların kontrol partisine göre toplam çıkış parametresi için avantaj/dezavantaj durumu değerlendirildiğinde; tohum olgunluk dönemlerine göre uygulamaların avantajları

değişkenlik göstermektedir. İlk yıl en yüksek avantajlar 40 ve 55 günlük tohumlar için K1+HSO, 60 günlük hasatlarda ise HSO uygulamasından alınmıştır.

Tüm enzimler, uygulama ve hasat zamanlarına göre farklılık göstermiş olup, domateste; en yüksek CAT enzim değerleri 60. gün hasadından, SOD için ilk yıl 50 ve 60. günden, APX için de 60. gün hasatlarından alınmıştır. Her iki yıl hasatgünü×depolama×kurutma ve hasatgünü×kurutma interaksiyonu ilk yıl SOD hariç, ikinci yıl CAT hariç anlamlı bulunmuştur.

Çizelge 1. Farklı olgunluk zamanlarında hasat edilen domates tohumlarının kurutma ve hasat sonrası olgunlaştırma uygulamaları sonrası enzim aktivitesi

Table 1. Enzyme activity of tomato seeds harvested at different maturity times, after drying and post-harvest ripening applications

		2018			2019		
		CAT (µmol/min/g FW)	APX (µmol/min/g FW)	SOD (U/ g FW)	CAT (µmol/min/g FW)	APX (µmol/min/g FW)	SOD (U/gFW)
D40	K	0.135 b	1.246 b	12.06 c	0.084 b	1.346 b	14.48 a
D50		0.281 a	1.429 b	25.26 b	0.089 b	2.089 a	21.29 a
D60		0.143 b	2.914 a	28.1 a	0.136 a	1.989 a	25.2 a
D40	Depo	0.176 a	1.625 a	21.46 a	0.082 b	2.046 b	22.6 a
D50		0.141 ab	2.2 a	27.84 a	0.134 b	3.011 a	23.63 a
D60		0.123 b	2.286 a	5.05 a	0.143 a	1.657 b	7 b
D40	H K.	0.071 a	0.643 b	25.44 a	0.088 a	0.971 a	39.16 a
D50		0.073 a	1.1 a	28.44 a	0.07 a	0.943 a	29.17 b
D60		0.087 a	0.439 c	22.57 a	0.083 a	0.989 a	22.36 c
D40	HK.+D	0.047 c	1.061 a	9.04 a	0.056 a	0.675 ab	23.79 a
D50		0.153 a	1.268 a	12.59 a	0.099 a	0.493 b	15.94 b
D60		0.101 b	1.393 a	27.24 a	0.109 a	1.029 a	23.35 a
D40	YK.	0.293 a	1.707 b	26.14 a	0.066 a	0.861 a	30.67 c
D50		0.427 a	2.489 a	27.1 a	0.045 a	0.918 a	58 a
D60		0.482 a	2.596 a	26.35 a	0.062 a	0.964 a	42.3 b
D40	YK.+D	0.059 b	2.018 a	8.51 b	0.123 c	0.782 c	21.04 a
D50		0.071 ab	1.161 b	22.46 b	0.148 b	2.311 b	18.32 a
D60		0.121 a	1.132 b	52.71 a	0.196 a	3.229 a	21.39 a

İlk yıl hasatgünü×depolama×kurutma:p<0.01, hasatgünü×kurutma: p<0.01 (SOD hariç), ikinci yıl hasatgünü×depolama×kurutma:p<0.01(CAT hariç), hasatgünü×kurutma: p<0.01 (CAT hariç), P değerleri hasatgünü ve uygulamalar arasındaki interaksiyonun anlamlılığını göstermektedir. Aynı uygulama içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar belirtilen P değeri düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

KAYNAKLAR

1. Ashok, S.N.M., Gowda, B. 2017. Ultra-dry seed storage: A novel technology for enhancing seed longevity, International Journal of Chemical Studies, 5(5):1851-1857.
2. Albuquerque, K.S., Guimarães, R.M., Gomes, L.A.A., Vieira, A.R., Jácome, M.F. 2009. Osmotic conditioning associated with gibberellic acid on physiological quality of sweet pepper seeds harvest in different stage of maturation. Revista Brasileira de Sementes, 31:100-109.
3. Baker K.N., Oxborough, K., Lawson, T., Morison, J.I.L. 2001. High resolution imaging of photosynthetic activities of tissues, cells and chloroplasts in leaves, Journal of. Experimental. Botany, 52:615-621.
4. Demir, I., Ellis, R.H. 1992. Development of pepper (*Capsicum annuum* L.) seed quality. Annals of Applied Biology, 121:385-399.
5. Demir, I., Güney, A. 1994. Tohum kalitesindeki farklılıkların hıyar tohumlarının çimlenme, çıkış ve sonrası fide gelişimine etkisi. Bahçe Dergisi, 23(1-2):27-32.
6. Demirkaya, M. 2013. Relationships between antioxidant enzymes and physiological variations occur during ageing of pepper seeds, Horticulture, Environment and Biotechnolgy, 54(2):97-102.
7. Dias, D.C.F.S., Ribeiro, F.P., Dias, L.A.S., Silva, D.J.H., Vidigal, D.S. 2006. Tomato seed quality harvested from different trusses, Seed Science. & Amp; Technol., 34:681-689.
8. França, L.V.D., Croda, M.D., Nascimento, W.M., Freitas, R.A.D. 2013. Physiological quality of eggplant seeds with different extraction and drying methods. Journal of Seed Science, 35(1):51-55.
9. ISTA (International Seed Testing Association) 2003. International Rules for Seed Testing. Seed Science and Technology, 21. Supplement.
10. ISTA (International Seed Testing Association) 2005. International Rules for Seed Testing. Edition 2005.
11. Jebara, S., Jebara, M., Liman, F., Aouani, E. 2005. Changes in ascorbate peroxidase, catalase, guaicol peroxidase and superoxide dismutase activities in common bean (*Phaseolus vulgaris*) nodules under salt stress. Journal of Plant Physiology, 162:929-936.

12. Joshi, R. 2018. Role of enzymes in seed germination, International Journal of Creative Research Thoughts, 6(2):2320-2882.
13. Khanal, R. 1990. A literature review on vegetable seed storage and packing. A literature review on vegetable seed storage and packing. (6).
14. Leprince, O., Hendry, G.A.F., McKersie, B.D. 1993. The mechanisms of desiccation tolerance in developing seeds. Seed Science Research, 3, 231-246.
15. Martins, D., Vilela, F., Guimaraes, R., Gomes, L., Silva, P. 2012. Physiological maturity of eggplants seeds. Revista Brasileira de Sementes, 34(4):534-540.
16. McDonald, M.B. 1999. Seed deterioration: physiology, repair and assessment, Seed Science and Technology, 27(1):177-237.
17. Meher, B.B., Lawande, K.E., Joshi, V.R. 1996. Effect of different varieties and stages of fruit maturity on yield and quality of seed in tomato. Journal of Maharashtra Agricultural Universities, 21(2):247-249.
18. Modi, A.T. 2005. Assessment of pepper seed performance using desiccation sensitivity, Seed Science and Technology, 33:19-30.
19. Sairam, R.K., Saxena, D.C. 2000. Oxidative stress and antioxidants in wheat genotypes, possible mechanism of water stress tolerance. Journal of Agronomy and Crop Science, 184:55-61.
20. Sun, Y. I., Oberley, L. W., Li, Y. 1988. A simple method for clinical assay of superoxide dismutase. Clinical chemistry, 34(3):497-500.
21. Tetteh, R., Aboagye, L.M., Darko R., Osafo, E.A. 2018. Effect of maturıty stages on seed qualıty of two tomato accessıons. African Crop Science Journal, 26(2):237-44.
22. Valdes, V.M., Gray, D. 1998. The influence of stage of fruit maturation on seed quality in tomato (*Lycopersicon lycopersicum* (L.) Karsten). Seed Science and Technology, 26:309-318.
23. Vidigal, D., Dias, D., Dias, L., Finger, F. 2011. Changes in seed quality during fruit maturation of sweet pepper. Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, 68(5):535-539.
24. Villiers, T.A., Edgecumbe, D.J. 1975. On the causes of seed deterioration in dry storage. Seed Science and Technology, 3:761-774.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 117–122 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

NANOPRİMİNG UYGULAMALARININ KAVUN (*Cucumis melo* L.) TOHUMLARINDA ÇIKIŞ VE FİDE KALİTESİNE ETKİSİ

Kübra ÖZMEN[1]*, Seher TOPRAK[2], Ömer Faruk COŞKUN[3], Bünyamin ŞAHİN[4], Kazım MAVİ[5]

[1]Gıda Yük. Müh., Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Hatay; ORCID:0000-0001-8554-7918
[2]Zir. Yük. Müh., Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Hatay; ORCID:0000-0002-3459-9846
[3]Dr. Ögr. Üyesi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Hatay; ORCID: 0000-0001-5398-5737
[4]Prof. Dr., Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, Hatay; ORCID: 0000-0001-7059-0315
[5]Prof. Dr., Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Hatay; ORCID: 0000-0003-0195-8539

ÖZ

Bitkisel üretimde geniş kullanım alanı bulan nanomateryallerin, priming uygulamalarındaki etkileri daha önceki çalışmalarda belirlenmiştir. Kavun (cv. Kırkağaç) tohumlarına, hidropriming, organik priming ajanı olarak *Ferula elaeochytris* sakız ekstraktı (0.2 g l^{-1}) ve *Tagetes erecta* taç yaprak ekstraktı (4 g l^{-1}), nanopriming ajanı olarak ZnO+$CaNO_3$ (0.002 g l^{-1}, 0.004 g l^{-1} ve 0.01 g l^{-1}) ve ZnO+Ca_3PO_4 (0.002 g l^{-1}, 0.004 g l^{-1} ve 0.01 g l^{-1}) uygulamaları yapılmıştır. En yüksek çıkış oranı %97 ile hidropriming ve $CaNO_3$ (0.01 g l^{-1}) nanopriming uygulamalarından elde edilmiştir. Ortalama çıkış süresi ZnO+Ca_3PO_4 (0.01 g l^{-1}) nanopriming uygulamasında 115 saat ile en kısa sürede tamamlanmıştır. Fide kalite parametrelerinden yaş ve kuru ağırlık içeriği (sırasıyla 14.48 mg, 2.01 mg) ZnO+$CaNO_3$ (0.01 g l^{-1}) nanopriming uygulamasında en yüksek bulunmuştur. En yüksek fide boyları hidropriming uygulamasında 55.60 mm ve ZnO+Ca_3PO_4 (0.002 g l^{-1}) nanopriming uygulamasında 54.20 mm olarak belirlenmiştir. En yüksek klorofil içeriği 43.33 SPAD değeri ile ZnO+Ca_3PO_4 (0.004 g l^{-1}) nanopriming uygulamasından elde edilmiştir. Yaprak boyu, yaprak eni ve yaprak alan değerleri *Tagetes erecta* organik priming uygulaması ve ZnO+$CaNO_3$ (0.004 g l^{-1}) nanopriming uygulamasında öne çıkmıştır. Tüm nanopriming uygulamaları kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak önemli bulunmuş ve ekim öncesi tohum uygulamalarında kullanılabileceği belirlenmiştir ($p<0.05$).

Anahtar Kelimeler: Organik priming, ZnO+$CaNO_3$, ZnO+Ca_3PO_4, *Ferula elaeochytris*, *Tagetes erecta*

THE EFFECT OF NANOPRIMING TREATMENTS ON EMERGENCE AND SEEDLING QUALITY IN MELON (*Cucumis melo* L.)

ABSTRACT

Nanomaterials have found wide use in plant production and their effects in priming treatments have been determined in different species. Melon (cv. Kırkağaç) seeds were treated with hydropriming, *Ferula elaeochytris* gum extract (0.2 g l^{-1}) and organic priming agent *Tagetes erecta* petal extract (4 g l^{-1}), nanopriming agent as ZnO+$CaNO_3$ (0.002 g l^{-1}, 0.004 g l^{-1} and 0.01 g l^{-1}) and ZnO+Ca_3PO_4 (0.002 g l^{-1}, 0.004 g l^{-1} and 0.01 g l^{-1}). The highest emergence percentage was obtained from hydropriming and ZnO+$CaNO_3$ (0.01 g l^{-1}) nanopriming treatments as a 97%. Mean emergence time was completed in the shortest time with 115 hour in ZnO+Ca_3PO_4 (0.01 g l^{-1}) nanopriming treatment. Among the seedling quality parameters, the fresh and dry weight content (14.48 mg, 2.01 mg, respectively) was determined to be the highest in ZnO+$CaNO_3$ (0.01 g l^{-1}) nanopriming treatment. It was determined that the highest seedling height in hydropriming treatment as a 55.60 mm and ZnO+Ca_3PO_4 (0.002 g l^{-1}) nanopriming treatment as a 54.20 mm. The highest chlorophyll content was obtained from ZnO+Ca_3PO_4 (0.004 g l^{-1}) nanopriming treatments with 43.33 SPAD. Leaf length, leaf width and leaf area values were prominent in *Tagetes erecta* organic priming treatments and ZnO+$CaNO_3$ (0.004 g l^{-1}) nanopriming treatment. All nanopriming treatments were found to be statistically significant compared to the control group and it was determined that they could be used in pre-sowing seed treatments ($p<0.05$).

Keywords: Organic priming, ZnO+$CaNO_3$, ZnO+Ca_3PO_4, *Ferula elaeochytris*, *Tagetes erecta*

GİRİŞ

Kavun (*Cucumis melo* L.) *Cucurbitaceae* familyasına ait, sıcak ve ılıman iklim koşullarında yetiştirilen tek yıllık bir bitkidir. Dünya'da yetiştiriciliği yapılan yaklaşık kırk iki milyon ton kavun üretiminde Türkiye 1.638.638 ton ile ikinci sırada yer almaktadır [19].

Bitki yetiştiriciliğinde en önemli aşamalar tohum çimlenmesinde homojenite ve erken fide gelişimidir. Tohum çimlenmesinin homojen gerçekleşmemesi ve fide çıkışlarının düzensiz olması önemli verim düşüşlerine sebep olmaktadır. Çevresel kısıtlamalarla

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

mücadele etmek ve tohum performansını artırmak için tohum priming uygulamaları gerçekleştirilmektedir. Priming uygulamaları düşük maliyet değerleri ve tohum ön uygulamaları içerisinde uygulanabilirliğinin yüksek olması yönünden üreticiler için avantaj oluşturmaktadır. Farklı priming yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemler arasında ozmopriming, hidropriming, kimyasal priming, biyopriming, bitki ekstreleri ile priming, fiziksel ajanlarla priming ve nanopriming en önemlileridir [7, 10].

Priming uygulamaları çok farklı ajanlar kullanılarak tohumların ekim öncesinde nemli ortamlar içerisinde farklı sıcaklık ve sürelerde bekletilmesi şeklinde gerçekleştirilmektedir [14, 16]. En basit ve temel priming uygulaması tohumların ekim öncesinde distile su içerisinde bekletilerek daha sonra ekimlerinin yapılması temeline dayanmaktadır ve bu uygulama "hidropriming" olarak tanımlanmaktadır [5]. Fide ile üretilen biber, domates, kabak, kavun ve karpuz türlerinde farklı priming uygulamalarının fide kalitesi ve çıkış oranında artışa neden olduğu çeşitli araştırmalarla ortaya konmuştur [5, 6, 8]. Fitokimyasal içeriği yüksek ve alelopatik etkilere sahip çeşitli bitkilerin kullanılmasıyla yapılan organik priming uygulamaları da, patlıcanda hidropriming'e göre daha yüksek fide etkinliği ile sonuçlanmıştır [8]. Bitkisel ekstrakt olarak kullanılan organik materyaller ile yapılan tohum uygulamalarının beş farklı *Capsicum* türünde çıkış ve fide performansını arttırdığı belirlenmiştir [9]. Karpuz tohumlarına organik priming uygulamalarının düşük sıcaklık stresi altındaki etkisinin incelediği çalışmada, çimlenme ve çıkış oranını arttırdığı, çimlenme ve çıkış süresini azalttığı ve sıcaklık stresine toleransı arttırdığı tespit edilmiştir [10].

Nanopriming, tohumlarda çimlenmeyi artırmak, bitki büyümesini iyileştirmek ve stres faktörlerine karşı direnci artırmak amacıyla uygulanan önemli bir priming yöntemidir. Nanopriming uygulamalarının organik priming uygulamalarından sonra sürdürülebilir tarım ve iyi tarım uygulamaları kapsamında bir alternatif olarak son zamanlarda önem kazanan çalışmalar arasında olduğu gözlenmiştir. Zerdeçal ilave edilmiş nanomateryal ve gümüş nanopartikül kullanılan çalışmada uygulamaların karpuzda meyve boyu, çapı ve ağırlığında artışa neden olduğu belirtilmiştir [2]. Gümüş nanopartiküllere, bir indirgeyici ajan olarak soğan kabuğu suyu özütü kullanılarak hazırlanan nanopriming materyalinin uygulama sonucunda çimlenmeyi ve fide büyümesini desteklediğini ifade edilmiştir [1].

Yapılan bu çalışma ile de düşük parçacık yapısı ile tohum ön uygulaması esnasında etkinlik derecesinin arttığı düşünülen kalsiyum (Ca) katkılanmış çinko oksit (ZnO) nanomateryallerin, kavun tohumlarında organik priming ve hidropriming uygulamalarına kıyasla çıkış oranı, ortalama çıkış süresi ve fide kalitesi üzerinde etkinliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Çalışma Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi ısıtmasız cam seralarında ilkbahar döneminde yürütülmüştür. Kavun (cv. Kırkağaç) tohumlarına hidropriming, organik priming, nanopriming uygulamaları yapılmıştır. Uygulama yapılmayan tohumlar kontrol grubu olarak kullanılmıştır. Kullanılan tohum partisinin başlangıç canlılığı %88 ve tohum nemi %7 olarak belirlenmiştir.

•Hidropriming: Her bir petriye (4×25, tekerrür × tohum) 12.5 ml deiyonize su ilave edilmiş ve 25°C'de 24 saat bekletilmiştir.

•Organik priming: Organik priming ajanı olarak *Tagetes erecta* taç yaprakları ve *Ferula elaeochytris*'den elde edilen sakız organik materyal olarak kullanılmıştır. *Tagetes erecta* taç yaprakları 4 g l^{-1}'de kaynar suda demlenmiş ardından soğumaya bırakılmıştır. Her bir petriye (4×25, tekerrür × tohum) 12.5 ml hazırlanan bu çözeltiden ilave edilmiş ve 25°C'de 24 saat bekletilmiştir. *Ferula elaeochytris*'den elde edilen sakız kaynar suda çözündürülmüştür. Her bir petriye (4×25, tekerrür × tohum) 12.5 ml hazırlanan bu çözeltiden ilave edilmiş ve 25°C'de 24 saat bekletilmiştir [9].

•Nanopriming: Bu süreçte 2 farklı bileşende nano yapılı toz kullanılmıştır. Bu yapılar hacimce %10 oranlarında $CaNO_3$ ve Ca_3PO_4 içeren katkılı çinko oksit (ZnO) olup, daha önce tanımlandığı üzere çözelti bazlı kimyasal büyütme yöntemi aracılığı ile elde edilmişlerdir [17, 18]. Nano yapılı ZnO ya Ca katkılanması hedeflenmiş ve bunun için Ca kaynağı olarak iki farklı tuz ($CaNO_3$ ve Ca_3PO_4) kullanılmıştır. Bu yapıların uygulamaları sonucunda oluşabilecek farklılıklar gözlemlenmeye çalışılmıştır. $ZnO+CaNO_3$, $ZnO+Ca_3PO_4$ nanomateryallerinden 0.002 g, 0.004 g ve 0.01 g tartılarak her biri 1 litre deiyonize su içerisinde çözündürülmüştür. Hazırlanan bu karışımlar her bir petriye (4×25, tekerrür × tohum) 12.5 ml şeklinde ilave edilmiş ve 25°C'de 24 saat bekletilmiştir.

Yapılan ön uygulamaların ardından çıkış testi için 11×21 cm boyutlarında plastik kaplarda, torf perlit karışımı (3:1) içerine 4×25 (tekerrür × tohum) üzerinden ekimleri yapılmıştır. Çıkış testi boyunca

maksimum sıcaklık ortalaması 36°C, minimum sıcaklık ortalaması 15°C ve ortalama sıcaklıklar 25°C olarak belirlenmiştir. Ortalama çıkış oranı ve ortalama çıkış süresinin belirlenebilmesi için 20 gün boyunca günlük sayımlar alınmıştır. Çıkış testi sonunda ortalama fide çıkış oranı (%), ortalama çıkış süresi (saat), vigor (tohum gücü) indeksi, fide yaş ağırlık (mg), fide kuru ağırlık (mg), fide boyu (mm), gövde çapı (mm), yaprak eni (mm), yaprak boyu (mm), yaprak alanı (mm²) ve SPAD değeri olarak klorofil ölçümleri alınmıştır. Vigor (tohum gücü) indeksi ortalama fide çıkış oranı × yaş ağırlık olarak hesaplanmıştır [3]. Yaprak alanı ise Mavi ve ark. tarafından geliştirilen kavun yaprak alan formülü kullanılarak yaprak eni ve boyu üzerinden hesaplanmıştır [11].

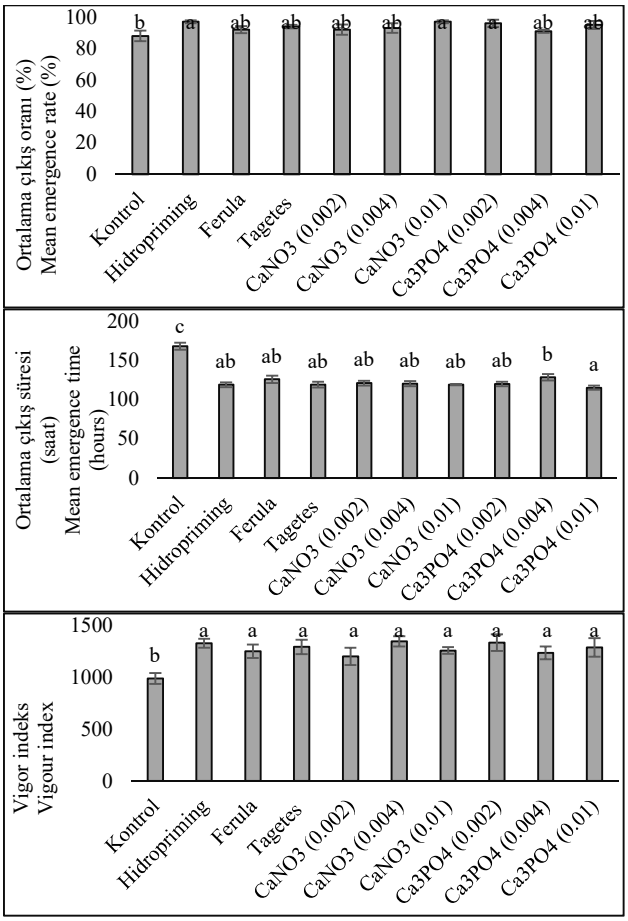
Elde edilen veriler SPSS paket programında varyans analizine tabi tutulmuş ve Duncan çoklu karşılaştırma testi ile istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Yüzde değerler istatistiksel analizler öncesinde açı transformasyonuna tabi tutulmuş ve şekillerde gerçek değerler verilmiştir. Şekillerde numune isimleri tanımlanırken, sadece ZnO ya katkılanmış iki farklı kalsiyum kaynağına ait tuzların adı yazılarak isimlerde kısaltma tercih edilmiştir.

BULGULAR

Kavun (cv. Kırkağaç) genotipine ait tohumların fide çıkış oranı incelendiğinde hidropriming (%97), ZnO+$CaNO_3$ (0.01 g l^{-1}) (%97), ZnO+Ca_3PO_4 (0.002 g l^{-1}) (%96) ve ZnO+Ca_3PO_4 (0.01 g l^{-1}) (%95) uygulamaları öne çıktığı gözlemlenmiştir. Organik priming uygulamaları ve diğer nanopriming uygulamaları yine kontrol grubuna kıyasla daha homojen ve yüksek bir çıkış sergilemiştir (Şekil 1).

Ortalama çıkış süresi değeri en düşük olan uygulama ise 115 saat ile ZnO+Ca_3PO_4 (0.01 g l^{-1}) nanopriming uygulamasından elde edilmiştir. ZnO+Ca_3PO_4 (0.004 g l^{-1}) nanopriming uygulaması hariç diğer tüm uygulamalar istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Tüm uygulamalarda çıkış süresi 115-168 saat arasında değişim göstermiştir. Ortalama çıkış süresi değeri en düşük olan ZnO+Ca_3PO_4 (0.01 g l^{-1}) (115 saat) uygulaması ile kontrol grubu (168 saat) arasında 53 saat fark olduğu belirlenmiştir. Yapılan tüm priming uygulamaları vigor indeks hesaplaması sonucunda aynı grupta yer almış ve kontrol grubundan istatistiksel olarak ayrılmıştır (Şekil 1).

Yapılan fide yaş ağırlık ölçümleri sonucunda en düşük yaş ağırlık değeri 11.30 mg (kontrol) olarak ölçülmüştür. Hidropriming, Ferula ve Tagetes organik priming uygulamaları ZnO+$CaNO_3$ (0.004 g l^{-1}), ZnO+Ca_3PO_4 (0.002 g l^{-1}), ZnO+Ca_3PO_4 (0.004 g l^{-1}) ve ZnO+Ca_3PO_4 (0.01 g l^{-1}) nanopriming uygulamaları aynı grupta harflendirilmiş ve en yüksek fide yaş ağırlık değerine sahip olmuştur. ZnO+$CaNO_3$ (0.002 g l^{-1}) ve ZnO+$CaNO_3$ (0.01 g l^{-1}) nanopriming uygulamaları ise kontrolden daha yüksek fide yaş ağırlığına sahipken diğer uygulamalara kıyasla kontrolle aynı istatistiksel grupta yer almışlardır (Şekil 2).

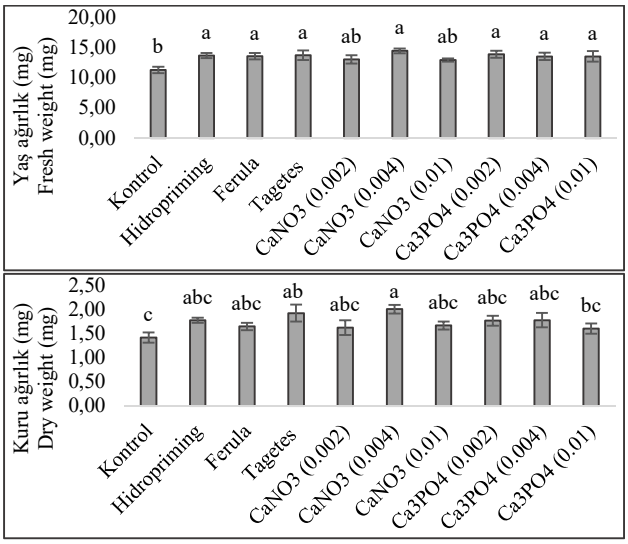


Şekil 1. Kırkağaç kavununda tohum uygulamaları sonrası fide çıkış oranı (%), ortalama çıkış süresi (saat) ve vigor indeksi sonuçlarındaki değişimler

Figure 1. Changes in seedling emergence rate (%), mean emergence time and vigor index results after seed treatments in Kırkağaç melon

Fide kuru ağırlık değerleri incelendiğinde, en yüksek değer 2.01 mg ile nanopriming uygulamalarından ZnO+$CaNO_3$ (0.004 g l^{-1})'de görülmüş ve onu 1.93 mg ile organik priming uygulamalarından Tagetes uygulaması takip etmiştir. Kontrol grubu en düşük fide kuru ağırlık değerine sahipken, bunu ZnO+Ca_3PO_4 (0.01 g l^{-1}) uygulaması takip etmiştir. Diğer tüm uygulamaların ise aynı harf grubunda olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 2).

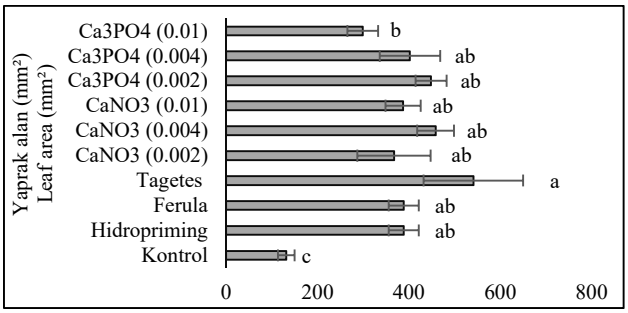
Organik priming uygulamalarından Tagetes 541.14 mm² ile yaprak alan değeri en yüksek olan uygulama olmuştur. Bu değeri ise sırasıyla $ZnO+CaNO_3$ (0.004 g l^{-1}) (458.41 mm²), $ZnO+Ca_3PO_4$ (0.002 g l^{-1}) (448.34 mm²), $ZnO+Ca_3PO_4$ (0.004 g l^{-1}) (402.31 mm²), hidropriming (388.63 mm²), Ferula (388.63 mm²), $ZnO+CaNO_3$ (0.01 g l^{-1}) (387.34 mm²), $ZnO+CaNO_3$ (0.002 g l^{-1}) (367.45 mm²), uygulamaları takip etmiştir. $ZnO+Ca_3PO_4$ (0.01 g l^{-1}) nanopriming uygulaması değeri 299.06 mm² ile istatistiksel olarak diğer uygulamalardan farklı bir grupta olduğu belirlenmiştir. 131.5 mm² değeri ile en düşük yaprak alan değeri kontrol grubunda gözlemlenmiştir (Şekil 3).



Şekil 2. Kırkağaç tohumlarının farklı priming uygulamaları sonucundaki fide yaş ve kuru ağırlık (mg) değerleri

Figure 2. Seedling fresh and dry weight (mg) values as a result of different priming treatments of Kırkağaç seeds

Uygulamalar ve kontrol grubu arasındaki fide kalitesinin değişimini gözlemek için yapılan fide boyu, gövde çapı, yaprak boy, yaprak en ve klorofil ölçümleri sonucunda kontrol grubunun klorofil değeri ve gövde çapı ölçümü sonuçları hariç tüm ölçümlerde diğer uygulamalardan daha düşük sonuçlara sahip olduğu belirlenmiştir. Fide boyu hidropriming (55.60 mm) ve Ferula (53.95 mm) uygulamalarında en yüksek değere sahipken diğer uygulamalar ile aynı grupta harflendirilmiştir. $ZnO+Ca_3PO_4$ (0.004 g l^{-1}) (48.25 mm) ve $ZnO+CaNO_3$ (0.01 g l^{-1}) (48.65 mm) uygulamaları ise diğer uygulamalardan farklı grupta yer almıştır. Kontrol grubu 42.85 mm ile en kısa fide boyuna sahip olduğu gözlemlenmiştir. Kontrol grubu ve tüm uygulamalar klorofil ölçümü sonucunda istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Gövde çapı değeri 3.16 mm (kontrol grubu) ve 2.53 ($ZnO+Ca_3PO_4$ (0.004 g l^{-1})) mm arasında değişim göstermiştir. Diğer sonuçların ise sırasıyla Hidropriming (2.99 mm), Ferula (2.96 mm), $ZnO+Ca_3PO_4$ (0.01 g l^{-1}) (2.90 mm), $ZnO+CaNO_3$ (0.004 g l^{-1}) (2.85 mm), Tagetes (2.80 mm), $ZnO+CaNO_3$ (0.01 g l^{-1}) (2.74 mm), $ZnO+CaNO_3$ (0.002 g l^{-1}) (2.63 mm), $ZnO+Ca_3PO_4$ (0.002 g l^{-1}) (2.55 mm) ve $ZnO+Ca_3PO_4$ (0.004 g l^{-1}) (2.53 mm) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1).



Şekil 3. Kırkağaç kavununda tohum uygulamaları sonrası yaprak alan (mm²) hesaplamaları sonucunda uygulamalar arasındaki değişimler

Figure 3. Variations between treatments as a result of leaf area (mm²) calculations after seed treatments in Kırkağaç melon

Çizelge 1. Kırkağaç kavun fidelerinde uygulamaların klorofil (SPAD), fide boy (mm), gövde çapı (mm), yaprak boy (mm) ve yaprak en (mm) ölçümlerindeki farklılıklar

Table 1. Differences in chlorophyll (SPAD), seedling height (mm), stem diameter (mm), leaf length (mm) and leaf width (mm) measurements of treatments in Kırkağaç melon seedlings

Uygulamalar *Treatments*	Klorofil (SPAD) *Chlorophyll (SPAD)*	Fide boyu (mm) *Seedling height (mm)*	Gövde çapı (mm) *Stem diameter (mm)*	Yaprak boyu (mm) *Leaf length (mm)*	Yaprak eni (mm) *Leaf width (mm)*
Kontrol	42.15	42.85 b	3.16 a	15.90 c	11.50 c
Hidropriming	39.19	55.60 a	2.99 ab	26.15 ab	21.50 ab
Ferula	40.48	53.95 a	2.96 a-c	26.20 ab	21.50 ab
Tagetes	38.30	53.15 a	2.80 b-d	29.60 a	26.10 a
$CaNO_3$ (0.002)	39.93	50.65 a	2.63 cd	25.30 ab	20.35 b
$CaNO_3$ (0.004)	38.10	51.40 a	2.85 a-d	27.65 a	24.20 ab
$CaNO_3$ (0.01)	42.12	48.65 ab	2.74 b-d	26.05 ab	21.45 ab
Ca_3PO_4 (0.002)	42.19	54.20 a	2.55 d	27.60 a	23.70 ab
Ca_3PO_4 (0.004)	42.33	48.25 ab	2.53 d	25.55 ab	22.70 ab
Ca_3PO_4 (0.01)	39.02	50.95 a	2.90 a-c	22.45 b	19.35 b

[z]Aynı sütunlardaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılıkları ifade etmektedir ($p<0.05$).

Yaprak boy ve yaprak en değerleri en yüksek Tagetes organik priming uygulamasına (sırasıyla 29.60 mm, 26.10 mm) aitken en düşük yaprak boy ve en değerinin kontrol (sırasıyla 15.90 mm, 11.50 mm)

grubuna ait olduğu gözlemlenmiştir. Yaprak boyu değerlerinde, $ZnO+CaNO_3$ (0.004 g l^{-1}) (27.65 mm) ve $ZnO+Ca_3PO_4$ (0.002 g l^{-1}) (27.60 mm) nanopriming uygulamalarının Tagetes organik priming uygulaması ile aynı önem derecesine sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1).

TARTIŞMA

Priming uygulamaları, çimlenme ve çıkış oranını arttırarak, homojen, daha hızlı ve daha yüksek kalitede fide gelişimi ile sonuçlanan ekim öncesi tohum uygulamalarıdır [4]. Priming uygulamaları sonunda kavunda fide çıkış oranı için en iyi sonucu $ZnO+CaNO_3$ (0.01 g l^{-1}) (%97) uygulaması vermiştir. Hidropriming, organik priming ve nanopriming uygulamaları çıkış oranını %3 ile %9 oranında arttırmıştır. Tüm uygulamalar ortalama çıkış süresi üzerinde ise 40-53 saat aralığında erkencilik sağlamıştır. Rukui ve ark., hidropriming uygulamasının iki farklı hıyar türünde çimlenme yüzdesini arttırdığını ve ortalama çimlenme süresini kısaltılarak fide büyümesini hızlandırdığını ifade etmişlerdir [15]. Mavi ve ark., kavun (cv. Kırkağaç) ve karpuz tohumlarında farklı priming uygulamalarının çimlenme ve çıkış üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmada Leonardit organik priming ajanı kontrol grubuna kıyasla çıkış oranını %38 arttırmıştır. Ancak uygulamalarının ortalama çıkış süresi üzerine belirgin bir etkisi olmadığını ifade etmişlerdir [13]. Mavi, bazı süs biberlerinde organik priming ajanı olarak *Tagetes patula* bitkisinden elde edilen ekstraktları kullanmıştır. Uygulama yapılmamış tohumların çıkış oranı türlere göre değişmekle beraber %92 ve %15 arasında değişim gösterirken, uygulama yapılmış tohumlarda çıkış oranı %99 ve %25 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir [7]. Çalışmada fide yaş ağırlığı değeri kontrole kıyasla priming uygulamaları sonucunda %28 ile %15 oranında, fide kuru ağırlık değeri ise %42 ile %13 değer aralığında artış göstermiştir.

Mavi, Marigold, Lantana ve Ferula organik materyallerinin kullanıldığı çalışmada, fide boyunu 10 mm ile 6.4 mm arasında, fide yaş ağırlık değerini 153 mg ile 90 mg arasında, fide kuru ağırlık değerini ise 11.6 mg ve 8.8 mg düzeyinde arttırdığı yapılan çalışmada ortaya konmuştur [12]. Mavi ve ark., kavun (cv. kırkağaç) ve karpuz tohumlarında organik priming uygulamaları sonucunda fide yaş ağırlığı değerinin Çay, Leonardit ve Patula uygulamalarında en yüksek sonucu verdiğini belirlemiştir. Kontrol grubuna kıyasla uygulamalar %25 oranında yaş ve kuru ağırlıkta artışa neden olmuştur [13]. Literatür taramasında aynı cihaz ile ölçülmüş klorofil sonuçlarına rastlanmamış olup çalışmada fidelerden alınan klorofil ölçüm sonuçları 42.33-38.10 SPAD değer aralığında değişmiş olup tüm uygulamalar ve kontrol arasında istatistiksel olarak bir farklılık tespit edilmemiştir. Acharya, gümüş nanopartikül kullanımının Maxima ve Riverside kavun çeşitlerinde gümüş nanopartikül uygulamasının klorofil a ve b değerlerini 100 µg/g oranında arttırdığını belirlemiştir. Ayrıca nanopriming uygulaması ile 0.5 mm oranında gövde çapında da bir artış tespit etmişlerdir [1]. Çalışmamızda nanopriming uygulamaları gövde çapında belirgin bir artışa neden olmamakla birlikte, özellikle çıkış oranı, ortalama çıkış süresi, fide yaş ağırlığı ve fide kuru ağırlığı değerlerinde önemli iyileşmeler sağlamıştır.

SONUÇ

Nanomateryallerin priming ajanı olarak kullanılması son birkaç yıla dayanmaktadır. Organik priming ve hidropriming uygulamaları kolay hazırlanabilir ve uygulanabilir yönüyle çiftçiler için bir avantaj olsa da nanomateryallerin kullanımı ticari tohum firmaları için yeni ve güncel bir yaklaşım olarak görülmektedir. Çalışmada nanopriming esnasında kullanılan nanomateryallerden en iyi sonucu veren uygulamaların $ZnO+CaNO_3$ (0.01 g l^{-1}) ve $ZnO+Ca_3PO_4$ (0.002 g l^{-1}) olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca ülkemizdeki nanomateryallerle priming uygulaması olarak kavun türünde yapılan ilk başarılı çalışmadır. Yapılacak yeni çalışmalar ile farklı nanomateryallerin etkinlik derecesini belirlemek ve farklı doz uygulamaları ile uygun doz kullanımının belirlenmesi önerilmektedir. Tüm bu bulgular ışığında hidropriming uygulamalarının fide çıkış oranı ve fide boy, organik priming uygulamaların yaprak boy, yaprak en ve yaprak alan, nanopriming uygulamalarının fide çıkış oranı, çıkış süresi, fide yaş ağırlık ve fide kuru ağırlık ölçümleri sonucunda en yüksek değerler ile öne çıktıkları gözlemlenmiştir.

Nanopriming çalışmalarının farklı türlerde, farklı stres koşullarına (sıcaklık stresi, tuzluluk vb.) etkisinin ve tohumların depolanabilirliğinin belirlenebilmesi için yeni çalışmaların yapılması önerilebilir. Stres faktörleri ve düşük canlılık gibi parametreler düşünüldüğünde nanopriming uygulamalarının daha iyi sonuç verdiği ve tohum firmaları tarafından uygulanabilirliğinin yüksek olduğu göz önüne alındığında önümüzdeki çalışmalarda farklı nanomateryallerin kullanımı ile sektöre ve priming uygulamalarına yeni bir bakış açısı kazandırılabilecektir.

KAYNAKLAR

1. Acharya, P., Jayaprakasha, G.K., Crosby, K.M., Jifon, J.L., Patil, B.S., 2020. Nanoparticle-mediated seed priming improves germination, growth, yield and quality of watermelons (*Citrullus lanatus*) at multi-locations in Texas. Scientific Reports, 10(1):1-16.
2. Acharya, P., Singh, J., Jayaprakasha, G.K., Jifon, J.L., Crosby, K.M., Patil, B.S., 2021. Impact of storage period and nanoparticle treatment on phytochemical composition of watermelons (*Citrullus lanatus*). Journal of Food Composition and Analysis, 104:104139.
3. Baki, A., Anderson, J.D., 1973. Vigor analysis in Soybean seed by multiple criteria. Crop Science, 13:630-633.
4. Bennett, M.A., Fritz, V.A., Callan, N.W., 1992. Impact of seed treatments on crop stand establishment. HortTechnology, 2:345-349.
5. Khalid, M.F., Hussain, S., Anjum, M.A., Ejaz, S., Ahmad, M., Jan, M., Zafar, S., Zakir, I., Ali, M.A., Ahmad, N., Rao, M.J., Ahmad, S., 2019. Hydropriming for plant growth and stress tolerance. In: M. Hasanuzzaman, V. Fotopoulos (Eds.), Priming and Pretreatment of Seeds and Seedlings, 1. Edn. Springer, Singapore, pp:373-384.
6. Maiti, R., Pramanik, K., 2013. Vegetable seed priming: A low cost, simple and powerful techniques for farmers' livelihood. International Journal of Bio-resource and Stress Management, 4(4):475-481.
7. Mavi, K., 2013. A new priming agent for different ornamental plant species: *Tagetes patula*. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(2):15-22.
8. Mavi, K., 2014. Use of extract from dry marigold (*Tagetes* spp.) flowers to prime eggplant (*Solanum melongena* L.) seeds. Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus, 13:3-12.
9. Mavi, K., 2018. Evaluation of organic priming to improve the emergence performance of domesticated Capsicum species. Seed Science and Technology, 46(1):131-137.
10. Mavi, K., Atak, M., 2016. Effect of organic priming on seedling emergence of watermelon under low temperature stress. In Proceedings of the 7. International Scientific Agriculture Symposium, Agrosym, pp:1727-1732.
11. Mavi, K., Bozkurt, S., Uzunoğlu, F., 2020. Kavun türünde yaprak alanının matematiksel modeller ile tahminlenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 25(3):370-382.
12. Mavi, K., Kulu, A.K., Perçin, V., 2014. Kavun ve Karpuz Tohum Partilerinin Çimlenme ve Çıkışı Üzerine Farklı Priming Ajanlarının Etkisi. Türkiye 5. Uluslararası Tohumculuk Kongresi (Poster).
13. Mavi, K., Uzunoğlu, F., 2020. Effects of pre-sowing treatments with allelopathic plant extracts on tree tomato (*Solanum betaceum* Cav.) seedling emergence and performance. Agronomía Colombiana, 38(2):190-196.
14. McDonald, M.B., 2000. Seed priming. In: M. Black and J.D. Bewley (Eds.), Seed Technology and Its Biological Basis. 1. Edn., Sheffield Academic Press, Sheffield, pp:287-325.
15. Rukui, H., Sutevee, S., Lop, P., Sunanta, J., Chaiwat, C., 2006. Changes in antioxidant enzyme activity, lipid peroxidation and seedling growth of cucumber seed induced by hydro-priming and electric field treatments. Kasetsart Journal (Natural Science) 40:825-834.
16. Sher, A., Sarwar, T., Nawaz, A., Ijaz, M., Sattar, A., Ahmad, S., 2019. Methods of seed priming. In: M. Hasanuzzaman and V. Fotopoulos (Eds.), Priming and Pretreatment of Seeds and Seedlings. 1. Edn., Springer, Singapore, pp:1-10.
17. Şahin, B., Aydin, R., Soylu, S., Türkmen, M., Kara, M., Akkaya, A., Çetin, H., Ayyıldız, E., 2022. The effect of *Thymus syriacus* plant extract on the main physical and antibacterial activities of ZnO nanoparticles synthesized by SILAR method. Inorganic Chemistry Communications 135:109088.
18. Tasdemir, A., Aydin, R., Akkaya, A., Akman, N., Altınay, Y., Çetin, H., Sahin, B., Uzun, A., Ayyıldız, E., 2021. A green approach for the preparation of nanostructured zinc oxide: Characterization and promising antibacterial behavior. Ceramics International 47:19362-19373.
19. TUİK, 2022. https://biruni.tuik.gov.tr (Erişim tarihi: Eylül 2022).

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 123–132 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

ORGANİK PRİMİNG UYGULAMALARININ MARUL VE SOĞAN TOHUMLARININ ÇİMLENME ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ

Teslime TIRAK[1]*, İbrahim DUMAN[2], Merve DEMİRKES[3]

[1]Zir. Müh., Kepez/Antalya; ORCID: 0000-0002-1266-6278
[2]Prof. Dr., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir; ORCID: 0000-0003-0081-7208
[3]Zir. Müh., Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir; ORCID: 0000-0002-0489-0544

ÖZ

Çalışmada, organik üretimde kullanılacak marul (*Lactuca sativa*), ve soğan (*Allium cepa*), tohumlarına ekim öncesinde uygulanacak bazı organik kökenli preparatların tohum çimlenme özelliklerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Kekik, defne, sıvı vermikompost ile katı ve sıvı deniz yosunu solüsyonları kullanılan çalışmada, uygulamalar 15°C ve 25°C'de gerçekleştirilmiştir. Kontrol amaçlı kullanılan tohumlara ön uygulama yapılmamıştır. Uygulamalardan sonra orijinal nem içeriğine kurutulan tohumlar ISTA (2014) kurallarına göre çimlendirme testine alınmıştır. Elde edilen verilerden çimlenme oranı (%), ortalama çimlenme zamanı (gün) ve çimlenme homojenlik katsayısı hesaplanmıştır. Elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, çimlenme değerleri bakımından uygulamalar arasında her iki türde de istatistiki anlamda $p \leq 0.01$ güvenle önemli farklılıklar bulunmuştur. Marul tohumlarında en iyi çimlenme oranı (%99.67) 15°C'de yapılan kekik uygulamasından ve 25°C'de yapılan katı deniz yosunu uygulamasından elde edilmiştir. Ortalama çimlenme zamanı değerleri bakımından ise 15°C'de katı deniz yosunu (1.9 gün) uygulaması en iyi sonucu vermiştir. Marul tohumlarının homojenlik katsayısı bakımından en iyi değeri de 15°C'de katı deniz yosunu uygulaması (1.14) vermiştir. Soğan tohumu uygulamalarında ise çimlenme oranı bakımından kontrol tohumlarında yüksek (%99.67) değerler elde edilmesine karşın en iyi ortalama çimlenme zamanı değeri 15°C'de sıvı deniz yosunu uygulamasından (5.06 gün) elde edilmiştir. Homojenlik katsayısı bakımından ise en iyi sonuçları yine 15°C'de sıvı deniz yosunu (1.06) uygulaması vermiştir.

Anahtar Kelimeler: Organik tohum, ön uygulamalar, çimlenme oranı, ortalama çimlenme zamanı, homojenlik katsayısı

THE EFFECTS OF ORGANIC PRIMING APPLICATIONS ON THE GERMINATION CHARACTERISTIC OF LETTUCE AND ONION SEEDS

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the effects of some organic preparations on seed germination characteristics, which are projected to be applied to lettuce (*Lactuca sativa*) and onion (*Allium cepa*) seeds to be used in organic production before planting. In order to improve germination, thyme, laurel, liquid vermicompost, solid and liquid seaweed solutions were used and applications were carried out at 15°C and 25°C. No pre-treatment was applied to the seeds used for control purposes. After the treatments, the seeds were dried to their original moisture content and taken to germination test according to ISTA (2014) rules. Germination rate (%), mean germination time (days) and germination homogeneity coefficient values were determined from the data obtained by the germination test. When the obtained datas were evaluated, statistically significant differences were found between treatments in terms of germination values with $p \leq 0.01$ confidence in both species. The best germination rate (99.67%) in lettuce seeds was obtained from thyme application at 15°C and solid seaweed application at 25°C. In terms of mean germination time values, the treatment of solid seaweed (1.9 days) at 15°C gave the best results. In terms of homogeneity coefficient, the best values were given by the solid seaweed application at 15°C (1.14). In onion seed applications, although high (99.67%) values were obtained in control seeds in terms of germination rate, the best average germination time value was obtained from liquid seaweed treatment at 15°C (5.06 days). In terms of homogeneity coefficient, the best results were given by the treatment of liquid seaweed (1.06) at 15°C.

Keywords: Organic seed, pre-treatments, germination rate, mean of germination time, homogeneity coefficient

GİRİŞ

Marul (*Lactuca sativa*), yaprağı tüketilen serin iklim sebzeleri arasında salata marul grubunda yer almaktadır. Evlerin balkonlarındaki saksılardan, büyük alanlara kadar çok geniş yetiştirme imkanlarına sahiptir. Yıl boyu açıkta yetiştiriciliğinin yanı sıra örtü altında topraklı ve topraksız yetiştiriciliği de yapılabilmektedir [20]. Özellikle topraksız yetiştiricilikte habitusunun küçük oluşu ve

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*: teslimesedef1903@gmail.com

kolay yetişmesi gibi sebeplerden dolayı oldukça fazla tercih edilen bir tür durumundadır. Salata ve taze olarak tüketilen marul, birçok çeşidiyle sofralarımıza renk katmaktadır [20].

Soğan (*Allium cepa*), ülkemizde büyük öneme sahip olan sebzelerden birisidir. Ülkemizde tüketimi oldukça fazla olan soğan, sofralarımızda ayrı bir yere sahiptir ve neredeyse her yemeğimize lezzet katmaktadır. Soğan, ülkemizin hemen her kısmında yetiştirilmekle beraber, ticari üretimi Trakya'dan başlayıp Ege ve Akdeniz bölgesine kadar uzanmaktadır [7]. Üretimi direkt tohum ekimi, arpacık dikimi ve fide dikimi şeklinde yapılabilmektedir [20].

Yapılan tarımsal üretimin iyi ve başarılı olabilmesi için en önemli faktör tohumdur [1]. Her tohum aynı kalitede olmamaktadır. Tohumlar bazı kalite özellikleri açısından aynı yapıya sahip olmadıklarında aynı anda çimlenme ve çıkış gösteremeyebilirler. Bunun yanında hasat öncesinde bitkinin beslenme durumu, hasat dönemi ve sonrasında oluşan hastalık ve zararlı etkileri, hasat sırasında oluşan fiziki zararlanmalar ve hasattan sonra depolama koşulları tohum kalitesini etkileyen diğer faktörlerdendir [10]. Özellikle uygun ortam koşulları sağlanamayarak doğrudan tohum ekimiyle üretimi yapılan küçük embriyolu ve heterojen çimlenme gösteren tohumların çimlenme özelliklerinin iyileştirilmesi oldukça önemlidir. Bu sebeple tohumlarda ekim öncesi performans artışını sağlamak amacıyla yapılan uygulamalar gün geçtikçe önemini arttırmaktadır [14].

Tohum ekimi ve fide çıkışı arasındaki süreyi kısaltmak, bu süre içerisinde yaşanabilecek olumsuzlukları ortadan kaldırmak, homojen bir çıkış sağlamak, kısacası tohumlarda oluşan çimlenme ve çıkış sorunlarını azaltmak amacıyla ekim öncesi tohumlara birtakım uygulamalar yapılabilmektedir. Bu uygulamalara "ön çimlendirme=priming" adı verilmektedir [10].

Priming uygulamasında tohumlar ozmotik potansiyeli ayarlanmış sıvılar içerisinde yüksek nem kapsamlarına çıkarılarak uzun bir süre çimlenmeden tutulmaktadır. Bu sayede tohumların fizyolojik özelliklerinin iyileştirilmesi sağlanmaktadır [13].

Tarımsal üretimde birim alandan alınan verimin arttırılmasına yönelik yapılan uygulamalarda kimyasal girdilerin kullanımının son dönemde artması ve kontrolsüz bir kullanımın söz konusu olması, insan ve çevre sağlığını olumsuz etkilemektedir. Bu durum, günümüzde fide verim ve kalitesinde performans artışı sağlamanın yanında ekolojik dengenin korunmasını da sağlayan çevre dostu üretim tekniklerinin önemini arttırmıştır. Çevre dostu üretim yaparken ortaya çıkabilecek verim ve kalite kayıplarını en aza indirgeyecek yetiştirme sistemleri üzerinde halen çalışmalar yapılmaktadır. Tohumlarda yapılan ekim öncesi uygulamaların organik ajanlarla yapılması mümkündür. Bu uygulamalara "organik priming" adı verilmektedir [14].

Organik priming uygulamalarında birçok organik ajandan yararlanılabilmektedir. Bu ajanlardan birisi de deniz yosunu ekstraktıdır [17]. Ülkemizde deniz yosunu bazlı gübreler Tarım ve Orman Bakanlığının, Organik Tarım Yönetmeliğinde yer alan "Organik Gübreler" sınıfına dahil edilmiştir [8]. Deniz yosunu ekstraktları, mikro (Mn, Cu, Fe ve Zn) ve makro (N, P, K, Ca, Mg, S) besin elementleri, bitki büyüme düzenleyiciler (oksinler, absisik asit ve sitokinin), aminoasitler, vitaminler (B_{12}, E ve K vitaminleri), proteinler, yağlar, şekerler (alginik asit ve mannitol), fenoller ve antibiyotikler içermektedirler. Bunlar sayesinde bitkilerin büyüme ve gelişmesine katkı sağlamaktadırlar [14]. Deniz yosununun okyanuslarda bulunan mineral maddeleri yüksek oranda absorbe etmesi nedeniyle de organik priming uygulamalarında tercih sebebi olmaktadır [17].

Bazı bitki besin maddeleri, antioksidantlar, inorganik ve organik kimyasallar bitkisel hormonlarla kullanılarak da tohum çimlenmesi teşvik edilebilmektedir. Ancak bu yöntem oldukça pahalıdır ve üretici açısında kullanım alanı da oldukça kısıtlıdır. Ayrıca bu ajanların pek çoğunun organik üretimde kullanımı da kısıtlanmaktadır. Bu nedenledir ki tohum ön çimlendirme uygulamalarında bazı bitki ekstraktlarından yararlanılması araştırılmaktadır. Bitkisel yollarla yapılan ozmotik koşullandırma uygulamalarının hem alternatifleri daha ucuz hem de kullanılabilirliği yüksektir [8]. Bu amaçla birçok bitki kullanılmaktadır. Tıbbi aromatik bitkiler başlığı altında toplanan Defne (*Laurus nobilis*) ve Kekik (*Thymbra spicata*) gibi bitkiler; tarımda bitki sağlığı koruma araştırmalarında, bitkilerde hastalık etmenlerine (fungus ve bakteri) karşı etkili olabilecek organik ürünlerin ve bileşiklerin geliştirilmesinde kullanılmaktadır [17]. Dolayısıyla defne ve kekiğin yapılan çalışmalarda seçilme nedenleri olarak; organik kökenli olmaları ve tohumlarda hastalık etmenlerinin (bakteri ve fungus) önlenmesinde kullanılabilme potansiyelleri sıralanabilir [8].

Günümüzde doğada 300'e yakın bitki familyası bulunmaktadır. Bunların yaklaşık üçte birinin uçucu yağ içerdiği bilinmektedir. Genelde uçucu yağları çiçekli bitkiler içermektedir [8]. Aromatik bitkilerde bulunan uçucu yağlar yer altı sularında ya da toprakta herhangi bir kalıntı ya da toksite riski bulundurmaması sebebiyle muhtemel herbisit olarak kullanılmaktadır. Genel olarak kekik, kimyon, limon

otu, karanfil, güveyotu ve sarımsak gibi bitkilerin yağları çökerten hastalığını önlemede başarılı olurken, özellikle kekik yağı Avrupa'da tohum uygulamalarında kullanılmaktadır [8].

Toprak solucanların etkinliği ile çeşitli organik atıklardan üretilen vermikompost da çok kaliteli bir toprak düzenleyicisidir. Ayrıca organik katı atık yönetiminde kullanılan önemli bir çevre dostu uygulama olan vermikompostun da [9] tohum öncimlendirme uygulamalarında bir ajan olarak kullanılabilirliği düşüncesinde hareketle planlanan bu çalışmada; çimlenmesi zor ve düzensiz olan küçük tohumlu sebze türlerinden marul ve yine tohumla üretimde zor ve düzensiz çimlenmesi sebebiyle özellikle doğrudan tohum ekimi yöntemiyle yapılan üretimlerde çimlenme ve çıkış sorunları yaşanan soğan tohumlarında bazı organik kökenli preparat ile yapılan ön çimlendirme uygulamalarının çimlenme özelliklerine olan etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada çimlenmesi zor ve düzensiz olan küçük tohumlu ve küçük embriyolu, ülkemizde üretim ve tüketimde önemli yeri olan soğan ve yaprağı tüketilen sebzeler grubundan marul tohumlarında çimlenmeyi erken, hızlı ve homojen sağlamak amacıyla organik kökenli bazı priming ajanları kullanılmıştır.

Materyal

Çalışmada, bitkisel materyal olarak soğan ve marul tohumları kullanılmıştır. Tohumlarda kaliteyi iyileştirici ön uygulamalar (priming) için kekik (%12.5), defne (%10), sıvı deniz yosunu (%0.1), katı deniz yosunu (%0.1) ve vermikompost (solucan gübresi) (%5) özütleri kullanılarak hazırlanan solüsyonlardan yararlanılmıştır. Uygulama yöntemi olarak havalandırmalı uygulama kabı (Bubble-kolon) yöntemi kullanılmıştır [5]. Uygulama görmüş tohumlar ve kontrol amaçlı kullanılan tohumların çimlendirme testleri için 120×20 mm boyutlarındaki cam petri kapları ve çift katlı kurutma kağıdı kullanılmıştır. Tohumların optimum çimlenme koşullarını sağlamak amacıyla sıcaklığı ayarlanabilen inkübatörlerden yararlanılmıştır.

Metot

Tohumlarda ön çimlendirme testleri Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Tohum Laboratuvarında kontrollü koşullar altında uygulanmıştır. Marul ve soğan tohumları (2 g) geçirgen bez içerisinde 400 ml kekik, defne, katı deniz yosunu, sıvı deniz yosunu ve vermikompost (solucan gübresi) solüsyonlarında uygulamaya alınmıştır.

Uygulama görmüş ve kontrol (uygulama görmemiş) marul ve soğan tohumlarının çimlendirme testi için petri kabı yöntemi kullanılmıştır. İki katlı kurutma kağıdı (filtre kağıdı) üzerinde yapılan çimlendirme testleri 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 100 adet tohum olacak şekilde tesadüf parselleri deneme desenine uygun yürütülmüştür. Çimlenme testleri 20°C'de ISTA (2014) kurallarına uygun sıcaklık kontrollü inkübatörde karanlık koşullarda yürütülmüştür.

Çalışmada organik priming ajanı olarak kullanılan kekik, defne, katı deniz yosunu, sıvı deniz yosunu ve vermikompost solüsyonlarının hazırlığı aşağıda verildiği şekilde yapılmıştır.

Kekik solüsyonu hazırlığı için, 5 gram kuru kekik ve 500 ml saf su kullanılmıştır. Su içerisinde 5 gram kuru kekik ocakta kaynatılmıştır [18]. Kaynama sonrası oda koşullarında oda sıcaklığına soğutulan solüsyon içinden katı kekik materyali süzülerek ayrılmıştır. Uygulamada kullanılacak olan 400 ml kekik solüsyonu için 25 ml kekik özütü pipet yardımıyla ölçülüp behere koyulmuş ve üzerine mezür yardımıyla 775 ml saf su ilave edilmiştir.

Defne solüsyonu hazırlığı için de, 5 gram defne meyvesi (Tehnel üzümü) ve 500 ml saf su kullanılmıştır. Defne meyveleri önce parçalanmış, daha sonra 500 ml saf su içerisinde kaynatılmıştır [18]. Yine kaynama sonrası oda koşullarında oda sıcaklığına soğutulan solüsyon içinden katı kekik materyali süzülerek ayrılmıştır. Uygulamada kullanılacak olan 400 ml defne solüsyonunun hazırlanması için pipet yardımıyla ölçülen 10 ml defne özütü behere koyulmuş ve üzerine mezür yardımıyla ölçülen 390 ml saf su eklenmiştir.

Katı deniz yosunu solüsyonu için ise, özel bir kuruluştan sağlanan Micromel-Ocean adlı katı deniz yosunundan yararlanılmıştır. 1 gram katı deniz yosunu özütü 1000 ml saf suda eritilmiştir. Uygulamada, kullanılacak solüsyon da yine 400 ml hazırlanmıştır [18].

Sıvı deniz yosunu hazırlığı için de Avusturalya menşeli Seasol marka sıvı deniz yosunu özütünden yararlanılmıştır. Bunun için 1 ml Seasol özütü ve 1000 ml saf su kullanılmıştır. 1 ml sıvı deniz yosunu özütü 1000 ml saf su içerisine eklenerek karıştırılmış ve hazırlanan solüsyondan, uygulamada kullanılmak üzere 400 ml uygulama solüsyonu hazırlanmıştır.

Vermikompost solüsyonu hazırlığında da, yine özel bir kuruluşa ait sıvı vermikompost kullanılmıştır. Uygulama solüsyonu, 5 ml sıvı vermikompost (solucan gübresi) özütü ve 95 ml su ile hazırlanmıştır [9]. Pipet yardımıyla 5 ml olarak ölçülen sıvı

vermikompost özütü 100 ml kapasitesi balon joje içerisine koyulmuş ve üzerine 95 ml saf su eklenmiştir. 400 ml solüsyon elde edilene kadar işlem tekrarlanmıştır. Böylece çalışmada kullanılacak olan %5'lik 400 ml vermikompost solüsyonu hazırlanmıştır.

Ekim öncesi tohum uygulamaları 15°C ve 25°C (±1) iki ayrı sıcaklık ortamında 72 saat süreli gerçekleştirilmiştir. Belirli zaman aralıklarında tohumlar solüsyonlardan çıkartılarak kökçük (radicil) çıkışı oluşup oluşmadığı incelenmiş ve kökçük çıkışı gözlenen tohum partilerinin uygulaması sonlandırılmıştır. Çalışmada kullanılan bütün priming ajanlarındaki uygulamalar için havalandırmalı uygulama kabı yöntemi (Bubble-kolon) kullanılmıştır [5]. Her iki uygulama sıcaklığında da tohum kökçük çıkış aşamasına kadar olan sürelerin esas alındığı çalışmada belirlenen uygulama süreleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Uygulama sıcaklığı ve uygulama ajanlarına göre belirlenen ön uygulama süreleri
Table 1. Pre-treatment times determined according to application temperature and application agents

Tür *Species*	Uygulama sıcaklığı (°C) *Treatment temperature (°C)*	Organik priming ajanı *Organic priming agent*	Uygulama süresi (saat) *Treatment time (hours)*
Soğan *Onion*	15°C	Kekik / *Thyme*	48
		Defne / *Laure*	48
		Katı deniz yosunu / *Solid seaweed*	24
		Sıvı deniz yosunu / *Liquid seaweed*	42
		Vermikompost / *Vermicompost*	24
	25°C	Kekik / *Thyme*	24
		Defne / *Laure*	24
		Katı deniz yosunu / *Solid seaweed*	24
		Sıvı deniz yosunu / *Liquid seaweed*	24
		Vermikompost / *Vermicompost*	24
Marul *Lettuce*	15°C	Kekik / *Thyme*	7
		Defne / *Laure*	7
		Katı deniz yosunu / *Solid seaweed*	42
		Sıvı deniz yosunu / *Liquid seaweed*	42
		Vermikompost / *Vermicompost*	72
	25°C	Kekik / *Thyme*	24
		Defne / *Laure*	24
		Katı deniz yosunu / *Solid seaweed*	24
		Sıvı deniz yosunu / *Liquid seaweed*	48
		Vermikompost / *Vermicompost*	72

Kekik ve defne uygulamaları; soğan tohumlarında 15°C'de 48 saat, 25°C'de 24 saat; marul tohumlarında 15°C'de 7 saat, 25°C'de 24 saat olacak şekilde gerçekleştirilmişlerdir. Katı deniz yosunu; soğan tohumlarına 15°C ve 25°C'de 24 saat; marul tohumlarına 15°C'de 42 saat, 25°C'de 24 saat uygulanmıştır. Sıvı deniz yosunu uygulamaları; soğan tohumlarına 15°C'de 42 saat, 25°C'de 24 saat; marul tohumların 15°C'de 42 saat, 25°C'de 48 saat yapılmıştır. Vermikompost uygulamaları ise; soğan tohumlarında 15°C ve 25°C'de 24 saat; marul tohumlarında, 15°C ve 25°C'de 72 saat olacak şekilde uygulanmıştır.

Uygulama sonrası tohumlar saf su ile 3'er kez etkili uygulama maddesinin uzaklaştırılması amaçlı yıkanmış ve tüm tohum partileri başlangıç nem içeriklerine kadar oda sıcaklığında 24 saat süreli kurutulmuşlardır.

•Çimlendirme Testleri: Çimlendirme testleri Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Tohum Laboratuvarında kontrollü koşullarda yürütülmüştür. Kekik, defne, katı ve sıvı deniz yosunu ile vermikompost solüsyonlarıyla priming uygulaması yapılmış tohumlar ve uygulama görmemiş kontrol tohumları, 120×20 mm'lik cam petri kaplarına, 2 katlı kurutma kağıdı üzerinde ve her bir petri kabında 100 tohum olacak şekilde 3 tekerrürlü olarak ISTA kuralları çerçevesinde çimlendirme testine alınmışlardır.

Çimlendirme testleri, her iki tür için de tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Çimlendirme testleri marul tohumları için 20°C'de 7 gün ve soğan tohumları için de 20°C'de 12 gün süreli gerçekleştirilmiştir. Tohum sayımları günde 2 kere (12 saatte bir) olacak şekilde yapılmış ve kökçük boyu 2 mm olan tohumlar çimlenmiş kabul edilmiştir.

Testler sonucunda günlük sayımlar toplanarak ve tekerrürlerin aritmetik ortalaması alınarak çimlenme oranı (%), ortalama çimlenme zamanı (gün) ve çimlenme homojenlik katsayısı Demirkes ve Duman [6]'ın belirttiği eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır. Bu eşitliklere göre aşağıda belirtilen formüllerden yararlanılmıştır.

Çimlenme Oranı = $\sum n / N \times 100$

n: Çimlenen tohum sayısı

N: Ekilen toplam tohum sayısı

Ortalama Çimlenme Zamanı = $\sum(g \times n)/Sn$

g: Sayımın yapıldığı gün

n: Sayımın yapıldığı gün çimlenen tohum sayısı

Sn: Test sonunda toplam çimlenen tohum sayısı

Çimlenme homojenlik katsayısı: Çimlenme homojenlik indeksini hesaplamak için Spurr vd. [15] tarafından önerilen aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır.

$GU = \sum n \sum[(Fn - t)\ 2.n]$

n: Çimlenen tohum sayısı (Fn-t):

Ortalama çimlenme zamanı (gün)

•İstatistiksel Değerlendirme: Çimlendirme testlerinde tohum sayımları sabah 08.00 ve akşam 20.00 olmak üzere günde 2 defa yapılmıştır. Elde edilen değerlerden tohumların çimlenme oranı (%), ortalama çimlenme zamanı (gün) ve homojenlik katsayısı değerleri hesaplanmıştır. Çimlenme oranı değerleri normal dağılış göstermediğinden açısal

transformasyon uygulanmış ve bu değerler istatistik analize tabi tutulmuştur. Uygulama görmüş tohumlara ve kontrol tohumlarına ait deneme verileri SPSS istatistik paket programında tesadüf parselleri deneme desenine göre basit faktöriyel olarak değerlendirilmiş ve uygulamalar arasındaki farklar Duncan'ın çoklu sınıflandırma testiyle değerlendirilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çimlenmesi geç, zor ve düzensiz olan, küçük embriyolu, farklı zamanlarda fizyolojik olgunluğa ulaşan marul ve soğan tohumlarında tohum çimlenme özelliklerinin iyileştirilmesi amaçlı yapılan bazı organik ön çimlendirme (priming) elde edilen bulgular tür tohumlarına göre ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Soğan Tohumu Bulguları

Çalışmada kullanılan organik kökenli farklı uygulamalardan elde edilen çimlenme değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Çimlenme oranı değerleri bakımından ekim öncesinde soğan tohumlarına uygulanan organik kökenli preparatların etkisi $p \leq 0.05$ güvenle önemli bulunmuştur. Belirlenen çimlenme oranı değerleri bakımından yapılan değerlendirmede, hiç uygulama görmemiş kontrol tohumlarında en yüksek (%98.33) çimlenme oranı belirlenirken kekik uygulaması (%97.17) kontrol tohumlarını izleyen uygulama olmuştur. Diğer uygulamalar ise %95-96 oranında çimlenme göstermişlerdir.

Çimlenme ortamındaki tohumların hızlı ve homojen çimlenme değerlerinin göstergesi olan ortalama çimlenme zamanı değerleri bakımından ise uygulamalar arasındaki fark $p \leq 0.01$ güvenle önemli bulunmuştur. Çimlenme oranı değerleri aksine kontrol tohumlarının 6.9 günde ulaştığı ortalama çimlenme zamanına sıvı deniz yosunu, katı deniz yosunu ve defne uygulamaları ile 5.42-5.59 günde ulaşılmıştır. Defne ve kekik uygulamaları da yine kontrol tohumlarına göre daha hızlı ve kısa sürede ortalama çimlenme zamanına ulaşan değerler vermişlerdir (Çizelge 2).

Çimlenme homojenitesi bakımından ise uygulamalar arasındaki fark $p \leq 0.05$ güvenle önemli bulunurken yine sıvı deniz yosunu ve katı deniz yosunu uygulamaları sırası ile 0.88 ve 0.73 homojenlik katsayısı değerleri göstermişlerdir.

Organik bitkisel üretimde de özellikle çimlenmesi düzensiz olan ve zor çimlenen tohumlarda kullanılması gerekebilen bazı ekim öncesi uygulamaların soğan tohumlarında oluşturduğu çimlenme etkileri genelde değerlendirildiğinde, çalışmada kullanılan kekik, vermikompost ve deniz yosunu uygulamalarının kullanılabilirliği ortaya konmuştur. Her ne kadar vermikompost ve deniz yosunu uygulamalarında çimlenme oranı uygulama görmemiş kontrol tohumlarına göre önemli oranda düşük bulunmuş olsa da özellikle ortalama çimlenme zamanı değeri her üç uygulamada da önemli oranda üstün bulunmuştur. Çimlenme oranı değerlerindeki düşük oranın ise muhtemelen uygulama sırasında ve tohumların geri kurutulması sırasında gözden kaçan radisil çıkışı kaynaklı olduğu tahmin edilmektedir. Bu nedenle bundan sonra benzer etkili madde uygulamalarında bu konu üzerinde yoğunlaşılması gerektiği düşünülmektedir. Nitekim Sivritepe ve Sivritepe [12] yaptıkları araştırmada çimlenme özelliklerindeki önemli orandaki iyileşme nedeniyle organik üretim için kullanılacak biber tohumlarında deniz yosununun organik priming ajanı olarak başarılı bir şekilde kullanılabileceğini, yine Sivritepe ve ark. [14] biber tohumlarında organik priming ajanı olarak kullanılan deniz yosunu için 1000 ppm uygulama dozunun tohum çimlenme ve çıkış özelliklerine paralel olarak fide kalitesinde de iyileşmeler gösterdiğini ifade etmişlerdir. Benzer şekilde Seid Hussen ve Demir [11] düşük kalitedeki soğan tohumlarına uygulanan vermikompostun kontrol tohumlarına göre stres koşullarındaki fide çıkışını iyileştirdiğini ve soğan tohumları için vermikompostun tercih edilebilecek organik özüt olduğunu ileri sürerlerken çalışma bulguları ile uyumlu sonuçlar belirtmişlerdir.

Çizelge 2. Uygulamalara göre soğan tohumlarında belirlenen çimlenme değerleri

Table 2. Germination values determined in onion seeds according to applications

Uygulama *Treatment*	Çimlenme oranı (%) *Germination rate (%)*	Ortalama çimlenme zamanı (gün) *Average germination time (days)*	Çimlenme homojenlik katsayısı *Germination homogeneity coefficient*
Kekik / *Thyme*	97.17 (1.39)[y] ab[z]	5.97 b	0.46 c
Defne / *Laurel*	96.00 (1.29) bc	5.86 b	0.63 bc
Vermikompost *Vermicompost*	95.67 (1.29) bc	5.59 a	0.66 bc
Katı deniz yosunu *Solid seaweed*	94.67 (1.24) c	5.59 a	0.73 ab
Sıvı deniz yosunu *Liquid seaweed*	95.33 (1.27) bc	5.42 a	0.88 a
Kontrol / *Control*	98.33 (1.43) a	6.90 c	0.64 bc
Ortalama / *Mean*	96.19 *	5.89 **	0.67 *

[z]Duncan'ın çoklu sınıflandırma testi, **p=0.01'e göre önemli, *p=0.05'e göre önemli, öd: önemli değil

[y]Çimlenme oranı değerlerinin açısal transformasyon değerleridir.

*[z]Duncan's multiple classification test, **Significant according to p=0.01, *Significant according to p=0.05, pay: it doesn't matter*

[y]Are the angular transformation values of the germination rate values.

Ön uygulamada kullanılan uygulama sıcaklığı ve uygulama ajanları ilişkisi karşılaştırıldığında ise

(Çizelge 3), çimlenme oranı ve çimlenme homojenlik değeri bakımında uygulama sıcaklıklarının istatistiki anlamda önemli bir etkisi olmamasına karşın ortalama çimlenme zamanı üzerinde p≤0.05 güvenle önemli etki saptanmıştır. Ortalama çimlenme zamanı (gün) bakımından 15°C uygulama sıcaklığı çimlenmenin daha kısa sürede ve erken (5.68 gün) gerçekleşmesini sağlamıştır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Uygulama sıcaklıkları ve uygulamalara göre soğan tohumlarında belirlenen çimlenme değerlerindeki değişim

Table 3. The change in germination values determined in onion seeds according to application temperatures and applications

Sıcaklık *Heat*	Uygulama *Treatment*	Çimlenme oranı (%) *Germination rate (%)*	Ortalama çimlenme zamanı (gün) *Average germination time (days)*	Çimlenme homojenlik katsayısı *Germination homogeneity coefficient*
15°C	Kekik / *Thyme*	97.33 (1.35)[y] b[z]	5.93 b	0.40 c
	Defne / *Laurel*	95.67 (1.28) bc	5.37 bc	0.70 b
	Vermikompost *Vermicompost*	96.33 (1.32) b	5.25 bc	0.64 b
	Katı deniz yosunu *Solid seaweed*	94.33 (1.23) c	5.87 b	0.46 c
	Sıvı deniz yosunu *Liquid seaweed*	96.67 (1.31) b	5.06 c	1.06 a
	Kontrol / *Control*	97.00 (1.33) b	6.61 ab	0.64 b
	Ortalama / *Mean*	96.22 (1.30)	5.68 A	0.65
25°C	Kekik / *Thyme*	97.00 (1.43) b	6.01 b	0.52 bc
	Defne / *Laurel*	96.33 (1.31) b	6.36 ab	0.55 bc
	Vermikompost *Vermicompost*	95.00 (1.26) bc	5.93 b	0.67 b
	Katı deniz yosunu *Solid seaweed*	95.00 (1.26) bc	5.32 bc	0.99 a
	Sıvı deniz yosunu *Liquid seaweed*	94.00 (1.22) c	5.78 b	0.70 b
	Kontrol / *Control*	99.67 (1.52) a	7.20 a	0.63 b
	Ortalama / *Mean*	96.17 (1.33)	6.10 B	0.68
Genel ortalama *Overall average*		96.20 (1.32)	5.89	0.67
Sıcaklık / *Heat*		öd	*	öd
Uygulama / *Treatment*		*	*	*
Sıcaklık×Uygulama *Heat×Treatment*		öd	*	**

[z]Duncan'ın çoklu sınıflandırma testi, **p=0.01'e göre önemli, *p=0.05'e göre önemli, öd: önemli değil

[y]Çimlenme oranı değerlerinin açısal transformasyon değerleridir.

*[z]Duncan's multiple classification test, **Significant according to p=0.01, *Significant according to p=0.05, pay: it doesn't matter*

[y]Are the angular transformation values of the germination rate values.

Uygulama sıcaklık değerlerine bağlı uygulamaların etkisi değerlendirildiğinde ise, hem çimlenme oranı, hem ortalama çimlenme zamanı hem de homojenlik katsayı değerleri bakımından uygulamaların p≤0.05 güvenle önemli etki yaptığı saptanmıştır. Elde edilen çimlenme oranı (%) bakımından yine 25°C uygulama sıcaklığındaki kontrol tohumlarında belirlenen en yüksek çimlenme oranı (%99.67) değerini her iki uygulama sıcaklıklarındaki kekik uygulamaları sırası ile %97.33 ve %97.00 çimlenme oranı değerleri ile izlemişlerdir. Bununla birlikte vermikompost ve sıvı deniz yosunu uygulamaları da aynı istatistiksel grupta yer alan çimlenme oranı değerleri (%96.33) göstermişlerdir. Erken ve hızlı çimlenme değerleri göstergesi olan ortalama çimlenme zamanı değerleri bakımından ise uygulama görmemiş kontrol tohumlarında belirlenen 6.61-7.20 gün değerlerine 15°C sıvı deniz yosunu uygulamasında 5.06 günde, yine 15°C uygulamasındaki vermikompost ve defne uygulamalarında sırası ile 5.25 ve 5.37 gün de ulaşılmıştır. Yine 25°C uygulama sıcaklığındaki katı deniz yosunu uygulamasında da bu değere 5.32 günde ulaşılmıştır.

Çimlenme değerlerinden yararlanılarak belirlenen çimlenme homojenlik katsayı değerleri bakımından da ortalama çimlenme zamanı değerlerini destekleyen değerler belirlenmiştir (Çizelge 2). Homojenlik katsayısı değerleri bakımından sıcaklık uygulamaları arasında istatistiki anlamda önemli bir fark belirlenmemesine karşın uygulamalar arasında p≤0.05 güvenle, uygulama*sıcaklık interaksiyonu bakımından ise p≤0.01 güvenle önemli farklılık tesbit edilmiştir. Şöyle ki, 15°C uygulamasında sıvı deniz yosunu (1.06) ve 25°C uygulamasında katı deniz yosunu (0.99) en yüksek homojenlik katsayı değerini göstererek ilk istatistiki grupta yer almışlardır. 15°C defne ve 25°C sıvı deniz yosunu ve vermikompost uygulamaları da belirtilen bu uygulamaları 0.70 homojenlik katsayı değerleri ile izlemişlerdir.

Yapılacak organik üretim açısından çimlenme sorunlarına ilişkin soğan tohumlarıyla yapılan bu çalışma genel olarak değerlendirildiğinde özellikle 15°C'de yürütülen sıvı deniz yosunu ile yapılan organik priming uygulaması belirlenen her üç kriterde de istatistiki anlamda önemli sonuçlar göstermiştir. Buna paralel olarak diğer uygulamaların da özellikle ortalama çimlenme zamanının azaltılmasında etkili oldukları saptanmıştır. Buna karşılık uygulama görmemiş kontrol tohumlarına göre uygulamalarda belirlenen çimlenme oranı değerlerindeki düşüklüğün sebebi olarak da yine uygulamalarda gözden kaçan kökçük çıkışlarından kaynaklanmış olabileceği tahmin edilmektedir. Çünkü organik kökenli uygulamaların toksik etki yapmalarının çok düşük olasılık olduğu ileri sürülürken [14], uygulama görmemiş kontrol tohumlarındaki yüksek çimlenme oranı değerleri çalışmada kullanılan tohumun gücünün de yüksek olduğuna işaret etmektedir. Bundan sonra yapılacak uygulamalarda maksimum uygulama süresinin iyi belirlenmesinde yarar görülmektedir. Bunun yanında uygulamaların etkinliğinin belirlenmesinde daha düşük çimlenme oranına sahip tohumların kullanılması çimlenme oranındaki değişimin daha net

görülmesini sağlayabilecektir. Nitekim Demirkaya [2] tarafından, soğan ve biber tohumlarına 1:500 oranında deniz yosunu çözeltisi kullanılarak yapılan priming uygulaması sonunda hem soğan hem de biber tohumlarında çimlenme oranında önemli oranda artış, ortalama çimlenme zamanında da önemli oranda azalma tespit etmiştir. Yine Demirkaya [3] tarafından Rio Grande, H-2274 ve SC-2121 domates çeşitlerinde 1:500 oranındaki deniz yosunu uygulamalarında; her üç domates çeşidinin tohumlarında da çimlenme ve çıkış oranlarının arttığı; ortalama çimlenme ve çıkış sürelerinin ise kısaldığını tespit edilmiştir.

Marul Tohumu Bulguları

Marul tohumlarında organik kökenli farklı uygulamalardan elde edilen çimlenme değerleri de Çizelge 4'de verilmiştir. Ekim öncesi marul tohumlarına uygulanan organik kökenli preparatların çimlenme oranına etkisi p≤0.01 güvenle önemli bulunmuştur. Çimlenme oranı değerleri bakımından yapılan değerlendirmede defne uygulamasında en yüksek (%99.33) çimlenme oranı belirlenirken, katı deniz yosunu uygulaması (%98.83) kekik uygulamasını takip eden uygulamalar olmuştur. Belirlenen çimlenme oranı değerlerinde vermikompost uygulaması yapılan tüm uygulamaların oldukça gerisinde kalmış (%71.83) ve ortalama çimlenme oranı değerinin altına düşmüştür. Yapılan diğer uygulamalar %97 oranında çimlenme göstermişlerdir.

Çimlenme ortamındaki tohumların ne kadar hızlı ve homojen çimlendiğini gösteren değer olan ortalama çimlenme zamanı değeri bakımından da yine çimlenme oranı değerlerine benzer şekilde uygulamalar arasında p≤0.01 güvenle önemli sonuçlar elde edilmiştir. Ancak çimlenme oranı değerlerinden farklı olarak en hızlı çimlenme zamanı değeri katı deniz yosunu uygulamasından (2.86 gün) elde edilirken, 2.97 gün ile defne uygulaması katı deniz yosunu uygulamasını takip eden uygulama olmuştur. Yine çimlenme oranı değerlerinde olduğu gibi vermikompost uygulamasından elde edilen çimlenme zamanı değeri (4.68 gün) ortalama değerin gerisinde kalmış ve en yavaş çimlenme gösteren uygulama olmuştur (Çizelge 4).

Çimlenme homojenlik katsayısı değerleri bakımından elde edilen veriler incelendiğinde de uygulamalar arasında p≤0.05 güvenle önemli sonuçlar bulunmuştur. Hiç uygulama görmemiş kontrol tohumlarında en yüksek katsayı değeri (1.36) elde edilirken, diğer uygulama ajanları sırasıyla sıvı deniz yosunu, katı deniz yosunu ve defne uygulamaları (0.91, 0.83 ve 0.81 homojenlik katsayısı değeri) göstermişlerdir.

Çizelge 4. Uygulamalara göre marul tohumlarında belirlenen çimlenme değerleri

Table 4. Germination values determined in onion seeds according to applications

Uygulama *Treatment*	Çimlenme oranı (%) *Germination rate (%)*	Ortalama çimlenme zamanı (gün) *Average germination time (days)*	Çimlenme homojenlik katsayısı *Germination homogeneity coefficient*
Kekik / *Thyme*	97.17 (1.38)[y] b[z]	3.34 b	0.72 b
Defne / *Laurel*	99.33 (1.48) a	2.97 c	0.81 b
Vermikompost *Vermicompost*	71.83 (0.93) c	4.68 a	0.50 c
Katı deniz yosunu *Solid seaweed*	98.83 (1.47) ab	2.86 c	0.83 b
Sıvı deniz yosunu *Liquid seaweed*	97.17 (1.37) b	3.21 b	0.91 b
Kontrol / *Control*	97.50 (1.36) b	3.30 b	1.36 a
Ortalama / *Mean*	93.64 **	3.39 **	0.85 *

[z]Duncan'ın çoklu sınıflandırma testi, **p=0.01'e göre önemli, *p=0.05'e göre önemli, öd: önemli değil

[y]Çimlenme oranı değerlerinin açısal transformasyon değerleridir.

*[z]Duncan's multiple classification test, **Significant according to p=0.01, *Significant according to p=0.05, pay: it doesn't matter*

[y]Are the angular transformation values of the germination rate values.

Organik bitkisel üretimde de özellikle çimlenmesi düzensiz olan ve zor çimlenen tohumlarda kullanılması gerekebilen bazı ekim öncesi uygulamaların marul tohumlarında oluşturduğu çimlenme etkileri genelde değerlendirildiğinde, çalışmada kullanılan defne ve katı deniz yosunu uygulamalarının kullanılabilirliği ortaya konmuştur. Çimlenme homojenlik katsayısı değerleri bakımından defne ve katı deniz yosunu uygulamaları, hiç işlem görmemiş kontrol tohumlarına kıyasla daha düşük sonuç verse de çimlenme oranı ve ortalama çimlenme zamanı değerleri bakımından oldukça iyi sonuçlar vermişlerdir. Diğer uygulamalarda elde edilen sonuçların geri kurutma aşamasında gözden kaçan kökçük çıkışları olabileceği göz önünde bulundurulmalı ve çalışmalar bu konu üzerine yoğunlaştırılmalıdır. Bunun yanı sıra vermikompost uygulamasının marul tohumlarında çimlenme özellikleri bakımından olumsuz etki göstermesi bu konuda yeni çalışmaların yapılma gerekliliğini göstermiştir. Çünkü önceki çalışmalarda %5'lik vermikompost solüsyonu ile yapılan priming uygulamasında soğan tohumlarında çimlenme ve fide kalitesinin olumlu etkilendiği tespit edilmiştir [8]. Benzer şekilde Özkaynak ve ark. [18] domates ve biberde defne meyvesi, kara kekik ve deniz yosunu kullanarak yaptıkları priming uygulamasında da uygulamaların tohuma ve fideye herhangi bir olumsuz etki yaratmadan fide çıkışı, fide gücü ve erkenciliğe olumlu etkide bulunduğunu bildirmişlerdir.

Tohum ön uygulamalarında kullanılan uygulama sıcaklıklarının uygulama ajanlarıyla olan ilişkisi

karşılaştırıldığında ise (Çizelge 5) homojenlik katsayısı değerleri bakımından istatistiki anlamda önemli bir etki elde edilmezken, çimlenme oranı ve ortalama çimlenme zamanı değerleri bakımından p≤0.01 güvenle önemli farklılık belirlenmiştir. 15°C sıcaklıkta gerçekleştirilen ön uygulamalarla çimlenme oranı%98.61 bulunurken bu değer 25°C uygulama sıcaklığında ancak %88.67 olmuştur. Ortalama çimlenme zamanı üzerinde de önemli etki yapan uygulama sıcaklıklarından 15°C'de uygulama gören tohumlar 2.87 günde ortalama çimlenme zamanına ulaşırken bu değer 25°C'de 4.01 gün olmuştur (Çizelge 5).

Uygulama sıcaklık değerlerine bağlı uygulamaların etkisi değerlendirildiğinde ise çimlenme oranı ve ortalama çimlenme zamanı değerleri bakımından uygulamaların etkisi yine p≤0.01 güvenle önemli bulunmuştur. Elde edilen çimlenme oranı değerleri bakımından 15°C kekik (%99.67), defne (%99.33) ile sıvı deniz yosunu (%99.33) uygulamaları, en yüksek çimlenme oranı değeri vermişlerdir. Buna karşılık 25°C uygulamasında ise yine defne uygulaması (%99.33) ve katı deniz yosunu (%99.67) uygulaması aynı istatistiki grupta yer alan çimlenme oranı değeri göstermişlerdir. Erken ve hızlı çimlenmenin göstergesi olan ortalama çimlenme zamanı değerleri irdelendiğinde ise, 15°C'de 1.91 gün ortalama çimlenme zamanı değeri ile katı deniz yosunu en erken ve hızlı çimlenme göstermiştir. Bu uygulamayı takiben yine 15°C'de defne ve sıvı deniz yosunu uygulamaları (2.77 gün) ikinci istatistiki grubu oluşturmuşlardır. Ortalama çimlenme zamanı değerleri üzerinde 25°C uygulamalarının etkisi önemsiz kalmıştır (Çizelge 5).

Uygulama sıcaklığı ve uygulamaların etkisi birlikte irdelendiğinde de marul tohumlarının çimlenme oranı, ortalama çimlenme zamanı ve homojenlik katsayı değerlerine olan etki p≤0.01 güvenle önemli bulunmuştur. Çimlenme oranı ve ortalama çimlenme zamanı bakımından 15°C uygulaması ve kekik, defne ve sıvı deniz yosunu uygulamalarının etkisi ön plana çıkmıştır. Buna karşılık homojenlik katsayısı değerleri bakımından sıcaklık uygulamaları arasında önemli bir fark elde edilemezken uygulamalar arasında p≤0.05 güvenle, uygulama × sıcaklık interaksiyonu bakımından da p≤0.01 güvenle önemli farklılıklar elde edilmiştir. Şöyle ki, 25°C'de 2.13 değeri ile kontrol uygulaması ilk istatistiki grupta yer almıştır (Çizelge 5).

Organik üretimde kullanılacak marul tohumlarının erken, hızlı, homojen ve yüksek oranda çimlenmelerinin sağlanabilmesi bakımından çalışmadan elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, 15°C'de katı ve sıvı deniz yosunu uygulamalarının hem çimlenme oranı ve ortalama çimlenme zamanı değerleri bakımından hem de homojenlik katsayısı değerleri bakımından uygulanabilir sonuçlar göstermişlerdir. Bu uygulamaların yanı sıra yine 15°C'deki defne ve kekik uygulamaları da çimlenme oranı ve ortalama çimlenme zamanı değerleri bakımından uygulanabilir sonuçlar göstermişlerdir. Bu konuda yapılacak uygulamalarda 25°C uygulamaları yerine 15°C'deki uygulamalara yer verilmesi gerektiği ortaya konmuştur. Nitekim Teoman [17], domates, biber ve patlıcan tohumlarında deniz yosunu uygulamasının çimlenme oranı ve fide gelişiminde benzer etkiyi gösterdiğini, yine Özkaynak ve ark. [18]'da karpuz tohumlarında kekik, defne ve deniz yosunu ile ozmotik koşullandırma uygulamalarının çimlenme oranı ve ortalama çimlenme zamanını olumlu yönde etkilediğini ifade ederlerken çalışma bulgularını destekler sonuçlar ileri sürmüşlerdir.

Çizelge 5. Uygulama sıcaklıkları ve uygulamalara göre marul tohumlarında belirlenen çimlenme değerlerindeki değişim

Table 5. The change in germination values determined in lettuce seeds according to application temperatures and applications

Sıcaklık *Heat*	Uygulama *Treatment*	Çimlenme oranı (%) *Germination rate (%)*	Ortalama çimlenme zamanı (gün) *Average germination time (days)*	Çimlenme homojenlik katsayısı *Germination homogeneity coefficient*
15°C	Kekik / *Thyme*	99.67 (1.52)[y] a	2.80 b	0.79 c
	Defne / *Laurel*	99.33 (1.48) a	2.77 b	0.57 d
	Vermikompost *Vermicompost*	97.33 (1.38) b	3.09 c	0.63 cd
	Katı deniz yosunu *Solid seaweed*	98.00 (1.41) b	1.91 a	1.14 b
	Sıvı deniz yosunu *Liquid seaweed*	99.33 (1.48) a	2.77 b	1.08 b
	Kontrol / *Control*	98.00 (1.38) b	3.34 cd	0.59 d
	Ortalama / *Mean*	98.61 (1.44) A	2.78 A	0.80
25°C	Kekik / *Thyme*	94.67 (1.24) c	3.88 d	0.64 cd
	Defne / *Laurel*	99.33 (1.48) a	3.17 c	1.05 b
	Vermikompost *Vermicompost*	46.33 (0.48) d	6.26 e	0.36 e
	Katı deniz yosunu *Solid seaweed*	99.67 (1.52) a	3.81 d	0.52 d
	Sıvı deniz yosunu *Liquid seaweed*	95.00 (1.26) c	3.66 d	0.74 c
	Kontrol / *Control*	97.00 (1.34) b	3.25 c	2.13 a
	Ortalama / *Mean*	88.67 (1.22) B	4.01 B	0.91
Genel Ortalama *Overall Average*		93.64	3.39	0.85
Sıcaklık / *Heat*		**	**	öd
Uygulama / *Treatment*		**	**	*
Sıcaklık×Uygulama *Heat×Treatment*		**	**	**

[z]Duncan'ın çoklu sınıflandırma testi, **p=0.01'e göre önemli, *p=0.05'e göre önemli, öd: önemli değil

[y]Çimlenme oranı değerlerinin açısal transformasyon değerleridir.

*[z]Duncan's multiple classification test, **Significant according to p=0.01, *Significant according to p=0.05, pay: it doesn't matter*

[y]Are the angular transformation values of the germination rate values.

SONUÇ

Organik üretimde kullanılması öngörülen soğan ve marul tohumlarının ekim öncesi uygulamalarından elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, organik ajanlarla yapılan uygulamaların erken, hızlı ve homojen çimlenme elde edilmesinde olumlu etki yaptığı ortaya konmuştur. Bu olumlu etki 15°C uygulama sıcaklığında önemli anlamda yüksek bulunmuştur.

Soğan tohumlarının ön uygulamasında, en iyi çimlenme oranı değerleri 15°C kekik uygulamasından, ortalama çimlenme zamanı değerleri de yine 15°C sıvı deniz yosunu ve vermikompost uygulamalarından elde edilmiştir. Aynı sıcaklıktaki sıvı deniz yosunu uygulamasından da en yüksek çimlenme homojenlik katsayı değeri elde edilmiştir.

Marul tohumlarının ön uygulamasında ise, çimlenme oranı bakımından en yüksek değer yine soğan tohumlarında olduğu gibi 15°C uygulama sıcaklığında ve kekik uygulamasından elde edilmiştir. Marul tohumlarının çimlenme oranı üzerinde yine 15°C'deki defne ve sıvı deniz yosunu uygulamaları ile birlikte 25°C uygulama sıcaklığındaki katı deniz yosunu uygulamalarının etkisi de yüksek bulunmuştur. Marul tohumlarının katı ve sıvı deniz yosunu uygulamalarının yüksek çimlenme homojenlik katsayı değeri gösterdikleri de belirlenmiştir.

Sonuç olarak, organik soğan ve marul üretiminde çimlenme sorunu olan tohumların kullanılması gerektiğinde öncelikle 15°C kekik, defne, sıvı/katı deniz yosunu ve vermikompost uygulamalarının başarılı olarak kullanılabileceği ortaya konmuştur. Yapılacak benzer amaçlı çalışmalarda çimlenme oranı daha düşük olan tohum partileriyle çalışılması uygulamaların etkinliğini daha açık gösterecektir. Aynı zamanda farklı uygulama dozları ve uygulama sıcaklıklarının farklı tür tohumlarındaki etkisinin de belirlenmesinde yarar vardır.

KAYNAKLAR

1. Balkaya, A., İ. Demir, K. Yılmaz, A.N. Onus, M. Uyanık, M. Kaycıolu, B. Bozkurt, 2010. Sebzelerde tohumluk ve fide üretimi. ZMO Teknik Kongresi, Ankara.
2. Demirkaya, M. 2010. Deniz yosunu (*Ascophyllum nodosum*) ekstraktı uygulamalarının biber ve soğan tohumlarının canlılığı ve gücüne etkileri. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 26(3):217-224.
3. Demirkaya, M. 2012. Deniz yosunu (*Ascophyllum nodosum*) ekstraktı uygulamalarının domates tohumlarının canlılığı ve gücü üzerine etkileri. Alatarım 11(1):13-18.
4. Demirkaya, M., M. Arslan, 2020. Ekinezya (*Echinacea purpurea*) tohumlarının çimlenmesi üzerine ozmotik koşullandırma uygulamalarının etkisi. U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, Aralık/2021, 35(2):265-276.
5. Demirkes, M., Duman, İ., 2021. Ekim öncesi bazı uygulamaların kereviz tohumlarının fide performansına etkileri. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 11(Özel Sayı):3363-3371.
6. Duman, İ., 2002. Soğan (*Allium cepa* L.) tohumlarının çimlenmesini iyileştirici farklı osmotik uygulama yöntemlerinin karşılaştırılması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 39(2):1-8.
7. Eşiyok, D., 2012. Kışlık ve yazlık sebze yetiştiriciliği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir, 410:14-179.
8. Kenanoğlu, B., 2016. Tohumların çimlendirilmesinde farklı organik ön çimlendirme (ozmotik koşullandırma) uygulamalarının kullanımı. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 21(2):124-134.
9. Muhie, H., 2019. Organik özütlerle priming uygulamalarının havuç (*Daucus carota*) ve soğan (*Allium cepa*) tohumlarının abiyotik stres koşulları altında çimlenme ve fide kalitesine etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi), Ankara, 155s.
10. Sarı, M., 2019. Ultraviyole (Uv), manyetik alan (Ma) ve hidropriming (Hp) uygulamalarının biber, lahana, marul ve soğan tohumlarında kalitenin iyileştirilmesinde kullanımı. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi), Ankara, s:137.
11. Seid Hussen, M., İ. Demir, 2019. Organik özütlerle priming uygulamalarının havuç (*Daucus carota*) ve soğan (*Allium cepa*) tohumlarının abiyotik stres koşulları altında çimlenme ve fide kalitesine etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi) s:130.
12. Sivritepe, N., Sivritepe, H.Ö. 2008. Organic priming with seaweed extract (*Ascophyllum nodosum*) affects viability of pepper seeds. Asian Journal of Chemistry, 20:5689-5694.
13. Sivritepe, Ö., Şentürk, B., 2010. Biber tohumlarının fizyolojik olarak iyileştirilmesi için su ve tuz çözeltileri ile yapılan priming ve kurutma uygulamalarının karşılaştırılması. U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 2011, 25(1):53-64.

14. Sivritepe, Ö., Şentürk, B., Teoman S., 2015. Biber tohumlarında yapılan organik priming ve kurutma uygulamaları fide kalitesini ve performansını iyileştirmektedir. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 29(2):83-94.
15. Spurr, C.J., Fulton, D.A., Brown, P.H., Clark, R.J., 2002. Changes in seed yield and quality with maturity in onion. J. Agronomy and Crop Science 188:275-280.
16. Teksan, B., Kavak, S. 2016. Kadife çiçeği ve gül taç yaprakları demleme çaylarında ön çimlendirme uygulamalarının biberde çimlenme ve çıkış üzerine etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 11(1):34-42.
17. Teoman, S., 2013. Domates, biber ve patlıcan tohumlarında organik priming 54 uygulamalarının fide kalitesi ve performansı üzerine etkileri. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi) Bursa, s:88.
18. Özkaynak, E., Orhan, Y., Kargın, İ., Tucel, M., 2020. Biber ve domates tohumlarında organik astar uygulamaları. Karadeniz Tarım Dergisi 3(4):301-307.
19. Özkaynak, E., Yüksel, P., Yüksel, H., Orhan, Y., 2015. Karpuzda (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai) organik priming uygulamaları. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 30(2):149-155.
20. Vural, H., Eşiyok, D., Duman, İ., 2000. Kültür sebzeleri (sebze yetiştirme). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir, 440:31-378.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 133–136 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

KAVUNDA FUSARİUM SOLGUNLUĞU HASTALIĞINA (FOM-1 VE FOM-2) DAYANIM DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ

Necibe KAYAK[1]*, Mehmet Akif YAŞAR[3], Abdurrahman YAŞAR[3], Önder TÜRKMEN[4]

[1]Dr., Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya; ORCID:0000-0001-7104-8544
[2]Ziraat Yük. Müh., Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya; ORCID: 0000-0002-6592-885X
[3]Ziraat Müh., Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya; ORCID: 0000-0001-9782-2032
[4]Prof. Dr., Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Konya; ORCID: 0000-0003-3218-6551

ÖZ

Melon Fusarium Wilt (MFW) olarak adı geçen *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* (FOM) toprak kökenli bir patojenin sebep olduğu yüksek verim kayıplarına sebep olan bir hastalıktır. Hastalık etmeni fungusun kavun tarlalarında dört farklı ırkı (0, 1, 2 ve 1-2) tanımlanmıştır. Kavunda solgunluk hastalığına dayanıklılık FOM-1, FOM-2 genleri tarafından kontrol edilmektedir. *F.oxysporum* f.sp. *melonis* (FOM)'in 0 ve 2 numaralı ırklarına karşı FOM-1 geninin dayanıklı olduğu bildirilmiştir. FOM'ın 0 ve 1 numaralı ırklarına karşı FOM-2 geninin dirençli olduğu ortaya konmuştur. Toprak kökenli bu patojen ile mücadelede en etkili ve çevreci yol, dayanıklı çeşit kullanmaktır. Çalışmamızda daha önceki çalışmalarımız sonucunda elde edilen 5 baba hat ve 39 ana hattın melezlenmesi ile elde edilen 195 birey izolazyonu gerçekleştirilmiş ve bunların FOM-1 ve FOM-2'ye dayanımlarına bakılmıştır. Moleküler çalışmalarda ırk 1 için SB17645 ve SV01574 markörleri, ırk 2 için NBS1-CAPS ve CAPS2 markörleri kullanılmıştır. Sonuç olarak FOM-1'de; 184 adet homozigot dayanım (RR), 5 adet homozigot duyarlı (rr), FOM-2'de 129 adet homozigot dayanım (RR), 60 adet homozigot duyarlı (rr) olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*, kavun, moleküler markör, ırk

DETERMINATION OF RESISTANCE LEVEL TO FUSARIUM WILT DISEASE (FOM-1 AND FOM-2) IN MELONS

ABSTRACT

Fusarium oxysporum f.spp. *melonis* (FOM) is a disease that causes high yield losses caused by a soil-based pathogen. Four different strains (0, 1, 2 and 1-2) of the disease-causing fungus were identified in melon fields. Resistance to wilt disease in melon is controlled by FOM-1, and FOM-2 genes. *F.oxysporum* f.spp. *melonis* (FOM) has been reported to be resistant to the FOM-1 against races 0 and 2. It has been found that FOM-2 gene is resistant to the races 0 and 1 of FOM. The most effective and environmentally friendly way to combat this soil-based pathogen is to use a resistant variety. In our study, the 195 individual isolation of 5 father lines and 39 main lines were performed as a result of our previous work and were based on FOM-1 and FOM-2. In molecular studies, SB17645 and SV01574 marker for race 1, NBS1-caps and CAPS2 marker for race 2 are used. As a result, the FOM-1 was found as 184 homozygote resistant (RR), 5 homozygote sensitive (rr), and FOM-2 was found as 129 homozygote resistant (RR), 60 homozygygote sensitive (rr).

Keywords: *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*, melon, molecular marker, race

GİRİŞ

Melon Fusarium Wilt (MFW) olarak adı geçen *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* (FOM) toprak kökenli bir patojenin sebep olduğu yüksek verim kayıplarına sebep olan bir hastalıktır. FOM, kavunun kök boğazını veya köklerini enfekte edip, bitkinin su alınımını engellemek suretiyle, bitkide solgunluk; yapraklarda sararma, kollarında solma, kök boğazına yakın yerlerde uzunlamasına nekrotik lezyonlar ve iletim demetlerinde kahverengileşme meydana getirmektedir [1]. Hastalığın ilerleyen dönemlerinde çökme ve kurumalar meydana gelmektedir. Kavunda Fusarium solgunluğu etmeni *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* (FOM)'in konukçuya özelleştiği ve kavunda farklı fizyolojik ırklarının hastalık yaptığı belirtilmektedir. *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* (FOM)' in kavunda 4 ırkı tespit edilmiştir: 0, 1, 2 ve 1-2. Bu ırklar iki farklı genle kontrol edilmektedir. Fusarium'a dayanıklılık için bu iki genin de bitkide mevcut olması gerekmektedir. *F.oxysporum* f.sp. *melonis* (FOM)'in 0 ve 2 numaralı ırklarına karşı FOM-1 geninin dayanıklı olduğu bildirilmiştir [2]. *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* (FOM)'in ırklarına karşı dirençli genler belirlenmeye çalışılmıştır. FOM'ın 0 ve 1 numaralı ırklarına karşı

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*:

FOM-2 geninin dirençli olduğu ortaya konmuştur [3]. Bununla birlikte ırk 1-2'ye dayanım kantitatif özellik göstermektedir [4]. Bugüne kadar, bu genler kavun ıslahında ve çeşit geliştirmede yaygın olarak kullanılmış ve modern kavun çeşitlerinin çoğuna aktarılmıştır. Dünyada hastalık ve zararın önlenmesi amacıyla her yıl tonlarca kimyasal ilaç kullanılmaktadır [5]. Kimyasallar kullanılmaksızın üretim yapılması halinde, üretim miktarında %60 hatta %100'e varan kayıp olmaktadır. Kimyasal ilaçların bilinçsiz ve kontrolsüz kullanımı sonucu, hastalık etmeni funguslarda dayanıklılık oluşturabilme riskleri ve kalıntılar yoluyla insan sağlığına ve çevreye olumsuz etkileri önemlidir. Toprak kökenli bu patojen ile mücadelede en etkili ve çevreci yol dayanıklı çeşit kullanmaktır. Dayanıklı çeşit kullanımı sadece verim ve kalitenin artışını değil, aynı zamanda kimyasal kullanımını da azaltmaktadır. Günümüzde birçok yeni çeşit geliştirilmiş olmasına rağmen, hastalık ve zararlılara dayanıklılığın iyileştirilmesi konusunda çalışmaların devam etmesi gerekmektedir.

Fusarium solgunluğu kavun yetiştiriciliği yapılan ülkelerde ciddi kayıplara sebep olmaktadır. Patojen, Türkiye dahil dünyanın birçok yerinde önemli kayıplar meydana getirmektedir. Türkiye'deki kavun üretim alanlarının %85 oranında hastalık görüldüğü ve hastalık oranın %17 ile %95 arasında değiştiği belirtilmektedir [6]. Ayrıca meyve kalitesinin düşmesine bağlı olarak pazarlanabilir verimin düşmesi de bir başka kayıp olarak değerlendirilmektedir. Yapılan bu çalışma elde edilen kavun genotiplerinin *F.oxysporum* f.sp. *melonis*'e dayanıklılık durumları, moleküler olarak belirlenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Çalışmamızda TÜBİTAK-TEYDEB imkânlarıyla yürütülen 3190164 numaralı projenin kapsamında elde edilen 5 baba hat ve 39 ana hattın melezlenmesi ile elde edilen 195 birey izolazyonu gerçekleştirilmiş ve bunların FOM-1 ve FOM-2'ye dayanım durumları moleküler yöntemler ile irdelenmiştir.

Çalışmada kullanılan hatlarda her hattan 10 adet olacak şekilde tohum ekimi gerçekleştirilmiştir. Moleküler karakterizasyon için genç fide döneminde bulunan her genotipi temsil edecek şekilde on adet bitkiden steril bistüri yardımıyla bitkinin sağlıklı, genç yapraklarından (yaklaşık 0.25 g) DNA izolasyonu için örnekler alınmıştır. Bitkilerden alınan genç yaprak örnekleri sıvı azot (-196°C) ile dondurularak 80°C derin dondurucuda DNA izolasyonu yapılıncaya kadar muhafaza edilmiştir.

Kavun yaprak doku örneklerinden toplam DNA izolasyonu DNeasy Plant Mini Kit (250) (Qiagen) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kavun DNA örneklerinin PCR analizlerinde SCAR ve CAPS markör setleri kullanılmıştır (Çizelge 1). PCR reaksiyonları Frary ve Fulton [7] tarafından önerilen yönteme göre yapılmıştır. Bu yönteme göre: 25 µl reaksiyon karışımı içerisinde 1 µl kalıp DNA (40-60 ng/µl), 2.5 µl 10× PCR tampon çözeltisi (1×), 0.5 µl dNTP (0.2 mM), her birinden 0.5 µl olmak üzere ileri (Forward) ve geri (Reverse) primerler (10 pmol), 0.25 µl Taq polymerase enzimi (0.25U) ve 19.75 µl steril dH_2O içermektedir. PCR reaksiyonları GeneAmp®PCR System 9700 (Applied Biosystems) cihazı kullanılarak yapılmıştır. PCR profili (35 döngü için 94°C/5 dakika, 94°C/30 saniye, 50°C/45 saniye, 72°C/45 saniye 72°C/5 dakika ve 4°C tutulur) kullanılarak uygulanmıştır. PCR ürünleri %1'lik agarose jel kullanılarak amplifikasyonun olup olmadığı kontrol edilerek polimorfizm sağlayan (gerekli ise) uygun bir restriksiyon enzimi ile kesilmiştir. Bu işlem için 15 µl PCR ürünü, 1.5 µl 10× kesimleme tampon çözeltisi (1×), 0.2 µl (100×) BSA (1×) (enzim için gerekliyse), 0.5 µl restriksiyon enzimi ve 2.8 µl steril dH_2O kullanılmıştır. Reaksiyonda kullanılan enzim tipine bağlı olarak uygun sıcaklıklarda en az 3-4 saat inkübe edilmiştir. Örneklerin kesimlenen parçacıklarının ayrıştırılması için kapiller elektroforez sistemi kullanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Sonuç olarak FOM-1'de; 184 adet homozigot dayanım (RR), 5 adet homozigot duyarlı (rr), FOM-2 de 129 adet homozigot dayanım (RR), 60 adet homozigot duyarlı (rr) olarak bulunmuştur. Altı adet hatta ise primerler çalışmamıştır.

Çizelge 1. FOM-1 ve FOM-2 dayanıklılık genin seçilim markörleri

Table 1. Selection markers of FOM-1 and FOM-2 resistance gene

Markör İsimleri	Markörler	Primerler	Kesim Enzimi
NBS1-CAPS	CAPS	5'-TATTGCTAAAGCTGTTTTCAAAAGCG-3'	Alw261
		5'AACAAAAACTTTTCGATTTCCTAAGTT-3'	
SB17645	SCAR	5'-AGGGAACGAGTTGAGAGAGCTAGA-3'	
		5'-CGAGGATTCTTAACTAGCATGGA-3'	
SV01574	SCAR	5'-TGACGCATGGAATGAAATAAA-3'	
		5'-GCATGGCCAAGGTCGAATA-3'	
CAPS2	CAPS	5'-CAATTTTGGTTTCTTTGGATGG-3'	Taq1
		5'-TTTCGAGGTTAGAGGTTTGTCA-3'	

Çizelge 2. Hatların hastalık dayanımlarını gösteren çizelge

Table 2. Chart showing disease resistance of genotypes

No	FOM-1	FOM-2	No	FOM-1	FOM-2	No	FOM-1	FOM-2
8*1	RR	rr	19*12	RR	RR	55*22	RR	RR
8*2	RR	rr	19*13	RR	RR	55*23	RR	RR
8*3	RR	rr	19*14	RR	RR	55*24	rr	RR
8*4	RR	rr	19*15	RR	RR	55*25	RR	RR
8*5	RR	rr	19*16	RR	RR	55*26	RR	RR
8*6	RR	rr	19*17	RR	RR	55*27	RR	RR
8*7	RR	rr	19*18	RR	RR	55*28	RR	RR
8*8	RR	rr	19*19	RR	RR	55*29	RR	RR
8*9	RR	rr	19*20	RR	RR	55*30	RR	RR
8*10	RR	rr	19*21	RR	RR	55*31	RR	RR
8*11	RR	rr	19*22	RR	RR	55*33	RR	RR
8*12	RR	rr	32*1	RR	RR	55*34	RR	RR
8*13	RR	rr	32*2	RR	RR	55*35	RR	RR
8*14	RR	rr	32*3	RR	RR	55*36	RR	RR
8*15	RR	rr	32*4	RR	RR	55*37	RR	RR
8*16	RR	rr	32*5	RR	RR	55*38	RR	RR
8*17	RR	rr	32*6	RR	RR	65*1	RR	RR
8*18	RR	rr	32*7	RR	RR	65*2	RR	RR
8*19	RR	rr	32*8	RR	RR	65*3	RR	RR
8*20	RR	rr	32*9	RR	RR	65*4	RR	RR
8*21	RR	rr	32*10	RR	RR	65*5	RR	RR
8*22	RR	rr	32*11	RR	RR	65*6	RR	RR
8*23	RR	rr	32*12	RR	RR	65*7	RR	RR
8*24	RR	rr	32*13	rr	RR	65*8	RR	RR
8*25	RR	rr	32*14	RR	RR	65*9	RR	RR
8*26	RR	rr	32*15	RR	RR	65*10	RR	RR
8*27	RR	rr	32*16	RR	RR	65*11	RR	RR
8*28	RR	rr	32*17	RR	RR	65*12	RR	RR
8*29	RR	rr	32*18	RR	RR	65*13	RR	RR
8*30	RR	rr	32*19	RR	RR	65*14	RR	RR
8*31	RR	rr	32*20	RR	rr	65*15	RR	RR
8*32	RR	rr	32*21	rr	RR	65*16	RR	RR
8*33	RR	rr	32*22	RR	RR	65*17	RR	RR
8*34	RR	rr	32*23	RR	RR	65*18	RR	RR
8*35	RR	rr	32*24	RR	RR	65*19	RR	RR
8*36	RR	rr	32*25	RR	RR	65*20	RR	RR
8*37	RR	rr	32*26	RR	RR	65*21	RR	RR
8*38	RR	rr	32*27	RR	RR	65*22	RR	RR
8*39	RR	rr	32*28	RR	RR	65*23	RR	RR
8*40	RR	rr	32*29	RR	RR	65*24	RR	RR
8*41	RR	rr	32*30	RR	RR	65*25	RR	RR
8*42	RR	rr	32*31	RR	RR	65*26	RR	RR
8*43	RR	rr	32*32	rr	RR	65*27	RR	RR
8*44	RR	rr	32*33	RR	RR	65*28	RR	RR
8*45	RR	rr	32*34	RR	RR	65*29	RR	RR
8*46	RR	rr	55*1	RR	RR	65*30	RR	RR
8*47	RR	rr	55*2	RR	RR	65*31	RR	RR
8*48	RR	rr	55*3	RR	RR	65*32	RR	RR
8*49	RR	RR	55*5	RR	RR	65*33	RR	RR
8*50	RR	rr	55*6	RR	RR	65*34	RR	RR
8*51	RR	rr	55*7	RR	RR	65*35	RR	RR
8*52	RR	rr	55*8	RR	RR	65*36	RR	RR
8*53	RR	rr	55*9	RR	RR	65*37	RR	RR
8*54	RR	RR	55*10	RR	RR	65*38	RR	RR
19*1	RR	rr	55*11	RR	RR	65*39	RR	RR
19*2	RR	rr	55*12	RR	RR	65*40	RR	RR
19*3	RR	rr	55*13	RR	RR	65*41	RR	RR
19*4	RR	RR	55*14	RR	RR	65*42	RR	RR
19*5	RR	rr	55*15	RR	RR	65*43	RR	RR
19*6	rr	rr	55*16	RR	RR			
19*7	RR	RR	55*17	RR	RR			
19*8	RR	rr	55*18	RR	RR			
19*9	RR	rr	55*19	RR	RR			
19*10	RR	RR	55*20	RR	RR			
19*11	RR	RR	55*21	RR	RR			

Açıklama: RR: Dayanıklı; rr: hassas

Bu tespitler ışığında kullanılan markör $SV01_{574}$ FOM-1 lokusunda, 574 bp'de ve markör $SV17_{645}$ 645 bp'de dayanıklı genotip bant vermektedir. Markör $SV06_{1092}$ primeri (1092-bp) uzunluğundaki bant ise hassas bant meydana getirmektedir [8]. Çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlarda $SV17_{645}$ ve $SV06_{1092}$ bu markörler genotipler ile uyum içinde çalışmıştır. Risser ve Banihashemi [5] yaptıkları çalışmada *F.oxysporum* f.sp. *melonis*'in ırklarını 4 gruba ayırarak ırk 0, ırk 1, ırk 2 ve ırk 1-2 olarak sınıflandırmıştır. FOM-1 geni ırk 0 ve ırk 2 ye dayanıklılık sağlarken FOM-2 geninin ırk 0 ve ırk 1'e dayanıklılık sağladığı belirtilmiştir. Demirelli [9], Kırkağaç meyve tipindeki sekiz adet kavun genotipinde yürüttüğü çalışmada NBS1-CAPS primerinde 7 genotipte homozigot dayanımı (RR) ve bir genotipte heterozigot dayanımı bulmuştur. FOM-1-R/FOM-1-S primerinde ise dört genotip çalışmamış ve üç genotipte heterozigot dayanım tespit etmiştir. Kahraman ve İlbi [10] yürüttükleri çalışma ile 44 yerel kavun çeşidi için SCAR ve CAPS moleküler markörlerini kullanılarak FOM-1 ve FOM-2 genlerine dayanıklılığı araştırmışlardır. FOM-0 ve FOM-1 ırkları için dayanıklı genleri tespit etmişlerdir. Çalışma sonucunda dayanıklı genotipler ıslah çalışmalarında *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*'e dayanıklı yeni yerli çeşitlerin elde edilmesinde kullanılabilecektir.

SONUÇ

Çalışma sonucunda kavunda olmazsa olmaz FOM'a dayanım düzeyi incelenmiştir. F_1 çeşitlerinde heterozigot dayanım yeterli olacağı gerekliliği göz önüne alınarak FOM'a dayanıklı olan çeşit adayları belirlenmiştir. Bu çeşit adaylarının agro-morfolojik özellikleri de göz önüne alınarak bazı çeşit adaylarının tescile konu olabileceği ortaya konulmuştur ve lokasyon denemeleri sürmektir. Dayanıklılık genlerini taşıyan genotipler ıslahçılar açısından önemli genetik kaynaklardır. Çalışma sonucunda dayanıklı genotipler ıslah çalışmalarında *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*'e dayanıklı yeni yerli çeşitlerin elde edilmesinde kullanılabilecektir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK-TEYDEB imkânlarıyla yürütülen 3190164 numaralı projenin bir bölümüdür. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK-TEYDEB'e teşekkürlerimi sunarım.

KAYNAKLAR

1. Baran, B., 2000. Güneydoğu Anadolu Bölgesi kavun ekim alanlarında solgunluk hastalığı etmeni (*Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*) (Leach and Currence)'nin yaygınlığı ve bu etmene karşı bazı kavun çeşitlerinin tepkileri (Yüksek Lisans Tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Van.
2. Oumouloud, A., Otmani M. El., Alvarez J., 2015. Molecular characterization of Fom-1 gene and development of functional markers for molecular breeding of resistance to Fusarium race-2 in melon. Euphytica, 205:491-501.
3. Schmidt, S.M., J. Lukasiewicz, R. Farrer, P.V. Dam, C. Bertoldo, M. Rep, 2016. Comparative genomics of *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* reveals the secreted protein recognized by the Fom-2 resistance gene in melon. Europe PMC Funders Group, 209:307-318.
4. Blancard, D., H. Lecoq, M. Pitrat, 1994. A colour atlas of cucurbit diseases: observation, identification and control. ISBN:978-1-874-54515-6.
5. Risser, G., Z. Banihashimi, D. Davis, 1976. A proposed nomenclature of *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* races and resistance genes in *Cucumis melo*. Phytopathology, 66:1105-1106.
6. Şensoy, S., 2005. Türkiye kavunlarındaki genetik varyasyonun ve fusarium solgunluğuna dayanıklılığın fenotipik ve moleküler yöntemlerle araştırılması (Doktora Tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Bölümü, Van.
7. Frary, A., T.M. Fulton, D. Zamir, S.D. Tanksley, 2004. Advanced backcross QTL analysis of a *Lycopersicon esculentum* XL. *pennellii* cross and identification of possible orthologs in the Solanaceae. Theor Appl. Genet. 108:485-496.
8. Oumouloud, A., M.S. Arnedo-Andres, R. Gonzalez-Torres, J.M. Alvarez, 2008. Development of molecular markers linked to the Fom-1 locus for resistance to Fusarium race 2 in melon. Euphytica, 164:347-356.
9. Demirelli, M.B., 2020. Farklı tipteki kavun genotiplerinin *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*'e dayanıklılık durumlarının klasik ve moleküler yöntemlerle belirlenmesi (Yüksek Lisans). Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Antalya, 36s.
10. Kahraman, A., H. İlbi, 2012. Determination of resistant local varieties to Fusarium wilt (*Fusarium oxysporum* f.sp *melonis*) with molecular markers. Cucurbitaceae 2012: Proceedings of the 10. Eucarpia Meeting on Genetics and Breeding of Cucurbitaceae, Adana.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 137–145 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

BİBER VE PATLICANDA KATLANMIŞ HAPLOİDİ TEKNOLOJİSİ İLE ELDE EDİLEN SAF HATLARDA MOLEKÜLER YÖNTEMLERLE HETEROTİK GRUPLARIN OLUŞTURULMASI

Ergün DOĞANGÜZEL[1], Merve Arefe YİĞİT[2]*, Ayşe ŞEKER[3], Fatma Nur ALTINDAĞ[4], Şeküre Şebnem ELLİALTIOĞLU[5], Nuray ÇÖMLEKÇİOĞLU[6]

[1]Ziraat Yük. Müh., United Genetics Turkey Tohum Fide A.Ş., Bursa; ORCID: 0000-0001-9365-9127
[2]Ziraat Yük. Müh., United Genetics Turkey Tohum Fide A.Ş., Bursa; ORCID: 0000-0002-6631-1747
[3]Yük. Biyolog., United Genetics Turkey Tohum Fide A.Ş., Bursa; ORCID: 0000-0002-5098-5413
[4]Peyzaj Mim., United Genetics Turkey Tohum Fide A.Ş., Bursa; ORCID: 0000-0001-9739-4314
[5]Prof. Dr., Ankara Üniversitesi, Teknokent, Doqutech Academy, Ltd. Şti., Ankara; ORCID: 0000-0002-3851-466X
[6]Prof. Dr., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Eskişehir; ORCID: 0000-0001-7189-613X

ÖZ

Anter kültürü yöntemiyle elde edilen dihaploid (DH) silindirik tipte 133 patlıcan (*Solanum melongena*) ve kapya tipinde 128 biber (*Capsicum annuum* L) genotipinde heterotik grupların oluşturulması amacıyla DNA izolasyonu yapılmıştır. İzolasyonu yapılan DNA'lar genetik benzerlik ve farklılıklarının tespit edilmesi amacıyla SRAP markırlarıyla taranmıştır. Araştırmada 32 adet primer kombinasyonu test edilmiş ve bu primerlerden polimorfik ve skorlanabilir biberde 7, patlıcanda 8 primer kombinasyonu seçilmiştir. Polimorfik primerler bütün patlıcan ve biber genotipleri ile taranmıştır. NTSYS (Numerical Taxonomy Multivariate Analysis System) modülü kullanılarak, Rohlf (2004) metoduna göre elde edilen benzerlik matrisinin UPGMA (Unweighted Pair Group Method Arithmetic Average) gruplandırması ile genetik ilişkinin seviyesi belirlenmiştir. Biberde primerlerin polimorfizm oranı %40 ile %83 arasında değişmiş, ortalama %60 olarak tespit edilmiştir. Biberde 128 genotipin 0.65 ile 1.0 düzeyinde benzer oldukları tespit edilmiştir. Patlıcanda 8 primer kombinasyonu ile toplam 71 bant elde edilmiştir ve bunların 37'si polimorfik bulunmuştur. Tüm primerlerin polimorfizm oranı %52 olarak belirlenmiştir. Genotiplerin benzerlik oranı 0.78 ile 0.99 arasında değişmiştir. Elde edilen dendrogramlarda ve iki boyutlu dağılım grafiğinde tespit edilen bulgular ışığında birbirine en uzak olan hatlar melezlenmek üzere belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Solanum melongena*, *Capsicum annuum*, DH hat, markır, heterotik grup, hibrit çeşit

CONSTRUCTION OF HETEROTIC GROUPS WITH MOLECULAR METHODS IN PURE LINES OBTAINED BY DOUBLED HAPLOID TECHNOLOGY IN PEPPER AND EGGPLANT

ABSTRACT

DNA isolation was performed for heterotic grouping in DH (doubled haploid) 133 cylindrical type eggplant (*Solanum melongena*) and 128 pepper (*Capsicum annuum* L) genotypes obtained by anther culture method. The isolated DNAs were screened with SRAP markers to detect genetic similarities and differences. In the study, 32 primer combinations were tested and 7 primer combinations in polymorphic and score able pepper and 8 primer combinations in eggplant were selected from these primers. Polymorphic primers were analyzed with all eggplant and pepper genotypes. In line with the data obtained, the level of genetic relationship was determined by UPGMA (Unweighted Pair Group Method Arithmetic Average) grouping of the similarity matrix obtained according to the Rohlf (2004) method using the NTSYS (Numerical Taxonomy Multivariate Analysis System) module. The polymorphism ratio of the primers in pepper varied between 40%and 83%, with an average of 60%. It was determined that 128 genotypes were similar between 0.65 and 1.00 in pepper. In eggplant, 71 bands were obtained with 8 primer combinations and 37 of them were found to be polymorphic. Polymorphism ratio of all primers was determined as 52%. The similarity ratio of the genotypes varied between 0.78 and 0.99. In light of the findings determined in the obtained dendrograms and bi-dimensional scatterplots, the lines that are farthest from each other can be hybridized to increase the hybrid power.

Keywords: *Solanum melongena*, *Capsicum annuum*, DH lines, markers, heterotic groups, hybrid species

GİRİŞ

Solanaceae (Patlıcangiller) tropikal ve subtropikal bölgelerde yayılmış 90 cins ve yaklaşık 2500 türü barındıran geniş genotipik ve fenotipik varyasyona sahip familyadır. *Solanaceae* familyasında yer alan kültür bitkilerinden biri biberdir (*Capsicum annuum* L.). Tropik iklimlerde çok yıllık, subtropik iklimlerde ise tek yıllık olarak yetişmektedir. Oldukça zengin popülasyon özelliğine sahip *Capsicum* cinsi

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*: merve@uni.gen.tr

içerisinde 30'dan fazla tür bulunmasına rağmen, günümüzde bunlardan sadece beş tanesinin yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bunlar; *C.annuum*, *C.baccatum*, *C.chinense*, *C.frutescens*, *C.pubences*'tir [23]. Biber, dünyada değişik şekillerde yoğun olarak tüketilen beş önemli sebzeden birisidir. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerine göre, Çin 16 milyon ton ile dünyanın önde gelen biber üreticisi konumunda olup, onu 2.8 milyon ton ile Meksika, 2.7 milyon ton ile Endonezya, 2.6 milyon ton ile Türkiye takip etmektedir [15]. Sıcak iklim sebzesi olan *Capsicum annuum* L. 2n=24 kromozom sayısına sahiptir ve %3-30 arasında yabancı tozlanmaktadır [36]. Dünyada ve ülkemizde en fazla yetiştiriciliği yapılan yazlık sebzelerden bir diğeri de aynı familyanın başka bir üyesi olan patlıcan (*Solanum melongena* L.)'dır [31]. Ilıman ve subtropik bölgelerde açıkta ve örtü altında yaygın olarak yetiştirilmektedir [27]. En önemli üretici ülkeler; Çin (36 milyon ton), Hindistan (13 milyon ton), Mısır (1.3 milyon ton) ve Türkiye (0.85 milyon ton)'dir [15]. Asya ve Akdeniz'de yoğun olarak yetiştirilen *Solanaceae* familyasının en önemli beş bitkisel ürünü domates, biber, patates, tütün, patlıcandır [16].

Uzun yıllar boyunca devam eden doğal seleksiyonlar, ekocoğrafik etki ve üreticiler tarafından yerel popülasyonlara uygulanan seleksiyonlar yeni bitki ve meyve yapısına sahip genotiplerin ortaya çıkmasına neden olmuş ve gen kaynaklarında yer alan genotip sayısının her geçen gün artmasını sağlamıştır [6, 20, 47].

Son yıllarda ülkemizde F_1 hibrit çeşitlerle yetiştiriciliğe hızlı bir geçiş olmuş ve standart tohumla üretim lokal alanlarda kalmıştır. Ülkemizde yerli tohumculuğun hız kazanmasıyla hem standart hem de F_1 hibrit tohum için yerel çeşitlerin kullanımı da hız kazanmıştır. Bu iş için önce yerel genetik kaynakların toplanarak karakterize edilmesi ardından standart çeşit olarak bazı olumsuzlukların giderilmesi amacıyla ıslah edilmesi gerekmektedir. Islah çalışmalarında ise ilk adım karakterizasyondur [31].

Yeni çeşitlerin geliştirilmesi sırasında gen havuzunun genetik akrabalık düzeylerinin bilinmesi ıslah programlarının oluşturulması ve etkinliklerinin arttırılmasında önemli rol oynamaktadır. Morfolojik özellikler ile genetik materyalin karakterizasyonu ıslah çalışmalarına hız kazandırmaktadır fakat genetik çeşitliliğin ortaya konmasında kullanılan karakterlerin bir bölümünün çok gen tarafından kontrol ediliyor olması ve morfolojik özelliklerin ortaya çıkmalarında çevresel faktörlerin etkisi nedeniyle agronomik özelliklerle birlikte moleküler markör sistemlerinin de uygulanması tavsiye edilmektedir [10]. Moleküler markır sistemlerinden biri yarı kodominat yapıda olan ve morfolojik markırlarla güçlü ilişkiler sunan, farklı türlere adapte olabilen bir sistem SRAP sistemidir. Bu avantajları ile genetik çeşitlilik çalışmalarında çoklukla kullanılmaktadır [22, 19, 46]. Yapılan birçok moleküler karakterizasyon çalışmasında SRAP tekniğinin iyi bir yöntem olduğu belirtilmiştir [9, 43].

Biberde ve patlıcanda ıslah programlarının en önemli ve özgün amaçlarından biri pazarlanabilir yeni çeşitlerin geliştirilmesidir. Yetiştiriciler tarafından en yaygın olarak kullanılan yöntem saf hat seçimidir. Doubled haploid (DH) bitki üretimi gibi biyoteknolojik yöntemler, bu yeni homojen ve tamamen saf çeşitlerin üreme sürecini azaltmaya yöneliktir [24, 40]. Klasik yöntemlerle yüksek kaliteli homozigot saf hatların elde edilmesi çok zaman alıcı (yaklaşık 6-7 yıl) ve emek gerektirmektedir. Doku kültürü yoluyla haploid bitkiler elde etmek için androjenez kullanılarak bu süre 1 yıla kadar kısaltılabilir. Anter kültürü biber ve patlıcan yetiştiriciliğinde sadece erkek gametlerden tam homozigot hatlar elde etmek için önemli ve kullanışlı bir kültür tekniğidir [8]. Anter kültürü yoluyla elde edilen saf hatların melezlenmesi ile F_1 hibrit çeşit ıslahında hibrit gücü elde etmek için geleneksel ıslah yöntemlerine göre oldukça fazla zaman kazancı sağlanabilir. Saf hatların elde edilmesinden kazanılan süreye ek olarak, genel ve özel kombinasyon yeteneği testlerinin de biyoteknolojik sistemler kullanılarak daha hızlı ve net sonuçlarla gerçekleştirilmesi, hibrit çeşit adaylarının elde edilme süresini yaklaşık 3 yıl gibi bir süreye indirmiştir [21]. Patlıcan ve biberde hibrit çeşitlerin geliştirilmesinde kullanılan ebeveynler arasındaki genetik ilişki, F_1 hibrit döllerin verimliliği ve kalitesi üzerinde doğrudan etkilidir. Bu etki genetik yakınlık ve uzaklığa bağlı olarak değişebilmektedir. Ebeveyn olarak kullanılması planlanan saf hatlardan oluşan bir bitki topluluğunda genetik yakınlık ve uzaklık ilişkilendirilerek birbirine yakın olanların gruplandırılması ile heterotik gruplar oluşturulmaktadır. Hibrit sebze çeşitlerinin ıslahında elde edilen kendilenmiş hatların veya DH saf hatların, melez kombinasyonlarında doğru kullanılması için heterotik grupların ve bu heterotik gruplar arasındaki heterozis ve kombinasyon yeteneklerinin bilinmesi ıslah çalışmalarındaki başarıyı arttırmaktadır [28]. Moleküler markır teknolojisi kullanılarak genetik uzaklıkların belirlenmesi ise bu konuda önemli yer ve zaman kazancı sağlamaktadır.

Bu çalışma ile biber ve patlıcanda katlanmış haploidi teknolojisi ile elde edilen saf hatlarda moleküler yöntemlerle heterotik gruplamaların yapılması amaçlanmıştır. Katlanmış haploidi tekniği ile elde edilen gen kaynağının moleküler düzeyde genetik tanımlanması yapılarak doğrudan veya

dolaylı olarak ıslahta kullanımına katkı sağlanması ekonomik bakımdan büyük avantaj sağlayacaktır.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışma United Genetics Turkey Tohum Fide A.Ş. doku kültürü ve moleküler biyoloji laboratuvarlarında 2020-2021 yılları arasında yürütülmüştür.

Materyal

Çalışmada doku kültürü laboratuvarında anter kültürü yoluyla elde edilmiş biberde 128 adet kapya tipi genotip, patlıcanda silindirik tipte 133 adet genotip bitkisel materyal olarak kullanılmıştır.

•DNA İzolasyonu: Her genotipten alınan taze yaprak örnekleri DNA ekstraksiyonu için liyofilize edilmiştir. Toplam genomik DNA Doyle ve Doyle [12] protokolüne göre elde edilmiştir. DNA kalitesi spektrofotometre ve agaroz jel elektroforezi ile belirlenmiştir.

•PCR Optimizasyonu: DH hatların moleküler karakterizasyonunu belirlemek amacıyla Sequence-related amplified polymorphism (SRAP) marker sistemi çalışmaları yürütülmüştür. SRAP primerleri için Uzun ve ark. [45]'nin kullandığı PCR yöntemi kullanılmıştır. Her primer için 6.85 µl dd.H_2O, 1 µl Buffer, 1 µl $MgCl_2$, 1 µl dNTP, 1 µl BSA, 1 µl primer (F/R), 0.15 µl Taq DNA Polimeraz ve 2 µl genomik DNA olacak şekilde toplam 15 µl hacimde PCR mix'i hazırlanmıştır. Araştırmada 32 adet primer (Çizelge 1) kombinasyonu test edilmiş ve bu primerlerden polimorfik ve skorlanabilir biberde 7, patlıcanda 8 primer kombinasyonu seçilmiştir. Polimorfik primerler bütün patlıcan ve biber genotipleri ile taranmıştır.

•Agaroz Jel Elektroforez: PCR çalışmalarından elde edilen PCR ürünlerine 3 µl yükleme bufferi eklenerek elde edilen karışım %2'lik agaroz jele yüklenerek 100 V elektrik akımı altında 4 saat süreyle koşturulmuştur. Elektroforez işleminden sonra jeller bilgisayara bağlı olan jel görüntüleme cihazına alınarak UV altında jel görüntüleri bilgisayara kaydedilmiştir.

•Verilerin Değerlendirilmesi: Jel görüntülerinin değerlendirilmesinde tüm primerlerin bantlarını içeren bir çizelgeye skorlamalar sonucu elde edilen baz çifti birimindeki bant büyüklükleri yazılmıştır. DNA bant varlığı durumunda (1), yokluğu durumunda (0) değerleri verilerek ikili (binary) matriks dendogram çizelgesi veri dosyası hazırlanmıştır.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan SRAP primerleri dizilimleri

Table 1. SRAP primer sequences used in the study

Sıra No	Kombinasyon	İleri Primer (5'-3')	Geri Primer (5'-3')
1	me1 em1	TGA GTC CAA ACC GGA TA	GAC TGC GTA CGA ATT AAT
2	me1 em2	TGA GTC CAA ACC GGA TA	GAC TGC GTA CGA ATT TGC
3	me1 em4	TGA GTC CAA ACC GGA TA	GAC TGC GTA CGA ATT TGA
4	me1 em9	TGA GTC CAA ACC GGA TA	GACTGCGTACGAATT TCA
5	me1 em12	TGA GTC CAA ACC GGA TA	GAC TGC GTA CGA ATT GTC
6	me1 em14	TGA GTC CAA ACC GGA TA	GACTGCGTACGAATT ATG
7	me1 em15	TGA GTC CAA ACC GGA TA	GAC TGC GTA CGA ATT CTG
8	me1 em16	TGA GTC CAA ACC GGA TA	GACTGCGTACGAATT ACG
9	me4 em1	TGA GTC CAA ACC GGA CC	GAC TGC GTA CGA ATT AAT
10	me4 em2	TGA GTC CAA ACC GGA CC	GAC TGC GTA CGA ATT TGC
11	me4 em4	TGA GTC CAA ACC GGA CC	GAC TGC GTA CGA ATT TGA
12	me4 em9	TGA GTC CAA ACC GGA CC	GACTGCGTACGAATT TCA
13	me4 em12	TGA GTC CAA ACC GGA CC	GAC TGC GTA CGA ATT GTC
14	me4 em14	TGA GTC CAA ACC GGA CC	GACTGCGTACGAATT ATG
15	me4 em15	TGA GTC CAA ACC GGA CC	GAC TGC GTA CGA ATT CTG
16	me4 em16	TGA GTC CAA ACC GGA CC	GACTGCGTACGAATT ACG
17	me12 em1	TGAGTCCAAACCGGT AG	GAC TGC GTA CGA ATT AAT
18	me12 em2	TGAGTCCAAACCGGT AG	GAC TGC GTA CGA ATT TGC
19	me12 em4	TGAGTCCAAACCGGT AG	GAC TGC GTA CGA ATT TGA
20	me12 em9	TGAGTCCAAACCGGT AG	GACTGCGTACGAATT TCA
21	me12 em12	TGAGTCCAAACCGGT AG	GAC TGC GTA CGA ATT GTC
22	me12 em14	TGAGTCCAAACCGGT AG	GACTGCGTACGAATT ATG
23	me12 em15	TGAGTCCAAACCGGT AG	GAC TGC GTA CGA ATT CTG
24	me12 em16	TGAGTCCAAACCGGT AG	GACTGCGTACGAATT ACG
25	me11 em2	TGAGTCCAAACCGGA AG	GAC TGC GTA CGA ATT TGC
26	me2 em3	TGA GTC CAA ACC GGA GC	GAC TGC GTA CGA ATT GAC
27	me2 em6	TGA GTC CAA ACC GGA GC	GAC TGC GTA CGA ATT GCA
28	me4 em6	TGA GTC CAA ACC GGA CC	GAC TGC GTA CGA ATT GCA
29	me1 em8	TGA GTC CAA ACC GGA TA	GACTGCGTACGAATT GCC
30	me2 em8	TGA GTC CAA ACC GGA GC	GACTGCGTACGAATT GCC
31	me8 em5	TGA GTC CAA ACC GGA GC	GAC TGC GTA CGA ATT AAC
32	me2 em12	TGA GTC CAA ACC GGA GC	GAC TGC GTA CGA ATT GTC

Elde edilen verilerin analizi için NTSYS (Numerical Taxonomy Multivariate Analysis

System) bilgisayar paket programı kullanılacak, Rohlf [37] metoduna göre elde edilen benzerlik matrisinin UPGMA (Unweighted Pair Group Method Arithmetic Average) gruplandırması ile genetik ilişkinin seviyesi belirlenmiştir. Benzerlik indeksleri Dice [11]'e göre hesaplanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada donör materyal olarak ülkemizde örtü altında ve açık alanda yetiştiriciliği yapılan ticari ve yarı ticari kapya biber çeşitleri kullanılmıştır. Bu donörlerden elde edilen 128 DH biber genotipi, 32 SRAP marker kombinasyonu ile taranmış, 7 kombinasyon skorlanabilir polimorfik bantlar üretmiştir. Primerlerin polimorfizm oranı %40 ile %83 arasında değişmiş, ortalama %60 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2).

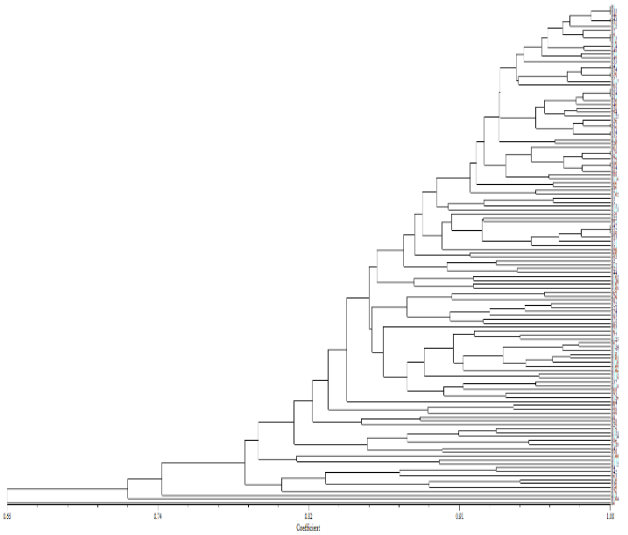
Bozokalfa ve ark. [9] tarafından yürütülen çalışmada kullanılan SRAP markırları ile elde edilen bulgular incelendiğinde biber genotiplerinde yüksek polimorfizm oranı elde edildiği görülmektedir. Benzer şekilde farklı türlere ait gen havuzlarının genetik yakınlık/uzaklık ilişkilerinin incelendiği çalışmalarda SRAP markırları ile elde edilen polimorfizmin yüksek olduğu vurgulanmaktadır. Yapılan çalışmalarda polimorfizm oranının türlere göre farklılık gösterdiği ve diğer markır sistemlerine göre SRAP yöntemi elde edilen poliformizm oranının daha yüksek olduğu bildirilmektedir [2].

Elde edilen veriler doğrultusunda NTSYS (Numerical Taxonomy Multivariate Analysis System) modülü kullanılarak, Rohlf [37] metoduna göre elde edilen benzerlik matrisinin UPGMA gruplandırması ile genetik ilişkinin seviyesi belirlenmiştir. Dendogram incelendiğinde 128 genotipin 0.65 ile 1.00 düzeyinde benzer olduğu tespit edilmiştir. DH6010-81 kodlu B6 genotipinin diğer bütün genotiplerden ayrıldığı görülmektedir. 127 genotip ortalama %82 benzerlik düzeyinde 9 ana kola ayrılmıştır. Bu kollar da backgroundlarına göre küçük küçük alt gruplara ayrılmıştır. Kullanılan markırlarla birbirlerine %100 oranında benzer genotipler tespit edilmiştir. [DH6012-103, DH6012-104, DH6012-106] kodlu genotipler kendi içinde, [DH602-1, DH602-5, DH602-12] kodlu genotipler kendi içinde, [DH6021-159, DH6021-164] kodlu genotipler kendi içinde birbirlerine %100 oranında benzer çıkmıştır (Şekil 1). DH kodları incelendiğinde bu genotiplerin aynı donörden geldiği görülmektedir. Toquica ve ark. [42], biber popülasyonlarında ekocoğrafik koşulların genetik yakınlığa etkisinin olduğu vurgulamış ve oluşan grupların toplanan genotiplerin coğrafik bölgelerine göre oluştuğunu belirtmiştir. Buna karşın Bozokalfa ve ark. [6], yürüttükleri çalışmada dendogramda oluşan ana gruplarda farklı bölgelerden alınan biber genotiplerinin bir arada olduğunu belirtmiştir. Bu duruma benzer şekilde yapılan farklı çalışmalarda oluşan grupların coğrafik orijinlerden etkilenmeden oluştukları ve farklı coğrafik koşullardan gelen genotiplerin aynı gruplar içerisinde yer aldıkları belirtilmektedir [18, 7, 29].

Çizelge 2. Biber SRAP primerleri polimorfizm oranları

Table 2. Pepper SRAP primers polimorphism ratio

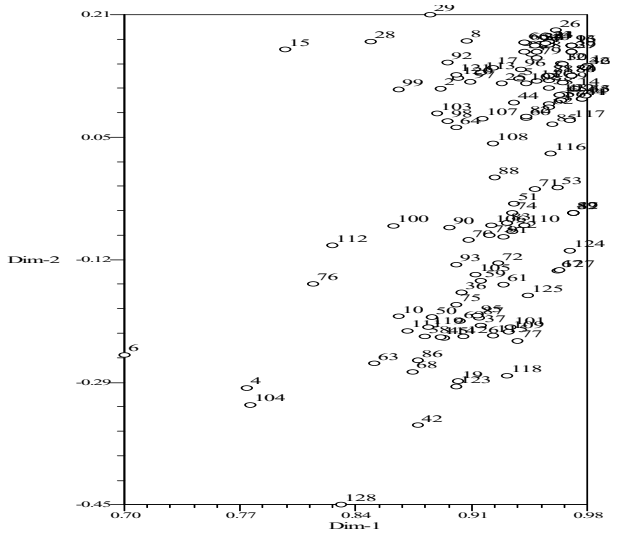
Primer Kombinasyonu	Toplam Band Sayısı	Polimorfik Band Sayısı	Polimorfizm Oranı (%)
me1 em4	8	4	50
me4 em9	6	5	83.3
me4 em16	10	4	40
me4 em14	10	7	70
me4 em15	11	8	72.2
me1 em12	5	3	60
me1 em16	10	5	50
Ortalama	8.5	5.1	
Toplam	60	36	60



Şekil 1. Çalışmada kullanılan 128 biber materyali için SRAP markırları ile elde edilen dendrogram

Figure 1. Dendrogram obtained with SRAP markers for 128 pepper genotypes used in the study

Dendrogramda olduğu gibi iki boyutlu dağılım grafiğinde de biberlerin benzerlik ve farklılıkları görülmektedir (Şekil 2). 6 ve 128 no.lu genotipler belirgin bir şekilde düzlem üzerinde diğer materyallerden ayrılmıştır. Bunun yanında 4, 42 ve 104 gibi materyaller de düzlemde diğerlerinden belirgin olarak ayrılmışlardır. Genel olarak kullanılan materyallerin birbirlerinden genetik olarak ayrılabildiği temel bileşenler analizi ile de ortaya konulmuştur. Bu yüzden iki boyutlu düzlem grafiğinde materyallerin bir noktada yoğunlaşması olmamıştır, genotipler düzleme dağınık şekilde yerleşmiştir.



Şekil 2. Çalışmada kullanılan 128 biber materyali için SRAP markırları ile elde edilen Temel Bileşenler Analizi ile elde edilen iki boyutlu düzlem dağılımı

Figure 2. Two-dimensional plane distribution obtained by Principal Components Analysis obtained with SRAP markers for 128 pepper materials used in the study

Biber türlerinde genetik çeşitlilik tespiti çalışmaları için farklı moleküler markır yöntemleri de kullanılmıştır. SSR (simple sequence repeats) markırları ya da Mikrosatellitler ile [30, 34, 10], RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) markırları ile [1, 5], ISSR (Inter simple sequence repeats) markırları ile [31, 17, 35] biberde genetik çeşitliliği belirlemede yapılan çalışmalardan birkaçıdır.

Patlıcan donör bitkilerinden elde edilen 133 DH genotip, 32 SRAP marker kombinasyonu (Çizelge 1) ile taranmış 8 primer kombinasyonu polimorfik ve skorlanabilir bantlar üretmiştir. Bu 8 primer kombinasyonu ile toplamda 71 bant elde edilmiştir ve bunlardan 37'si polimorfik bulunmuştur. Tüm primerlerin polimorfizm oranı %52 olarak belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Patlıcan SRAP primerleri polimorfizm oranları

Table 3. Eggplant SRAP primers polimorfism ratio

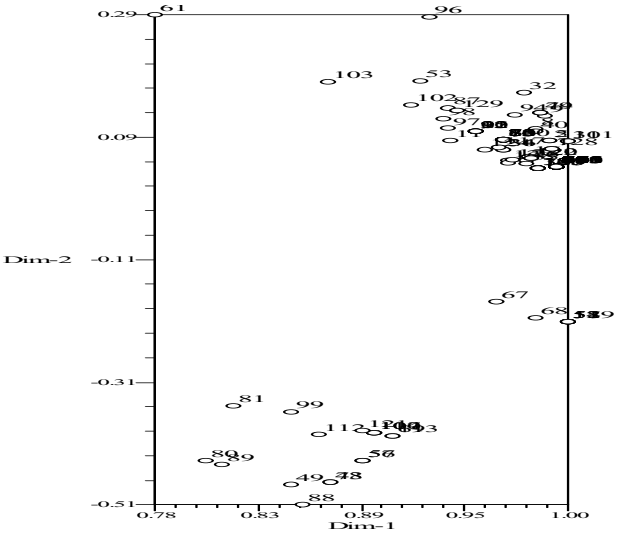
Primer Kombinasyonu	Toplam Band Sayısı	Polimorfik Band Sayısı	Polimorfizm Oranı (%)
me1 em15	9	5	55.5
me4 em12	13	10	76.9
me4 em14	9	3	33.3
me4 em15	6	4	66.6
me4 em16	10	4	40
me12 em2	7	4	57.1
me12 em9	8	3	37.5
me12 em14	9	4	44.4
Ortalama	8.8	4.6	
Toplam	71	37	52.1

Elde edilen verilerin analizi için NTSYS bilgisayar paket programı kullanılmış, Rohlf [37] metoduna göre elde edilen benzerlik matrisinin UPGMA gruplandırması ile genetik ilişkinin seviyesi belirlenmiştir. Türkiye' de yetiştiriciliği yapılan ticari çeşitlerin F_2 generasyonundan elde edilen 133 adet patlıcan materyalinin genetik benzerlik düzeyleri Dice [11] benzerlik indeksi kullanılarak hesaplanmıştır. Genotiplerin benzerlik oranı 0.78 ile 0.99 arasında değişmiştir (Şekil 3). Materyaller 0.89 düzeyinde 5 kola ayrılmıştır. Dendrogram üzerinde yer alan en alttaki kolda 18 genotip yer alırken diğer 115 genotip üst kolda yer almıştır. Alt kolda yer alan 18 genotipin benzerlik düzeyi 0.84 ve üzerinde belirlenmiştir. Bu grup da kendi içinde üç ana kola ayrılmıştır. Bu grupta çoğunlukla sera yetiştiriciliğine uygun genotipler yer almıştır. 82 ve 104 numaralı genotipler diğer 16 genotipten ayrışmıştır. Bu 16 genotip kendi içinde orijinlerine uygun olarak küçük küçük gruplara ayrılmıştır. 105, 108 numaralı genotiplerin yer aldığı küçük grup aynı gen kaynağından, 49, 58, 89, 90 no.lu genotiplerin yer aldığı grup aynı gen kaynağından gelmektedir.

Dendrogram üzerindeki 115 genotipin yer aldığı üstteki kolda 62 numaralı genotip diğer materyallerden ayrışmıştır. Kalan genotipler ~0.93 noktasında iki gruba ayrılmışlardır. Bunlardan birinci grupta 1 no.lu genotip tek başına yer almıştır. İkinci grup ise yine ~0.97 benzerlik düzeyinde iki kola ayrılmış olup, ilk kol 2 no.lu genotipten oluşmuştur. Materyallerin geri kalan büyük çoğunluğu ise ikinci kolda yerleşmiştir. İkinci kolda bulunan genotipler yine orijinlerine göre farklı küçük alt kollara ayrılmıştır. Bu grupta, elde edilen marker sonuçlarına göre birbiri ile genetik olarak %100 oranında benzer çıkan, açıkta yetiştiriciliğe uygun çeşitlerden gelen 10 ve 11 no.lu genotipler yer almıştır. Açık alanda yetiştiriciliği yapılan çeşitlerden gelen genotipler (P1-P16) ağacın üst kısmında gruplanırken, serada yetiştiriciliği yapılan çeşitlerden ve onların melezlerinden gelen genotipler ağacın orta ve alt kısmında gruplanmıştır. İki boyutlu dağılım grafiğinde patlıcan genotiplerinin benzerlik ve farklılıklar belirgin bir şekilde ortaya konulmuştur (Şekil 4). Dendrogramda olduğu gibi düzlem grafiğinde de kümelenmeler görülmüştür. Kümeler içerisinde dar düzeyde bir varyasyon olduğu belirlenmiştir. İki kümelenme arasında dağılım gösteren genotiplerin de olduğu ve bunların iki küme ile ilişkili olduğu saptanmıştır. 4 adet genotip birbirlerine çok yakın olarak konumlanmışlardır. Açık alanda yetiştiriciliği yapılan çeşitlerden gelen genotipler çoğunlukla düzlemin alt kısmına gruplanırken, serada yetiştiriciliği yapılan çeşitlerden gelen genotipler çoğunlukla düzlemin üst kısmında

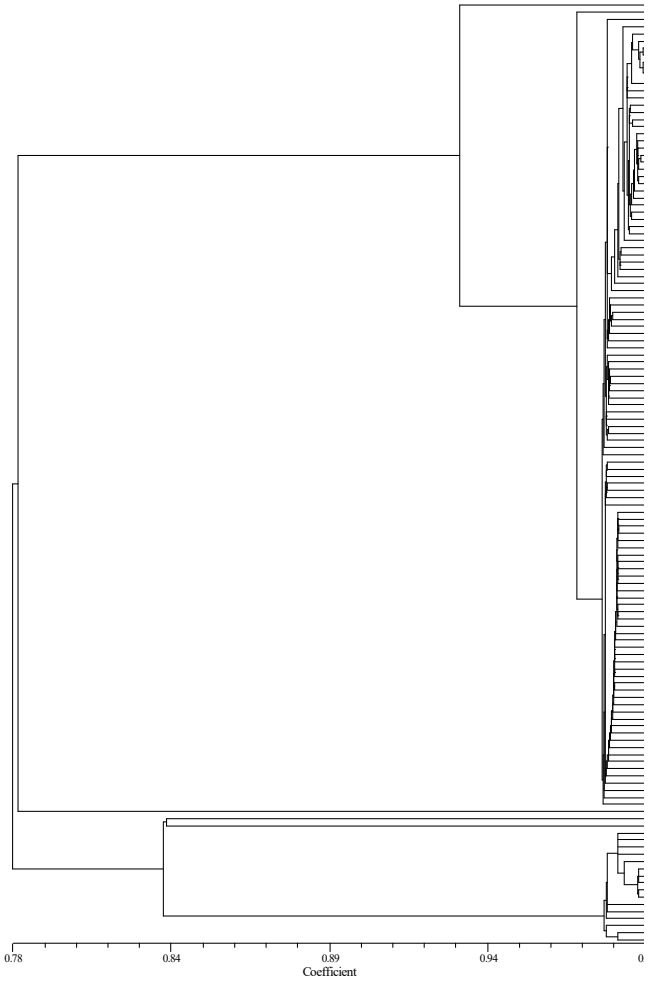
gruplanmıştır. Genel olarak grupların birbirlerinden genetik olarak ayrılabildiği temel bileşenler analizi ile de ortaya konulmuştur.

Li ve ark. [25], moleküler karakterizasyonun, morfolojik karakterizasyondan daha güvenilir olduğunu 56 *Solanum* genotipinden oluşan popülasyondaki genetik çeşitliliği belirlemek için SRAP markırlarını kullandığını bildirmiştir. Bu amaçla elli beş SRAP primer kombinasyonu kullanmış ve toplam 635 polimorfik bant gözlemlemiştir. Benzerlik matrislerine dayalı yapılan kümeleme analizinde, üç küme olduğunu göstermiştir. Tüm genotipler arasındaki genetik benzerlik katsayıları, ortalama 0.73 ile 0.04 ila 0.96 arasında değişmiştir ve sonuçlar kapsamlı genetik varyasyonu göstermiştir. Elde ettikleri bulgularla, SRAP'ın genetik çeşitliliği ve filogenetik ilişkiyi analiz etmek için verimli bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir.



Şekil 4. Çalışmada kullanılan 133 patlıcan materyali için SRAP markırları ile elde edilen temel Bileşenler Analizi ile elde edilen iki boyutlu düzlem dağılımı

Figure 4. Two-dimensional plane distribution obtained by Principal Components Analysis obtained with SRAP markers for 133 eggplant materials used in the study



Şekil 3. Çalışmada kullanılan 133 patlıcan materyali için SRAP markırları ile elde edilen dendrogram

Figure 3. Dendrogram obtained with SRAP markers for 133 eggplant genotypes used in the study

Fang ve ark. [14], 255-4-4 (*S.melongena* L. subsp. *ovigerum* Salis) × Bai-3 (*S.melongena* L. subsp. Melongena) melezlemesinden elde edilen F_2 popülasyonunda SRAP moleküler markır sisteminden 88 primer çifti testlemiş, test edilen primerlerden 33'ü polimorfizm göstermiştir. 33 çift primerden 40 polimorfik lokus elde edilmiş olup polimorfizm oranı %37.5 ve ortalaması 1.21 olarak belirlenmiştir.

Uysal ve ark. [44] tarafından yürütülen bir çalışmada, Yamula tipi patlıcan genotipleri ile 1 adet Manisa tipi patlıcan genotipi ve 3 adet de Kemer tipi patlıcan genotipi arasındaki genetik farklılıkları/benzerliği karşılaştırılmak SRAP moleküler markırları kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre genetik benzerlik 0.68-0.99 arasında değişmiştir. Toplamda 67 bant elde edilmiş, bunlardan 51'inin polimorfik olduğu, polimorfizm oranının %73.72 olduğu tespit edilmiştir. Genetik olarak en yakın genotipler, Yamula patlıcan genotipleri olan ERU 3014-ERU 949 olarak belirlenmiştir. Sonuçlar, Yamula patlıcan genotipleri ile diğer patlıcan genotipleri arasında farklılıklar olduğunu göstermiştir.

Patlıcan genotiplerinde moleküler karakterizasyon çalışmaları amacıyla farklı moleküler markır teknikleri de kullanılmıştır. Patlıcanın genotipleri arasındaki genetik benzerlik ve farklılıklar ile ilgili olarak önceden RAPD [38, 41], AFLP [33], ISSR [22, 32], SSR [4, 39, 26] çalışmaları yapılmıştır. Pınar ve

ark, [32], 12 patlıcan genotipinde 15 ISSR primeri ile yaptıkları çalışma sonunda 8 primerde polimofizm elde etmiştir. Çalışmada toplam bant sayısı 127, primer başına ortalama 8.47 bant ve polimorfizm oranı %21.3 olarak belirlenmiştir. Elde edilen UPGMA dendrogramına göre tüm genotiplerde benzerlik oranı %94 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen dendrogramda iki ana küme oluştuğu, ilk kümede 9, diğer kümede ise 3 genotipin yer aldığı belirlenmiştir.

SONUÇ

Bu çalışmada kullanılan biber ve patlıcan genotipleri, SRAP belirteçleri için önemli düzeyde polimorfizm göstermiştir. Biberde polimorfizm oranı ortalaması %60, patlıcanda %52 olarak belirlenmiştir. Bu durum gen havuzundaki çeşitliliği korumak için önemli ve umut vericidir. Genotiplerin benzerlik indeksi biberde 0.65-1.00 arasında değişirken, patlıcan genotiplerinde benzerlik indeksi 0.78-0.99 arasında değişmiştir. Biberde aynı donörden elde edilen bitkiler dendogramda ve iki boyutlu dağılım grafiğinde birbirlerine yakın olarak gruplanmıştır. Patlıcanda ise açık alanda yetiştiriciliği yapılan genotiplerden elde edilen bireyler çoğunlukla dendogramın üst kısmında, düzlemin alt kısmında gruplanırken, serada yetiştiriciliği yapılan çeşitlerden gelen genotipler çoğunlukla dendogramın alt ve orta kısmında, düzlemin üst kısmında gruplanmıştır. F_1 melez ıslah programlarında ebeveyn olarak kullanılacak genotiplerin seçiminde çok faydalı olan genetik olarak uzak genotipler arasında ayrım yapmak için moleküler tekniklerden yararlanmak gerek ekolojik koşullara bağlı olmaması gerekse zaman ve emek açısından kazançlar sağlaması nedeniyle melezlemelerde çalışma sonuçlarının ışığında birbirine en uzak olan hatlar çaprazlanarak hibrit gücü arttırılabilir.

KAYNAKLAR

1. Adetula, O.A. 2006. Genetic diversity of *Capsicum* using random amplified polymorphic DNAs. Afr. J. Biotech. 5:120-122.
2. Alghamdi, S.S., Al-Faifi, S.A., Migdadi, H.M., Khan M.Al., EL-Harty, EH., Ammar, M.H. 2012. Molecular diversity assessment using sequence related amplified polymorphism (SRAP) markers in *Vicia faba* L. International Journal of Molecular Science 13:16457-16471 (doi:10.3390/ijms1312 16457).
3. Ali, Z., Xu, Z.L., Zhang, D.Y., He, X.L., Bahadur, S., Yi, J.X. 2011. Molecular diversity analysis of eggplant (*Solanum melongena*) Genetic Resources, Genetics and Molecular Research, 10(2):1141-1155.
4. Behera, T., Sharma, P., Singh, B., Kumar, G., Kumar, R., Mohapatra, T., Singh, N. 2006. Assessment of genetic diversity and species relationships in eggplant (*Solanum melongena* L.) using STMS markers. Scientia Horticulturae, 107:352-357.
5. Bhadragoudar, M.R., Patil, C.G. 2011. Assessment of genetic diversity among *Capsicum annuum* L. genotypes using RAPD markers. Afr. J. Biotechnol 10:17477-17483.
6. Bozokalfa, M.K., Aşcıoğlu, T.K., Eşiyok, D. 2017. Biber genotiplerinin genetik çeşitliliklerinin SRAP markörleri kullanılarak belirlenmesi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 32(3):321-329.
7. Bozokalfa, M.K., Eşiyok, D., Turhan, K. 2009. Patterns of phenotypic variation in a germplasm collection of pepper (*Capsicum annuum* L.) from Turkey. Spanish Journal of Agricultural Research, 7:83-95.
8. Comlekcioglu, N., Ellialtioglu, S.S. 2018. Review on the research carried out on in vitro androgenesis of peppers (*Capsicum annuum* L.) in Turkey. Research Journal of Biotechnology, 13(6), 75-84.
9. Cravero, V., Martin, E., Cointry, E. 2007. Genetic diversity in *Cynara cardunculus* determined by sequence-related amplified polymorphism markers. Section Title: Plant Biochemistry, 132(2):208-212.
10. Dhaliwal, M.S., Jindal, S.K., Gaikwad, A.K. Singh, K. 2013. Genetic diversity analysis and DNA fingerprinting of elite Chili pepper lines using SSR markers. International Journal of Vegetable Science, 19 (3):207-216.
11. Dice, LR. 1945. Measures of the amount of ecologic association between species. Ecology 26(3):297-302.
12. Doyle, J.J., Doyle, J.L. 1990. Isolation of plant DNA from fresh tissue. Focus, V.12.
13. Escribano, M.R., Santalla, M., Casquero, P.A., De Ron, A.R. 1998. Patterns of genetic diversity in landraces of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) from Galicia. Plant Breeding, 117:49-56.
14. Fang, C., Yang, Z., Liu, D., Liu, X., Liang, G., Yang, H., Li, Y. 2010. Analysis of eggplant linkage map using SRAP molecular markers. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 23(5):1591-1594.
15. FAO, 2020. FAOSTAT Production Databases. Available online at: (http://www.faostat.fao.org; Erişim: 25 Ağustos 2022).

16. Fidan, H., Sarıkaya, P. 2020. Antalya ili patlıcan (*Solanum melongena*) yetiştiriciliğinde sorun olan virüs hastalıkları. Mediterranean Agricultural Sciences, 33(1):27-35.
17. Gaikwad, A.B., Archak, S., Gautam, D. 2013. DNA profiling of *Capsicum annuum* L. cultivars based on AFLP and ISSR markers. Geneconserve: 12(49):4-12.
18. Geleta, L.F., Labuschagne, M.T., Viljoen, C.D. 2005. Genetic variability in pepper (*Capsicum annuum* L.) estimated by morphological data and amplified fragment length polymorphism markers. Biodiversity & Conservation, 14:2361-2375.
19. Guo, S.G., Zhang, J.G., Sun, H.H., Salse, J., Lucas, W.J., Zhang, H.Y., Zheng, Y., Mao, L.Y., Ren, Y., Wang, Z.W., Min, J.M., Guo, X.S., Murat, F., Ham, B.K., Zhang, Z.L., Gao, S., Huang, M.Y., Xu, Y.M., Zhong, S.L., Bombarely, A., Mueller, L.A., Zhao, H., He, H.J., Zhang, Y., Zhang, Z.H., Huang, S.W., Tan, T., Pang, E.L., Lin, K., Hu, Q., Kuang, H.H., Ni, P.X., Wang, B., Liu, J.A., Kou, Q.H., Hou, W.J., Zou, X.H., Jiang, J., Gong, G.Y., Klee, K., Schoof, H., Huang, Y., Hu, X.S., Dong, S.S., Liang, D.Q., Wang, J., Wu, K., Xia, Y., Zhao, X., Zheng, Z.Q., Xing, M., Liang, X.M., Huang, B.Q., Lv, T., Wang, J.Y., Yin, Y., Yi, H.P., Li, R.Q., Wu, M.Z., Levi, A., Zhang, X.P., Giovannoni, J.J., Wang, J., Li, Y.F., Fei, Z.J., Xu, Y. 2013. The draft genome of watermelon (*Citrullus lanatus*) and resequencing of 20 diverse accessions. Nature Genetics, 45(1):51-58.
20. Haussmann, B.I.G, Parzies, H.K., Presterl, T., Susic, Z., Miedaner, T. 2004. Plant genetic resources in crop improvement. Plant Genetic Resources, 2(1):3-21.
21. Hayati, B.A.T., Shidfar, M., Çömlekçioğlu, N., Ellialtıoğlu, Ş.Ş. 2020. In vitro androgenesis in pepper and the affecting factors on success: I. Carbon source and concentrations. Biotech Studies, 29(2):62-68.
22. Isik, N., Doganlar, S., Frary, A., 2011. Genetic diversity of Turkish olive varieties assessed by simple sequence repeat and sequence-related amplified polymorphism Markers. Crop Science, 51:1646-1654.
23. Keleş, D. 2007. Farklı biber genotiplerinin karakterizasyonu ve düşük sıcaklığa tolerans. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı (Doktora Tezi). Adana.
24. Lantos, C., Juhasz, A.G., Vagi, P., Mihaly, R., Kristof, Z., Pauk, J. 2012. Androgenesis induction in microspore culture of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). Plant Biotechnology Rep, 6:123-132.
25. Li, H., Chen, H., Zhuang, T., Chen, J. 2010. Analysis of genetic variation in eggplant and related Solanum species using sequence-related amplified polymorphism markers. Scientia Horticulturae, 125(1):19-24.
26. Munoz-Falcón, J.E., Vilanova, S., Plazas, M., Prohens, J. 2011. Diversity, relationships, and genetic fingerprinting of the Listada de Gandía eggplant landrace using genomic SSRs and EST-SSRs. Scientia Horticulturae 129:238-246.
27. Mutlu, N., Boyacı, F.H., Göçmen, M., Abak, K. 2008. Development of SRAP, SRAP-RGA, RAPD and SCAR markers linked with a Fusarium wilt resistance gene in eggplant. Theor Appl Genet. 117:1303-1312.
28. Nacar Ç., 2014. Yazlık kabaklarda (*Cucurbita pepo* L.) morfolojik ve moleküler yöntemlerle heterotik grupların tespit edilmesi ile verim, erkencilik ve meyve özelliklerinde heterozis. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana, 481s.
29. Nsabiyera, V., Logose, M., Ochwo-Ssemakula, M., Sseruwagi, P., Gibson, P., Ojiewo, C. 2013. Morphological characterization of local and exotic hot pepper (*Capsicum annuum* L.) collections in Uganda. Bioremediation Biodiversity and Bioavailability, 7(1):22-32.
30. Pacheco-Olvera, A., Hernández-Verdugo, S., Rocha-Ramírez, V., González-Rodríguez, A., Oyama, K. 2012. Genetic diversity and structure of pepper (*Capsicum annuum* L.) from Northwestern Mexico analyzed by microsatellite markers. Crop Sci. 52:231-241.
31. Pınar, H., Coşkun, Ö.F., Uysal, E., Gülşen, O., Yetişir, H. 2017. Yöresel cırgalan biberi genotiplerinin ISSR markırları ile karakterizasyonu. Akademik Ziraat Dergisi, 6:145-150.
32. Pınar, H., Coşkun, Ö.F., Uysal, E., Gülşen, O., Yetişir, H. 2017. Farklı yamula patlıcanı genotiplerinin genetik benzerliklerinin ISSR moleküler markır yardımıyla belirlenmesi. Akademik Ziraat Dergisi, 6:157-162.
33. Prohens, J., Blanca, J.M., Nuez, F. 2005. Morphological and molecular variation in a collection of eggplants from a secondary center of diversity: implications for conservation and breeding. Journal of the American Society for Horticultural Science, 130:54-64.
34. Rai, V.P., Kumar, R., Kumar, S., Rai, A., Kumar, S., Singh, M., Singh, S.P., Rai, A.B., Rajneesh, P. 2013. Genetic diversity in Capsicum germplasm based on microsatellite and random amplified

microsatellite polymorphism markers. Physiol. Mol. Biol. Plants 19(4):575-586.

35. Rana, M., Sharma, R., Sharma, P., Bhardwaj, S.V., Sharma, M. 2014. Estimation of Genetic Diversity in *Capsicum annuum* L. Germplasm Using PCR-Based Molecular Markers. National Academy Science Letters. 37(3):295-301.
36. Rohami, M., Mohammadi, A., Khosroshahli, M., Ahmadi, H., Darandeh, D. 2010. Karyotype Analysis of several Ecotypes of *Capsicum annuum* L. in Iran. Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj. 38(3):177-180.
37. Rohlf, F.J. 2004. NTSYS-pc numerical taxonomy and multivariate analysis system Version 2.11V Exeter software. Setauket, New York.
38. Singh, A., Singh, M., Singh, R., Kumar, S., Kaloo, G. 2006. Genetic diversity within the genus (*Solanecea*) as revealed by RAPD markers. Current Science, 90:711-716.
39. Stagel, A., Portis, E., Toppino, L., Rotino, G.L., Lanteri, S. 2008. Gene-based microsatellite development for mapping and phylogeny studies in eggplant. BMC genomics, 357-370.
40. Thomas, W.T.B., Forster, B., Gertsson, B. 2003. Doubled haploids in breeding. In: Maluszynski M., Kasha K.J., Forster B.P., Szarejko I (eds) Doubled Haploid Production in Crop Plants. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp:337-349.
41. Tiwari, S.K., Karihaloo, J.L., Nowsheen, H., Gaikwad, A.B. 2009. Molecular Characterization of Brinjal (*Solanum melongena* L.) Cultivars Using RAPD and ISSR Markers, Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology, 18(2):189-195.
42. Toquica, S.P., Rodriguez, F., Martinez, E., Duque, M.C., Tohme, J. 2003. Molecular characterization by AFLPs of Capsicum germplasm from the amazon department in Colombia, characterization by AFLPs of Capsicum. Genetic Resources and Crop Evolution, 50:639-647.
43. Ulutürk, Z.I. 2009. Determination of Genetic Diversity in Watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum & Nakai) Germplasms. İzmir Institute of Technology, Graduate School of Engineering and Sciences, Master of Science, İzmir, 51p.
44. Uysal, E., Pinar, H., Uzun, A. 2019. SRAP Marker based compariation -with Yamula eggplant genotypes and some other eggplant varieties. Current Trends in Natural Sciences 8(15):95-100.
45. Uzun, A., Coskun, O.F., Yaman, M., Pinar, H., Paris, K., 2017. Identification of genetic similarities among walnut (*Juglans regia* L) genotypes selected from central Anatolia region of Turkey with SRAP markers. Alatarım 16(1):26-34.
46. Yu, S., Deng, Y., Yao, J., Li, S., Xin, X., Duan, D. 2012. Population genetics of wild Hizikia fusiformis (Sargassaceae, Phaeophyta) along China's coast. Journal of Applied Phycology, 24:1287-1294.
47. Zhang, X.M., Zhang, Z.H., Gu, X.Z., Mao, S.L., Li, X.X., Chadœuf, J., Palloix, A., Wang, L.H., Zhang, B.X. 2016. Genetic diversity of pepper (*Capsicum* spp.) germplasm resources in China reflects selection for cultivar types and spatial distribution. Journal of Integrative Agriculture, 15(9):1991-2001.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 146–149 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

BİBER ÇEŞİTLERİNDE DOMATES LEKELİ SOLGUNLUK VİRÜSÜ'NE KARŞI DAYANIKLILIK GENİNİN MOLEKÜLER OLARAK BELİRLENMESİ VE KLASİK TESTLEMELER İLE KARŞILAŞTIRILMASI

Hande Nur ALBEZİRGAN[1]*, Mesut NAR[2], Hakan FİDAN[3]

[1]Ziraat Yük. Müh., AG Tohum Sanayi Ticaret A.Ş., Antalya; ORCID: 0000-0002-1089-9529
[2]Ziraat Mühendisi, AG Tohum Sanayi Ticaret A.Ş., Antalya; ORCID: 0000-0001-8356-9478
[3]Doç. Dr., Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Antalya; ORCID: 0000-0002-0384-9486

ÖZ

Biber (*Capsicum annuum* L.) sofralarımızda günlük taze tüketimden gıda endüstrisine kadar geniş bir tüketime sahipken ayrıca kapsaisinoid içeriğinden dolayı alternatif tedavi yöntemleri, tropikal kremler, aerosol spreyler ve savunma silahları gibi çok farklı alanlarda kullanılabilmektedir. Önemli ihracat kalemlerimizden biri olan biberin yetiştiricilik alanlarında yaygın olarak Domates lekeli solgunluk virüsü (TSWV)'ne rastlanmaktadır. *C.chinense* türüne ait Tsw geni, biberlerde TSWV'ye karşı dayanıklılığı kontrol etmektedir ve bu gen günümüzde ıslah metotları ile kültür çeşitlerine aktarılmaktadır. Tsw geni içeren biberler TSWV simptomu göstermezken İspanya'da 2004, Türkiye'de ise Samsun'da 2014, Antalya'da 2016 yıllarında dayanıklı biber çeşitlerinde simptomların geliştiği gözlemlenmiş ve rapor edilmiştir. Bu çalışmada, firmamızın gen kaynaklarında bulunan yerel çeşitler; Hatay, Urfa, Antep, Elazığ ve Maraş biber hatları kullanılmıştır. Bu biber hatları Tsw geninin varlığı belirlenmek üzere moleküler olarak testlenmiştir. Gen taraması yapılan biberlere, Antalya ilçelerinden Kaş, Demre, Kumluca, Aksu, Serik ve Gazipaşa'da toplanan TSWV izolatları bulaştırılarak moleküler ve klasik testleme arasındaki doğruluk karşılaştırılacaktır. Moleküler olarak Tsw genine spesifik SCAC568 primeri kullanılarak PCR'da çoğaltılmış, ardından XBAI ve TaqI enzimleri ile kesilmiştir. Sonuçlar 70 adet bitkiden 2 tanesi homozigot ve 43 tanesi heterozigot dayanıklı bulunurken 25 tanesi ise hassas bulunmuştur. Farklı 6 bölgeden toplanan izolatların bulaştırılmasından 8 gün sonra, moleküler olarak dayanıklı tespit edilen biberlerde simptom oluşmaya başladığı gözlemlenmiştir. Bu biberler TSWV hastalık primerleri ile testlendiğinde sonuç pozitif çıkmıştır. Antalya'da yetiştiricilik yapılan bölgelerde yaygın olarak dayanıklılığın üstesinden gelen TSWV 1 izolatı olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: MAS, PCR, tespit, virüs

MOLECULAR DETERMINATION OF THE TOMATO SPOT WILD VIRUS RESISTANCE GENE IN PEPPER VARIETIES AND COMPARISON WITH CLASSIC TESTS

ABSTRACT

Pepper (*Capsicum annuum* L.) has a wide consumption on our tables, from daily fresh consumption to the food industry, it can also be used in many different areas such as alternative treatment methods, tropical creams, aerosol sprays and defense weapons due to its capsaicinoid content. Tomato spotted wilt virus (TSWV) is commonly encountered in the cultivation areas of pepper, which is one of our important export items. The Tsw gene of the *C.chinense* species controls resistance to TSWV in peppers and this gene is now transferred to cultivars by breeding methods. While peppers containing the Tsw gene did not show TSWV symptoms, symptoms were observed and reported in resistant pepper varieties in Spain in 2004, in 2014 in Samsun, and in 2016 in Antalya. In this study, local varieties found in the gene resources of our company; Hatay, Urfa, Antep, Elazig and Maraş pepper lines were used. These pepper lines were molecularly tested for the presence of the Tsw gene. The accuracy between molecular and classical testing will be compared by infecting the peppers with gene screening with TSWV isolates collected in Kaş, Demre, Kumluca, Aksu, Serik and Gazipaşa, districts of Antalya. It was amplified by PCR using molecularly Tsw gene-specific primer SCAC568, then digested with XBAI and TaqI enzymes. Results while 2 of 70 plants were found to be homozygous and 43 of them heterozygous resistant, 25 of them were found susceptible. It was observed that 8 days after the contamination of the isolates collected from 6 different regions, symptoms began to occur in peppers that were found to be molecularly resistant. The result was positive when these peppers were tested with the TSWV disease primers. It was determined that there is TSWV 1 isolate that overcomes the resistance commonly in the regions where agriculture is made in Antalya.

Keywords: MAS, PCR, identification, virus

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*:

GİRİŞ

Biber (*Capsicum annuum* L.) üretimi ve tüketimi bakımından ülkemizde ve dünyada önemli ekonomik öneme sahiptir. Üretim miktarına göre FAO verileri sırasıyla Çin, Meksika ve Türkiye'dir [5]. TÜİK bitkisel üretim istatistiklerine göre ülkemizde 2020 yılı içerisinde biber üretimi 2.636.905 milyon tondur [11]. Ülkemizde iller arasında Antalya'nın bitkisel üretim değeri 16 milyon TL olup ilk sırada yer almaktadır. Türkiye genelinde örtü altı üretimin %39'u Antalya'da gerçekleşmektedir. Toplamda 312.226 dekar örtü altı alanda üretim yapılmaktadır. Örtü altı biber üretimi ise ülkemiz genelinde 2.636.905 ton olup 533.435 tonu Antalya'da üretilmektedir. Bu rakamlara göre Antalya biber üretiminin %68'ini oluşturmaktadır.

Fakat biber yetiştiriciliği yapılan alanlarda hem kaliteyi hem de üretim miktarını etkileyen en önemli faktörlerin başında virüs hastalıkları gelmekte olduğunu belirtmiştir [1]. Virüs hastalıklarına karşı başarılı kimyasal bir mücadele yöntemi bulunmaz. Bu sebeple üretimde dayanıklı bitki tercih edilmeli ve bu virüsleri taşıyan vektörlere karşı önlemler alınmalıdır. Domates Lekeli Solgunluk Virüsü (TSWV), *Frankliniella occidentalis* vektörü ile üretim alanında hızla yayılabilen bir Tospovirus olduğunu bildirilmiştir [2]. Domates, biber, marul, tütün gibi 900'den fazla bitki türünde hastalık oluştururken, yabancı otlar ve süs bitkileri virüs kaynağı olduğunu bildirilmiştir [7].

Gelişmekte olan biyolojik ve biyoteknolojik çalışmalar tarım alanında da aktif olarak kullanılmaktadır. Bitki DNA'ları moleküler genetik analizler sonucu elde edilebilir ve tıpkı insanlarda olduğu gibi kimlikleri belirlenebilir, genetik haritaları çıkarılabilir. Özellikle bitki ıslah çalışmalarında markır destekli seleksiyon (MAS) ile hastalıklara karşı dayanıklı genlerin bitkide var olup olmadığı tespit edilebilir. Biberde TSWV'ye karşı geliştirilmiş Tsw alleleri ile ilişkili moleküler markırlar kullanılmaktadır. TSWV'ye dayanıklılık geni ile ilişkili olan SCAC568 CAPS markırı ıslah programlarında dayanıklı ve hassas biber genotiplerini ko-dominant seviyede (RR, Rr, rr) ayırt etmek için İkten [8] çalışmalarında kullanılmıştır [2].

Günümüzde dayanıklılığı sağlamaya devam eden (RI) izolatının zaman içinde mutasyonlara uğraması ile zamanla dayanıklılığı kıran (RB) izolatı meydana geldiğini belirtmiştir [3]. İspanya'da biber üretimi yapılan alanlarda Tsw geni içeren biberlerde dayanıklılığı kıran TSWV izolatının ilk raporu Margaria ve ark. [10] tarafından yayınlanmıştır [8]. Ülkemizde ilk kez Samsun'da Deligöz [4] biber yetiştirilen alanlarda rapor edilirken Antalya'da Fidan [6] dayanıklılığı kıran izolat rapor edilmiştir [4, 6].

MATERYAL VE METOT

Antalya Biber Üretimi Yapılan Alanlardan TSWV'li Örneklerin Toplanması

Kaş, Demre, Kumluca, Aksu, Serik ve Gazipaşa'da biber yetiştiriciliği yapılan alanlarda TSWV simptomlu yaprak ve meyve örnekleri toplanarak AG Tohum laboratuvarlarına getirilmiştir. Her ilçenin 4 farklı biber serasından alınan toplam 24 adet örnek laboratuvara getirilmiştir. TSWV'nin eski ve yeni ırklarına ve önemli biber virüs hastalıklarına karşı moleküler markırlar ile testlenmiştir.



Şekil 1. TSWV simptomlu örneklerin toplanması

Biber Hatlarında Tsw Geninin Moleküler Olarak Belirlenmesi

Firmamızın gen kaynaklarında bulunan yerel çeşitler; Hatay, Urfa, Antep, Elazığ ve Maraş biber hatları kullanılmıştır. Bu biber hatları Tsw geninin varlığı belirlenmek üzere moleküler olarak testlenmiştir.

5 farklı biber hattından henüz fide döneminde kotiledon yapraktan sonra çıkan ilk gerçek yapraklardan örnekler alınmıştır. Total nükleik asit izolasyonu CTAB protokolüne göre yapılmıştır. TSWV'ye dayanıklılığı kontrol eden TSW genine özgü SCAC568 primeri (Forward 1 ul ve Reverse 1 ul) ve 8 ul EcoTaq 2X PCR Master mix ve 8 ul ddH_2O şeklinde hazırlanmıştır. PCR protokolü; ön denatürasyon 98°C'de 1 dakika olarak başlatılmış 94°C'de 30 saniye, 57°C'de 30 saniye, 72°C'de 30 saniye ve 36 döngü, son uzama 72°C'de 3 dakika olarak ayarlanmıştır. Çizelge 1'de primer dizilimi detaylı olarak verilmiştir.

PCR ürünleri elektroforez jel'de yürütülerek UV ışık altında görüntülenmiştir. 568 bp'da bant veren PCR ürünlerinden 10 ul yeni tüplere aktarılmıştır. Örnek başına ddH_2O 17 ul, buffer 2 ul, FastDigest XBAI enzimi 1 ul mix hazırlanarak 37°C'de 5 dakika, 65°C'de 3 dakika protokolünde kesime bırakılmıştır. Kesim ürünleri tekrar elektroforez jel'de yürütülerek UV görüntülenerek bitkilerin dayanıklılık durumları belirlenmiştir.

Çizelge 1. Primer dizilimi, boyut ve bağlanma sıcaklığı

Markır		Dizilim	Boyut (bp)	Bağlanma Sıcaklığı
SCAC 568	Forward	5'GTGCCAGAGGAG GATTTAT3'	568	57
	Reverse	5'GCGAGGTGGACA CTGATACT3'		

Klasik Testlemeler

Moleküler olarak dayanıklılık durumları belirlenen Hatay, Urfa, Antep, Elazığ ve Maraş biberleri klasik testleme için Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Viroloji Deneme Seralarına götürülmüştür.

Antalya ilçelerinden toplanan ve testleme sonucu TSWV pozitif çıkan biber örnekleri paçal yapılarak 0.02 M Fosfat tampon (pH:7) çözeltisi + %0.1'lik 2-mercaptoethenol ile ezilmiştir. Dayanıklılık durumları moleküler olarak belirlenmiş biber bitkilerine soft-sponge pad yöntemi ile bulaştırılmış, ardından simptomatolojik olarak gözlemler yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Antalya Biber Üretimi Yapılan Alanlardan TSWV'li Örneklerin Testlenmesi

Antalya ilçelerinden toplanan 24 adet örnek TSWV'ye karşı testlenmiştir. Toplanan örneklerin tamamı TSWV açısından pozitif bulunurken, biberdeki diğer önemli virüs hastalıkları açısından temiz bulunmuştur.

Biber Hatlarında Tsw Geninin Moleküler Olarak Belirlenmesi

Fide döneminden örnek alınarak TSWV'ye dayanıklılık bakımından moleküler olarak testlenen 70 adet bitkiden 2 tanesi homozigot ve 43 tanesi heterozigot dayanıklı bulunurken 25 tanesi ise hassas bulunmuştur.

Klasik Testlemeler

Farklı 6 bölgeden alınan izolatlar dayanıklı bulunan biber hatlarına ayrı ayrı bulaştırılarak bir kombinasyon oluşturulmuştur. Ayrıca farklı izolatlar hassas bitkilere de mekanik olarak bulaştırılarak kontrol olarak kullanılmıştır. Bulaştırmadan 15 gün sonra moleküler olarak homozigot ve heterozigot belirlenen dayanıklı bitkilerde TSWV simptomları gözlemlenmiştir. TSWV'ye spesifik primerle ile testlendiğinde sonuçlar pozitif bulunmuştur.



Şekil 2. SCAC568 primeri ve XBAI kesim enzimi ile Tsw geninin moleküler olarak belirlenmesi S; Hassas, H; Homozigot dayanıklı, Ht; Heterozigot dayanıklı

SONUÇ

Dayanıklı olarak belirlenen biber bitkilerinde simptom görülmesi beklenmezken, hassas bitkilerde simptom görülmesi beklenen bir durumdur. Fakat yapılan çalışmada moleküler olarak dayanıklı belirlenen biber hatlarında simptomlar oluştuğu gözlemlenmiştir. Dayanıklılığın kırıldığı daha önceki yapılan çalışmalarda belirlenmiş olup dayanıklılığı kıran izolatın Antalya bölgesinde biber üretimi yapılan alanlarda yaygın olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Domates üretimi yapılan alanlarda da problem olan TSWV, İspanya'da üretim alanlarında dayanıklılık kıran izolatın düşük oranda gözlemlendiği bildirilmiştir [9]. Antalya ilinde 2016'da tespit edilen dayanıklılığı kıran izolatın ise şu anda biber üretiminin yoğun olarak yapıldığı Kaş, Demre, Kumluca, Aksu, Serik ve Gazipaşa ilçelerinde hakim izolat olduğu belirlenmiştir.

TSWV'ye karşı dayanıklılığın kırılması ile birlikte doğal dayanıklılık kaynaklarının araştırılması ve dayanıklılık gen/genlerinin belirlenmesi ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır. Fakat dünyada ve ülkemizde ticari olarak bulunan çeşitlerde dayanıklılığı kıran izolata karşı dayanıklılık sağlayan bir çeşit bulunmamaktadır.

Virüs hastalıkları ile mücadelede etkili bir kimyasalın bulunmayışı ve TSWV'ye karşı dayanıklı bir çeşidin henüz olmayışı kültürel önlemleri ön plana çıkarmaktadır. TSWV'nin aktif ve hızlı yayılmasını sağlayan *Frankliniella occidentalis* vektörü kontrol altında tutmak alınabilecek en önemli tedbirlerden biridir.

Moleküler olarak homozigot ve heterezigot dayanıklı belirlenen çeşitlere TSWV mekanik olarak

bulaştırıldığında dayanıklılık durumu fark etmeksizin bitkilerin tümünde hastalık oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu durum yeni dayanıklılık kaynaklarının araştırılmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Dayanıklılığı kıran izolatların Ekim-Şubat ayları arasında bilinen TSWV'ye özgü simptom göstermekte olup sıcaklığın yüksek olduğu Nisan-Mayıs aylarında dayanıklılığı kıran izolatın arazide karşılaşıldığı agresif simptomlar gözlenirken ayrıca simptomların gözlemlendiği en yoğun dönem olduğu belirlenmiştir. Erken güz sezonunda Ağustos ayında dikilen biberlerde yine benzer agresif simptomlar gözlemlenmiştir.

Arazide farklı bölgelerden alınan örnekler incelendiğinde sıcaklıkların artması ile birlikte simptomların şiddetlendiği spesifik simptomlarından uzaklaşarak mozaik simptomlara döndüğü, Hıyar Mozaik Virüsü (CMV) ve Patates Y Virüsü (PVY) gibi virüslerin simptomlarına benzediği gözlemlenmiştir. Simptomlar Tsw geni içeren ve içermeyen çeşitlerde farklılık göstermemektedir. Bu da daha önce dayanıklılığın kırılması ile ilgili yapılan vaka bildirimleri ile örtüşmektedir. Elimizde yerel farklı genotiplerde Tsw geni içeren hatlar kullanılmış olup farklı genetik kökene sahip bireylerin dayanıklılık kıran izolatlara karşı TSWV reaksiyonunun aynı olduğu gözlemlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma AG Tohum Sanayi Ticaret A.Ş. imkânlarıyla yapılmıştır. Desteklerinden dolayı Prof. Dr. Şebnem Ellialtıoğlu, Prof. Dr. Hakan Aktaş, Doç. Dr. Hakan Fidan'a ve Sn. Burak Gönen'e teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

1. Anandakumar, L., Bagyalakshmi, K., Nithya, K., Parameswari, B., Viswanathan, R. 2018. Reverse transcription loop-mediated isothermal amplification (RT-LAMP) assay for rapid diagnosis of Sugarcane yellow leaf virus in sugarcane. Sugar Tech, 20(6):708-716.
2. Dal Bo, E., Chiarrone, G., Rolleri, J., Ronco, L. 1999. Tospovirus en los cultivos ornamentales de La Plata. Revista de la Facultad de Agronomía, 104(1):35-40.
3. De Ronde, D., Butterbach, P., Lohuis, D., Hedil, M., Van Lent, J.W., Kormelink, R. 2013. Tsw genine dayalı direnç, domates lekeli solgunluk virüsünün fonksiyonel bir RNA susturucu baskılayıcı proteini tarafından tetiklenir. Moleküler Bitki Patolojisi, 14(4):405-415.
4. Deligöz, I., Sökmen, M.A., Sarı, S. 2014. Domates lekeli solgunluk virüsünün (Tospovirus; Bunyaviridae) Türkiye'deki dayanıklı tatlı biber çeşitlerinde direnç kıran suşuna ilişkin ilk rapor. Yeni Hastalık Raporları 30:26.
5. FAO, 2018. Food and Agriculture Organization of the United Nations (http://www.fao.org; Erişim: 30.09.2022)
6. Fidan, H. 2016. Antalya'da örtü altı domates ve biber alanlarında dayanıklılık kıran Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV) izolatların genetik kıyaslanması. 6. Türkiye Bitki Koruma Kongresi, s:560-560.
7. Gordillo, L.F., Stevens, M.R., Millard, M.A., Geary, B. 2008. Screening two *Lycopersicon peruvianum* collections for resistance to Tomato spotted wilt virus. Plant Disease, 92(5):694-704.
8. İkten, H. 2019. Farklı genetik kaynaklardan elde edilen F_2 biber genotiplerinde (*Capsicum annuum* L.) TSWV'ye dayanıklılığın moleküler analizi. Mediterranean Agricultural Sciences 32(1):43-48.
9. Lopez, C., Aramburu, J., Galipienso, L., Soler, S., Nuez, F., Rubio, L. 2011. Domates benekli solgunluk virüsünün domates Sw-5 direncini kıran izolatlarının evrimsel analizi. Genel Viroloji Dergisi 92:210-215.
10. Margaria, P., Ciuffo, M., Turina, M. 2004. Almeria, İspanya'daki dirençli biber çeşitlerinde Domates lekeli solgunluk virüsünün (Tospovirus; Bunyaviridae) direnç kırma suşu. Bitki Patolojisi 53(6):795.
11. TÜİK, 2021. Türkiye İstatistik Kurumu (http:// www.tuik.gov.tr; Erişim:30.09.2022)

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 150–153 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

TOMATO BROWN RUGOSE FRUIT VIRUS (ToBRFV) HASTALIĞINA TOLERANTLI DOMATES HATLARININ BELİRLENMESİ

Damla ULUSOY[1]*, Serkan KASAPOĞLU[2], Hakan FİDAN[2]

[1]Anamas Tarım Ltd. Şti. Antalya; ORCID:
[2]Anamas Tarım Ltd. Şti. Antalya; ORCID:
[3]Doç. Dr., Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Antalya; ORCID:

ÖZ

Bu çalışmada Anamas Tohum firması gen havuzunda bulunan F6 kademesindeki 416 tekli, 80 kokteyl, 97 pembe domates hattı ToBRFV etmeni ile klasik testlemeye tabi tutulmuştur. Domatesler gerçek iki yapraklı döneme geldiğinde elimizde bulunan "ToBRFV-Ant-Tom: MT107885" izolatlarıyla belli aralıklarla bu bitkilere "soft sponge pad" yöntemi ile mekanik inokulasyon yapılmıştır. Hastalık etmeninin belirtilerinin gözlemlenmesine domates bitkilerinin 6. salkım meyveleri kızarıncaya kadar devam edilmiştir. Bitkilerin gelişim dönemlerinin sona ermesi ve gözlemlerin tamamlanması ile birlikte yaprak ve meyvede hastalık simptomu göstermeyen 51 adet domates hattı ToBRFV etmenine karşı tolerant olarak belirlenmiştir. Belirlenen bu hatlardan 30 hat tekli domates, 13 hat kokteyl domates, 8 hat pembe domates grubundadır. Dikimi yapılan genotiplerin yetiştirilme dönemleri boyunca ToBRFV simptomlarına rastlanmamıştır. Genotipleri temsil eden hatların melezlenerek hibrit çeşit elde etmek amacıyla emesküle işlemleri yapılmıştır. Tüm hatların kendi grupları içerisinde birbirleri ile melezlemesi sonucunda tekli domates grubunda 870 hibrit, kokteyl grubunda 156 hibrit, pembe grupta ise 56 hibrit çeşit elde edilmiştir. Elde edilen 1082 hibrit çeşidin 2020 Güz sezonunda ve 2021 Bahar sezonunda seralara dikimleri gerçekleştirilmiştir. Hibrit performansı ile şahitler karşısında öne çıkan ve ToBRFV etmeni belirtilerine rastlanmayan 28 tekli, 15 kokteyl ve 3 pembe domates çeşidi belirlenmiştir. Çeşitlerin geniş çaplı denemelerinin sonunda tescil ve üretim izin başvuruları yapılarak ticarileştirilecektir.

Anahtar Kelimeler: Dayanıklılık, genotip, klasik testleme, ToBRFV

DEVELOPMENT PROJECT OF TOLERANT TOMATO LINES AGAINST TO TOMATO BROWN RUGOSE FRUIT VIRUS (TOBRFV) DISEASE

ABSTRACT

In this study, 416 single, 80 cocktail and 97 pink tomato lines in the F6 level in the gene pool of Anamas Tohum company were subjected to the classical test with the ToBRFV factor. When the tomatoes reached the true two-leaf stage, mechanical inoculation was made with the "ToBRFV-Ant-Tom: MT107885" isolates, which we had, at regular intervals, with the "soft sponge pad" method. Observation of the symptoms of the disease factor continued until the 6th cluster fruits of tomato plants were reddened. With the end of the developmental period of the plants and the completion of the observations, 51 tomato lines that did not show any disease symptoms on leaves and fruits were determined to be tolerant against ToBRFV. Among these lines, 30 lines of single tomatoes, 13 lines of cocktail tomatoes and 8 lines of pink tomatoes are in the group. ToBRFV symptoms were not observed during the growing period of the planted genotypes. In order to obtain hybrid varieties by crossing the lines representing the genotypes, emasculation processes were carried out. As a result of hybridization of all lines within their own groups, 870 hybrid varieties were obtained in the single tomato group, 156 hybrid varieties in the cocktail group, and 56 hybrid varieties in the pink group. The 1082 hybrid varieties obtained were planted in greenhouses in 2020 Fall season and 2021 Spring season. 28 single, 15 cocktail and 3 pink tomato cultivars were determined, which stood out against the witnesses with their hybrid performance and did not show signs of ToBRFV. At the end of the large-scale trials of the cultivars, registration and production permit applications will be made and commercialized.

Keywords: Resistance, classic testing, genotype, ToBRFV

GİRİŞ

Domates (*Solanum lycopersicum* L.), dünyada ekonomik açıdan en gerekli sebzelerdendir. Dünya domates üretimi 5.03 milyon hektarlık bir alanda 180 milyon tonun üzerindedir [1].

Tomato Brown Rugose Fruit Virus (ToBRFV) ilk olarak 2014 yılında İsrail'de görülmeye başlanmıştır. 2016 yılında Ürdün'den ilk raporu bildirilmiştir. Hastalık etmeni bu bildirimden 7 ay sonra İsrail'in Ramat Negev Bölgesinde tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalar, hastalığın bir yıl içinde ülkenin domates

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*: damla.ulusoy@anamastohum.com

yetiştiriciliği yapılan çeşitli alanlarda yayıldığını ortaya koymaktadır. (Salem vd. 2016; Luria vd. 2017). Dünyanın yaşadığı iklim değişiklikleri, ortaya yeni çıkan virüslerin hızlı bir şekilde yayılmasına neden olmuştur bu virüslerden biri de ToBRFV'dir. 2019 yılında ülkemizde domates yaprak ve meyve örneklerinde ilk raporu yayınlanmıştır [2]. Tobamovirus cinsi içinde yer alan ToBRFV, seralar ve üretim alanlarında yeni ortaya çıkmış ve oldukça geniş yayılım göstermiş bir virüs hastalığıdır, kısa zamanda dünya çapında büyük önem kazanmıştır. 1 yılda 20 den fazla ülkede rapor edilen bulaş yüzdesi çok yüksek olan ToBRFV yaş sebze meyve ihracatında da testi istenen tehlikeli virüsler arasında ilk sıralarda yer almaktadır. ToBRFV'nin ana konukçuları domates ve biberdir. ToBRFV, mekanik yollar ile konukçu bitkilere, enfekteli tohumlar ve meyveler ile uzak mesafelere taşınarak yayılmaktadır.

Bu çalışmada Anamas Tohum bünyesinde bulunan, morfolojik özellikleri, kalite ve verim kriterleri bakımından ön plana çıkmış hatların ToBRFV'ye tolerantlarının klasik testleme yöntemi ile belirlenmesi amaçlanmıştır. ToBRFV hastalığına tolerant hatların melezlenmesi ile elde edilen hastalık etmenine tolerantlı F_1 çeşitlerin domates yetiştiriciliğinde kullanılması ile hastalığın yayılımının azaltılması, tohum ve meyve ticaretinin devam etmesi amaçlanmaktadır.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışma 2021 Bahar sezonunda Anamas Tohum firmasına ait Ar-Ge seralarında gerçekleştirilmiştir.

Materyal

Çalışmanın ana materyalini, Anamas Tohum firmasına ait domates bitkileri oluşturmaktadır.

Domates Kahverengi Meyve Buruşukluk Virüsünün (ToBRFV) mekanik inokulasyon aşamasında kullanılacak olan 'ToBRFV-Ant-Tom: MT107885' izolatı Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Laboratuvarından temin edilmiştir.

Metot

Dayanıklılık markeri geliştirilmemiş virüsler için klasik dayanıklılık çalışmaları yapmak en güvenli, hızlı ve çevreci bir yöntemdir. Moleküler marker geliştirmenin ilk aşaması olan bu klasik testlemeler virüsler ile mücadelenin en önemli yoludur. Bu çalışmada hastalığın ülkemizde tespit edilmesinin akabinde, zaman kaybetmemek ve ıslah çalışmalarına yön vermesi amacıyla, klasik testleme yöntemi ile mevcut gen havuzu taranarak ToBRFV etmenine karşı tolerantlı genotipler tespit edilmiştir.

Bitkilerin yetiştirilmesi

Bu çalışmada Anamas Tohum firması gen havuzunda bulunan F6 kademesindeki 416 tekli, 80 kokteyl, 97 pembe domates hattı ToBRFV etmeni ile klasik testlemeye tabi tutulmuştur. Genotiplerin tohum ekimleri Haziran 2019 tarihinde yapılmış, yetiştirilen fidelerin ilk gerçek yaprakları çıktıktan sonra hastalık testlemelerinin yapılacağı yetiştirme ortamına alınmıştır.



Şekil 1. Bitkilerin araziye dikimi
Figure 1. Planting of plants on the soil

Mekanik inokulasyon çalışmaları

ToBRFV enfekteli yapraklar 1/10 (g/v) oranında alınarak, 0.02 M Fosfat tampon (pH:7) çözeltisi + %0.1'lik 2-mercaptoethenol eklenerek ezilmiştir Domatesler gerçek iki yapraklı döneme geldiğinde elimizde bulunan "ToBRFV-Ant-Tom: MT107885" izolatlarıyla belli aralıklarla bu bitkilere "soft sponge pad" yöntemi ile mekanik inokulasyon yapılmıştır. Bu noktada süngerin pürüzlü tarafı ile bitkinin yapraklarında açılan mikro düzeydeki yaraların derin olmamasına ve doku ölümü gerçekleşmemesine dikkat edilmiştir.

İlk bulaştırma işleminden 3 gün sonra ikinci bulaştırma yapılmış, bu işlem ardından 7 gün aralıklara 3 kez daha inokulasyon işlemi tekrar edilmiştir. Domates fidelerine toplamda 5 kez mekanik inokulasyon işlemi yapılmıştır. Tekrarlanan bulaştırmaların amacı hastalık etmeninin bitki bünyesine alınmama ihtimalini ya da uygulama hatalarını ortadan kaldırmaktır. Bulaştırmayı takip eden 21. günden itibaren kontrolleri yapılan fidelerde genotiplere göre farklılık göstermekle beraber, mozaik desenler, yaprak ayalarında daralmalar, yaprak yüzeyinde yumrular ve yaprak damarlarında sarılaşma tespit edilmiştir.



Şekil 2. Mekanik inokulasyon
Figure 2. Mechanical inoculation

BULGULAR VE TARTIŞMA

ToBRFV etmeni domates bitkisinde yaprakta ve meyvede aynı anda simptom göstermesinin yanında, bazı durumlarda yaprakta gösterirken meyve göstermemekte, bazı durumlarda ise yaprakta simptom göstermiyorken sadece meyvede göstermektedir. Fidelerin sağlıklı bir şekilde büyümelerine devam edebilmeleri adına ToBRFV etmeni görülmeyen genotiplerin Ağustos 2019 tarihinde sera ortamına dikimleri gerçekleştirilmiştir. Gözlemlerin devam ettiği erken dönemde, ToBRFV etmeni belirtisi olan kaliks damarlarında belirgin kahverengileşme, kaliks uçlarında kuruma bazı genotiplerde rastlanmıştır. Hastalık etmeninin belirtilerinin gözlemlenmesine domates bitkilerinin 6. salkım meyveleri kızarıncaya kadar devam edilmiştir. Meyvelerin olgunlaşma dönemi boyunca yapılan gözlemlerde ToBRFV etmeninin yol açtığı, meyvede kahverengi lezyonlara, nekroza yol açan sarı noktalara, olgunlaşmayan, deforme olmuş ve buruşuk meyvelere rastlanmıştır.

Bitkilerin gelişim dönemlerinin sona ermesi ve gözlemlerin tamamlanması ile birlikte yaprak ve meyvede hastalık simptomu göstermeyen 51 adet domates hattı ToBRFV etmenine karşı tolerant olarak belirlenmiştir. Belirlenen bu hatlardan 30 hat tekli domates, 13 hat kokteyl domates, 8 hat pembe domates grubundadır. Hatların tohum hasatları yapılmış ve tohumların ekim tarihine kadar uygun ortamda muhafazaları sağlanmıştır. Tohumların ekim ve fide dikim işlemleri Ocak-Şubat 2020 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Dikimi yapılan genotiplerin yetiştirilme dönemleri boyunca ToBRFV etmenine rastlanmamıştır. Genotipleri temsil eden hatların melezlenerek hibrit çeşit elde etmek amacıyla emesküle işlemleri Nisan 2020 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Tüm hatların kendi grupları içerisinde birbirleri ile melezlemesi sonucunda tekli domates grubunda 870 hibrit, kokteyl grubunda 156 hibrit, pembe grupta ise 56 hibrit çeşit elde edilmiştir.



Şekil 3. Çeşitler (a) Yeşim F_1; (b) 1413 F_1
Figure 3. Varieties (a) Yeşim F_1; (b) 1413 F_1

Elde edilen 1082 hibrit çeşidin 2020 Güz sezonunda ve 2021 Bahar sezonunda Anamas Tohum firmasına ait Ar-ge seralarına dikimleri gerçekleştirilmiştir. Denemelerin yetiştirilme dönemleri boyunca verim, erkencilik, meyve şekli, meyve rengi, çevre koşullarına adaptasyon yeteneği, bazı hastalık ve zararlılara dayanımları takip edilmiştir. Hibrit performansı ile şahitler karşısında öne çıkan ve ToBRFV etmeni belirtilerine rastlanmayan 28 tekli, 15 kokteyl ve 3 pembe domates çeşidi belirlenmiştir. 2021 Güz sezonunda, öne çıkan çeşitlerin ilk çiftçi denemeleri kurulmuştur. Güz sezonunda kurulan denemelerde Yeşim F_1 numaralı tekli domates, Bahar sezonu kurulan denemelerde 1413 F_1 tekli domates ve KH1035 F_1 numaralı kokteyl domates çeşitleri performansları ile öne çıkmış ve makro tohum üretimlerinin yapılmasına karar verilmiştir. Çeşitlerin geniş çaplı denemelerinin sonunda tescil ve üretim izin

başvuruları yapılarak ticarileştirilecektir. Çalışma daha kapsamlı olarak Anamas Tohum ve Akdeniz Üniversitesi işbirliği ile devam etmektedir.

Dayanıklılık geninin bulunma çalışmalarının devam ettiği bu dönemde tolerantlı çeşitlerin kullanılması ve bununla birlikte bulaş riskini ortadan kaldırmak için hijyen önlemlerinin uygulanması gerekmektedir. Yaprak veya meyve üzerinde çok az veya hiç belirti olmaması hem hastalığın yayılımının azalmasını, hem de pazarlanabilir ürün miktarının devamlılığını sağlayacaktır.

SONUÇ

Hastalık ve zararlılar ile mücadelede kimyasal kullanımının en çok tercih edilen yöntem olması insan ve çevre sağlığını olumsuz etkilemektedir. Hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılık ıslahı çalışmaları, kimyasal kullanma oranını azaltmayı, birim alandan daha fazla ürün elde etmeyi ve ürün kayıplarını en aza indirmeyi amaçlamaktadır. Virüs hastalıklarının kimyasal mücadelesinin sınırlı koşullarda olması, dayanıklılık ıslahı çalışmalarını daha da önemli hale getirmektedir.

Yapılan bu çalışma sonucunda ToBRFV etmenine tolerantlı hibrit çeşitler geliştirilmiştir. Çeşitlerin farklı dönem ve lokasyonlarda adaptasyon denemeleri yürütülmekte ve olumlu sonuçlar elde edilmektedir. Hibrit çeşitlerin tescil edilme işlemleri için çalışmalar devam etmektedir. Tescil edilecek olan çeşitlerin tohum ticareti ve meyve yetiştiriciliğinin yapılması ile domates üretiminde ürün kayıplarının yaşanmaması, tohum ve meyve ihracatının devamlılığı ile ülke ekonomisine katkı sağlanması amaçlanmaktadır. Tolerantlı çeşitlerin varlığı aynı zamanda ıslah çalışmalarına da kaynak olabilecektir.

KAYNAKLAR

1. FAO, 2021. https://www.fao.org/faostat/en/#data/qcl (Erişim: 28.07.2022).
2. Fidan, H., Sarikaya, P., Calis, O., 2019. First report of Tomato brown rugose fruit virus on tomato in Turkey. New Disease Reports 39:18.
3. Salem, N., Mansour, A., Ciuffo, M., Falk, B.W., Turina, M., 2016. A new tobamovirus infecting tomato crops in Jordan. Arch Virol 161:503-506. doi.org/10.1007/s00705-015-2677-7.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 154–161 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

FARKLI OLUM DÖNEMLERİNDE HASAT EDİLEN DOMATES MEYVELERİNDE METİL JASMONAT UYGULAMALARININ RAF ÖMRÜNE OLAN ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Adnan UĞUR[1], Andaç Kutay SAKA[2]*, Harun ÖZER[3], Burhan ÖZTÜRK[4]

[1]Doç. Dr., Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ordu; ORCID: 0000-0001-6015-3146
[2]Arş. Gör., Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ordu; ORCID: 0000-0001-5550-1978
[3]Doç. Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun; ORCID: 0000-0001-9106-383X
[4]Doç. Dr., Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ordu; ORCID: 0000-0002-0867-3942

ÖZ

Çalışmada, yeşil olum ve pembe olum olmak üzere 2 farklı olum döneminde hasat edilen domates meyvelerine farklı dozlarda metil jasmonat uygulanarak raf ömrü süresince meyve kalite özelliklerinde meydana gelen değişimin belirlenmesi amaçlanmıştır. Hasat sonrası domates meyveleri oda koşullarında üç farklı dozda (kontrol (su), 0.5 ve 1.0 mmol L^{-1}) metil jasmonat konsantrasyonu ile muamele edilmiştir. Uygulama yapılan meyvelerde 10. ve 20. günlerde meyve ağırlık kayıpları, solunum hızı, meyve kalite özellikleri, meyve sertliği, renk değerleri ile fenolik madde miktarları belirlenmiştir. 20. gün sonunda yeşil olum döneminde hasat edilen domates meyvelerinde ağırlık kayıpları %2.99-6.97 arasında değişirken bu değerler pembe olumda hasat edilen meyvelerde %2.49-6.58 arasında belirlenmiştir. Ağırlık kayıpları yeşil olum döneminde 0.5 mmol L^{-1} MeJA dozunda en fazla olurken pembe olum döneminde hasat edilen meyvelerde en yüksek kayıplar 1.0 mmol L^{-1} MeJA dozunda gözlemlenmiştir. C vitamini değerlerinde 20. gün sonunda yeşil olum döneminde hasat edilen meyvelerde 89.50-153.0 mg 100 g^{-1} arasında değişirken pembe olum döneminde bu değerler 165.50-210.00 mg 100 g^{-1} arasında değişmiştir. Çalışma sonucunda MeJA uygulamalarının oda şartlarında muhafaza edilen domates meyvelerinin bazı raf ömrü özelliklerine önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ağırlık kaybı, C vitamini, metil jasmonat, renk, solunum hızı

IMPACTS OF METHYL JASMONATE TREATMENTS ON QUALITY CHARACTERISTICS OF TOMATO FRUIT HARVESTED AT DIFFERENT MATURITY LEVEL DURING SHELF LIFE

ABSTRACT

In the study, it was aimed to determine the change in fruit quality characteristics during the shelf life by applying different doses of methyl jasmonate to tomato fruit harvested in 2 different maturity periods which green and pink maturity level. Post-harvest tomato fruit were treated with three different doses of methyl jasmonate concentration (control (water), 0.5 and 1.0 mmol L^{-1}) at room conditions. Fruit weight losses, respiration rate, fruit quality characteristics, fruit firmness, color values and phenolic substance contents were determined on the 10^{th} and 20^{th} days of the treated fruit. At the end of the 20^{th} day, while the weight loss of tomato fruit harvested in the green stage period varied between 2.99-6.97%, these values were determined between 2.49-6.58%in fruit harvested at pink maturity. While the weight losses were highest at 0.5 mmol L^{-1} MeJA dose in the green stage, the highest losses were observed at the 1.0 mmol L^{-1} MeJA dose in the fruit harvested during the pink stage. At the end of the 20^{th} day, the vitamin C values varied between 89.50-153.0 mg 100 g^{-1} in the fruit harvested at the end of the 20^{th} day, while these values changed between 165.50-210.00 mg 100 g^{-1} in the pink ripening period. As a result of the study, it was determined that MeJA treatments had significant effects on some shelf life properties of tomato fruits kept at room conditions.

Keywords: Color, methyl jasmonate, respiration rate, weight loss, vitamin C

GİRİŞ

Domates, insan beslenmesi için oldukça büyük öneme sahip karbonhidratlar, organik asitler, aminoasitler, vitaminler (A ve C vitamini), pigmentler (likopen) ve çeşitli mineral maddelerin yanı sıra zengin fenolik içeriği ve yüksek antioksidan aktivitesine sahip olması nedeni ile bağışıklık sisteminin güçlenmesine büyük katkılar sağlamaktadır [25, 12, 26, 15 14].

Sağlık açısından önemli bir yere sahip domates, dünyada toplam yaklaşık 187 milyon ton üretim miktarı ile en fazla yetiştiriciliği yapılan sebze türüdür [1].

Yılın her mevsiminde üretimi ve tüketimi yapılan domatesin üretim sonrası taşınmasında kayıpların azaltılması, optimum koşullarda muhafazası ve raf ömrünün uzatılması son yıllarda önemli bir konu haline gelmiştir. Domates sebzesinin hasat edildikten sonra uzun süre muhafaza edilmesi güç bir durumdur.

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

Üşüme zararından dolayı depolama sıcaklıkları belirli bir sıcaklık derecesinin altında tutulamamaktadır. Muhafaza, depolama ve taşınma sırasındaki meyve kayıplarını önlemek amacı ile hasat sonrasında birtakım uygulamalar yapılabilir. Domates sebzesinin hasat sonrası kayıplarının azaltılması amacıyla farklı hasat sonrası teknik ve teknolojileri tercih edilmektedir. Ürünlerin soğukta, modifiye atmosferde veya kontrollü şartlarda muhafazaları bu yöntemlerin başında gelmektedir.

Sebzelerde hasat sonrası birçok faktöre bağlı olarak kalite kayıpları meydana gelmektedir. Son yıllarda, bu kayıpları azaltmak için gerek depolama gerekse raf ömrü süresince büyüme düzenleyici maddelerin kullanımına yönelik olarak araştırmalar yürütülmekte ve bu sayede kayıpların minimuma indirilmesi amaçlanmaktadır.

Bitki büyüme düzenleyicileri, meyve verim ve kalitesini, olgunlaşma sürecini ve hasat sonrası depolama ve raf ömrü kalite kayıplarını en aza indirebilen, bitki metabolizmasındaki çoklu fizyolojik olayları kontrol edebilen doğal veya sentetik bileşiklerdir. Metil jasmonat bu bileşiklerden biridir [23].

Metil jasmonat, meyvelerde renk gelişiminin teşvik etmesi, sertlikteki kayıpları geciktirmesi [9, 13, 19, 24, 21, 30] ve meyve olgunlaşmasını teşvik etmede önemli bir rolü olan etilen biyosentezinde görev alması [17] ile ilgili araştırma bulguları mevcuttur. Bu çalışma kapsamında, yeşil olum ve pembe olum olmak üzere 2 farklı olum döneminde hasat edilen domates meyvelerine farklı dozlarda metil jasmonat uygulanarak raf ömrü performanslarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Samsun-Ondokuzmayıs ekolojik koşullarında ısıtmasız serada sonbahar döneminde yetiştiricilik yapılmış, 7 Ocak 2020 tarihinde hasat edilen domates meyveleri aynı gün içerisinde kalite analizleri yapılmak üzere Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait Hasat Sonu Fizyolojisi Laboratuvarı'na 3 saat içerisinde getirilmiştir. Çalışmada Coronato F_1 domates (*Solanum lycopersicum*) çeşidi kullanılmıştır. Denemeler tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekrarlı olarak yürütülmüştür. Hasat sonrası hasarsız domates meyvelerinden homojen irilik ve renkte olanlar seçilmiş ve kusurlu meyveler ıskartaya ayrılmıştır. Oda şartlarında domates meyveleri birinci doz olarak kontrol (0) uygulaması için 22-23°C saf suda, ikinci doz 0.5 mmol L^{-1} (MeJA 0.5) ve üçüncü doz için 1.0 mmol L^{-1} (MeJA 1.0) metil jasmonat (Sigma-Aldrich, Almanya) solüsyonunda 1 dakika bekletildikten sonra kurutma kağıtlarında laboratuvar koşullarında (24±1°C ve %80±5 RH) 1 saat süreyle kurutulmuştur.

Ortalama 17.8°C sıcaklık ve %46.4 oransal nem koşullarına sahip raf ömrü odasında bulunan kasalara konulan domates meyvelerinde 10. ve 20. günlerde meyve ağırlık kayıpları, solunum hızı, meyve kalite özellikleri, meyve sertliği, renk değerleri ile fenolik madde miktarları belirlenmiştir.

Metot

•Ağırlık Kaybı: Başlangıç meyve ağırlığı tartılarak 10. ve 20. günlerde meyvelerde meydana gelen ağırlık kayıpları ile oranlanarak, $\text{Ağırlık kaybı} = \frac{\text{İlk ağırlık-Son ağırlık}}{\text{İlk ağırlık}} \times 100$ formülü ile hesaplanmıştır.

•Solunum Hızı 3'er meyve gaz sensörüne (Vernier, Oregon, ABD) yerleştirilmiş ve 20 dakika boyunca meyvenin ağırlığı ve hacmine göre ürettiği CO_2 miktarı solunum hızı olarak kabul edilmiştir. Solunum hızı mL CO_2 kg^{-1} h^{-1} olarak ifade edilmiştir [31].

•Meyve Sertliği: Sertlik ölçümleri için her tekrardan on meyve kullanılmıştır. Ölçümler, düz silindirik delici uca (4.1 mm) sahip taşınabilir bir dijital penetrometre (Agrosta® 100 Field, Fransa) aracılığıyla 5 meyvenin ekvatoral karşılıklı iki tarafında yapılmıştır. Dijital penetrometrenin ucu dış kabuğa hafifçe bastırılarak ekranda elde edilen sertlik değeri yüzde (%) olarak kaydedilmiştir. Değerin 100'e yakın olması meyvenin çok sert, 0'a yakın olması ise meyvenin aşırı yumuşak olduğunu gösterir [21].

•Renk Özellikleri: Renk özellikleri olarak CIE sisteminde L* (parlaklık) ölçüm yapılan yüzeyin, ışığı ne kadar yansıttığını, yani siyahtan beyaza rengin açıklık ve koyuluğunu (0=Beyaz; 100=Siyah), a* değeri kırmızıdan (pozitif) yeşile (negatif); b* değeri ise sarıdan (pozitif) maviye (negatif) renk değişimlerini belirtmektedir. Renk özellikleri olarak CIE 3 boyutlu renk koordinatları olarak L*, a* ve b* değeri hesaplanmıştır [18]. Renk özellikleri dijital renk ölçer (Konica-Minolta, CR-400, Japonya) ile 10'ar meyvenin farklı bölgelerinden olacak şekilde belirlenmiştir.

•Suda Çözünebilir Kuru Madde (SÇKM) Miktarı: Meyveler homojen olarak el blenderi ile parçalandıktan sonra meyve püresinden elde edilen meyve suyunda dijital refraktometre (Atago PAL-1, ABD) ile ölçülmüş ve sonuçlar %olarak ifade edilmiştir.

•Titre Edilebilir Asitlik: Ölçümler için 10 mL meyve suyu alınarak üzerine 10 mL distile saf su eklenmiştir. Daha sonra çözelti pH'sı 8.2'ye ulaşana kadar 0.1 N NaOH ilave edilerek titrasyonda tüketilen NaOH miktarına göre titre edilebilir asitlik g sitrik asit l^{-1} olarak ifade edilmiştir [20].

•Meyve Suyu pH'sı: Her bir uygulamadan alınan taze domates meyvelerinin suyunda pH metre (WTW 3110 Set 2 pH meter, Almanya) yardımıyla pH ölçümleri yapılmıştır.

•C Vitamini: C vitamini ölçümü için öncelikle hazırlanan meyve suyu, oksalik asitle 10 kat seyreltildikten sonra (0.5 g meyve suyu örneği, 50 ml %5'lik oksalik asit) askorbik asit test şeridi (Katalog no: 116981, Merck, Almanya) kullanılarak reflektometrede (Merck RQflex plus 10, Türkiye) okuma yapılmıştır. Test şeridi, 2 saniye süreyle çözeltiye daldırılmış ve ardından çözeltiden çıkarılarak 8 saniye bekletilmiştir ve 5 saniye boyunca cihazda tutularak 15. saniyenin sonunda okuma yapılmıştır. Sonuçlar mg 100 g^{-1} olarak ifade edilmiştir [22].

•Toplam Fenolik Madde: Hasat sonrası (0. gün), 10. ve 20. günlerin sonunda her uygulamadan alınan meyve örnekleri saf su ile yıkanarak metal blenderle parçalanmış ve alınan örnekler 50 mL'lik falkon tüplerde analizlere kadar -20°C'de saklanmıştır. Analizler için dondurucudan çıkarılan örnekler oda koşullarında çözdürülerek 12.000 × g'de 4°C'de 30 dakika boyunca santrifüj işlemine tabi tutulmuştur. Biyoaktif bileşikler için spektrofotometrik ölçümler UV-Vis spektrofotometresinde (Shimadzu, Kyoto, Japonya) 760 nm dalga boyunda Öztürk ve Özer [22]'e göre belirlenerek mg gallik asit eşdeğeri (GAE) 100 g^{-1} taze ağırlık olarak ifade edilmiştir.

•Toplam Flavonoidler: Toplam flavonoid içeriği kuersetin'e eşdeğer (QE), mg kuersetin 100 g^{-1} taze ağırlık olarak, Chang ve ark. [8]'nın çalışmalarında belirledikleri yöntem Öztürk ve Özer [22] tarafından yürütülen bir çalışmada yeniden dizayn edilerek belirlenmiştir.

•Antioksidan Kapasitesi (DPPH): Domates meyvelerinde antioksidan kapasitesi Blois [7]'e göre belirlenmiş ve mmol trolox eşdeğeri (TE) 100 g^{-1} taze ağırlık olarak ifade edilmiştir.

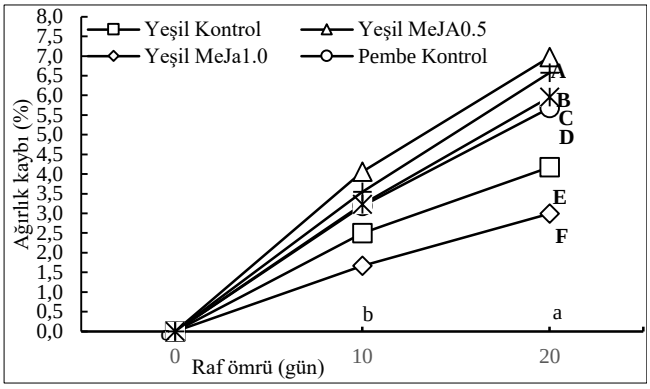
•İstatistiksel Analiz: Verilerin varyans analizi yapılmış, ortalamalar arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını ($P<0.05$) kontrol etmek amacıyla varyans analizi yapılmış ve Tukey çoklu karşılaştırma testi sonucunda elde edilen sonuçlar verilmiştir. İstatistiksel analizler JMP yazılımı (JMP 13.2, ABD) kullanılarak yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Ağırlık Kaybı ve Solunum Hızı

Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre ağırlık kayıpları %1.66-6.97 arasında değişmiştir. Raf ömrü süreleri kıyaslandığında, en yüksek ağırlık kaybı 20. günde yapılan ölçümlerde belirlenmiştir (Şekil 1). Ölçüm dönemlerinde, tüm uygulamaların ağırlık kayıplarının önemli derecede birbirinden farklı olduğu görülmüştür. Raf ömrünün hem 10. hem de 20. günlerinde en yüksek ağırlık kaybının yeşil olgunluk seviyesinde MeJA 0.5'te, en düşük ise aynı olgunluk seviyesinin MeJA 1.0 uygulamasında olduğu belirlenmiştir. 21 gün süresince soğukta muhafaza edilen domates meyvelerinde ağırlık kayıplarının %4.46 ile 7.41 arasında değiştiği bildirilmiştir [29]. Raf ömrü süresince ağırlık kayıplarının meydana gelmesi beklenen bir durumdur. Ancak olgunluk seviyelerine bağlı olarak MeJA'nın ağırlık kayıpları üzerine etkisi farklı olmuştur. Nitekim MeJA'nın hasat sonrası meyve fizyolojisi üzerine olan etkisi bir kez daha ortaya konulmuştur. Burada MeJA'nın uygulama dozuna bağlı olarak etkisi farklı olmuştur. Özellikle yüksek dozun ağırlık kaybını geciktirici etkisi saptanmıştır. Buna yüksek dozun solunum hızını baskılaması neden olarak gösterilebilir. Nitekim 10. gün raf ömrü analizlerinde yeşil MeJA 1.0 uygulamasından, MeJA 0.5'e göre daha düşük solunum hızı ölçülmüştür.

Veriler incelendiğinde, hasatta olgunluk seviyeleri arasında solunum hızı bakımından bir farklılık belirlenmemiştir. Raf ömrünün 10. gününde, uygulamaların solunum hızlarının birbirinden önemli derecede farklı olduğu belirlenmiştir. Bunla birlikte bu dönemde pembe olgunluk seviyesinde MeJA 0.5 uygulamasından en düşük, aksine MeJA 1.0 uygulamasından ise en yüksek solunum hızı ölçülmüştür. 20. gün raf ömrü ölçüm verileri karşılaştırıldığında, yeşil olum seviyesinde MeJA ile muamele olmuş domatesler ile pembe olum seviyesinde MeJA 1.0 uygulamasındaki domateslerin benzer solunum hızına sahip olduğu, fakat pembe kontrol ve pembe MeJA 0.5 uygulamalarına nazaran önemli derecede daha yüksek değerlere sahip olduğu saptanmıştır (Çizelge 1). Olgunlaşma hızına bağlı olarak solunum hızı farklılık göstermektedir. Yeşil olum dönemdeki meyvelerde solunum hızının yüksek olması, bu meyvelerdeki olgunlaşma hızının daha yüksek olması ile açıklanabilir. Çalışmamızda yüksek MeJA dozu hem yeşil hem de pembe olum düzeyindeki meyvelerin olgunlaşmasını hızlandırmış olabilir. Aksine pembe olumda, düşük doz, yüksek doz kadar olgunlaşmayı teşvik etmemiş olabilir. Düşük solunum hızı olgunlaşma seviyesine bağlı olarak raf ömrünü uzatabilmektedir [6, 5, 4].



Şekil 1. Farklı olgunluk seviyelerinde hasat edilmiş domatesin ağırlık kaybı üzerine metil jasmonat uygulamalarının etkisi

Figure 1. Effect of methyl jasmonate treatments on weight loss of tomato harvested at different maturity levels

Sertlik

Önemli bir raf ömrü performans kriteri olan sertlik değerleri raf ömrü süreleri incelendiğinde, en sert meyveler yeşil olum döneminde hasat edilen domates meyvelerinde elde edilmiştir. Hasat döneminde yapılan ölçümlerde, yeşil olgunluk seviyesindeki meyvelerin, pembe olum seviyelerindekilere kıyasla daha yüksek sertliğe sahip olduğu görülmüştür. 10. gün ölçümlerinde yeşil olum seviyesinin MeJA 1.0 uygulamasından, pembe olum seviyesindeki tüm meyveler ve yeşil olumun kontrol uygulamasına nazaran önemli derecede daha yüksek sertlik değerleri elde edilmiştir. 20. gün raf ömrü ölçümlerinde ise yeşil olumun MeJA 0.5 uygulamasından, yeşil olumun kontrol ve pembe olumun kontrol ve MeJA 0.5 uygulamasına kıyasla önemli derecede daha yüksek sertlik ölçülmüştür (Çizelge 1).

Çizelge 1. Farklı olgunluk seviyelerinde hasat edilmiş domatesin solunum hızı, sertlik ve renk özellikleri üzerine metil jasmonat uygulamalarının etkisi[z]

Table 1. Effect of methyl jasmonate treatments on respiration rate, firmness and color characteristics of tomato harvested at different maturity levels[z]

Uygulamalar / *Treatments*	Solunum hızı (mL CO_2 kg^{-1} h^{-1})	Sertlik (%)	Renk özellikleri / *Color characteristics*		
Hasat / *Harvest*	*Respiration rate*	*Fruit firmness*	L	a	b
Yeşil-Kontrol / *Green-Control*	20.52	70.67 a	51.88	-12.93	25.14
Yeşil-MeJA 0.5 / *Green-MeJA 0.5*	20.52	70.67 a	51.88	-12.93	25.14
Yeşil-MeJA 1.0 / *Green-MeJA 1.0*	20.52	70.67 a	51.88	-12.93	25.14
Pembe-Kontrol / *Pink-Control*	19.31	49.88 b	51.58	-6.24	26.53
Pembe-MeJA 0.5 / *Pink-MeJA 0.5*	19.31	49.88 b	51.58	-6.24	26.53
Pembe-MeJA 1.0 / *Pink-MeJA 1.0*	19.31	49.88 b	51.58	-6.24	26.53
10.gün / *Day 10*					
Yeşil-Kontrol / *Green-Control*	7.88 d	14.93 bc	35.36 b	-5.54	15.56
Yeşil-MeJA 0.5 / *Green-MeJA 0.5*	9.68 b	19.67 ab	47.24 a	-8.70	14.77
Yeşil-MeJA 1.0 / *Green-MeJA 1.0*	8.30 c	22.67 a	43.89 a	-3.96	15.38
Pembe-Kontrol / *Pink-Control*	4.80 e	10.07 c	36.42 b	-17.35	16.84
Pembe-MeJA 0.5 / *Pink-MeJA 0.5*	3.95 f	9.53 c	35.21 b	-20.21	19.39
Pembe-MeJA 1.0 / *Pink-MeJA 1.0*	10.05 a	10.80 c	35.39 b	-18.83	15.97
20.gün / *Day 20*					
Yeşil-Kontrol / *Green-Control*	6.34 b	15.33 b	34.29 b	-22.38	15.40
Yeşil-MeJA 0.5 / *Green-MeJA 0.5*	7.82 ab	28.20 a	45.94 a	-24.18	17.78
Yeşil-MeJA 1.0 / *Green-MeJA 1.0*	7.74 ab	17.73 ab	37.30 ab	-20.70	17.06
Pembe-Kontrol / *Pink-Control*	4.23 c	13.93 b	35.67 b	-21.38	16.50
Pembe-MeJA 0.5 / *Pink-MeJA 0.5*	3.70 c	14.00 b	35.27 b	-20.93	16.24
Pembe-MeJA 1.0 / *Pink-MeJA 1.0*	9.24 a	17.80 ab	34.06 b	-20.50	15.44
ANOVA özeti (F değeri) / *ANOVA summary (F value)*					
Kaynak / *Source*	df				
Uygulamalar (T) / *Treatments*	5	1.12 Ö.D. N.S.	0.04*	9.86***	5.43***	Ö.D. N.S.
Raf ömrü süresi (SLT) / *Shelf life time*	2	53.69***	890.08***	185.89***	Ö.D. N.S.	133.84***
Uygulama × Raf ömrü / *(T) × (SLT)*	10	0.28 Ö.D. N.S.	0.15 Ö.D. N.S.	3.29*	5.41***	Ö.D. N.S.
Hata / *Error*	12					

[z]Aynı sütunda her raf ömrü süresi kendi içinde değerlendirilmiş, ortalamalar arasındaki anlamlı farklılıklar Tukey çoklu karşılaştırma testine göre %5 düzeyinde farklı harflerle ifade edilmiştir.

[z]In the same column, each shelf life period was evaluated within itself, and the significant differences between the averages were expressed with different letters at the level of 5%according to the Tukey multiple comparison test.

***p≤ 0.001 düzeyinde önemlidir ****significant at p≤ 0.001*, Ö.D.: Önemli değil *N.S.: Nonsignificant*

Yeşil olum seviyesindeki meyvelerden daha yüksek sertlik değerlerinin ölçülmesi olgunluk seviyesinin etkisinden kaynaklanmaktadır. Olgunlaşma ilerledikçe meyve etinde yumuşama meydana gelmektedir. MeJA'nın etkisine bakıldığında yüksek MeJA dozunun etilen biyosentezini özellikle 10. güne kadar teşvik ederek meyve sertliğinin hızlı düşmesine sebep olduğu [Yu vd., 2009] daha sonraki dönemde ağırlık kaybına bağlı sertliğin bir miktar arttığı söylenebilir. Benzer sonuçları ifade eden Baltazar ve ark. [3] MeJA gibi uygulamaların, farklı sebzelerin metabolizmasını

değiştirerek; bazı durumlarda belirgin farklılıklar ortaya koyduğu bildirilmiştir. Özellikle domateslerde sıcaklığın, sertlik değerlerinin düşüşünü hızlandırdığı bildirilmiştir.

Renk Özellikleri

L* değeri bakımından uygulamalar arasında önemli farklılıklar belirlenirken, a* ve b* değeri bakımından uygulamalar arasında önemli bir farklılık saptanmamıştır. 10. ve 20. gün raf ömrü ölçümlerinde, yeşil olum seviyesinde MeJA ile muamele olmuş meyvelerin L* değerinin, yeşil kontrol ve pembe olumdaki tüm meyvelerden önemli derecede daha yüksek olduğu görülmüştür (Çizelge 1). Baltazar ve ark. [3] domateste MeJA'nın renk parametreleri üzerinde minimal bir etkisinin olduğunu ancak bu etkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını ifade etmiştir. Çalışmamızda L* değeri hariç, elde edilen bulgular araştırmacıların bulguları ile paralellik göstermektedir.

SÇKM, Titre Edilebilir Asitlik, C Vitamini ve Meyve Suyu pH'sı

Çalışmada, farklı olum seviyelerinde (yeşil ve pembe) hasat edilen domateslere uygulanan farklı doz (0.5 ve 1.0) MeJA uygulamalarının raf ömrü süresince domates meyvelerinin SÇKM, titre edilebilir asitlik ve C vitamini değerleri üzerine önemli etkileri belirlenmiştir ($p \leq 0.001$). Sonuçlar incelendiğinde 10. günde SÇKM içerikleri %5.35-5.85 arasında değişim gösterirken uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır. 20. gün raf ömrü ölçümlerinde, yeşil olum seviyesinde kontrol ve MeJA 1.0 uygulamalarında benzer seviyede, fakat diğer uygulamalara kıyasla önemli derecede daha yüksek SÇKM değeri elde edilmiştir (Çizelge 2). Domates meyvelerinde SÇKM içeriğinin MeJA uygulaması ile artığını bildiren bir çalışmada, olgun meyvelerdeki SÇKM içeriğinin olgun olmayanlara göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir [16]. Bizim çalışmamızda ise bunun aksine yeşil olum seviyesinde hasat edilen domateslerin SÇKM içeriği olgunlara nazaran daha yüksek olarak tespit edilmiştir.

Titre edilebilir asitlik değerleri incelendiğinde MeJA uygulamaları, raf ömrü süresi ve bu iki faktörün birlikte olan etkisinin titre edilebilir asitlik değerlerine istatistiksel olarak önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir ($p \leq 0.001$). 10. günde yeşil olum seviyesindeki meyvelerin asitlik içeriği, pembe olum seviyesindeki meyvelere nazaran önemli derecede daha yüksek bulunmuştur. Halbuki 20. gün raf ömrü ölçümlerinde, en yüksek asitlik yeşil MeJA 0.5 uygulamasında, en düşük ise pembe MeJA 0.5 uygulamasında ölçülmüştür (Çizelge 2). Çalışmamızda daha olgun meyvelerin daha düşük asitliğe sahip olduğu görülmüştür. Halbuki domatesler de MeJA uygulaması ile titre edilebilir asit içeriğinin arttığı, tat ve aromanın korunduğu belirlenmiştir [16]. Yine bulgularımızın aksine [2] olgunluk aşaması ilerledikçe domates meyvesinin asitliğinde artış gösteren bulgularda mevcuttur.

C vitamini değerleri incelendiğinde, hasatta olgunluk dönemleri arasında önemli bir fark saptanmamıştır. 10. gün raf ömrü ölçümleri incelendiğinde, tüm uygulamaların birbirinden önemli derecede farklı seviyede C vitamini içerdiği saptanmış olup, en yüksek C vitamini pembe MeJA 0.5, en düşük ise yeşil MeJA 0.5 uygulamasından elde edilmiştir. 20. günde ise özellikle su kaybının artmasına bağlı olarak pembe olum seviyesinde kontrol ve MeJA 0.5 uygulamalarının diğer uygulamalara kıyasla daha yüksek C vitamini içerdiği saptanmıştır (Çizelge 2). Burada hasat sonrası C vitamin değerini MeJA etilen sentezi ilişkileri ile birlikte düşünmek daha doğru olacaktır [32]. Sonuçlarımız ile benzer sonuçların elde edildiği çalışmada, MeJA'nın etkisinin askorbik asit birikimi üzerindeki etkilerinin çeri domates meyveleri için önemli ve kalıcı olduğu bildirilmiştir [16].

Toplam Fenolikler, Flavonoidler ve DPPH

Toplam fenolik bileşikler bakımından tüm ölçüm dönemlerinde uygulamalar arasında önemli bir farklılık saptanmamıştır. Benzer şekilde hasat döneminde toplam flavonoidler ve antioksidan aktivitesi bakımından uygulamaların birbirinden farklı olmadığı görülmüştür (Çizelge 3). Önemli farklılık olmasa da, hasatta genel olarak pembe olum seviyesindeki domates meyvelerinin fitokimyasal içeriklerinde rakamsal olarak yeşil oluma kıyasla daha yüksek değerler ölçülmüştür. Bulgularımızın aksine patlıcanda MeJA uygulaması ile toplam fenolik içeriğinin kontrole göre anlamlı bir şekilde arttığı belirlenmiştir. Ancak, toplam fenolik içeriğinin depolama süresince özellikle olgun patlıcanlarda azaldığı belirlenmiştir [10]. Flavonoidler, toplam fenoliklerin ana bileşenidir ve sağlık yararlarına önemli ölçüde katkıda bulunan güçlü antioksidan aktiviteye sahiptir ve insan sağlığı için çok önemlidir ve yapılan çalışmalarla meyvelerin flavonoid içeriğinin artırılması önem arz etmektedir [11]. 10. gün raf ömrü ölçümlerinde, pembe olum dönemindeki meyvelerin, yeşil olum dönemindekilere nazaran daha yüksek flavonoid içeriğine sahip olduğu görülürken, 20. gün ölçümlerinde tam tersi durum gözlemlenmiştir. 10. günde en yüksek içerik pembe kontrolde, en düşük ise yeşil MeJA 1.0 uygulamasında belirlenmiştir.

Çizelge 2. Farklı olgunluk seviyelerinde hasat edilmiş domatesin SÇKM, titre edilebilir asitlik, C vitamini ve meyve suyu pH'sı üzerine metil jasmonat uygulamalarının etkisi[z]

Table 2. Effect of methyl jasmonate treatments on soluble solid content, acidity, vitamin C and juice pH of tomato harvested at different maturity levels[z]

Uygulamalar *Treatments* / Hasat *Harvest*	SÇKM (%) *SSC*	Titre edilebilir asitlik *Acidity (g citric acid kg⁻¹)*	C vitamini (mg 100 g⁻¹) *Vitamin C*	Meyve suyu pH'sı *Juice pH*
Yeşil-Kontrol *Green-Control*	4.30	7.23	17.4	4.51
Yeşil-MeJA 0.5 *Green-MeJA 0.5*	4.30	7.23	17.4	4.51
Yeşil-MeJA 1.0 *Green-MeJA 1.0*	4.30	7.23	17.4	4.51
Pembe-Kontrol *Pink-Control*	3.97	6.71	15.1	4.47
Pembe-MeJA 0.5 *Pink-MeJA 0.5*	3.97	6.71	15.1	4.47
Pembe-MeJA 1.0 *Pink-MeJA 1.0*	3.97	6.71	15.1	4.47
10.gün / *Day 10*				
Yeşil-Kontrol *Green-Control*	5.80 a	7.45 a	14.7 c	4.46 e
Yeşil-MeJA 0.5 *Green-MeJA 0.5*	5.85 a	7.71 a	11.4 f	4.66 a
Yeşil-MeJA 1.0 *Green-MeJA 1.0*	5.60 a	7.87 a	12.3 e	4.48 d
Pembe-Kontrol *Pink-Control*	5.35 a	5.55 b	13.2 d	4.48 d
Pembe-MeJA 0.5 *Pink-MeJA 0.5*	5.45 a	4.95 b	15.7 a	4.59 b
Pembe-MeJA 1.0 *Pink-MeJA 1.0*	5.35 a	4.91 b	15.2 b	4.54 c
20.gün / *Day 20*				
Yeşil-Kontrol *Green-Control*	6.55 a	6.33 c	15.0 b	4.71
Yeşil-MeJA 0.5 *Green-MeJA 0.5*	5.70 b	8.04 a	8.9 c	4.50
Yeşil-MeJA 1.0 *Green-MeJA 1.0*	6.35 a	7.18 b	14.4 b	4.60
Pembe-Kontrol *Pink-Control*	5.70 b	4.51 de	20.0 a	4.71
Pembe-MeJA 0.5 *Pink-MeJA 0.5*	5.65 b	4.37 e	21.0 a	4.69
Pembe-MeJA 1.0 *Pink-MeJA 1.0*	5.05 c	4.94 d	16.5 b	4.70
ANOVA özeti (F değeri) / *ANOVA summary (F value)*				
Kaynak / *Source*	df			
Uygulamalar (T) *Treatments*	5	0.0023***	7.14***	11.43***	Ö.D. *N.S.*
Raf ömrü süresi (SLT) *Shelf life time*	2	732.0***	169.56***	77.60***	Ö.D. *N.S.*
Uygulama × Raf ömrü / *(T) × (SLT)*	10	6.90***	14.01***	8.01***	Ö.D. *N.S.*
Hata / *Error*	12				

[z]Aynı sütunda, her raf ömrü süresi kendi içinde değerlendirilmiş, ortalamalar arasındaki anlamlı farklılıklar Tukey çoklu karşılaştırma testine göre %5 düzeyinde farklı harflerle ifade edilmiştir.

[z]In the same column, each shelf life period was evaluated within itself, and the significant differences between the averages were expressed with different letters at the level of 5% according to the Tukey multiple comparison test.

***p≤0.001 düzeyinde önemlidir, ****Significant at p≤0.001*, Ö.D.:Önemli değil, *N.S.:Nonsignificant*

Çizelge 3. Farklı olgunluk seviyelerinde hasat edilmiş domatesin toplam fenolikler, toplam flavonoidler ve antioksidan kapasitesi (DPPH) üzerine metil jasmonat uygulamalarının etkisi[z]

Table 3. Effect of methyl jasmonate treatments on total phenolics, flavonoids and antioxidant capacity (DPPH) of tomato harvested at different maturity levels[z]

Uygulamalar *Treatments* / Hasat *Harvest*	Toplam fenolikler (mg GAE 100 g⁻¹) *Total phenolics*	Toplam flavonoidler (mg QE 100 g⁻¹) *Total flavonoids*	DPPH (mmol TE 100 g⁻¹)
Yeşil-Kontrol *Green-Control*	87.82	84.54	0.47
Yeşil-MeJA 0.5 *Green-MeJA 0.5*	87.82	84.54	0.47
Yeşil-MeJA 1.0 *Green-MeJA 1.0*	87.82	84.54	0.47
Pembe-Kontrol *Pink-Control*	213.56	138.90	1.14
Pembe-MeJA 0.5 *Pink-MeJA 0.5*	213.56	138.90	1.14
Pembe-MeJA 1.0 *Pink-MeJA 1.0*	213.56	138.90	1.14
10.gün / *Day 10*			
Yeşil-Kontrol *Green-Control*	170.33	172.30 c	1.17 a
Yeşil-MeJA 0.5 *Green-MeJA 0.5*	169.35	154.62 d	0.32 c
Yeşil-MeJA 1.0 *Green-MeJA 1.0*	156.58	102.55 e	0.54 b
Pembe-Kontrol *Pink-Control*	220.43	204.72 a	1.15 a
Pembe-MeJA 0.5 *Pink-MeJA 0.5*	215.52	193.91 b	1.19 a
Pembe-MeJA 1.0 *Pink-MeJA 1.0*	232.22	171.32 c	1.15 a
20.gün / *Day 20*			
Yeşil-Kontrol *Green-Control*	214.54	158.55 ab	1.13
Yeşil-MeJA 0.5 *Green-MeJA 0.5*	170.33	124.17 cd	0.65
Yeşil-MeJA 1.0 *Green-MeJA 1.0*	180.16	168.37 a	1.00
Pembe-Kontrol *Pink-Control*	225.34	137.92 bc	0.99
Pembe-MeJA 0.5 *Pink-MeJA 0.5*	128.88	136.94 c	0.87
Pembe-MeJA 1.0 *Pink-MeJA 1.0*	181.14	104.52 d	1.01
ANOVA özeti (F değeri) / *ANOVA summary (F value)*			
Kaynak / *Source*	df		
Uygulamalar (T) *Treatments*	5	Ö.D. N.S.	84.71***	31.87***
Raf ömrü süresi (SLT) / *Shelf life time*	2	4.34*	571.4***	11.85***
Uygulama × Raf ömrü / *(T) × (SLT)*	10	2.85*	57.71***	11.4***
Hata / *Error*	12			

[z]Aynı sütunda her raf ömrü süresi kendi içinde değerlendirilmiş. ortalamalar arasındaki anlamlı farklılıklar Tukey çoklu karşılaştırma testine göre %5 düzeyinde farklı harflerle ifade edilmiştir.

[z]In the same column, each shelf life period was evaluated within itself, and the significant differences between the averages were expressed with different letters at the level of 5% according to the Tukey multiple comparison test.

***p≤0.001 düzeyinde önemlidir, ****Significant at p≤0.001*, Ö.D.:Önemli değil, *N.S.: Nonsignificant*

Halbuki 20. günde en yüksek içerik yeşil MeJA 1.0'de, en düşük ise pembe MeJA 1.0 ve yeşil MeJA 0.5 uygulamalarından elde edilmiştir (Çizelge 3). Çalışmamıza benzer olarak Baek ve ark. [2], hasat öncesi MeJA ve SA uygulamalarının, kontrollere kıyasla toplam flavonoid içeriğini önemli ölçüde ($p<0.05$) arttırdığını rapor etmişlerdir.

Antioksidan aktivitesi bakımından yalnızca 10. gün raf ömrü ölçümlerinde, uygulamalar arasında önemli farklılık saptanmıştır. Bu dönemde, pembe olumdaki tüm uygulamalar ve yeşil olum kontrol uygulamasının benzer antioksidan aktivitesine sahip olduğu görülmüştür. Fakat ölçülen bu değerlerin hem yeşil olum MeJA 0.5 hem de yeşil MeJA 1.0 uygulamalarına kıyasla önemli derecede daha yüksek olduğu saptanmıştır. Aynı zamanda yeşil MeJA 1.0 uygulamasının antioksidan aktivitesi, yeşil MeJA 0.5'e kıyasla önemli derecede daha yüksek olduğu bulunmuştur (Çizelge 3). Yapılan çalışma [2], MeJA uygulamasının antioksidan aktivitesi üzerine etki edebileceği ortaya konmuştur. Bulgularımız araştırma bulguları ile benzerlik göstermiştir.

Çalışmada, farklı olum seviyelerinde (yeşil ve pembe) hasat edilen domateslere uygulanan farklı doz (0.5 ve 1.0) MeJA uygulamalarının raf ömrü süresince domates pH özelliğine istatistiksel olarak etkisi bulunmamıştır. Elde edilen sonuçlara göre meyve suyu pH değerleri 4.46 ile 4.71 arasında değişmiştir.

SONUÇ

Bulgularımız ışığında, olgunluk seviyesinin domateste meyve kalite özellikleri üzerine önemli etkisinin olduğu ortaya konmuştur. Benzer şekilde bu kalite özellikleri üzerine MeJA'nın belirgin bir etkisinin olduğu, fakat bu etkinin uygulama dozuna bağlı olarak farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Özellikle ekonomik kayıplara neden olan ağırlık kayıplarının geciktirilmesi üzerine yeşil olgunluk döneminde MeJA 1.0 uygulamasının; sertlik kaybının geciktirilmesi üzerine ise yine MeJA uygulamalarının daha etkin olduğu ifade edilebilir.

KAYNAKLAR

1. Anonim, 2022. FAO (https://www.fao.org/faostat/en/#data/qcl; Erişim: 25.08.2022).
2. Baek, M.W., Choi, H.R., Yun Jae, L., Kang, H.M., Lee, O.H., Jeong, C.S., Tilahun, S., 2021. Preharvest Treatment of Methyl Jasmonate and Salicylic Acid Increase the Yield, Antioxidant Activity and GABA Content of Tomato. Agronomy 11:2293 (https://doi.org/10.3390/agronomy 11112293).
3. Baltazar, A., Espina-Lucero, J., Ramos-Torres, I., Gonzalez-Aguilar, G., 2007. Effect of methyl jasmonate on properties of intact tomato fruit monitored with destructive and nondestructive tests. Journal of Food Engineering 80:1086-1095. (https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.09.001).
4. Batu, A., 1999. Domatesin solunum hızı üzerine ortam sıcaklığı ve hasat olgunluğunun etkileri. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 23:473-481.
5. Batu, A., Thompson. A.K., 1998. Effects of Modified Atmosphere Packaging on Post Harvest Qualities of Pink Tomatoes. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 22: 365-372.
6. Batu, A., Thompson. A.K., 1995. Effects of Controlled Atmosphere Storage on Extension of Postharvest Qualities and Storage Life of Pink Tomatoes. Proceedings of Control Application in Postharvest and Processing Technology, 1-2 June. Ostend, Belgium. (CAPPT 95): 263-268.
7. Blois, M.S., 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature 26:1199-1200.
8. Chang, C.C., Yang, M.H., Wen, H.M., Chern, J.C., 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colometric methods. Journal of Food and Drug Analysis 10(3): 178-182.
9. Czapski, J., Saniewski, M., 1995. The effect of methyl jasmonate vapour on some characteristics of fruit ripening, carotenoids and tomatine changes in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Acta Agrobotanica 48(2):27-35.
10. Fan, L., Shi, J., Zuo, J., Gao, L., Lv, J., & Wang, Q., 2016. Methyl jasmonate delays postharvest ripening and senescence in the non-climacteric eggplant (*Solanum melongena* L.) fruit. Postharvest Biology and Technology 120:76-83.
11. Frusciante, L., Carli, P., Ercolano, M.R., Pernice, R., Di Matteo, A., Fogliano, V., Pellegrini, N., 2007. Antioxidant nutritional quality of tomato. Molecular Nutritional & Food Research 51:609-617.
12. George S., Tourniaire F., Gautier H., Goupy, P., Rock, E., 2011. Changes in the contents of carotenoids, phenoliccompounds and vitamin C during technical processing and lyophilisation of red and yellow tomatoes. Food Chemistry 124:1603-1611.
13. González-Aguilar, G.A., Buta, J.G., Wang, C.Y., 2001. Methyl jasmonate reduces chilling injury symptoms and enhances colour development of

'Kent' mangoes. Journal of the Science of Food and Agriculture 81(13):1244-1249.
14. Gürbüz Çolak, N., Tek Eken, N., Ülger, M., Frary, A., Doğanlar, S., 2020. Mapping of quantitative trait loci for antioxidant molecules in tomato fruit: Carotenoids, vitamins C and E, glutathione and phenolic acids. Plant Science 292:110393.
15. Jawad, Z.A., Türker, M., Özdemir, F.A., 2020. Effect of different plant growth regulator on in vitro propagation of endangered plant; yellow tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). International Journal of Agriculture Forestry and Life Sciences 4(1):92-98.
16. Liu, H., Meng, F., Miao, H., Chen, S., Yin, T., Hu, S., Wang, Q., 2018. Effects of postharvest methyl jasmonate treatment on main health-promoting components and volatile organic compounds in cherry tomato fruits. Food Chemistry 263:194-200.
17. Liu, L., Wei, J., Zhang, M., Zhang, L., Li, C., Wang, Q., 2012. Ethylene independent induction of lycopene biosynthesis in tomato fruits by jasmonates. Journal of Experimental Botany 63(16):5751-5761.
18. McGuire, R.G., 1992. Reporting of objective color measurements. Scientia Horrticulturae 27(12):1254-1255.
19. Muengkaew, R., Chaiprasart, P., Warrington, I., 2016. Changing of physiochemical properties and color development of mango fruit sprayed methyl jasmonate. Scientia Horticulturae 198:70-77.
20. Özer, H., Yılmaz, C., Özturk, B., 2022. The influence of cultivation system and modified atmosphere packaging on quality attributes of tomato fruit during cold storage. Biological Agriculture & Horticulture 38:258-270. doi: 10.1080/01448765.2022.2074890.
21. Özturk, A., Yildiz, K., Öztürk, B., Karakaya, O., Gün, S., Uzun, S., Gundogdu, M. 2019. Maintaining postharvest quality of medlar (*Mespilus germanica*) fruit using modified atmosphere packaging and methyl jasmonate. LWT-Food Science and Technology 111:117-124. (https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.05.033).
22. Özturk, B., Özer, H., 2019. Effects of grafting and green manure treatments on postharvest quality of tomatoes. Journal of Soil Science and Plant Nutrition 19(4):780-792.
23. Öztürk, B., Özkan, Y., Yildiz, K., 2014. Methyl jasmonate treatments influence bioactive compounds and red peel color development of Braeburn apple. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 38(5):688-699.
24. Saracoglu, O., Özturk, B., Yildiz, K., Kucuker, E., 2017. Pre-harvest methyl jasmonate treatments delayed ripening and improved quality of sweet cherry fruits. Scientia Horticulturae 226:19-23.
25. Singh J., Upadhyay, A.K., Prasad, K., Bahadur, A., Rai M., 2007. Variability of carotenes, vitamin C, E and phenolics in brassica vegetables. Journal of Food Composition and Analysis 20:106-112.
26. Sönmez, K., Ellialtıoğlu, Ş.Ş., 2014. Domates, karotenoidler ve bunları etkileyen faktörler üzerine bir inceleme. Derim 31(2):107-130.
27. Tao, X., Wu, Q., Li, J., Huang, S., Cai, L., Mao, L., Ying, T., 2022. Exogenous methyl jasmonate regulates phenolic compounds biosynthesis during postharvest tomato ripening. Postharvest Biology and Technology 184:111760.
28. Tao, X., Wu, Q., Li, J., Wang, D., Nassarawa, S.S., Ying, T., 2021. Ethylene biosynthesis and signal transduction are enhanced during accelerated ripening of postharvest tomato treated with exogenous methyl jasmonate. Scientia Horticulturae 281:109965.
29. Ünlü, H., Ünlü, H. Ö., Karakurt, Y., Padem, H., 2011. Influence of organic and conventional production systems on the quality of tomatoes during storage. African Journal of Agricultural Research 6(3):538-544.
30. Wang, S.Y., Shi, X.C., Liu, F.Q., Laborda, P., 2021. Effects of exogenous methyl jasmonate on quality and preservation of postharvest fruits: A review. Food Chemistry 353:129482.
31. Yarılgaç, T., Kadim, H., Öztürk, B., 2022. Maturity Stages and MAP Affect the Quality Attributes and Bioactive Compounds of Cornelian Cherry Fruit (*Cornus mas* L.) During Cold Storage. Erwerbs-Obstbau 64(1):27-35.
32. Yu, M., Shen, L., Fan, B., Zhao, D., Zheng, Y., & Sheng, J. (2009). The effect of MeJA on ethylene biosynthesis and induced disease resistance to *Botrytis cinerea* in tomato. Postharvest Biology and Technology 54(3):153-158.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 162–172 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

SEBZELERİN SÜS BİTKİLERİ OLARAK KULLANIMI

Gülden HASPOLAT*

Dr., Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, İzmir; ORCID: 0000-0002-9016-9816

ÖZ

Süs bitkileri olarak kullanılan sebzeler hem dekoratif hem yenilebilir ürünlerdir ve bu durum iki yönlü fayda sağlamaktadır. Dekoratif lahanalar pembe, mor ve beyaz renleriyle en güzel süs sebzelerinden biridir. Mor lahana kırmızımsı mordan koyu mora kadar değişebilen çekici yapraklara sahiptir. Karnabaharın beyaz çeşidinin yanı sıra yeşil, turuncu ve mor gibi renkli çeşitleri, dikildikleri bahçelerde güzel görüntüler oluştururlar. Domateslerin bahçelerde muhteşem bir görüntü için ekilebilecek bazı çeşitleri vardır. Renkli pazı da peyzaj anlamında etkileyici görünen türlerden biridir. Bahçelerde yerden tasarruf etmek ve güzel bir görüntü oluşturmak için bir çardak veya kafes üzerinde fasulye, bezelye ve kabak gibi tırmanıcı sebzeler yetiştirilebilir. Mor alabaşlar, gökkuşağı gibi çarpıcı görüntüler oluşturabilmektedir. Parlak renkli marullar ideal süs sebzeleridir ve farklı renkte bordürlere uygulanır. Biber, sıcak havalara sahip bölgelere en uygun etkileyici sınır bitkilerindendir. Patlıcanlar koyu mor, açık mor, beyaz ve çizgili çeşitleri ile yenilebilir süs bitkileridir. Enginarlar süs sebze bahçelerine biraz yükseklik katmak için iyi bir alternatif oluşturmaktadır. Kabaklar süs bitkisi olarak kullanılan sebzelerdendir. Süs tatlı patates çeşidi renkli yapraklara sahiptir ve bu da bu türü popüler peyzaj bitkisi yapmaktadır. Sebzelerin süs bitkisi olarak kullanımı hem dış mekân hem saksı bitkisi olarak mümkündür. Diğer yandan bazı sebzeler süs bitkileri ile birlikte kullanıldığında hastalık ve zararlılara karşı koruma sağlar.

Anahtar Kelimeler: Sebzeler, süs bitkileri, dış mekân, saksılı bitki

THE USAGE OF VEGETABLES AS ORNAMENTAL PLANTS

ABSTRACT

Vegetables used as ornamental plants are both decorative and edible, and this provides two-way benefits. Decorative cabbages are one of the most beautiful ornamental vegetables with their pink, purple, and white colors. Purple kale has attractive leaves that can range from reddish purple to dark purple. In addition to the white variety of cauliflower, colorful varieties such as green, orange, and purple create beautiful displays in the gardens where they are planted. There are some varieties of tomatoes that can be planted in gardens for a spectacular display. Colorful chard is also one of the species that looks impressive in terms of landscape. Climbing vegetables such as beans, peas, and squash can be grown on an arbor or trellis to save space and create a beautiful display in gardens. Purple kohlrabi can create striking images like rainbows. Brightly colored lettuces are ideal ornamental vegetables and are used to make borders of different colors. Peppers are impressive border plants best suited to warm-weather regions. Eggplants are edible ornamental plants with dark purple, light purple, white, and striped varieties. Artichokes make a good alternative to adding some height to ornamental vegetable gardens. Zucchini is one of the vegetables used as ornamental plants. The ornamental sweet potato variety has colorful leaves, making it a popular landscape plant. The use of vegetables as ornamental plants is possible both outdoors and as potted plants. On the other hand, some vegetables provide protection against diseases and pests when used with ornamental plants.

Keywords: Vegetables, ornamental plants, outdoor plants, pot plants

GİRİŞ

Süs bitkileri, dekoratif amaçlarla yetiştirilen, farklı iklimlerdeki bahçeler ve peyzaj alanlarına uyum sağlayan çeşitli şekil, boyut ve renklerdeki bitkilerdir. Genel olarak dış mekân süs bitkileri, iç mekân süs bitkileri, kesme çiçek ve yeşillikler olarak sınıflandırılır. Süs bitkisi türleri arasında ağaçlar, çalılar, çok yıllık ve tek yıllık bitkiler, otsu veya odunsu bitkiler ve su bitkileri yer alır [26].

Sebzeler, çok yıllık ve tek yıllık otsu bitkiler grubundaki süs bitkileri gibi bahçelerde veya saksılarda yetiştirilebilirler. Bahçe kurmayı çok isteyen ancak bunu yapacak açık alana sahip olmayan birçok kişi apartmanlarda ve yüksek binalarda saksılarda süs bitkileri ve sebzeleri yetiştirmektedirler [16].

Sebze bahçeciliği; temiz hava, güneş ışığı, egzersiz, keyif, zihinsel terapi, besleyici taze sebzeler ve ekonomik tasarrufun yanı sıra birçok başka fayda sunar. Süs sebze bahçesi ev yakınında, günde en az

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*: gülden.haspolat@tarimorman.gov.tr

altı saat doğrudan güneş ışığı alan, su kaynağına yakın bir yere ve iyi drene edilmiş bir alana yerleştirilmelidir. Uygun bakım koşulları sağlanarak sebze türleri de süs bitkileri arasında peyzaja dahil edilebilir. Mümkünse, toprak kaynaklı hastalıkları ve diğer zararlıları kontrol etmeye yardımcı olmak için bahçede rotasyon uygulanmalıdır. Dikimden önce, yetiştirilmek istenen sebzelerin adı, yeri ve ekim tarihleri belirlenerek bir bahçe planı çizilmelidir. Bu plan dâhilinde fideler satın alınmalı ya da doğrudan ekim için tohumlar temin edilmelidir. Başlarken en önemli şey ekim tarihlerine çok dikkat etmektir. Bahçenin bulunduğu yer, ekim tarihlerini etkileyen en önemli faktördür [14].

Ev bahçelerinde sebze üretimine pratik bir yaklaşım için hastalık ve zararlı yönetimi stratejilerini entegre etmek, besin eksikliklerini gidermek, uygun budama teknikleri, zamanında hasat ve malçlama gibi işlemler sağlıklı yenilebilir bir peyzaja katkıda bulunan uygulamalardır. Doğru bitki, doğru yere, doğru zamanda dikilmelidir. Süs sebze bahçelerinde verimli su kullanımı, uygun gübreleme, malç uygulaması, hastalık ve zararlıları sorumlu bir şekilde yönetmek, bahçe atıklarını geri dönüştürmek ve yağmur suyu akışını azaltarak su kenarlarındaki alanları korumak amaçlanmalıdır [22].

Kışın güneş daha az olacağı için süs sebze bahçelerinde serin iklim sebzelerini bahçenin daha güneşli bir yerine taşımak gerekebilir. Ispanak, marul, lahana, karalahana, karnabahar, brokoli, havuç, kereviz, bezelye, pazı, sarımsak, kırmızı pancar, soğan, tere, bakla, maydanoz, brüksel lahanası, marul, enginar, pırasa ve turp gibi birçok serin iklim sebzeleri, büyüme mevsimi boyunca birden çok kez ekilebilir ve bu da daha uzun bir hasat dönemi sağlar [6]. Aylık ortalama sıcaklığın 15-18°C olduğu yerlerde en iyi gelişim gösterirler. En yüksek çimlenme sıcaklığı 21-26°C, en düşük çimlenme sıcaklığı ise 3-10°C arasında değişmektedir. Biber, bamya, domates, fasulye, hıyar, kavun, karpuz, kabak, patlıcan, mısır, patates gibi sıcak iklim sebzeleri, aylık ortalama sıcaklığın 25-30°C olduğu yerlerde en iyi gelişimi gösterirler. En yüksek çimlenme sıcaklığı 35-36°C, en düşük çimlenme sıcaklığı ise 9-10°C arasında değişmektedir [9].

Sebzelerin çoğu günde en az sekiz saat güneş ışığı aldığından bahçeler veya balkonlar bol güneş ışığı almalıdır. Bahçeler, balkon veya teras alanları fazla güneş almıyorsa, o alanda yetiştiricilik koşullarının uygun olduğu sebzeler dikilmelidir. Havuç ve turp gibi bir kök sebzenin yanı sıra marul, pazı ve lahana gibi yapraklı yeşillikler gelişmek için sadece dört ila altı saat güneş ışığına ihtiyaç duyar. Tam güneş koşullarında gelişen diğer sebzeler için ise en az sekiz saat güneş alan bir alan kullanılmalıdır [16].

Yakın zamanda yapılan bir toprak analizi, yetiştirmek istenen bitki türleri için toprağı en uygun hale getirmek için hangi değişikliklerin gerekli olduğunu ortaya çıkaracaktır. Toprak, iyi ayrışmış kompost veya ahır gübresi gibi bazı organik maddelerle iyice karıştırılarak iyileştirilmelidir [39].

Sebzeleri saksılarda yetiştirerek balkon veya veranda, hatta iç mekânda güneşli bir pencerenin yakınında küçük bir sebze bahçesi oluşturulabilir. Diğer yandan açık alanlarda da sebzeleri saksılarda yetiştirmek, hava çok soğuduğunda bitkileri iç mekânda tutma özgürlüğü sunar. Bahçelerde dışarıda yetiştirilebilecek her sebze, balkonlarda saksılarda da yetiştirilebilir. Uygun yetiştirme koşullarının sağlanması, bitkileri rahatça barındıracak ve olgunlaştıkça köklerinin gelişmesi için bolca alan sağlayacak büyüklükteki saksı seçimi önemlidir [16].

Romanya'da 2015-2017 yıllarında sebze bahçelerinde ürün verimliliği, bitki gelişimi, ekonomik durum ve süs bitkileri özellikleri üzerine bir anket çalışması yapılmıştır. Peyzaj ilke ve kurallarına uygun ürünler kullanarak sebze bahçesi tasarımının toplum ve çevre üzerindeki etkisini artıran birçok işlev sunduğu belirtilmiştir. Ekonomik açıdan bakıldığında, sebzelerle tasarlanmış bahçelerin aile bütçesine olumlu etkisine değinilmiştir. Diğer yandan bahçe sahiplerinin sağlıklarına fayda sağlaması ve ayrıca genç neslin eğitimi üzerinde büyük etkileri olduğu gözlemlenmiştir [17].

Birlikte ekim sisteminin kullanıldığı bahçelerden uzun süre taze sebze hasat edilebileceği belirtilmiştir.

Bu derlemede, sebzelerin hem dış mekân hem saksı bitkisi olarak kullanımına değinilerek; bahçelerde, balkon veya teras bahçesi kurulumunda hangi sebzelerin yetiştirilebileceğine yönelik kaynak oluşturmak amaçlanmıştır. Bu amaçla her sebzenin temel özellikleri göz önüne alınarak bahçelerde veya saksılarda yetiştirilebilecek sebzelere değinilmiştir. Ayrıca süs bitkilerinin sebzelerle ile birlikte kullanımı ile bazı hastalık ve zararlılara karşı alınabilecek koruyucu önlemlere dikkat çekilmiştir.

SÜS BİTKİSİ OLARAK KULLANILABİLECEK SEBZELER

Bahçelerde ve saksılarda süs bitkisi olarak kullanılabilecek lahana, marul, karnabahar, pazı, alabaş, enginar, bezelye, havuç, tatlı patates, fasulye, kabak, domates, biber, patlıcan gibi türlere ait çok sayıda çeşit mevcuttur. Fasulye, bezelye, salatalık ve kabak gibi tırmanıcı sebze türleri dikey bahçeler için idealdir.

Alabaş

Alabaş (*Brassica oleraceae* L. *convar*. acephala (DC) Alef. var. Gongylodes L.), Brüksel lahanası ve brokoli ile aynı aileden gelen serin iklim bitkisidir. Yaprakları da lezzetli olmasına rağmen, yenen kısmı aromalı yumru kısmıdır. Sebze süs bahçelerinde kullanılmak üzere aralarından seçim yapabilecek birçok çeşidi mevcuttur. Her birinin farklı bir boyutu, rengi, keskinliği, büyüme hızı ve hastalık veya hastalık direnci vardır. Yeşil, mor, beyaz ve hatta mavi etli farklı alabaşlar çok sayıdadır ve mükemmel bir çeşitlilik söz konusudur. Alabaş çeşitleri olgunlaşma ve renklerine göre farklılık göstermektedir. Çoğu yuvarlak şiş bir gövde geliştirir, ancak bazı alabaş çeşitleri daha düz bir gövdeye sahiptir. Ayrıca yavaş büyüyen alabaş bitki çeşitleri de mevcuttur. Lahana solucanı gibi bazı böceklere dayanıklı çeşitleri vardır. Mor alabaşlar, tek başına veya pazı gibi diğer parlak renkli sebzelerle birlikte bahçede gökkuşağı gibi çarpıcı görüntüler oluşturur [20].

Bezelye

Hemen hemen tüm bezelye (*Pisum sativum* L.) çeşitleri, sebze bahçeciliği için uygundur. Ancak özellikle sebze bahçelerinde alan kısıtlıysa, bodur ve çalı çeşitler tercih edilmelidir. Bezelye, çeşidine bağlı olarak nemli toprak ve serin havadan hoşlanır. Saksıda yetiştirildiğinde 15-30 cm derinliğindeki saksılar tercih edilmelidir. Saksıda yetiştirmek için en iyi bezelye çeşitleri, 'Tom Thumb', 'Snowbird' ve 'Little Snap Pea Crunch'tır [16].

Biber

Biber (*Capsicum annuum* L.) rengârenk görünümlü çeşitleri ile bahçelere, balkonlara, teraslara, pencere önleri ve yemek masalarına canlılık katan sebzeler arasındadır [13]. Biber, sıcak iklim koşullarına sahip bölgelere en uygun etkileyici sınır bitkilerindendir. Mevcut olan süs biberlerinde farklı renkler, şekiller ve boyutlar çok fazladır. Bahçelerde yeşil, mor, beyaz, sarı, kırmızı, turuncu, kahverengi ve hatta beyaz renkli biber çeşitleri kullanılabilir [21]. Bir bitkide aynı anda birden fazla renk bulunabilir, çünkü biberler olgunlaştıkça renk değiştirirler [12]. Ülkemizde süs biberi olarak geliştirilen ilk çeşit 'Özalkan' isimli süs biberidir. Bu çeşidimizde sarı, turuncu ve kırmızı renkli meyveleri aynı anda görmek mümkündür [29]. Biberler bahçelere hem çiçekleri hem de rengârenk uzun ömürlü meyveleri ile hoş bir görüntü katarlar. Küçük siyah inci gibi meyvelerinin yanında, Noel ışıklarını andıran daha büyük koni şeklindeki meyvelere kadar süs biberlerinin gösterişli küçük meyveleri mevcuttur. [30]. Süs biberleri mayıstan sonbahara kadar renkli kalabilir. Bu tip biberler iyi drene edilmiş toprakta tam güneşte veya kısmi gölgede yetiştirilmelidir [17]. Ayrıca 'Black Pearl', 'Calico', 'Purple Flash' ve 'Sangria' çeşitleri neredeyse sadece süs değerleri için yetiştirilir. Süs biberleri kompakt yapıdadır, sadece 25-50 cm yüksekliğe ulaşır ve Mayıs'tan sonbahara kadar renkli meyveleri vardır. Biberler, pH'ı 6.5 civarında olan toprağı tercih eder. Düzenli olarak sulamak, bitkilerin meyve vermesini sağlayacaktır [5, 25]. Ayrıca biber, saksı yetiştiriciliği en kolay sebze türlerinden biridir. Saksılarda ideal olarak yetişebilmesi için tercihen en az 30 cm derinliğinde büyük, derin bir saksı gerekmektedir. Biberler tam güneş alan bir yerde tutularak bitki çiçeklendiğinde meyve vermeyi bitirene kadar düzenli olarak gübre uygulaması yaralı olmaktadır. Saksı yetiştiriciliği için en uygun biber çeşitleri 'Jalapeno', 'Yellow Spice Jalapeno', 'Early Jalapeno', 'Shishito', 'Poblano', 'Bolivya Rainbow', 'Numex Twilight', 'Fushimi' ve 'Devil's Tongue' çeşitleridir [16].

Domates

Domateslerin (*Solanum lycopersicum* L.) bahçelerde muhteşem bir görüntü için ekilen bazı çeşitleri vardır. Kırmızı meyveleriyle domatesler, renk dağılımlarını bütünleştirmek için seçilir. Ayrıca beyaz, sarı, mor, yeşil, siyah, kırmızı ve çizgili olmak üzere baş döndürücü bir renk yelpazesine ve meyve şekillerine sahiptir [21]. Diğer yandan domates, saksılarda yetiştirilmesi en kolay sebze türlerinden biridir. Günde en az 5-6 saat güneş alan bir yerde balkon veya bahçelerde rahatlıkla domates yetiştirilebilir. Sınırlı alanlarda, daha büyük meyveli domates çeşitleri yerine küçük meyveli çeşitler yetiştirilmelidir. Saksı yetiştiriciliğine çok uygun domates çeşitleri arasında 'Micro Tom', 'Patio Princess', 'BushSteak', 'Sweetheart of the Patio', 'Tumbler' ve 'Glacier' bulunur [16].

Enginar

Enginar (*Cynara cardunculus* L.; *Cynara scolymus* L.), süs sebze bahçelerinde hasat edilmeden bırakıldığında göz alıcı çiçekleri ile ortaya çıkar. Bu sıra dışı bitkiler, sebze süs bahçelerine çarpıcı bir mimari özellik katarlar [38]. Enginarlar, süs sebze bahçelerine biraz yükseklik katmak için çok uygun bitkilere sahip olan bir türdür. Çok yıllık bir bordürde herhangi bir rengi ortaya çıkarmak için, çarpıcı bir örnek bitki olarak kullanılabilir. Dünyada peyzaj amaçlı olarak 'Green Globe', 'Baby Anzo', 'Imperial Star', 'Fiesole', 'Violetto', 'Gros vert de Laon', 'Siena', 'Omaha' ve 'Emerald' çeşitlerinin yetiştirilmesi tavsiye edilir. Ülkemizde 'Sakız' ve 'Bayrampaşa' çeşitleri yaygın olarak kullanılmaktadır [37]. Enginar, tam güneş alan iyi

toprağa 1-1.5 m aralıklarla dikilir ancak bahçe planlarken, gelişen bitkilerin gölgeleme durumu mutlaka düşünülmelidir. Yetiştiriciliğinde düzenli olarak sulanması ve yabancı ot kontrolü için malçlama önerilir. Enginarlar tüketilecekse açılmadan önce hasat edilmesi gerekir. Çiçeklenmeye bırakılırsa, muhteşem güzellikte kurutulabilen ve aranjmanlarda kullanılabilen büyük mor göbek oluşturacaktır. Ilıman iklimlerde tüm başlar hasat edilirse, enginarlardan sonbaharda ikinci bir ürün alınabilir. Enginarlar yaklaşık üç veya dört yıl boyunca iyi ürün verir. Bundan sonra, ana bitkiden kardeş sürgünler oluşturmaya başlayacağı için sökmek veya bölerek çoğaltmak gerekir. Sonbaharda, enginarlar üstten kesilip üzerleri yaprak veya samanla kaplanarak malçlanmalıdır. Ilıman geçen kışlardan sonra, ilkbaharda eski ana bitkiden yeni bitkiler filizlenir. Nisanda malçlar açılabilir ancak enginar malçlanmış olsun ya da olmasın soğuk kışlar bitki için öldürücü olabilir [33]. Gerçek enginar bitkileri büyüktür ve bazıları 2 m kadar boylanabilir. Bitki üzerinde bırakılırsa, tomurcuklar gerçekten eşsiz mor çiçekler haline gelir. Gümüş-yeşil yaprakları ve çiçek tomurcukları ile yaklaşık 1-2 m boyunda ve 1.5 m genişliğinde büyürler [19].

Fasulye

Bahçelerde yerden tasarruf etmek ve güzel bir görüntü oluşturmak için bir çardak veya kafes üzerinde fasulye (*Phaseolus coccineus* L. Ateş fasulyesi, *Phaseolus vulgaris* L. Taze fasulye) yetiştirilebilir. Süs bahçelerinde kullanılacak çok sayıda renkli fasulye çeşidi vardır. Mor, kırmızı veya sarı renkli fasulyeler ekildiğinde bahçeyi veya saksıyı canlandıracaktır [21]. Renkli fasulye çiçekleri de sebze bahçelerine meyveleri kadar renk katar. Örneğin 'Scarlet runner' çeşidinde kırmızı fasulye çiçeklerinin rengi canlı pembedir [31]. Kutup fasulyesi ve çalı fasulyesi, saksıda yetiştirmeye çok uygundur. Bol güneş ışığı alan bir yerde saksılara kafes benzeri yapılar eklenebilir. Saksılarda yetiştirilecek çalı fasulyesi çeşitleri arasında 'Bush Blue Lake' veya 'Contender' bulunur. Saksı yetiştiriciliğine çok uygun olan sırık fasulye çeşidi 'Cherokee Trail of Tears' iken saksıda iyi yetişen yeşil fasulye çeşidine 'Mascotte' örnek verilebilir [16]. Ayrıca, sırık fasulyeleri kafeslerde yetiştirmek, bahçeye yükseklik katmanın kolay bir yoludur. Daha fazla süs değeri isteniyorsa 'Long Red Noodle' veya 'Dragon Tongue' gibi renkli bir çeşitler tercih edilebilir [23].

Fesleğen-Reyhan

Fesleğen (*Ocimum basilicum* L.), verandalarda, bahçede veya pencere pervazında saksılarda yetiştirilebilir. Zarif çiçekleri ve özgün renkli yaprakları sayesinde, dekoratif bir süs bitkisi olarak herhangi bir çiçek tarhına eklenebilir. Mor renkli yapraklıları reyhan olarak bilinir. Genellikle ılıman iklimlerde yetişen, beyaz veya pembe renkte çiçekler açan ve güzel kokulu yaprakları olan bir bitkidir. Kompakt formlu fesleğenler saksılarda kullanılırken, geniş yapraklı fesleğen ve reyhanlar bahçelerde sıklıkla kullanılırlar. Akdeniz ikliminde genç bitkilerin haziran ayının başlarında dışarı dikilmesi gerekir. Tropik bir bitki olarak güneşe, ışığa ve suya olan aşırı ihtiyacı herhangi bir sınırlama olmadan giderilirse kolay bir şekilde yetişir. Kurumasına izin verilmeyen gevşek ve besin maddeleri bakımından zengin içerikli toprakta yetiştirilmelidir. Fesleğenleri budadıkça bitki gürleşir. Yapraklarını tek tek koparmak yerine yaprak filizlerini toplu halde keserek sürekli gür bitkiler elde edilebilir [2].

Havuç

Havuç (*Daucus carota* L.), sebze bahçelerinde hoş kokulu güzel yapraklarıyla yer alabilecek bir sebzedir. Yuvarlak veya çok ince kırmızı, mor veya sarı havuç çeşitleri mevcuttur. Ayrıca uygun çeşitler seçildiği sürece, havuçların saksılarda yetiştirilmesi kolaydır. Standart havuç çeşitlerinin köklerinin büyümesi için daha fazla alana ihtiyaç olduğundan, standart havuç türleri yerine kısa olan havuçlar seçilmelidir ve uzun köklerini destekleyecek kadar derin bir saksı tercih edilmelidir. Çürüme gibi sorunları önlemek için aşırı sulamadan kaçınarak yapraklar kuru tutulmalıdır. 'Romeo', 'Thumbelina', 'Tonda di Parigi' ve 'Little Finger' saksılar için en uygun havuç çeşitleridir [16]. Ayrıca. Farklı havuç türleri ve çeşitleri farklı topraklarda daha iyi sonuç verir, bu nedenle toprak yapısına göre her çeşit hakkında bilgi edinilmelidir [23].

Kabak

Çok renkli, değişik şekilli, sert kabuklu meyveleri olan kabaklar (*Lagenaria siceraria* Su kabağı, *Cucurbita pepo* L. Sakız kabağı) çok farklı sayıda türü ve çeşitleriyle süs bitkileri olarak kullanılabilir. En yaygın olarak kullanılanları arasında süs kabakları yer alır. Kabaklar tam olgunluğa kadar yetiştirilir ve daha sonra dekorasyon için kullanılmak üzere kurutulur. Çoğu, kafeslerde, çardaklarda ve çitlerde yetiştirilebilir. Bu durum, yerden tasarruf sağlar ve meyvelerin çürümesini önler. Olgunlaşmamış bir aşamada toplanan yenilebilir kabakların aksine, su kabaklarının mümkünse bitki üzerinde olgunlaşmasına ve kurumasına izin verilmelidir. Hasattan sonra meyveler ılık sabunlu suda yıkanabilir, ardından durulanır ve kurutulur. Kuru, sıcak ve havadar bir odada bir veya iki ay kurutma

gerekebilir. Güneş ışığı, kuruma sırasında su kabağının rengini soldurabilir. Bu meyveler, doğal renk ve şekillerde değişmeden kullanılabilir veya yaratıcı renk ve desenlerde zımparalanıp boyanabilir. Su kabakları, sepet, vazo, meyve kâsesi, kepçe, kuş evi ve oyuncak gibi pratik amaçlar için de kullanılabilir [3]. Ülkemizde su kabakları, Muğla'nın Yatağan ve Milas ilçelerinde, Antalya'da çardak ve kamelyalarda süs bitkisi olarak kullanılmaktadır. Küçük sarı yeşil renkli süs kabakların ise özellikle evlerin dış kapı girişlerinde sarılıcı bitki olarak kullanımı Antalya, Uşak, Kütahya ve Muğla merkez ve ilçelerinde yaygındır [13, 40]. Süs sebze bahçelerinde kullanılabilecek diğer kabaklar yenilebilir kabaklar ve balkabaklarıdır. Diğer yandan, *Luffa cylindrica* (L.), *Benincasa hispida* (Thunb.) Cogn. vb. gibi farklı bir cins ve tür grubu kabaklar da mevcuttur. *Cucurbita pepo* var. *ovifera*'ya ait su kabakları; armut su kabakları, elma ve portakal su kabakları, düz süslü su kabakları bu grupta bulunur. *Lagenaria* spp. türlerinde sifon su kabakları, su kabakları, yunus kabağı, kulüp su kabakları, kuş yuvası su kabakları, şişe su kabakları yer alır. Diğer su kabağı türleri *Cucurbita maxima*: Meyveleri 5 -10 kiloluk yenilebilir krem renklidir. Kabuk nispeten yumuşak ve oldukça pürüzsüzdür. Luffa su kabakları (*Luffa* spp.): Olgunlaştığında, hamur, şapka gibi süs eşyalarına dönüştürülebilirler [35]. Kabak tohumları, Eylül Mart aylarında ekebilir. Kafes ile desteklenecekse kafes tabanında 30-60 cm aralıklarla ekilmelidir. Açık bir bahçeye ekilirse, sıra araları 120 cm olmalıdır [3]. Hem kabak hem de yaz kabağı, uygun koşullarda yetiştirildiğinde iki veya üç bitki, dört kişilik bir aile için yeterli verim sağlayabilir. Yazlık kabaklar, salatalık ve tatlı patates, balkabağı, kış kabağı ve kavun gibi bitkiler ile birlikte dikilmemelidir [23].

Karnabahar

Karnabaharın (*Brassica oleraceae* L. *convar. botrytis* (L) Alef. var. *botrytis*), normal beyaz çeşidinin yanı sıra yeşil, turuncu ve mor gibi renkli çeşitleri de süs bitkileri olarak kullanılırlar. Bu rengârenk karnabahar çeşitleri, dikildikleri bahçelerde güzel görüntüler oluştururlar [18, 28].

Lahana

Lahana (*Brassica oleraceae* L.) sebze süs bahçelerinde çok kullanılan sebzeler arasında yer alır. Dekoratif lahanalar pembe, mor ve beyaz renleriyle en güzel süs sebzelerinden biridir. Mor lahana, kırmızımsı mordan koyu mora kadar değişebilen çekici, yapraklara sahiptir. Güzel yapraklarıyla ideal bir süs bitkisidir ve sıralar halinde dikildiğinde harika görüntüler oluşturur [16, 25]. Ilıman iklime sahip yerlerde kış boyunca kullanılabilir. Çiçeklenme başladığında, bitkiler değiştirilmelidir. Dekoratif lahanaların uzun saplı çeşitlerinin kesme çiçek olarak kullanımı da oldukça yaygındır [28].

Marul

Marul (*Lactuca sativa* L.), yeşil, bordo, bordo-yeşil renkleri, düz ve kıvırcık yaprakları ile süs bitkisi potansiyeli olan sebzelerdendir [13]. Parlak renkli marullar, farklı renkte bordürlere uygulanır. Bu çok yönlü bitki, süs bitkisi olarak kullanıldığında bahçelere renk ve doku katabilir. Bir çiçek tarhında tek yıllıklarla birlikte dikilebilir, ilkbaharda çiçeklenen çiçek soğanlarıyla iyi bir uyum sağlar veya saksılar içinde harika bir yaprak görüntüsü oluştururlar. Fırfırlı, süslü şekilli veya güzel renkli yaprakları olan marullar, çiçek bahçelerinde, yemek için hasat etme niyeti olmadan kesinlikle süs bitkisi olarak da yetiştirilebilir. Marulu diğer süs bitkileriyle birlikte kullanırken, diğer yeşil bitkiler ile aynı tasarım ilkeleri uygulanabilir. Renk ve doku bakımından zıtlık oluşturacak bitkiler bir arada kullanılmalıdır. Marul, çiçek açmaya başladığında bile, bitkiler hala ilginç görünebilir ancak o zamana kadar muhtemelen acı bir tat alacaklardır. Çiçekler sivri uçlarını göstermeye başladıklarında bunları kesmek, bitkide uzamayı geçici olarak durduracaktır, ancak bitkiler, bu uyartım nedeni ile çiçek açmaya devam edeceklerdir. Marulların sonbahara kadar dayanması için çiçek salkımı kesilmeye devam edilebilir veya mevsim yeterince uygunsa, çiçekli bitkiler yeni bitkilerle değiştirilebilir [27]. Marulların yaprakları tek tek tüm bitki hasat edilmeden gerektiği zaman kesilebilir. Süs sebze bahçelerinde kullanılabilecek çok fazla çeşit vardır. Bunlarda, doku yumuşak veya gevrek olarak değişirken, renkleri soluk yeşilden koyu kırmızıya kadar farklılık gösterir [28].

Patlıcan

Patlıcanlar (*Solanum melongena* L.), renk olarak koyu mordan yeşil, beyaz, pembe, lavanta ve hatta çizgili çeşitlere kadar çok renkli çeşitlerde süs bahçelerinde kullanılabilir. Patlıcan çiçekleri mor veya beyaz renklidir. Patlıcan bitkileri büyük habituslu olup, çeşide bağlı olarak altı metreye kadar boylanabilir ve bu nedenle desteklenmesi gerekebilir. Çeşitli şekil, boyut ve renklerde çok sayıda patlıcan çeşitleri mevcuttur. Tercihlere bağlı olarak büyük veya küçük, yuvarlak, armut biçimli veya uzun, mor, lavanta, siyah, sarı, beyaz, kestane rengi ve hatta çizgili patlıcanlar yetiştirilebilir. Şekilleri ve renkleri farklı olan çeşitler arasında 'Black Beauty', 'Dancer', 'Dusky', 'Long', 'Ichiban' ve 'Cloud Nine' bulunmaktadır. Bodur patlıcan çeşitleri çok

kompakttır ve bazıları saksılarda yetiştirilebilir [7]. Saksıda yetiştirildiklerinde, her patlıcana bolca yer sağlayacak kadar geniş en az 18 litrelik saksı sağlanmalıdır. Patlıcanlar, her gün altı ile sekiz saat doğrudan güneş ışığı almalıdır ve düzenli gübreleme yapılmalıdır. Patlıcan bitkileri meyve vermeye başladıklarında desteğe ihtiyaç duyarlar, bu nedenle ağır patlıcan meyvelerinin ağırlığını desteklemek için kazık veya kafes sağlaması gereklidir. Saksı bahçeciliği için en iyi patlıcan çeşitleri 'Fairy Tale', 'Bambino', 'Crescent Moon', 'Hansel ve Gretel'dir [34].

Sarımsak -Soğan

Sarımsak (*Allium sativum* L.), soğan (*Allium* cepa L.) ve frenk soğanı (*Allium schoenoprasum* L.) gibi *Allium* türlerinin gösterişli pembe, mor ve beyaz çiçekleri süs sebze bahçelerine renk katabilir. Bu bitkilerin dikildiği alanlarda genellikle zararlı sorunları yaşamaz. Kemirgenler, yaprak bitleri gibi zararlıları kaçırırlar. Thrips gibi böcekler bir sorun olabilir, ancak dayanıklı çeşitler mevcuttur. Böylece zararlıları kovarak komşu bitkileri korumaya yardımcı olabilirler [23]. Parlak yeşil yaprakları ile süs sebze bahçelerinde boş alanları dolduran bir sebze türü olarak karşımıza çıkmaktadır. Sarımsakların kuruyan başları hasat edilerek örgü yapılıp ev mutfaklarını, balkonları ve çardakları süslemek amacıyla kullanılmaktadır. Soğanlar bahçelerde koyu yeşil renkli yaprakları ile açık yeşil, koyu yeşil, bordo ve kahverengi yaprak rengine sahip marul gibi sebzeler ile güzel bir kompozisyon oluşturmaktadırlar. Balkon ve pencere önlerinde üretim şansına sahip olan bitkileri bu alanlara canlılık katarak küçük alanlarda taze ürün elde etme kolaylığı sunmaktadır [13].

Pazı

Renkli pazı (*Beta vulgaris* L var. *cicla*), bahçeye tek başına ekildiğinde veya diğer parlak renkli sebzelerle bir arada bulunduğunda etkileyici görünür. Pazı, sıcaklığa ıspanak veya maruldan daha fazla dayanıklıdır, sıcak aylar için ıspanağa alternatifidir iyi bir türdür. Büyümesi kolaydır ve renkli sapları nedeniyle pazı genellikle süs sebze bahçelerinde çok yetiştirilir. Bahçe düzenlemelerinde parlak yeşil yapraklar ve renkli gövdeleri ile peyzaj alanlarında sıklıkla tercih edilir. Çoğu yeşillik gibi, pazı da en az altı saat doğrudan güneş ışığı gerektirir. Yılın en sıcak ayları dışında, bahçelere doğrudan Eylül ayından Mart veya Mayıs ayına kadar pazı ekilebilir. Pazı, tohum ekiminden 40-60 gün sonra hasat olumuna gelmektedir. Uzun, sürekli bir hasat için dış yaprakları birer birer toplanabilir. Pazı, kök-ur nematodlarına karşı çok hassastır. Bitkiler yavaş büyüyorsa, köklerde hasar olup olmadığı kontrol edilmelidir. Toprağın yoğun bir şekilde bulaşık olduğu bölgelerde, saksıya pazı dikmek en iyisi olabilir. Bu toprak kökenli zararlılar dışında, pazı çok az sayıda hastalık veya zararlı sorunu yaşar [4]. Pazı, yaprak pancarı veya ıspanak pancarı olarak da bilinir. Bahçelerde hem serin iklim sebzesi olduğu için bir kış sebzesi olarak hem de sıcağı çok iyi tolere ettiği için yazlık yeşillik olarak bulunur. Pazı doğrudan bahçeye ekilebilir veya fide olarak dikilebilir. Bitkiler yaklaşık 15-30 cm aralıklarla dikilmelidir. Favori çeşitler; 'Bright Lights', 'Bright Yellow', yeşil yapraklı 'Lucullus' ve 'Fordhook Giant' ve kırmızı yapraklı 'Red Ruby' ve 'Ravent'tir [36].

Tatlı Patates

Süs tatlı patates (*Ipomoea batatas* (L.) Lam), renkli yapraklara sahiptir ve bu da onu popüler peyzaj bitkisi yapar. Süs tatlı patates, çok yıllık bir tropik bitkidir. Yeşil aksamları, diğer tatlı patateslerden çok daha renklidir. Bu eşsiz bitki, saksılar ve bordürler için popülerdir. Saksılarda yetiştirildiğinde sarmaşıklar gibi hızla kenarlardan sarkacaktır. Bahçelerde yer örtücü gibi davranır. Çok geliştiğinde kolayca budanabilir ve kesilen kısımlar yeni bitkiler oluşturmak için kullanılabilir. Ara sıra yapılan budama dışında, süs tatlı patatesi bakım gerektirmeyen bir bitkidir. Bitkiler dona dayanıklıdır ve dondan hızla kurtulur. Tam güneşi tercih eder, ancak kısmi gölgede de büyür. Bu dayanıklı tırmanıcı bitkinin, parlak açık yeşilden neredeyse siyah olan bir mora kadar çok çeşitli renkte yaprakları vardır ve yumruları tüketilebilir [8].

Turp

Turplar (*Raphanus sativus* L.), sebze bahçeciliği için mükemmel sebzelerdir. Yaprakları ve yumrularıyla bahçelerde kolaylıkla kullanılırlar. Saksı yetiştiriciliğinde de ideal sebzelerdir, küçük saksılarda bile iyi büyürler. Küçük turp çeşitleri için en az 15 cm derinliğinde ve daha büyük çeşitler için ise en az 25 cm derinliğinde saksılar tercih edilir. Turplar çok fazla yüzey alanı olan geniş bir saksıya birden fazla ekilebilir. Her bitkiye büyümek için bolca yer vermek amacıyla aralarına en az 5 cm boşluk bırakılmalıdır. Çeşide bağlı olarak değişmekle beraber, turplar tohum ekiminden 24-60 gün sonra hasat edilebilir. Son derece büyük çeşitler dışında hemen hemen her turp çeşidi, saksılar için mükemmeldir [16].

Pancar

Pancarlar (*Beta vulgaris* L. var. *condivita* Alef), sebze bahçelerinde kolaylıkla yetiştirilebilen ve son derece hızlı büyüyen sebzelerdir. Mükemmel yer

örtücü olan bu tür, güzel saksı bitkileri ve parlak canlı duvar bahçeleri oluşturmada kullanılabilirler. Tohumdan veya fideden yetiştirilmesi kolay, yenilebilir süs kategorisinde yıllık bir bitki olarak ilk akla gelen türlerden biridir. Genel olarak pancarlar serin havayı tercih eder ve büyümeleri yaz ortasında duraklamış gibi görünür, ancak düzenli sulandıkları sürece taze görünümlerini korurlar. Pancar nemi sever, malçlama daha iyi nem tutma sağlayarak yabani otlara karşı da koruma sağlar. Pancarlar çiçeklendiğinde, bitkinin tabanındaki çiçekli sapı kesmek yeterlidir. Bitkiler yaprak bitleri ve diğer zararlılar tarafından zarar görebilmektedir. Pancar, yaz ortasında toprakta çok uzun süre bırakılırsa sert ve odunsu hale gelebilir. Bitki yumruları için yetiştirildiğinde, yaz ortasında söküp tekrar dikilmelidir. Ancak, bitkiler yaprakları için bir süs amaçlı yetiştirildiğinde, tüm yaz boyunca bahçede bırakılabilir [15]. Ayrıca saksıda yetiştirilmesi en kolay olan sebzelerden biridir. Özellikle büyük saksılara ihtiyaç duymazlar. Bu amaçla 20-25 cm derinliğinde bir saksı seçilerek, çok iyi drene olan ve organik madde bakımından zengin bir toprak kullanılmalıdır. Saksı bahçeciliği için 'Bull's Blood', 'Detroit Dark Red' ve 'Early Wonder' en iyi pancar çeşitleridir [16].

SEBZELERİN SÜS BİTKİSİ OLARAK KULLANIM ŞEKİLLERİ

Sebzeler, süs amaçlı kullanıldıklarında bahçelerde ve saksılarda değişik şekillerde kullanılabilirler. Dikimler yükseltilmiş bahçe yataklarına yapıldığında, kolay çalışma ve drenaj için kolaylık sağlanmış olur. Diğer yandan peyzaj alanının odak noktası olacak dairesel bir bahçe oluşturulabilir. Dikim alanları kareler halinde ayrılarak her karede yetişecek bir sebze ile dekoratif görüntüler oluşturulabilir.

Sebzeler tohumdan yetiştirilebilir veya fideleri bahçelere veya saksılara dikilebilir. Ancak süs sebze bahçelerini planlarken aynı familyaya ait türleri 4 yıl aynı yere dikmemeye özen gösterilmeli ve rotasyon yapılmalıdır.

Saksı Yetiştiriciliği

Balkon veya teraslarda sebze bahçesi oluşturmak eğlenceli ve kolaydır. Sebzeleri saksılarda yetiştirmek onları doğrudan toprakta yetiştirmek kadar verimli olabilir. Saksı sebzeciliği, zararlılar ve toprak kaynaklı hastalıklarla ilgili sorunları büyük ölçüde azaltabilir [34].

Bahçe toprağı genellikle ağır bünyeli olduğundan, drenaj sorunlarına neden olabileceğinden ve bitkilere zarar verebilecek haşereler veya toprak kaynaklı hastalıklar içerebileceğinden, sebzelerin yetiştirileceği saksılarda bahçe toprağı kullanılmamalıdır. Bunun yerine, tercihen özellikle sebzeler için formüle edilmiş saksı toprağı kullanılmalıdır. Organik madde içeriği yüksek saksı toprağı idealdir ve organik maddeyi artırmak, su tutmayı sağlamak ve drenajı iyileştirmek için solucan gübresi bu karışıma ilave edilebilir [16].

Saksılarda yetiştirilen sebzelerin düzenli gübrelemeye ihtiyacı vardır. Suda çözülebilen, çok amaçlı bir gübre kullanımı kolay olacaktır. Önerilen karıştırma oranının yarısı kadar bir solüsyonla üç-dört günde bir gübreleme sebzelerin gelişimini olumlu etkileyecektir. Toprak üstüne uygulanan kuru gübreler kullanıldığında ise her üç haftada bir gübre uygulaması yapılmalıdır. Gübre için kompost, hayvan gübresi, kan unu veya kaya fosfatı ve yeşil kum gibi organik maddeler de kullanılabilir [32].

Balkonlardaki sebze bahçeleri için saksıların koyulması planlanan yer incelenerek, bunların balkon tentesi altına yerleştirilmemesine dikkat edilmelidir. Diğer yandan bitkilerin yağmur alan bir alanda tutulması, yağmur suyundan faydalanmalarını sağlayacaktır. Ayrıca sebzelerin kök sistemlerini destekleyecek ve bitkilerin tam boyutunda büyümesini sağlayacak kadar büyük ve drenajı yeterli olan saksı sistemleri oluşturulmalıdır [34].

Küçük sebzeler için 4.5-9.0 litrelik saksılarda marul, lahana, pazı ve ıspanak gibi yapraklı yeşillikler, küçük domatesler, alabaşlar ve fesleğen gibi bitkiler bulundurulmalıdır. Orta boy sebzeler 18-36 litrelik saksılarda brokoli, karnabahar, lahana ve Brüksel lahanasının yanı sıra yarı bodur domates bitkileri, bamya ve çalı tarzı salatalıklar da dahil olmak üzere Lahanagillerin çoğu yetiştirilebilir. Habitusu daha büyük olan bitkiler için 36-38 litrelik saksılarda biber, patlıcan, salatalık, kabak, sırık domates ve çalı tipi kış kabağı çeşitleri dahil olmak üzere bu büyüklükteki saksılarda yetiştirilebilir. Ekstra büyük habituslu sebzeler için 38-56 litrelik saksılar; sırık domates, kış kabağı, balkabağı ve enginarlar için yeterlidir [34].

Kardeş Bahçecilik

Karşılıklı fayda sağlamak için farklı bitkilerin birlikte yetiştirilmesi uygulamasıdır. Belirli ürünleri birlikte yetiştirmenin faydaları üzerine yapılan araştırmalar, çoğunlukla sebze bahçelerine odaklanmaktadır, ancak süs bitkileri ile de yetiştiricilik söz konusudur (Şekil 1). Hastalık ve zararlıları önlemeye yardımcı olmak için birbirleriyle uyumlu bitkiler bir arada dikilebilir [11].

•*Alanlarda birbirlerine iyi eşlik eden sebzeler:* Fasulye, mısır ve kabak bahçelerde birbirlerine en iyi eşlik eden bitkilerdir. Fasulye (veya bezelye dâhil

herhangi bir baklagil) havadan nitrojeni çeker ve toprağa sabitler. Azot sabitleyen bitkiler, büyümek için ihtiyaç duydukları besinleri sağlayarak diğer tüm bitkilere, özellikle de kabak gibi bitkilere fayda sağlar. Mısır, uzun ve sağlam sapıyla fasulye gibi bitkilere tırmanabilecekleri bir omurga oluşturur. Ek olarak, hem mısır hem de kabak aynı nem ve toprak verimliliği gereksinimlerine ihtiyaç duyar ki, bu da onları kusursuz kardeş bitkiler haline getirir. Kabak bitkilerinin yayılarak büyümesi toprağı gölgeler ve bu alanlarda yabani otların çıkmasını engellerken, dikenli yaprakları fasulye veya tatlı mısıra gelebilecek kemirgenleri uzaklaştırır. Fasulyeler havuç ve kabakla veya patlıcanla eşleştirilebilir. Domatesler fesleğen, sarımsak ve soğan ile birlikte dikilebilir. Marul fesleğen, biberiye ve kekik gibi bitkilerle eşleştirilebilir. Pazı ve soğan ile ıspanak ekilebilir [11].



Şekil 1. a. Kardeş bahçecilik (Fotoğraf: G. Haspolat, 2012); b. Palet bahçesi [12]; c. Saman balyası bahçesi [10]; d. Kare bahçe [13]

Figure 1. a. Companion planting (Picture: G. Haspolat, 2012); b-Pallet gardening [12]; c-Straw bale gardennig [10]; d-Square foot gardening [13]

Latin çiçeği (*Nasturtium* ssp.) ve kadife çiçeği (*Tagetes* ssp.) gibi çiçekler, yaprak bitleri için bir "tuzak bitki" görevi görür. Bahçelerde kabakları zararlılara karşı korumak için kabakların çevresi bu iki çiçekle sınırlanabilir. Ek olarak, her iki bitki de yenebilecek rengârenk çiçeklere sahiptir. Nasturtium ve kadife çiçeği salatalarda kullanılabilir. Nane, dereotu, kekik, melisa ve maydanoz gibi kokulu otlar da zararlıları kabaklardan korumaya yardımcı olur [11].

•*Yan yana dikilmemesi gereken bitkiler:* Fasulye bitkileri soğan ve sarımsaktan, havuçlar ise dereotu veya rezeneden uzak tutulmalıdır. Domates, kabak veya patatesin yanına dikilmemelidir. Fasulye veya bezelye yakınına soğan dikilmemelidir [11].

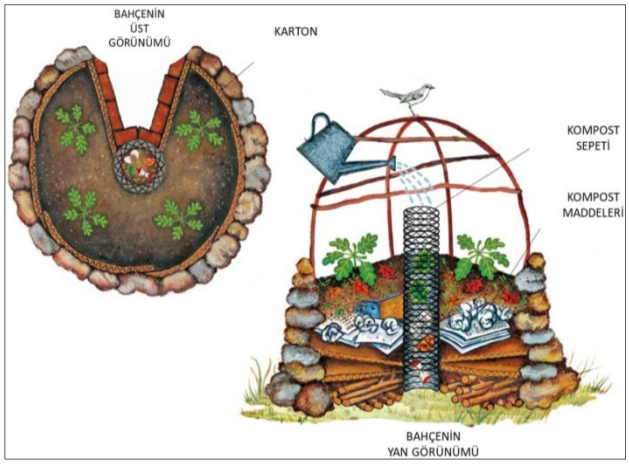
Dikey Bahçe

Bitkileri yukarı doğru büyümeleri için destekleyerek, bitkilerin kapladığı alanı sınırlamaya izin verir. Dikey olarak iyi yetişen sebzeler ise salatalık, sırık domates, bezelye, sırık fasulyesi, kabak ve kavundur. Kullanılmayan alandan yararlanmak için çit boyunca saksılara dikebilirler [10].

Anahtar Deliği Bahçesi

Anahtar deliği bahçesi, ortasında kompost içeren, yükseltilmiş yataklı bir bahçenin özel bir şeklidir. Ortadaki kompost etrafındaki bitkileri besler. Kurak iklimlerde kullanılır. Yuvarlak veya U şeklinde genellikle, yaklaşık 2 m çapında ve 1 m yüksekliğinde bir daire şeklinde inşa edilir. Ortadaki bir delik, toprağı nemlendiren ve besleyen bir kompost sepetini tutar. Yukarıdan bir anahtar deliği gibi görünen bahçe, geri dönüştürülmüş malzemelerle inşa edilebilir ve geleneksel bir bahçeden daha az sulama gerektirir. Dış duvarlar taş, metal levha, tuğla veya kül bloklarından yapılabilir. Bazı durumlarda toprak eklemeden önce anahtarın içi ıslak karton veya gazetelerle kaplanır [10]. Sürdürülebilir bu bahçecilik yöntemi, kurak, kaynakların kıt olduğu ve iklimin sert olduğu Güney Afrika'da bir insani yardım kuruluşu tarafından geliştirilmiştir ve o bölgede üç anahtar deliği bahçesinin tüm yıl boyunca 10 kişilik bir aileyi besleyebileceği belirtilmiştir. Bu sistemle havuç, lahana, domates ve ıspanak gibi sebzeler yetiştirilmektedir. Anahtar deliği bahçelerinde dikim yatakları neredeyse tamamen kompostdan oluşmaktadır. Toprağa karbon, azot ve hava katması için geri dönüştürülmüş gazeteler, telefon defterleri ve kartonlar kullanılmaktadır. Duvarları inşa etmek için yerel kaya ve kil, toprak yapmak için geri dönüştürülmüş kağıt ve gübre kullanılmaktadır. Bahçenin iç duvarını tanımlamak için 2 m çapında bir daire hazırlanır. Taş, metal, ahşap veya ıslak toprağın ağırlığını taşıyabilecek herhangi bir malzeme kullanarak dış duvar yaklaşık 1 m yüksekliğinde inşa edilir. Dairenin ortasında yaklaşık 0.5 m çapında ve yaklaşık 1.5 m yüksekliğinde bir tüp oluşturmak için tel örgü kullanılır. Dış duvarları kartonla kaplanır. Ortadaki tel örgüden oluşan boru boş kalacak şekilde atık malzemelerle doldurulur ve yavaş yavaş ıslatılır. Son olarak dikim alanının üst kısım birkaç cm kompost veya saksı toprağı ile doldurulur. Toprak, orta sepetin tepesindeki yüksek bir noktadan bahçenin kenarlarına doğru eğimli olmalıdır. Orta sepeti, bitkilere nem ve besin sağlayan mutfak artıkları ile otsu yabani otların yanı sıra değişen

gübrelenebilir malzeme katmanlarıyla doldurulur. Orta sepet ve bahçe ancak bitkiler susuz yaşayamayacakları kadar suya ihtiyaç duyduklarında sulanır. Bu işlem, bitkilerin köklerini orta sepete doğru zorlar. Orta sepete mutfak ve çim atıkları vb. eklenir. Bahçenin üzerine ince tellerden oluşan bir çerçeve yerleştirilir. En sıcak aylarda, teller bir gölgelik kumaşı destekleyebilir ve kışın plastik örtü anında bir sera etkisi oluşturur.



Şekil 2. Anahtar deliği bahçeciliği tasarımı [11]
Figure 2. Key hole gardening [11]

Palet Bahçesi

Paletler, yükseltilmiş bir yatak bahçesi için bir tür çerçeve oluşturmak için kullanılır. Palet bahçelerde; palet, yabani otları engelleyen kumaş, zımba telleri veya çiviler ve toprak kullanılır. Kumaş paletin altına ve yanına tutturulur. Palete taban taktıktan sonra, paletin üstüne toprak eklenir [10].

Kare Bahçeler

Kare bahçeler yükseltilmiş yatak bahçeleridir. Yataklar karelere bölündüğü için bu ismi alır. Yabacı otları engellemek için yükseltilmiş bir yatak kutuları oluşturulur. Bu kutular 1:1:1 oranında torf:vermikulit:kompost karışımı ile doldurulur [10].

Saman Balyası Bahçesi

Bu yöntem toprak bile gerektirmez, ancak biraz zaman gerektirir. Birkaç hafta işlenmiş samanın ortasına az bir toprakla bitkiler dikilir. Bitkiler daha sonra gerekli tüm besinleri çürüyen samandan alabilir. Mısır hariç tüm sebzeler yetiştirilebilir [10].

SONUÇ

Süs sebze bahçelerinde yaratıcılığı vurgulayan yenilebilir peyzaj alanları oluşturmak üzere bahçede olduğu kadar saksılarda da ilgi çekebilecek çok sayıda renkli sebze çeşidi mevcuttur. Yapraklı yeşillikler, yeşilin her tonundan kırmızı tonlara, bronzlara ve morlara kadar çeşitli renk ve dokularda yer alırken küçük alanlarda ve saksılarda yetiştirilmek üzere bodur özellikte birçok sebze türü vardır. İlkbahar ve erken yaz sebzeleri hasat edildikten sonra, bahçelere veya saksılara yaz sonu ve sonbahar sebzeleri ekilebilir.

Süs bitkileri olarak değerlendirilecek sebze bahçesinde bitkilerin maruz kalacağı güneş miktarına göre bahçeye dikilecek sebzeler düzenlenmelidir. Kök ve yapraklı sebze türleri (pancar, şalgam, marul, lahana, hardal yeşillikleri vb.) hafif gölgeyi tolere edebilirken domates, yeşil fasulye ve biber gibi meyveleri için yetiştirilen sebzelerin dikildiği alanlar her gün altı ile sekiz saat doğrudan güneş ışığı almalıdır.

Süs sebze bahçeleri ile yenilebilir çevre düzenlemesi çevreci bir yaklaşımla günden güne daha cazip hale gelen bir uygulamadır. Çim alanların bakımı için kullanılan pestisitler, gübreler ve elektrikli biçme makineleri nedeniyle çok fazla su ve enerji harcanıyor olması bahçelerde yer örtücü olarak sebzelerin kullanımını cazip hale getirmektedir. Bahçelerden hasat edilen taze sebzelerle dolu bir mutfak yerine, yalnızca yeşil bir bahçenin görsel tatminini de ayrı bir seçim olmakla birlikte, peyzaj anlamında sebzelerin kullanımı süs bahçeleri açısından yenilikçi bir yaklaşımdır. Bu uygulama ile birlikte görsel sunumun dışında insanların mevsiminde taze olarak yetiştirdikleri ürünleri tüketmeleri de bu yolla sağlık açısından değerli katkılar sağlamaktadır. Kendi sebzelerini yetiştiren kişiler doğada zaman geçirerek sağlıklı yiyecekleri yediklerinden emin olabilirlerken özellikle salgın hastalıklarla birlikte gelen sosyal ihtiyaçlar doğrultusunda kendilerine yeni bir yaşam alanını da süs sebze bahçeleri ile yaratmış olmaktadırlar.

Diğer yandan süs sebze bahçeciliği uygulamalarına uygunluk arz eden yeni sebze çeşitlerinin ıslahı da önem taşımaktadır. Hem görsel açıdan ilgi odağı olabilecek hem de sağlıklı beslenmeye katkı sağlayacak yeni sebze çeşitleri her zaman tüketici için dikkat çekecek durumdadır.

KAYNAKLAR

1. Acker, E., 2022. Keyhole gardening, Texas Coop Power, February 2012, Texas. (https://texascoop power.com/keyhole-gardening/; Erişim: Ağustos 2022).
2. Anonim 2022. Fesleğen, kraliyet bitkisi. Garden Life Bahçecilik Dergisi (https://www.gardena. com/tr/bahce-hayati/bahce-dergisi/feslegen-kraliyet-bitkisi/; Erişim: Ağustos 2022).

3. Anonymous, 2022-a. Ornamental Gourds, University of Florida, Gardening solutions, Florida, 28 August, 2022. (https://gardening solutions.ifas.ufl.edu/plants/edibles/vegetables/ornamental-gourds.html; Erişim: Ağustos 2022).
4. Anonymous, 2022-b. Swiss Chard, University of Florida, Gardening solutions, Florida, 08 August 2012 (https://gardeningsolutions.ifas.ufl.edu/plants/edibles/vegetables/swiss-chard.html; Erişim: Ağustos 2022)
5. Anonymous, 2022-c. Peppers, University of Florida, Gardening solutions, Florida, 20 June 2022, (https://gardeningsolutions.ifas.ufl.edu/plants/edibles/vegetables/peppers.html; Erişim: Ağustos 2022).
6. Anonymous, 2022-d. Cool-Season Vegetables, University of Florida, Gardening solutions, Florida, 28 August, 2020 (https://gardening solutions.ifas.ufl.edu/plants/edibles/vegetables/cool-season-vegetables.html; Erişim: Ağustos 2022).
7. Anonymous, 2022-e. Eggplant, University of Florida, Gardening solutions, Florida, 14 September 2018, (https://gardeningsolutions.ifas.ufl.edu/plants/edibles/vegetables/eggplant.html; Erişim: Ağustos 2022).
8. Anonymous, 2022-f. Ornamental Sweet Potato, University of Florida, Gardening solutions, Florida, 22 March, 2020 (https://gardening solutions.ifas.ufl.edu/plants/ornamentals/ornamental-sweet-potato.html; Erişim: Ağustos 2022).
9. Anonymous, 2022-g. Selecting Vegetables for Your Garden, University of Florida, Gardening solutions, Florida, 05 November 2013, (https://gardeningsolutions.ifas.ufl.edu/plants/edibles/vegetables/selecting-vegetables.html; Erişim: Ağustos 2022).
10. Anonymous, 2022-h. 7 creative ways to grow vegetables, Gardening Channel, Advice and Tips on How to Garden, 15 November 2018, (https://www.gardeningchannel.com/7-creative-ways-to-grow-vegetables/; Erişim: Ağustos 2022).
11. Anonymus, 2022-ı. Companion planting guide for vegetables. 26 May 2022 (https://www.almanac.com/companion-planting-guide-vegetables; Erişim: Ağustos 2022).
12. Anonymus, 2022-i. DIY pallet raised garden bed, (https://www.gardengatemagazine.com/articles/projects/all/diy-pallet-raised-garden-bed/; Erişim: Aralık 2022).
13. Anonymus, 2022-j. What is square foot gardening and should you try it this spring? 28 March 2019, (https://hellohomestead.com/what-is-square-foot-gardening-and-should-you-try-it-this-spring/; Erişim: Aralık 2022).
14. Balogh, A., 2022. A guide to growing ornamental peppers, Garden Design, 15 February 2021, (https://www.gardendesign.com/vegetables/ornamental-peppers.html; Erişim: Ağustos 2022).
15. Beşirli, G., Sönmez, İ., Aras, V., 2013. Süs bitkisi olma potansiyeli olan sebzeler. V. Süs Bitkileri Kongresi. 6-09 Mayıs 2013, Yalova, 2:928-932.
16. Brown, S., P., Treadwell, D., Stephens, J. M. and Webb, S., 2022. Florida vegetable gardening guide, University of Florida, Gardening solutions, Florida, 13 September 2021 (https://edis.ifas.ufl.edu/publication/vh021; Erişim: Ağustos 2022).
17. Coronado, S., 2022. Growing ornamental edible beets (*Beta vulgaris*), Shawna Coronado, 16 April 2018, Indiana, (https://shawnacoronado.com/growing-ornamental-edible-beets-beta-vulgaris/; Erişim: Ağustos 2022).
18. Galea (Deleanu), F.M., Munteanu, N., Stoleru, V., Teliban, G.C., 2018. Positive aspects of an ornamental vegetable garden and its effects towards family and community sustainability. Scientific Papers. Series B, Horticulture. LXII:517-520
19. Gibson, M., 2022. Advice and tips on how to garden, 8 Vegetables You Can Grow in Pots on a Balcony, Gardening channel, Advice and on How to Garden, 18 July 2019 (https://www.gardening channel.com/8-Tips vegetables-pots-balcony/; Erişim: Ağustos 2022).
20. Gilman, E.F., Howe, T., 2022. *Capsicum annuum* ornamental pepper. University of Florida, 12 April 2014 (https://edis.ifas.ufl.edu/publication/fp105; Erişim: Ağustos 2022).
21. Gilman, E.F., Klein, R.W., Hansen, G., 2022. *Brassica oleracea* 'white peacock' white peacock flowering kale, Florida (https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/fp/fp072/fp072-dgfka78uix.pdf; Erişim: Ağustos 2022).
22. Grant, B.L., 2022-a. Artichoke plant types: learn about different artichoke varieties, 12 May 2021, Florida, (https://www.gardeningknowhow.com/edible/vegetables/artichoke; Erişim: Ağustos 2022).
23. Grant, B.L., 2022-b. Varieties of kohlrabi: choosing kohlrabi plants for gardens, 12 May 2021, Florida, (https://www.gardeningknowhow.com/edible/vegetables/kohlrabi/kohlrabi-plant-varieties.htm; Erişim: Ağustos 2022).
24. Grant, A., 2022-c. Beautiful vegetables for foliage: tips on using edibles as ornamentals general vegetable garden care, 07 April 2022, (www.gardeningknowhow.com/edible/vegetables

/vgen/beautiful-vegetables-foliage.htm; Erişim: Ağustos 2022).
25. Gutner, R., McIntyre, T., Silvasy, T., Cohen, H., Momol, E., 2022. Pruning, harvesting and maintenance of Florida-friendly edible landscapes, Florida, 28 August 2022 (https://edis.ifas.ufl.edu/publication/ep622; Erişim: Ağustos 2022) (doi:doi.org/10.32473/edis-ep622-2022).
26. Iannotti, M., 2022. 8 groups of edible landscaping plants for your backyard, Herbs, Flowers, And Veggies Galore, 26 June (https://www.thespruce.com/best-vegetables-and-fruits-for-edible-landscape-1403436; Erişim: Ağustos 2022).
27. Keleş, D., Tijen Bahar, T., 2013. Süs biberlerini süs bitkisi olarak kullanma olanakları. 5. Süs Bitkileri Kongresi, 6-09 Mayıs 2013, Yalova, 2:718-722.
28. Lindgren, D.T., Todd, K.A., Killinger, E.M., 2022. Vegetables as ornamentals, Lawn and gardening. Nebreska, June 2009 (https://extensionpublications.unl.edu/assets/pdf/g1954.pdf; Erişim: Ağustos 2022).
29. Liu, J., Xin X., Zhou, Q. 2018. Phytoremediation of contaminated soils using ornamental plants. Environmental Reviews, 26(1):43-54.
30. Mahr, S., 2022. Lettuce shows (https://hort.extension.wisc.edu/articles/lettuce-shows/#:~:text=the%20various%20colors%20of%20lettuce,them%20in%20among%20other%20plants; Erişim: Ağustos 2022).
31. Martin, K., 2022. 12 Ornamental vegetable Plants, vegetable gardening, 19 October, 2019, (https://www.urbangardengal.com/ornamental-vegetable-plants/; Erişim: Ağustos 2022).
32. Mavi, K., 2018. Özalkan (Süs Biberi), Standart Tohumluk Kaydı Toplantısı, Ankara, 31 Ekim 2018 (https://www.researchgate.net/publication/328737977_ozalkan_ornamental_pepper_cultivar; Erişim: Ağustos 2022).
33. Neveln, V., 2022. Ornamental pepper gardening. Better Homes and Gardens, Des Moines 02 December 2020. (https://www.bhg.com/gardening/plant-dictionary/annual/ornamental-pepper/; Erişim: Ağustos 2022).
34. Patterson, S., 2022. Scarlet Runner Bean, Runner Beans, Gerdening Know How, 07 May 2021, (https://www.gardeningknowhow.com/ornamental/vines/scarlet-runner-bean/growing-scarlet-runner-beans.htm; Erişim: Ağustos 2022).
35. Pokorny, K., 2022-a. How to grow vegetables on a balcony, patio or windowsill, The Oregon State University Extension Service, (https://www.oregonlive.com/hg/2020/05/how-to-grow-vegetables-on-a-balcony-patio-or-windowsill.html; Erişim: Ağustos 2022).
36. Pokorny, K., 2022-b. Ornamental or edible, artichokes have a place in the garden, The Oregon State University Extension Service, 15 May (https://today.oregonstate.edu/news/ornamental-or-edible-artichokes-have-place-garden; Erişim: Ağustos 2022).
37. Russell, E.M., 2022. 25 Vegetables to Grow in Buckets, Advice and Tips on How to Garden, (https://www.gardeningchannel.com/vegetables-that-grow-in-buckets/; Erişim: Ağustos 2022).
38. Stephens, J.M., 2022-a. Gourd, ornamental-*Lagenaria* spp., *Cucurbita* spp., and *Luffa* spp., University of Florida Horticultural Sciences Department, IFAS Extension. Florida. 30 October 2018 (https://edis.ifas.ufl.edu/publication/mv073; Erişim: Ağustos 2022).
39. Stephens, J.M., 2022-b. Swiss Chard-Beta Vulgaris L. (Cicla Group), University of Florida Horticultural Sciences Department, IFAS Extension, 06 November 2018, (https://edis.ifas.ufl.edu/publication/mv143; Erişim: Ağustos 2022).
40. Temirkaynak, M., 2012. Enginar Yetiştiriciliği, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Eğitim Yayım ve Yayınlar Dairesi Başkanlığı, Çiftçi Eğitim Serisi, Yayın No: 81, Ankara.pp:1-55.
41. Torpey, J., 2022. How to Grow Artichokes the Ornamental Edible, 14 March 14, 2021 (https://www.attainable-sustainable.net/growing-artichokes/; Erişim: Ağustos 2022).
42. Vanderlinden, C., 2022. How to direct sow seeds successfully in your garden, garden tasks, 07 May, New York (https://www.thespruce.com/how-to-direct-sow-garden-seeds-2539874; Erişim: Ağustos 2022).
43. Yanmaz, R., 2015. Türkiye'nin Kabakları. Tarım Türk Dergisi, (23): 68-73.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 173–179 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

MAYA EKSTRAKTI & LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS FERMANTASYON ÜRÜNÜNÜN TUZ STRESİ ALTINDAKİ DOMATES BİTKİLERİNDE (*Solanum lycopersicum* L.) KATALAZ (CAT) VE PEROKSİDAZ (POX) AKTİVİTELERİ VE KLOROFİL FLORESANSINA ETKİLERİ

Necip TOSUN[1]*, Asuman SAĞLAM[2]

[1]Prof. Dr., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı, İzmir; ORCID: 0000-0003-2622-8831
[2]Dr., İzmir Zirai Karantina Müdürlüğü, Konak/İzmir; ORCID: 0000-0001-5952-2960

ÖZ

Bu çalışmanın amacı bitki aktivatörünün (maya ekstraktı + Lactobacillus acidophilus fermantasyon ürünü) tuz stresi altında bulunan saksı koşullarında yetiştirilmiş domates bitkilerinde etkisini ortaya koymaktır. Çalışmamızda haftada 1 kez toplamda ise 2 kez olmak üzere 600, 900, 1200 µl L^{-1} konsantrasyonlarda bitki aktivatörü uygulamasından 2 hafta sonra domates bitkileri günlük 100 mM NaCl konsantrasyonda tuz stresine maruz bırakılmıştır. NaCl uygulamasından 2 hafta sonra domates bitkileri hasat edilmiştir. Sonuç olarak CAT aktivitesi sadece tuz stresi altındaki bitkilerde %52 artış göstermiştir. Benzer şekilde 60, 90 ve 120 ml 100 L^{-1} bitki aktivatörü uygulamasının kontrol gruplarına göre CAT aktivitesini teşvik ettiği belirlenmiştir. Tuz stresi altında CAT aktivitesindeki en yüksek artış 2.56 kat ile 60 ml 100 L^{-1} bitki aktivatörü uygulanmış domates bitkilerinde tespit edilmiştir. Tuz stresi POX aktivitesinde önemli bir artışa sebep olmuştur. Ancak 60 ml ve 90 ml 100 L^{-1} bitki aktivatörü uygulanmış gruplarda bir değişiklik olmamış veya kontrole göre %24 düşüş gerçekleşmiştir. Klorofil floresansı, 60, 90 ve 120 ml/100 L su uygulamalarında paralel olarak artmıştır. ISR-2013 uygulamalarının domates bitkilerinin NaCl stresine karşı korunmasında yararlı olduğu kanıtlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bitki aktivatörü, *Saccharomyces cerevisiae* ekstratı, enzim aktivitesi, fotosentez, abiyotik stres

THE EFFECTS OF YEAST EXTRACT & FERMENTATION PRODUCT OF LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS ON THE CATALASE (CAT), PEROXIDASE ACTIVITIES (POX) AND CHLOROPHYLL FLUORESCENCE IN TOMATO (*Solanum lycopersicum* L) UNDER SALT STRESS

ABSTRACT

The purpose of this study was to find out whether plant activator (yeast extract + fermentation product of Lactobacillus acidophilus) furnish any protection for tomato plants against salt stress (100 mM NaCl) under pot experiment condition. Plant activator was applied once a week totally two weeks at 600, 900, 1200 µl L^{-1} concentrations. Afterwards, they were exposed to salt stress at a daily concentration of 100 mM NaCl. Tomato plants were harvested 2 weeks after NaCl application. As a result, CAT activity was increased by 52% fold under only salt stress. Similarly, 60, 90 and 120 ml 100 L^{-1} plant activator treatments also induced CAT activity, as compared to their control groups. However, the highest increase in CAT activity under salt stress was observed in 60 ml 100 L^{-1} plant activator treated-group by 2.56 fold. Salt stress caused a significant increase in the POX activity of leaves. However, POX activity of 60 and 90 ml 100 L^{-1} plant activator treated groups did not change or decreased 24%, as compared to their control groups. Chlorophyll fluorescence was increased parallel with plant activator doses at 60, 90, and 120 ml. ISR-2013 treatments proven useful in the protection of tomato plants against NaCl stress.

Keywords: Plant activator, *Saccharomyces cerevisiae* extract, enzyme activity, photosynthesis, abiotic stress

GİRİŞ

Bitkiler tuzluluk, sıcaklık, kuraklık gibi abiyotik ve virüs, bakteri fungus gibi biyotik stres etmenlerine maruz kalmaktadırlar. Bu çevresel stres faktörleri Dünya çapında sorun teşkil etmekte olup bitkilerin sürgün ve kök gelişimini sınırlayarak büyük ölçüde ürün kayıpları ve ekonomik zarara yol açmaktadır. Global iklim değişiklikleri abiyotik ve biyotik faktörlere maruziyeti de arttırmaktadır. Dolayısıyla bu durum bitkilerin farklı stres koşullarında yanıtını anlamak ve mücadelesini belirlemek adına birçok alanda çalışmayı da beraberinde getirmiştir.

Bitkiler iyon akışını değiştirerek, yeni reaktif oksijen türleri (ROS) üreterek, antioksidant sistemi teşvik ederek, fitoaleksin ve stres bağlantılı genleri sentezleyerek bu stres faktörlerinin ölümcül etkilerine karşı kendilerini korumaya almaktadırlar.

Abiyotik stres faktörlerinden tuzluluğun bitkiler üzerine etkisi ozmotik stres, iyon toksisitesi, mineral alımında yetersizlik, fizyolojik ve biyokimyasal pertürbasyonlar ve benzer diğer abiyotik stres

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

şeklinde olmaktadır. Tuzluluk, süper oksitler (O_2-), hidrojen peroksit (H_2O_2) ve hidroksil radikalleri (OH•) gibi reaktif oksijen türlerinde (ROT) artışa neden olarak oksidatif strese neden olabilmektedir. Bunlar yüksek oranda reaktiftir ve lipit, protein ve nükleik asitleri oksidasyona uğratarak hücresel zarara neden olabilirler. Bitki hücrelerinde yoğun olarak peroksizom, kloroplast, mitokondri, plazma membranı ve hücre dışı bölgelerde üretilen ROT'ler, temel olarak tekli oksijen ($1O_2$), süper oksit anyon radikali (O_2^-), hidrojen peroksit (H_2O_2) ve hidroksil radikalidir (OH•). Bitki hücrelerinde ROT'nin temizlenmesinde karmaşık bir antioksidan ağ görev yapmaktadır ve hücre sinyallerinin gereksinimlerine göre seviyeleri kontrol edilmektedir [17]. Bitkiler bu ROT'ri tarafından meydana getirilen hasarı ortadan kaldırmak veya en aza indirmek için POX, CAT, SOD, APX, Glutatyon redüktaz (GR) gibi belirli antioksitatif enzimler vasıtasıyla kendilerini savunmaya almaktadırlar [14, 12]. Bu enzimler toksik bileşikleri ortadan kaldırmak veya daha az toksik hale metabolize etmekle görevlidirler ve stres koşullarında sentezlenmektedirler. CAT, bitki savunma sisteminde tuz stresine karşı oksitatif stresi tetiklemekte, fotosolunum, purin katabolizması ve yağların β-oksidasyonu ile peroksizomda üretilen H_2O_2'nin ortadan kaldırılmasında önemli rol oynamaktadır. Aynı zamanda CAT, POXs H_2O_2'yi detoksifiye eden enzimlerdir.

Tarım alanlarındaki "tuzluluk ve patojen varlığı" bitki gelişimi ve büyümesini etkileyen iki önemli sınırlayıcı faktördür. Dünya'da sulama yapılan toprakların %20'si tuzluluk sorunu ile karşı karşıya kalmaktadır [13].

Tuzluluk stresinin patojen organizmalarla olan interaksiyonunu engellemek için patojenden ari alanlarda gerçekleştirilen çalışmalardan göz önüne aldığımızda, tuzlu topraklardan daha fazla yararlanabilmek için toprak ıslah çalışmalarının yanı sıra bitkilerin tuz stresi koşullarındaki adaptasyon mekanizmalarının anlaşılması büyük önem taşıdığını görmekteyiz. Tuz stresine karşı toleranslı tür gelişimi konusunda birçok çalışma yapılmaktadır. Bazı türlerin genotipinde gerçek toleransı sağlayan genlerin bulunamaması, bir karakterin birçok gen tarafından kontrol ediliyor olması ve çok sayıda bitkide aynı anda gen taramasının yapılmasındaki zorluklar gibi nedenler bu alanda yapılan çalışmalardaki başarı şansını azaltmaktadır [16]. Domates bitkisinin tuza dayanıklı bazı yabani türleri bulunsa da bu konuda çok hızlı bir gelişme sağlanamamıştır [3, 7, 15].

Yaptığımız araştırmalar bitkilere saldırıdan önce bitkideki savunma mekanizmasını harekete geçiren katalaz ve peroksidaz gibi antioksidan enzimlerin üretiminde artışa neden olan bazı bitki aktivatörlerinin varlığını göstermiştir. Bitkilerdeki zararlı organizmalara ve/veya stres koşullarına karşı doğrudan etkili olmayıp bitkilerin doğal savunma sistemini aktive ederek etkili olan ve bu özelliklerden birini veya birkaçını bir arada taşıyan maddeler olan [1] bitki aktivatörlerinin bitkiler üzerindeki koruyucu rolü genelde patojen bağlantılı proteinlerin (PR) neden olduğu enfeksiyonlarla ilgili olarak araştırılmıştır. Buna karşın bitki aktivatörleri bor toksisitesi, kuraklık, tuzluluk, fosfor kilitlenmesi, su stresi gibi abiyotik stres koşullarında bitkinin büyüme fonksiyonlarını etkileyecek sistemleri aktive ederek potansiyel faydalar sağlamaktadır. Bitki aktivatörleri ile abiyotik streslere karşı bitki toleransının artırılması, besin asimilasyonu, toprak verimliliğinin arttırılması, su kullanımının daha verimli hale getirilmesi sağlanmaktadır. Aynı zamanda şeker içeriği, renk, tat gibi ürünün kalite özelliklerini iyileştirmektedir [20].

Tüm bu veriler doğrultusunda gerçekleştirdiğimiz çalışmamızın amacı bitki aktivatörünün (maya ekstraktı + *Lactobacillus acidophilus* fermantasyon ürünü) tuz stresi altında bulunan saksı koşullarında yetiştirilmiş domates bitkilerinde etkisini ortaya koymaktır.

MATERYAL VE METOT

Domates (Atack F_1) fideleri Ege Fide firmasından temin edilmiştir. *Saccharomyces cerevisiae* maya ekstraktı & *Lactobacillus acidophilus* fermantasyon ürünü aktif maddelerini içeren ISR-2013 isimli preparat Alltech USA firması tarafından sağlanmıştır. Saksı denemeleri Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü seralarında gerçekleştirilmiştir. CAT, POX aktiviteleri ve klorofil floresansı Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü'nden hizmet alınarak belirlenmiştir.

Deneme 8 karakterli ve 10 tekrarlı olarak her bir saksıya 1 adet domates fidesi gelecek şekilde kurulmuştur (Şekil 1). Yaklaşık 3 haftalık domates fidelerinin yapraklarına ve yetiştirildiği saksının toprağına ISR 2013 sprey şeklinde uygulanmıştır. 2 hafta süre ile 60 ml, 90 ml, 120 ml bitki aktivatörü uygulaması devam ettirilmiş ve 3. haftada domates bitkileri günlük 100 mM NaCl konsantrasyonda sulama suyu ile muamele edilerek tuz stresine maruz bırakılmıştır (Çizelge 1). Tuzluluk stresi yaratmak için 0 ve 100 mM NaCl içeren sulama suları sprey şeklinde saksı toprağına verilmiştir. Domates bitkileri NaCl uygulamasından 2 hafta sonra 7 Haziran 2013 tarihinde hasat edilerek -20°C'de derin dondurucuda muhafaza edilmiştir.



Şekil 1. Deneme alanından genel görünüm
Figure 1. General view from the trial

Çizelge 1. Domates fidelerinde bitki aktivatörü ve NaCl uygulama dozları ve zamanları
Table 1. Application dosages and time of plant activator and NaCl in tomato seedlings

No	Karakterler *Traits*	Dozlar *Doses*	ISR-2013 uygulama zamanı *ISR-2013 application time*	NaCl uygulama zamanı *NaCl application time (14 days)*
1	Kontrol (-) Tuz yok *Control (-) No salt*	Sadece su *Water only*	-	-
2	ISR-2013	600 µl L^{-1}	16 Mayıs 2013 23 Mayıs 2013	-
3	ISR-2013	900 µl L^{-1}	16 Mayıs 2013 23 Mayıs 2013	-
4	ISR-2013	1200 µl L^{-1}	16 Mayıs 2013 23 Mayıs 2013	-
5	ISR-2013 + NaCl	600 µl L^{-1} + 100 mM	16 Mayıs 2013 23 Mayıs 2013	24 Mayıs 2013 7 Haziran 2013
6	ISR-2013 + NaCl	900 µl L^{-1} + 100 mM	16 Mayıs 2013 23 Mayıs 2013	24 Mayıs 2013 7 Haziran 2013
7	ISR-2013 + NaCl	1200 µl L^{-1} + 100 mM	16 Mayıs 2013 23 Mayıs 2013	24 Mayıs 2013 7 Haziran 2013
8	Kontrol (+) (NaCl uygulanmış) *Control (+) (NaCl applied)*	100 mM	-	24 Mayıs 2013 7 Haziran 2013

Klorofil floresansı, fotosistem II'nin (PS II) fotosentetik verimliliği portatif bir bitki verimlilik analizörü (Hansatech Inst. Ltd., Norfolk, UK) ile 4 hafta boyunca ölçülmüş ve aktivatör uygulamasının domates bitkilerine kazandırdığı tuz toleransını ortaya koyabilmek için, özellikle fotosistem II'nin (PS-II) fotokimyasal verimi (Fv/Fm) karşılaştırılmıştır. İşlem, domates fidelerine tuz uygulamasının başlatıldığı 0. günden itibaren her bitkide 3. yapraktan itibaren her karakterden 3 tekerrür alınarak gerçekleştirilmiştir.

Hasat edilen domates bitkilerinden alınan 1 g yaprak örneği, 1 mM $EDTA.Na_2$ ve %2 (w/v) çözünmez PVPP içeren çok soğuk 50 mM sodyum fosfat tamponu (pH 7.8) ile homojenleştirilmiştir. Tüm ekstraksiyon prosedürü 0-4°C'de gerçekleştirilmiştir. Elde edilen homojenatlar, 0°C'de 20 dakika 13.000 g'de santrifüjlenerek süpernatanlar, enzim aktivitesinin belirlenmesi için kullanılmıştır Protein konsantrasyonu, standart olarak sığır serum albümini kullanılarak Bradford [5]'e göre belirlenmiştir.

Katalaz (CAT; EC 1.11.1.6) ve Peroksidaz (POX; EC 1.11.1.7) aktiviteleri her bitki için en üstündeki 4. yapraktan itibaren tespit edilmiştir. Katalaz (CAT; EC 1.11.1.6) aktivitesi H_2O_2 yıkımına yol açan ilk oran ölçülerek tespit edilmiştir [2]. Reaksiyon karışımı 0.05 M Na-phosphate buffer (pH 7) içerisinde %3 H_2O_2 ve 0.1 mM EDTA karışımından oluşmaktadır. H_2O_2'deki düşüş 240 nm'de optical yoğunluktaki ve dakikada µmol olarak tüketilen H_2O_2 hesaplanarak elde edilen aktivitedeki düşüşü beraberinde getirmektedir.

Peroksidaz aktivitesi (POX; EC 1.11.1.7) Herzog ve Fahimi [10]'a göre analiz edilmiştir. Reaksiyon karışımı %50 (w/v^{-1}) jelatin içeren DAB solüsyonu ve 0.15 M Na-phosphate-citrate buffer (pH 4.4) ve %0.6 H_2O_2'den meydana gelmektedir. Absorbans artışı 465 nm'de 3 dakika süre ile kaydedilmiştir. Elde edilen sonuçların değerlendirilmesinde tek yönlü ANOVA ve LSD testleri kullanılmıştır. Tüm veriler 3 tekrardan oluşmaktadır ve elde edilen değerler $P<0.05$'de önemli derecede farklı bulunmuştur.

SONUÇ VE TARTIŞMA

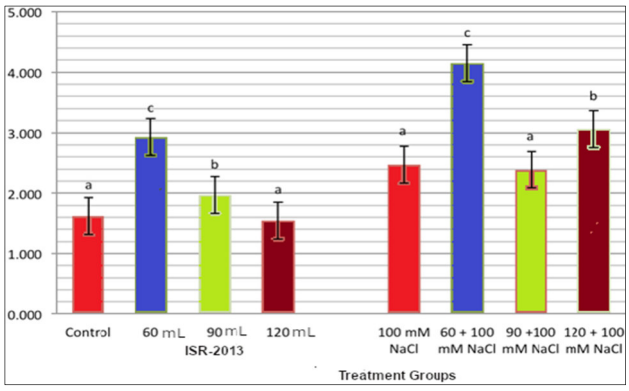
Bitkilerin stres koşullarına karşı kendilerini korumak için savunma mekanizmasında yer alan peroksidaz, öncül bir antioksidant enzimdir. Hidrojen peroksit kullanan veya bozan enzimler olan peroksidazlar insan vücudu da dahil olmak üzere biyolojik sistemlerde bulunur. POD'ın bitkilerde hormonal faaliyet, savunma mekanizmaları, sebze ve meyvelerin yetişme dönemleri süresince indoleasetik asit miktarının ayarlanması ve lignin biyosentezi gibi hayati fonksiyonlarda rol aldığı bilinmektedir Denli ve ark. [8]'a göre POD Stres koşulları olmadıkça bitki tarafından üretilmez ancak stres olursa tepki olarak üretilmektedir. Peroksidaz üretimi için enerji gerekmektedir. Bitkide peroksidaz var ise stres koşulları altında diyebiliriz. Stres koşullarında peroksidaza göre daha az enerji ile üretilen katalaz enzimi de artmaktadır. Katalaz öncül peroksidazı bertaraf ederek savunma sistemini harekete geçirmektedir. Bilindiği üzere tuz klorofili parçalamasına sebep olmakta ve bitkide alışık olduğumuz yeşil rengi görememekteyiz. Bu durum ATP'nin azalması, aminoasit protein üretiminin durması ve klorofil a, klorofil b ve klorofil c' de yıpranma ve deformasyon sonucu ortaya çıkmaktadır.

Çalışmada CAT aktivitesinin sadece tuz stresi altındaki bitkilerde %52 artış gösterdiği tespit edildi. Benzer şekilde 60, 90 ve 120 ml/100 L^{-1} bitki aktivatörü uygulamasının kontrol gruplarına göre CAT aktivitesini teşvik ettiği belirlendi. Tuz stresi altında CAT aktivitesindeki en yüksek artış 2.56 kat ile 60 ml 100 L^{-1} bitki aktivatörü uygulanmış domates bitkilerinde tespit edilmiştir (Şekil 2).

Tuz stresi POX aktivitesinde önemli bir artışa sebep olmuştur. Ancak 60 ml ve 90 ml 100 L^{-1} bitki aktivatörü uygulanmış tuz stresi altındaki gruplarda bir değişiklik olmamış veya kontrole göre %24 düşüş gerçekleşmiştir. Diğer taraftan 120 ml 100 L^{-1} bitki aktivatörü uygulanmış stres altındaki bitkilerin POX aktivitesinde yalnızca 120 ml 100 L^{-1} bitki aktivatörü uygulanmış bitkilere göre %6 oranında artış tespit edilmiştir (Şekil 3).

Çalışmada tuz stresi ve ISR-2013 uygulamalarının bitki gelişiminde engelleyici etkisi tespit edilmemiştir (Şekil 4, 5, 6, 7, 8). NaCl uygulaması domates bitkilerinin kök ve gövde uzamasını engellemiştir. Tuz stresi altında aktivatör uygulanan bitkilerin kök ve gövde uzunluğunda ise yalnızca NaCl uygulanan kontrol fidelerden daha fazla artış olduğu gözlenmiştir.

Tuz stresi uygulanan kontrol fidelerin PS II veriminde önemli bir azalma meydana gelirken, ISR-2013 uygulamasıyla bu düşüşün azalarak kontrol grubu değerlerini aşmıştır. Bitki aktivatörü uygulamasının, fotosentetik verimde NaCl'ün neden olduğu azalmayı önemli oranda iyileştirdiği görülmektedir.



Şekil 2. Tuz stresi altındaki domates bitkilerinde ISR-2013 uygulamalarının katalaz aktivitesine etkisi

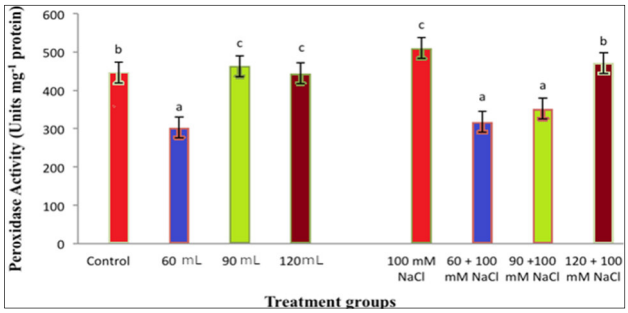
Figure 2. The effects of ISR-2013 on catalase activity in tomato seedlings under salt stress

Klorofil floresansı bitki aktivatörü dozundaki artışa paralel olarak sırasıyla 60, 90 ve 120 ml uygulamalarda 36.6, 42.3 ve 48.6 olarak artmıştır. Tuz stresi altında bu oran değişkenlik göstermiş olup en yüksek 55.5 ünite ile 90 ml bitki aktivatörü + 100 mM NaCl uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Klorofil floresansı ortalaması

Table 2. Average number of chlorophyll fluorescence of treated and non-treated plants

Uygulamalar *Applications*	Klorofil floresansı (ortalama) *Chlorophyll fluorescence (mean)*
Kontrol (+) / *Control (+)*	36.9
60 ml ISR 2013	36.6
90 ml ISR 2013	42.3
120 ml ISR 2013	48.6
60 ml ISR 2013 + 100 mM NaCl	29.1
90 ml ISR 2013 + 100 mM NaCl	55.5
120 ml ISR 2013 + 100 mM NaCl	32.4
Kontrol (+) / *Control (+)*	25.8



Şekil 3. Tuz stresi altındaki domates bitkilerinde ISR-2013 uygulamalarının peroksidaz aktivitesine etkisi

Figure 3. The effects of ISR-2013 on peroxidase activity in tomato seedlings under salt stress



Şekil 4. 600, 900 ve 1200 µl L^{-1} ISR-2013 uygulanmış domates bitkileri

Figure 4. Tomato plants treated with 600, 900 and 1200 µl L^{-1} ISR-2013

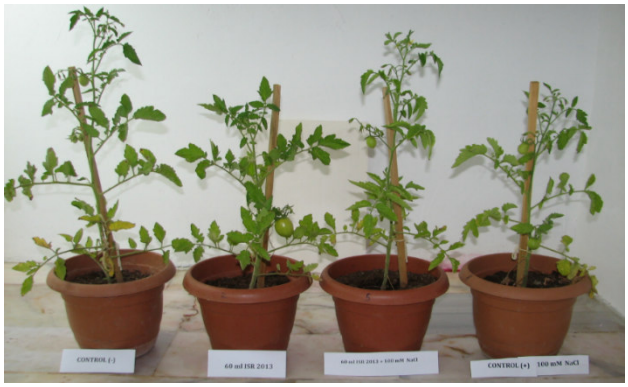
Bor ve ark. [4]'a göre, iki şeker pancarı varyetesi, *Beta vulgaris* ev. *bianca*, *Beta vulgaris* ev. *ansa* ve bu bitkilerin yabani akrabası, *Beta maritima*'da, tuz stresinin, zamana ve konsantrasyona bağlı çeşitli etkilerini incelemişlerdir. Kültür varyeteleri ile yabani tür arasında, büyüme parametreleri (kök ve gövde), fotosentetik verim, bağıl su içeriği, fotosentetik pigment, protein, prolin, lipid

peroksidasyonu miktarları ve süperoksit dismutaz, peroksidaz, katalaz, askorbat peroksidaz ye glutasyon redüktaz gibi antioksidatif enzimlerinin aktivitelerine göre farklılıkların belirlenmesinin amaçlandığı çalışmada tuzluluk koşullarında yetiştirilen yabani pancar *Beta maritima*'da kültür pancarı *Beta vulgaris*'e göre yüksek oranda CAT, POX, GR, APX antioksitatif enzimler saptanmıştır. Bu sonuçlar, *B.maritima*'nın oksidatif zarara karşı kalıtsal ve indüklenmiş yüksek antioksidant enzim aktiviteleri sayesinde, tuz stresine duyarlı olan şeker pancarı varyeteleri, *B.vulgaris* ev. *bianca* ve *B.vulgaris* ev. *ansa*'dan daha etkili bir korunma mekanizmasına sahip olduğunu gösterilmiştir.



Şekil 5. 600, 900 ve 1200 µl L^{-1} ISR-2013 ve 100 mM NaCl uygulanmış domates bitkileri

Figure 5. Tomato plants treated with 600, 900 and 1200 µl L^{-1} ISR-2013 and 100 mM NaCl



Şekil 6. 100 mM NaCl'de 600 µl L^{-1} ISR-2013 ile muamele edilmiş domates bitkileri

Figure 6. Tomato plants treated with 600 µl L^{-1} ISR-2013 at]0 mM NaCl

Nostar ve ark. [14] yaptıkları çalışmada 50 ve 100 mM NaCl ile muamele edilmiş ve/veya *Pseudoperonospora cubensis* ile bulaşık *Cucumis sativus* L. cvs. Sardes ve Beith Alpha hıyar çeşitlerinde gerçekleştirdikleri çalışmada; her iki çeşidin tuz stresi altında fungus enfeksiyonundan ciddi şekilde etkilendiği ancak cv. Sardes çeşidinde sürdürülebilir büyüme performansı, daha iyi yaprak su miktarı, düşük peroksidasyon seviyesi tespit edildiğini ortaya koymuşlardır. Bu nisbi toleransın antioksidant enzim aktiviteleri ve proline seviyesinden kaynaklanabilmektedir. Hwang ve ark. [11] ve Cohen ve ark. [6]'nın patojenle inokule edilmiş biber ve domates bitkilerinde gerçekleştirdikleri çalışmada domates bitkilerine uygulanan β-aminobutirik asit aktivatörünün PR proteinlerinin birikimine neden olduğu tespit edilmiştir. Bir bitki aktivatörü olan Crop-Set ile yapılan bir çalışmada domates bitkisinde protein miktarından önemli bir artış elde edilmiştir [6]. Tosun ve ark. [19] yaptıkları çalışmada domateste geç yanıklık hastalığına karşı kullanılan Harpin isimli aktivatör ile toplam protein miktarında artış meydana geldiğini ortaya koymuşlardır. Sekmen ve ark. [16] yaptıkları çalışmada 100 Mm NaCl uygulanan domates bitkilerinde, bir bitki aktivatörü olan Stubble-Aid'in büyüme, yaprak oransal su içeriği (RWC), klorofil floresansı (Fv/Fm), stoma iletkenliği ve toplam protein içeriği üzerindeki etkisini araştırmışlar ve bu biyokimyasal parametreler tespit edilerek Stubble-Aid'in domates bitkilerinin tuz stresine karşı toleransını arttırdığını belirlemişlerdir.



Şekil 7. 100 mM NaCl'de 900 µl L^{-1} ISR-2013 uygulanmış domates bitkileri

Figure 7. 900 µl L^{-1} ISR-2013 applied tomato plants at 100 mM NaCl

Bu çalışmada sonuç olarak bitki aktivatörü uygulama dozları klorofil floresansındaki yıkımı minimize etmiş, bitki aktivatörünün (maya ekstraktı + *Lactobacillus acidophilus* fermantasyon ürünü) hem tek başına hem de orta ve yüksek seviyelerde tuz stresi altında bulunan saksı koşullarında yetiştirilmiş domates bitkilerinde POX ve CAT aktivitelerinde ve klorofil floresansında artışa neden olduğu tespit edilmiştir. Bitki gelişiminde engelleyici etki tespit edilmemiştir. Uygulamanın domateste bitki savunma sistemini uyarıcı elisitör olarak görev yaptığı ve potansiyel tuz stresine karşı bitkiyi koruduğunu söyleyebiliriz. Tuzluluğa belirli oranda tolerant ıslah

edilmiş domates çeşitlerinin bitki aktivatörleri ile kullanılmasının pazarlanabilir kalitede ve sürdürülebilir ürün eldesinde çok önemli olacağı bu çalışma ile gösterilmiştir. Ancak, tuz stresi gibi abiyotik stres koşullarının bitkideki zararlarının minimize edilebilmesi için bitki aktivatörlerinin etki mekanizmalarının daha detaylı çalışılması konunun daha iyi anlaşılabilmesi ve pratikte uygulanabilirliği açısından gereklidir.



Şekil 8. Tuz stresi altındaki domates bitkilerinde 1200 µl L^{-1} ISR-2013 uygulamaları

Figure 8. 1200 µl L^{-1} ISR-2013 applications in tomato plants under salt stress

KAYNAKLAR

1. Anonim, 2017. Bitki koruma ürünlerinin ruhsatlandırılması ve piyasaya arzı hakkında yönetmelik. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Sayı:30235 (https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/11/20171109-3.htm; Erişim: Haziran 2022).
2. Bergmeyer N., 1970. Methods of enzymatic analysis. Akademie Verlag. Berlin.
3. Bolarin, M.C., Fernandez, E.G., Cruz, V., Cuartero, J., 1991. Salinity tolerance in four wild tomato species using vegetative yield-salinity reponses curves. J. Am. Soc. Hor. Sci. 116:266-290.
4. Bor, M., Özdemir, F., Türkan, I., 2003.The effect of salt stress on lipid peroxidation and antioxidants in leaves of sugar beet Beta vulgaris L. and wild beet *Beta maritima* L. Plant science 164(1):77-84.
5. Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Anal Biochem 72:248-254.
6. Cohen, Y., Niderman, T., Mosinger, E., Fluhr, R., 1994. β-Aminobutyric acid induces the accumulation of pathogenesis-related proteins in tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.) and resistance to late blight infections caused by *Phytophthora infestance*. Plant. Physiol. 104:59-66.
7. Cuartero, J., Yeo, A.R., Flowers, T.J., 1992. Selection of donors for salt tolerance for salt-tolerance in tomato using physiological traits. New Phytol., 121:63-69.
8. Denli, Z., Arabacı,G., 2013. Kiwano (*Cucumis metuliferus*) bitkisindeki peroksidaz enzimleri üzerine amino asit etkisinin incelenmesi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 18(2):105-109.
9. Foyer, H., Christine, Noctor, G., 2005. Oxidant and antioxidant signaling in plants: a re-evaluation of the concept of oxidative stress in a physiological context (https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2005.01327.x).
10. Herzog V, Fahimi H.D., 1973. A new sensitive colorimetric assay for peroxidase using 3,3' diaminobenzidine as hydrogen donor. Anal Biochem 55:554-562.
11. Hwang, K., Sunwoo, J.Y., Kim., Y.J., Kim, B.S., 1997. Accumulation of beta-1,3-glucanase and chitinase isoforms, and salicylic acid in the DL-beta-amino-n-butyric acid-induced resistance responce of pepper stems to *Phytophthora capsici*. Physiol. Mol. Plant. Patho., 51:305-322.
12. Mittova, V., Tal, M., Volokita, M., Guy, M., 2003. Up-regulation of the leaf mitochondrial and peroxisomal antioxidative systems in responses to salt-induced oxidative stress in the wild salt-tolerant tomato species. *Lycopersicon pennellii*. Plant Cell Environ 26:845-856.
13. Naing, A.H., Kim, C.K., 2020. Abiotic stress-induced anthocyanins in plants: Their role intolerance to abiotic stresses. Physiologia Plantarum.2021;172:1711-1723 (doi:10.1111/ppl.13373).
14. Nostar, Ö., Ozdemir, F., Bor, M., Turkan, I., Tosun, N., 2013. Combined effects of salt stress and cucurbit downy mildew (*Pseudoperospora cubensis* Berk. and Curt. Rostov.) infection on growth, physiological traits and antioxidant activity in cucumber (*Cucumis sativus* L.) seedling. Physiological and Molecular Plant Pathology 83:84-92 (10.1016/j.pmpp.2013.05.004).
15. Rush, D.W., Epstein E., 1981. Breeding and selection for salt tolerance by the incorporation of wild germoplasm into a domestic tomato. J. Am. Soc. Hort. Sci., 106:699-704.
16. Sekmen, A.H., Demiral, T., Tosun, N., Türküsay, H., Türkan, İ., 2005. Tuz stresi uygulanan domates bitkilerinin bazı fizyolojik özellikleri ve toplam protein miktarı üzerine bitki aktivatörünün etkisi.

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 42(1):85-95. ISSN 1018-8851.

17. Torun, H., Ayaz, F.A., 2019. Tuz stresi koşullarında salisilik asidin zamana bağlı uygulanmasının arpa (*Hordeum vulgare*) köklerinin antioksidan savunma sistemi üzerine etkileri. Eskişehir Teknik Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi-C Yaşam Bilimleri ve Biyoteknoloji; 8(1):69-84.
18. Tosun, N., Akı, C., Karabay, N.Ü., Türküsay, H., 2001. Domateste kurşuni küfün (*Botrytis cinerea* Pers:Fr) kontrolünde fungisitler ve biyostimülantların etkileri. Türkiye 9. Fitopatoloji Kongresi, 3-8 Eylül 2001, Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tekirdağ.
19. Tosun, N., Karabay, N.Ü., Türküsay, H., Akı, C., Turkan, I., Schading, R.L., 2002. The effect of Harpin Eaas plant activator in control of bacterial and fungal diseases of tomato. Proceedings of the Eighth International ISHS symposium on the processing tomato. (September, 2003), Acta Hort. 613.
20. Yüce, H, Tosun, N., Türküsay, H., 2020. Sanayi domatesinde bakteriyel leke (*Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*) ve geç yanıklık (*Phytophthora infestans*) hastalıklarına karşı farklı ilaçlama programlarının etkinliklerinin araştırılması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 2020(Özel Sayı):61-69 (doi:10.20289/ zfdergi.822568).

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 180–196 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

DOMATESTE KURAKLIK STRESİNİN BAZI FİZYOLOJİK PARAMETRELERE ETKİSİ

Sultan DERE[1]*, Hayriye Yıldız DAŞGAN[2]

[1]Dr. Öğr. Üyesi, Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Siirt; ORCID: 0000-0001-5928-1060
[2]Prof. Dr., Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana; ORCID: 0000-0003-4578-5553

ÖZ

Kuraklık stresi en önemli abiyotik stres faktörlerinden biridir. Domateste kuraklık stresinin neden olduğu verim ve kalite kayıplarını azaltmak için yapılan çalışmalar önem arz etmektedir. Çalışma 10 domates genotipi ve şahit olarak 2 domates çeşidi kullanılarak 2017-2018 yılı ilkbahar-yaz sezonunda açık alanda kuraklık stresinin etkisi belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Uygulama olarak %100 tam sulama (kontrol) ve %50 su kısıtlaması yer almaktadır. Domates genotip ve şahit çeşitlerin tam sulama ve su kısıtı şartlarında membran zararlanma indeksi, stoma iletkenliği, yaprak su potansiyeli, yaprak oransal su içeriği, ozmotik potansiyel, SPAD, yaprak sıcaklığı, yaprak alanı, yaş ve kuru ağırlık parametreleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda membran zararlanma indeksi en düşük 2.89 ile Tom-139 genotipinde görülmüştür. Stoma iletkenliği yüzde değişimi en düşük -1.78 ile Tom-225 genotipinde, en yüksek ise -87.16 ile Tom-29'da görülmüştür. Yaprak su potansiyeli yüzde değişimi en yüksek 234.12 ile Tom-21'de belirlenmiştir. Ozmotik potansiyel en yüksek kuraklık stresinde Falcon çeşidinde, en yüksek yüzde değişim ise Rio Grande çeşidinde görülmüştür. Yeşil aksam kuru ağırlık yüzde değişimi en yüksek Tom-139 genotipinde 53.79 olarak belirlenmiştir. Yaprak sıcaklığı yüzde azalışı en yüksek -15.89 ile Tom-230 genotipinde bulunmuştur. Sonuç olarak yapılan analiz ve ölçümler sonucunda domates genotipleri ve şahit çeşitler arasında farklılıkların olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kuraklık, fizyoloji, abiyotik stres, domates

THE EFFECT OF DROUGHT STRESS ON SOME PHYSIOLOGICAL PARAMETERS IN TOMATO

ABSTRACT

Drought stress is one of the most important abiotic stress factors. Studies to reduce yield and quality losses caused by drought stress in tomatoes are important. The study was carried out to determine the effect of drought stress in the open field in the spring-summer season of 2017-2018, using 10 tomato genotypes and 2 tomato varieties as witnesses. The application includes 100% full irrigation (control) and 50% water restriction. Membrane damage index, stomatal conductivity, leaf water potential, leaf proportional water content, ozmotic potential, SPAD, leaf temperature, leaf area, fresh and dry weight parameters of tomato genotype and witness varieties were investigated under full irrigation and water restriction conditions. As a result of the study, the lowest membrane damage index was observed in Tom-139 genotype with 2.89. The lowest percentage change in stomatal conductivity was observed in Tom-225 genotype with -1.78, and the highest in Tom-29 with -87.16. The highest percentage change in leaf water potential was determined in Tom-21 with 234.12. The highest osmotic potential was observed in Falcon variety under drought stress, and the highest percentage change was observed in Rio Grande variety. The highest percentage change in dry weight was determined as 53.79 in Tom-139 genotype. The highest percentage decrease in leaf temperature was found in Tom-230 genotype with -15.89. As a result of the analysis and measurements, it was determined that there were differences between tomato genotypes and witness varieties.

Keywords: Drought, physiology, abiotic stress, tomato

GİRİŞ

Bitkilerde verim ve kalite kayıplarına neden olan ve tüm dünyayı etkisi altına alan küresel ısınma, beraberinde iklim değişikliğini de getirmektedir. Dünya nüfusunun 2050 yılında 9 milyara ulaşmasının beklendiği ve gıda üretiminin günümüze kıyasla %38 daha fazla olması gerektiği bildirilmiştir [75]. Üretimin arttırılması için ekilebilir alanların arttırılmasının imkânsız olduğu günümüzde, mevcut alanlarda da abiyotik stres kaynaklı verim kayıplarının %50-70'e ulaştığı bildirilmiştir [50].

Bitkiler, içinde bulundukları çevreye uyum sağlamadıkları durumlarda stres yaşarlar [15]. Stres, bitki büyüme ve gelişiminde olumsuz etkiler meydana getirmekte ve verim kaybına neden olmaktadır [8]. Bitkilerde strese neden olan abiyotik ve biyotik stres kaynakları mevcuttur. Abiyotik stres kaynakları içerisinde kuraklık, sıcaklık, radyasyon, sel, makineler, elektrik, manyetik alan, rüzgâr, fiziksel stres, hava kirliliği, allelokimyasallar,

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*: sultan.dere@siirt.edu.tr

besinler (inorganik maddeler), pestisitler, toksinler, tuzlar, toprak pH'sı kimyasal stres faktörlerini oluştururken, rekabet, allelopati, simbiyosis, insan tahribi, hastalık etmenleri, böcekler ise biyotik stresi oluşturmaktadır [49, 35].

Dünyada, ekilebilir alanların %26'sını etkisi altına alan kuraklık, üretimi sınırlandıran en büyük abiyotik stres faktörüdür. Kuraklık stresinde yaprak büyümesi, stomaların açılıp kapanması gibi birçok önemli fizyolojik olaylar su potansiyelindeki değişimle doğrudan etkilenebilmektedir [11, 57, 9, 34]. Bitkilerde kuraklık stresinin neden olduğu su eksikliği, stomaların kapanmasına neden olmaktadır. Kuraklık bitki hücrelerinde bölünme ve büyümeyi azalttığı için büyüme hızının düşmesine ve yaprakların nisbi nem içeriği ile yaprak su potansiyelinin düşmesine neden olmaktadır [47, 17, 21]. Su eksikliği, turgor basıncının düşmesi ile başlayıp, bitkinin transprasyon ile su kaybının, köklerden alınan su miktarından fazla olması sonucunda ortaya çıkan bitki dokularındaki su dengesizliği durumudur. Metabolizma ve enzim yapısının bütünüyle hasarlanması sonucu, bitki gelişimi için gerekli olan suyun alınamaması durumunda ise bitkilerde kuruma meydana gelmektedir [38, 49, 70, 71]. Kuraklık sonucu ortaya çıkan su eksikliği, insan hayatını ve ekonomik malları etkilediği için sosyoekonomik kuraklıkla ilişkilendirilmektedir [39].

Domates dünyada ve ülkemizde en çok yetiştirilen ve tüketilen bir bahçe bitkisi türüdür. Domatesin tüketimini artıran faktörlerin başında, hem taze hem de işlenerek değerlendirilmesi gelmektedir. Domates dünya üzerinde her mutfağın vazgeçilmez rengi ve lezzetidir. Domatesin içeriğinde %93-95 su, %5-7 oranında inorganik bileşikler, proteinler, selüloz, pektin, polisakkaritler gibi alkolde çözünmeyen katı maddeler, sitrik ve malik asit gibi organik asitler, lipitler ve karotenoidlere sahiptir [61, 31]. Türkiye domates üretimi bakımından söz sahibi bir ülke olup; %7.2'lik pay ile Çin, Hindistan ve Amerika'dan sonra 4. sırada yer almaktadır. Dünya üretimi yaklaşık 186 milyon ton olan domatesin 2020 yılı Türkiye üretimi yaklaşık 13.2 milyon tondur [7].

Türkiye'nin iklim değişikliğinin etkileriyle mücadele edebilmesi, belirsizliklerin ve ortaya çıkabilecek olası olumsuz etkilerin azaltılması ve bu yönde stratejilerin oluşturulması büyük önem taşımaktadır. Bu anlamda tarımda bitkisel üretimde, kuraklığa tolerant/dayanıklı bitki genotiplerinin seçilmesi, bu konuda güvenilir-uygulanabilir yöntem ve tekniklerin geliştirilmesi, ıslah hatlarının/ materyallerinin oluşturulması, tanımlanması ve yeni çeşitlerin geliştirilmesi yolunda mesafe alınması önemli bir strateji olarak karşımıza çıkmaktadır [24].

Tüm bu nedenler ışığında domates genotip ve çeşitlerinde kuraklık stresinin bazı fizyolojik parametrelere etkisinin ortaya çıkarılması çalışmamızın amacıdır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Deneme Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait deneme alanında, açık arazide 2017 ve 2018 yıllarında yürütülmüştür. Denemede kullanılan domates genotipleri Ç.Ü.Z.F. Bahçe Bitkileri bölümüne ait gen havuzundan seçilmiştir. Denemede kullanılan Tom-225, Tom-230 ve Tom-232 genotipleri daha önceki yıllarda yapılan kuraklık denemelerinde Tayvan'da bulunan "Uluslararası Asya Sebzecilik Araştırma ve Geliştirme Merkezi (AVRDC)"nden temin edilip, Ç.Ü.Z.F. Bahçe Bitkileri bölümüne ait gen havuzuna dahil edilmiştir. Birinci yıl bölümün domates gen bankasında bulunan 10 adet domates genotipi ve özel firmalardan temin edilen 2 adet şahit domates çeşidi Falcon (sofralık) ve Rio Grande (sanayilik) bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. Bu durumda, ilk yıl toplamda 12 adet domates genotip/çeşidi ile çalışılmıştır. İkinci yıl ise 9 adet domates genotipi ve 2 adet şahit domates çeşit olmak üzere toplam 11 adet domates genotip/çeşit ile açık arazide deneme yürütülmüştür (Çizelge 1). İkinci yıl Tom-139 genotipinin çıkarılma nedeni, bu genotipin tohum miktarı ile ilgili sıkıntılardan kaynaklanmaktadır.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılmış olan domates genotip ve çeşitler

Table 1. Tomato genotypes and cultivars used in the study

Genotip Kodu / *Genotype Code*
Tom-14
Tom-21
Tom-27
Tom-29
Tom-139**
Tom-145
Tom-148
Tom-225*
Tom-230*
Tom-232*
Şahit Çeşitler
Falcon
Rio Grande

*AVRDC'den gelen domates materyali, **: İkinci yıl denemeden çıkarılan domates materyali

Metot

Birinci yıl denemesi için domates fidelerini elde etmek üzere domates tohumları 17/02/2017 tarihinde, ikinci yıl denemesi için 17/02/2018 tarihinde (2:1

oranında torf:perlit karışımı içeren) viyollere ekilmiştir. Deneme alanından, dikimden önce toprak örneği alınarak bitki besin maddeleri ve tekstür bakımından analiz ettirilmiştir (Çizelge 2, 3).

Çizelge 2. Bitki dikiminden önce deneme alanından alınan toprak örneğinin birinci yıl analiz sonuçları

Table 2. First year analysis results of the soil sample taken from the experimental area before planting

Analiz Adı	Birimi	Metot	Sonuç	Yorum
PH	-	Saturasyon çamuru	7.65	Hafif Alkali
EC	ds/m	Saturasyon çamuru	0.21	Tuzsuz
$CaCO_3$ (Kireç)	%	Kalsimetre	24.143	Çok Kireçli
Organik Madde	%	W.Black	0.513	Çok Az
Fosfor (P_2O_5)	kg/da	Askorbik asit	27.71	Çok Yüksek
Potasyum (K_2O)	kg/da	A.Asetat-ICP	376.29	Yüksek
Kalsiyum (Ca)	mg/kg	A.Asetat-ICP	8132	Fazla
Magnezyum (Mg)	mg/kg	A.Asetat-ICP	940.7	Fazla
Bakır (Cu)	mg/kg	DTPA-ICP	1.014	Yeterli
Demir (Fe)	mg/kg	DTPA-ICP	0.395	Orta
Çinko (Zn)	mg/kg	DTPA-ICP	1.254	Yeterli
Mangan (Mn)	mg/kg	DTPA-ICP	0.824	Çok Az
Tuz	%	1:2.5	0.0245	Tuzsuz
Bünye	%	Saturasyon çamuru	61	Killi-Tınlı

Çizelge 3. Bitki dikiminden önce deneme alanından alınan toprak örneğinin ikinci yıl analiz sonuçları

Table 3. Second year analysis results of the soil sample taken from the experimental area before planting

Analiz Adı	Birimi	Metot	Sonuç	Yorum
pH	-	Saturasyon çamuru	7.58	Hafif Alkali
EC	ds/m	Saturasyon çamuru	0.21	Tuzsuz
$CaCO_3$ (Kireç)	%	Kalsimetre	22.013	Fazla Kireçli
Organik Madde	%	W.Black	0.427	Çok Az
Fosfor (P_2O_5)	kg/da	Askorbik asit	22.61	Çok Yüksek
Potasyum (K_2O)	kg/da	A.Asetat-ICP	311.52	Yüksek
Kalsiyum (Ca)	mg/kg	A.Asetat-ICP	8132	Fazla
Tuz	%	1:2.5	0.028	Tuzsuz
Bünye	%	Saturasyon çamuru	73	Killi

Çalışma 2 uygulama şeklinde kurulmuştur. Bunlardan birisi kontrol olarak düşünülen ve tam sulanan parseller, diğeri su kısıtı yapılan ve kontrolün %50'si kadar sulanan kuraklık parselleridir. Kuraklık uygulanacak parsellerde, domates için verim azalmasının en az olduğu, ancak meyve kalitesinin arttığı Patanè ve Cosentino [58] ve Patanè ve ark. [59]'e göre; çiçeklenmeye kadar %100 sulama ve çiçeklenmeden sonra %50 kısıtlı sulama uygulanmıştır. Çalışmada domates bitkilerinin beslenmesi her 2 uygulamada da eşit olarak yapılmıştır. Bunun için Günay [33]'ın bildirdiği şekilde dekara saf olarak 16 kg N, 5 kg P_2O_5, 23 kg K_2O, 10 kg CaO ve 12 kg MgO uygulanmıştır. Domates bitkilerinin mikro besin elementleri gereksinimi ise her 2 haftada bir komple bir mikro element gübresi ile Fe, Mn, Zn, Cu, B ve Mo gereksinimleri karşılanmıştır. Ayrıca gerektiğinde damlamadan veya yapraktan organik madde içerikli humik ve fulvik asit içeren gübrelerle üretim desteklenmiştir. Birinci yıl denemesine 78 gün, ikinci yıl denemesine 68 gün kuraklık stresi uygulanmış ve deneme sonlandırılmıştır.

Her iki yıl denemesi de tesadüf blokları deneme deseninde, 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 10 bitki olacak şekilde düzenlenmiştir. Birinci yıl denemesinde her blokta 12 adet genotip, ikinci yıl denemesinde ise 11 adet genotip yer almıştır. Domatesler dikilirken, sıra arası 120 cm ve sıra üzeri 50 cm olarak düzenlenmiş, dikim yoğunluğu birinci yıl 960 bitki/da, ikinci yıl 880 bitki/da olmuştur. Araziye dikilen domates fideleri su stresi uygulamasında da çiçeklenmeye kadar kontrol bitkileri gibi optimum düzeyde sulanmıştır. Su kısıtlaması ile yapay olarak stres oluşturulacak parsellerde, çiçeklenmeden sonra kontrolün yarısı kadar kısıtlı sulama uygulamasına başlanmıştır.

Günlük olarak buharlaşma kazanından (Class Apan) okunan buharlaşma değerlerine göre bitkilere uygulanan sulama suyu miktarı aşağıdaki eşitlik yardımı ile hesaplanmıştır.

$IR = A \times E\ pan \times kcp \times P$ (1)

IR: Uygulanan su miktarı (m^3)

A: Parsel büyüklüğü (da)

E pan: Buharlaşma miktarı (mm)

kcp: Bitkinin (domates) katsayısı (0.80)

P-örtü: Bitki örtüsü (%)

P-örtü: Bitki taç genişliği (cm) / Sıra aralığı (cm)

Denemede, kontrol tam sulama yapılan bitkilere verilen sulama suyu miktarı bu formül yardımıyla belirlenmiştir. Kuraklık uygulaması, bunun yarısı kadar su olmuştur.

Çalışmanın birinci ve ikinci yılında yaprak stoma geçirgenliği, yaprak hücrelerinde membran zararlanması, yaprak su potansiyeli, yaprak alan indeksi, bitki yeşil aksam yaş ve kuru ağırlıklarının belirlenmesi parametreleri incelenirken, yaprak ozmotik potansiyeli, yaprak oransal su içeriği, kloroz durumu, yapraklarda SPAD metre okuması ve yaprak sıcaklığı parametreleri sadece ikinci yıl incelenmiştir.

Bitkide yapılan ölçüm ve analizler

•Yaprak Stoma Geçirgenliğinin Belirlenmesi (mmol $m^{-2}s^{-1}$): Yapraklarda stomalardan gaz geçişi mmol $m^{-2}s^{-1}$ birimi olarak Delta T Devices marka AP4 model taşınabilir porometre kullanılarak ölçülmüştür.

•Yaprak Hücrelerinde Membran Zararlanması (%): Bitki yapraklarında stres durumunda, hücrelerden dışarıya verilen elektroitlerin EC metre ile ölçülmesiyle, membran zararlanma indeksi (MII)

hesaplanmıştır [28, 30]. Aşağıdaki formül kullanılarak kontrole göre % olarak hesaplanmıştır.

$$\text{Membran Zararlanma İndeksi} = \frac{(\text{Lt} - \text{Lc})}{(1-\text{Lc})} \times 100 \quad (2)$$

Lt: Kuraklık stresindeki yaprağın otoklav edilmeden önceki EC / Otoklav edildikten sonraki EC

Lc: Kontrol yaprağının otoklav edilmeden önceki EC / Otoklav edildikten sonraki EC

•Yaprak Su Potansiyeli (MPa): Yapraklar su potansiyeli bar cinsinden belirlenmiş ve sonra MPa birimine çevrilmiştir.

•Yaprak Ozmotik Potansiyelinin Belirlenmesi (MPa): Donma noktası esasına göre Cryoscopic marka ve Osmomat 030 model ozmometre cihazında okuma yapılmıştır. Okumalar Osmol/ kg olarak cihazdan okunup kaydedildikten sonra, bu değerler MPa birimine dönüştürülmüştür [25].

•Yaprak Oransal Su İçeriğinin Belirlenmesi: Yaprak oransal su içeriği (YOSİ) (%) Sánchez ve ark. [65] ve Türkan ve ark. [73]'e göre yapılmıştır. Elde edilen taze ve kuru ağırlık verileri, aşağıdaki formül yardımıyla oranlanarak yaprak oransal su içerikleri (%) hesaplanmıştır.

$$\text{YOSİ} = \frac{(\text{TA}-\text{KA})}{(\text{TuA}-\text{KA})} \times 100 \quad (3)$$

TA: Taze ağırlık,

KA: Kuru ağırlık,

TuA: Turgor ağırlığı

•Kloroz Durumunun Belirlenmesi İçin Yapraklarda SPAD Metre Okuması: Minolta SPAD metre cihazı ile okumalar gerçekleştirilmiştir [25].

•Yaprak Sıcaklığı (°C): Yaprak sıcaklıkları bir infrared termometre yardımı ile °C cinsinden ölçülmüştür.

•Yaprak Alan İndeksi (cm²): Çeşit ve genotiplerin tüm uygulama ve tekerrürlerinde eşit miktarda aynı yaş ve aynı sayıda yaprak alınmıştır. Birim alana düşen yaprak alanı (yaprak alanı/cm²) olarak ifade edilen "Yaprak Alan İndeksi" (LAI: Leaf Area Index), Licor marka LAI-220 (Plant canopy analyser) cihazı ile ölçülmüştür.

•Bitki Yeşil Aksam Yaş ve Kuru Ağırlıklarının Belirlenmesi (g bitki^{-1}): Bitkiler kök boğazından makas ile kesilerek yaş iken tartılmış ve etiketlenmiş hava alabilen torbalara konularak kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan örnekler tartılarak kuru ağırlık kaydedilmiş, sonra da % kuru madde üretimi hesaplanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Birinci ve İkinci Yıl Denemesinde Bitkilerde Membran Zararlanma İndeksi (%)

Denemenin birinci ve ikinci yılında, domates bitkilerinde kontrol ve kuraklık uygulaması sonucu yaprakta membran zararlanması açısından ortaya çıkan değişimler Çizelge 4 ve 5'te gösterilmiştir. Birinci yıl denemesinde domates bitkilerinin yaprakta membran zararlanması değerleri, tolerant genotiplerde ortalama 9.80, şahit çeşitlerde ise 9.25 düzeyinde belirlenmiştir. İkinci yıl denemesinde domates bitkilerinin yaprakta membran zararlanması değerleri tolerant genotiplerde ortalama 9.91, şahit çeşitlerde ise 9.23 düzeyinde belirlenmiştir. Membran zararlanması değerleri ne kadar büyükse, hücre membranlarının zararlanması ve bozulması da o kadar büyüktür. Kuraklık stresine tolerant genotipler ve şahit çeşitler arasında membran zaralanma indeksi açısından farklılıkların olduğu ve bunun istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür. Birinci yıl denemesinde kuraklık stresinden en az etkilenen genotipin Tom-139 olduğu, en fazla etkilenin genotipin ise Tom-27 olduğu görülmektedir. Birinci yıl denemesinde kuraklık stresinden en az etkilenen genotipin Tom-145 olduğu, en fazla etkilenin genotipin ise ilk yılda olduğu gibi Tom-27 olduğu görülmektedir.

Çizelge 4. Birinci yıl domates şahit çeşit ve genotiplerin kontrol koşullarına göre kuraklık stresinde ortalama membran zararlanma indeksi % değişim oranları

Table 4. Mean membrane damage index % change rate in drought stress of tomato witness cultivars and genotypes in the first year according to control conditions

Genotip *Genotype*	Membran zararlanma indeksi (%) *Membrane damage index (%)*
Tom-14	8.84 d-f
Tom-21	10.06 c-e
Tom-27	14.40 a
Tom-29	9.11 d-f
Tom-139	2.89 g
Tom-145	6.59 f
Tom-148	11.44 a-d
Tom-225	12.76 a-c
Tom-230	13.54 ab
Tom-232	8.38 d-f
Tolerant ortalaması	9.80
Falcon	10.48 b-e
Rio Grande	8.02 ef
Şahit ortalaması	9.25
LSD 0.01	3.39**

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %1 düzeyinde farklılık vardır (LSD); Ö.D.: Önemli değil

[z]*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 level; N.S.: Nonsignificant*

Bitkilerde membran zararlanması, hücre membranlarının bütünlüğünün zarar görmesi ve seçiciliğin kaybolması olarak tanımlanmanın yanında, hücre içi ve dışı ozmotik uyumsuzluktan dolayı iyon dengesizliği olarak da ifade edilmektedir [53]. Membran stabilite endeksi, hasarın yüzdesini ölçer ve zarın kuraklık stresinde hayatta kalma kabiliyetini açıklar. Su stresi hücre zarı

geçirgenliğinde değişikliklere neden olur [5]. Katarzania ve ark. [41], kimyon genotiplerinin kuraklık stresine toleransını belirlemek için yaptıkları çalışmada, membran zararlanması bakımından düşük değerler alan Bayreuth (%4.2), Ulm (%4.4), Cluj (%5.5), Lousanne (%6.8) genotiplerinin ve Knczewicki çeşidinin (%6.2) kuraklığa dayanıklılık için yapılacak ıslah çalışmalarda kullanılmasını önermişlerdir. Akhoundnejad (2011), farklı domates genotiplerinin su stresinde membran zararlanma oranının %50 su kısıtlaması uygulamasında %5.53 iken, %25 sulama uygulamasında %15.81 seviyesinde olduğunu bildirmiştir. Aghaie ve ark. [1], hafif ve şiddetli kuraklık stresi uygulanan domates çeşitlerinde, elektrolit akıntısındaki artışın daha fazla olduğu çeşitlerin kuraklığa daha hassas olduğunu tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmaların sonuçları ve yaptığımız çalışmanın sonuçları birbirini desteklemektedir.

Çizelge 5. İkinci yıl domates şahit çeşit ve genotiplerin kontrol koşullarına göre kuraklık stresinde ortalama membran zararlanma indeksi % değişim oranı

Table 5. Mean membrane damage index % change rate in drought stress of tomato witness cultivars and genotypes in the second year according to control conditions

Genotip *Genotype*	Membran zararlanma indeksi (%) *Membrane damage index (%)*
Tom-14	8.36 b-d
Tom-21	6.40 d
Tom-27	14.17 a
Tom-29	8.99 b-d
Tom-145	6.22 d
Tom-148	11.15 a-c
Tom-225	12.13 ab
Tom-230	13.46 a
Tom-232	8.36 b-d
Tolerant ortalaması	9.91
Falcon	7.34 cd
Rio Grande	11.12 a-c
Şahit ortalaması	9.23
LSD 0.01	4.16**

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %1 düzeyinde farklılık vardır (LSD); Ö.D.: Önemli değil

[z]*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 level;* N.*S.: Nonsignificant*

Domates, patlıcan ve kavun genotiplerinin kuraklığa karşı gösterdikleri morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal tepkilerin kendi aralarındaki ilişkilerin incelendiği bir çalışmada; skala değeri ile bitki yaş ağırlığı, yaprak alanı, yaprak su potansiyeli, stoma iletkenliği domates, patlıcan ve kavun genotiplerinde kuraklık stresine tolerans özelliği üzerinde etkili birer kriter olduğunu belirtmektedir [44]. Domateste uygulanan su stresi çalışmasında verim ve meyve kalitesinin düşmesine neden olurken, yaprak oransal su içeriğinin tolerant çeşitlerde iyi çıktığı belirtilmektedir [64].

Birinci ve İkinci Yıl Denemesinde Bitkilerde Stoma İletkenliği (mmol $m^{-2}s^{-1}$)

Su kaybı açısından stomaların kapalı olması önemli olmasına rağmen, bu durum stomalardan içeriye giren CO_2'nin azalmasına ve bunun sonucunda da fotosentezin azalmasına neden olmaktadır. Bitkilerde içsel hava boşlukları ve dışsal atmosfer arasındaki bağlantı stomalar tarafından sağlanmaktadır. Bitkilerde kuraklık stresinde CO_2 konsantrasyonun olumsuz etkilenme nedeni, stoma düzenindeki bozulmalardır. Bitkiler kuraklık stresinde stomalarını kapatarak transpirasyonu yani su kaybını azaltır ancak stomaların kapanması CO_2 girişinin azalmasına neden olur ve bunun sonucunda da fotosentez olumsuz etkilenir [20]. Akhoundnejad [2], domates genotiplerinde %100 tam sulama, %50, %25 kısıtlı sulama uygulamalarında stoma iletkenliğinin, %100 sulama uygulamasında ortalama 1499.70 mmol/m²/s iken, %50 sulama uygulamasında ortalama 386.59 mmol/m²/s ve %25 sulama uygulamasında ortalama 166.62 mmol/m²/s olduğu nu bildirmişlerdir. Su stresinin domates bitkilerinde su kısıtlaması arttıkça artmakta ve stoma iletkenliği de azalmaktadır. Domates genotiplerinde su stresinde stoma iletkenliğini yüksek tutan genotiplerin, kuraklık stresine tolerans açısından önemli olacağı düşünülmektedir. Kuraklık stresinde stomalarını dengede tutabilen bitkilerin, kuraklık stresine daha tolerant olduğu bilinmektedir [51].

Kuraklık stresine tolerant genotipler ve şahit çeşitler arasında stoma iletkenliği açısından birinci ve ikinci yılda farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiş ve Çizelge 6 ve 7'de gösterilmiştir. Buna göre, birinci yıl denemesinde domates bitkilerinin stoma iletkenliği değerleri, kontrol uygulamasındaki genotiplerde ortalama 343.25 mmol $m^{-2}s^{-1}$, şahit çeşitlerde ise 430.38 mmol $m^{-2}s^{-1}$ düzeyinde belirlenmiştir. Stres uygulaması ile birlikte genotiplerin stoma iletkenliği 111.44 mmol $m^{-2}s^{-1}$, şahit çeşitlerin ise 89.00 mmol $m^{-2}s^{-1}$ seviyesinde olduğu görülmüştür. Kurak stresi altında tolerant genotiplerde, şahitlere göre ortalama %25.21 stoma iletkenliği artmıştır. Domates genotiplerinin stoma iletkenliği, kontrol bitkilerine kıyasla %64.61 oranında azalış göstermiş, bu değer şahit çeşitlerde %79.32 azalış olarak belirlenmiştir. Kuraklık stresinden Tom-145 genotipinde stoma iletkenliğinde artış görülmüştür. Bu durumun su kaybını arttırabileceği düşünülmektedir. Kuraklık stresinde stoma iletkenliğini kontrol edebilen genotiplerin önemlidir ve diğer fizyolojik parametrelerle birlikte bu parametrenin dengede olması esastır. Kuraklık

stresinde stoma iletkenliğinde bakımından en iyi durumda olan genotip Tom-148, en fazla etkilenen genotip ise Tom-29 olmuştur.

Çizelge 6. Birinci yıl domates genotipleri ve şahit çeşitlerin %100 tam sulama yapılan kontrol ve %50 su stresi uygulama koşullarında ortalama stoma iletkenliği değerlerinin kontrole göre % değişim oranları

Table 6. Mean stomatal conductivity values of first-year tomato genotypes and witness varieties under 100% full irrigation control and 50% water stress application conditions and percentage change in drought stress compared to control

Genotip *Genotype*	Kontrol (mmol $m^{-2}s^{-1}$) *Control*	Stres (mmol $m^{-2}s^{-1}$) *Stress*	Streste kontrole göre değişim (%) *Change in stress compared to control*
Tom-14	187.87 e	82.67 d	-55.99
Tom-21	342.50 cd	109.25 a-d	-68.10
Tom-27	313.75 d	132.25 a-c	-57.85
Tom-29	855.00 a	109.75 a-d	-87.16
Tom-139	313.50 d	144.50 ab	-53.91
Tom-145	110.75 e	149.50 a	34.99
Tom-148	132.50 e	94.75 cd	-28.49
Tom-225	150.25 e	83.00 d	-44.76
Tom-230	400.00 c	74.75 d	-81.31
Tom-232	343.25 cd	134.00 a-c	-60.96
Tolerant ortalaması	314.94	111.44	-64.61
Falcon	335.75 cd	77.00 d	-77.07
Rio Grande	525.00 b	101.00 b-d	-80.76
Şahit ortalaması	430.38	89.00	-79.32
LSD 0.01, 0.05	84.80**	45.22*	

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %1 ve %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD); Ö.D.: Önemli değil

[z]*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 and 0.05 level; N.S.: Nonsignificant*

Denemenin ikinci yılında, domates bitkilerinin stoma iletkenliği değerleri kontrol uygulamasındaki genotiplerde ortalama 227.67 mmol $m^{-2}s^{-1}$, şahit çeşitlerde ise 336.63 mmol $m^{-2}s^{-1}$ düzeyinde belirlenmiştir. Stres uygulaması ile birlikte genotiplerin stoma iletkenliği 106.11 mmol $m^{-2}s^{-1}$, şahit çeşitlerin ise 99.63 mmol $m^{-2}s^{-1}$ seviyesinde olduğu tespit edilmiştir. Kurak stresi altında tolerant genotiplerde şahitlere göre ortalama %6.5 stoma iletkenliği artmıştır. Domates genotiplerinin stoma iletkenliği kontrol bitkilerine oranla %53.39 oranında azalış göstermiş, bu değer şahit çeşitlerde %69.69 azalış olarak belirlenmiştir. Kuraklık stresinde stoma iletkenliği açısından en iyi durumda olan genotip Tom-225 en fazla etkilenin genotipin ise ilk yılda olduğu gibi Tom-29 olmuştur.

Sibomana ve ark. [67], domateste toprak nem eşiği seviyesinin %100 PC, %80 PC, %60 PC ve %40 PC uygulamalarına baktıklarında, iyi sulama yapılmış uygulamada stoma iletkenliğinin 228 mmol m^2s^{-1} iken, %40 PC su uygulamasında düşerek 94 mmol/ m^2s^{-1} olduğunu tespit etmişleridir. Daşgan ve ark. [23], kuraklık stresi altında domates bitkilerinin genç ve olgun bitki aşamasında stoma iletkenliğinin bilinmesinin, kuraklığa dayanıklılığı belirlemede önemli olduğunu belirtmişlerdir. Cantore ve ark. [16], domateste uygulanan kısıtlı sulama ve strobilurin uygulama etkileşiminin kök bölgesi toprak nemi mevcudiyeti çeşitliliğini etkilediğini, farklı sulama uygulamaları için büyüme mevsiminde bitki su statüsünü değiştirdiğini ve artan toprak su açığının stomatal iletkenliğini azalttığını tespit etmişleridir.

Çizelge 7. İkinci yıl domates genotipleri ve şahit çeşitlerin %100 tam sulama yapılan kontrol ve %50 su stresi uygulama koşullarında ortalama stoma iletkenliği değerlerinin kontrole göre % değişim oranları

Table 7. Mean stomatal conductivity values of second-year tomato genotypes and witness varieties under 100% full irrigation control and 50% water stress application conditions and percentage change in drought stress compared to control

Genotip *Genotype*	Kontrol (mmol $m^{-2}s^{-1}$) *Control*	Stres (mmol $m^{-2}s^{-1}$) *Stress*	Streste kontrole göre değişim (%) *Change in stress compared to control*
Tom-14	305.25 c	95.50 de	-68.71
Tom-21	219.25 d	113.25 bc	-48.35
Tom-27	167.50 de	141.25 a	-15.67
Tom-29	390.75 ab	106.50 cd	-72.74
Tom-145	97.00 f	80.75 e	-16.75
Tom-148	117.75 ef	44.25 f	-62.42
Tom-225	126.50 ef	124.25 ab	-1.78
Tom-230	205.00 d	111 b-d	-45.85
Tom-232	420.00 a	138.25 a	-67.08
Tolerant ortalaması	227.67	106.11	-53.39
Falcon	347.50 bc	100.50 cd	-71.08
Rio Grande	325.75 c	98.75 cd	-69.69
Şahit ortalaması	336.63	99.63	-70.41
LSD 0.01, 0.05	59.07**	45.21*	

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %1 ve %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD); Ö.D.: Önemli değil

[z]*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 and 0.05 level; N.S.: Nonsignificant*

Birinci ve İkinci Yıl Denemesinde Bitkilerde Yaprak Su Potansiyeli (MPa)

Kuraklık stresinde, bitkilerde büyümenin yavaşlamasının nedeni olarak bitki hücrelerinde yaşanan su kaybıyla birlikte turgor kaybının oluşması gösterilmiştir [49]. Nispi su içeriğinin, bitki su durumunu belirlemek için önemli ve yaygın kullanılan bir parametre olduğu bilinmektedir (Siddique ve ark., 2000). Bitkinin su içeriğini koruması, strese karşı dirençte kritik bir strateji olarak sunulmaktadır [64].

Kuraklık stresine tolerant genotipler ve şahit çeşitler arasında yaprak su potansiyeli açısından kontrolde farklılıkların istatistiksel olarak önemli

olduğu ancak stres uygulamasında önemli olmadığı görülmüştür (Çizelge 8). Buna göre, domates bitkilerinin yaprak su potansiyeli değerleri kontrol uygulamasındaki genotiplerde ortalama -0.44 MPa, şahit çeşitlerde ise -0.54 MPa düzeyinde belirlenmiştir. Stres uygulaması ile birlikte, genotiplerin yaprak su potansiyeli -0.90 MPa, şahit çeşitlerin ise -0.93 MPa seviyesinde olduğu görülmüştür. Kurak stresi altında tolerant genotiplerde şahitlere göre ortalama %3.22 yaprak su potansiyeli azalmıştır. Domates genotiplerinin yaprak su potansiyeli kontrol bitkilerine oranla %106.05 oranında artış göstermiş, bu değer şahit çeşitlerde %71.99 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 8. Birinci yıl domates genotipleri ve şahit çeşitlerin %100 tam sulama yapılan kontrol ve %50 su stresi uygulama koşullarında ortalama yaprak su potansiyeli değerlerinin kontrole göre % değişim oranları

Table 8. Mean leaf water potential values of first-year tomato genotypes and witness varieties under 100% full irrigation control and 50% water stress application conditions and percentage change in drought stress compared to control

Genotip *Genotype*	Kontrol (MPa) *Control*	Stres (MPa) *Stress*	Streste kontrole göre değişim (%) *Change in stress compared to control*
Tom-14	-0.47 bc	-0.96	104.38
Tom-21	-0.45 b	-1.02	126.11
Tom-27	-0.47 b	-0.99	111.17
Tom-29	-0.42 b	-0.52	23.81
Tom-139	-0.40 b	-1.03	157.50
Tom-145	-0.29 a	-0.66	126.72
Tom-148	-0.55 cd	-0.67	21.82
Tom-225	-0.43 b	-0.94	119.19
Tom-230	-0.41 b	-1.11	170.73
Tom-232	-0.46 b	-1.06	130.98
Tolerant ortalaması	-0.44	-0.90	106.05
Falcon	-0.60 d	-0.78	30.00
Rio Grande	-0.48 bc	-1.08	124.48
Şahit ortalaması	-0.54	-0.93	71.99
LSD 0.01	0.08**	0.42(Ö.D)	

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %1 düzeyinde farklılık vardır (LSD); Ö.D.: Önemli değil

[z]*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 level; N.S.: Nonsignificant*

Kuraklık stresine tolerant genotipler ve şahit çeşitler arasında yaprak su potansiyeli bakımından farklılıkların olduğu ve bunun istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 9). Yaprak su potansiyeli değerleri, kontrol uygulamasındaki genotiplerde ortalama -0.23 MPa, şahit çeşitlerde ise -0.32 MPa düzeyinde belirlenmiştir. Stres uygulaması ile birlikte genotiplerin yaprak su potansiyeli -0.63 MPa, şahit çeşitlerin ise -0.80 MPa seviyesinde olduğu görülmüştür. Kurak stresi altında tolerant genotiplerde, şahitlere göre ortalama %21.25 yaprak su potansiyeli azalmıştır. Domates genotiplerinin yaprak su potansiyeli kontrol bitkilerine oranla %173.23 oranında artış göstermiş, bu değer şahit çeşitlerde %151.38 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 9. İkinci yıl domates genotipleri ve şahit çeşitlerin %100 tam sulama yapılan kontrol ve %50 su stresi uygulama koşullarında ortalama yaprak su potansiyeli değerlerinin kontrole göre % değişim oranları

Table 9. Mean leaf water potential values of second-year tomato genotypes and witness varieties under 100% full irrigation control and 50% water stress application conditions and percentage change in drought stress compared to control

Genotip *Genotype*	Kontrol (MPa) *Control*	Stres (MPa) *Stress*	Streste kontrole göre değişim (%) *Change in stress compared to control*
Tom-14	-0.19 b	-0.51 b	165.79
Tom-21	-0.21 b	-0.71 e	234.12
Tom-27	-0.20 b	-0.58 cd	197.44
Tom-29	-0.26 c	-0.57 c	119.42
Tom-145	-0.13 a	-0.40 a	198.11
Tom-148	-0.21 b	-0.63 d	194.12
Tom-225	-0.26 c	-0.78 fg	195.24
Tom-230	-0.32 d	-0.82 fg	160.32
Tom-232	-0.31 d	-0.72 e	134.43
Tolerant ortalaması	-0.23	-0.63	173.23
Falcon	-0.39 e	-0.83 g	114.29
Rio Grande	-0.25 c	-0.77 ef	209.09
Şahit ortalaması	-0.32	-0.80	151.38
LSD 0.01	0.03**	0.06**	

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %1 düzeyinde farklılık vardır (LSD)

[z]*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 level*

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

Zarina domates çeşidinde kuraklık stresinde, K ve Cl birikiminin yüksek olduğu ve bu birikimin LRWC'nin yüksek olmasına katkı sağlayabildiği, bu durumun kuraklığa tolerans için bir kanıt olacağı bildirilmiştir [64]. Karipçin [40], karpuzda kuraklık stresinin şiddeti arttıkça, yaprak su potansiyelini azalttığını bildirmiştir. Akhoundnejad [2], domateste kuraklık uygulamasında kontrol bitkilerinin yaprak su potansiyelinin -0.448 MPa, %50 kısıtlı sulama uygulamasında ortalama -0.702 MPa, %25 sulama uygulamasında ortalama -1.078 MPa olduğu yani kuraklık stresi arttıkça yaprak su potansiyelinin azaldığını tespit etmiştir. Daşgan ve ark. [23], kuraklık stresi altında, domates bitkilerinin genç ve olgun bitki aşamasında önemli olan fizyolojik özelliklerden yaprak su potansiyelinin kuraklığa dayanıklılığı belirlemede bakılacak bir parametre olduğunu belirtmiştir. Kuşvuran ve Daşgan [46], kuraklığa tolerant (Tom-143) ve hassas (Tom-163) olan domates genotiplerinde %50 ve %0 su

uygulamasının kontrole kıyasla RWC'yi azalttığını ve bu azalışın kuraklık stresine hassas olan Tom-163'de daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

İkinci Yıl Denemesinde Bitkilerde Yaprak Oransal Su İçeriği (%)

Kontrol ve kuraklık stresinde yaprak oransal su içeriği bakımından ortaya çıkan değişimlerin istatistiksel açıdan önemli olmadığı görülmüştür (Çizelge 10). Kontrol uygulamasındaki genotiplerde yaprak oransal su içeriği ortalama 92.21, şahit çeşitlerde ise 93.58 düzeyinde belirlenmiştir. Stres uygulaması ile birlikte genotiplerin yaprak oransal su içeriği 87.93, şahit çeşitlerin ise 85.24 seviyesinde olduğu görülmüştür. Kurak stresi altında tolerant genotiplerde şahitlere göre ortalama %3.16 yaprak oransal su içeriği azalmıştır. Domates genotiplerinin yaprak oransal su içeriği %4.64 oranında azalış göstermiş, bu değer şahit çeşitlerde %8.91 azalış olarak belirlenmiştir. Yaprak oransal su içeriği bakımından en yüksek % azalışın meydana geldiği genotip ve çeşitler sırasıyla Tom-148 (%2.48), Tom-29 (%3.35), Tom-145 (%3.66), Tom-27 (%4.00) ve Tom-21 (%4.74) şeklindedir.

Kuraklık stresinde, yaprak su içeriği (YOSİ) önemli bir parametredir [26]. Bitkilerde kuraklık stresinde yaşamsal olayların devam edebilmesi için ozmoregülasyon mekanizması önemlidir ve bitkilerin tam turgor haline, su stresi başlangıcında ozmotik ayarlama ile geçebilirler. Stres artmaya devam ederse, ozmotik ayarlamada bir azalış görülebilir [45]. Bitkilerde su stresinde, ilk olarak turgor kaybı yaşanır ve membran yapısı, hücrelerde yaşanan su kaybı nedeniyle değişikliğe uğrar. Hücre duvarından plazma membranı ayrılır, plazmoliz meydana gelir ve gerilim sonucu plazma membranında yırtılmalar meydana gelir. Bunun sonucunda da, hücre ölümü gerçekleşir [45, 38]. Kuraklık stresine bitkilerin cevabı büyümede azalış, su potansiyelinde azalış ve turgor kaybı şeklinde olduğu bildirilmiştir [37]. Bitkilerde plazma membranında çökme sonucu serbest kalan hidrolitik enzimler sitoplazmanın otolizine neden olur ve hücrelerindeki su kaybını etkiler [56, 38]. Bitkilerde regülasyonun devam edememesi ve metabolizmanın bozulmasının sebebi olarak hücrenin su kaybetmesi gösterilmektedir. Membran bütünlüğünün ve protein yapısının bozulma nedeni, su kaybı sonucunda yaşanan iyon birikimidir. Bitkide fotosentez, azot asimilasyonu, protein sentezi ve diğer birçok olay su kaybından olumsuz etkilenmektedir [62]. Egilla ve ark. [29] kuraklık stresi altında RWC, turgor potansiyeli ve stoma iletkenliğinin büyük ölçüde azaldığını bildirmişlerdir. RWC'deki kuraklığın neden olduğu azalma, esas olarak azaltılmış su alımına ve artmış terlemeye neden olur. Alp ve Kabay [6], kuraklık stresinde, kuraklığa tolerans domates ile hassas olan genotipleri kıyaslandığında, kuraklığa hassas olan genotiplere kıyasla kuraklığa tolerant olan genotiplerin yaprak oransal su içeriğinin daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir.

Khanna-Chopra ve Selote [43], su içeriğini koruyabilen bitkilerin, kuraklığa dayanıklılık açısından iyi olduğunu ve bitki geliştirmede bu bitkilerin kullanılmasının önemli olduğunu bildirmişlerdir. Hassas olan çeşitlerin su stresinde yaprak su içeriğinin daha fazla azalma eğiliminde olduğu rapor edilmiştir. Sánchez-Rodríguez ve ark. [64], kuraklık stresi altında domates çeşitlerinde kuraklığa tolerant çeşitlerin YOSİ değerlerinin, kontrole yakın değerler aldığı bildirilmiştir. Kuraklık stresinde domates çeşitlerinin YOSİ değerinin azaldığı bilinmektedir.

Çizelge 10. İkinci yıl domates genotipleri ve şahit çeşitlerin %100 tam sulama yapılan kontrol ve %50 su stresi uygulama koşullarında ortalama yaprak oransal su içeriği değerlerinin kontrole göre % değişim oranları

Table 10. Mean leaf relative water content values of second-year tomato genotypes and witness varieties under 100% full irrigation control and 50% water stress application conditions and percentage change in drought stress compared to control

Genotip *Genotype*	Kontrol (%) *Control*	Stres (%) *Stress*	Streste kontrole göre değişim (%) *Change in stress compared to control*
Tom-14	93.22	88.51	-5.06
Tom-21	91.82	87.46	-4.74
Tom-27	91.80	88.13	-4.00
Tom-29	91.51	88.45	-3.35
Tom-145	92.24	88.86	-3.66
Tom-148	90.39	88.15	-2.48
Tom-225	93.29	87.86	-5.82
Tom-230	93.01	88.48	-4.87
Tom-232	92.62	85.51	-7.67
Tolerant ortalaması	92.21	87.93	-4.64
Rio Grande	93.98	85.58	-8.93
Falcon	93.18	84.90	-8.88
Şahit ortalaması	93.58	85.24	-8.91
LSD 0.05	2.86 Ö.D.N.S	4.69 Ö.D.N.S	

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD); Ö.D.: Önemli değil

[z]*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.05 level; N.S.: Nonsignificant*

İkinci Yıl Denemesinde Bitkilerde Ozmotik Potansiyel (MPa)

Domates bitkilerinde kontrol ve kuraklık uygulamasında ozmotik potansiyelin %1 düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur (Çizelge 11). Ozmotik potansiyel değerleri, kontrol uygulamasındaki genotiplerde ortalama -5.75 MPa, şahit çeşitlerde ise

-5.74 MPa düzeyinde belirlenmiştir. Stres uygulaması ile birlikte genotiplerin ozmotik potansiyeli -6.44 MPa iken şahit çeşitlerin -7.13 MPa seviyesinde olduğu görülmüştür. Kurak stresi altında, tolerant genotiplerde şahitlere göre ortalama %9.68 ozmotik potansiyel azalmıştır. Domates genotiplerinin yaprak ozmotik potansiyeli kontrol bitkilerine kıyasla %12.12 oranında artış göstermiş, bu değer şahit çeşitlerde %24.15 olarak belirlenmiştir. Yaprak ozmotik potansiyeli açısından en yüksek % artışın meydana geldiği genotip ve çeşitler sırasıyla Rio Grande (%28.35), Falcon (%20.24), Tom-29 (%20.06), Tom-145 (%14.14) ve Tom-230 (%12.58) şeklindedir.

Çizelge 11. İkinci yıl domates genotipleri ve şahit çeşitlerin %100 tam sulama yapılan kontrol ve %50 su stresi uygulama koşullarında ortalama ozmotik potansiyel değerlerinin kontrole göre % değişim oranları

Table 11. Mean ozmotic potential values of second-year tomato genotypes and witness varieties under 100% full irrigation control and 50% water stress application conditions and percentage change in drought stress compared to control

Genotip *Genotype*	Kontrol (MPa) *Control*	Stres (MPa) *Stress*	Streste kontrole göre değişim (%) *Change in stress compared to control*
Tom-14	-5.83 cd	-6.56 cd	12.41
Tom-21	-5.23 a	-5.47 a	4.66
Tom-27	-5.29 ab	-5.95 b	12.57
Tom-29	-5.11 a	-6.14 b	20.06
Tom-145	-5.96 cd	-6.80 de	14.14
Tom-148	-6.20 d	-6.92 de	11.66
Tom-225	-6.14 d	-6.86 de	11.76
Tom-230	-6.20 d	-6.98 e	12.58
Tom-232	-5.77 b-d	-6.32 bc	9.46
Tolerant ortalaması	-5.75	-6.44	12.12
Falcon	-5.95 cd	-7.16 e	20.24
Rio Grande	-5.53 a-c	-7.10 e	28.35
Şahit ortalaması	-5.74	-7.13	24.15
LSD 0.01	0.50**	0. 37**	

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %1 düzeyinde farklılık vardır (LSD); Ö.D.: Önemli değil

[z]*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 level; N.S.: Nonsignificant*

Bitkilerde su noksanlığında ozmotik potansiyel azalmakta ve turgorite kaybı meydana gelmektedir. Bu durumda, bitkide eriyebilir maddeler birikmekte ve yapraklara vakuollerden suyun yanında taşınan ozmotik madde oranında artış olmaktadır. Bitki kök çevresinde ozmotik potansiyel ve su alım mekanizması durumunun ozmoregülasyon olarak tanımlanmaktadır. Bitkilerin kuraklık ve su stresine karşı korunmasında ve yaşamsal olayları devam ettirmesinde, ozmoregülasyon önemlidir [60]. Ozmotik düzenleme, kuraklık stresinde önemli bir adaptasyon mekanizmasıdır. Moussa ve Abdel-Aziz [52], kuraklığa dayanıklı Giza 2 ve duyarlı olan Trihybrid 321 mısır genotiplerin kurak koşullar altında değerlendirdiklerinde, dayanıklı genotipin stresin şiddetine göre organik bileşik sentezini ayarladığını ve ozmotik dengeyi korumaya çalıştığını bildirmişleridir. Akhoundnejad [2], bitkilerde kuraklığa toleransı belirlemede, yaprak su potansiyeli ve ozmotik potansiyelin önemli olduğunu, su potansiyelinin büyük olmasının ancak ozmotik potansiyelin düşük olmasının kuraklığa toleransta önemli olduğunu bildirmişlerdir. Hücredeki suyun fazla olması su potansiyelini arttırmakta ve negatif olan MPa değerini büyütmektedir. Yaprak ozmotik potansiyelinde ise durumun tam tersi yani, negatif olan MPa değeri ne kadar düşük olursa bitki kuraklığa tolerans açısından o kadar iyi bir durumda olacaktır. Domateste farklı genotipler üzerine yapılan kuraklık stresi çalışmasında, kontrol bitkilerinde ozmotik potansiyeli -1.135 MPa iken, %50 kısıtlı sulama uygulamasında -0.927 MPa olduğu, %25 su uygulamasında ise -0.787 MPa olduğu bildirilmiştir.

İkinci Yıl Denemesinde Bitkilerde SPAD Değeri

Denemenin ikinci yılında, domates bitkilerinde kontrol ve kuraklık uygulaması sonucu SPAD değeri açısından ortaya çıkan değişimler incelenmiş ve Çizelge 12'de gösterilmiştir. Buna göre, domates bitkilerinin SPAD değerleri, kontrol uygulamasındaki genotiplerde ortalama 44.95, şahit çeşitlerde ise 54.41 düzeyinde belirlenmiştir. Stres uygulaması ile birlikte genotiplerin SPAD değeri 48.55, şahit çeşitlerin ise 50.45 seviyesinde olduğu görülmüştür. Kurak stresi altında tolerant genotiplerde, şahitlere göre ortalama %3.77 SPAD değeri azalmıştır. Domates genotiplerinin yaprak SPAD değeri kontrol bitkilerine oranla %8.02 oranında artış göstermiş, bu değer şahit çeşitlerde %7.28 azalış olarak belirlenmiştir. SPAD değeri açısından en yüksek % artışın ve azalışın meydana geldiği genotip ve çeşitler sırasıyla Tom-21 (%28.09), Tom-230 (%25.36), Tom-14 (%10.87), Tom-145 (%9.12) ve Tom-148 (%8.05)'de artış, Tom-232 (%14.47), Falcon (%7.29) ve Rio Grande (%7.28)'de azalış şeklindedir.

Doku ve organların gelişim durumuna, yaşlanmaya ve çevresel değişimlere göre pigment miktarının değiştiği ifade edilmiştir [13]. Chl içeriğinin kuraklık stresiyle azalmaktadır [10, 27, 19, 36]. Domateste kuraklığa hassas olan çeşitlerde pigment azalışının daha yüksek olmakta ve tolerant olan çeşitlerde ise Chl içeriği daha yüksek olarak gözlemlenmektedir. Kuraklık stresine hassas ve tolerant çeşitlerde karotenoid ve klorofil içerikleri arasında, pozitif bir korelasyon bulunmaktadır [63,

32, 3]. Nicoleta ve Nedelea [55], on iki farklı domates genotipi üzerine üç farklı b1 (%90) bol sulama, b2 (%75) normal sulama, b3 (%60) kısıtlı sulama uygulamasının, domates genotiplerinin çoğunda yüksek klorofil içeriğine, yani 40 SPAD biriminin üzerinde değere sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 12. İkinci yıl domates genotipleri ve şahit çeşitlerin %100 tam sulama yapılan kontrol ve %50 su stresi uygulama koşullarında ortalama SPAD değerlerinin kontrole göre % değişim oranları

Table 12. Mean SPAD values of second-year tomato genotypes and witness varieties under 100% full irrigation control and 50% water stress application conditions and percentage change in drought stress compared to control

Genotip *Genotype*	Kontrol (MPa) *Control*	Stres (MPa) *Stress*	Streste kontrole göre değişim (%) *Change in stress compared to control*
Tom-14	41.85 cd	46.40 b-d	10.87
Tom-21	36.58 d	46.85 b-d	28.09
Tom-27	47.03 bc	50.20 a-c	6.75
Tom-29	52.48 ab	53.08 ab	1.14
Tom-145	40.83 cd	44.55 cd	9.12
Tom-148	44.73 b-d	48.33 b-d	8.05
Tom-225	48.53 bc	50.55 a-c	4.17
Tom-230	44.85 b-d	56.23 a	25.36
Tom-232	47.68 bc	40.78 d	-14.47
Tolerant ortalaması	44.95	48.55	8.02
Falcon	57.65 a	53.45 ab	-7.29
Rio Grande	51.18 ab	47.45 b-d	-7.28
Şahit ortalaması	54.41	50.45	-7.28
LSD 0.01, 0.05	9.03**	7.65*	

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %1 ve %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD); Ö.D.: Önemli değil

[z]*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 and 0.05 level; N.S.: Nonsignificant*

Domates fidelerinin optimum, kısıtlı sulama uygulamasında SPAD birimleri arasındaki farkların, fazla sulama olan uygulamaya göre, 0.3 ve 3.4 SPAD birimleri arasında değişen farklılıklar ile azaldığı tespit edilmiştir. Sivakumar ve Srividhya [68], domates genotiplerine uygulanan %100 sulama ve %50 sulama düzeyinin, domates genotiplerinde SPAD değerlerinde azalışa neden olduğunu rapor etmişlerdir. Kuraklığa hassas olan genotiplerde SPAD değeri kuraklık stresinde daha fazla azalış gözlenmekte, daha tolerant olan genotiplerin SPAD değeri ise daha az düşüş göstermektedir. Bohalima [12], MSC50 domates çeşidine uygulanan %25, %50 ve %75 kuraklık stresinin; toplam karotenoid, klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil içeriğinde artış meydana getirdiğini bildirmiştir. %50 kuraklık stresinde SC2121 domates çeşidinde; toplam karotenoid, klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil içeriğinde azalma meydana gelmiştir. Kuşvuran ve Daşgan [46], kuraklığa tolerant (Tom-143) domates genotipinde; %50 su kısıtlamasının klorofil içeriğini, kontrole kıyasla az da olsa arttırdığını, %0 su uygulamasının ise klorofil içeriğini azalttığını bu azalışın %5-8 arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Kuraklığa hassas olan domates genotipinin (Tom-163) kontrolünde, klorofil içeriğinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

İkinci Yıl Denemesinde Yaprak Sıcaklığı Değeri (°C)

Kuraklık stresine ilk tepkilerden biri, radyasyon emiliminin meydana gelmesi ve transpirasyonun engellenmesiyle bitkilerde yaprak sıcaklığının artışıdır [14, 18].

Çizelge 13. İkinci yıl domates genotipleri ve şahit çeşitlerin %100 tam sulama yapılan kontrol ve %50 su stresi uygulama koşullarında ortalama yaprak sıcaklığı değerlerinin kontrole göre % değişim oranları

Table 13. Mean leaf temperature values of second-year tomato genotypes and witness varieties under 100% full irrigation control and 50% water stress application conditions and percentage change in drought stress compared to control

Genotip *Genotype*	Kontrol (MPa) *Control*	Stres (MPa) *Stress*	Streste kontrole göre değişim (%) *Change in stress compared to control*
Tom-14	36.45 ab	32.28	-11.45
Tom-21	36.53 ab	31.65	-13.35
Tom-27	35.28 b	31.95	-9.43
Tom-29	37.65 ab	32.10	-14.74
Tom-145	38.43 a	32.48	-15.48
Tom-148	37.03 ab	32.30	-12.76
Tom-225	36.83 ab	32.10	-12.83
Tom-230	38.23 a	32.15	-15.89
Tom-232	37.00 ab	32.10	-13.24
Tolerant ortalaması	37.04	32.12	-13.29
Falcon	32.48 c	33.13	2.00
Rio Grande	32.68 c	32.28	-1.22
Şahit ortalaması	32.58	32.70	0.38
LSD 0.01	2.51**	1.78	-29.22

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %1 düzeyinde farklılık vardır (LSD); Ö.D.: Önemli değil

[z]*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 level; N.S.: Nonsignificant*

Yaprak sıcaklığı açısından ortaya çıkan değişimler Çizelge 13'te gösterilmiştir. Buna göre, domates bitkilerinin yaprak sıcaklığı değerleri, kontrol uygulamasındaki genotiplerde ortalama 37.04°C, şahit çeşitlerde ise 32.58°C düzeyinde belirlenmiştir. Stres uygulaması ile birlikte genotiplerin yaprak sıcaklığı içeriği 32.12°C, şahit çeşitlerin ise 32.70°C seviyesinde olduğu görülmüştür. Kurak stresi altında tolerant genotiplerde, şahitlere göre ortalama %1.77 yaprak sıcaklığı azalmıştır. Kuraklık stresinde yaprak sıcaklık azalışı, kuraklığa dayanıklılıkta önemlidir.

Tom-230 (%15.89), Tom-145 (%15.48), Tom-29 (%14.74), Tom-21 (%13.35) ve Tom-232 (%13.24) genotiplerinde en yüksek yüzde azalış meydana gelmiştir.

Domates genotipleri üzerine kuraklık stresinin etkisinin belirlenmesi çalışmasında, kuraklık stresinin bitkilerde yaprak sıcaklığını arttırdığı bildirilmiştir. Domates genotiplerinin kontrolünde ortalama yaprak sıcaklık değeri 27.86°C, %50 su kısıtlamasında 33.10°C, %25 su uygulamasında ise 32.10°C olduğu tespit edilmiştir. Yaprak sıcaklığındaki artışın nedeni, olarak bitkilerin su stresinde stomalarını kapatması ve transpirasyonu azaltmasından kaynaklanmaktadır [2]. Vermeulen ve ark. [74], kuraklık stresindeki domates bitkilerinde yaprak sıcaklığının, stomaların kapanmasıyla arttığını belirtmişlerdir. Yaptığımız çalışmada genotiplerin yaprak sıcaklığının kuraklık stresinde azaldığı bunun kuraklığa toleransta önemli olduğu ve tolerans mekanizmasının yaprak sıcaklığı bakımından ortaya çıktığı fikri oluşmaktadır. Bitkilerde kuraklık stresinde yaprak sıcaklığının farklı fizyolojik parametrelerle ilişkili olarak azalma gösterebildiği de düşünülmektedir.

Birinci ve İkinci Yıl Denemesinde Bitkilerde Yaprak Alanı (cm²bitki⁻¹)

Kuraklık stresi bitkide toplam yaprak alanını azaltmaktadır. Bitkiler kuraklık stresinde su kaybını azaltmak için stomaları kapatmaktadırlar. Stomaların kapanmasıyla CO_2 fiksasyonu ve buna bağlı olarak fotosentez azalmaktadır [22].

Denemenin birinci yılında, domates bitkilerinde kontrol ve kuraklık uygulaması sonucu yaprak alanında ortaya çıkan değişimler istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 14). Yaprak alanı değerleri, kontrol uygulamasındaki genotiplerde ortalama 3182.16 cm²bitki⁻¹, şahit çeşitlerde ise 1279.22 cm²bitki⁻¹ düzeyinde belirlenmiştir. Stres uygulaması ile birlikte genotiplerin yaprak alanı 2919.04 cm²bitki⁻¹, şahit çeşitlerin ise 2702.06 cm²/bitki seviyesinde olduğu görülmüştür. Kurak stresi altında tolerant genotiplerde, şahitlere göre ortalama %8.03 oranında yaprak alanı artmıştır. Domates genotiplerinin yaprak alanı kontrol bitkilerine oranla %10.35 oranında azalış göstermiş, bu değer şahit çeşitlerde %20.84 azalış olarak belirlenmiştir. Domates genotiplerinde kuraklık stresinde yaprak alanında genel olarak azalış meydana gelmiş, ortaya çıkan değişim açısından genotipler arasında farklılıklar görülmüştür. Tom-145 (%77.76) en yüksek yüzde artış görülürken, Tom-225 (%47.19) en yüksek yüzde azalış görülmüştür.

Çizelge 14. Birinci yıl domates genotipleri ve şahit çeşitlerin %100 tam sulama yapılan kontrol ve %50 su stresi uygulama koşullarında ortalama yaprak alanı değerlerinin kontrole göre % değişim oranları

Table 14. Mean leaf area values of first-year tomato genotypes and witness varieties under 100% full irrigation control and 50% water stress application conditions and percentage change in drought stress compared to control

Genotip *Genotype*	Kontrol (cm² bitki⁻¹) *Control (cm²plant⁻¹)*	Stres (cm² bitki⁻¹) *Stress (cm²plant⁻¹)*	Streste kontrole göre değişim (%) *Change in stress compared to control*
Tom-14	7239.82 a-c	6448.37 a-d	-10.93
Tom-21	7593.68 a-c	8984.15 a-d	18.31
Tom-27	10746.11 ab	12126.41 a	12.84
Tom-29	12002.34 ab	8434.00 a-d	-29.73
Tom-139	7234.13 a-c	5725.99 b-d	-20.85
Tom-145	2493.50 c	4432.35 cd	77.76
Tom-148	10455.50 ab	6313.05 a-d	-39.62
Tom-225	6492.13 bc	3428.48 d	-47.19
Tom-230	7043.75 a-c	11442.94 ab	62.46
Tom-232	11372.51 ab	6782.14 a-d	-40.36
Tolerant ortalaması	8267.35	7411.79	-10.35
Falcon	9133.97 ab	10251.28 a-c	12.23
Rio Grande	12527.82 a	6896.20 a-d	-44.95
Şahit ortalaması	10830.89	8573.74	-20.84
LSD 0.05	5997.74*	6119.20*	

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD); Ö.D.: Önemli değil

[z]*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.05 level; N.S.: Nonsignificant*

Çizelge 15. İkinci yıl domates genotipleri ve şahit çeşitlerin %100 tam sulama yapılan kontrol ve %50 su stresi uygulama koşullarında ortalama yaprak alanı değerlerinin kontrole göre % değişim oranları

Table 15. Mean leaf area values of second-year tomato genotypes and witness varieties under 100% full irrigation control and 50% water stress application conditions and percentage change in drought stress compared to control

Genotip *Genotype*	Kontrol (cm² bitki⁻¹) *Control (cm²plant⁻¹)*	Stres (cm² bitki⁻¹) *Stress (cm²plant⁻¹)*	Streste kontrole göre değişim (%) *Change in stress compared to control*
Tom-14	2324.88 cd	2239.73 bc	-3.66
Tom-21	3051.20 cd	2871.43 bc	-5.89
Tom-27	8995.65 a	4134.87 ab	-54.03
Tom-29	6545.67 b	5037.03 a	-23.05
Tom-145	1398.73 cd	1113.00 c	-20.43
Tom-148	3256.12 c	4062.38 ab	24.76
Tom-225	1159.04 cd	1889.58 c	63.03
Tom-230	895.19 d	2475.10 bc	176.49
Tom-232	1012.97 cd	2448.19 bc	141.69
Tolerant ortalaması	3182.16	2919.04	-8.27
Falcon	877.79 d	2472.64 bc	181.69
Rio Grande	1680.64 cd	2931.48 bc	74.43
Şahit ortalaması	1279.22	2702.06	111.23
LSD 0.01, 0.05	2335.76**	2032.23*	

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %1 ve %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD); Ö.D.: Önemli değil

[z]*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 and 0.05 level; N.S.: Nonsignificant*

Denemenin ikinci yılında, kontrol ve kuraklık uygulaması sonucu yaprak alanı bakımından ortaya çıkan değişimler incelenmiş ve %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 15). Yaprak alanı değerleri, kontrol uygulamasındaki genotiplerde ortalama 8267.35 cm²bitki⁻¹, şahit çeşitlerde ise 10830.89 cm²bitki⁻¹ düzeyinde belirlenmiştir. Stres uygulaması ile birlikte genotiplerin yaprak 7411.79 cm²bitki⁻¹, şahit çeşitlerin ise 8573.74 cm²bitki⁻¹ seviyesinde olduğu görülmüştür. Kurak stresi altında tolerant genotiplerde, şahitlere göre ortalama %13.55 oranında yaprak alanı azalmıştır. Domates genotiplerinin yaprak alanı kontrol bitkilerine oranla %8.27 oranında azalış göstermiş, bu değer şahit çeşitlerde %111.23 oranında artış olarak belirlenmiştir. Falcon çeşidinde (%181.69) en yüksek yüzde artış görülürken, Tom-27 (%54.03) genotipinde en yüksek yüzde azalış görülmüştür.

Çırdak ve Esendal (2006), bitkilerin kuraklık stresinde su içeriklerini korumak için, yaprak alanında küçülmeye gitmek gibi morfolojik değişiklikler yaptıklarını ifade etmişlerdir. Shamim [66], on bir lokasyondan toplanan domates genotiplerinde %40, %60 ve %80 su kısıtlaması uygulamasının, ürün büyüme ve verim azalışına etkilerini araştırıldıkları çalışmalarında, su kısıtlamasının yaprak alanında azalışa neden olduğunu belirtmiştir. Kuşvuran ve Daşgan [46], kuraklığa tolerant (Tom-143) ve hassas (Tom-163) olan domates genotiplerinde, %50 ve %0 su uygulamasının, kontrole kıyasla yaprak alanını azalttığını ve bu azalışın kuraklık stresine hassas olan Tom-163'de daha yüksek, kuraklığa tolerant Tom-143'de ise daha az olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan çalışmaların sonuçları ve yaptığımız çalışmanın sonuçları birbirini desteklemektedir.

Birinci ve İkinci Yıl Denemesinde Bitkilerde Yaş Ağırlık Değeri (g)

Bitkiler kuraklık stresine maruz kaldıklarında bitki yaş ve kuru ağırlıkları azalmakta, kurak stresine tolerant ve hassas olan çeşitlerin strese tepkileri farklı olmakta ve ağırlık kaybı kuraklığa hassas çeşitlerde daha fazla oluşmaktadır [48, 42, 77].

Denemenin birinci yılında, yaş ağırlığın istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 16). Bitki yaş ağırlığı değerleri, kontrol uygulamasındaki genotiplerde ortalama 873.37 g iken şahit çeşitlerde 475.25 g düzeyinde olduğu belirlenmiştir. Stres uygulaması ile birlikte genotiplerin bitki yaş ağırlığı 697.51 g, şahit çeşitlerin ise 281.75 g seviyesinde olduğu görülmüştür. Kurak stresi altında tolerant genotiplerde şahitlere göre ortalama %147.56 oranında bitki yaş ağırlığı artmıştır. Domates genotiplerinde kuraklık stresinde bitki yaş ağırlığında genel olarak azalış meydana gelmiş, ortaya çıkan değişim açısından genotipler arasında farklılıklar görülmüştür. Bitki yaş ağırlığı açısından en yüksek yüzde artış Tom-139 (%43.86) genotipinde görülürken, Tom-14 (%63.93) genotipinde en yüksek yüzde azalış görülmüştür.

Çizelge 16. Birinci yıl domates genotipleri ve şahit çeşitlerin %100 tam sulama yapılan kontrol ve %50 su stresi uygulama koşullarında ortalama bitki yaş ağırlık değerlerinin kontrole göre % değişim oranları

Table 16. Mean plant fresh weight values of first-year tomato genotypes and witness varieties under 100% full irrigation control and 50% water stress application conditions and percentage change in drought stress compared to control

Genotip *Genotype*	Kontrol (g) *Control*	Stres (g) *Stress*	Streste kontrole göre değişim (%) *Change in stress compared to control*
Tom-14	1299.18 a-c	468.61 b	-63.93
Tom-21	994.00 bc	1037.50 a	4.38
Tom-27	1291.50 ab	1137.00 a	-11.96
Tom-29	1738.00 a	1281.50 a	-26.27
Tom-139	818.50 b-e	1177.50 a	43.86
Tom-145	953.00 b-d	547.00 b	-42.60
Tom-148	697.00 b-e	574.50 b	-17.58
Tom-225	342.50 de	152.00 b	-55.62
Tom-230	256.50 e	313.00 b	22.03
Tom-232	343.50 de	286.50 b	-16.59
Tolerant ortalaması	873.37	697.51	-20.14
Falcon	639.50 c-e	327.00 b	-48.87
Rio Grande	311.00 e	236.50 b	-23.95
Şahit ortalaması	475.25	281.75	-40.72
LSD 0.01	614.53**	450.83**	

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %1 düzeyinde farklılık vardır (LSD); Ö.D.: Önemli değil

[z]*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 level; N.S.: Nonsignificant.*

Denemenin ikinci yılında, domates bitkilerinde kontrol ve kuraklık uygulaması sonucu bitki yaş ağırlığı açısından ortaya çıkan değişimler Çizelge 17'de gösterilmiştir. Buna göre, domates bitkilerinin bitki yaş ağırlığı değerleri, kontrol uygulamasındaki genotiplerde ortalama 881.11 g, şahit çeşitlerde ise 718.50 g düzeyinde belirlenmiştir. Stres uygulaması ile birlikte, genotiplerin bitki yaş ağırlığı 513.22 g, şahit çeşitlerin ise 233.75 g seviyesinde olduğu görülmüştür. Kurak stresi altında tolerant genotiplerde, şahitlere göre ortalama %119.56 oranında bitki yaş ağırlığı artmıştır. Domates genotiplerinin bitki yaş ağırlığı, kontrol bitkilerine oranla %41.75 oranında azalış göstermiş, bu değer şahit çeşitlerde %67.47 azalış olarak belirlenmiştir. Kuraklık stresine tolerant genotipler ve şahit çeşitler arasında bitki yaş ağırlığı açısından farklılıkların istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli olduğu

görülmüştür. Bitki yaş ağırlığı bakımından genotip ve çeşitleri arasında en yüksek yüzde azalışın Rio Grande (%72.51) çeşidinde olduğu görülmüştür.

Çizelge 17. İkinci yıl domates genotipleri ve şahit çeşitlerin %100 tam sulama yapılan kontrol ve %50 su stresi uygulama koşullarında ortalama bitki yaş ağırlık değerlerinin kontrole göre % değişim oranları

Table 17. Mean plant fresh weight values of second-year tomato genotypes and witness varieties under 100% full irrigation control and 50% water stress application conditions and percentage change in drought stress compared to control

Genotip *Genotype*	Kontrol (g) *Control*	Stres (g) *Stress*	Streste kontrole göre değişim (%) *Change in stress compared to control*
Tom-14	597.00 cd	473.00 cd	-20.77
Tom-21	1456.00 a	934.50 a	-35.82
Tom-27	1289.50 ab	623.00 bc	-51.69
Tom-29	1288.00 ab	664.50 b	-48.41
Tom-145	1050.50 a-c	412.50 de	-60.73
Tom-148	684.00 cd	526.00 b-d	-23.10
Tom-225	463.50 d	307.50 ef	-33.66
Tom-230	448.00 d	286.50 ef	-36.05
Tom-232	653.50 cd	391.50 de	-40.09
Tolerant ortalaması	881.11	513.22	-41.75
Falcon	582.00 cd	232.50 f	-60.05
Rio Grande	855.00 b-d	235.00 f	-72.51
Şahit Ortalaması	718.50	233.75	-67.47
LSD 0.01	518.93**	151.11**	

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %1 düzeyinde farklılık vardır (LSD); Ö.D.: Önemli değil

[z]*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 level; N.S.: Nonsignificant*

Zegbe ve ark. [76], kısmi kök kuruluğu ve su kısıtlamasının, domateste toplam bitki yaş ağırlığını azalttığını ve kontrol grubunda toplam bitki yaş ağırlığı 9 kg iken, su kısıtlamasında ise 6 kg olduğunu bildirmişlerdir. Domateste kuraklık stresinin, bitki taze ağırlığını olumsuz etkilediği tespit edilmiştir. Domateste tam sulama uygulamasında bitki taze ağırlığının 1.37 olduğu, kuraklık stresinde ise 0.57 g olduğu yani azaldığı bildirilmiştir [42]. Alp ve Kabay [6], kuraklık stresinde, kuraklığa tolerant ile hassas olan domates genotiplerini kıyasladıklarında, kuraklığa tolerant genotiplerin ağırlık azalışının hassas olan genotiplere kıyasla daha az olduğunu tespit etmişlerdir. Kuşvuran ve Daşgan [46], kuraklığa tolerant domates genotipinde (Tom-143) %50 su kısıtlamasının, yaş ağırlığı kontrole kıyasla çok az da olsa arttırdığı, %0 su uygulamasının ise yaş ağırlığı azalttığını belirlemişlerdir. Kuraklığa hassas olan domates genotipinde (Tom-163) %50 ve %0 su uygulamasının kontrole kıyasla yaş ağırlığı önemli oranda azalttığını da tespit etmişleridir.

Birinci ve İkinci Yıl Denemesinde Bitkilerde Yeşil Aksam Kuru Ağırlık Değeri (g)

Denemenin birinci yılında, domates bitkilerinde kontrol ve kuraklık uygulaması sonucu yeşil aksam kuru ağırlığı açısından ortaya çıkan değişimler istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 18). Yeşil aksam kuru ağırlık değerleri, kontrol uygulamasındaki genotiplerde ortalama 174.29 g, şahit çeşitlerde ise 104.25 g düzeyinde belirlenmiştir. Stres uygulaması ile birlikte genotiplerin yeşil aksam kuru ağırlık değeri 151.25 g, şahit çeşitlerin ise 69.50 g seviyesinde olduğu görülmüştür. Kurak stresi altında tolerant genotiplerde, şahitlere göre ortalama %117.63 bitki yeşil aksam kuru ağırlığı artmıştır. Domates genotiplerinin yaprak yeşil aksam kuru ağırlık değerleri kontrol bitkilerine oranla %13.22 oranında azalış göstermiş, bu değer şahit çeşitlerde %33.33 azalış olarak belirlenmiştir. Yeşil aksam kuru ağırlık değeri açısından Tom-139 (%53.79) en yüksek artış görülürken, Tom-225 (%58.33) en yüksek azalış görülmüştür.

Çizelge 18. Birinci yıl domates genotipleri ve şahit çeşitlerin %100 tam sulama yapılan kontrol ve %50 su stresi uygulama koşullarında ortalama yeşil aksam kuru değerlerinin kontrole göre % değişim oranları

Table 18. Mean plant dry weight values of first-year tomato genotypes and witness varieties under 100% full irrigation control and 50% water stress application conditions and percentage change in drought stress compared to control

Genotip *Genotype*	Kontrol (g) *Control*	Stres (g) *Stress*	Streste kontrole göre değişim (%) *Change in stress compared to control*
Tom-14	196.86 bc	112.75 c	-42.73
Tom-21	207.22 bc	203.71 ab	-1.70
Tom-27	279.63 ab	256.32 a	-8.34
Tom-29	339.06 a	277.37 a	-18.19
Tom-139	151.82 c-e	233.50 a	53.79
Tom-145	190.89 b-d	123.22 bc	-35.45
Tom-148	144.78 c-e	127.19 bc	-12.14
Tom-225	96.24 c-e	40.11 c	-58.33
Tom-230	66.27 e	70.59 c	6.53
Tom-232	70.19 e	67.71 c	-3.53
Tolerant ortalaması	174.29	151.25	-13.22
Falcon	128.23 c-e	80.70 c	-37.07
Rio Grande	80.27 de	58.31 c	-27.36
Şahit ortalaması	104.25	69.50	-33.33
LSD 0.01	113.20**	88.00**	

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %1 düzeyinde farklılık vardır (LSD); Ö.D.: Önemli değil

[z]*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 level; N.S.: Nonsignificant*

Denemenin ikinci yılında, yeşil aksam kuru ağırlığı açısından ortaya çıkan değişimler Çizelge 19'da gösterilmiştir. Kuraklık stresine tolerant

genotipler ve şahit çeşitler arasında yeşil aksam kuru ağırlığı açısından farklılıkların istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür. Kontrol uygulamasındaki genotiplerde yeşil aksam kuru ağırlığı ortalama 193.44 g iken, şahit çeşitlerde 174.00 g düzeyinde belirlenmiştir. Stres uygulaması ile birlikte genotiplerin yeşil aksam kuru ağırlık değerleri 142.89 g, şahit çeşitlerin ise 88.25 g seviyesinde olduğu görülmüştür. Kurak stresi altında tolerant genotiplerde, şahitlere göre ortalama %61.92 bitki yeşil aksam kuru ağırlığı artmıştır.

Çizelge 19. İkinci yıl domates genotipleri ve şahit çeşitlerin %100 tam sulama yapılan kontrol ve %50 su stresi uygulama koşullarında ortalama yeşil aksam kuru ağırlık değerlerinin kontrole göre % değişim oranları

Table 19. Mean plant dry weight values of second-year tomato genotypes and witness varieties under 100% full irrigation control and 50% water stress application conditions and percentage change in drought stress compared to control

Genotip *Genotype*	Kontrol (g) *Control*	Stres (g) *Stress*	Streste kontrole göre değişim (%) *Change in stress compared to control*
Tom-14	118.50 c	131.00 cd	10.55
Tom-21	285.50 ab	229.00 a	-19.79
Tom-27	284.00 a	174.50 b	-38.56
Tom-29	268.00 a	181.50 b	-32.28
Tom-145	227.50 bc	111.00 c-e	-51.21
Tom-148	156.00 bc	136.00 c	-12.82
Tom-225	124.50 c	101.00 de	-18.88
Tom-230	124.00 c	105.00 c-e	-15.32
Tom-232	153.00 c	117.00 cd	-23.53
Tolerant ortalaması	193.44	142.89	-26.13
Falcon	143.50 c	80.00 e	-44.25
Rio Grande	204.50 c	96.50 de	-52.81
Şahit ortalaması	174.00	88.25	-49.28
LSD 0.01	106.98**	34.60**	

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %1 düzeyinde farklılık vardır (LSD); Ö.D.: Önemli değil *N.S.: Nonsignificant*
[z]*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 level*

Domates genotiplerinin yaprak yeşil aksam kuru ağırlık değerleri kontrol bitkilerine kıyasla %26.13 oranında azalış göstermiş, bu değer şahit çeşitlerde %49.28 azalış olarak belirlenmiştir. Tom-14 (%10.55) genotipinde yeşil aksam kuru ağırlık değerleri açısından en yüksek yüzde artış görülürken, Rio Grande (%52.81) çeşidinde en yüksek azalış görülmüştür.

Kuraklık stresinde bitki kuru ağırlığı kontrole kıyasla artmaktadır [54]. Alexieva ve ark. [4], bezelye ve buğdayda %10 PEG 6000 uygulamasıyla oluşturulan kuraklık stresinin, yaş ve kuru ağırlığı kontrole kıyasla azalttığını bildirmişlerdir. Tsuji ve ark. [72], kuraklık stresinin farklı sorgum çeşitlerinde, bitki kuru ağırlığını etkilediğini belirtmişlerdir. Kuraklık stresinde bitki kuru ağırlığının, kontrole kıyasla %43-58 oranında azalış gösterdiği tespit edilmiştir. Sivritepe ve ark. [69], kirazda PEG ile oluşturulan kuraklık stresinde, yeşil aksam kuru ağırlığında azalışların görüldüğünü bildirmişlerdir.

SONUÇ

Kuraklık stresinin domates genotip ve şahit çeşitleri arasında membran zararlanma indeksi, stoma iletkenliği, yaprak su potansiyeli, yaprak oransal su içeriği, ozmotik potansiyel, SPAD, yaprak sıcaklığı, yaprak alanı, yaş ve kuru ağırlık gibi parametreler bakımından farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Kuraklık stresinin kültür bitkilerinde verim ve kalite azalışına neden olması ve azalışın belirlenmesinde fizyolojik parametrelerde meydana gelen değişimlerin ortaya çıkarılması önem arz etmektedir. Ayrıca kuraklığa tolerant genotiplerin belirlenmesinde fizyolojik parametrelerin kullanılmasının yanında sıra birbirleri arasındaki ilişkilerin incelenmesi, bunların kuraklığa dayanıklı çeşit geliştirme çalışmalarında kullanılabilirliğinin araştırılması ıslah çalışmalarına yardımcı olacaktır. Bu çalışmanın dünyada ve ülkemizde en çok üretilen ve tüketilen aynı zamanda üzerinde en fazla çalışma yapılan sebze türlerinden biri olan domateste yapılmış olması ve bilimsel çalışmalara katkı sağlama potansiyeli bakımından önemli olduğu kanaatindeyiz.

TEŞEKKÜR

Sultan Dere'nin doktora tezinin bir bölümü olan bu çalışma TÜBİTAK (118O574) ve Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi (FDK-2018-10446) tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

1. Aghaie, P., Ali, S., Tafreshi, H., Ali, M., Haerinasab, M., 2018. Tolerance evaluation and clustering of fourteen tomato cultivars grown under mild and severe drought conditions. Scientia Horticulturae 232:1-12.
2. Akhoundnejad, Y., 2011. Kuraklığa tolerant bazı domates genotiplerinin arazi performanslarının belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 130s.
3. Akoyunoglou, G., 1977. Development of the photosystem II unit in plastids of bean leaves greened in periodic light. Archives of Biochemistry and Biophysics 183:571-580.
4. Alexieva, V., Sergiev, I., Mapelli, S., Karanov, E., 2001. The effect of drought ultraviolet radiation

on growth and stress markers in pea and wheat. Plant, Cell and Environment 24, 1337-1344.
5. Almeselmani, M., Abdullah, F., Hareri, F., Naaesan, M., Ammar, M. A, Kanbar, O.Z., Saud, A.A., 2011. Effect of drought on different physiological characters and yield component in different varieties of Syrian durum wheat. Journal of Agricultural Science 3:127-33.
6. Alp, Y., Kabay, T., 2017. Kuraklık stresinin bazı yerli ve ticari domates çeşitlerinde bitki gelişimi üzerine etkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 27:387-395.
7. Anonim., 2022. FAO Agricultural Statistical Database (http://www.fao.org/faostat/en/#data/qc; Erişim: 16.09.2020).
8. Ashraf, M., 1994. Breeding for salinity tolerance in plants. Critical Reviews in Plant Sciences 13:17-42.
9. Ashraf, M., Foolad, M.R., 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. Environmental & Experimental Botany 59:206-216.
10. Bijanzadeh, E., Emam, Y., 2010. Effect of defoliation and drought stress on yield components and chlorophyll content of wheat. Pakistan Journal of Biological Sciences 13:699.
11. Blum, A., 1986. Breeding crop varieties for stress environments. Critical Reviews in Plant Sciences 2:199-237.
12. Bohalima, A.A.O., 2017. Tuz ve kuraklık stresinin domates gelişimi üzerine etkileri (Yüksek Lisans Tezi). Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu, 91s.
13. Brown, S.B., Houghton, J.D., Hendry, GAF., 1991. Chlorophyll breakdown. In H, Scheer (Eds.), Chlorophylls, Boca Raton, Florida, USA: CRP Press, pp:465-489.
14. Buschmann, C., Lichtenthaler, H.K., 1998. Principles and characteristics of multi-colour fluorescence ımaging of plants. Journal of Plant Physiology 152:297-314.
15. Büyük, İ., Soydam-Aydın, S., Aras, S., 2012. Bitkilerin stres koşullarına verdiği moleküler cevaplar. Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi 69:97-110.
16. Cantore, V., Lechkar, O., Karabulut, E., Sellami, M.H., Albrizio, R., Boari, F., Stellacci, A.M., Todorovic, M., 2016. Combined effect of deficit irrigation and strobilurin application on yield, fruit quality and water use efficiency of "cherry" tomato (*Solanum lycopersicum* L.). Agricultural Water Management 167:53-61.
17. Capell, T., Bassie, L., Christou, P., 2004. Modulation of the polyamine biosynthetic pathway in transgenic rice confers tolerance to drought stress. Proceedings of the National Academy of Sciences 101:9909-9914.
18. Chaerle, L., Van Der Straeten, D., 2000. Imaging techniques and the early detection of plant stress. Trends in Plant Science 5:495-501.
19. Chen, Y.E., Liu, W.J., Su, Y.Q., Cui, J.M., Zhang, Z.W., Yuan, M., Zhang, H.Y., Yuan, S., 2016. Different response of photosystem II to short and long-term drought stress in Arabidopsis thaliana. Physiologia Plantarum 158:225-235.
20. Cowan, I.R., 1982. Regulation of water use in relation to carbon gain on higher plants. In: O.L. Lange, (Eds.), Physiological Plant Ecology, Berlin: Springer, pp:589-614.
21. Çakmakçı, R., 2009. Stres koşullarında ACC deaminaze üretici bakteriler tarafından bitki gelişiminin teşvik edilmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 40:109-125.
22. Çırak, C., Esendal, E., 2006. Soyada kuraklık stresi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 21:231-237.
23. Daşgan, H, Y., Akhoundnejad,Y., Kuşvuran, Ş., Aydöner Çoban, G., 2014. Kavunda kuraklık stresi fizyolojik parametrelerinin saksıda genç bitki aşamasında ve arazide verim aşamasında karşılaştırılması. 10. Sebze Tarımı Sempozyumu, Tekirdağ.
24. Daşgan, H.Y., Kuşvuran, Ş., Abak, L., Sarı, N., 2010-a. İklim değişikliğinin sebze tarımına etkileri, kuraklığa ve tuzluluğa dayanıklı yöresel sebze genotiplerinin belirlenmesi ve korunması. MDG-F 1980, Türkiye'nin İklim Değişikliğine Uyum Kapasitesinin Geliştirilmesi Birleşmiş Milletler Ortak Programı. Özel proje kitapçığı.
25. Daşgan, H.Y., Kuşvuran, Ş., Abak, K., Sarı, N., 2010-b. Screening and saving of local vegetables for their resistance to drought and salinity. UNDP Project Final Report.
26. Dhanda, S.S., Sethi, G.S., 2002. Tolerance to drought stress among selected Indian wheat cultivars. Journal of Agricultural Science 139:319-326.
27. Din, J., Khan, S., Ali, I., Gurmani, A., 2011. Physiological and agronomic response of canola varieties to drought stress. Journal of Animal and Plant Sciences 21:78-82.
28. Dlugokecka, E., Kacperska-Palacz, A., 1978. Re-examination of electrical conductivity method for estimation of drought injury. Biologia Plantarum 20:262-267.
29. Egilla, J.N., Davies, F.T., Boutton, T.W., 2005. Drought stress influences leaf water content, photosynthesis, and water-use efficiency of Hibiscus rosa-sinensis at three potassium concentrations. Photosynthetica 43:135-140.

30. Fan, S., Blake, T.G., 1994. Abscisic acid induced electrolyte leakage in woody species with contrasting ecological requirements. Plant Physiology 89:817-823.
31. Gök, A., 2018. Domates (*Solanum lycopersıcum*)'de likopen seviyesini belirleten genlerin kalıtımı ve çevre varyansının etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Isparta, 54s.
32. Grossman, A.R., Bhaya, D., Apt, K.E., Kehoe, D.M., 1995. Light-harvesting complexes in oxygenic photosynthesis: diversity, control, and evolution. Annual Review of Genetics 29:231-288.
33. Günay, A., 2005. Özel Sebze Yetiştiriciliği. Türkiye: Çağ Matbaası, 318-343s.
34. Güneri Bağcı, E., 2010. Nohut çeşitlerinde kuraklığa bağlı oksidatif stresin fizyolojik ve biyokimyasal parametrelerle belirlenmesi (Doktora Tezi). Ankara üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi, Ankara, 420s.
35. İpek, M., 2015. *In vitro* şartlarda garnem ve myrobolan 29c anaçlarının kurak stresine karşı tepkilerinin belirlenmesi (Doktora Tezi). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 142s.
36. Javadi, T., Rohollahi, D., Ghaderi, N., Nazari, F., 2017. Mitigating the adverse effects of drought stress on the morpho-physiological traits and anti-oxidative enzyme activities of *Prunus avium* through β-amino butyric acid drenching. Scientia Horticulturae 218:156-163.
37. Jones, R.A., 1986. The development of salt-tolerant tomatoes: Breeding strategies. Acta Horticulturae 190:101-114.
38. Kalefetoğlu, T., Ekmekci, Y., 2005. The effects of drought on plants and tolerance mechanisms. Gazi University Journal of Science 18:723-740.
39. Kapluhan, E., 2013. Türkiye'de kuraklık ve kuraklığın tarıma etkisi. Marmara Coğrafya Dergisi 27:487-510.
40. Karipçin, M.Z., 2009. Yerli ve yabani karpuz genotiplerinde kuraklığa toleransın belirlenmesi (Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 279s.
41. Katarzania, S.L., Bandurska, H., Bocianowski, J., 2010. Evaluation of cell membrane injury in caravay (*Carum carvi* L.) genotypes in water deficit conditions. Acta Societatis Botanicorum Poloniae 79:95-99.
42. Khan, S.H., Khan, A., Litaf, U., Shah, A.S., Khan, M.A., 2015. Effect of drought stress on tomato cv. bombino. Journal of Food Processing Technology 7:1-7.
43. Khanna-Chopra, R., D.S. Selote, 2007. Acclimation to drought stress generates oxidative stress tolerance in drought resistant than susceptible wheat cultivar under field conditions. Environmental and Experimental Botany 60:276-283.
44. Kıran, S., Kuşvuran, Ş., Özkay, F., Ellialtıoğlu, Ş.Ş., 2015. Domates, patlıcan ve kavun genotiplerinin kuraklığa dayanım durumlarını belirlemeye yönelik olarak incelenen özellikler arasındaki ilişkiler. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi 4(2):9-25.
45. Kocaçalışkan, İ., 2002. Bitki Fizyolojisi. Türkiye: Nobel Yayın Dağıtım.
46. Kuşvuran, Ş., Daşgan, H.Y., 2017. Drought induced physiological and biochemical responses in *Solanum lycopersicum* genotypes differing to tolerance. Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus 16:19-27.
47. Lawlor, D.W., Cornic, G., 2002. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. Plant, Cell and Environment 25:275-294.
48. Leskovar, D.I., Cantliffe, D.J., 1992. Pepper seedling growth response to drought stress and exogenous abscisic acid. Journal of the American Society for Horticultural Science 117:389-393.
49. Levitt, J., 1980. Response of plants to environmental stresses. Orlando: Academic Press.
50. Mahajan, S., Tuteja, N., 2005. Cold, salinity and drought stresses: An overview. Arch Biochem Biophys 444:139-158.
51. Moriana, A., Fereres, E., 2002. Plant indicators for scheduling irrigation of young olive trees. Irrigation Science 21:83-90.
52. Moussa, H.R., Abdel-Aziz, S.M., 2008. Comparative response of drought tolerant and drought sensitive maize genotypes to water stress. Australian Journal of Crop Science 1:31-36.
53. Munns, R., Termaat, A., 1986. Whole-plant responses to salinity. Australian Journal of Plant Physiology 13:143-16.
54. Nahar, K., Gretzmacher, R., 2002. Effect of water stress on nutrient uptake, yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) under subtropical conditions. Die Bodenkultur 53:45-51.
55. Nicoleta, B.A., Nedelea, G., 2012. Research concerning drought tolerance in some tomato seedling genotypes. Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology 16:96-102.
56. Özcan, S., Babaoğlu, M., Gürel, E., 2004. Bitki biyoteknolojisi genetik mühendisliği ve uygulamaları. Selçuk Üniversitesi Vakfı, Konya.
57. Özer, H., Karadoğan, T., Oral, E., 1997. Bitkilerde su stresi ve dayanıklılık mekanizması. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 28:488-495.

58. Patanè, C., Cosentino, S.L., 2010. Effects of soil water deficit on yield and quality of processing tomato under a Mediterranean climate. Agricultural Water Management 97:131-138.
59. Patanè, C., Tringali, S., Sortino, O., 2011. Effects of deficit irrigation on biomass, yield, water productivity and fruit quality of processing tomato under semi-arid Mediterranean climate conditions. Scientia Horticulturae 129:590-596.
60. Perassakli, M., Huber, J.T., Tucker, T.C., 1987. Dry matter yield, nitrogen absorption and water uptake by sweet corn under salt stress. Journal of Plant Nutrition 12:279-290.
61. Petro-Turza, M., 1987. Flavor of tomato and tomato products. Food Review International 2: 309-351.
62. Rao, M.K.V., Raghavendra, A.S., Reddy, J.K., 2006. Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants. Netherlands: Springer.
63. Sakuraba, Y., Yokono, M., Akimoto, S., Tanaka, R., Tanaka, A., 2010. Deregulated chlorophyll b synthesis reduces the energy transfer rate between photosynthetic pigments and induces photo damage in Arabidopsis thaliana. Plant and Cell Physiology 51(6):1055-1065.
64. Sánchez-Rodríguez, E., Rubio-Wilhelmi, M.M., Cervilla, L.M., Blasco, B., Rios, J., Rosales, M.A., Romero, L., Ruiz, J.M., 2010. Genotypic differences in some physiological parameters symptomatic for oxidative stress under moderate drought in tomato plants. Plant Science 178:30-40.
65. Sánchez, F.J., Andres, E.F., Tenorio, J.L., Ayerbe, L., 2004. Growth of epicotyls, turgor maintenance and osmotic adjustment in pea plants (*Pisum sativum* L.) subjected to water stress. Field Crops Research 86:81-90.
66. Shamim, F., Saqlan, S.M., Athar, H-UR-N., Waheed, A., 2014. Screening and selection of tomato genotypes/cultivars for drought tolerance using multivariate analysis. Pakistan Journal of Botany 46:1165-1178.
67. Sibomana, I.C., Aguyoh, J.N., Opiyo, A.M., 2013. Water stress affects growth and yield of container grown tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) plants. Global Journal of Bio-science and Biotechnology 2:461-466.
68. Sivakumar, R., Srividhya, S., 2016. Impact of drought on flowering, yield and quality parameters in diverse genotypes of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). Advances in Horticultural Science 30:3-11.
69. Sivritepe, N., Ertürk, U., Yerlikaya, C., Türkan, İ., Bor, M., Özdemir, F., 2008. Response of the cherry rootstock to water stress induced *in vitro*. Biologia Plantarum 52(3):573-576.
70. Smirnoff, N., 1993. The role of active oxygen in the response of plants to water deficit and desiccation. New Phytologist 125:27-58.
71. Taiz, L., Zeiger, E., 2008. Bitki fizyolojisi. Palme Yayıncılık, Ankara.
72. Tsuji, W., Ali, M.E.K., Inanaga, S., Sugimoto, Y., 2003. Growth and gas exchange of three sorghum cultivars under drought stress. Biomedical and Life Sciences 46:583-587.
73. Türkan, İ., Bor, M., Özdemir, F., Koca, H., 2005. Differential responses of lipid peroxidation and antioxidants in the leaves of drought-tolerant *P.acutifolius* gray and drought-sensitive *P.vulgaris* L. subjected to polyethylene glycol mediated water stress. Plant Science 168:223-231.
74. Vermeulen, K., Steppe, K., Lıunh, N.S., Lemeur, R., De Backer, L., Bleyaert, P., Dekock, J., Aerts, J.M., Berckmans, D., 2007. Simultaneous response of stem diameter, sap flow rate and leaf temperature of tomato plants to drought stress. Acta Horticulturae 801:1259-1266.
75. Wild, A., 2003. Soils, land and food: managing the land during the twenty-first century. Cambridge University Press: Cambridge.
76. Zegbe, J.A., Behboudian, M.H., Clothier, B.E., 2004. Partial rootzone drying is a feasible option for irrigating processing tomatoes. Agricultural Water Management, 68, 195-206.
77. Zhou, R., Yu, X., Ottosen, C.O., Rosenqvist, E., Zhao, L., Wang, Y., Zhao, T., Wu, Z., 2017. Drought stress had a predominant effect over heat stress on three tomato cultivars subjected to combined stress. BMC Plant Biology 17:24.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 197–203 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

FARKLI SEBZE TÜRLERİ FİDELERİNİN YAPRAK BİTKİ BESİN ELEMENTİ DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ

Mahmut TEPECİK[1]*, Ali Rıza ONGUN[2], Ahmet Ege ÖZERCAN[3], Meleknaz ÖZAYDIN[4]

[1]Doç. Dr., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, İzmir; ORCID: 0000-0001-6609-4538
[2]Doç. Dr., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, İzmir; ORCID: 0000-0002-5244-2770
[3]Lisans son sınıf öğrencisi, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Bes.Böl., İzmir; ORCID: 0000-0001-6936-6586
[4]Lisans son sınıf öğrencisi, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Bes.Böl., İzmir; ORCID: 0000-0003-2024-9922

ÖZ

Bu çalışma, topraksız ortamda (torf) yetiştirilen hıyar, domates ve biber fidelerinin makro ve mikro bitki besin element konsantrasyonlarını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Hıyar fidelerinde azot (N) %1.29-3.23, domates fidelerinde %1.62-2.74 ve biber fidelerinde %1.54-1.79 olarak belirlenmiştir. Fosfor (P)hıyar fidelerinde %0.18-0.91, domates fidelerinde %0.12-0.87 ve biber fidelerinde %0.16-0.41 olarak saptanmıştır. Potasyum (K) hıyar ve domates ve biber fidelerinde sırasıyla %1.94-5.16 ve %3.41-5.24 ve %3.80-6.15 belirlenmiştir. Kalsiyum (Ca) hıyar fidelerinde %1.08-3.25, domates fidelerinde %0.96-2.12 ve biber fidelerinde ise %1.27-1.92 olarak hesaplanmıştır. Magnezyum (Mg) hıyar fide örneklerinde %0.26-0.84, domates fide örneklerinde %0.38-0.66 ve biber fide örneklerinde ise %0.46-0.72 değerlerini almıştır. Hıyar fidelerinde demir (Fe) 74.83-195.04 mg kg^{-1} domates fide örneklerinde 60.83-119.46 mg kg^{-1} ve biber fidelerinde ise 124.03-180.12 mg kg^{-1} değerleri elde edilmiştir. Çinko (Zn) 114.47-285.12 mg kg^{-1}, domates fidesi için 121.51-200.13 mg kg^{-1} ve biber fidelerinde ise 147.68-243.71 mg kg^{-1} olarak saptanmıştır. Mangan (Mn) değerleri hıyar fidelerinde 41.96-134.09 mg kg^{-1}, domates fidelerinde 35.18-114.85 mg kg^{-1} ve biber fidelerinde 56.75-106.41 mg kg^{-1} olarak hesaplanmıştır. Bakır (Cu) ise hıyar fidelerinde 11.35-72.01 mg kg^{-1}, domates fidelerinde 12.83-84.15 mg kg^{-1} ve biber fidelerinde 46.43-87.07 mg kg^{-1} olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bitki besin elementi, fide, konsantrasyon, sebze, yaprak

DETERMINATION OF LEAF PLANT NUTRITION ELEMENT LEVELS OF SEEDLINGS DIFFERENT VEGETABLE SPECIES

ABSTRACT

This research is conducted to determine macro and micro nutrient concentration cucumber, tomato and pepper seedlings grown soilless medium (peat). Nitrogen (N) (%) was found from 1.29 to 3.23 cucumber, from 1.62 to 2.74; from 1.54 to 1.79 tomato and pepper seedlings. Phosphorus (P) was found (%) from 0.18 to 0.91; from 0.12 to 0.87 and from 0.16 to 0.41 cucumber, tomato and pepper seedlings. Potassium (K) was found (%) from 1.94 to 5.16; from 3.41 to 5.24 and from 3.80 to 6.15 respectively seedlings of cucumber, tomato and pepper. Calcium (Ca) was found (%) from 1.08 to 3.25 cucumber; from 0.96 to 2.12 tomato and from 1.27 to 1.92 pepper. Magnesium (Mg) was found (%) from 0.26 to 0.84 cucumber; from 0.38 to 0.66 tomato and from 0.46 to 0.72 pepper. Iron (Fe) was obtained from (mg kg^{-1}) 74.83 to 195.04 cucumber; from 60.83 to 119.46 tomato and from 124.03 to 180.12 pepper. Zinc (Zn) was determined (mg kg^{-1}) from 114.47 to 285.12 cucumber; from 121.51 to 200.13 tomato and from 147.68 to 243.71 in pepper. Manganese (Mn) was calculated (mg kg^{-1}) from 41.96 to 134.09 cucumber; from 35.18 to 114.85 tomato and from 56.75 to 106.41 pepper. Copper (Cu) was determined (mg kg^{-1}) from 11.35 to 72.01 cucumber; from 12.83 to 84.15 tomato and from 46.43 to 87.07 in pepper seedlings.

Keywords: Plant nutrients, seedling, concentration, vegetable, leaf

GİRİŞ

Sebze fidesi, tohumun çimlenmesi ile meydana gelen gerçek yapraklara sahip olan ve yetiştiriciliği yapılacak yere şaşırtılan bitki olarak tanımlanmaktadır. Fide ile yapılan üretimin avantajları olarak; erkencilik, bitki üretimi yapılan yerde kalma süresinin azaldığı üretim alanının daha etkin kullanıldığı, tohum, arazi, işgücü ve enerji tasarrufu, homojen bitki gelişiminin sağlandığı, yabancı ot kontrolünün kolaylaştığı ve hasat tarihinde doğruluk gibi avantajları belirtilmiştir [1]. Hazır fide olarak adlandırılan kontrollü koşullardaki fide üretimi, sağlıklı, hastalık ve zararlılardan ari, homojen gelişmiş fide eldesi sağladığından, arazi, zaman ve enerji tasarrufu yapılarak kaynak kullanım etkinliği artırıldığı, herbisit kullanımını azaltması ve aşılı fide üretimine olanak sağladığından dolayı ayrı

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*: mahmut.tepecik@ege.edu.tr

bir sektör olarak 1990'lı yıllardan günümüze kadar büyük gelişme sağlamıştır [2]. Hazır fide, kontrollü koşullar altından yapılan fide yetiştiriciliği olarak tanımlanır [3, 4]. Kaliteli bir fide; kotiledon yaprakları lekesiz ve parlak, yeşil renkli, kök ve yeşil aksam orantılı, kökler viyol içini tamamen sarmış ve beyaz renkli, fideler tek büyüme ucuna sahip ve 4-5 gerçek yaprağa sahip olmalı, çiçek taşımamalı, herhangi bir hastalık ve zararlı semptomu ve nekroz bulunmamalı ve pişkin olmalıdır [5]. Bitki besin elementleri ve miktarları bitkisel üretimde kullanılan fide kalitesini etkileyen önemli kriterler arasında yer almaktadır. Özellikle bitki besin elementi miktarlarının optimum düzeyde olması fide kalitesi olarak değerlendirilen hastalık ve zararlıdan ari, dengeli bir kök/gövde oranı, yüksek kuru madde, iyi gelişmiş bir kök sistemi, hızlı yeni kök oluşturabilme, adaptasyon kabiliyeti gibi diğer tüm özellikleri de etkileyen bir parametredir. Yetiştirilen fidelerinin optimum besin elementi düzeyi yetiştirme ortamının bitki besin elementi kapasitesi [6, 7], gübreleme programı [8], ortam sıcaklığı [9] ve ışık yoğunluğu [10] fide gelişimini etkileyen faktörler arasındadır yer almaktadır. Bitkiler tüm yaşamsal döngülerini sürdürebilmesi için makro ve mikro bitki besin elementlerine ihtiyaç duymaktadırlar. Bitkilerin ihtiyaç duydukları makro ve mikro besin elementlerinin bitkilerdeki optimum miktarı sağlıklı bitki yetiştiriciliği açısından önem taşımaktadır [11]. Ülkemizde örtü altı sebze yetiştiriciliğinde hazır fide kullanım oranı %100, açıkta sebze yetiştiriciliğinde ise bu oran yaklaşık %70 düzeyine ulaşmıştır [12]. Günümüzde fide firmaları sebze fidesi üretiminin yanı sıra süs bitkileri ve tıbbi ve aromatik bitki fidesini de üretmektedirler. Hazır fide üreten firmalarındaki artış bu sektörü, ülkemizde istihdamı da arttıran önemli bir sektör haline getirmiştir [13]. Fide üretimi yapılan sebze türleri arasında domates ilk sıradadır ve bunu ikinci sırada marul, biber, lahanagiller, hıyar ve karpuz izlemektedir [14]. Sebze yetiştiriciliği genel olarak fideler ile yapılmakta olup çeşit ve kaliteli fide yetiştiriciliği tarımsal üretimde büyük önem taşımaktadır ve yetiştiricilik açısından sıralamanın başında yer alır. Topraksız tarımda fide yetiştiriciliği, bitkinin gelişimi için gerekli olan bitki besin elementlerini optimum düzeyde bitkinin kök bölgesine verilerek yapılmaktadır. Fide yetiştiriciliği genel olarak 1-Substrat ortamı ve 2-Su kültüründe yetiştiricilik şeklinde yapılmaktadır. Substrat ortamları organik (torf, hindistan cevizi torfu, talaş, ağaç kabuğu, çeltik kavuzu, yer fıstığı kabuğu vb.), inorganik (kum, çakıl, volkan tüfü, zeolit gibi doğal inorganik ortamlar; perlit, vermikülit, genleştirilmiş kil, kaya yünü gibi inorganik ortamlar) ve sentetik-organik (poliüretan köpük) ortamlar olmak üzere üç grupta sınıflandırılmaktadır [15, 16]. Sebze tarımında hazır fide kullanımı, tohum kayıplarını, üretim riskini ve işçilik masraflarını azaltması nedeni ile üreticiler tarafından tercih edilmektedir [17, 18]. Fide yetiştirme ortamı olarak torf, perlit, vermikulit, pomza taşı, zeolit, tüf, hindistan cevizi lifi ve bitkisel ve hayvansal atıklar kullanılmaktadır. Sayılan bu ortamlar arasında torf'un en çok tercih edilen materyal olması havalanma kapasitesinin, drenajının iyi olması, su tutma kapasitesi yüksek olması, besin maddelerince zengin ve besin elementi kaybının az olması gibi özelliklerinden ileri gelmektedir [19]. Sebze ürünleri üretim miktarının 2022 yılında bir önceki yıla göre %1 azalarak yaklaşık 31.4 milyon ton olacağı ve sebzeler grubunun önemli ürünlerinden hıyarda %2.9, havuçta %19.9, beyaz lahanada %17.2 oranında artış olurken, domateste %2.3, karpuzda %3.9, kuru soğanda %6 oranında azalış olacağı tahmin edilmektedir [20].

Bu çalışmada topraksız ortamda yetiştirilen hıyar, domates ve biber fidelerinin beslenme düzeylerinin belirlemek amacıyla şaşırtma dönemi öncesinde örnekleme yapılarak makro bitki besin elementlerinden azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ve mikro bitki besin elementlerinden mangan (Mn), demir (Fe), çinko (Zn) ve bakır (Cu) elementleri düzeylerini belirlemek için yapılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada, sebze yetiştiriciliğinde hıyar, domates ve biber fidelerinin makro ve mikro bitki besin element konsantrasyonlarını belirlemek için, topraksız ortamda torf içerisinde yetiştirilen fidelerden şaşırtma öncesinde örnekleme yapılmıştır. Hıyarda 12 adet hibrit (F_1), domateste 10 adet hibrit (F_1) özellikteki fidelerden örnekleme yapılmıştır. Biber türünde 9 adet hibrit (F_1) ve 1 adedi hibrit özellik göstermeyen 10 adet fide örneği alınmıştır. Alınan fidelerin kök üstü aksamı (gövde + yaprak) olarak ayrılmış ve laboratuvarda önce çeşme suyu sonrada saf su yıkandıktan sonra etüvde 65-70°C'de 48 saat kurutulduktan sonra değirmende öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir. Element analizleri bitki örneklerinde kuru yakma (kül) yapılmış ve 3 M HCl ise çözdürüldükten sonra yaprak örneklerinde bitki besin elementlerden fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), demir (Fe), çinko (Zn), mangan (Mn) ve bakır (Cu) elementleri belirlenmiştir [21]. Fide örneklerinde N analizi modifiye Kjeldahl yöntemine Bremner [22]'e göre, fosfor elementi kolorimetrik olarak vanadomolibdo fosforik sarı renk yöntemi ile saptanmıştır [23]. Potasyum (K) ve Ca alev (flame) fotometre ile Mg,

Fe, Zn, Mn ve Cu elementleri ise Atomik Absorbsiyon Spektrofotometrede belirlenmiştir [24].

İstatistiki analiz: Verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistik analizleri (minimum, maksimum, aritmetik ortalama, geometrik ortalama, harmonik ortalama, medyan, çarpıklık, basıklık, standart sapma ve varyasyon katsayısı değerleri) SPSS 20.0 paket istatistik programı ile yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Hıyar fide örneklerinde makro bitki besin elementlerinden olan azot (N) elementinin konsantrasyonu %1.29-3.23 fosfor (P) %0.18-0.91, potasyum (K) %1.94-5.16 kalsiyum (Ca) %1.08-3.25, magnezyum (Mg) %0.26-0.84, mikro bitki besin elementlerinden demir (Fe) 74.83-195.04 mg kg^{-1}, çinko (Zn) 114.47-285.12 mg kg^{-1}, mangan elementi (Mn) 41.96-134.09 mg kg^{-1} ve bakır (Cu) 11.35-72.01 mg kg^{-1} olarak saptanmıştır (Çizelge 1). Erdal ve ark. [25], değişik tuz ve K uygulamalarına bağlı olarak hıyar bitkisinin K, Ca, Mg ve P içeriğindeki değişimleri araştırdıkları çalışmalarında, tuz uygulamasındaki elementlerin konsantrasyonu %3.23-3.83, %0.14-0.29, %0.45-0.70 ve %0.22-0.39 arasında ve potasyum uygulamasında ise %2.90-4.00, %0.21-0.27, %0.44-0.73 ve %0.25-0.35 arasında değişim gösterdiğini belirtmişlerdir. Aynı şekilde hıyar bitkisine tuz uygulamasında Zn, Mn, Fe ve Cu içeriğindeki değişimler (mg kg^{-1}) ise 17-18, 81-99, 42-183 ve 21-30 olarak ve potasyum uygulamasında ise 15-19, 79-108, 64-120 ve 19-31 olarak belirlenmiştir. Hıyar fidelerinde en fazla değişkenlik Cu (VK:42.80), en az değişkenlik ise K (VK: 23.43) içeriklerinde görülmektedir. Hıyar fidelerindeki bu değişkenlik büyük olasılıkla bakır içeren preparatların uygulanmasından kaynaklı olabilir. Buna karşın K içeriğinde benzer şekilde N içeriğinde düşük varyasyon katsayısı değişkenliğin az olduğunu göstermektedir. Bu durumdan fide yetiştirme ortamlarında bu iki elementin standart bir seviyede bulunduğu anlamı çıkarılabilir. Hıyar fidelerinin bitki besin elementi içeriklerinin çarpıklık katsayılarına bakıldığında Ca, Mg ve Fe dışında tüm elementlerin sola çarpık olduğu yani veri setinin genelinde yüksek değerlerin hakim olduğu görülmektedir. Ekbiç ve ark. [26], tarafından Cemre F_1 (CMV-hassas) ve Melen F_1 (CMV-dayanıklı) olmak üzere 2 hıyar çeşidinde yaptığı çalışmada makro elementlerden P %1.13-1.18 ve %1.01-1.03, K %3.79-3.86 ve %3.73-3.83, Ca %1.63-1.95 ve %1.65-1.70, Mg %0.53-0.60 ve %0.56-0.57 aralığında değişim gösterirken mikro elementlerden Mn 43.02-47.05 mg kg^{-1} ve 37.64-38.74 mg kg^{-1}, Fe 125.05-137.08 mg kg^{-1} ve 97.43-106.25 mg kg^{-1}, Zn 51.01-53.11 mg kg^{-1} ve 46.64-47.59 mg kg^{-1} ile Cu elementi ise 13.23-16.20 mg kg^{-1} ve 10.77-15.90 mg kg^{-1} aralığında saptanmıştır. Yılmaz ve ark [27] tarafından N %1.00-3.05, P %0.308-0.700, K %0.57-5.42, Ca %2.56-5.17, Mg %0.153-0.326, Fe 144.00-236.00 mg kg^{-1}, Zn 117.40-184.20 mg kg^{-1}, Mn 9.00-79.00 mg kg^{-1} ve Cu 3.00-44.20 mg kg^{-1} belirtilmiş olan bu değerlere göre kıyaslandığında elde edilen sonuçların farklılık göstermiştir. Bu farklılığın da çeşit özelliklerinden, fide yetiştirilen ortam ve uygulamalardan kaynaklanabileceği söylenebilir.

Domates fide örneklerinde bitki besin elementlerinden azot (N) %1.62-2.74, fosfor (P) %0.12-0.87, potasyum (K) %3.41-5.24, kalsiyum (Ca) %0.96-2.12, magnezyum (Mg) %0.38-0.66, demir (Fe) 60.83-119.46 mg kg^{-1} çinko (Zn) 121.51-200.13 mg kg^{-1}, mangan (Mn) 35.18-114.85 mg kg^{-1} olarak saptanmıştır (Çizelge 2). Domates fidelerinde P, Mn, Fe ve Cu içerikleri çarpıklık katsayıları dikkate alındığında sola çarpık olduğu ve veri setinde büyük değerlerin egemen olduğu görülmektedir. Buna karşın N, K, Ca, Mg ve Zn içeriklerinin ise sağa çarpık yani veri setinde küçük değerlerin baskın olduğu belirlenmiştir. Domates fidelerinde Cu (VK: 58.76) yüksek değişkenlik göstermektedir. Bu durum yine hıyar bitkisinde olduğu gibi bakırlı prepatların kullanımı ile ilgili olduğu düşünülmektedir. En az değişkenlik K (VK:15.06) ve N (VK:17.83) içeriklerinde görülmektedir. Tan [28], tarafından belirtilmiş olan %1.01-4.26 N, %0.35-0.58 P, %2.10-7.77 K, %3.67-5.01 Ca, %0.43-1.12, Fe 160.87-800.30 mg kg^{-1} ve Zn 20.53-42.00 mg kg^{-1} değerlerine göre özellikle Ca ve Zn elementleri arasında farklılıklar mevcuttur. Sönmez [6] tarafından N %1.25-4.01, P %0.17-0.94, K %1.17-6.77, C %1.67-2.83, Mg %0.22-0.82, Fe 80.88-180.10 mg kg^{-1}, Zn 34.12-131.58 mg kg^{-1}, Mn 161.77-295.18 mg kg^{-1} ve Cu 1.22-16.16 mg kg^{-1} değerlerine göre özellikle Zn, Mn ve Cu elementleri farklılık gösterdiği bunun da fide yetiştirme ortamı farklılığından ileri geldiği düşünülmektedir.

Canbay [29], tarafından domates fidesi toprak üstü aksamı için %2.55-2.95 N, %0.63-1.09 P, %1.55-3.69 K, %2.77-3.46 Ca, %0.44-1.20 Mg, 87.23-119.99 mg kg^{-1} Zn, 47.73-55.39 mg kg^{-1} Fe ve 165.24-267.72 mg kg^{-1} Mn olarak belirtilen değerlere göre farklılıkların olduğu bunun da tür ve çeşit farklılıklarından ileri geldiği söylenebilir. Tüzel ve ark. [30], farklı yetiştirme ortam ve düzeyleri ile yapılan çalışmada ortalama N %2.71-3.54, P %0.15-0.76, Ca %2.30-6.70, Mg %0.60-0.93 ve Mn 18-93 mg kg^{-1}, Zn 44-150 mg kg^{-1} ve Cu 13-28 mg kg^{-1} olarak ve Ayaz [31], tarafından belirtilen K %3.159-4.980 değerine benzerlik göstermekle beraber, Mn 13.151-19.395 mg kg^{-1}, Fe 86.129-205.007 mg kg^{-1},

Zn 5.075-13.346 mg kg^{-1} ve Cu 6.300-7.573 mg kg^{-1} belirtilen değerlere göre besin elementlerinin farklılık göstermesi, yetiştirme ortam ve özellikleri etkilerinden kaynaklandığının göstergesidir.

Biber fide örneklerinde bitki besin elementlerinden azot (N) %1.54-1.79, fosfor (P) %0.16-0.41, potasyum (K), %3.80-6.15, kalsiyum (Ca) %1.27-1.92, magnezyum (Mg) %0.46-0.72, demir (Fe) 124.03-180.12 mg kg^{-1}, çinko (Zn) 147.68-243.71 mg kg^{-1}, mangan (Mn) 56.75-106.41 mg kg^{-1} olarak saptanmıştır (Çizelge 3). Biber fidelerinin bitki besin elementi içerikleri incelendiğinde hıyar ve domates bitkisinden farklı olarak Cu içeriğindeki değişkenliğin az olduğu görülmektedir. Ayrıca N, P ve K dışında diğer elementlerin sağa çarpık veri seti kümenlenmesi yani küçük değerlerin çoğunluğu oluşturduğu görülmektedir.

Çizelge 1. Hıyar fidelerinin makro ve mikro bitki besin elementi konsantrasyonları
Table 1. Macro and micro plant nutrient concentrations of cucumber seedlings

Fide Çeşidi	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Mn (mg kg^{-1})	Fe (mg kg^{-1})	Zn (mg kg^{-1})	Cu (mg kg^{-1})
F$_1$ Oturak hıyar	2.80	0.76	3.37	1.96	0.72	91.71	116.43	285.12	15.18
F$_1$ Oturak hıyar	1.74	0.65	3.83	3.25	0.84	97.53	178.40	220.81	48.09
F$_1$ Oturak hıyar	3.23	0.81	4.21	2.02	0.46	78.74	125.92	270.16	33.45
F$_1$ Turşuluk hıyar	1.29	0.39	2.64	1.26	0.48	62.45	74.83	187.93	11.35
F$_1$ Turşuluk hıyar	1.41	0.18	1.94	1.72	0.42	41.96	77.56	120.30	54.86
F$_1$ Turşuluk hıyar	1.80	0.24	3.24	1.08	0.40	43.37	122.16	114.47	31.92
F$_1$ Aşılı hıyar	3.15	0.78	3.72	2.05	0.42	115.18	124.61	221.08	51.95
F$_1$ Aşılı hıyar	3.08	0.83	3.80	1.94	0.28	134.09	126.23	251.08	69.47
F$_1$ Düz hıyar	2.73	0.64	3.31	1.29	0.26	115.71	112.45	199.16	47.38
F$_1$ Düz hıyar	2.91	0.91	4.12	1.98	0.34	91.65	146.91	203.32	65.17
F$_1$ Düz hıyar	2.82	0.85	4.61	1.85	0.80	117.71	195.04	251.02	58.96
F$_1$ Düz hıyar	2.74	0.91	5.16	1.23	0.56	101.18	123.61	180.26	72.01
Minimum	1.29	0.18	1.94	1.08	0.26	41.96	74.83	114.47	11.35
Maksimum	3.23	0.91	5.16	3.25	0.84	134.09	195.04	285.12	72.01
Aritmetik ortalama	2.48	0.66	3.66	1.80	0.50	90.94	127.01	208.73	46.65
Geometrik ortalama	2.37	0.59	3.56	1.73	0.47	85.66	122.68	201.49	41.06
Harmonik ortalama	2.24	0.50	3.44	1.65	0.44	79.56	118.29	193.29	33.79
Medyan	2.77	0.77	3.76	1.90	0.44	94.62	124.11	212.07	50.02
Çarpıklık	-0.75	-1.05	-0.32	1.24	0.73	-0.51	0.50	-0.52	-0.60
Basıklık	-1.17	-0.26	0.59	2.86	-0.62	-0.63	0.56	-0.29	-0.62
Standart sapma	0.71	0.26	0.86	0.58	0.19	29.47	34.64	53.56	19.96
Varyasyon katsayısı	28.51	38.54	23.43	32.15	38.93	32.40	27.27	25.66	42.80

Çizelge 2. Domates fidelerinde makro ve mikro bitki besin elementi konsantrasyonları
Table 2. Macro and micro plant nutrient concentrations in tomato seedlings

Fide çeşidi	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Mn (mg kg^{-1})	Fe (mg kg^{-1})	Zn (mg kg^{-1})	Cu (mg kg^{-1})
F$_1$ Çeri domates	1.74	0.54	4.09	1.35	0.47	74.07	81.03	112.13	20.65
F$_1$ Çeri domates	1.85	0.63	4.31	1.38	0.46	85.27	86.14	142.53	44.27
F$_1$ Sırık domates	1.72	0.41	3.67	1.83	0.43	73.14	110.25	112.02	21.02
F$_1$ Sırık domates	1.68	0.48	3.72	1.65	0.48	81.16	117.27	155.17	84.15
F$_1$ Sırık domates	1.86	0.53	3.61	2.12	0.62	108.23	119.46	178.34	21.45
F$_1$ Sırık domates	1.73	0.21	3.52	1.17	0.39	35.18	96.82	172.46	78.04
F$_1$ Oturak domates	1.76	0.62	4.18	1.26	0.51	76.32	83.14	125.14	83.94
F$_1$ Oturak domates	1.65	0.87	4.91	1.57	0.54	98.72	117.51	200.13	12.83
F$_1$ Köy domates	2.74	0.86	5.24	1.57	0.66	114.85	117.56	159.24	72.72
F$_1$ Şeker domates	1.62	0.12	3.41	0.96	0.38	68.29	60.83	121.51	78.13
Minimum	1.62	0.12	3.41	0.96	0.38	35.18	60.83	112.02	12.83
Maksimum	2.74	0.87	5.24	2.12	0.66	114.85	119.46	200.13	84.15
Aritmetik ortalama	1.84	0.53	4.07	1.49	0.49	81.58	99.00	147.87	51.72
Geometrik ortalama	1.81	0.46	4.03	1.45	0.49	78.16	96.89	145.11	41.87
Harmonik ortalama	1.80	0.37	3.99	1.42	0.48	73.89	94.58	142.43	32.65
Medyan	1.74	0.54	3.91	1.48	0.48	78.74	103.54	148.85	58.50
Çarpıklık	2.85	-0.21	0.96	0.40	0.68	-0.51	-0.63	0.33	-0.16
Basıklık	8.52	-0.31	-0.05	0.19	-0.26	1.10	-0.78	-1.03	-2.22
Standart sapma	0.33	0.24	0.61	0.34	0.09	22.59	20.46	30.28	30.39
Varyasyon katsayısı	17.83	46.05	15.06	22.64	18.56	27.69	20.67	20.47	58.76

Genel olarak biber fidelerinin bitki besin elementi içerikleri daha az değişkenlik gösterdiği ve en az değişkenliğin N (VK:4.59) içeriğinde rastlandığı görülmektedir. Demir [32], arasından biber fidesi bitki besin elementleri N %2.57-4.55, P %0.27-0.45, K %2.55-8.00, C %0.99-2.55, Mg %0.31-0.69, Fe 97.10-365.20 mg kg^{-1}, Zn 113.30-172.90 mg kg^{-1}, Mn 65.32-130.80 mg kg^{-1} ve Cu 2.78-9.93 mg kg^{-1} değerlerine göre özellikle N ve Cu elementleri farklılık göstermiştir. Bu farklılığın fide yetiştirme

ortamı özelliklerinden ve yapılan uygulamalardan ileri geldiği düşünülmektedir. Küçük ve Çolakoğlu [33], biberdeki besin elementlerinin konsantrasyonu K>N>Ca>Mg>P sıralamasını izlediğini bildirmişlerdir.

Durukan [34], tarafından biber fidelerinde %2.41-3.80 N, %0.26-0.57 P, %3.36-7.13 K, %0.74-1.44 Ca ve %0.32-0.35 Mg ve 70.43-146.23 mg kg^{-1} Zn ve 8.39-14.12 mg kg^{-1} Cu ve Özbay [35], tarafından belirtilen Mn 3.47-18.8 mg kg^{-1}, Fe 2.08-2.97 mg kg^{-1} ve Zn 8.90-10.42 mg kg^{-1} ve Cu 3.82-5.46 mg kg^{-1} değerlere göre farklılık gösterdiği bunun da çeşitler arası farklılıklardan ve yapılan uygulamalardan ileri geldiği düşünülmektedir. Genel olarak hıyar, domates ve biber fidelerinde Cu elementi konsantrasyonu yüksek olması dikkati çekmektedir. Bunun da bakırlı preparatlar bitki patojeni bakterilerin neden olduğu hastalıkların mücadelesinde yoğun olarak kullanılması [36] ile açıklanabilir.

Çizelge 3. Biber fidelerinde makro ve mikro bitki besin elementi konsantrasyonları
Table 3. Macro and micro plant nutrient concentrations in pepper seedlings

Fide çeşidi	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Mn (mg kg^{-1})	Fe (mg kg^{-1})	Zn (mg kg^{-1})	Cu (mg kg^{-1})
F_1 Tatlı sivri biber	1.70	0.34	5.13	1.38	0.61	72.02	131.14	162.53	56.41
F_1 Tatlı sivri biber	1.79	0.41	5.97	1.27	0.58	94.12	151.71	226.15	68.29
F_1 Tatlı kıl biber	1.72	0.33	5.78	1.85	0.64	106.41	166.72	243.71	71.54
F_1 Çarliston biber	1.61	0.31	3.79	1.43	0.53	70.43	115.17	141.08	89.07
F_1 Çarliston biber	1.63	0.25	5.39	1.37	0.50	91.62	129.70	178.83	68.29
F_1 Dolma biber	1.66	0.35	4.35	1.61	0.51	51.25	120.63	143.24	75.54
F_1 Dolma biber	1.71	0.25	4.82	1.54	0.58	56.75	128.63	188.41	64.39
F_1 Acı kıl biber	1.54	0.37	6.15	1.81	0.72	84.18	180.12	238.71	55.22
F_1 Acı biber	1.75	0.22	3.80	1.92	0.64	68.46	124.03	147.68	87.53
Manisa acı biber	1.60	0.16	4.21	1.36	0.46	69.01	136.12	185.12	46.43
Minimum	1.54	0.16	3.79	1.27	0.46	51.25	115.17	141.08	46.43
Maksimum	1.79	0.41	6.15	1.92	0.72	106.41	180.12	243.71	89.07
Aritmetik ortalama	1.67	0.30	4.94	1.55	0.58	76.43	138.40	185.55	68.27
Geometrik ortalama	1.67	0.29	4.87	1.54	0.57	74.66	137.05	181.97	67.03
Harmonik ortalama	1.67	0.28	4.80	1.52	0.57	72.92	135.81	178.54	65.76
Medyan	1.68	0.32	4.98	1.49	0.58	71.23	130.42	181.98	68.29
Çarpıklık	-0.16	-0.45	0.00	0.53	0.28	0.31	1.10	0.43	0.12
Basıklık	-0.64	-0.50	-1.57	-1.36	-0.38	-0.64	0.23	-1.34	-0.51
Standart sapma	0.08	0.08	0.88	0.23	0.08	17.31	21.11	38.93	13.62
Varyasyon katsayısı	4.59	25.69	17.84	14.99	13.65	22.65	15.25	20.98	19.95

SONUÇ

Çalışmada, hıyar, domates ve biber fidelerinin bitki besin elementlerinin düzeyleri belirlenmiştir. Fidelerin besin element düzeyleri, bitkilerin gelişim süreleri ve verim açısından büyük önem taşımaktadır. Tarımsal üretimde, optimum verim, bitkideki makro ve mikro bitki besin elementlerinin miktar ve oranları ile ilgilidir. Aksi takdirde, fazla veya eksik düzeyde bulunan element veya elementlerden ileri gelebilecek bitki gelişimindeki çeşitli bozukluklar ile birlikte verim kayıpları meydana gelebilir. Bitkilerin yapısında bulunan bitki besin elementi miktarları arasındaki denge ve oran bu açıdan önem taşımaktadır. Bu besin elementleri oranların artış veya azalış göstermesi durumunda bitkinin gelişimi üzerine olumsuz şekilde yansıması söz konusu olmaktadır. Fide yetiştiriciliğinin tarımsal üretimin ilk aşaması olması, birim alanda optimum verimin alınması, ürün kalitesi açısından kaliteli fide yetiştiriciliği ile sağlanabilir. Fide kalitesi açısından, bitkideki makro ve mikro element düzeylerini gübreleme programları ile sağlanabilir.

KAYNAKLAR

1. Tüzel, Y., Öztekin, G.B., Durdu, T., 2021. Organik fide yetiştiriciliği. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Enstitü, Yalova, Yayın No: 108.
2. Pascual, J.A., Ceglie, F., Tuzel, Y., Koller, M., Koren, A., Hitchings, R., Tittarelli, F., 2018. Organic substrate for transplant production in organic nurseries. A review. Agronomy for Sustainable Development, 38(35):1-23.
3. Tüzel, Y., Gül, A. 2008. Seralarda iyi tarım uygulamaları. Tibyan Yayıncılık, İzmir, ISBN:978-9944-172-07-3, 172s.
4. Eltez, Z.R., Öztekin, G.B., 2011. Serada sebze yetiştiriciliği, 9:176-198. Örtüaltı Üretim Sistemleri (Ed.: A. Gül, E. Yaslıoğlu, M. Ali Dayıoğlu), Anadolu Üniversitesi, Açık Öğretim Fakültesi, Tarım Önlisans Programı Ders Kitabı (TRM212U), Anadolu Üniversitesi, Yayın No: 2275. Açık Öğretim Fakültesi, Yayın No: 1272. Eskişehir.
5. Aktaş, H., Öztekin, G.B., 2019. Yetiştiricilik (Bölüm 4), Serada biber tarımı (Editör: G.B.

Öztekin), Tarım Gündem Dergisi Özel Yayını, Nobel Yayıncılık, İzmir, s:28-38.
6. Sönmez, İ., 2017. Atık mantar kompostunun domates fidelerinin gelişimi ve besin içerikleri üzerine olan etkilerinin belirlenmesi. Mediterranean Agricultural Sciences 30(1):59-63.
7. Yılmaz, E., Özen, N., Özen, M.Ö., 2017. Determination of changes in yield and quality of tomato seedlings (*Solanum lycopersicon* cv. Sedef F_1) in different soilless growing media. Mediterranean Agricultural Sciences, 30:163-168.
8. Dursun, A., Güvenç, I., Turan, M., 2002. Effects of different levels of humic acid on seedling growth and macro and micronutrient contents of tomato and eggplant. Acta Agrobotanica, 55(2):81-88.
9. Guan, Y.J., Hu, J., Wang, X.J., Shao, C.X., 2009. Seed priming with chitosan improves maize germination and seedling growth in relation to physiological changes under low temperature stress. Journal of Zhejiang University-Science, 10(6):427-433.
10. Liu, X., Xu, Z., Chang, T., Guo, S., 2010. Growth and photosynthesis of cherry tomato seedling exposed to different low light of LED light quality. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 30(4):725-732.
11. Kacar, B., Katkat, A.V., 1998. Bitki Besleme. Uludağ Üniv. Güçlendirme Vakfı Yayın No:127. VİPAŞ Yayın No: 3. Bursa.
12. Yelboğa, K., 2014. Tarımın büyüyen gücü: Fide sektörü. Bahçe Haber, 3(2):13-16.
13. Balkaya, A., Duman İ., Engiz, M., Ermiş, S., Onus, A.N., Özcan, M., Çelikel, F., Demir, İ., Kandemir, D., Özer, M., 2015. Bahçe bitkileri tohumluğu üretimi ve kullanımında değişimler ve yeni arayışlar. Türkiye Ziraat Mühendisliği 8. Teknik Kongresi, 12-16 Ocak 2015, s:985-1010.
14. TAGEM, 2018. Tohumculuk. Sektör Politika Belgesi 2018-2022. Ankara, 32s.
15. Leonardi, C., 2004. Growing media, Regional Training Workshop on Soilless Culture Technologies, 3-5 March 2004, İzmir, pp:83-92.
16. Gül, A., 2008. Topraksız tarım. Hasad Yayıncılık.
17. Tüzel, Y., Gül, A., Daşgan, H.Y., Öztekin, G.B., Engindemiz, S., Boyaci, H.F., 2015. Örtüaltı yetiştiriciliğinde değişimler ve yeni arayışlar. Türkiye Ziraat Mühendisliği 8. Teknik Kongresi, Bildiriler-1, 12-16 Ocak, Ankara, s:685-709.
18. Özer, H., Kandemir D., 2016. Evaluatıon of the performance of greenhouse tomato seedlings grown with different cultivation techniques. Bangladesh Journal of Botany 45(1):203-209.
19. Raviv, M., Reuveni, R., Zaidman, B.Z., 1998. Improved medium for organic transplants. Biological Agriculture & Horticulture 16(1):53-64.
20. TÜİK, 2022. Bitkisel üretim 1. Tahmini. (https://data.tuik.gov.tr/bulten/ındex?p=bitkisel-uretim-1.tahmini-2022-45502 Erişim:15.9.2022).
21. Tomov, T., Rachovsky, G., Kostadinova, S., Manolov, I., 1999. Manual for Agrochemistry, Academic Press of Higher Agricultural Institute, Plovdiv Bulgaria, 110p.
22. Bremner, J.M., 1965.Total nitrogen, in C.A. Black (Ed.) Methods of Soil Analysis Part 2, American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin, USA. pp:1149-1178.
23. Lott, W.L, Nery, J.P, Gall, J.R, Medcoff, J.C., 1956. Leaf analysis technique in coffe research, I.B.E.C. Research Institute Publishing 9:21-24.
24. Kacar, B. İnal, A., 2008. Bitki analizleri. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
25. Erdal, İ., Türkmen, Ö., Yıldız, M., 2000. Tuz stresi altında yetiştirilen hıyar (*Cucumis sativus* L.) fidelerinin gelişimi ve kimi besin maddeleri içeriğindeki değişimler üzerine potasyumlu gübrelemenin etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 10(1):25-29.
26. Ekbiç, E., Fidan, H., Eker, S., 2017. Hıyar mozaik virüsünün (CMV) hıyarda bitki besin elementi içeriğine etkisi. Akademik Ziraat Dergisi 6(Özel Sayı):263-268.
27. Yılmaz, E., Sönmez, İ., Demir, H., 2014. Effects of zeolite on seedling quality and nutrient contents of cucumber plant (*Cucumis sativus* L. cv. Mostar F_1) grown in different mixtures of growing media. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 45(21):2767-2777.
28. Tan, E., 2014. Organik fide üretimine uygun yetiştirme ortamlarının belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, İzmir, 87s.
29. Canbay, S., 2018. UV-B Işın uygulamalarının domates, hıyar ve patlıcan fidelerinde fide gelişimi ve kalitesi üzerine etkileri. (Yüksek Lisans Tezi) Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Antalya, 67.
30. Tüzel, Y., Ekinci, K., Öztekin, G.B., Erdal, I., Varol, N., Özen Merken, Ö., 2020. Utilization of olive oil processing waste composts in organic tomato seedling production. Agronomy, 10:797.
31. Ayaz, Ö.U., 2020. Domates fidesi yetiştiriciliğinde en uygun besin solüsyonunun belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Van, 69s.

32. Demir, H., 2017. The effects of spent mushroom compost on growth and nutrient contents of pepper seedlings. Mediterranean Agricultural Sciences, 30(2):91-96.
33. Küçük, S.A., Çolakoğlu H., 1992. Mineral azotlu gübre uygulamalarının biber bitkisinde gelişme, kuru madde oluşumu, ürün ve besin maddeleri alımı üzerine etkileri. 1. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Sebze Bağ-Süs Bitkileri İzmir, 2:201-204.
34. Durukan, A., 2004. Bazı sebze türlerinde fide yetiştirme ortamı olarak tütün tozu kompostunun saf ve değişik oranlarda kullanılabilirliği (Yüksek Lisans Tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Tokat, 40s.
35. Özbay, Ş., 2021. Biber fidesi yetiştiriciliğinde en uygun besin solüsyonunun belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Van, 67s.
36. Eğerci, K., Özaktan, H., Eğerci, Y. 2021. Bazı bitki patojeni ve saprofit bakterilerin bakırlı bileşiklere karşı duyarlılık düzeylerinin araştırılması. The Journal of Turkish Phytopathology, 50(1):1-7.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 204–207 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

SAKSIDA ROKA YETİŞTİRİCİLİĞİNDE BİTKİ SIKLIĞININ ETKİSİ

Özgün ÜNAY[1]*, Mahmut TEPECİK[2], Ayşe GÜL[3]

[1] Zir. Yük. Müh., Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, İzmir; ORCID: 0000-0002-8323-4632
[2] Doç. Dr., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, İzmir; ORCID: 0000-0001-6609-4538
[3] Prof. Dr., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir; ORCID: 0000-0003-1845-5284

ÖZ

Bu çalışmada, saksıda roka (*Eruca vesicaria* subsp. *sativa*) yetiştiriciliğine yönelik olarak farklı bitki sıklıklarının bitki gelişimi, verim ve bitkilerin besin elementi içeriğine etkisi araştırılmıştır. Bengi roka çeşidine ait tohumlar 4 Mart 2022 tarihinde torf dolu viyollere, her bir hücreye 12 adet tohum gelecek şekilde ekilmiştir. 28 Mart 2022 tarihinde perlit:torf karışımı (4:1, v/v) ile doldurulan yüksekliği 13 cm, taban çapı 10 cm ve üst çapı 15 cm olan saksılara viyolün 1, 2, 3, 4, 5 hücresinde yer alan bitkiler aktarılmıştır. Bitkilerin besin maddesi ve su gereksinimi besin çözeltisi (mg L^{-1}: N 180, P 50, K 210, Ca 180, Mg 50, Fe 5.0, Mn 0.50, Zn 0.1, B 0.50, Cu 0.1, Mo 0.05) uygulaması ile karşılanmıştır. Bitkiler 29 Nisan 2022 tarihinde hasat edilmiştir. Verim, bitki gelişim özellikleri (yaprak ayasının eni, boyu ve kalınlığı, yaprak sapının uzunluğu, %yaprak kuru ağırlığı) ve yaprakların element içerikleri (N, P, K, Ca, Mg, Na, Zn, Cu, Fe, Mn) belirlenmiştir. Bitki sıklığı arttıkça verimin 57 g/saksıdan 114 g/saksıya yükseldiği, yaprak ayasının eni ve boyunun azaldığı, yaprak sapı uzunluğunun ise arttığı saptanmıştır. Bitki sıklığının artması yaprak N, P ve K içeriğinde artışa yol açmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Eruca vesicaria* subsp. *sativa*, saksıda yetiştiricilik, torf, perlit

EFFECTS OF PLANT DENSITIES ON ROCKET CULTIVATION IN POTS

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the effects of different plant densities on plant growth, yield and nutrient content of rocket plants (*Eruca vesicaria* subsp. *sativa*) grown in pots. The seeds of the Bengi rocket variety were sown on 4 March 2022 in peat-filled viols, with 12 seeds per cell. On 28 March 2022, plantlets in 1, 2, 3, 4, 5 cells of the viols were transferred to pots filled with perlite: peat mixture (4:1, v/v) with a height of 13 cm, a bottom diameter of 10 cm and a top diameter of 15 cm. Nutrient and water requirements of the plants were provided by nutrient solution (mg L^{-1}: N 180, P 50, K 210, Ca 180, Mg 50, Fe 5.0, Mn 0.50, Zn 0.1, B 0.50, Cu 0.1, Mo 0.05). The plants were harvested on 29 April 2022. Yield, leaf properties (width, length and thickness of leaf blade; petiole length, leaf dry weight %) and leaf element contents (N, P, K, Ca, Mg, Na, Zn, Cu, Fe, Mn) were determined. The yield increased from 57 g to 114 g per pot by increasing plant density. The leaf blade width and length were decreased, and the petiole length increased in pots with higher plant densities. Increasing plant density led to an increase in leaf N, P and K content.

Keywords: *Eruca vesicaria* subsp. sativa, pot cultivation, peat, perlite

GİRİŞ

Sağlıklı beslenmenin giderek önem kazandığı son yıllarda, artan tüketici bilincine bağlı olarak ürünlerin besleyici değeri kadar insan sağlığı bakımından sağladıkları faydalar da dikkat çekmektedir [11]. Sebzeler arasında hızlı gelişen ve yetişme süresi kısa olan yeşillikler; düşük kalorili olmalarının yanı sıra içermiş oldukları mineral ve vitaminler açısından da önemlidir. Besleyici ve sağlıklı özellikleri nedeniyle yeşillikler, popüler Akdeniz diyetinin önemli unsurlarından biri haline gelmiştir [13].

Roka (*Eruca vesicaria* subsp. *sativa*), *Brassicacea* (*Cruciferae*) familyasına ait düşük kalorili, yaprakları çiğ olarak tüketilen bir sebze türüdür. Özellikle Akdeniz ülkelerinde yaygın olarak yetiştirilen ve tüketilen roka, son 30 yılda çok popüler hale gelmiştir [4]. Glukozinolatların öncülü olan izotiyosiyanatları içermesi nedeniyle potansiyel kanser önleyici aktiviteye sahip bir sebze olarak tanımlanmaktadır. Absorblama kapasitesinin yüksek olması [12], esansiyel elementler (P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Na) açısından insan sağlığına olumlu değerlendirilmekle [2] birlikte, ağır metaller ve nitrat içeriğinin sorun yaratabileceği düşünülmektedir [4, 12]. Roka yapraklarının faydalı amino asit bileşimine sahip yüksek bir protein içeriği ile karakterize edildiği ve rokanın beslenmede yer alması gerektiği rapor edilmekte; bitki beslemede değişiklikler yapılarak

* Sorumlu yazar / *Corresponding author*: ozgun3010@gmail.com

roka bitkilerinin protein miktarının artırılabileceği rapor edilmektedir [9].

Yeşillikler kışları ılıman iklimin hâkim olduğu bölgelerde, yılın her mevsiminde yetiştirilebilmektedir. Ayrıca sıcak yaz aylarında, nispeten gölge alanlarda yetiştirmek de mümkündür [6]. Yeşilliklerde, birim alanda yetişen bitki sayısının verim ve yaprak kalitesini önemli ölçüde etkilediği bilinmektedir. Havalanma, ışıklanma ve bitki beslenme gibi parametreler de birim alandaki bitki sayısından doğrudan etkilenmektedir [13].

Hasat sonu muhafaza süresi kısa olan rokanın ticari yetiştiriciliği kadar ev bahçelerinde yetiştiriciliği de önemlidir. Özellikle pandeminin etkisi ile son yıllarda ev bahçelerinde üretimi artan türler arasındadır. Bu çalışmada, rokanın balkon veya teraslarda saksıda yetiştiriciliğinde bitki sıklığının verim ve element içeriğine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla yetiştirme ortamı olarak, toprak yerine kullanımı daha pratik olan ve marketlerde de paketli olarak satılan perlit ve torf karışımı kullanılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Deneme 04 Mart 2022-29 Nisan 2022 tarihleri arasında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait polietilen örtülü tünel serada yürütülmüştür. Bitki materyali olarak Bengi roka çeşidi kullanılmıştır. Tohum ekimi 04 Mart 2022'de torf (Klasmann TS1) dolu viyollerin (668×330×54 mm) her hücresine 12 adet tohum gelecek şekilde yapılmıştır. Bitkiler, 28 Mart 2022'de yüksekliği 13 cm, taban çapı 10 cm ve üst çapı 15 cm olan saksılara aktarılmıştır. Saksılarda substrat olarak tarımsal perlit (Ege Perlit-İzmir) ve torf (Klasmann TS1) karışımı (4:1, v.v^{-1}) kullanılmıştır. Tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekrarlı olarak düzenlenen denemede 5 farklı bitki sıklığı test edilmiştir:

(1) Her bir saksıda viyolün 1 hücresinde yer alan bitkiler,

(2) Her bir saksıda viyolün 2 hücresinde yer alan bitkiler,

(3) Her bir saksıda viyolün 3 hücresinde yer alan bitkiler,

(4) Her bir saksıda viyolün 4 hücresinde yer alan bitkiler,

(5) Her bir saksıda viyolün 5 hücresinde yer alan bitkiler,

İlk üç sulamadan sonra, bitkilerin besin maddesi ve su gereksinimi besin çözeltisi (mg L^{-1}: N 180, P 50, K 210, Ca 180, Mg 50, Fe 5.0, Mn 0.50, Zn 0.1, B 0.50, Cu 0.1, Mo 0.05) uygulaması ile karşılanmıştır. Besin çözeltisi saksı altlıklarına drene olacak şekilde uygulanmıştır. Bitkilere uygulanan çözeltinin pH'sı 6.4-6.5, EC'si 1.4-1.5 mS cm^{-1} aralığında tutulmuştur.

Bitkiler, 29 Nisan 2022 tarihinde saksı hizasından bıçak yardımıyla kesilerek hasat edilmiştir. Verim, bitki gelişim özellikleri (yaprak ayasının eni, boyu ve kalınlığı; yaprak sapının uzunluğu, % yaprak kuru ağırlığı) ve yaprakların element içerikleri (N, P, K, Ca, Mg, Na, Zn, Cu, Fe, Mn) belirlenmiştir.

Verim, saksı başına üst aksam ağırlığı (g) tartılarak belirlenmiştir. Yaprak özellikleri her deneysel ünitede tesadüfi olarak seçilen 5 bitkide belirlenmiştir. Yaprak ayasının eni ve boyu ile yaprak sapının uzunluğu şerit metre ile ölçülmüştür. Yaprak ayasının kalınlığı ise mikrometre ile yaprak damarına gelmeyecek şekilde ölçülmüştür.

Her deneysel üniteden tesadüfi olarak seçilen 8 bitki, yaş ağırlığı alındıktan sonra 65°C'ye ayarlı etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar tutulmuş ve daha sonra kuru ağırlıkları belirlenerek yüzde kuru madde miktarları hesaplanmıştır. Kuru bitki örnekleri besin elementi analizinde kullanılmıştır. Toplam N Bremner [3] tarafından bildirildiği şekilde Kjeldahl yöntemine göre hesaplanmıştır. Diğer besin elementleri örneklerde yaş yakma (HNO_3+$HClO_4$; 4:1) sonrası, P vanadomolibdo fosforik sarı renk yöntemi ile spektrofotometrik olarak [8], K, Ca ve Na alev fotometresi ile Mg, Fe, Zn, Mn ve Cu ise Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi ile ölçülmüştür [7].

Elde edilen verilere SPSS 20.0 paket programında varyans analizi yapılmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testi ($P \leq 0.05$) ile belirlenmiştir. Ayrıca bitki sıklığı ile incelenen özellikler arasındaki ilişkileri açıklamak üzere ortogonal karşılaştırmalar yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bitki sıklığının verime etkisi önemli ($P \leq 0.001$) bulunmuştur. Verim bitki sıklığının artması ile 57.4 g'dan 114 g'a artış göstermiştir (Çizelge 1). Bitki sıklığı ile verim arasındaki ilişkinin %92'si linear ilişkiye aittir. 1 m²'lik alana, 15 cm çaplı 36 adet saksının yerleştirilebileceği düşünülür ise, verimin uygulamalara bağlı olarak 2066-4102 g m^{-2} arasında değiştiği söylenebilir. Dursun vd. [5] toprakta yaptıkları denemede roka veriminin 2661-4587 g m^{-2} arasında değiştiğini rapor etmektedir. Sonuçlar, rokanın saksıda yetiştirildiğinde, toprakta yapılan yetiştiricilikte elde edilen verim düzeyine ulaşılabileceğini ortaya koymuştur.

Bitki sıklığı arttıkça yaprak ayasının eni ve boyunun azalmasına karşın yaprak sap uzunluğunun artış gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 1). Bitki sıklığının daha az olduğu 3 uygulamada (1, 2 ve 3 viyol hücresindeki bitkilerin yetiştirildiği saksılarda)

4 ve 5 viyol hücresindeki bitkilerin yetiştirildiği saksılara kıyasla bitkilerin yaprak ayasının daha uzun, yaprak saplarının ise daha kısa olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, Yılmaz ve Uğur [13]'un, terede bitki sıklığının verim ve yaprak kalitesine etkisini araştırdığı çalışmada elde ettikleri sonuçlar ile benzerlik göstermektedir. Bitki sıklığının artmasına bağlı olarak, yaprak eni ve boyundaki azalmalara bitkiler arası rekabetin neden olabileceği düşünülmektedir. Yaprak kalınlığı ve %kuru ağırlığı bitki sıklığına bağlı bir değişim göstermemiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Bitki sıklığının verim ve yaprak gelişimine etkisi[z]

Table 1. The effect of plant density on yield and leaf growth[z]

Bitki sıklığı *Plant density*	Verim (g.saksı$^{-1}$) *Yield*	Yaprak ayasının *Leaf blade*			Yaprak sapının uzunluğu (cm) *Petiole length*	Kuru madde (%) *Dry matter*
		Eni (cm) *Width*	Boyu (cm) *Length*	Kalınlığı (mm) *Thickness*		
1	57.4 d	4.94 a	12.20 a	0.35	6.50 b	10.35
2	81.0 c	4.27 ab	11.42 a	0.34	7.06 b	10.31
3	80.7 c	4.02 b	11.22 a	0.34	7.04 b	10.63
4	92.6 b	3.65 b	9.09 b	0.34	8.08 a	10.20
5	114.0 a	3.50 b	9.42 b	0.36	8.12 a	10.24
P	***	*	*	öd	*	öd

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (Duncan)

*[z]In each column, different letters shows the significant differences between treatments according to Duncan's multiple range test at P≤0.05. P value shows probability, *P≤0.05, ***P≤0.001.*

ö.d.: Önemli değil *N.S.: Nonsignificant*

Uygulamalara bağlı olarak N %3.22-4.32, P %0.40-0.54, K %4.73-5.97, Ca %3.29-3.73, Mg %0.56-0.68, Na 2045-2622 ppm, Zn 41.0-43.1 ppm, Cu 12.4-13.2 ppm, Fe 80.6-100.1 ppm, Mn 109.8-114.4 ppm arasında değişmiştir (Çizelge 2). N, K, Mg içerikleri Bozokalfa vd. [2] ile Barlas vd. [1]; P ve Zn içerikleri Bozokalfa vd. [2] tarafından saptanan değerlere benzerdir. Ca içeriği ise (%3.29-3.73) Barlas vd. [1] tarafından saptanan maksimum değere yakın olmakla birlikte Bozokalfa vd. [2]'nın saptadığı değerden (%1.07) daha yüksektir. Çalışmamızda yaprak Na içeriği 2045-2622 ppm arasında değişmiş olmakla birlikte, roka bitkilerinin Ca içeriğinin Barlas vd. [1] ortalama 800 ppm, Bozokalfa vd. [2] 3300 ppm olduğunu rapor etmektedir. Çalışmamızda saptanan Cu ve Mn değerleri Barlas vd. [1] ve Bozokalfa vd. [2] tarafından bildirilen ortalama değerlerden daha yüksek olmuştur. Bununla birlikte Cu içeriği Bozokalfa vd. [2]'nın bildirdiği maksimum değerlere yakındır. Fe içeriği (80.6-100.1 ppm) ise Barlas vd. [1] tarafından bildirilen değerden (351 ppm) düşük olmakla birlikte, Bozokalfa vd. [2]'nın saptadığı değere (116 ppm) yakın olmuştur.

Bitki sıklığının yaprakların N, P, K ve Ca içeriğine etkisi önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, bitki sıklığı ile Ca arasındaki ilişki anlamlı bulunmamıştır. Bitki sıklığı ile N, P, K arasındaki istatistiksel açıdan önemli bir ilişki olduğu, bitki sıklığının artmasının yaprak N, P, K içeriğinde artışa yol açtığı belirlenmiştir. Bu sonuca bitki sıklığına bağlı olarak yaprak morfolojisinin değişmesi ve bitki sıklığının artmasının yaprak sap uzunluğunu artırmasının neden olabileceği düşünülmektedir. Ortogonal polinomiyaller, bitki sıklığı ile yaprak N içeriği arasındaki ilişkinin %79'u, yaprak P içeriği arasındaki ilişkinin %79'u, yaprak K içeriği arasındaki ilişkinin %62'sinin linear ilişkiye ait olduğunu göstermiştir.

Elde edilen bulgular toplu olarak değerlendirildiğinde, verim kaybı olmakla birlikte yaprak morfolojisinin çok değişmediği bitki sıklığının 3 numaralı uygulama olduğu, dolayısı ile 15 cm çaplı saksılarda 36 adet roka bitkisinin yetiştirilmesinin önerilebileceği sonucuna varılmıştır. Saksının yüzey alanı (0.0177 m²) dikkate alınırsa 1 m²'de 2038 roka bitkisinin yetiştirilmesi uygun görünmektedir. Toprakta yapılan yetiştiricilikte de önerilen bitki yoğunluğu 2000-3000 bitki m^{-2}'dir [10]. Bu çalışmada tohum çimlenmesi kontrollü koşullarda yapılmıştır, tohum çimlenme oranının düşük olması durumunda 15 cm çaplı saksıda 48 adet tohum ekimi neticesinde edilen bitkiler yetiştirilebilir.

Çizelge 2. Bitki sıklığının yaprak element içeriğine etkisi[z]

Table 2. The effect of plant density on leaf element content[z]

Bitki sıklığı *Plant density*	N	P	K	Ca	Mg
1	3.27 b	0.40 b	5.28 c	3.73	0.56
2	3.22 b	0.49 a	4.73 bc	3.29	0.63
3	4.21 a	0.48 a	5.26 bc	3.40	0.59
4	4.28 a	0.54 a	5.69 ab	3.32	0.64
5	4.32 a	0.53 a	5.97 a	3.33	0.68
P	***	*	*	öd	öd
Barlas vd. [1]	4.32	0.26	5.14	2.95	0.57
Bozokalfa vd. [2]	4.11	0.46	5.36	1.07	0.57
Bitki sıklığı *Plant density*	Na	Zn	Cu	Fe	Mn
1	2212.5 b	42.53	12.36	90.70	114.43
2	2044.6 b	43.08	12.35	92.17	110.19
3	2621.6 a	41.13	12.62	100.13	109.82
4	2260.5 b	42.76	13.18	82.97	117.53
5	2279.4 b	41.03	12.77	80.55	110.46
P	*	öd	öd	öd	öd
Barlas vd. [1]	800	65	5.37	351	41
Bozokalfa vd. [2]	3300	44.68	7.72	116	46.27

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (Duncan)

*[z]In each column, different letters shows the significant differences between treatments according to Duncan's multiple range test at P≤0.05. P value shows probability, *P≤0.05, ***P≤0.001.*

ö.d.: Önemli değil *N.S.: Nonsignificant*

SONUÇ

Saksıda roka yetiştiriciliğinde bitki sıklığı verim, yaprak özellikleri ve besin madde içeriğini etkilemiştir. Bitki sıklığı arttıkça verim artmakta; yaprak ayasının eni ve boyu azalmakta, yaprak sap uzunluğu artmaktadır. Bitki sıklığının artması yaprakların N, P, K içeriğinin artmasına yol açmıştır. Elde edilen bulgular toplu olarak değerlendirildiğinde, 15 cm çaplı saksılarda (yüzey alanı 0.0177 m²) 36 adet roka bitkisinin yetiştirilmesinin uygun olacağı sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte, bitki sıklığının rokanın biyokimyasal içeriğine etkilerinin inceleneceği gelecek çalışmaların sonuçları roka yetiştiriciliğinde bitki sıklığı konusunda daha doğru yorum yapılmasını sağlayabilir.

KAYNAKLAR

1. Barlas, N.T., Irget, M.E., Tepecik, M., 2011. Mineral content of the rocket plant (*Eruca sativa*). African Journal of Biotechnology 10(64):14080-14082.
2. Bozokalfa, M.K., Yagmur, B., Ilbi, H., Esiyok, D., Kavak, S., 2009. Genetic variability for mineral concentration of *Eruca sativa* L. and *Diplotaxis tenuifolia* L. accessions. Crop Breeding and Applied Biotechnology 9:372-381.
3. Bremner, J.M., 1965. Nitrogen total. In: Sparks, D.L. (Eds.): Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods SSSA Book Series 5. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin pp:1085-1122.
4. Cavaiuolo, M., Ferrante, A., 2014. Nitrates and glucosinolates as strong determinants of the nutritional quality in rocket leafy salads. Nutrients 6:1519-1538.
5. Dursun, A., Ekinci, M., Dönmez, M.F., 2008. Effects of inoculation bacteria on chemical content, yield and growth in rocket (*Eruca vesicaria* subsp. *sativa*). Asian Journal of Chemistry 20(4):3197-3202.
6. Eşiyok, D., 2016. Kışlık ve yazlık sebze yetiştiriciliği. Sidas Yayınları, İzmir, 410s.
7. Kacar, B., İnal, A., 2008. Bitki analizleri. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 892s.
8. Lott, W.L., Nery, J.P., Gall, J.R., Medcoff, J.C., 1956. Leaf analysis techniques in coffee research. IBEC Res. Inst. Pub. 9:21-24.
9. Nurzynska-Wierdak, R., 2015. Protein nutritional value of rocket leaves and possibilities of its modification during plant growth. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 39:(6).
10. Pimpinii, F., Enzo, M., 1996. Rocket: a Mediterranean crop for the world. In: S. Padulosi, D. Pignone (Eds.): Present status and prospects for rocket cultivation in the Veneto region. Legnaro (Padova), Italy, pp:51-66.
11. Sarıkamış, G., 2011. İnsan sağlığı bakımından öne çıkan bazı sebzeler. Türkiye 6. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi pp:372-376.
12. Villatoro-Pulido, M., Font, R., Obregón-Cano, S., Moreno-Rojas, R., Amaro-López, M.Á., Anter, J., Muñoz-Serrano, A., De Haro Bailón, A., Alonso-Moraga, A., Del Río-Celestino, M., 2013. Cytotoxic and genotoxic effects of metal(oid)s bioactivated in rocket leaves (*Eruca vesicaria* subsp. *sativa* Miller). Chemosphere 93(10):2554-2561.
13. Yılmaz, D., Uğur, A., 2019. Terede (*Lepidium sativum* L.) bitki sıklığının verim ve yaprak kalitesine etkisi. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi 7(8):1222-1227.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 208–213 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

DOMATES YETİŞTİRİCİLİĞİNDE BAZI ORGANİK GÜBRELERİN İLAVESİYLE KİMYASAL GÜBRE KULLANIMININ AZALTILMASININ BÜYÜME, KALİTE VE VERİM ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Özlem ALTUNTAŞ[1]*, Rabia KÜÇÜK[2], Enes Efendi YILMAZ[3]

[1]Doç. Dr., Turgut Özal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Battalgazi/Malatya; ORCID: 0000-0002-6508-7368
[2]Dr. Öğr. Üyesi., Turgut Özal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Böl., Battalgazi/Malatya; ORCID: 0000-0001-6772-7448
[3]Zir. Müh., Turgut Özal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Battalgazi/Malatya; ORCID:

ÖZ

Bu çalışma ile açıkta domates yetiştiriciliğinde, organik gübreler ile kimyasal gübreler kombine uygulamasının (kimyasal gübrelerin dozunu azaltarak bu doza uygun gübre dozunu ekleyip organik gübreler ile kimyasal gübrelerin kombine uygulanmasının) sadece kimyasal gübre kullanımına göre bitki büyümesi (bitki boyu (cm), gövde çapı (mm), taze ve kuru ağırlık (g), kök uzunluğu (cm), kalite (meyve tane ağırlığı (g), meyve boyu (mm), meyve çapı (mm), toplam verim (ton/da), pH, SÇKM ve asitlik) özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma 2019 yılında Malatya Turgut Özal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait uygulama ve araştırma arazisinde tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Bitkisel materyal olarak Dual Large F_1 domates çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada organik preparat olarak kokteyl mikoriza, bakteri kültürleri ve doğal kalsiyum karbonat preparatı birlikte kullanılmıştır. Deneme, organik preparatlar + %50 azaltılmış kimyasal gübreler ve %100 kimyasal gübrelerin kullanıldığı iki uygulama olarak planlanmıştır. Sonuçta, büyüme parametreleri ve meyve özellikleri her iki uygulamada birbirine yakın sonuçlar vermiş hatta organik preparatların kullanıldığı uygulamadan bazı parametrelerde daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Verimde ise, uygulamalar birbirine yakın sonuç verse de istatistiksel anlamda organik preparatların kullanıldığı uygulamada %12.5 oranında daha yüksek sonuç elde edilmiştir. Sonuç olarak organik preparatların kullanımı ile hem daha yüksek verim elde edilebilir hem de kimyasal gübre kullanımı azaltılabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Lycopersicum esculentum*, gübreleme, organik gübre, verim, büyüme özellikleri, kalite

THE EFFECT OF REDUCING THE USE OF CHEMICAL FERTILIZER ON GROWTH, QUALITY AND PRODUCTION FEATURES IN TOMATO GROWING WITH SOME ORGANIC FERTILIZERS

ABSTRACT

In this study, in open field tomato cultivation, the combined application of organic fertilizers and chemical fertilizers (by reducing the dose of chemical fertilizers and adding the appropriate fertilizer dose to this dose and applying the combined application of organic fertilizers and chemical fertilizers) compared to the use of only chemical fertilizers, plant growth (plant height (cm), stem diameter (mm), fresh and dry weight (g), root length (cm), quality (fruit seed weight (g), fruit length (mm), fruit diameter (mm), total yield (ton/da), pH, SÇKM and The effects on the acidity) properties were investigated. The study was carried out in the application and research land of Malatya Turgut Özal University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture in 2019, according to the randomized plot design with 4 replications. Dual Large F_1 tomato variety was used as plant material. In the study, cocktail mycorrhiza, bacterial cultures and natural calcium carbonate preparation were used together as an organic preparation. The trial was planned as two applications using organic preparations + 50% reduced chemical fertilizers and 100% chemical fertilizers. As a result, growth parameters and fruit characteristics gave close results in both applications, and even higher results were obtained in some parameters than the application in which organic preparations were used. In terms of efficiency, although the results were close to each other, statistically, 12.5% higher results were obtained in the application where organic preparations were used. As a result, with the use of organic preparations, both higher yields can be obtained and the use of chemical fertilizers can be reduced.

Keywords: *Lycopersicum esculentum*, fertilization, organic fertilizer, yield, growth characteristics, quality

GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde artan nüfusa bağlı olarak gıda ihtiyacı da artmıştır. Bunu karşılamak üzere tarımsal ürün miktarını artırmak için üretimde kimyasal gübre kullanımı artış göstermiştir. Tarımsal üretimde verim artış odaklı kimyasal gübre uygulamalarının zaman içerisinde tarım topraklarında olumsuz etkiler gösterdiği ve çevresel kirliliğe neden olduğu ortaya çıkmıştır. Dünyada domates üretim

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*:

miktarı yaklaşık olarak 180 milyon 766 bin ton olduğu bilinmektedir. Türkiye, yaklaşık 12 milyon 841 bin ton üretim miktarı ile dünya ülkeleri sıralamasında Çin, Hindistan'dan sonra, 3. sırada yer almaktadır [1]. Dünyanın en önemli sebzesi konumunda olan domates, konserve, salça, ketçap, turşu formunda tüketilen bir sebze olduğundan tüketim şekilleri bakımından geniş bir yelpazeye sahiptir [2]. Domates gerek besin içeriği açısından gerekse sağlık açısından en önemli sebzelerden biridir [3]. Domates içerdiği A, B, B1, C ve K vitaminleri, protein, yağ, karbonhidrat, gibi besin maddelerinden dolayı insan sağlığı açısından önemli bir kaynaktır [4]. Domatesin içeriğinden dolayı özellikle anti-oksidatif faaliyetleri ve anti-kanser fonksiyonları ve likopen, beta karoten içeriklerine sahip olduğu için büyük bir ilgi kaynağı oluşturmaktadır. [5, 6]. Domates hem tüketim şekli bakımından birçok sanayi dalını etkilemekte hem de insan beslenmesi açısından zengin besin kaynağı olması nedeniyle üretimi çok önem arz etmektedir.

Tarımsal üretimde verimi arttırmak için toprak yapısının kimyasal ve fiziksel açısından iyileştirilmesi ve mineral madde içeriğinin zenginleştirilmesi için kimyasal gübrelemenin yanında organik gübrelerin kullanılması önem arz etmektedir. Geleneksel üretimde üreticilerimizin fide dikiminden önce çiftlik gübre uygulaması çoğu zaman yeterli olmamaktadır. Açıkta sebze yetiştiriciliğinde genel olarak dekara 5 ton çiftlik gübresi önerisini karşılayacak miktarlarda gübre bulmak ve bunun nakliyesini sağlamak üreticiler için zor olabilmektedir. Bu nedenle tıpkı kimyasal gübrelerde olduğu gibi ulaşması ve uygulaması kolay ticari satılan organik gübrelerin (ya da preparat) kullanılması, yapılan çalışmalarla yeni gübreleme programları önerilmesi üreticilere yol gösterecektir. Organik gübrelerin kullanılması, topraktaki organik madde içeriğini artıracak toprak mikroorganizmaların faaliyetlerini de artıracaktır. Topraktaki mikroorganizmalar organik maddelerin ayrışmasını ve azot fiksasyonunu arttırarak meyve verim ve kalitesini olumlu yönde etkilemektedir [7, 12]. Organik gübreler hem toprağı iyileştirir hem de bitkinin kök gelişimini, tohumların çimlenmesini olumlu etkilemektedir [13]. Bitkilerin üretim ve verimliliğinin artırılmasında temel bitki besin maddelerinin önemli olduğu bir gerçektir. Diğer mahsuller gibi domatesler de temel besinler optimum miktarda sağlandığında iyi performans gösterir [14]. Domates hem organik hem de inorganik gübrelere yanıt verebilir, ancak dengesiz toprak besin bileşimleri sonunda domates meyve veriminde bir azalmaya yol açar [15]. Kimyasal gübrelerin sürekli uygulanması, toprak özelliklerinin, verimliliğin bozulmasına, meyve besin değerlerinin ve yenilebilir kalitelerin azalmasına neden olur ve ayrıca bitki dokularında besin değeri ve meyve kalitesini tehlikeye atan ağır metallerin birikmesine neden olabilir [16] . Belay ve ark. [17], uzun süreli inorganik gübrelemenin topraktaki toplam organik karbon seviyelerini artırdığını ve mısırda tane verimini önemli ölçüde artırdığını bildirmiştir. Ancak kimyasal gübrelerin aşırı kullanımı bitkisel ürünlerde nitrat birikmesine neden olarak gıda güvenliği ve kalitesinin düşmesine neden olmaktadır. Organik tarım sistemlerinden elde edilen ürünler genellikle daha iyi besleyici özelliklere sahip olduğundan, kimyasal gübre kullanımının azaltılması ve organik gübrelerle birleştirilmesiyle aşırı kimyasal gübre kullanımının olumsuz etkileri en aza indirilebilir [18, 20]. Ürünlere verilen gübreler önemli olduğu kadar gübrelerin bitki tarafından emilmesi de bir o kadar önemlidir. Bu bağlamda, simbiyotik arbüsküler mikorizal mantarlar (AMF) dikkate alınması gereken önemli bir bileşendir [21]. Bu mantarlar köklerle ilişkilidir ve bitki büyümesini teşvik eder, topraktan mevcut fosforun ve bitkilerin büyümesi için gerekli olan diğer zayıf hareketli mineral besin maddelerinin emilimini artırarak verimi arttırır [22, 23]. Bu mikroorganizmaların yardımı, toprakta "sabit" oldukları için besin maddelerinin emilmesinin daha zor olduğu durumlarda özellikle değerlidir. Ayrıca filtrasyonu ve çevreye besin kaybını sınırlarlar ve böylece entegre bir besin yönetimine katkıda bulunurlar [24]. AMF'nin, özellikle mevcut besin maddelerinin zayıf ila orta içeriğine sahip topraklarda, birçok mahsul bitkisinin büyümesini ve verimini iyileştirdiği gösterilmiştir [23]. Domates, özellikle AMF aşılamasına duyarlıdır ve önceki çalışmalar, NPK gübresi veya farklı P seviyeleri ile kombinasyon halinde de bitki büyümesi, besin içerikleri veya verim üzerinde etkiler göstermiştir [25]. Bunun gibi etkileri en aza indirebilmek ve domates verimini arttırmanın yanında sağlıklı ürün üretebilmek için organik kaynaklı gübre kullanımı hakkında araştırmalar arttırılmalıdır.

Çalışmamızın amacı kimyasal gübre dozunu en aza indirgemek ve kimyasal gübre yerini organik gübreyle ile doldurmaktır. Çalışmada organik preparat olarak çeşitli canlı fungus ve bakteri kültürleri kullanılmıştır. Açıkta domates yetiştiriciliğinde bu amaca yönelik yaptığımız araştırmada kimyasal gübre dozunu azaltmayı ve bu doza uygun organik gübre dozunu ekleyip elde edilen ürün miktarını korumak ya da arttırmak, kimyasal gübre kullanımını azaltarak toprak ve çevre kirlenmesini bir miktar önlemek ve domateste ürün kalitesini arttırmak hedeflenmiştir. Sebze üreticileri ise, çiftlik gübresi haricinde organik gübre

kullanmamaktadır. Bu nedenle bölge sebze üreticilerine katkı sağlayacaktır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Bu çalışma 2019 yılında Malatya Turgut Özal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait uygulama ve araştırma arazisinde kurulmuştur. Deneme 4 tekerrürlü her tekerrürde 25 bitki olacak şekilde kurulmuştur. Çalışmada bitkisel materyal olarak yemeklik (sofralık) çeşit olan Dual Large F_1 domates çeşidi kullanılmıştır.

Çizelge 1. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Table 1. Some physical and chemical properties of trial area soils

Özellikler	Miktarı
Tekstür	Killi-Tın
% Kum	33.44
% Kil	39.28
% Silt	31.28
pH (1:2.5)	7.29
EC (1:2.5 suda, µs/cm)	398
$CaCO_3$ (%)	36.83
Organik Madde (%)	1.76
Toplam Azot (%)	0.143
Alınabilir Fosfor (ppm)	39.85
Değişebilir Potasyum (ppm)	420.99

Metot

Denemede iki farklı gübre uygulaması yapılmıştır. Gübre uygulamaları;

1. Mikoriza & Bakteri & Fotosentez Aktivatörü ve Kalsiyum (Organik Gübre Uygulaması) + %50 NPK

2. Amonyum Sülfat-Potasyum Sülfat ve DAP (Kimyasal Gübre Uygulaması)

•Organik Gübreler: Mikoriza olarak, Endoroots (Bioglobal Firmasından temin edilmiştir) kullanılmıştır ve firma önerisiyle (7.500-10.000 fide için 250 g, ERS kullanılması için tavsiye edilir) hesaplama yapılarak fide dikim çukurlarına konulmuştur.

Bakteri olarak, Vitormone (Bioglobal Firmasından temin edilmiştir) kullanılmıştır ve firmanın önerdiği dozlarda (Vejetatif Gelişme Dönemi = 100 mL/100 L; Çiçek Tutumu Dönemi = 100 mL/100 L; Meyve Tutumu Dönemi = 100 mL/100 L) topraktan uygulanmıştır. Bu gübre mikrobiyal olup bünyesinde Azotobacter ihtiva etmektedir.

Fotosentez aktivatörü olarak, Biocal (Bioglobal Firmasından temin edilmiştir) kullanılmıştır ve firmanın önerdiği şekilde (fotosentez ihtiyacının maksimum istenildiği durumlarda ve kalsiyum ihtiyacı gereksinimlerinde) ve yapraktan uygulanmıştır. İçeriğinde, %40 Ca ve %16 SiO_2 bulunmaktadır.

•Kimyasal Gübreler: Domateste konvansiyonel yetiştiricilik gübreleme, dekara 15 kg saf azot, 10 kg saf fosfor ve 20 kg saf potasyum olacak şekilde parsellere hesaplanarak verilmiştir [26]. İlk gübre uygulaması dikimle ikinci uygulama ise 1 ay sonra uygulanmıştır.

Fide dikimi yapılmadan önce yanmış çiftlik gübresi tüm parsellere yaklaşık 2 ton/da olarak verilmiştir. Fideler 01.06.2019 tarihinde dikilmiş, ilk hasat 20.08.2019 yapılmıştır. Denemede toplam 6 hasat yapılmıştır her hasat arası süre 1 hafta Ekim ayı sonlarına kadar devam etmiştir. Pomolojik analize tabi tutulacak meyveler 3. Hasatta her tekerrürden 10 meyve alınarak ölçümler yapılmıştır.

•Bitkide İncelenen Parametreler: Dikimden yaklaşık olarak 60 gün sonra her tekerrürdeki 10 bitkiden dijital kumpas yardımıyla gövde çapı (mm), metre yardımıyla bitki boyu (cm) ve kök uzunluğu (cm), olabildiğince dikkatli yapılmış ancak saksı denemesi olmadığı için sadece kök gelişimi ile ilgili fikir vermiştir. Hassas terazi yardımıyla yeşil aksam taze ve kuru ağırlığı (g) ölçülerek ortalama değerler alınmıştır.

Meyvede incelenen parametreler; 3. Hasatta her tekerrürden 10 tane ortalama meyveler alınarak; dijital kumpas yardımıyla meyve en ve boyu (mm), hassas terazi yardımıyla meyve tane ağırlığı (g), toplam verim ise her hasatta terazi yardımıyla ölçümler alınmıştır. El refraktometresi yardımıyla meyve suyundaki SÇKM, pH metre ile meyve suyundaki pH ve dijital büret ile titrasyon yöntemi ile asitlik ölçülmüştür (Çizelge 2).

•İstatistik Analiz: Uygulamalar arasındaki farklılıkların belirlenmesi için Duncan Testinden istifade edilmiştir. Ayrıca domates örneklerin morfolojik özelliklerine göre yakınlık ilişkilerini belirlemek için de kümeleme analizi SAS-JMP/8 istatistik programı kullanılmıştır.

Çizelge 2. Denemede domates bitki ve meyvelerinde incelenen parametreler

Table 2. The parameters examined in tomato plants and fruits in the experiment

Meyve İncelenen Özellikler	Bitkide İncelenen Özellikler
SÇKM (Brix)	Bitki Boyu (cm)
pH	Gövde Çapı (mm)
Asitlik	Kök Uzunluğu (cm)
Meyve Tane Ağırlığı (g)	Yeşil Aksam Taze Ağırlık (g)
Meyve Boyu (mm)	Yeşil Aksam Kuru Ağırlık (g)
Meyve Eni (mm)	
Toplam Verim (ton/da)	

BULGULAR TARTIŞMA

Bitki Büyüme Parametreleri

Kök uzunluğu uygulamalar arasında fark oluşturmuştur. Kimyasal gübre uygulamasındaki bitkilerin kök gelişimi organik + kimyasal gübre uygulamasına göre artmıştır. Sonuçlarımızın aksine mikoriza uygulanan bitkilerin kök gelişimi çok daha iyi olduğu belirtilmektedir [27].

Çizelge 3. Domateste kimyasal ve organik gübre uygulamalarının bitki büyüme parametrelerine etkisi

Table 3. The effects of chemical and organic fertilizer applications on plant growth parameters in tomato

Uygulama *Traitments*	Bitki boyu (cm) *Plant length*	Gövde çapı (mm) *Stem diameter*	Kök uzunluğu (cm) *Root length*	Bitki taze ağırlık (g) *Plant fresh weight*	Bitki kuru ağırlık (g) *Plant dry weight*
KG	68.09	21.61 a	43.28 a	680.3	56.5 b
OG + KG	68.88	19.50 b	36.42 b	745.2	68.3 a

KG: kimyasal gübre; OG: organik gübre + %50 kimyasal gübre
KG: chemical fertilizer; OG: organic fertilizer + 50% chemical fertilizer

Bitki büyüme parametrelerine uygulamaların etkisi bitki boyu ve yeşil aksam taze ağırlığı dışında anlamlı düzeyde bulunmuştur. Gövde çapı, kök uzunluğu kimyasal gübre uygulamasında yüksek çıkarken, yeşil aksam kuru ağırlığında organik gübrenin uygulandığı parseldeki bitkilerden daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Kök uzunluğu her ne kadar kimyasal uygulanan parsellerde uzun bulunsa da bitki sökümlerdeki gözlemlerimize göre saçak kök oluşumu organik gübre uygulanan parsellerde çok daha iyiydi, söküm esnasında köklerin topraktan çıkarılmasında kopmalar fazla olduğundan ağırlıkları alınmamıştır. Genel anlamda bitki boyu her iki uygulamada da aşağı yukarı eşit çıkmasına rağmen yeşil aksamın organik uygulamada da daha ağır olması, fazla yaprak oluşturması ve gerek fotosentez gerekse bitki besin elementi alımının daha iyi olduğu söylenebilir. Kuru ağırlığında belirgin düzeyde yüksek çıkması aynı nedenlerle bitkini bünyesinde kuru madde birikimini daha iyi yaptığı şeklinde açıklanabilir [28, 29, 30].

Meyvelerde Pomolojik Analiz Sonuçları

Her iki gübre uygulamasının meyve boyu ve eni üzerine önemli bir etkisi görülmemiş, değerler birbirine yakın çıkmıştır. Ancak meyve ağırlığı istatistiksel önemde olmasa da organik gübre uygulanan parsellerde daha yüksek bulunmuştur. pH, SÇKM ve titre edilebilir asitlik değerlerine de gübre uygulamalarının bir etkisi olmamış sonuçlar birbirine yakındır. Sonuçlarımızın aksine Demir ve Polat [31] domateste, Duman [32] biberde, yaptıkları çalışmada ortalama meyve ağırlıklarının geleneksel yetiştiricilikte (kimyasal gübre) organik yetiştiriciliğe göre daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Diğer bir taraftan Kiracı [33] bitki aktivatörlerinin (mikroorganizma) domateste meyve ağırlığını kontrol uygulamasına göre %4.5 ile %12.1 arasında artırdığını bildirmektedir. Ağırlığın fazla olması yine fotosentez etkinliği ve beslenmeyle ilişkilendirilebilir. Nitekim yeşil aksam ağırlığı organik gübre uygulanan parsellerde daha yüksek bulunmuştu buna bağlı olarak da bu bitkilerin meyve ağırlıkları daha fazladır.

Çizelge 4. Kimyasal ve organik gübre uygulamalarının domates meyvelerinde pomolojik özelliklere etkisi

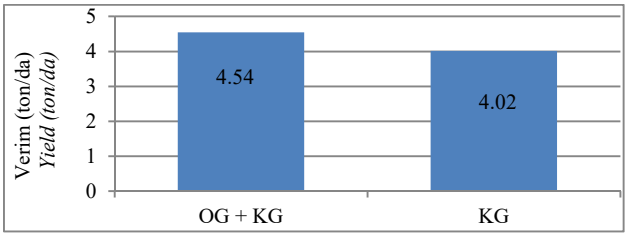
Table 4. Effect of chemical and organic fertilizer applications on pomological properties of tomato fruits

Uygulama *Traitments*	Meyve boyu (mm) *Fruit length*	Meyve eni (mm) *Fruit diameter*	Meyve ağırlığı (g) *Fruit weight*	SÇKM (brix) WSDS	pH	Asitlik *Acidity*
KG	61.33	71.22	165	2.44	4.38	3.40
OG + KG	62.19	73.65	173	2.44	4.41	3.43

KG: kimyasal gübre; OG: organik gübre + %50 kimyasal gübre
KG: chemical fertilizer; OG: organic fertilizer + 50% chemical fertilizer

Verim

Domateslerde hasat Ağustosta başlamış ve toplam 6 hasat yapılarak toplam verim değerleri alınmıştır. Alınan verim değerleri ton/da olarak hesaplanmıştır. Buna göre, kimyasal gübre kullanılan parsellerden yaklaşık 4 ton/da, organik gübreler + %50 kimyasal gübre kullanılan parsellerden yaklaşık 4.5 ton/da verim alınmıştır (Şekil 1). Organik gübrelerin bitkide fotosentez etkinliği ve bitki beslenmesine katkı sağladığını bunun da verime yansıdığını söyleyebiliriz. Dekara verimde uygulamalar arasındaki fark belirgindir ve %12.5 oranında organik gübre uygulaması bir artış sağlamıştır.



Şekil 1. Domates veriminin ortalama değerleri (ton/da)

Figure 1. Average values of tomato yield (ton/da)

SONUÇ

Çalışmamız sonucunda ortaya çıkan verilere baktığımızda organik gübre olarak kullandığımız

mikoriza, vitormone ve doğal kökenli kalsiyum karbonatın kimyasal makro besin elementleri kullanımını azaltabilmek adına yardımcı doğal kökenli unsurlar olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada kullanılan fungus ve bakteri kültürleri ile ilerde yapılacak daha kapsamlı çalışmalara ışık tutabilecek açık uçlu bir çalışma olduğuna inanıyoruz. Çalışmamız organik tarıma geçiş basamaklarını oluşturan doğal preparatlardan yararlanarak kimyasal gübrelerle rekabet oluşturacak unsurları keşfetmeyi kapsamaktadır. Aldığımız morfolojik ve pomolojik verilerin olumlu sonuçlanması bu çalışmanın önemini bir kez daha ortaya koymaktadır. Detaylı analizlerin yapılabildiği çalışmalar için ön araştırma olmuştur.

Toprakları iyileştirmek, ürün kalitesini arttırmak için yararlı mikroorganizmaların, fitohormonların, protein hidrolizatları gibi organik ürünleri kullanmanın pratiğe aktarılması, organik tarım üreticileri dışında konvansiyonel üreticilerin de bu tür çalışma sonuçları ile yönlendirilmesini önermekteyiz.

KAYNAKLAR

1. FAO, 2021. Food and Agriculture Organization of the United Nations (http://www.fao.org/home/en).
2. Günay, A. 2005. Sebze yetiştiriciliği. İzmir, 2:531.
3. Tatar, M., Pirinç, V. 2017. Türkiye Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin sanayi domatesi üretim potansiyeli. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7(2):11-20.
4. Çapanoğlu, E., Boyacıoğlu, D. 2010. Domatesin gelişimi sırasında antioksidan bileşiklerinde meydana gelen değişimler. Akademik Gıda Dergisi, 8(1):44-48.
5. Raiola, A., Rigano, M.M., Calafiore, R., Frusciante, L., Barone, A. 2014. Enhancing the health-promoting effects of tomato fruit for biofortified food. Mediators of Inflammation.
6. Seçgin, Z., Arvas, Y.E., Ssendawula, S.P., Yilmaz, K.A.Y.A. 2018. Selection of root-knot nematod resistance in inbred tomato lines using CAPS molecular markers. International Journal of Life Sciences and Biotechnology, 1(1):10-16.
7. Böhme, L., Böhme, F., 2006. Soil microbiological and biochemical properties affected by plant growth and different long-term fertilization. European Journal of Soil Biology, 42:1-12.
8. Marschner, P., Crowley, D., Yang C.H., 2004. Development of specific rhizosphere bacterial communities in relation to plant species, nutrition and soil type. Plant Soil, 261:199-208.
9. Saha, S., Gopinath, K.A., Mina, B.L. Gupta HS. 2008. Influence of continuous application of inorganic nutrients to a Maize-Wheatrotation on soil enzyme activity and grain quality in a rain fed Indian soil. European Journal of Soil Biology, 44:521-531.
10. Özer, H., 2012. Organik domates (*Solanum lycopersicum* L.) yetiştiriciliğinde değişik masura, malç tipi ve organik gübrelerin büyüme, gelişme, verim ve kalite üzerine etkileri (Doktora Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
11. Tüzel Y., Öztekin, G.B., Duyar, H., Eşiyok, D., Kılıç, Ö.G., Anaç, D., Kayıkçıoğlu, H.H. 2011. Organik salata-marul yetiştiriciliğinde örtü ve bazı gübrelerin verim, kalite, yaprak besin madde içeriği ve toprak verimliliği özelliklerine etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi, 17:190203.
12. Zhang X., Ma L., Gilliam F.S., Wang, Q., Li, C. 2012. Effects of raised-bed planting for enhanced summer maize yield on rhizosphere soil microbial functional groups and enzyme activity in Henan province, China. Field Crops Research, 130:28-37.
13. İlbaş, A.İ. 2009. Organik tarım. İlkeler ve Ulusal Mevzuat. Eflatun Yayınevi, Ankara.
14. Maia, J.T.L.S., Martinez, H.E.P., Clemente, J.M., Ventrella, M.C., do Carmo Milagres, C. 2019. Growth, nutrient concentration, nutrient accumulation and visual symptoms of nutrient deficiencies in cherry tomato plants. Semina: Ciências Agrárias, 40(2):585-598.
15. Tesfay, T., Gebremariam, M., Gebretsadik, K., Hagazi, M., Girmay, S. 2018. Tomato yield and economic performance under vermicompost and mineral fertilizer applications. The Open Agriculture Journal, 12(1).
16. Kochakinezhad, H., Peyvast, G.A., Kashi, A.K., Olfati, J.A., Asadi, A. 2012. A comparison of organic and chemical fertilizers for tomato production. Journal of Organic Systems 7(2):14-25.
17. Belay, A., Claassens, A., Wehner, F. 2002. Effect of direct nitrogen and potassium and residual phosphorus fertilizers on soil chemical properties, microbial components and maize yield under long-term crop rotation. Biol. Fert. Soils 35:420-427.
18. Luthria, D., Singh, A.P., Wilson, T., Vorsa, N., Banuelos, G.S., Vinyard, B.T. 2010. Influence of conventional and organic agricultural practices on the phenolic content in eggplant pulp: plant-to-plant variation. Food Chem. 121:406-411.
19. Vallverdú-Queralt, A., Medina-Remón, A., Casals-Ribes, I., Lamuela-Raventos, R.M. 2012. Is there any difference between the phenolic

content of organic and conventional tomato juices? Food Chem. 130 222-227.
20. Oliveira, A.B., Moura, C.F., Gomes-Filho, E., Marco, C.A., Urban, L., Miranda, M.R.A. 2013. The impact of organic farming on quality of tomatoes is associated to increased oxidative stress during fruit development. PLoS One 8:e56354.
21. Gianinazzi, S., Gollotte, A., Binet, M. N., van Tuinen, D., Redecker, D., Wipf, D. 2010. Agroecology: the key role of arbuscular mycorrhizas in ecosystem services. Mycorrhiza, 20(8):519-530.
22. Clark, R.Á., Zeto, S.K. 2000. Mineral acquisition by arbuscular mycorrhizal plants. Journal of plant Nutrition, 23(7):867-902.
23. Smith, S.E., Read, D.J. 2010. Mycorrhizal symbiosis. Academic Press.
24. Adesemoye, A.O., Obini, M., Ugoji, E.O. 2008. Comparison of plant growth promotion with Pseudomonas aeruginosa and Bacillus subtilis in three vegetables. Brazilian J. Microbiol. 39:423-426.
25. Poulton, J.L., Bryla, D., Koide, R.T., Stephenson, A.G. 2002. Mycorrhizal infection and high soil phosphorus improve vegetative growth and the female and male functions in tomato. New Phytologist, 154(1):255-264.
26. Şalk, A., Arın, L., Deveci, M., Polat, S. 2008. Biber yetiştiriciliği. Özel Sebzecilik, Onur Grafik Matbaası, İstanbul, s:315-330.
27. Altuntaş, Ö., Abak, K., Daşgan, H.Y. 2015. Serada biber yetiştiriciliğinde arbusküler mikorhizal fungus kullanımının bitki gelişimi ve verime etkileri. Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi, 2(2):144-151.
28. Mehdizadeh, M., Darbandi, E.I., Naseri-Rad, H., Tobeh, A. 2013. Growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) as influenced by different organic fertilizers. International journal of Agronomy and Plant Production 4(4):734-738.
29. Ye, L., Zhao, X., Bao, E., Li, J., Zou, Z., Cao, K. 2020. Bio-organic fertilizer with reduced rates of chemical fertilization improves soil fertility and enhances tomato yield and quality. Scientific Reports, 10(1):1-11.
30. Xu, H.L., Wang, R., Mridha, M.A.U. 2001. Effects of organic fertilizers and a microbial inoculant on leaf photosynthesis and fruit yield and quality of tomato plants. Journal of Crop production, 3(1):173-182.
31. Demir, H., Polat, E. 2001. Organik olarak yetiştirilen domateste bazı verim ve kalite özellikleri. Türkiye 2. Ekolojik Tarım Sempozyumu, 14-16 Kasım, Antalya, s:266-275.
32. Duman, İ. 2009. Organik biber (*Capsicum annuum* L.) tohumu üretiminde verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 46(3):155-163.
33. Kiracı, S., Gönülal, E., Padem, H. 2012. Organik ve Konvansiyonel olarak yetiştirilen maestro havuç çeşidinin bazı fizikokimyasal özellikleri. 9. Ulusal Sebze Tarımı Sempozyumu, 12-14 Eylül 2012, Konya, s:336-338.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 214–219 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

POTASYUM (K) ÇÖZÜCÜ BAKTERİ (*Frateuria aurantia*) İÇERİKLİ MİKROBİYAL GÜBRE UYGULAMALARININ SALATA (*Lactuca sativa*) KİMİ BÜYÜME, KALİTE VE VERİM ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Neriman Tuba BARLAS*

Dr. Arş. Gör., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, İzmir; ORCID: 0000-0002-2971-4977

ÖZ

Bu araştırmada, aktif bileşeni potasyum (K) çözücü özellikli *Frateuria aurantia* bakterisi olan mikrobiyal gübrenin organik gübre ile kullanımının marul yetiştiriciliğine etkisinin ortaya konması amaçlanmıştır. Deneme, İzmir-Ödemiş'te 4 tekrarlamalı tesadüf blokları deneme desenine göre yürütülmüştür. Cartagenas RZ iceberg salata çeşidinin kullanıldığı çalışmada kontrol (100 L da^{-1} gübresiz su), organik gübre (100 kg da^{-1}), mikrobiyal gübre (300 ml da^{-1}/100 L su) ve mikrobiyal gübre (300 ml da^{-1}) + organik gübre (100 kg da^{-1}) olmak üzere 4 uygulama karşılaştırılmıştır. Mikrobiyal gübre uygulamalarının bitki boyu, yaprak sayısı, kök uzunluğu, gövde çapı ve yaprak alan indeksi üzerinde etkisinin olduğu gözlenmiştir. En yüksek bitki gelişim değerleri "300 ml da^{-1}" mikrobiyal gübre 100 kg da^{-1} organik gübre" uygulamasında ölçülmüştür. İstatistiki değerlendirmeler su ve organik madde ile mikrobiyal gübre uygulamalarının kontrol parsellerine göre bitki boyu ve yaprak alan indeksi üzerinde önemli düzeyde etkili olduğunu göstermiştir. Mikrobiyal gübrenin su ve organik madde ile uygulamalarının benzer etki gösterdiği ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak; potasyum çözücü bakteri içerikli mikrobiyal gübrenin organik gübre ile birlikte uygulanması; kalite ve verim artırıcı etkisi nedeniyle önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: *Frateuria aurantia*, kalite, marul, mikrobiyal gübre, potasyum çözücü bakteri

THE EFFECTS OF MICROBIAL FERTILIZER CONTAINING POTASSIUM (K) SOLUBILIZING BACTERIA TREATMENTS ON SOME GROWTH, QUALITY, AND YIELD CHARACTERISTICS OF LETTUCE (*Lactuca sativa*)

ABSTRACT

The objective of this study was to investigate the effects of microbial fertilizer [in which the effective part is potassium (K) solubilizing bacteria (*Frateuria aurantia*)] treatments with organic fertilizer on growth (length of aerial parts and root, stem diameter, dry weight of aerial parts and root), quality (number of leaves, leaf area index) and yield of lettuce. For this purpose, an experiment was planned to compare 4 different treatments for lettuce (Cartagenas RZ) production. The experiment was conducted with a factorial experiment design and 4 replications in the Ege Region (İzmir, Ödemiş) of Turkey for 58 days where a Mediterranean climate is dominant. Treatments include. control (100 L da^{-1} water without any fertilizer), organic fertilizer (100 kg da^{-1}), microbial fertilizer (300 ml da^{-1}/100 L water), and microbial fertilizer (300 ml da^{-1}) + organic fertilizer (100 kg da^{-1}) groups. At the end of the experiment, it was seen that microbial fertilizer treatment had positive effects on the length of aerial parts and roots, leaf number, stem width, and leaf area index. The highest plant growth values were found with the "microbial fertilizer 100 kg da^{-1} organic fertilizer" treatment. Statistical analysis proves that microbial fertilizer treatment with water and organic fertilizer has significant effects on the length of aerial parts and leaf area index compared to the control group. It is also seen that the treatment of microbial fertilizer with water and organic fertilizer has a similar effect. In conclusion; microbial fertilizer that is containing K solubilizing bacteria with organic fertilizer treatment can be recommended since its positive effect on better quality and higher yield.

Keywords: *Frateuria aurantia*, quality, lettuce, microbial fertilizer, potassium solubilizing bacteria

GİRİŞ

Potasyum (K), bitkiler için mutlak gerekli bir besin elementi olup, üstlendiği biyokimyasal ve fizyolojik fonksiyonları ile gelişim ve kalite açısından oldukça önemli bir katyondur [1, 2, 3]. Topraklarda K, çeşitli formalarda bulunmaktadır ancak bitkiler yalnızca toprak çözeltisinde bulunan yarayışlı formdaki K'u absorbe edebilmektedir. Bu yarayışlı K; toplam K miktarının yalnızca %2'si kadardır. Geriye kalan kısım ise; mika, muskovit, illit, feldspat vb. gibi toprak minerallerinde tutulduğu için bitkiler tarafından alınamaz hale gelir. Ayrıca çoğu topraklarda K konsantrasyonu; bitki tarafından kullanılması, yüzey akışı, toprak erozyonu gibi çeşitli

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*: tuba.barlas@ege.edu.tr; tubabarlas@gmail.com

nedenlerle azalmaktadır [4, 5, 6]. Bu gibi durumlarda, toprak K'unun yönetimi önem arz etmektedir.

Toprakların K içeriğinin düşük olduğu durumlarda, inorganik gübre uygulaması etkili bir yöntemdir fakat organik tarımda uygulanabilirliği, çevre yönetimi, toprak kalitesi ve sürdürülebilirlik açısından dezavantajları mevcuttur. Herhangi bir sebeple toprakta hazırda var olan (mevcut) K'un bitkiler tarafından kullanılabilir olmadığı durumlarda ise, farklı stratejiler izlenmelidir. Bu gibi durumlarda, organik asit salgıları ile K'un tutulduğu mineralleri çözerek ortama (toprağa) bir miktar K bırakılmasını (K'un serbest hale geçmesini) sağlayan K çözücü bakterilerin biyogübre (biofertilizer) olarak kullanılması, potasyumun yarayışlı hale geçmesi bakımından oldukça etkili olacaktır. Ayrıca, bu uygulama, kimyasal gübre kullanımını azaltarak sürdürülebilirliğe de katkı sağlayacaktır [7, 8, 9].

Aluminosilikatları dekompoze ederek bir miktar K'un açığa çıkarılmasını (toprağa salınması) sağladığı bilinen pek çok bakteri grubu mevcuttur [10, 11]. Bunların bir kısmı *Acidithiobacillus ferrooxidans*, *Pseudomonas*, *Burkholderia*, *Bacillus mucilaginosus*, *B.circulans*, *B.edaphicus* ve *Paenibacillus* spp., olarak rapor edilmektedir [12, 13, 14, 15, 16]. *Frateuria aurantia Pseudomonadaceae* familyasına ait olup, diğer K çözücü bakteri gruplarına kıyasla daha yakın bir zamanda keşfedilmiştir. Potasyumu mobilize etme açısından diğer bakterilere oranla daha fazla özellikleri olduğu bilinmektedir. Bu özellikler, 5 ile 11 gibi geniş bir aralıkta değişen pH'ya sahip hatta düşük K içerikli topraklarda, sıcaklığın 42°C'ye kadar yükseldiği durumlarda bile K'u mobilize edebilmesi ile açıklanmaktadır [17, 18]. Bu bakterinin kimyasal gübrelerin etkinliğini de artırdığı bilinmektedir [19].

Frateuria aurantia uygulaması ile yapılan çalışmalar incelendiğinde, büyüme, gelişim, verim ve besin elementi alınımı gibi özelliklere olumlu etki ettiği görülmektedir. Bu araştırmalar ağırlıklı olarak, pamuk ve kanola [12], biber ve hıyar [20], buğday, mısır [21, 22], sudan otu [23], tütün [24], patlıcan [25, 26], domates [8] gibi bitki türleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte, birçok bitki türü için kullanılması önerilmektedir [27]. Bu araştırmada, potasyum (K) çözücü özellikli *Frateuria aurantia* bakterisi içeren mikrobiyal gübrenin, organik gübre ile birlikte kullanımının salata büyüme (bitki boyu, kök uzunluğu, gövde çapı, yeşil aksam ve kök kuru ağırlığı), kalite özellikleri (yaprak sayısı, yaprak alan indeksi) ve verime olan etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

•Test Bitkisi: Materyal olarak Iceberg tipinde Cartagenas RZ salata çeşidi (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*) kullanılmıştır. Bu çeşit; mevsim geçişlerine dayanıklı, sıcak ve soğuk hava koşullarında üretilebilen, yavaş sapa kalkma özelliği ve iri, üniform baş yapısı ile bilinmektedir. Çeşit özelliklerinde üretim periyodunun iklim durumuna göre 45-82 gün arasında değişim gösterebileceği üretici firma tarafından bildirildiği gibi literatürde de rapor edilmiştir [28].

•Deneme Konusuna Dâhil Olan Gübrelerin Özellikleri: Mikrobiyolojik gübre: Araştırmada "SYMBION K" isimli mikrobiyolojik gübre kullanılmıştır. Preparat, 1×10^{8} cfu ml^{-1} canlı organizma sayısı ile K çözen bakteri grubundan *Frateuria aurantia* içermektedir.

Organik gübre: Denemede organik gübre olarak; fermente edilmiş katı çiftlik gübresi kullanılmıştır. Organik gübrenin firma tarafından garanti edilen minimum içeriği Çizelge 2'de verilmiştir.

•Deneme Alanı ve Özellikleri: Deneme alanının seçiminde, bitkinin iklim ve toprak istekleri göz önüne alınmıştır. Bu nedenle; mevsim ve toprak özelliklerinin amacımızla uyumlu olması ve de yörenin yaygın bir salata üretim alanı olması nedeniyle; Akdeniz ikliminin hâkim olduğu İzmir ili Ödemiş ilçesinde (Birgi) yer alan üretici tarlası, deneme alanı olarak seçilmiştir.

Ayrıca, uygulamaların olası etkilerinin daha iyi ortaya konabilmesi açısından; deneme tarlası toprağının düşük K içeriyor olmasına dikkat edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, toprağın K içeriği 180 mg kg^{-1} olarak bulunmuş olup (Çizelge 3) bu değerdeki içerik Pratt [29]'a göre "düşük düzey" olarak nitelendirilmektedir. Fide dikiminden önce deneme alanından alınan toprağın özellikleri Çizelge 3'de verilmiştir. Toprak analizi Kacar [30]'a göre yapılmıştır.

Metot

•Uygulamalar: Araştırma kapsamında 1: Gübresiz su (kontrol), 2: Mikrobiyal gübre, 3: Organik gübre ve 4: Mikrobiyal gübre ile organik gübre olmak üzere toplam 4 uygulama test edilmiştir. Uygulamalara yönelik detaylı bilgi Çizelge 1'de sunulmaktadır.

•Deneme Planı, Toprak Hazırlığı, Fide Dikimi ve İncelenen Parametreler: Deneme, 2020 yılında tesadüf blokları faktöriyel deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulmuş ve 58 gün süresince yürütülmüştür. Fide dikiminden önce toprak hazırlığı

olarak; tavlı toprağın işlenmesi, taban gübresinin uygulanması ve dikim sırtlarının oluşturulması işlemleri uygulanmıştır. Kullanılan kimyasal gübre miktarı toprak analiz sonucuna göre dekara 12 kg N, 6 kg P_2O_5, 18 kg K_2O ve 12 kg CaO olacak şekilde hesaplanmıştır. Taban gübre; çinkolu 15:15:15 kompoze gübresi şeklinde deneme kurulmadan önce serpme olarak toprağa uygulanmıştır. Üst gübre ise UAN (Üre-Amonyum nitrat %33 N), MAP (12:61:0), Potasyum nitrat (13:0:46) ve Kalsiyum Nitrat (%15.5 N, %20 CaO) gübreleri ile damla sulama sistemi ile sulama programına göre bölünerek verilmiştir. Üretici firmanın önerisi gereği kimyasal gübre ile mikrobiyolojik gübre uygulaması arasında 10 gün ara verilmiştir.

Fideler; araları 50 cm karıklar ile ayrılmış 100 cm genişliğindeki sırtlara dekarda 5500 bitki olacak şekilde 40×30 cm aralıklarla dikilmiştir. Parseller; 1 m yastık ve 50 cm karık boşlukları dikkate alınarak (4.5×20 m) 90 m² büyüklüğünde belirlenmiştir. Her parsel ortalama 500 bitkiden oluşmuştur. Parseller arasında yer alan birer sıra emniyet şeridi olarak deneme dışı bırakılmıştır. Parseller 3 sıradan oluşmuştur. Çiftçi koşullarında yürütülen bu çalışmada diğer kültürel işlemler her parselde standart olarak uygulanmıştır.

Uygulamaların etkilerini ortaya koymak üzere, marulun ticari değerini birinci dereceden etkileyen verim, kalite (yaprak sayısı, yaprak alan indeksi) ve büyüme (bitki boyu, kök uzunluğu, gövde çapı, yeşil aksam ve kök kuru ağırlığı) özellikleri belirlenmiştir.

Çizelge 1. Deneme konularına dâhil edilen gübrelerin içerikleri ile uygulama dozu, yöntem ve zamanlaması

Uygulamalar	İçerik ve doz	Uygulama yöntemi	İlk uygulama	İkinci uygulama
Kontrol (gübresiz suyun tek başına uygulanması)	100 L su da^{-1}	90 m²'lik parsellere mikrobiyal gübresiz 9 litre su sırt pompası ile toprağa homojen uygulanmıştır.	Fide dikimi ile birlikte gerçekleştirilmiştir. (9 Ekim 2020)	Fide dikiminden 30 gün sonra (8 Kasım 2020) gerçekleştirilmiştir.
Mikrobiyal gübrenin tek başına uygulanması	100 litre su ile 300 $ml.da^{-1}$ mikrobiyal gübre	90 m²'lik parsellere 27 ml gübre 9 litre suda karıştırılarak sırt pompası ile toprağa homojen bir şekilde uygulanmıştır.		
Organik gübrenin tek başına uygulanması	100 $kg.da^{-1}$ organik gübre	90 m²'lik parsellere 9 kg organik gübre dikim sıralarına çapayla homojen olarak karıştırılmıştır.		
Organik gübreyle mikrobiyal gübre uygulaması	100 kg organik gübre ile 300 $ml.da^{-1}$ mikrobiyal gübre	90 m²'lik parsellere 27 ml mikrobiyolojik gübre 9 kg organik gübreye karıştırılarak dikim sıralarına çapayla homojen olarak karıştırılmıştır.		

•İstatistiksel Analizler: Verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde, SPSS program paketinden yararlanarak (sürüm 25.0) varyans analizi gerçekleştirilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda önemli farklılıklar gösteren varyasyon kaynaklarının ortalamaları arasındaki fark LSD testi ($P \leq 0.05$) ile belirlenmiştir.

Çizelge 2. Denemede kullanılan organik gübrenin içeriği (**)

pH	EC (dS/m)	Maksimum Nem (%)	Organik Madde (%)	Toplam Azot (N) (%)	Toplam Fosfor (P_2O_5) (%)	Suda Çözünür Potasyum (K_2O) (%)	C/N
7.8	9.5	20	50	2	2	2	12.6

**Fermente edilmiş büyükbaş hayvan gübresi

Çizelge 3. Deneme toprağının fiziksel ve kimyasal özellikleri (0-30 cm)

pH	Kireç (%)	Suda eriyebilir toplam tuz (%)	Organik madde (%)	Toplam N (%)	Alınabilir						Bünye
					P (mg kg^{-1})	K (mg kg^{-1})	Ca (mg kg^{-1})	Mg (mg kg^{-1})	Fe (mg kg^{-1})	Zn (mg kg^{-1})	
6.88	1.12	0.035	1.25	0.061	12	180	950	125	21	1.8	Kumlu Tın

BULGULAR VE TARTIŞMA

Mikrobiyal gübre uygulamaları ile birlikte bitki boyu, gövde çapı ve yaprak alan indeksinin artış gösterdiği saptanmıştır. Yaprak sayısı ve kök uzunluğu üzerinde ise önemli bir etki saptanmamıştır (Çizelge 4). Bitki boyu, gövde çapı ve yaprak alan indeksini kontrol ve organik gübre uygulamalarına göre artırdığı saptanmış olan mikrobiyal gübre ve mikrobiyal gübre + organik gübre uygulamaları istatistiki açıdan aynı grupta yer almıştır.

Çizelge 4. Uygulamaların salata bitkisinin gelişim parametreleri üzerine etkisi

Uygulamalar	Bitki boyu (cm)	Yaprak sayısı (adet)	Kök uzunluğu (cm)	Gövde çapı (cm)	Yaprak alan indeksi (m^2/m^2)
Kontrol (100 L da^{-1} gübresiz su)	22.0 c	53	13.0	2.7 c	11.0 c
Organik gübre (100 kg da^{-1})	24.5 b	53	13.5	3.1 b	13.7 b
Mikrobiyal gübre (100 L su)	26.8 a	56	13.7	3.5 a	16.2 a
Mikrobiyal gübre (100 kg organik gübre)	28.1 a	56	14.6	3.7 a	17.8 a
LSD	2.172*	ns	ns	0.378*	2.361*

ns: Önemli değil, * Önemli (%5 seviyesinde)

Chamangasht ve ark. [31], 84 gün boyunca yetiştirdiği marulda (*Lactuca sativa* L. cv. Falat) farklı içerikli biyogübre (Azotobacter, Azospirillum, Pseudomonas ve üçünün karışımı) uygulamalarının etkisini incelemiştir. Araştırmacı elde ettiği bulgulara göre; en yüksek bitki boyunun Azospirillum

uygulaması ile 41.66 cm olarak belirlendiğini; en düşük değerin ise biyogübrenin uygulanmadığı kontrol grubunda 30 cm olarak bulunduğunu rapor etmiştir. Aynı çalışmada yine Azospirillum uygulaması ile birlikte yaprak sayısının kontrol grubuna göre en yüksek değeri aldığı rapor edilmiştir. Yaprak alan indeksi açısından ise, Azotobacter, Azospirillum, Pseudomonas ve her üçünün karıştırılarak uygulandığı konular istatistiksel olarak bir farklılık göstermemiştir. Aini ve ark. [32] tarafından, su kültüründe yetiştirilen marul bitkisinde N, P, ve K uygulamaları ile birlikte bakteri uygulamasının etkilerinin test edildiği çalışmada, yaprak alan indeksinin bakteri uygulamaları tarafından önemli düzeyde etkilenmediği ortaya konmuştur.

Uygulamaların yeşil aksam, kök ve toplam kuru ağırlık üzerine etkisi Çizelge 5'de verilmiştir. Yeşil aksam kuru ağırlığı 59.0-63.0 g/bitki, kök kuru ağırlığı ise 3.3-3.4 g/bitki arasında değişmiştir. Yeşil aksam ve kök kuru ağırlığı açısından uygulamalar arasında istatistiksel açıdan önemli fark saptanmamıştır. Toplam kuru ağırlığın ise; mikrobiyal gübre ve mikrobiyal gübre + organik gübre uygulamalarında kontrol ve organik gübre uygulamasına kıyasla artış gösterdiği saptanmıştır. Kontrol grubuna kıyasla kuru ağırlıktaki artış mikrobiyal gübrenin tek başına uygulanması sonucu %6.3, "mikrobiyal gübre + organik gübre" uygulamasında %6.1 ve "organik gübre" uygulamasında %1.8 olmuştur.

Çizelge 5. Uygulamalarının kuru ağırlık oluşumuna etkisi

Uygulamalar	Kuru ağırlık (g bitki^{-1})			Kontrole kıyasla % artış
	Yeşil aksam	Kök	Toplam	
Kontrol (100 L da^{-1} gübresiz su)	59.0	3.4	62.4 b	
Organik gübre (100 kg da^{-1})	60.1	3.4	63.5 b	1.8
Mikrobiyal gübre (100 L su)	63.0	3.3	66.3 a	6.3
Mikrobiyal gübre (100 kg organik gübre)	62.8	3.4	66.2 a	6.1
LSD			2.475*	

ns: Önemli değil, *Önemli (%5 seviyesinde)

Araştırmamıza benzer şekilde yürütülen bir denemede; salata mikrobiyal gübre (Rizobakteri) uygulanması ile kök kuru ağırlığında kontrol grubuna göre önemli düzeyde artış belirlenmiştir [33]. Bir başka çalışmada, su kültüründe yetiştirilen marulda uygulanan çeşitli besin elementleri (N, P, K) ile birlikte bakteri uygulaması sonucunda, taze bitki ağırlığında (kök + kök üstü) kontrol grubuna göre, önemli düzeyde artış gözlenmiştir fakat aynı araştırmada uygulamaların yaprak alan indeksi üzerinde önemli bir etkisi belirlenmemiştir [32].

Tuz stresi etkisinde yetiştirilen marul bitkisinde yararlı bakteri uygulamalarının incelendiği bir araştırmada, bakterinin uygulanmadığı kontrol grubuna ait kök kuru ağırlığı %58 oranında daha düşük belirlenmiştir. Oysaki bakteri uygulaması yapılan tüm gruplarda tuz stresine bağlı olarak kök kuru ağırlığındaki azalış, kontrol grubuna oranla çok daha düşük düzeylerde bulunmuştur [34].

Açık alanda marul yetiştiriciliğinde bakteri uygulamasının etkilerinin araştırıldığı bir diğer çalışma sonucunda ise, yine benzer şekilde bakteri uygulamaları ile hem kök hem de kök üstü kısma ait taze ağırlığın önemli düzeyde artış gösterdiği Blanco ve ark. [35] tarafından rapor edilmiştir.

İran koşullarında gerçekleştirilen ve biyogübrelerin etkilerinin marulda incelendiği bir başka araştırmada ise; yaprak kuru ağırlığındaki artış, Azospirillum ve Azotobakter uygulamaları ile en yüksek değerde belirlenmiş olup bu değer her ikisinde de kontrole göre %43.95 olarak belirlenmiştir [31].

Çalışma bulgularımızın literatür ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Uygulamalar, salata baş verimine önemli düzeyde etki etmiştir. En yüksek değer 3152 kg/da ile "mikrobiyal gübre + organik gübre" uygulamasından elde edilmiştir. Bu değeri, 3140 kg/da ile "mikrobiyal gübre" uygulaması takip etmiştir. Her iki uygulamanın, yapılan istatistiksel analiz sonucunda aynı gruba dâhil olduğu saptanmıştır. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, oransal artış en yüksek değerde "mikrobiyal gübre + organik gübre" uygulaması ile %8.1 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 6).

Bitki gelişimini teşvik edici bakterilerin (PGPB) etkisinin marul bitkisinde incelendiği bir araştırmada; bakteri uygulaması ile birlikte; tuz stresi etkisi altında olan ve olmayan deneme gruplarında, marul baş veriminde (taze) önemli düzeyde artış (%40) gözlenmiştir [36].

Chamangasht ve ark. [31] tarafından marulda yapılan bir çalışma sonucunda ise, toplam verim Azospirillum uygulamasında en yüksek değerde belirlenirken, kontrol grubuna kıyasla oransal artış %43.96 olarak bulunmuştur.

Çizelge 6. Uygulamaların marul baş verimine etkisi

Uygulamalar	Verim (ortalama, kg da^{-1})	Artış (%)
Kontrol (100 L da^{-1} gübresiz su)	2917 c	0
Organik gübre (100 kg da^{-1})	2997 b	2.7
Mikrobiyal gübre (100 L Su)	3140 a	7.6
Mikrobiyal gübre (100 kg organik gübre)	3152 a	8.1
LSD	79.833*	

*Önemli (%5 seviyesinde)

SONUÇ

Mikrobiyal ve organik gübrenin gerek tek başlarına ayrı ayrı gerekse kombine edilerek uygulanması ile bitki gelişimi ve verim değerlerinde artış gözlenmiştir.

Uygulamaların etkisi istatistiksel olarak incelendiğinde; mikrobiyal gübrenin tek başına uygulandığı deneme konusu ile mikrobiyal gübrenin organik gübre ile birlikte uygulandığı deneme konularının aynı gruba girdiği gözlemlenmektedir. Ayrıca, organik gübrenin tek başına uygulanması da önemli düzeyde etki ederken farklı bir grupta yer almış olup; bu uygulama ile görece daha düşük değerler elde edilmiştir. Bu durum, mikrobiyal gübre uygulamasının, organik gübrenin etkinliğini artırmış olabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca, mikrobiyal gübrenin organik gübre ile uygulanması sonucunda sağlanacak olan daha yüksek kalite ve verim artışı ile ürünün ekonomik değeri doğrudan ve/veya dolaylı yollarla artmış olacaktır. Bununla birlikte, üretim esnasında kullanılacak olan inorganik gübrelerin zararlı etkileri, mikrobiyal (biyogübre) kullanımı ile en aza indirilecektir. Bu ise, hem tarımsal üretimde karlılık hem de sürdürülebilirlik açısından oldukça sevindiricidir.

F.aurantia içerikli potasyum çözücü bakterilerin olumlu etkileri ve diğer biyogübre çeşitlerine göre üstün yanları güncel literatürde bildirilmekle birlikte; marul yetiştiriciliğinde kullanımının kaliteye etkilerinin ve en ideal kullanım şeklinin belirlenmesine yönelik çalışmaların kısıtlı sayıda olduğu görülmektedir. Bu durum çalışmamızın mevcut çalışmalardan farklılığını ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak salata büyüme-gelişim, verim ve kalite kriterleri açısından en iyi değerler, potasyum çözücü bakterilerden *F.aurantia* içeren mikrobiyal gübrenin organik gübre ile birlikte uygulanmasıyla elde edilmiş olup, marul üretiminde bu yöntemle kullanılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Kirkby, E. 2012. Introduction, Definition and Classification of Nutrients. In: Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants Third Edition, Edt. Petra Marschner. Academic Press, USA.
2. Engels, C., Kirkby, E., White, P. 2012. Mineral Nutrition, Yield and Source-Sink Relationships, In: Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants Third Edition, Ed. Petra Marschner. pp:85-133, Academic Press, USA. ISBN 9780-1238-49052 (doi/10.1016/B978-0-12-384905-2.00005-4).
3. Zhang, C., Kong, F. 2014. Isolation and identification of potassium-solubilizing bacteria from tobacco rhizospheric soil and their effect on tobacco plants. Appl. Soil Ecol. 82:18-25.
4. Sheng, X.F., Huang, W.Y. 2002. Mechanism of potassium release from feldspar affected by the strain NBT of silicate bacterium. Acta Pedol Sin 39(6):863-871.
5. Meena, O.P., Maurya, B.R., Meena, V.S. 2013. Influence of K solubilizing bacteria on release of potassium from waste mica. Agric. Sustain Dev 1(1):53-56.
6. Maurya, B.R., Meena, V.S., Meena, O.P. 2014. Influence of Inceptisol and Alfisol's potassium solubilizing bacteria (KSB) isolates on release of K from waste mica. Vegetos 27(1):181-187.
7. Barre, P., Montagnier, C., Chenu, C., Abbadie, L., Velde, B. 2008. Clay minerals as a soil potassium reservoir: observation and quantification through X-ray diffraction. Plant Soil 302:213-220.
8. Öztekin, G.B., Y. Tüzel, M. Ece 2016. Potasyum çözücü bakteri aşılamasının sera domates yetiştiriciliğinde bitki gelişimi, verim ve meyve kalitesi üzerine etkileri. Turk J. Agric. Res. 3:41-47.
9. Kumar, S., Sindhu, D.S.S., Kumar, R. 2022. Biofertilizers: An ecofriendly technology for nutrient recycling and environmental sustainability. Current Research in Microbial Sciences 3:100094.
10. Lian, B., Wang, B., Pan, M., Liu, C., Teng, H.H. 2008. Microbial release of potassium from K-bearing minerals by thermophilic fungus Aspergillus fumigatus. Geochim Cosmochim Acta 72:87-98.
11. Biswas, D.R., Basak, B.B. 2009. Influence of potassium solubilizing microorganism (*Bacillus mucilaginosus*) and waste mica on potassium uptake dynamics by Sudan grass (*Sorghum vulgare* Pers.) grown under two Alfisols. Plant and Soil 317:235-255.
12. Sheng XF. 2005. Growth promotion and increased potassium uptake of cotton and rape by a potassium releasing strain of *Bacillus edaphicus*. Soil Biol. Biochem. 37:1918-1922.
13. Liu, D., Lian, B., Dong, H. 2012. Isolation of *Paenibacillus* sp. and assessment of its potential for enhancing mineral weathering. Geomicrobiol J. 29:413-421.
14. Meena, V.S., Maurya, B.R., Bahadur, I. 2014-a. *Potassium solubilization* by bacterial strain in waste mica. Bangladesh J. Bot. 43(2):235-237.

15. Meena, V.S., Maurya, B.R., Verma, J.P. 2014-b. Does a rhizospheric microorganism enhance K+ availability in agricultural soils? Microbiol Res 169:337-347.
16. Kumar, A., Bahadur, I., Maurya, B.R., Raghuwanshi, R., Meena, V.S., Singh, D.K., Dixit, J. 2015. Does a plant growth-promoting rhizobacteria enhance agricultural sustainability? J. Pure Appl. Microbiol. 9(1):715-724.
17. Pindi, P.K., Satyanarayana, S.D.V. 2012. Liquid microbial consortium- a potential tool for sustainable soil health. J. Biofertil Biopesticide 3(4):1-9.
18. Bahadur, I., Maurya, B.R., Kumar, A., Meena, V.S., Raghuwanshi, R. 2016. Towards the soil sustainability and potassium-solubilizing microorganisms In: Potassium Solubilizing Microorganisms for Sustainable Agriculture, Springer India 2016 V.S. Meena et al. (eds.), (doi:10.1007/978-81-322-2776-2-18).
19. Patel, B.C. 2011. Advance method of preparation of bacterial formulation using potash mobilizing bacteria that mobilize potash and make it available to crop plant. WIPO Patent Application WO/2011/154961.
20. Han, H.S., Supanjani, Lee, K.D. 2006. Effect of co-inoculation with phosphate and potassium solubilizing bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. Plant Soil Environ 52:130-136.
21. Sheng, X.F., He, L.Y. 2006. Solubilization of potassium bearing minerals by a wild type strain of *Bacillus edaphicus* and its mutants and increased potassium uptake by wheat. Can J. Microbiol 52(1):66-72.
22. Singh, G., Biswas, D.R., Marwah, T.S. 2010. Mobilization of potassium from waste mica by plant growth promoting rhizobacteria and its assimilation by maize (*Zea mays*) and wheat (*Triticum aestivum* L.). J. Plant Nutr 33:1236-1251.
23. Basak, B.B., Biswas, D.R. 2010. Co-inoculation of potassium solubilizing and nitrogen fixing bacteria on solubilization of waste mica and their effect on growth promotion and nutrient acquisition by a forage crop. Biol. Fertil. Soils 46:641-648.
24. Subhashini, D.V. 2015. Growth promotion and increased potassium uptake of tobacco by potassium mobilizing bacterium *Frateuria aurantia* grown at different potassium levels in vertisols. Commun Soil Sci. Plant Anal. 46:210-220.
25. Nayak B. 2001. Uptake of potash by different plants with the use of potash mobilizing bacteria *Frateuria aurantia*. M.Sc. (Agric) thesis, QUAT, Bhubaneswar.
26. Ramarethinam, S., Chandra, K. 2005. Studies on the effect of potash solubilizing/mobilizing bacteria *Frateuria aurantia* on brinjal growth and yield. Pestology 11:35-39.
27. Rodriguez, H., Fraga, R., 1999. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. Biotechnology Advances 17(4-5):319-339.
28. Rogers, G., Titley, M., Giggins, B., Bauer, B., Poynton, R., Kocks, A., McAuliffe, T., Le Budd, J. 2006. Post-harvest improvement in iceberg and cos lettuce to extend shelf life for fresh cut salads. Project Number: VG03092, Horticultural Australia Ltd. Pub. Sydney, Australia.
29. Pratt, P.F. 1965. Potassium. Editor C. A. Black, Methods of Soil Analysis Part II. American Society of Agronomy Inc., Publisher Madion, Winconsin, USA, 1022pp.
30. Kacar, B., 2009. Toprak analizleri. Nobel Yayın No:1387, 467s.
31. Chamangasht, S., Ardakani, M.R., Khavazi, K., Abbaszadeh, B., Mafakheri, S. 2012. Improving lettuce (*Lactuca sativa* L.) growth and yield by the application of biofertilizers. Annals of Biological Research, 3(4):1876-1879.
32. Aini, N., Sumiya Dwi Yamika, W., Ulum, B. 2019. Effect of nutrient concentration, PGPR and AMF on plant growth, yield, and nutrient uptake of hydroponic lettuce. Intl. J. Agric. Biol. 21(1).
33. Sottero NA, Freitas SS, Melo AMT, Trani PE. 2006. Rizobactérias e Alface: Colonização Rizosférica, Promoção de Crescimento e Controle Biológico. R. Bras. Ci. Solo, 30:225-234.
34. Fortt, J., González, M., Morales, P., Araya, N., Remonsellez, F., de la Peña, T.C., Ostria-Gallardo, E., Stoll, A., 2022. Bacterial modulation of the plant ethylene signaling pathway improves tolerance to salt stress in lettuce (*Lactuca sativa* L.). Front. Sustain. Food Syst. 6:768250. (doi:10.3389/fsufs.2022.768250).
35. Blanco, B.M., Vejar, V.A., Bello-Martínez, J., Palemón, F.A., Ramírez, Y.R. Díaz, D.O., Jiménez, J.T. 2020. Use of plant growth promoting bacteria to increase the production of *Lactuca sativa* L. in the field. Revista Mexicana Ciencias Agrícolas 11(2).
36. Yildirim, E., Turan, M., Ekinci, M., Dursun, A., Cakmakci, R. 2011. Plant growth promoting rhizobacteria ameliorate deleterious effect of salt stress on lettuce. Sci. Res Essays 6:4389-4396.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 220–225 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

BAZI YARARLI BAKTERİ TÜRLERİNİN KIRKAĞAÇ KAVUNUNDA BİTKİ GELİŞİMİ VE VERİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Özlem ALTUNTAŞ[1]*, Canan KARAKUŞ KARAMAN[2]

[1]Doç. Dr., Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Battalgazi/Malatya; ORCID: 0000-0002-6508-7368
[2]Zir. Yük. Müh., Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Böl., Battalgazi/Malatya; ORCID:0000-0003-0813-4372

ÖZ

Biyoaktivatörlerinin bitki gelişimi, verim ve meyve kalitesine olumlu etkileri birçok çalışma ile kanıtlanmıştır. Gerek konvansiyonel gerek organik tarımda kullanımı son yıllarda oldukça yaygın hale gelen biyoaktivatörlerin Malatya'da kullanımı yok denecek kadar azdır. Bu nedenle, bölgede önemli sebze üretim merkezi olan Malatya/ Battalgazi koşullarında farklı sebze türlerinde biyoaktivatörleri ile ilgili denemeler yaparak sonuçları tespit etmek ve üreticilere katkı sağlamak amaçlı denemeler planlanmıştır. Bu çalışmada ise, Kırkağaç 637 kavun çeşidi yetiştiriciliğinde, *Bacillus subtilis* (T2), *Enterococcus* spp. (T3), *Basillus megatorium* (T4), bu üç bakterinin karışımı kokteyl (T5), bitki aktivatörleri ile kontrol (T1) uygulamaları denemeye alınmıştır. Bitki büyüme parametreleri, meyve pomolojik özellikleri ve verim değerleri karşılaştırılmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre; bitki büyüme parametrelerinde *Enterococcus* spp. (T3) uygulamasının öne çıktığı saptanmıştır. Bakteri uygulamaları kontrole göre daha iyi sonuçlar verdiği saptanmıştır. Verim sonuçları değerlendirildiğinde; *Basillus megatorium* (T4) uygulaması istatistiksel önemde fark yaratmış ve en yüksek verim değeri bu uygulamadan alınmıştır. Meyve pomolojik özellikleri bakımından uygulamalar arasında belirgin farklılık görülmemiştir.

Anahtar Kelimeler: Yararlı mikroorganizma, PGPR, kavun, bitki büyümesi, verim

THE EFFECTS OF SOME BENEFICIAL BACTERIAL SPECIES ON PLANT DEVELOPMENT AND PRODUCTION IN KIRKAĞAÇ MELON

ABSTRACT

The positive effects of bio-activators on plant growth, yield and fruit quality have been proven by many studies. The use of bio-activators, which have become very common in both conventional and organic agriculture in recent years, is almost non-existent in Malatya. For this reason, experiments were planned to determine the results and to contribute to the producers by conducting experiments on bio-activators in different types of vegetables in Malatya/Battalgazi conditions, which is an important vegetable production center in the region. In this study, in the cultivation of Kırkağaç 637 melon cultivars, Bacillus subtilis (T2), Enterococcus spp. (T3), *Bacillus megatorium* (T4), a mixture of these three bacteria, cocktail (T5), plant activators and control (T1) applications were included in the trial. Plant growth parameters, fruit pomological characteristics and yield values were compared. According to the results of the research; plant growth parameters Enterococcus spp. (T3) application was found to be prominent. Bacterial applications were found to give beter results than control. When the yield results are evaluated; *Bacillus megatorium* (T4) application made a statistically significant difference and the highest yield value was obtained from this application. There was no significant difference between the applications in terms of fruit pomological properties.

Keywords: Beneficial microorganism, PGPR, melon, plant growth, yield

GİRİŞ

Artan dünya nüfusunun beraberinde getirdiği gıda ihtiyacının karşılanabilmesi için üretimde yüksek verim sağlamak amacıyla yoğun tarım uygulamaları ve tarımsal kimyasallar uygulanmaktadır. Son yüzyılda artan tarımsal kimyasalların kullanımı sadece maliyet yönünden değil, çevresel açıdan da sorunlara neden olmaktadır. Verim ve kaliteyi artırmaya yönelik uygulanan kimyasal gübreler zamanla toprak yapısının bozulmasına, toprakta bulunan mikroorganizmaların faaliyetlerinin sekteye uğramasına ve biyolojik dengenin bozulmasına neden olmaktadır [1].

Bitkisel üretimde verimliliğin sağlanması, toprağın fiziksel ve kimyasal yapısının korunmasıyla ekolojik dengenin sürdürülebilmesi, insan sağlığının korunması ve çevre kirliliğinin azaltılması için üretimde çevreye dost tekniklerin kullanılması ve bunların yaygınlaştırılmasını sağlamak gerekmektedir. Bu tekniklerden birisi de yararlı mikroorganizmaların kullanılmasıdır. Yararlı

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*:

mikroorganizmaları içeriğinde bulunduran gübreler yani biyogübreler; bitki yüzeyi, toprak veya tohuma uygulandıkları zaman rizosfer veya bitki içinde kolonize olabilen, konukçu bitkiye temel besin maddeleri sağlayarak büyümeyi teşvik eden canlı mikroorganizmaları içeren ürünler olarak tanımlanabilirler. Tarımda biyogübre kullanılması 1990'lı yıllardan sonra yaygınlaşmıştır. Son yıllarda biyolojik gübrelemenin kapsamı genişlemiş serbest yaşayan, bitkisel gelişimi teşvik eden, biyolojik savaş ajanı veya biyogübre olarak kullanılan bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler (PGPR) kullanılmaya başlanmıştır. Bunlar, topraktaki fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapıyı düzenleyerek bitkinin topraktan beslenmesini kolaylaştırmakta, topraktaki mineral elementlerin ve suyun en etkin şekilde kullanımını sağlamaktadır. Ayrıca bu gübreler, içerisinde bulunan bileşenlerle toprağa ve bitkiye direnç kazandırır.

Genellikle organik tarımda kullanılan biyogübreler konvansiyonel yetiştiricilikte de kimyasal gübre kullanımını azaltmak için kullanılmalıdır. Yaptığımız bu çalışmada bitki gelişimini teşvik eden rizobakter (PGPR) olarak adlandırılan, toprakta serbest halde bulunan mikroorganizmalar biyolojik gübre olarak konvansiyonel kavun üretiminde kullanılmıştır. Bitkisel üretimde kullanılan mikroorganizmalar; *Acetobacter*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Klebsiella*, *Rhizobia*, *Pseudomonas*, *Enterobacter* gibi bakteriler ve bazı *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma* gibi funguslar, ayrıca mikoriza olarak tanımladığımız kök mantarlarıdır. Biyogübre kullanımı üzerine yoğun araştırmalar yapılmakta ve olumlu sonuçlar alınmaktadır [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12].

Araştırmada kullandığımız sebze türü olan kavun, ülkemizde hemen hemen her bölgede üretilmekte olup, bölgelere göre yetiştirme sistemleri ve çeşitleri değişiklik göstermektedir. Türkiye'de kavun üretiminin yaklaşık %50'si Akdeniz ve İç Anadolu bölgelerinde yapılmaktadır. Ülkemizde üretimin çoğunluğu %85'i açık tarla tarımı şeklinde yapılmaktadır. Kırkağaç, Hasanbey ve Yuva gibi *inodorus* grubuna giren iri meyveli, tatlı, kokusuz, muhafazaya ve nakliyeye dayanıklı kavun çeşitleriyle yapılırken, geriye kalan kısmı da Ananas ve Galia gibi, erkenci, tatlı, kokulu, dış yüzeyi çitili (ağlı), daha küçük meyveli ve aromalı *reticulatus* ve *cantalupensis* grubu kavun çeşitleriyle örtü altında askılı sistemde veya alçak tünel altında yapılmaktadır. 2021 yılı verilerine göre 31.8 milyon ton sebze üretimimizin 1.638.638 tonu kavuna aittir [13, 14]. Bölgede üretimi en fazla yapılan sebzeler arasında olan kavun bazı alanlarda susuz olarak da yetiştirilmektedir. Bu çalışmanın amacı Malatya/Battalgazi koşullarında yetiştirilen Kırkağaç tipi kavun çeşidine farklı bakteri türleri aşılanarak; bitki gelişimi, meyve kalitesi ve verime etkisini araştırmaktır. Bir diğer amacımız da; Doğu Anadolu Bölgesinde kullanımı çoğu üretici tarafından bilinmeyen biyogübreleri yaptığımız çalışmalarla sebze üretiminde kullanarak bölge koşullarında üretimdeki etkinliğini üreticilere sunmaktır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Bu çalışma Malatya Turgut Özal Üniversitesi Ziraat Fakültesine ait uygulama arazisinde ve laboratuvarında yürütülmüştür. Deneme kurulmadan önce alınan toprak örneklerinin analizi ise Kayısı Araştırma Enstitüsü Toprak-Bitki Analiz Laboratuvarında yapılmıştır.

•Bitkisel Materyal: Bitkisel materyal olarak raf ömrü uzun ve nakliyeye dayanıklı, orta erkenci, standart kavun bir çeşidi olan Kırkağaç 637 kullanılmıştır.

•Bitki Aktivatörleri: Çalışmada bitki büyümesini teşvik eden rhizo bakteri olarak *Bacillus subtilis*, *Bacillus megatorium*, *Enterococcus* ve bu üç bakterinin karışımından hazırlanmış kokteyl kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan bakteri izolatları Yeditepe Üniversitesi öğretim üyesi Prof. Dr. Fikrettin Şahin'den temin edilmiştir.

Metot

•Bakterilerin Uygulanması: Kırkağaç 637 tohumları; kontrol (T1), temin edilen bitki aktivatörlerinden *Bacillus subtilis* (T2), *Enterococcus* spp. (T3), *Bacillus megatorium* (T4), ve bu üç bakterinin karışımıyla hazırlanmış kokteylin (T5) 1/10 oranında seyreltilmiş çözeltileri içerisinde 24 saat ışık almayan bir ortamda bekletilmiştir. Ardından tohumlar kurutma kağıdı üzerine alınarak kurutulmuştur. Daha sonra tohumlar, tesadüf blokları deneme desenine göre 5 uygulama, 3 tekerrür, her tekerrüre 10 tohum olmak üzere 9 Haziran tarihinde sıra arası 100 cm; sıra üzeri 70 cm olan parsellere ekilmiştir.

•Yapılan Gözlemler ve Ölçümler: Tohum ekiminden 1 ay sonra 2 hafta arayla olmak üzere bitki boyu, gövde çapı, yaprak sayısına ait ölçümler alınmıştır. Uygulama parsellerinde fide haline gelmiş kavunlarda 3 günde bir kontrol yapılarak ilk kol atma, ilk erkek çiçek ve ilk dişi çiçek açma zamanları kaydedilmiştir. Vejetatif ve generatif dönem olmak üzere 2 farklı dönemde bitki sökümleri yapılarak yaş

ve kuru ağırlık değerleri alınmıştır. Hasat edilen meyvelerin toplam verimleri hesaplanmış ve ayrıca pomolojik analizlerle uygulamalar değerlendirilmiştir.

•Veri Değerlendirme: İstatistiksel analizler IBM SPSS 20 Statistics programında, Duncan testini, p≤0.05 önem seviyesine göre yapılmıştır.

BULGULAR

Bitki Büyüme Parametreleri

Tohum ekiminden bir ay sonra belirlenen bitkilerde iki hafta arayla olmak üzere alınan bitki boyu, gövde çapı ve yaprak sayısına ait ölçüm sonuçları Çizelge 1'de sunulmuştur. Buna göre bitki boyu ve gövde çapı değerleri kontrol grubuyla karşılaştırıldığında en yüksek bitki boyu T5 uygulamasında saptanmıştır. T1 uygulaması her iki parametrede de diğer uygulamalara göre düşük değer vermiştir. Yaprak sayısı istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

20 Temmuz genç bitki dönemi ve 21 Ağustos generatif dönem olmak üzere iki farklı dönemde uygulamalardan bitki sökümleri yapılmış ve bu bitkilerde büyümeye ait alınan ölçüm değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Kavun bitkilerinde uygulamalara ait bitki büyüme parametre değerleri

Table 1. Plant growth parameter values of applications in melon plants

Tarih *Date*	Uygulama *Traitments*	Bitki boyu *Plant height* (cm)	Gövde çapı *Stem diameter* (mm)	Yaprak sayısı (adet/bitki) *Number of leaf perplant (pcs)*
1.ölçüm 14 Temmuz *1.measurement 14 July*	T1	48.33 c	33.67 c	12.67
	T2	61.33 b	40.33 b	8.67
	T3	76.00 a	62.67 a	8.00
	T4	64.33 b	37.67 cb	9.67
	T5	77.67 a	67.67 a	9.33
	Ortalama *Average*	65.53	48.40	9.67
2.ölçüm 29 Temmuz *2.measurement 29 July*	T1	70.33 c	54.67 d	16.02
	T2	89.33 b	63.67 cd	14.69
	T3	111.00 a	90.67 b	14.04
	T4	93.00 b	62.67 cd	11.27
	T5	112.67 a	100.33 a	13.33
	Ortalama *Average*	95.27	74.40	13.87

Uygulama Parsellerinde Yapılan Bitkisel Gözlemler

Uygulama parselinde gözlemlenen tohum ekiminden itibaren kol atma süresi, ilk erkek çiçek açma süresi, ilk dişi çiçek açma süresi sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir. Yapılan her üç gözlemde de uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde fark bulunmamıştır.

Çizelge 2. Farklı dönemlerde sökülen bitkilerde bitki büyüme parametrelerine ait ölçüm değerleri

Table 2.Measurement values of plant growth parameters in examined in different vegetation periods

Tarih *Date*	Uygulama *Traitments*	Bitki taze ağırlığı *Plant fresh weight* (g)	Ana gövde uzunluğu *Main stem length* (cm)	Gövde çapı *Stem diameter* (mm)	Bitki kuru ağırlığı *Plant dry weight* (g)
20 Temmuz 1.ölçüm (genç bitki dönemi) *20 July 1.measurement (young plant period)*	T1	112.88 b	45.50 b	8.35	17.00 b
	T2	191.96 a	52.50 a	9.11	27.25 a
	T3	103.29 b	36.00 c	7.66	13.46 b
	T4	134.85 b	47.50 b	8.46	18.86 b
	T5	70.48 c	27.50 c	7.11	7.71 c
	Ortalama *Average*	122.69	41.8	8.14	16.86
21 Ağustos 2.ölçüm (generatif dönem) *21 August 2.measurement (generative period)*	T1	112.58 c	45.06 c	10.10	20.56
	T2	136.27 b	63.53 a	11.02	22.97
	T3	144.98 b	53.56 b	9.27	19.29
	T4	163.17 b	57.48 b	10.23	22.81
	T5	232.27 a	67.28 a	12.60	19.32
	Ortalama *Average*	157.85	57.38	10.64	20.99

Çizelge 3. Uygulamalara ait kavun bitkilerinde yapılan gözlemler

Table 3. Observations made on melon plants belonging to the applications

Uygulama *Treatment*	Kol atma süresi (gün) *Stem branching period (days)*	İlk erkek çiçek açma süresi (gün) *First male flowering time (days)*	İlk dişi çiçek açma süresi (gün) *First female flowering time (days)*
T1	30.5	36.5	49.0
T2	32.5	37.0	46.5
T3	31.0	35.5	44.0
T4	31.5	34.5	44.5
T5	32.8	36.3	48.6
Ortalama *Average*	31.66	35.96	46.52

Toplam Verim

Uygulamalardan elde edilen toplam verim miktarına kg/da olarak Çizelge 4'de yer verilmiştir. Farklı bitki aktivatörlerinin bitkiler üzerindeki toplam verime etkileri istatiksel olarak anlamlı bulunmuştur. T4 uygulaması 2747.76 kg/da ile toplam verimi en yüksek olan uygulamadır. En düşük verim ise 1496.95 kg/da ile T1 uygulamasından elde edilmiştir.

Meyvelerde Pomolojik Analiz

Kırkağaç 637 kavun meyvelerinde pomolojik analizlerinde incelenen, meyve ağırlığı, meyve çapı, meyve yüksekliği, meyve eti kalınlığı, meyve, kabuk kalınlığı, çekirdek evi çapı, çekirdek evi yüksekliği ve SÇKM ortalamaları sırasıyla; Çizelge 5'te sunulmuştur.

Bu verilere göre sadece meyve ağırlığı istatistiksel olarak önemli bulunurken diğer parametreler önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4. Uygulamaların kavunda toplam verime etkisi

Table 4.Theeffect of applications on total yield in melon

Uygulamalar / *Treatments*	Verim (kg/da) / *Yield*
T1	1496.95 c
T2	1809.02 b
T3	2482.27 ab
T4	2747.76 a
T5	1585.00 c
Ortalama / *Average*	2024.2

TARTIŞMA VE SONUÇ

Elde edilen sonuçlara göre bitki boyu, gövde çapı, yaprak sayısı gibi bitki büyüme parametreleri incelendiğinde T3 (*Enterococcus* spp.) uygulamasının ön plana çıktığı görülmektedir. Nitekim bazı PGPR'lerin brokolide fide gelişimi ve fide kalitesi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada PGPR uygulamalarının brokoli fidelerinde mineral maddeyi aminoasit, organik asit ve hormon içeriklerini etkileyerek fide gelişimi ve kalitesini olumlu yönde etkilediği belirtilmiştir [15].

Bitki sökümlerinde; yeşil aksam taze ve kuru ağırlığı, ana gövde uzunluğu, gövde çapı, gibi biomas ölçümleri incelendiğinde ise bakteri uygulamalarının bakteri türü fark etmeksizin kontrol grubu bitkilere göre daha iyi sonuçlar verdiği gözlenmiştir. Nitekim *Azospirillum*, *Azotobacter* spp., *Bacillus* spp., *Pseudomona* sspp. ve *Bradyrhizobium* inokulasyonuyla yapılan bir çalışmada bu bakterilerin; arpa, domates, biber vb. bitkilerde kök yüzey alanında, kök kuru ağırlığında ve verimde önemli artışlara neden olduğu bildirilmiştir [16]. Yapılan başka bir çalışmada biberde, 3 farklı *Bacillus* izolatını tek veya kombine halde kullanılmasıyla sera ve açıkta yetiştiricilikte gövde çapı, kök uzunluğu, kök kuru ağırlığı, sürgün kuru ağırlığı ve verimde de artış sağlandığı ifade edilmiştir [17]. PGPR ile aşılanmış bitkilerde gövde çapında %21.49-42.56 oranlarda artış sağlanabilmektedir. Bu doğrultuda, PGPR aşılamasının sebzelerde fide yetiştiriciliğinde kullanılabileceği bildirilmektedir [18, 19, 20].

Verim parametresi ele alındığında ise T4 (*Bacillus megatorium*) uygulaması diğer tüm uygulamalara göre istatistiksel olarak önemli derecede bir artış sağlamıştır. Domates bitkisinde fosfor çözücü bakterinin (*Bacillus megaterium*) verim ve fosfor alımı üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada, fosfor çözücü bakterinin bitkide verim ile fosfor, demir, çinko ve bakır alımını arttırdığı saptanmıştır [21]. Bir başka çalışmada PGPR'lerin Selva çilek çeşidinde kontrol grubuyla kıyaslandığında verimi artırdığı bildirilmiştir [22]. Birçok araştırmacının yaptıkları farklı türlerde çalışmalara göre PGPR kullanımının verimi olumlu yönde etkilediğini bildirmişlerdir [23, 24, 25].

Çizelge 5. Uygulamalara ait kavun meyvelerinde yapılan pomolojik analiz bulguları

Table 5. Findings of pomological analysis on melon fruits belonging to the applications

Uygulamalar *Traitments*	Meyve ağırlığı (g) *Fruit weight*	Meyve yüksekliği (cm) *Fruit length*	Meyve çapı (cm) *Fruit diameter*	Meyve eti kalınlığı (cm) *Fruit flesh thickness*	Meyve kabuk kalınlığı (mm) *Fruit shell thickness*	Çekirdek evi çapı (cm) *Seed cavity diameter*	Çekirdek evi yüksekliği (cm) *Seed cavity height*	SÇKM (%) *Total soluble solids content*
T1	2340.00 c	17.43	17.03	14.70	14.20	7.57	9.53	9.83
T2	2745.00 b	19.07	18.27	16.10	12.60	9.17	9.83	11.13
T3	2901.67 a	17.80	18.10	15.30	15.51	8.43	9.60	10.00
T4	2970.00 a	18.60	17.93	15.60	16.51	8.03	9.70	10.33
T5	2265.00 c	16.37	16.43	13.57	14.30	7.90	8.07	10.97
Ortalama / *Average*	2644.33	17.85	17.55	15.05	14.62	8.22	9.35	10.45

PGPR'ler genellikle bitkinin kök bölgesinde kolonize olarak bitki gelişimini düzenlemekte aynı zamanda zararlı rizosfer mikroorganizmalarını da baskı altında tutmaktadırlar. PGPR'ler tohum çimlenmesi, kök gelişimi ve bitkinin sudan yararlanmasına da çok önemli katkılar sağlamaktadır. Bitki gelişimi ve kalitesinde yaptıkları etki doğrudan ve/veya dolaylı olmak üzere iki grupta açıklanmaktadır. Doğrudan mekanizmalar, biyolojik azot fiksasyonu, oksinler, gibberalinler, sitokininler gibi bitkisel hormonların üretilmesi, ACC deaminaz enzim aktivitesi yoluyla etilen sentezinin engellenmesi, çevresel stresi azaltma, bakteri-bitki ilişkisinde uyum, inorganik fosforun çözünürlüğünün arttırılması ve organik fosfor bileşiklerinin mineralizasyonu, siderophore üretimi yoluyla demir alınımın arttırılması ve diğer bazı iz elementlerin oranında artış sağlama, vitamin sentezi, kök geçirgenliğini artırma etkilerini içermektedir. PGPR'ler dolaylı olarak da antibiyotik üretimi ile hastalıkları azaltan biyokontrol ajanları olarak rol almaları, değişik organik bileşiklerle kirlenmiş olan topraklarda engelleyici ksenobiyotikleri parçalayarak bitkileri korumaları sayılabilir PGPR'nin çimlenme oranı, kök büyümesi, verim, yaprak alanı, klorofil içeriği, Mg, N içeriği, protein, sürgün ve kök ağırlıkları ve yaprakta absisyon tabakasının oluşumunun gecikmesi suretiyle bitki büyümesine fayda sağladığı belirlenmiştir [5, 6, 12, 26, 27, 28].

Yapılan çalışmada ölçümlenen büyüme parametrelerinde meydana gelen artışlar, bitkilerin kök bölgesinde kolonize olan bakterilerin atmosferdeki serbest azotu bağlaması, bazı bitkisel hormonlar salgılaması ve toprakta var olan bitki besin elementlerin alımını artırmasıyla ilişkilendirilebilir. Bununla beraber, farklı bakteri uygulamalarının pomolojik özellikler üzerine etkiler incelendiğinde, uygulamalar arasında fark gözlenmemiştir. Sadece bireysel meyve ağırlığı parametresinde istatistiksel fark bulunmuş ve T3 ve T4 uygulamalarını temsil eden bitkilerin, diğer gruplara göre daha yüksek ağırlığına sahip meyveler teşekkül ettiği saptanmıştır. Toplam verim parametresiyle doğrudan bağlantılı olan bu parametre sonuçları beklenildiği gibi toplam verim sonuçlarıyla paralellik göstermektedir.

Bölgede yararlı mikroorganizmaları bitkisel üretimde kullanımı üreticilerin büyük bir bölümü tarafından bilinmemekte, sonuçlarını görmedikleri bu ürünleri ise tercih etmemektedirler. Bu çalışmadan elde edilen veriler sebze üreticileri için ümitvar olarak değerlendirilebilecek düzeydedir. Kullanılan mikrobiyal gübrelerin gerek ekonomik gerekse uygulanmasının pratik olması, çiftçiler tarafından kullanılabilirliği artıran faktörlerdir. Özellikle toplam verim parametresinde öne çıkan uygulama olan T4'ün (*Bacillus megatarium*) bölgede kavun üretimi yapan çiftçilerin kullanımına önerilebilecek sonuçlar verdiği saptanmıştır.

Bakteriyel biyogübrelerin topraktan bitki besin elementi alımını artırdığı yapılan birçok çalışma ile kanıtlanmıştır. Her ne kadar, bu çalışmada kısıtlı imkânlar nedeniyle bitkilerin mineral madde içeriklerine ait analizler yapılamamış olsa da, sonuçlar incelendiğinde ortaya çıkan farklılıkların nedenlerinden birisinin de bitkilerin mineral madde içerikleri olduğu düşünülmektedir. Bu bağlamda, bölgede yapılacak yeni çalışmalarla farklı bakterilerin bitki besin elementi alımına etkileri araştırılıp, bu etkinin derecesi belirlenerek elde edilen sonuçlara göre bölge çiftçilerine yeni ve tasarruflu gübre programları önerilerek kimyasal girdiler azaltılabilir.

KAYNAKLAR

1. Aksoy, U., Altındişli, A., İlter, E. 2002. Ekolojik tarımda ekim nöbeti, organik tarım eğitimi ders notları. Emre Basımevi, İzmir, s:3-8.
2. Aslantaş, R., Cakmakı, R. Sahin, F. 2007. Effect of plant growth promoting rhizo bacteria on young apple tree growth and fruit yield under orchard conditions. Scientia Horticulturae, 111:371-377.
3. Bayram C.A., 2014. Adıyaman koşullarında bazı bitki aktivatörlerinin Galia C8 ve Kırkağaç 637 kavun çeşitlerinde verim, kalite, bitki büyümesi ve beslenme durumuna etkileri (Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana, 148s.
4. Burdman, S., Jurkevitch E., Okoni, Y. 2000. Recent advances in the use of plant growth promoting rhizo bacteria (PGPR) in agriculture. Microbial Interactions in Agriculture and Forestry, pp:229-250.
5. Çakmakçı, R., Erdoğan, Ü. 2006. Bitki gelişme promotörü rizobakteri kullanımındaki son gelişmeler: organik tarım perspektif ve uygulamaları. Organik Tarım Kongresi.
6. Eşitken, A., Karlidag, H., Ercisli, S., Turan, M., Sahin, F. 2003-a. The effects of spraying a growth promoting bacterium on the yield, growth and nutrient element composition of leaves of apricot (*Prunus armeniaca* L. cv. Hacıhaliloglu). Australian Journal of Agricultural Research, 54:377-380.
7. Esringü, A., Kotan, R., Bayram, F., Ekinci, M., Yıldırım, E., Nadaroğlu, H. Katırcıoğlu, H., 2016. Sarımsak yetiştiriciliğinde farklı bakteri biyo-formülasyonu uygulamalarının bitki gelişimi parametreleri, verim ve enzim düzeyleri üzerine etkisi. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi TARGİD (Özel Sayı):214-227.
8. Sudhakar, P., Chattopadhyay, G.N., Gangwar, S.K., Ghosh, J.K., 2000. Effect of foliar application of *Azotobacter*, *Azospirillum* and *Beijerinckia* on leaf yield and quality of mulberry (*Morus alba*). The Journal of Agricultural Science, pp:227-234.
9. Mena-Violente, H.G., Olalde, V., 2007. Alteration of tomato fruit quality by root ınoculation with plant growth-promoting rhizo bacteria (PGPR): Bacillus subtilis BEB-13bs. Scientia Horticulturae, 113:103-106.
10. Gholamı, A., Shahsavani, S., Nezarat, S. 2009. The effect of plant growth promoting rhizo bacteria (PGPR) on germination, seedling growth and yield of maize. World Academy of Science, Engineering and Technology, 49:19-24.
11. Altuntaş, Ö., Kutsal, İ.K. 2018. Use of some bacteria and mycorrhizae as bio-fertilizers in vegetable growing and beneficial effects in salinity and drought stress conditions. Physical Methods for Stimulation of Plant and Mushroom Development, pp:65-94.
12. Lucy, M., Reed, E., Glick, B.R., 2004. Applications of free living plant growth-promoting rhizo bacteria. Antonie van Leeuwenhoek, 86(1):1-25.

13. TUİK, 2021. www.tuik.gov.tr (Erişim: 12.09.2021).
14. Çoşkun, R., Ünlü, M., Eren, A., Köksal, Y., Ünlü, A. 2008. Bazı kavun saf hatlarının morfolojik Karakterizasyonu ile *Fusarium oxysporum* f.sp *melonis*'e reaksiyonlarının tespiti ve hibrit çeşit ıslahı amacıyla kullanımına yönelik çalışmalar. s:35-39, 7. Sebze Tarımı Sempozyumu, s:26-29.
15. Ekici, M., Yıldırım, E., Kotan, R. 2015. Bazı bitki gelişimini teşvik eden rizo bakterilerin brokoli (*Brassica oleraceae* L. var. *italica*) fide gelişimi ve fide kalitesi üzerine etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 28(2):53-59.
16. Carletti, S. 2000. Use of plant growth-promoting rhizo bacteria in plant micropropagation. Auburn University (http://www.ag.auburn.edu/argentina/ pdfmanuscripts/carletti.pdf).
17. Mirik, M., Aysan, Y. Çınar, Ö. 2008. Biological Control of Bacterial Spot Disease of Pepper with Bacillusstrains. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 32:369-379.
18. Kloepper, J.W., Ryu, C.M., Zhang, S. 2004. Induced systemic resistance and promotion of plant growth by *Bacillus* spp. Phytopathology, 94(11):1259-1266.
19. Kokalis-Burelle, N., Kloepper, J.W., Reddy, M.S. 2006. Plant growth promoting rhizo bacteria as transplant amendments and their effects on indigenous rhizosphere microorganisms. Applied Soil Ecology, 31:91-100.
20. Turan, M., Ekinci, M., Yildirim, E., Güneş, A., Karagöz, K., Kotan, R., Dursun, A. 2014. Plant growth-promoting rhizo bacteria improved growth, nutrient, and hormone content of cabbage (*Brassica oleracea*) seedlings. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 38:327-333.
21. Turan, M., Ataoğlu, N., Sezen, Y. 2004. Fosfor çözücü bakterinin (*Bacillus megaterium*) domates (*Lycopersicom esculentum* L.) bitkisinin verimi ve fosfor alımı üzerine etkileri. Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tarım-Sanayi-Çevre, 11-13 Ekim 2004, Tokat, 1:939-944.
22. Pırlak, L., Köse, M. 2009. Effect of plant growth promoting rhizo bacteria on yield and some fruit properties of strawberry. Journal of Plant Nutrition, 32:1173-1184.
23. Karlıdağ, H., Eşitken, A., Turan, M., Sahin, F., 2007. Effects of root inoculation of plant growth promoting rhizo bacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient element contents of leaves of apple. Scientia Horticulturae, 114:16-20.
24. Aslantaş, R., Çakmakçı, R., Sahin, F. 2007. Effect of plant growth promoting rhizo bacteria on young apple tree growth and fruit yield under orchard conditions. Scientia Horticulturae, 111:371-377.
25. Karthikeyan, B., Joe, M.M., Jaleel, C.A., Deiveekasundaram, M. 2010. Effect of root inoculation with plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on plant growth, alkaloid content and nutrient control of *Catharanthus roseus* (L.) G. Don. Natura Croatica: Periodicum Musei Historiae Naturalis Croatici, 19(1):205-212.
26. Eşitken, A., Ercişli, S., Şevik, İ., Şahin, F. 2003. Effect of indole-3-butyric acid and different strains of Agrobacterium rubi on adventive root formation from softwood and semi-hardwood wild sour cherry cuttings. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 27(1):37-42.
27. TUİK, 2016. www.tuik.gov.tr (Erişim: 12.03.2017).
28. Elsheikh, E.A.E., Elzidany, A.A. 1997. Effects of rhizobium inoculation, organic and chemical fertilizers on yield and physical properties of Faba bean seeds. Plant Foods Hum. Nutr. 51:137-144.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 226–235 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

ÖN BİTKİ OLARAK KULLANILACAK BİTKİ TÜRLERİNİN SANAYİ DOMATESİ ÜRETİMİNDE VERİM VE KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Tansel KAYGISIZ AŞÇIOĞUL[1]*, Mehmet Kadri BOZOKALFA[2], İbrahim DUMAN[3], Ömer Lütfü ELMACI[4], Hüseyin Hüsnü KAYIKÇIOĞLU[5], Necip TOSUN[6], Süleyman TÜRKSEVEN[7]

[1]Dr., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir; ORCID: 0000-0002-7712-8307
[2]Prof. Dr., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir; ORCID: 0000-0002-5607-2308
[3]Prof. Dr., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir; ORCID: 0000-0003-0081-7208
[4]Prof. Dr., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak ve Bitki Besleme Bölümü, İzmir; ORCID: 0000-0002-6514-6479
[5]Prof. Dr., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak ve Bitki Besleme Bölümü, İzmir; ORCID: 0000-0003-0895-221X
[6]Prof. Dr., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, İzmir; ORCID: 0000-0001-5804-5760
[7]Dr., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, İzmir; ORCID: 0000-0001-7439-1102

ÖZ

Monokültür tarımda yüksek verime ulaşmak için artan düzeyde mineral gübre ve sentetik tarım ilaçlarının kullanımı, toprakta organik maddenin azalması, toprak mikroorganizma faaliyetlerinin yok olması, toprak erozyonu, hastalık ve zararlı etmenlerinin artması, çevre kirliliği ile doğal dengenin bozulması gibi sorunları beraberinde getirmiştir. Ayrıca doğru münavebe programının uygulanmaması da toprak yapısında istenmeyen değişimlere neden olmuştur. Dünya domates üretiminde 5. sırada yer alan ülkemizde sanayi domatesi üretimi Marmara ve Ege bölgelerinde yoğunlaşmış ve bu bölgelerde farklı amaçlara yönelik işleme tesisleri kurulmuştur. Ancak yoğun sanayi domatesi tarımının yapıldığı bu yörelerde aynı toprakta her yıl arka arkaya yapılan domates tarımı önemli toprak ve çevre sorunlarının her geçen gün artmasına neden olmuştur. Söz konusu üretim bölgeleri için uygun bitki türleri ile doğru rotasyonunun belirlenmesi sorunun çözümüne katkı sağlayacaktır. Bu amaçla yürütülen çalışmada; nadas bırakma ile birlikte farklı ön bitki (silaj mısır, taze fasulye, yeşil gübre bitkisi olarak kahverengi hardal) yetiştiriciliğinin ana bitki sanayi domatesi üretiminde verim ve bazı meyve kalite özellikleri üzerine etkisi belirlenmiştir. Ön bitki türlerine bağlı olarak ana ürün domates üretiminden elde edilen bitki başına ve dekar verim değerleri ile salça veriminde değişimler gözlenmiştir. Özellikle T. fasulye + K. hardal ve yine T. fasulye ve nadas uygulamalarından en yüksek bitki verimi (sırası ile 2.18 ve 2.18 kg/bitki), dekar verimi (6090 ve 6107 kg/da) ve salça verimi (1123 ve 1112 kg/da) elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sanayi domatesi, münavebe, ön bitki, verim, kalite

DETERMINATION OF PRE-PLANT CULTIVATION ON YIELD AND QUALITY PROPERTIES OF PROCESSING TOMATO PRODUCTION

ABSTRACT

Increasing use of mineral fertilizers and synthetic pesticides to achieve high efficiency in monoculture agriculture; with the decrease of the organic matter in the soil, the destruction of soil microorganism activities, soil erosion, increase of different diseases and harmful factors, environmental pollution and deterioration of the natural balance has brought along problems. The cultivation of the same species every year instead of the implementation of the crop rotation program caused undesirable changes in soil structure. Turkey is the most important tomato producing countries in the world and processing tomato cultivation is concentrated in the Marmara and Aegean regions, and processing facilities for different purposes have been established in these regions. In regions where intensive industrial tomato farming is carried out, without application crop rotation causes soil and environmental problems and increases every year. In the preset study carried out for this purpose; the effects of fallow and different pre-plant (silage corn, green beans, brown mustard as green manure crop) on yield and some fruit quality characteristics in main plant industrial tomato production were determined. Crop rotation resulted statistically differences among the pre-plant application for yield parameters. The highest plant yield (2.18 and 2.18 kg/plant, respectively), total yield (6090 and 6107 kg/da) and tomato paste yield (1123 and 1112 kg/ha), obtained from fresh bean + brown mustard, and fresh bean + fallow application.

Keywords: Processing tomato, crop rotation, pre-plant, yield, quality

GİRİŞ

Türkiye, dünyada Çin, ABD, Hindistan, İtalya ile birlikte en önemli domates üreticisi ülkeler arasında yer almaktadır. Ülkemiz, sanayi domatesi üretim miktarı ve sanayi domatesi ürünlerinden olan salça ve kuru domates üretim miktarı bakımından ise ilk 5 ülke arasındadır.

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*: tansel.kaygisiz.asciogul@ege.edu.tr

Sanayi domatesi üretimi Marmara ve Ege bölgelerinde yoğunlaşmış, bu bölgelerde farklı amaçlara yönelik domates işleme tesisleri kurulmuştur. Son yıllarda Orta Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yapılan sanayi domatesi üretimi de dikkat çekmeye başlamıştır [13].

Domates üretiminde son on yılda meydana gelen hızlı artış ile birlikte üretim alanlarında ortaya çıkan sorunlar her geçen gün artmakta, bu sorunlar yetiştiricilik yapılan bölgelere ve yıllara göre farklılık arz etmektedir. Özellikle monokültür tarımı şeklinde devam eden sanayi domatesi üretim alanlarında; aşırı ticari kimyasal gübre uygulamaları yapılmakta, hastalık, zararlı ve yabancı ot mücadelesinde kullanılan bitki koruma ürünlerinin miktarı artarken, sulama sırasında yapılan yanlışlıklar, faydalı mikroorganizmaların azalması ve artan toprak kaynaklı patojenler yetiştiriciliğin sürdürülebilirliğini olumsuz etkilemektedir. Diğer yandan kimyasal madde uygulamalarındaki maliyet artışı ve bu mücadele yöntemlerinde istenen düzeyde başarı sağlanamaması araştırmacıları son yıllarda biyolojik mücadele yöntemlerini uygulamaya yöneltmiştir [4]. Bu çalışmaların başında bitki menşeli uçucu kimyasallar yardımı ile topraktaki hastalık etmenlerinin, nematodların ve yabancı otların azaltılması için uygulanan biyofumigasyon uygulamaları gelmektedir. Biyofümigasyon için genellikle *Brassicacea* / *Cruciferae* (lahanagiller) familyasında yer alan türler kullanılmakta bu türlerin bitki artıklarının toprakta çürümesi sırasında doğal olarak salgıladığı izotiyosiyanat gazı (İTC), nitril ve tiyosiyanat etkili olmaktadır [44]. Özellikle organik tarım ve/veya sürdürülebilir tarım üretim alanlarında bazı *Cruciferae* üyesi türler (brokoli, yabani hardal, turp vb.) münavebe programına alınarak bu türlerin biyofumigasyon etkisinden yararlanılmaya çalışılmaktadır. *Cruciferae* familyası bitkilerinin patojenleri veya hastalıkları engelleyici veya baskılayıcı etkisi, büyük ölçüde, onlardan yayılan uçucu parçalanma ürünlerinin patojenler için toksik olmasına bağlıdır [22, 44]. Bazı araştırıcılar ise, artıkların toprağa karıştırılmasının yeşil gübre etkisi yaptığını ve bu etkiyle güçlenen doğal mikrofloranın biyolojik savaşta başarılı olduğunu belirtmektedir [48].

Biyofumigasyon amacıyla kullanılan *Cruciferae* familyası türlerinin önemi her geçen gün artmaktadır. Bu familyada yer alan kültür bitkileri bol miktarda biomas oluşturarak toprağa yüksek miktarda yeşil gübre takviye ederler ve toprak erozyonu önlerler. Diğer yandan toprak kaynaklı nematodların üremesini engelleyerek tuzak bitki görevi görürler [37], son yıllarda bu familyada yer alan kahverengi hardalın biyofumigasyon işleminde kullanımı yaygınlaşmıştır. Bu amaçla İtalya'da biyosidal yeşil gübre bitkisi olarak tescil edilmiş ve özellikle sera topraklarının biyofümigasyonunda kullanılan kahverengi hardal çeşidi bulunmaktadır. Anavatanı Akdeniz ülkeleri ile Orta Avrupa olarak bilinen hardalın birçok yabani türü bulunmaktadır. Bunlardan *Brassica rapa* × *Brassica nigra* türlerinin melezlenmesi ile kahverengi hardal (*Brassica juncea* L.) elde edilmiştir. Bitki gelişme döneminde gövde ve yaprak saplarının kahverengi olmasından dolayı bu şekilde adlandırılmıştır. Kahverengi hardal 1-2 m boylu, tüylü yapraklı ve sarı çiçekli otsu bir türdür.

Münavebe programında ana ürün ile bitki gelişimi arasında bir ilişkinin birçok faydası bulunmaktadır. Münavebede bitkilerde gelişme, verim ve kalite özelliklerindeki iyileşmenin, topraktaki hastalık etmenlerinin kontrolü yanında, *Cruciferae* bitkilerinin artıklarından toprağa geçen bol miktarda azota bağlı olduğu da düşünülmektedir. Nazik [41], Ege ve Akdeniz bölgeleri gibi yazlık ve kışlık sebze üretiminin yapılmasının mümkün olduğu bölgelerde *Cruciferae* familyasına ait sebzeler (brokoli, karnabahar, lahana) ile *Solanaceae* familyasına ait sebze türlerinin (domates, biber) rotasyona alınmasının başarı sağlayacağını belirlemiştir. Duman ve Algan [14], rotasyonda ön bitki seçiminin önemli olduğunu, özellikle *Fabaceae* familyası türlerinin münavebeye alınmasıyla; havadaki serbest azotun tutulması, toprağın daha az ışık geçirmesi ve böylece yabancı ot çıkışlarının engellenmesi, topraktaki organik madde miktarının yükselmesi ve toprak yapısının iyileşmesi gibi birçok fayda sağlandığını bildirmişlerdir. Ayrıca baklagil olmayan bitkilerin de ekim nöbetinde tercih edilebileceği ve toprakta organik madde miktarının artmasına katkıda bulundukları yapılan çalışmalarda bildirilmiştir [53]. Münavebe programının oluşturulmasında bölgenin iklim durumu, toprak yapısı, sulamaya uygunluğu, yetiştirilecek bitki türleri, var olan hastalık, zararlı ve yabancı ot popülasyonu gibi birçok faktör etki etmektedir [42]. Tarım arazilerinin nadasa bırakılması ülke ekonomisi için kayba neden olurken ekim nöbeti; toprak yorgunluğunun giderilmesine (farklı besin elementi kullanımı ve miktarı, mikrobiyal faaliyetler, erozyon), topraktaki organik madde miktarının artırılmasına, suni gübre kullanımının azaltılmasına ve kültür bitkisinde rekabet gücünün yükselmesine [35], yabancı ot mücadele yöntemlerinin çeşitlendirilmesine (çapalama, allelopatik etki, azot bağlama, yüksek rekabet gücü) olanak sağlamaktadır. Ekim nöbeti ya da münavebe planlaması, sürdürülebilir tarımın öncelikli uygulamaları arasında yer alır. Bitkisel ürünlerin yetiştirilmesinde; toprak verimliliğinin arttırılması ve sürdürülmesi için, ekim nöbeti

uygulamaları ve ekim nöbetinde yeşil gübreleme, derin köklü bitkilere ve çapa bitkilerine yer verilmesi, hastalık, zararlı ve yabancı otların kontrolü amacıyla da uygun ekim nöbeti programı hazırlanması gerektiği belirtilmektedir [2].

Münavebe programlarının hazırlanmasında ekolojik koşullar ile birlikte ekonomik faktörler ve çiftçi alışkanlıklarının göz önünde bulundurulmalıdır. Mevcut üretim sistemlerine uygun ürün rotasyonları ile münavebe programının uygulanabilirliği desteklenmektedir. Uygun ön bitki uygulamalarının belirlenmesine yönelik Bozokalfa ve ark. [8] tarafından yürütülen çalışmada, bazı *Brassicaceae* türlerinden sonra yetiştirilen *Solanaceae* familyası sebze türlerinin üretiminde önemli bitki gelişim üstünlüklerinin saptandığı bildirilmiştir. Subbarao ve ark. [51] brokoli artıkları karıştırılmış toprakta yetişen karnabaharlarda bitki boyu, pazarlanabilir ürün miktarı ve baş ağırlığında artış olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca lahana-karpuz-lahana münavebe programıyla üretilen karpuzların gelişme ve verim miktarında da önemli artış görüldüğü belirlenmiştir.

Ege ve Akdeniz bölgelerinde olduğu gibi yaz ve kış dönemlerinde farklı sebze türleri ile tahıl veya endüstri bitkilerinin üretiminin yapılabilmesi durumunda, mutlaka farklı familya grubu sebzelerin arka arkaya getirilmesi gerekmektedir. Özellikle lahana, karnabahar ve brokoli gibi kışlık sebze türlerinin arkasından getirilen yazlık sebze türlerinin yetiştiriciliğinde önemli oranda başarı sağlandığı belirlenmiştir [14].

Bu çalışma, Ege Bölgesi koşullarında genellikle monokültür tarımı şeklinde devam eden sanayi domatesi üretiminde; farklı ön bitkiler ile yapılan doğru münavebe programının özellikle verim ve bazı meyve kalite kriterlerinde karşılaşılan sorunlara çözüm sunulması amacıyla yürütülmüştür. Sonuçların uygulamaya aktarılarak sanayi domatesi üretiminde verim ve kalite kayıplarının engellenmesiyle üretim miktarı ve ürün kalitesindeki artışın ülkemiz ekonomisine doğrudan katkı sağlaması, ayrıca sanayi domatesi üretiminin yoğun yapıldığı diğer bölgeler için de uygun münavebe desenlerine yönelik öneri getirilmesi hedeflenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Çalışma, 2016-2017 üretim sezonlarında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü üretim, araştırma ve uygulama alanında çakılı (sabit) deneme şeklinde yürütülmüştür. Deneme alanında bir önceki üretim yılında (2016) -ön bitki uygulamalarından önce- tüm parsellerde sanayi domatesi yetiştiriciliği yapılmıştır.

Materyal

Çalışmada ön bitki olarak kahverengi hardal (*Brassica juncea* L. cv. FARMİ ISCI-99) örnek üretim bölgesinde (İzmir-Torbalı) -Küçük Menderes havzası üretim deseninde- tercih edilen silajlık mısır, buğday ve sanayi sebzeciliğine yönelik geniş alanlarda üretimi yapılan taze fasulye türleri kullanılmıştır. Ana bitki olarak Albeni (*Lycopersicon lycopresicum* L. cv. Albeni, United Genetics) sanayi domatesi çeşidi kullanılmıştır.

Çalışmada yer alan bitki türleri ve özellikleri

Sanayi domatesi ile birlikte münavebe programında bölgede tercih edilen Sarıkız (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Sarıkız) taze fasulye çeşidi ile Kerbanis (*Zea mays* L. cv. Kerbanis) (KWS Tohum AŞ.) silaj mısır çeşidi kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan FARMİ ISCI 99 kahverengi hardal çeşidi İtalya'da biyosidal yeşil gübre bitkisi olarak 2006 yılında tescil edilmiş, GSL oranı yüksek biyosidal bitkidir ve seraların biyofümigasyonuna uygundur. Farklı iklim koşullarına adaptasyonu yüksek, erken çiçeklenen, bahar ve yaz aylarındaki yetişme koşullarında 45 gün gibi kısa bir zamanda biyofümigasyon uygulamasına imkan sağlamaktadır. Yeşil biomas (yeşil ot) verimi, Ege Bölgesi'nde serada kış ekiminde 7.5 ton/da, ilkbahar ekiminde 12 ton/da, tarla koşullarında kış ekiminde 8 ton/da; ilkbahar ekiminde 4-5 ton/da'dır. Toprağa sağladığı organik azot miktarı da 6.5-11.0 kg/da arasındadır [3].

Planlanan çalışmada 2016 yılı ön bitki yetiştiriciliğinde sanayide işlemeye uygun taze fasulye üretimi Ağustos-Kasım ayları arasında gerçekleştirilmiştir. Diğer ön bitki olan silajlık mısır üretimi ise Ağustos-Kasım aylarında yapılmıştır. Silaj mısır ve taze fasulye üretiminden sonra ise bu parsellerin bazılarında kahverengi hardal yetiştiriciliği yapılmıştır. Nadas olarak belirlenen uygulama parselleri ise domates üretiminden bir sonraki yıl domates üretimine kadar (Ağustos-Mart arasında) boş bırakılmıştır.

Çalışma alanında denemelere başlamadan önce uygulama alanından alınan toprak örnekleri alınarak toprağın fiziksel ve kimyasal yapısı belirlenmiş, yetiştirilecek ana bitki domatese uygun bitki besleme programı oluşturulmuştur. Çakılı yürütülen deneme alanında 4 farklı bitki rotasyonu planlanmış, bu uygulamalar Çizelge 1'de verilmiştir.

Çalışmada mısır tohumları 70×17-18 cm, taze fasulye tohumları ise 35×7-8 cm ekim mesafesi ile sıraya elle ekim yöntemi ile ekilmişlerdir. Kahverengi hardal tohumları 10 kg ha^{-1} ekim sıklığı ile serpme tohum ekim yöntemiyle ekilmiştir. Ana ürün domates

fideleri Nisan ayının 2. haftasında 140×25 cm dikim mesafelerinde dikilmiştir. Üretici koşullarına benzer şekilde daha önceki yıl domates üretimi yapılan alanlara silajlık mısır tohum ekimi ile başlanmıştır. Silaj olum aşamasında hasat edilen mısır bitkileri hasat edilerek parsellerden uzaklaştırılmış olup az oranda kalan bitki kısımları ve kökleri toprağa karıştırılmıştır. Taze fasulye üretim parsellerinde taze fasulye hasadı tamamlandıktan sonra bu üretim parsellerinde kalan bitki atıkları da toprağa karıştırılmıştır. Kahverengi hardal üretimine parsellere serpme tohum ekimi ile başlanmış, bitkiler tam çiçeklenme aşamasındayken (180-200 cm bitki boyu) parçalanarak toprağa karıştırılmıştır. Ön bitki uygulamasında nadas olarak planlanan parseller ise domates üretiminden sonra boş bırakılmış, doğal bitki gelişimine müsaade edilmiş ve domates üretim döneminde bu parsellerde gelişen tüm bitkilerin (yabancı) toprağa karışımı sağlanmıştır.

Çizelge 1. Münavebe planında yer alan bitki türleri ve üretim deseni

Table 1. Plant species and production pattern in the crop rotation

Uygulama *Treatment*	2016 üretim yılı *2016 production year*		2017 üretim yılı *2017 production year*
	Ağustos *August*	Ekim-Kasım *October-November*	Nisan-Ağustos *April-August*
1	Silaj Mısır	K. Hardal	Domates
2	Fasulye	K. Hardal	Domates
3	Silaj Mısır	Nadas	Domates
4	Fasulye	Nadas	Domates

Yetiştirme periyodunda sulama damla yöntemi kullanılarak uygulanmış, bitki besleme ürünleri fide dikim öncesi toprağın 5-10 cm altına karıştırılmış, vejetasyon süresince gübre uygulaması damla sulama yöntemi ile yapılmıştır. Ön ve ana bitki üretim aşamasında türlere özgü karşılaşılan hastalık ve zararlı etmenleriyle mücadele için biyolojik ya da kimyasal preparatlardan yararlanılmıştır. Kahverengi hardal, mısır, taze fasulye ve domates bitkilerinin çapa, sulama, bitki besleme, yabancı ot mücadelesi ile hastalık e zararlı mücadelesi gibi bakım işlemleri Vural ve ark. [55], Onoğur [43] ve Lodos [33]'a göre yapılmıştır.

Ön bitkilerin hasat dönemlerinde; taze fasulye parsellerinden verim miktarı (kg/da) ile bazı bakla kalite özellikleri (bakla ağırlığı, bakla uzunluğu, bakla genişliği, bakla çapı değerleri) belirlenmiştir. Silaj mısır alanlarında ise parsel ve dekardan elde edilen silaj mısır verimi ve bu bitkilerin etüvde kuru madde miktarları belirlenmiştir. Domates parsellerinde hasat döneminde elde edilen verim değerleri tartılarak bitki verimi (kg/bitki), dekar verimi (kg/da) ile %28 kuru madde içerikli salça verimi (kg/da) hesaplanmıştır. Ayrıca meyve örneklerinde bazı meyve kalite özellikleri (meyve ağırlığı, briks, pH, titre edilebilir asitlik, EC) değerleri ölçülmüştür.

Deneme planı ve verilerin değerlendirilmesi

Denemeler tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü kurulmuştur. Böylece deneme alanında 6 uygulama × 3 tekerrür = 18 parsel oluşturulmuştur. Her bir deneme parseli 5×6 m ölçülerinde ve 30 m² büyüklüktedir.

Yapılan bu çalışmada ön bitki ve ana bitkilerden elde edilen verim ve bazı kalite özelliklerine ilişkin deneme verileri SPSS (for Windows 22.00) istatistik paket programında değerlendirilmiştir. Verilere tesadüf blokları deneme desenine göre varyans analizi uygulanmış, uygulamalar arasındaki farklılıklar LSD "Least Significant Difference" testine göre gruplanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Ön Bitki Bulguları

Kahverengi hardal verim özellikleri

Çalışmada ön bitki olarak ele alınan kahverengi hardal uygulamasına ait verim değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Silajlık mısır + K. hardal ve Taze Fasulye + Kahverengi hardal rotasyonlarında hasat sonrası parçalama + toprağa karıştırma uygulamalarından önce dekar verim değerleri arasında önemli bir fark belirlenmemesine karşın 1 no.lu uygulamadaki 6183 kg/da yaş bitki ağırlığı dikkat çekici bulunmuştur. Buna karşılık toprağa karıştırılan yaş bitkilerden elde edilen kuru ağırlık oranı (%) ise 2 no.lu uygulamada daha yüksek (%15.42) gerçekleşmiştir (Çizelge 2).

Ön bitki olarak yetiştirilen kahverengi hardalın, parçalanıp toprağa karıştırmadan önce toprak seviyesinden biçilen örnek bitkiler tartılarak toprağa karışan yeşil aksam (biomas) miktarları bulgularına göre ortalama m²'ye karışan biomas miktarı 5.71-6.18 kg/m² bulunmuştur (Çizelge 2). Bu konuda Eraslan [19], 2012-2013 kış rotasyon döneminde ISCI 99 çeşidi ile İzmir-Tire'de yürütmüş olduğu çalışmada m²'deki biomas miktarını 7.6 kg olarak bildirmiştir. Aynı araştırmacı İzmir-Torbalı'da yapmış olduğu çalışmada ise biomas miktarını m²'de 5.3 kg olarak bildirmiştir. Bunlarla beraber İzmir ili Foça ilçesinde ISCI 20 çeşidi ile yapmış olduğu çalışmada m²'deki biomas miktarını 3.4 kg olarak bildirmiştir. Bu çalışmada elde edilen ve diğer araştırıcılar tarafından ortaya konulan birim alandan elde edilen verim farklılıklarının, ekolojik koşullar ve yetiştirme tekniğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Silaj mısır verim özellikleri

Münavebe deneme planında farklı uygulamalarda üretim silajlık mısır üretiminden elde edilen verim değerlerine ilişkin veriler Çizelge 3'de verilmiştir.

Çalışmada 1 ve 3 no.lu uygulamalardan elde edilen silaj mısır verim değerlerinde uygulamalar arasında istatistiki düzeyde bir fark belirlenmemiştir. Yaş bitki örneklerinde kuru madde oranı %16.83-19.19 arasında gerçekleşmiş ve istatistiksel olarak benzer bulunmuştur (Çizelge 3). Geren ve Kavut [23], Ege Bölgesi koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen silaj mısır ve ile bazı sorgum türlerini karşılaştırdıkları çalışmada silaj mısır veriminin yıllara bağlı olarak değiştiğini bildirmiş ve verim değerinin (8717-9550 kg/da) olarak belirlemiştir. Erdal ve ark. [20], Akdeniz koşullarında 8 farklı silaj mısır çeşidinin özelliklerini belirledikleri çalışmada silaj verim değerlerinin çeşitlerin genetik potansiyeline göre değiştiğini (5074-8070 kg/da) bildirdiği sonuçlar tarafımızdan elde edilen bulguları desteklemektedir.

Çizelge 2. Kahverengi hardal üretiminden elde edilen verim değerleri[z]

Table 2. Yield properties in brown mustard cultivation[z]

Uygulama* *Treatment*	Parsel verim *Parcel yield* (kg/parsel)	Verim *Yield* (m^2)	Verim *Yield* (kg/da)	Kuru ağırlık *Dry matter content* (%)
1	185.50	6.18	6183.33	13.80 b
2	171.50	5.71	5716.67	15.42 a
p<0.05	Ö.D. *N.S*	Ö.D. *N.S*	Ö.D. *N.S*	0.04[z]

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD)
[z]*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.05 level*
Ö.D.: Önemli değil *N.S.: Nonsignificant*

Çizelge 3. Silaj mısır üretiminden elde edilen verim ve etüvde kuru madde değerleri[z]

Table 3. Yield properties in tillage corn cultivation[z]

Uygulama[y] *Treatment*	Parsel verim *Parcel yield* (kg/parsel)	Verim *Yield* (kg/da)	Kuru ağırlık *Dry matter content* (%)
1	261.00	8700.00	16.83
3	248.33	8280.00	19.19
p<0.05	Ö.D. *N.S*	Ö.D. *N.S*	Ö.D. *N.S*

[y]1: Mısır-Hardal-Domates, 3: Mısır-Nadas-Domates
[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD)
[z]*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.05 level*
Ö.D.: Önemli değil *N.S.: Nonsignificant*

Taze fasulye verim ve kalite özellikleri

Taze fasulye üretimden elde edilen verim ve bazı kalite özelliklerine ilişkin değerler Çizelge 4'de verilmiştir. Taze fasulye verim ve kalite değerleri bakımından uygulamalar arasında istatistiki anlamda önemli bir fark belirlenmemiştir. Ön bitki olarak taze fasulye yetiştiriciliğinde 190-220 g bitki başına, 1713-1973 kg/da dekara verim değerleri elde edilmiştir. Bununla birlikte bakla ağırlığı, bakla uzunluğu, bakla eni ve bakla çapı değerleri arasında uygulama etkileri önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4).

Çizelge 4. Taze fasulye üretiminden elde edilen verim ve bazı kalite özellikleri[z]

Table 4. Yield and quality properties obtained from fresh bean cultivation[z]

Uygulama[y] *Treatment*	Bitki başına verim *Yield per plant* (g/bitki)	Verim *Yield* (kg/da)	Bakla ağırlığı *Pod weight* (g)	Bakla uzunluğu *Pod length* (cm)	Bakla eni *Pod width* (mm)	Bakla çapı *Pod diameter* (mm)
2	219.30	1973.7	14.41	16.19	15.87	9.70
4	190.43	1713.9	13.79	16.21	16.50	9.60
p<0.05	Ö.D. *N.S*	Ö.D. *N.S*	Ö.D. *N.S*	Ö.D. *N.S*	Ö.D. *N.S*	Ö.D. *N.S*

[y]2: Fasulye-Hardal-Domates, 4: Fasulye-Nadas-Domates
[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD)
[z]*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.05 level*
Ö.D.: Önemli değil *N.S.: Nonsignificant*

Bornova koşullarında ve sonbahar aylarında bazı oturak taze fasulye çeşitlerinin verim ve meyve kalite özelliklerinin araştırıldığı çalışmada oturak çeşitlerin verim değerleri 1690-2150 kg/da arasında belirlenmiştir [17]. Bu sonuç çalışmamızdan elde edilen bulgularla uyumlu bulunmuştur. Bornova koşullarında Kaygısız Aşçıoğul ve ark. [29], yürütülen çalışmada, taze fasulye popülasyonlarında verim değerinin 1711-1226,43 kg/da arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir. Liu ve Shisong [32], Çin ve 62 farklı ülkeden toplanan 182 fasulye popülasyonları arasında 7 tanesinin en yüksek verimli popülasyonlar olduğunu ileri sürerlerken benzer verim değerlerine işaret etmişlerdir. Kaygısız Aşçıoğul ve ark. [29], taze fasulye popülasyonlarında bakla ağırlığının 12-13 g aralığında değiştiğini ifade etmiş ve bu değerler çalışma bulgularımızı desteklemektedir.

Ana Bitki Bulguları

Domates verim özellikleri

Ön bitki yetiştiriciliği sonrası yapılan ana ürün domates üretiminde verim ve kalite özelliklerine ilişkin bulgular Çizelge 5'de verilmiştir.

Çalışmada domates üretiminde verim değerleri açısından uygulamalar arasındaki fark $p \leq 0.05$ güvenle önemli bulunmuştur. Bitki başına en yüksek verim değerleri (2.18 kg) T. Fasulye + K. Hardal (uygulama 2) ve T. Fasulye + Nadas (uygulama 4) uygulamalarından elde edilmiştir. Benzer şekilde aynı uygulamaların dekar verim değerleri de sırası ile 6090 kg/da ve 6107 kg/da olarak belirlenmiştir. Uygulamalar arasında istatistiki olarak önemli bir farkın belirlenmediği briks değerleri ise %4.97-5.20 arasında saptanmıştır. Ayrıca briks değerleri ile

dekara verim değerleri üzerinden hesaplanan salça verim değerleri bakımından ise uygulamalar arasında istatistiksel düzeyde farklılık belirlenmemiştir. Salça veriminde 2 ve 4 no.lu uygulamalar sırası ile 1123 kg/da ve 1112 kg/da (%28 briks) salça verim değeri göstermiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Ön bitki uygulamalarına göre domateste verim ve bazı kalite özellikleri[z]

Table 5. Pre-plant applications on yield and quality properties of tomatoes[z]

Uygulama[y] *Treatment*	Bitki verim *Yield per plant* (kg/bitki)	Dekar verim *Yield* (kg/da)	Salça (%28) verimi *Paste yield* (kg/da)
1	1.87	5245.28	930.41
2	2.18	6090.90	1123.92
3	1.25	3513.17	652.45
4	2.18	6107.34	1112.41
p<0.05	1.00	1.00	1.00

[y]1: S. Mısır-Hardal-Domates, 2: Fasulye-Hardal-Domates, 3: S. Mısır-Nadas-Domates, 4: Fasulye-Nadas-Domates

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD)

[z]*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.05 level*

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

Bozokalfa ve ark. [8] tarafından yürütülen çalışmada, lahana ve karnabahar ön bitkisi ile dönüşümlü yetiştirilen domates münavebesinde, domates veriminde (8.5-10 ton/da) önemli artışlar olduğunu bildirmiştir. Domates, biber ve patlıcan çeşitlerinde meyve ağırlığı ve erkencilik değerleri dönüşümlü yetiştirilen türlere göre değişiklik gösterirken, brokoli ile yapılan dönüşümlü yetiştiricilikte verim ve kalite özellikleri yönünden istatistiki anlamada önemli farklılık belirlenmemiştir. Ancak Duman ve ark. [18] fiğ üretiminden sonra yapılan domates yetiştiriciliğinde birim alandan elde edilen verim değerinin önemli oranda artış gösterdiğini bildirmektedir. Alta sanayi domatesi çeşidi ile yürütülen bir diğer çalışmada ise yüksek verim ve briks değeri *Cruciferae* türleri ile yapılan münavebeli yetiştiricilikten elde edilmiştir [16].

Stapleton ve Duncan [49] toprağa brokoli artıklarının uygulaması ile kavun bitkilerinin gelişiminde önemli iyileşme görüldüğünü bildirirken, Kaliforniya'da 2002-2004 yıllarında yürütülen denemelerde, lahanagil bitkilerinden sonra üretilen domateslerin veriminin bir tarlada artarken 2 tarlada azalmış; sonuçta bu uygulamanın önemli bir agronomik faydası olmadığı kanısına varılmıştır [24]. Miyao ve ark. [36] ise kış periyodunda yetiştirilen lahana grubu ön bitkilerinin ardından yetiştirilen domates bitkilerinin veriminde önemli oranlarda iyileşme saptanmadığını bildirmiştir.

Ön bitki uygulamasından sonra yapılan domates üretiminde belirlenen meyve ağırlığı (g) ve titre edilebilir asitlik (TA) değerleri bakımından uygulamalar arasında önemli bir fark gözlenmemiştir (Çizelge 6). Meyve ağırlığı 59.54-70.09 g arasında değişirken 0.42-0.44 TA değerleri üzerinde S. mısır + K. hardal (uygulama 1), T. Fasulye + K. hardal (uygulama 2), S. mısır + Nadas (uygulama 3) ve T. fasulye + Nadas (uygulama 4) uygulamalarının önemli bir etkisine ulaşılmamıştır. Domates verimi yanında özellikle hammadde kalitesi sanayide ürün işlemesini etkileyen unsurlar arasında yer almaktadır. pH domatesten elde edilen salçanın mikrobiyal kalitesinin önemli bir göstergesi olup, ürünlerin işleme prosesinde uygulanacak ısıl işlem açısından önemli bir parametredir. Çünkü hidrojen iyonu güçlü bir bakterisit olduğundan sanayi tipi domateslerde pH değerinin genellikle 4.4'ün altında olması istenir [9, 28]. Ön bitki uygulamalarının pH değerine etkisi p≤0.05 güvenle önemli bulunmuştur. En yüksek pH 4.79 ve 4.81 değeri ile 3 ve 4 no.lu uygulamalarda belirlenmiştir.

Çizelge 6. Ön bitki uygulamalarının domates meyve kalite özelliklerine etkisi[z]

Table 6. Pre-plant applications on quality properties of tomato[z]

Uygulama[y] *Treatment*	Meyve ağırlığı *Fruit weight* (g)	Briks *Brix* (%)	Titre edilebilir asitlik *Titratable acidity* (g/100 ml)	pH	EC (dS/m)
1	59.54	4.97	0.43	4.84 ab	5.48
2	70.09	5.17	0.42	4.90 a	5.39
3	63.41	5.20	0.44	4.79 b	5.56
4	67.90	5.10	0.42	4.81 b	5.32
p<0.05	Ö.D. *N.S*	Ö.D. *N.S*	Ö.D. *N.S*	0.26	Ö.D. *N.S*

[y]1: S. Mısır-Hardal-Domates, 2: Fasulye-Hardal-Domates, 3: S. Mısır-Nadas-Domates, 4: Fasulye-Nadas-Domates

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD)

[z]*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.05 level*

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

Cruciferae türlerinin ön bitki olarak kullanıldığı ve Alta domates çeşidi ile yürütülen çalışmada domates meyvelerinde yüksek briks değeri elde edildiği ifade edilmiştir. Buna karşılık aynı çalışmada ön bitkilerin domates üretiminde meyve iriliği, meyve renk ve pH değerleri üzerinde önemli bir etki oluşturmadığı belirlenmemiştir [16]. Ünal [54] organik salçalık domates yetiştiriciliği öncesinde ön bitki olarak kullanılan bakla, fiğ, brokoli, nadas uygulamaları arasında en yüksek verimin bakla ve brokoli yetiştirilen parsellerden elde edildiğini bildirmiştir. Nas ve Duman [40] çalışmalarında ön bitki olarak kullanılan brokolinin organik ve konvansiyonel parselde farklı yıl ve uygulamalardan elde edilen kalite özelliklerine (pH, briks, L* ve a/b) etkisini önemsiz bulmuşlardır. Nazik ise [41], ön bitki olarak brokoli ve fiğ kullandığı çalışmasında uygulamaların domateste pH üzerine etkisinin önemsiz olduğunu bildirmiştir.

Sanayi domatesinde yapılan çalışmalarda domates meyvelerinin pH değerinin genellikle 4.0 ile 4.5 arasında yer aldığı [26], bu değerin, asit miktarı ve bileşimi, katyon miktarı ve bileşimine bağlı olarak farklılaştığı vurgulanmaktadır. Ancak çalışmamızda belirlenen pH değeri 4.8-4.9 arasında, olduğu saptanmış, bu değerlerdeki yüksekliğin çeşit, ekoloji ve gübreleme programına göre değişim gösterdiği düşünülmektedir. Nitekim Duman ve ark. [16] domates meyve iriliği pH ve renk değerleri bakımından domates öncesi yetiştirilen ön bitkilerin (lahana, brokoli ve karnabahar) önemli bir etki yapmadığını belirtirlerken toprak yapısı ve ekolojiye işaret etmişlerdir.

Ön bitki uygulamalarının domates meyve rengi ve pulp renk değerleri üzerine etkisi yönünden yapılan değerlendirmede, ön bitki türlerinin bu parametreler üzerine istatistiki anlamda önemli bir etkisi belirlenmemiştir.

Çalışmamızdaki yıllara ve ön bitki gruplarına göre belirlenen verim miktarındaki bu değişim Poudel ve ark. [46], Beşirli ve ark. [6] ile Demir ve Polat [11], domates ile yaptıkları çalışmalarda elde ettikleri benzer bulgular ile uyumlu bulunmuştur. Nitekim Denison ve ark. [12], organik, konvansiyonel ve baklagil parsellerinde mısır ve domates münavebeli 9 yıl süreli yürüttükleri çalışmada, birim alan veriminin üretim sistemlerine göre değişmediğini ileri sürerken çalışma bulgularını destekler değerlendirme yapmışlardır. Beşirli ve ark. [6] yapmış oldukları çalışmada ön bitki uygulaması olarak kullanılan baklagil bitkisi olan fiğin domates verimine olan katkısını araştırmıştır. Araştırma sonucunda domates veriminde %49.57 gibi yüksek bir oranda verim artışı sağlandığı tespit edilmiştir.

Monokültür tarım yöntemlerinde birim alandan daha yüksek verim almak amacıyla tarım alanlarında kullanılan sentetik kimyasal girdiler doğal dengenin bozulmasına, çevrenin kirlenmesine, ürünlerde ilaç kalıntılarına, özellikle kimyasal gübreler yeraltı sularında kirlenmeye neden olabilmektedir. Çünkü yüksek verim alma isteği aşırı gübre kullanımını teşvik etmektedir. Bununla beraber tek yönlü toprak işleme uygulamaları ve benzer bitki sıklığı birim alandaki yabancı ot popülasyonunun da artmasına neden olmaktadır [31]. Baldwin [5], bitkisel üretimde uygulanan rotasyonun gübreleme, örtü bitkisi yetiştirilmesi, yeşil gübreleme yapılması ve kısa otlatma dengesi sağlanması gibi bazı uygulamalarla birleştirildiğinde daha yararlı olduğunu ifade etmiştir.

Sanayi domatesi üretiminde münavebede kullanılması öngörülen -Küçük menderes havzası koşullarına uygun- ön bitki türleri ile kahverengi hardal bitkisinin etkinliğinin belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmada farklı ön bitki kombinasyonlarına göre domates bitkisinden elde edilen verim ve kalite özelliklerinin genel değerlendirmesi yapıldığında;

Uygulama parsellerine göre değişen ön bitkilerin (S. mısır, T. fasulye ve K. hardal) yetiştirilmesine bağlı domates üretiminde elde edilen bitki başına ve dekar verim değerleri ile salça verimi bakımından uygulama olarak tanımlanan ön bitki türlerine bağlı istatistiki anlam ($p \leq 0.05$) önemli değişimler belirlenmiştir. Özellikle T. fasulye + K. hardal ve yine T. fasulye ve Nadas uygulamalarından en yüksek bitki verimi (sırası ile 2.18 ve 2.18 kg/bitki), dekar verimi (6090 ve 6107 kg/da) ve salça verimi (1123 ve 1112 kg/da) elde edilmiştir.

Kullanılan ön bitki uygulamalarına göre domates meyve ağırlığı, briks, titre edilebilir asitlik (TA) ve pH değerleri bakımından ise genel olarak ön bitki uygulamalarının istatistiki düzeyde önemli etkisi belirlenmemiştir. Buna karşılık farklı ön bitkilerin (S. mısır, T. fasulye, K hardal, Nadas) kullanımına bağlı bazı meyve kalite özelliklerinde değişimler saptanmıştır. Domates yetiştiriciliğinde pH değeri dışında diğer meyve kalite özellikleri üzerine önemli etki gözlenmezken 2 no.lu uygulamalardaki yüksek meyve ağırlığı (70.09 g) ve 5.17 briks değeri dikkat çekici bulunmuştur. Buna karşılık bu deneme yılında 3 ve 4 no.lu uygulamalarda da düşük pH değeri (4.79-4.81) elde edilmiştir. Uygulamalara göre domates briks değerleri arasında istatistiki anlamda önemli bir fark belirlenmemesine karşılık 4.97-5.20 briks değeri farkı özellikle salça ve kurutma sanayinde önemli farklılık anlamına gelmektedir. Çünkü günümüzde özellikle briks değeri üzerinden çiftçi sözleşmesi yapan salça ve kurutma işletmeleri her artan 0.1 briks içerik farkı için belirli oranda artan birim fiyat uygulamasına başlamıştır.

Duman ve ark. [15] ön bitki olarak kullanılan kahverengi hardalın sanayi domatesi üretimindeki bazı verim ve kalite özelliklerini inceleyen çalışmada farklı ön bitki kombinasyonlarının domateste meyve rengi üzerinde istatistiki anlamda bir farklılık oluşturmadığı bildirmiştir. Fıçıcı [21] ise benzer bir çalışma olan kahverengi hardal uygulamasının üretilen domates meyve rengine önemli bir etki yapmadığını bildirmiştir. Nas [38] ise organik ve geleneksel yöntemlerle yetiştirilen brokoli uygulamasının domates meyve rengi değerleri bakımından bir farklılık oluşturmadığını saptamıştır. Diğer yandan burada sunulmayan ancak göz önünde bulundurulması gereken farklı araştırıcılar tarafından da bildirilen diğer konu; uygun ürün rotasyonu ve/veya bitki atıklarının -özellikle *Cruciferae* familyası türlerinin- toprağa karıştırılmasıyla karşılaşılan sorunların çözümüne katkı sağladığı; toprak verimliliği, yabancı ot kontrolü, hastalık ve

zararlı yönetimi açısından da olumlu etkileri bulunduğudur [7, 10, 24, 26, 29, 33, 37, 46, 47, 50].

SONUÇ

Binlerce yıl doğayla uyumlu bir biçimde yapılan bitkisel ve hayvansal faaliyetlerden meydana gelen tarımsal üretim çevre sorunlarına neden olmamıştır. Ancak hızla artan insan nüfusunun gıda ihtiyacını karşılayabilme amacıyla, birim alandan daha fazla ürün alabilmek için kullanılan yapay unsurlar, doğal ortamı bozan ve çevre sorunlarını yaratan bir sektör haline gelmiştir [51]. Tarımsal faaliyetin çevre üzerine etkisi toprak işleme, sulama, münavebesiz ekim ve bilinçsiz girdi kullanımı nedeniyle farklı şekillerde ortaya çıkabilmektedir. Tarımın çevreye verdiği zararı önlemek için tarımsal tekniklerin gerektiği gibi uygulanması, tarımsal girdilerin bilinçli ve az kullanılması ve organik tarımın yaygınlaşması için sürdürülebilir tarım felsefesinin yaşama geçirilmesi gerekmektedir [1].

Çalışmada domates üretimine ön bitki olarak kullanılan türlerden elde edilen verim ve kalite özelliklerine ilişkin veriler genel olarak değerlendirildiğinde ise,

1. Silaj mısır üretim parsellerinde verim değerleri bakımından önemli bir farkın belirlenmediği,
2. Taze fasulye üretiminde de mısır verilerine benzer şekilde verim ve meyve kalite özelikleri bakımından uygulamalar arasında önemli bir farkın oluşmadığı,
3. Kahverengi hardal üretiminde ise dekara karışımı sağlanan yaş bitki ağırlığı yönünden uygulama konuları yönünden istatistiki düzeyde farkın oluşmadığı görülmüştür.

Elde edilen sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde üretim deseninde yer alan ön bitki türleri ile ana bitki domatesin verim ve kalite değerleri incelendiğinde, uygulanan üretim deseninin başta İzmir ili Torbalı ilçesi olmak üzere benzer ekolojiye sahip Ege Bölgesinin diğer sanayi domatesi üretim alanlarında uygulanabileceğini göstermektedir. Nitekim elde edilen ön bitki verim unsurları münavebe programının verime bağlı ekonomik açıdan uygulanabilme potansiyelinin olduğunu, ayrıca bölgenin üretim deseni göz önünde bulundurulduğunda ise çiftçi alışkanlıklarına olumsuz etkisinin olmayacağını işaret etmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenen 2016-ZRF-005 numaralı projenin bir bölümünden düzenlenmiştir. Desteklerinden dolayı teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

1. Aksoy, U., Tüzel, Y., Altındişli, A., Can, H.Z., Onoğur, E., Anaç, D., Okur, B., Çiçekli, M., Şayan, Y., Kırkpınar, F. 2005. Organik (ekolojik, biyolojik) tarım uygulamaları. Türkiye Ziraat Müh. 6. Teknik Kongresi, Ankara, s:291-314.
2. Altındişli, A., İlter, E. 2002. Ekolojik tarımda ilke ve kavramlar. Organik Tarım Eğitimi Ders Notları, Emre Basımevi, İzmir, s:18-24.
3. Anonim, 2022. https://www.farmiturkey.com/ (Erişim: 09.09.2022).
4. Aybak, Ç., Kaygısız, H. 2007. Domates yetiştiriciliği. Hasad Yayıncılık, İstanbul, 242s.
5. Baldwin, R.K. 2011. Crop rotations on organic farms. (www. cefs.ncsu.edu; Erişim: Eylül 2011).
6. Beşirli, G., Pezikoğlu, F., Sönmez, İ., Cebel, N., Keçeci, M., Güçdemir, İ.H., Başay, S., Sürmeli, N., Tuncer, N., Kasım, M.U., Karik, Ü., Efe, E., Çetin, E., Erdoğan, S.S., Çelikel, F.G. Aksoy, U. 2003. Domates ve ıspanağın organik tarım koşullarında yetiştirilebilirliğinin araştırılması (Sonuç Raporu). Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova, No:173, 95s.
7. Bodker, L., Thorup-Kristensen, K, Olesen, J.E., Eltun, R., Gooding, M.J., Jensen, E.S., Kopke, U. 1999. Effect of green manure crops on root rot and arbuscular mycorrhizal fungi in pea roots, Designing and testing crop rotations for organic farming. Proceedings from an international Workshop, pp:337-343.
8. Bozokalfa, M.K., Duman, İ., Yolageldi, L., Turhan, G., Turhan, K. 2009. *Brassicaeae* ve *Solanaceae* familyası sebzelerinin münavebeli yetiştiriciliğinde türlerin karşılıklı etkileşimlerinin verim ve kalite özelliklerine etkisi. Anadolu J. of AARI 19(1):45-60.
9. Cemeroğlu, B. 2009. Meyve ve sebze işleme teknolojisi. 3. Baskı. Ankara, Gıda Teknolojisi Dergisi Yayınları, 1:38.
10. Chan, M., Close, R. 1987. Aphanomycesroot rot of peas: some pasture legumes and weed as alternative host for Aphanomyceseuteiches. New Zealand Journal of Agricultural Research 30:219-223.
11. Demir, H., Polat, E. 2006. Türkiye'de organik tarımın durumu, sorunları ve çözüm önerileri. Hasad Dergisi (B. Üretim), Nisan 21(251):66-71.
12. Denison, R.F., Dennis, C.B., Kearney, T.E. 2004. Crop yields over the first nine years of LTRAS, a long-term comparison of field crop systems in a

Mediterranean climate. Field Crops Research 86:267-277.
13. Duman, İ. 2011. Sanayi domatesi üretiminde beklenen verim ve kalite özellikleri. Türk Tarım, Ocak Şubat, 27(6):76-78.
14. Duman, İ., Algan, N. 2012. Organik tarımda ekim nöbeti. Organik Tarım, Güncellenmiş 2. Baskı, s:123-149, Ankara.
15. Duman, İ., Bolca, M., Turhan, G., Gökçöl, A., Kavut, E., Arda, H. 2019. Lahanagiller (*Cruciferae*) familyası türlerinin tohumlarından elde edilen fungal endofitlerin sanayi domatesi üzerindeki verim ve bazı kalite özelliklerinin etkileri. Genel Araştırma Projesi Sonuç Raporu. Proje No:2018-TTUAM-001.
16. Duman, İ., Bozokalfa, M.K., Yolageldi, L., Turhan, G., Turhan, K. 2008. Cruciferae ve Solanaceae familyası sebzelerinin münavebeli üretiminde verim ve kalite özelliklerindeki değişimler. Türkiye 7. Sebze Tarımı Sempozyumu, 26-29.08.2008, Yalova, s:2-7.
17. Duman, İ., Eşiyok, D., Yoltaş, T. 1992. Tarla koşullarında farklı ekim zamanlarının sonbahar fasulye yetiştiriciliğine etkileri. I. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, İzmir, 2:153-156.
18. Duman, İ., Kaya, S., Düzyaman, E., Aksoy, U., Albitar, L., Nazik, C.A., Bilen, Ünal, E.M., Özsoy, N. 2013. Organik üretimde fiğ (*Vicia sativa*) ile yapılan yeşil gübrelemenin bazı sebze türlerinin verimine ve toprak özelliklerine etkisi. 5. Organik Tarım Sempozyumu, 25-27 Eylül 2013, Samsun, s:9-19.
19. Eraslan, F. 2014. Preliminary efforts for introducing *B.juncea* biocidal green manuring to Turkey. 5. International Symposium of Biofumigation, Harper Adams University, Newport, UK.
20. Erdal, Ş., Pamukçu, M., Ekiz, H., Soysal, M., Savur, O., Toros, A. 2009. Bazı silajlık mısır çeşit adaylarının silajlık verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 22(1):75-81.
21. Fıçıcı, G.S. 2018. Ön bitki olarak yetiştirilen kahverengi hardalın (*Brassica juncea* L.) sanayi domatesi üretiminde verim ve kalite özelliklerine etkisi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, (Yüksek Lisans Tezi), İzmir, 68s.
22. Gamliel, A., Stapleton, J.J. 1993. Effect of chicken compost or ammonium phosphate and solarization on pathogen control, rizosphere microorganisms and lettuce growth. Plant Disease 77(9):886-891.
23. Geren, H., Kavut Y.T. 2009. İkinci ürün koşullarında yetiştirilen bazı sorgum (*Sorghum* sp.) türlerinin mısır (*Zea mays* L.) ile verim ve silaj kalitesi yönünden karşılaştırılması üzerine bir araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 46(1):9-16.
24. Hartz, T.K., Johnstone, P.R., Miyao, E.M., Davis, R.M. 2005. Mustard cover crops are ineffective in suppressing soilborne disease or improving processing tomato yield. HortScience 40:1936-2214.
25. Johnstone, P.R., Hartz, T.K, Miyao, E.M., Davis, R.M. 2005. Biofumigation and soil conditioning effects of cover crops in processing tomato. HortScience 40:993-1147.
26. Jones Jr, J.B. 2007. Tomato plant culture: in the field, greenhouse, and home garden. CRC press.
27. Kabir, R.Z., Subbarao, K.V., Martin, F.N., Koike, S.T. 2002. Crop rotation for Verticillium wilt management in conventional and organic strawberry. Phytopathology 92:40.
28. Karaçalı, İ. 2012. Bahçe ürünlerinin muhafazası ve pazarlanması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, İzmir (2. Baskı) Yayın No: 494.
29. Kaygısız Aşçıoğul, T., Eşiyok, D., Bozokalfa, M.K. 2014. Fasulye ıslah programı için yerel popülasyonların agro-morfolojik karakterizasyo nu ile nitelikli genitörlerin belirlenmesi. 10. Sebze Tarımı Sempozyumu, 2-4 Eylül 2014, Tekirdağ.
30. Kirkegaard, J.A., Sarwar M., Wong, P.T.W., Mead, A. 1998. In: Agronomy-growing a greener future. biofumigation by brassicas reduces take-all infection. D.L., Michalk, J.E. Pratley. (Eds.), Proceedings 9. Australian Agronomy Conference pp:465-468.
31. Könnecke, G. 1976. Münavebe. Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. Yayın No:207, Ankara.
32. Liu, X., Shisong, Q. 1997. Elite French bean germplasm in Shandong Province. Crop Genetic Resources 1995:27-28.
33. Lodos, N. 1982. Türkiye Entomolojisi-2. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, İzmir, Yayın No:429, s:591.
34. Mayton, H.S., Olivier, C., Vaughn, S.F., Loria, R. 1996. Correlation of fungicidal activity of brassica species with allylisothiocyanate production in macerated leaf tissue. Phytopathology 86:267-271.
35. Melander, B., Rasmussen, G. 2001. Effects of cultural methods and physical weed control on intrarow weed numbers, manual weeding and marketable yield in direct-sown leek and bulb onion. Weed Research 41:491-508.
36. Miyao, G., Hartz, T.K., Davis, R.M., Johnstone, P.R., Kochi, M. 2006. Influence of mustard cover crops on tomato production in the Sacramento Valley. ISHS Acta Horticulturae 724, 9.

International Symposium on the Processing Tomato. W.J. Ashcroft (Ed.).
37. Mojtahedi, H., Santo, G.S., Hang, A.N., Wilson, J.H. 1991. Suppression of root-knot nematode populations with selected rapeseed cultivars as green manure. Journal of Nemathology 23:170-174.
38. Muehlchen, A.M., Rand, R.E., Parke, J.L. 1990. Evaluation of crucifer green manures for controlling Aphanomyces root rot of peas. Plant Disease 74:651-654.
39. Nas, Y. 2016. Ege Bölgesi koşullarında ve farklı toprak tiplerinde üretilen sanayi domatesinde hasat öncesi son sulama tarihinin belirlenmesi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi), İzmir, s:70.
40. Nas, Y., Duman, İ. 2019. Organik ve konvansiyonel koşullarda ön bitki olarak yetiştirilen brokolinin sanayi domatesi üretiminde verim ve meyve kalite özelliklerine etkisi. Uluslararası Tarım ve Kırsal Kalkınma Kongresi, 10-12 Haziran 2019, Siirt, s:614-623.
41. Nazik, C.A. 2007. Effect of rotation and fertilization on tomato in the Mediterranean organic farming system: case of Turkey. IAMB, Bari Master Thesis: Mediterranean Organic Agriculture, 54p.
42. Omrak, H. 2020. Destekleme Alabilmek İçin Ekim Nöbeti Şart. Türk Tarım Orman Dergisi 257:50-51.
43. Onuğur, E. 1996. Bitki fungal hastalıkları-1. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, İzmir, Ders Notu: 33/3.
44. Ploeg, A. 2008. Biofumigation to manage plant-parasitic nematodes. Integrated Management and Biocontrol of Vegetable and Grain Crops Nematodes, pp:239-248.
45. Ploeg, A.T., Stapleton, J.J. 2001. Glasshouse studies on the effects of time, temperature and amendment of soil with broccoli plant residues on the infestation of melon plants by *Meloidogyne incognita* and *M.javanica*. Nematology 3:855-861.
46. Poudel, D.D., Horwath, W.R., Lanini, W.T., Temple, S.R., Van Bruggen, A.H.C. 2002. Comparison of soil N availability and leaching potential, crop yields and weeds in organic, low-input and conventional farming systems in northern California. Agriculture Ecosystems and Environment 90:125-137.
47. Ramirez-Villapudua, J., Munnecke, D.E. 1988. Effect of solar heating and soil amendments of cruciferous residues on *Fusarium oxysporum* f.sp. *conglutinans* and other organisms. Phytopathology 78:289-295.
48. Schoenmaker, I.A.S., Ghini, R. 2001. Biofumigation for *Pythium* spp. Control. Summa Phytopathologica 27:308-312.
49. Smolinska, U., Horbowicz, M. 1999. Fungicidal activity of volatiles from selected cruciferous plants against resting propagules of soil-borne fungal pathogens. Journal of Phytopathology 147:119-124.
50. Stapleton, J.J., Duncan, R.A. 1998. Soil disinfestation with cruciferous amendments and sublethal heating: Effects on *Meloidogyne incognita*, *Sclerotium rolfsii* and *Pythium ultimum*. Plant Pathology 47: 737-742.
51. Subbarao, K.V., Hubbard, J.C., Koike, S.T. 1999. Evaluation of broccoli residue incorporation into field soil for verticillium wilt control in cauliflower. Plant Disease 83:124-129.
52. Taşkaya, B. 2004. Tarım ve çevre. TEAE Bakış, Sayı:5, Nüsha:1
53. Tejada, M., Gonzalez, J.L., Garcia-Martinez, A.M., Parrado, J. 2008. Effects of different green manures on soil biological properties and maize yield. Bioresource Technology 99:1758-1763.
54. Ünal, M.O. 2020. Organik salçalık domates yetiştiriciliğinde farklı ön bitki kullanımının ve gübrelemenin verim ve kaliteye etkisi üzerine araştırmalar, etkisi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, (Doktora Tezi), İzmir, 136s.
55. Vural, H., Eşiyok, D., Duman, İ. 2000. Kültür sebzeleri (Sebze Yetiştirme) Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir, 440s.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 236–243 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

BAZI YEREL KARPUZ GENOTİPLERİNİN ORGANİK TARIM KOŞULLARINDAKİ MORFOLOJİK VE FİZYOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Cihad Said ALP[1]*, İbrahim DUMAN[2]

[1]Araş. Gör., Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kırşehir; ORCID:0000-0002-3014-8570
[2]Prof. Dr., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir; ORCID:0000-0003-0081-7208

ÖZ

Organik tarımda en önemli biyolojik girdi olan bitkisel çoğaltım materyali yani çeşidin, organik tarım şartlarına uyumlu ve yeterli performansı sergileyebilecek nitelikte olması gerekmektedir. Bu nedenle Organik Tarım Yönetmeliği'ne uygun metotlarla ıslah edilen, organik yetiştiriciliğe iyi uyum sağlamış, güvenilir, kaliteli, stabil verime sahip, "organik çeşitlere" ihtiyaç vardır. Bu çalışmada, Ege ve Akdeniz bölgesi orijinli yerel karpuz genotiplerinin doğrudan organik üretimde kullanılması ya da gelecekte yürütülecek organik karpuz ıslah programlarında değerlendirilmesine yönelik olarak organik tarım koşullarındaki performanslarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Toplamda 12 genotip ve 2 şahit çeşidin yer aldığı deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. UPOV kriterleri ve karpuzda daha önce yapılan karakterizasyon çalışmalarında belirlenen agronomik özellikler esas alınarak bitki ve meyvelerde en önemli olanlardan 10 ölçülen ve 3 gözlemlenen karakter değerlendirilmiştir. Sonuçta 1, 2, 9, 10 ve 11 no.lu genotipler farklı morfolojik ve fizyolojik özellikler açısından öne çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Organik çeşit, karpuz, yerel genotip, fenolojik gözlem, agromorfolojik karakterizasyon

COMPARISON OF THE MORPHOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL PROPERTIES OF SOME LOCAL WATERMELON GENOTYPES UNDER ORGANIC AGRICULTURE CONDITIONS

ABSTRACT

The most important biological input in organic agriculture, the plant propagation material, namely the variety, must be compatible with organic farming conditions and have the quality to exhibit adequate performance. For this reason, there is a need for "organic varieties" that are improved with methods in accordance with the Organic Agriculture Regulation, which are well adapted to organic cultivation, reliable, having high quality and stable yield. In this study, it was aimed to determine the performance of local watermelon genotypes originating from the Aegean and Mediterranean regions in organic farming conditions for their use in direct organic production or their evaluation in organic watermelon breeding programs to be carried out in the future. The experiment, which included 12 genotypes and 2 control cultivars in total, was established according to the randomized block design with 3 replications. Based on UPOV criteria and agronomic characteristics determined in previous characterization studies in watermelon, evaluation was made according to 10 measured and 3 observed character values in plants or fruits. As a result, genotypes 1, 2, 9, 10 and 11 were superior in terms of different morphological and physiological characteristics.

Keywords: Organic variety, watermelon, local genotype, phenological observation, agromorphological characterization

GİRİŞ

Organik tarım yönetmeliğine göre, organik tarımda en önemli girdi olan bitkisel üretim materyalinin sistemin gerektirdiği koşullara uygun olması gerekmektedir. Örneğin tohumun, genetik yapısı değiştirilmemiş, sentetik girdilerle muamele görmemiş biyolojik özellikte olması gerekmektedir. Ancak organik tohuma ve vejetatif çoğaltım materyaline ulaşılamaması durumunda konvansiyonel olarak üretilen çoğaltım materyallerinin kullanımına izin verilmektedir [13].

Konvansiyonel tarımda kullanılan modern çeşitler, bu tarım sisteminin çevresel koşullarına uygundur. Konvansiyonel tarıma yönelik ıslah edilen modern çeşitlerin, organik tarımda karşılaşılan biyotik ve abiyotik stres faktörlerinin görüldüğü alanlarda, aynı performansı sergilemesi beklenemez.

Bitki besleme ve zirai mücadele uygulamalarına birçok kısıtlama getiren organik tarım sisteminde, karşılaşılan problemlerin, kimyasal girdiler yerine, fiziksel ve biyolojik yöntemler ile çözülmesi istenmektedir. Burada en önemli biyolojik girdi olan bitkisel çoğaltım materyali yani çeşidin, organik tarım şartlarına uyumlu ve yeterli performansı sergileyebilecek nitelikte olması gerekmektedir [11].

Bu nedenle, Organik Tarım Yönetmeliği'ne uygun metotlarla ıslah edilmiş, organik koşullara iyi uyum

* Sorumlu yazar / *Corresponding author:* cihad.alp@ahievran.edu.tr

sağlamış, kaliteli ve stabil verime sahip 'organik çeşitlere' ciddi düzeyde gerek duyulmaktadır [3].

Organik tarımdaki koşullara en iyi uyum sağlayacak çeşitlerin geliştirilmesine yönelik çalışmalar henüz yeterli değildir. Sektörün durumu göz önüne alındığında belirlenen eksikliklerden biri de karpuz yetiştiriciliğiyle ilgilidir. Türkiye'de domatesten sonra en çok üretilen sebze türü karpuzdur. Türkiye'de 2021 yılında gerçekleşen sebze üretiminin %10.9'luk kısmı yani 3.468.717 tonu karpuzdur [18]. Organik karpuz üretimi 2020 yılı verilerine göre geçiş süreci dahil, 5673 ton olarak gerçekleşmiştir [16]. Ancak bu üretim, yönetmelikte organik tohuma ve çeşide ulaşılamaması durumunda kullanımına izin verilen konvansiyonel çeşitlerle yapılmaktadır. Organik üretimde kullanılacak tescilli organik karpuz çeşitlerinin olmaması nedeniyle, organik şartlarda yetiştirilecek 'çeşit adaylarının' ya da ıslah materyali olarak değerlendirilecek genotiplerin performansının belirlenmesi ve yüksek performans gösterecek çeşitlerin geliştirilmesi organik tarım sektörünün geleceği açısından önem taşımaktadır.

Bitki genetik kaynaklarının, nesiller boyunca bir yandan insan müdahalesi, bir yandan da doğal adaptasyonu sonucu ortaya çıkan çeşitlere 'yerel çeşit' ya da 'yerel genotip' adı verilir. Bulunduğu yöredeki biyotik ve abiyotik stres koşullarına özel uyum sağlayan yerel çeşitler, organik tarımda da iyi bir üretim potansiyeline sahip olabilir [6].

Bu çalışmada Ege ve Akdeniz bölgesi orijinli bazı yerel karpuz genotiplerinin organik tarım koşullarındaki performanslarının belirlenerek, ya doğrudan organik üretimde kullanılması, ya da ilerleyen zamanlarda yürütülecek organik karpuz ıslah programlarında değerlendirilebilmesi amacıyla, genotiplerin agromorfolojik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Çalışma 2020 bahar döneminde Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma, Uygulama ve Üretim Merkezi'ndeki organik tarım deneme alanında ve Bahçe Bitkileri Bölümü laboratuvarlarında yürütülmüştür.

Materyal

Çalışmada bitkisel üretim materyali olarak Ege ve Akdeniz bölgesinin farklı lokasyonlarından toplanan 7 adet yerel genotip ile T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ulusal Tohum Gen Bankası'ndan temin edilen 5 adet yerel genotip ve şahit olarak 2 adet tescilli çeşit (1 adet açık tozlanan ve 1 adet hibrit) olmak üzere toplam 14 genetik materyal kullanılmıştır. Çalışmaya şahit olarak dahil edilen tescilli çeşitlerin, "kimyasal müdahale görmemiş tohumları" kullanılmıştır. Açık tozlanan çeşit olarak Crimson Sweet çeşidi, hibrit çeşit olarak Flame F_1 çeşidi kullanılmıştır. Orijinlerine göre isimlendirilen ve aksesyon numarasına göre sıralanan genotipler ve şahit çeşitlerin listesi Çizelge 1'de verilmiştir.

Toprak analizi sonuçlarına göre ekim öncesinde taban gübrelemesi amacıyla tohum ekilecek yerlere toplamda 200 kg organik sertifikalı 'Biofarm Katı Çiftlik Gübresi' uygulanmıştır. Fertigasyon amacıyla organik sertifikalı 20 kg'lık 'BioFarm Çamlı Botanica bitkisel menşeli sıvı organik gübre' kullanılmıştır. Yaprak bitleriyle mücadele için Arap sabunu, kırmızı örümcek zararına önlem olarak elementel toz kükürt, yine kırmızı örümcek ve küllemeye karşı organik tarımda ruhsatlı, %80 kükürt içerikli suda dağılabilen granül formda kükürt kullanılmıştır.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan genotipler ve sağlandıkları lokasyon[z]

Table 1. The genotypes used in the study and the location where they were provided[z]

Genotipler/Orijin *Genotypes/Origin*	Ege Bölgesi *Aegean Region*	Akdeniz Bölgesi *Mediterranean Region*
1) Ege 1 / *Aegean 1*	X	
2) Ege 2 / *Aegean 2*	X	
3) Ege 3 / *Aegean 3*	X	
4) Ege 4 / *Aegean 4*	X	
5) Akdeniz 1 / *Mediterranean 1*		X
6) Akdeniz 2 / *Mediterranean 2*		X
7) Akdeniz 3 / *Mediterranean 3*		X
8) TR 80037*	Uşak	
9) TR 80748*		Adana
10) TR 82719*	İzmir	
11) TR 82722*		Isparta
12) TR 85526*	Manisa	
13) Crimson Sweet		
14) Flame F_1		

*T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ulusal Tohum Gen Bankası'ndan temin edilen aksesyonlar.
**Accessions obtained from the T.R. Ministry of Agriculture and Forestry, Aegean Agricultural Research Institute, National Seed Gene Bank.*

Metot

Deneme, doğrudan araziye tohum ekimi şeklinde planlanmıştır. Bu amaçla 5 yıldan uzun süredir herhangi bir tarımsal faaliyetin olmadığı organik tarım deneme alanında tohum yatağı hazırlanmıştır. Ardından damla sulama sistemi kurularak sıra arası 2.4 m ve sıra üzeri 1 m olacak şekilde her ocağa 400 g katı gübre eklenmiş ve 2-3 adet tohum atılmıştır. Genotipler tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak denemeye alınmış ve her bir tekerrür 10 bitkiden oluşmuştur. Fide aşamasında iken her ocakta en iyi gelişen birer bitki bırakılıp diğerleri elle

sökülmüştür. Yetiştiricilikle ilgili uygulamalar Vural vd. [20] ve Organik Ürünlerin Yetiştirilmesi ve İşlenmesine Dair Yönetmelik [13]'e göre yapılmıştır. Bitki gelişme döneminde belli aralıklarla yapılan fertigasyon işlemi, her seferinde 5 kg sıvı gübre kullanılmak üzere sezon boyunca toplam 4 defa uygulanmıştır.

Her parselde uygun fenolojik devreye ulaşan bitkiler ve meyvelerde UPOV (Uluslararası Yeni Bitki Çeşitlerini Koruma Birliği) kriterleri ve karpuzda daha önce yapılan karakterizasyon çalışmalarında belirlenen agronomik özellikler esas alınarak gözlem ve ölçümler gerçekleştirilmiştir. UPOV [19]'a göre belirlenen özellikler: meyve şekli, meyve kabuk zemin rengi, çizgili desen durumu olmuştur. Bağ [2]'a göre belirlenen özellikler: %50 dişi çiçeklenme tarihleri, ana kol uzunluğu (cm), ana koldaki boğum sayısı (adet), meyve ağırlığı (kg), SÇKM (%), tohum 1000 dane ağırlığı (g) olmuştur. Davis vd. [5]'ye göre likopen miktarı (mg.kg^{-1}), Kaya [11]'ya göre ise meyve eti renk değerleri (L*a*b*) belirlenmiştir. Meyve eti oranı (ağırlıkça %) ve meyvedeki tohum oranı (ağırlıkça %) özellikleri ise meyve eti ve tohum ağırlığının meyve ağırlığına oranlanmasıyla araştırıcılar tarafından türetilmiş bir özelliktir.

•Ana Kol Uzunluğu (cm): Ekimden 2 ay sonra her parselde üçer bitkide ölçülmüştür.

•Ana Koldaki Boğum Sayısı (adet): Ekimden 2 ay sonra her parselde üçer bitkide sayılmıştır.

•%50 Dişi Çiçeklenme Süresi (gün): Parseldeki bitkilerin yarısında dişi çiçeklerin görüldüğü süre kaydedilmiştir.

•Meyve Şekli: Küresel, geniş eliptik, orta eliptik, dar eliptik olarak, sınıflandırılmıştır.

•Meyve Kabuk Zemin Rengi: Zemin rengi kabuktaki en açık renk olup, çizgili meyvelerde, kabuğun koyu rengi çizgilerin rengi olarak kabul edilmiştir. Sarı, açık yeşil, yeşil, koyu yeşil olarak, sınıflandırılmıştır.

•Çizgili Desen Durumu: Yok, 1 renkli, 1 renkli ve damarlı, 2 renkli, damarlı olarak, sınıflandırılmıştır.

•Meyve Ağırlığı (kg): Her parselde hasat edilen pazarlanabilir nitelikteki tüm meyvelerde, teraziyle ölçerek ortalamalar belirlenmiştir.

•Meyve Eti Oranı (%): Meyve eti kabuktan ayrılarak tartılmış ve ağırlıkça yüzde olarak meyvenin toplam ağırlığı içindeki oranı hesaplanmıştır.

•Meyve Eti Rengi: Meyvede renkölçer (CR-300, Minolta Co., Osaka, Japan) ile CIE L*, a*, b* cinsinden ölçülerek sayısal değer olarak belirlenmiştir.

•Suda Çözünebilir Kuru Madde (SÇKM, %): Her parselden tesadüfi olarak alınan ikişer meyvede dijital refraktometre ile ölçülmüştür.

•Likopen Miktarı (mg.kg^{-1}): Her tekerrürdeki karpuz meyvelerini temsil edecek şekilde olgun kısmından alınan örneklerden 1 g meyve eti 50 ml falcon tüplere aktarılarak, üzerine 0.3 g mısır nişastası ve 20 ml HPLC saflıkta aseton eklenmiş, 2 dakika homojenizatör (Ika Ultra-Turrax T18 Basic, Almanya) ile orta hızda homojenize edildikten sonra 5 dakika 5000 rpm'de santrifüj yapılmıştır. Daha sonra bu örnekler 503 nm dalga boyunda spektrofotometrede (Bio 100, Varian, Avustralya) ölçülmüş ve aşağıdaki formülle (Likopen (mg.kg^{-1}) = 62.43 × A 503 nm / Örnek Ağırlığı) hesaplanarak sonuçlar mg.kg^{-1} olarak belirlenmiştir [5].

•Tohum 1000 Dane Ağırlığı (g): Her meyvedeki tohumlar 100'er adet olarak 3 grup sayılarak, hassas teraziyle tartılmıştır. Elde edilen bu değerlerin ortalamasının 10 ile çarpılması ile 1000 dane ağırlığı belirlenmiştir.

•Meyvedeki Tohum Oranı (%): Tohumlar ayrılarak tartılmış ve ağırlıkça yüzde olarak meyvenin toplam ağırlığı içindeki oranı hesaplanmıştır.

Veriler SPSS 16 (for Windows) istatistik paket programında tesadüf blokları deneme desenine göre değerlendirilmiş ve genotipler arasındaki farklılıklar Duncan'ın çoklu sınıflandırma testi ile yorumlanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada incelenen genotiplerde ekimden 60 gün sonra tespit edilen ana kol uzunluğu, ortalama 347 cm olup, 10 no.lu İzmir genotipi en uzun (432 cm) grupta yer alırken, 1 no.lu Ege 1 genotipi en kısa (306 cm) grupta yer almış, diğer genotipler ise geçiş gruplarında yer almıştır (Çizelge 2). 10 no.lu genotipin en uzun kollu olması, kök sisteminin kuvvetli olup daha fazla su ve besin absorbe ederek toprak üstü aksamının daha geniş kanopi oluşturmasına neden olduğu söylenebilir. 1 no.lu genotipin ise nispeten kısa kollu olması benzer nedenlerden dolayı küçük kanopi oluşturan bir genotip olmasından kaynaklanabilir. Göksu [8], farklı dozlarda vermikompost uygulamalarına göre en uzun kol değeri, kontrol uygulamasında 3.28 m, diğer uygulamalarda ise 2.45-2.62 m arasında değiştiğini bildirmiştir.

Çalışmada incelenen genotiplerde ekimden 60 gün sonra tespit edilen ana koldaki boğum sayısı ortalama 43.9 adet olup, 2, 7 ve 10 no.lu genotipler en fazla olan grupta yer alırken, 13 no.lu şahit çeşit en az olan (36.7 adet) grupta yer almış, diğer genotipler ise geçiş

gruplarında yer almıştır (Çizelge 2). Bitki büyüme gücü ve fotosentetik aktivitenin artması, verim ve kalite açından önemlidir [9]. Organik şartlarda yetiştirilen karpuzların, güçlü toprak üstü aksama sahip olması, bu bitkilerin söz konusu şartlarda yetişmeye uygun olduğunun ve daha rekabetçi olduğunun göstergesidir. Bu bakımdan, en fazla boğum (yaprak) oluşturan 2 no.lu yerel genotipin, en az boğum (yaprak) oluşturan 13 no.lu Crimson Sweet çeşidinden daha fazla vejetatif aksam oluşturduğu ve organik şartlarda daha iyi habitüs sergilediği söylenebilir. Güngör [9], aşılı mini karpuzlarda araziye dikimden 50 gün sonra, ana koldaki boğum sayısını en yüksek 26.0 adet olarak belirlemiştir. Bağ [2]'ın, mini karpuz çeşit adaylarının agronomik özelliklerini belirlediği çalışmada bildirdiğine göre, dikimden 45 gün sonra ölçülen ana gövdedeki boğum sayıları 15.00-22.41 adet arasında değişmiştir.

Tekerrürdeki bitkilerin yarısında dişi çiçek açımı ortalama 55.88 gün olup, en erken açan 14 no.lu Flame F_1 çeşidinde 47.3 gün, en geç açan 6 no.lu genotipte 60.7 gün olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Dişi çiçeklenmenin erken olması turfanda yetiştiricilik açısından önemlidir. Hibrit Flame F_1 çeşidinin dişi çiçeklenme süresi diğer genotiplere göre 1-2 hafta daha erken olmuştur. Çiçeklenme süresi, genetik özelliklere bağlı olduğu kadar ekolojik ve agronomik özelliklere de bağlıdır. Organik şartlarda yetiştirilen karpuzlarda, pazara erken tarihte ürün arzı, ekonomik olarak avantaj sağlayabilir. Bu nedenle meyve tutum süresi, dolayısıyla dişi çiçek açma süresi önemli bir agronomik karakterdir. Bağ [2], mini karpuz melezleriyle ilgili çalışmasında, parseldeki bitkilerin yarısında dişi çiçeklenmenin dikimden 51.50-59.50 gün sonra gerçekleştiğini bildirmiştir.

Meyve ağırlığı, 4.85 ila 12.31 kg arasında değişmiş olup, genotipler ortalaması 6.88 kg olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Huh vd. [10], ortalama meyve ağırlığı Kore orijinli genotiplerde 3480 g, Türkiye orijinlilerde 3826 g, bunların ortalamalarını ise 3631 g olarak; Özmen vd. [12] kısıtlı su uygulamasının karpuzda verim ve kaliteye etkilerini inceledikleri çalışmalarında, uygulamalara ve yıllara göre ortalama meyve ağırlığı 3.98-6.36 kg/meyve arasında değiştiğini; Bağ [2], mini karpuz çeşit adaylarının agronomik özelliklerini belirlediği çalışmada, ortalama meyve ağırlığı değerleri 905 ila 3254 g arasında değiştiğini; Singh vd. [15], EC-829840 kodlu aksesyonda ortalama meyve ağırlığının (7.15 kg) en yüksek olduğunu, Hint kökenli genotipler arasında ise en yüksek meyve ağırlığı 4.62 kg ile IC-374802 aksesyonunda kaydedildiğini; Göksu [8], karpuzda farklı dozlarda vermikompost uygulamalarının verime etkisini incelediği çalışmada, ortalama meyve ağırlığı 3001-3646 g arasında değiştiğini bildirmiştir. Önceki çalışmalarla karşılaştırıldığında, mevcut çalışmada benzer bulgular elde edilse de, karpuzda meyve iriliği ve ağırlığının, genetik özelliklere, sulama ve bitki besleme gibi çevresel faktörlere ve yetiştirme tekniklerine göre önemli oranda değiştiği görülmektedir.

Meyve eti oranı en yüksek olan 11 no.lu genotipte %63.4 ve en az olan 3 no.lu genotipte %40 olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Meyvenin toplam ağırlığı kadar tüketilen et kısmının oranı da önemlidir. Bu bakımdan ince kabuklu meyveler avantajlı iken, kalın kabuklu meyveler dezavantajlı olmuştur.

Gözlemlenen genotiplerde meyveler, şekil bakımından sınıflandırıldığında, eliptik ve küresel olarak farklı şekilli meyvelere sahip olmuştur. Kabuk zemin rengi 11 no.lu genotipte sarı, 2 ve 12 no.lu genotiplerde yeşil, 3, 8, 9 ve 10 no.lu genotiplerde koyu yeşil, diğer genotiplerde ise açık yeşil olarak belirlenmiştir. Çizgili desen durumu 6, 8 ve 10 no.lu genotiplerde çizgili desen bulunmazken, diğer genotiplerde 1 ya da 2 renkli ve damarlı olarak belirlenmiştir (Çizelge 2 ve Şekil 1). Sarı vd. [14], Türkiye'nin karpuz gen kaynaklarından 134 genotipte yapılan karakterizasyon çalışmasında meyveler şekil bakımından, 82 aksesyonda (%61) yuvarlak, 27 aksesyonda (%20) eliptik, 22 aksesyonda (%17) silindirik ve 3 aksesyonda (%2) geniş eliptik olarak; kabuk zemin renkleri yeşil (%97) ve beyaz (%3) olarak; meyvelerde çizgili desen 82 aksesyonda (%61) görülmezken, 52 aksesyonda (%39) meyveler çizgili desenli olarak bildirmiştir.

Çalışmada incelenen tüm genotiplerde, ana et rengi kırmızı olarak gözlenmiştir. Minolta renk ölçüm cihazıyla belirlenen L*a*b* değerleri sırasıyla, 34.06 ila 45.80, 14.56 ila 28.20, 11.68 ila 21.26 arasında değişmiş olup bunların ortalamaları 41.16 (L*), 22.60 (a*) ve 16.31 (b*) olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Arslan [1], Crisby karpuz çeşidinde ortalama renk değerlerini L* 34.08, a* 20.87 ve b* 13.79 olarak; Baltaer [4], Crimson Tide çeşidinde ortalama renk değerlerini L* 42.82, a* 27.09 ve b* 21.60 olarak belirlemiştir. Arslan [1] ve Baltaer (2011)'in bulgularıyla karşılaştırıldığında, mevcut çalışmadaki ortalama renk değerleri, iki çalışmadaki ortalama değerler arasında yer almıştır. Denemede şahit olarak bulunan, 13 ve 14 no.lu Crimson Sweet ve Flame F_1 çeşitlerinin renk değerleri, Arslan [1]'ın çalışmasında kullanılan Crisby çeşidinin ortalama değerleriyle uyum içinde olduğu görülmektedir.

Meyvelerde suda çözünebilir kuru madde (SÇKM %) değerleri en az olan 4 no.lu genotipte %7.7 ve en yüksek olan 13 no.lu Crimson Sweet çeşidinde %11.6 olarak belirlenmiş olup ortalama %8.93 olarak

belirlenmiştir (Çizelge 3). Önemli bir meyve kalite parametresi olan SÇKM'nin artışı, vitamin, mineral ve şekerlerin fazla olduğunun göstergesidir [11]. Organik karpuz ıslahında, SÇKM içeriğini yüksek tutmak hedeflenmelidir. Şahit olarak kullanılan Crimson Sweet çeşidinde SÇKM içeriği en yüksek belirlenmiştir. Adından ve SÇKM içeriğinden de anlaşılacağı üzere, bu çeşidin tatlı olmasında SÇKM içeriğinin fazla olması etkilidir. SÇKM içeriği en düşük olan 4 no.lu genotipin en büyük meyvelere sahip olması verimini artırırken önemli bir kalite kriteri olan SÇKM'nin düşüşüne neden olmuş olabilir. Huh vd. [10] tarafından, Kore orijinli genotiplerde SÇKM %10.1 ve Türkiye orijinlilerde %7.7 olarak belirlenmiş, bunların ortalamaları ise %9.1 olarak belirlenmiştir. Özmen vd. [12], uygulamalara ve yıllara göre SÇKM (%) içeriğini 8.94-10.93; Bağ [2], SÇKM içeriğini %5.90 ila %9.81; Singh vd. [15], SÇKM içeriğini %3.77 ila %10.85; Göksu [8], SÇKM içeriğini %8.95 ila %9.32 olduğunu bildirmişlerdir. Önceki çalışmaların bulgularıyla karşılaştırıldığında, mevcut çalışmanın bulgularının ortalama değerlerde olduğu görülmektedir.

Çizelge 2. Bitki ve meyveye dair bazı morfolojik özellikler[z]
Table 2. Some morphological characteristics of plants and fruits[z]

	Ana kol uzunluğu (cm) *Main stem length*	Ana koldaki boğum sayısı (adet) *Number of main stem nodes*	Dişi çiçeklenme süresi (gün) *Female flowering time (day)*	Meyve ağırlığı (g) *Fruit weight*	Meyve eti oranı (%) *Fruit flesh ratio*	Meyve şekli *Fruit shape*	Meyve kabuk zemin rengi *Ground color of fruit Skin*	Çizgili desen durumu *Striped pattern status*
1) Ege 1 *Aegean 1*	306 e	45.2 a-c	57.7 a-c	6.69 cd	60.4 ab	Geniş eliptik *Broad elliptic*	Açık yeşil *Light green*	1 renkli ve damarlı *One colored and veined*
2) Ege 2 *Aegean 2*	384 b	48.9 a	57.0 a-c	6.79 cd	58.8 a-c	Geniş eliptik *Broad elliptic*	Yeşil *Green*	1 renkli *One colored*
3) Ege 3 *Aegean 3*	316 de	40.9 c-e	58.3 a-c	5.71 c-e	40.0 e	Dar eliptik *Narrow elliptic*	Koyu yeşil *Dark green*	Damarlı *Veined*
4) Ege 4 *Aegean 4*	348 b-e	42.3 b-d	54.3 cd	12.31 a	53.4 bc	Dar eliptik *Narrow elliptic*	Açık yeşil *Light green*	2 renkli *Two colored*
5) Akdeniz 1 *Mediterranean 1*	340 b-e	44.9 a-c	56.3 b-d	5.55 de	54.6 a-c	Küresel *Circular*	Açık yeşil *Light green*	1 renkli *One colored*
6) Akdeniz 2 *Mediterranean 2*	339 b-e	46.7 ab	60.7 a	4.85 e	58.4 a-c	Küresel *Circular*	Açık yeşil *Light green*	Yok *Absent*
7) Akdeniz 3 *Mediterranean 3*	371 bc	47.8 a	59.0 ab	5.01 e	56.0 a-c	Küresel *Circular*	Açık yeşil *Light green*	2 renkli *Two colored*
8) TR 80037*	343 b-e	45.7 a-c	57.3 a-c	6.59 cd	58.3 a-c	Küresel *Circular*	Koyu yeşil *Dark green*	Yok *Absent*
9) TR 80748*	362 b-d	46.3 ab	55.3 b-d	5.52 de	58.7 a-c	Geniş eliptik *Broad elliptic*	Koyu yeşil *Dark green*	1 renkli *One colored*
10) TR 82719*	432 a	48.1 a	56.7 a-d	6.10 c-e	51.2 bd	Geniş eliptik *Broad elliptic*	Koyu yeşil *Dark green*	Yok *Absent*
11) TR 82722*	324 c-e	37.6 de	52.7 d	7.08 c	63.4 a	Geniş eliptik *Broad elliptic*	Sarı *Yellow*	1 renkli ve damarlı *One colored and veined*
12) TR 85526*	368 bc	45.3 a-c	55.3 b-d	6.26 c-e	43.9 de	Dar eliptik *Narrow elliptic*	Yeşil *Green*	Damarlı *Veined*
13) Crimson Sweet	323 c-e	36.7 e	54.3 cd	8.69 b	49.3 cd	Geniş eliptik *Broad elliptic*	Açık yeşil *Light green*	1 renkli ve damarlı *One colored and veined*
14) Flame F_1	308 e	38.2 de	47.3 e	9.24 b	55.6 a-c	Orta eliptik *Medium elliptic*	Açık yeşil *Light green*	1 renkli ve damarlı *One colored and veined*
Ortalama / *Mean*	347	43.9	55.88	6.88	54.4	-	-	-
SEM *Standart error of means*	6.159	0.698	0.561	0.316	1.158	-	-	-
P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-
Önem derecesi *Significance value*	***	***	***	***	***	-	-	-

[z]a-f: aynı sütunda farklı harfi taşıyan genotip ortalamaları arasındaki fark, istatistik olarak önemlidir (p≤0.05*; p≤0.01**; p≤0.001***; Ö.D.:İstatistik olarak Önemli Değil), SEM: Ortalamaların Standart Hatası
[z]a-f: difference between genotype means with different letter in the same column is statistically significant (p≤0.05; p≤0.01**; p≤0.001***; N.S.:Nonsignificant SEM: Standard Error of Mean.*

Çalışmada incelenen genotiplerde meyve etinde likopen miktarı en düşük olan 1 no.lu genotipte 41.68 mg.kg^{-1}, en yüksek olan 9 no.lu genotipte 85.23 mg.kg^{-1} arasında değişmiş ve genotipler ortalaması 58.17 mg.kg^{-1} olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Şahit çeşitlerde, SÇKM içerikleri ortalamanın üzerinde yer alırken likopen içeriklerinin ortalamanın altında olması dikkat çekmiştir. Organik karpuz ıslah programlarında güçlü bir antioksidan olan likopen içeriğinin yüksek tutulması hedeflenmelidir. Organik şartlarda daha kaliteli, besleyici şekilde üretilen yerel karpuzlarda veya organik çeşit ıslah programlarında, likopen içeriğiyle ön plana çıkan 9 no.lu genotip, önemli bir gen kaynağı olarak değerlendirilebilir.



Şekil 1. Çalışmada yer alan genotipler (bk. Çizelge 1)
Figure 1. Genotypes in the study (see Table 1)

Tokgöz vd. [17] aşılı karpuzlarda likopen miktarının 55.78-82.58 mg.kg^{-1} arasında değiştiğini bildirmiştir. Singh vd. [15] bildirdiğine göre, tüm aksesyonlar arasında en yüksek likopen içeriği (93.37 µg/g), EC-829858 kodlu aksesyonda belirlenirken, Hint yerel çeşitleri arasında en yüksek likopen içeriği (67.03 µg/g) Arka Manik kodlu aksesyonda ölçülmüştür. Genotiplerde, 1000 dane ağırlığı, en az olan 14 no.lu Şahit Flame F$_1$ çeşidinde 35.3 g, en fazla olan 1 no.lu genotipte 164.7 g olmuş ve ortalama 129.67 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Çerez olarak değerlendirilecek karpuz tohumlarında, irilik ve 1000 dane ağırlığının yüksek olması istenirken [7], sofralık olarak tüketilen karpuzlarda yeme kolaylığı açısından tohumların iri olması istenmez. Küçük tohumlu şahit çeşitler ve 11 no.lu yerel genotip haricindeki tüm genotipler, tohum iriliği bakımından aynı grupta yer almıştır. Gökseven [7], tohumlarının çerezlik potansiyeli olan karpuz genotiplerinde yapılan çalışmada, en büyük tohum iriliğine sahip genotipte, 1 g'da 4 tane tohum (yaklaşık 250 g 1000 dane^{-1}), en küçük tohumlu genotipte ise 1 g'da ise 15.50 tane tohum (yaklaşık 64 g 1000 dane^{-1}) bulunduğunu; Bağ [2], 1000 dane ağırlığı 5.80 ila 25.00 g arasında değiştiğini; Göksu [8], karpuzda farklı dozlarda vermikompost uygulamalarının verime etkisini incelediği çalışmada, tohum 1000 dane ağırlığının 44.55 ila 49.20 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Tohumların meyve içindeki oranı en az olan Flame F$_1$ çeşidinde %0.2 ve en fazla olan 10 no.lu genotipte %2.1 olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Sofralık tüketime yönelik üretilen karpuzlarda, yeme

kalitesi açısından tohumların küçük ve az olması istenir. Bu bakımdan Şahit çeşitler ve 11 no.lu genotip, tohumları küçük ve meyve içindeki oranı az olduğu için yeme kalitesi açısından diğer genotiplere göre daha avantajlıdır. Diğer tüm genotipler iri tohumlu oldukları için meyve içindeki tohum oranı da yüksek olmuştur. En yüksek tohum oranına sahip çok sayıda iri tohum içeren 10 no.lu genotip ise yeme kalitesi açısından en dezavantajlı genotip olmuştur.

Çizelge 3. Meyve ve tohuma dair morfolojik ve fizyolojik özellikler[z]
Table 3. Morphological and physiological characteristics of fruit and seed[z]

	Meyve eti rengi *Fruit flesh color* L*	Meyve eti rengi *Fruit flesh color* a*	Meyve eti rengi *Fruit flesh color* b*	SÇKM % *Soluble solids*	Likopen miktarı (mg.kg⁻¹) *Lycopene content*	Tohum 1000 dane ağırlığı (g) *1000 seed grain weight*	Meyvedeki tohum oranı (%) *Seed rate in fruit*
1) Ege 1 / *Aegean 1*	45.66 a	22.22 bc	16.59 b-d	8.0 b	41.68 f	164.7 a	1.2 bc
2) Ege 2 / *Aegean 2*	44.22 ab	25.31 ab	16.57 bd	8.3 b	50.32 d-f	157.0 a	1.3 bc
3) Ege 3 / *Aegean 3*	45.65 a	22.17 bc	18.01 a-c	9.4 ab	49.81 d-f	136.0 a	1.3 bc
4) Ege 4 / *Aegean 4*	45.80 a	18.76 cd	14.46 c-e	7.7 b	49.66 d-f	145.0 a	1.1 cd
5) Akdeniz 1 *Mediterrenian 1*	40.53 bc	22.77 a-c	16.45 b-d	7.9 b	59.81 cd	142.7 a	1.4 bc
6) Akdeniz 2 *Mediterrenian 2*	40.08 b-d	14.56 d	14.41 c-e	9.6 ab	59.45 cd	161.0 a	1.3 bc
7) Akdeniz 3 *Mediterrenian 3*	41.28 a-c	17.37 cd	13.05 de	9.0 b	59.07 c-e	145.7 a	1.4 bc
8) TR 80037*	43.37 ab	21.40 bc	16.16 b-d	8.4 b	77.18 ab	140.3 a	1.6 ab
9) TR 80748*	35.85 de	26.75 ab	18.61 ab	8.1 b	85.23 a	160.3 a	1.6 ab
10) TR 82719*	40.71 bc	28.20 a	21.26 a	8.0 b	52.27 d-f	140.0 a	2.1 a
11) TR 82722*	39.65 b-d	24.88 ab	16.54 b-d	9.8 ab	67.56 bc	73.3 b	0.6 de
12) TR 85526*	41.30 a-c	27.13 ab	20.67 a	9.3 b	65.06 c	157.7 a	1.0 cd
13) Crimson Sweet	38.09 c-e	22.24 bc	11.68 e	11.6 a	48.15 ef	56.3 bc	0.3 e
14) Flame F_1	34.06 e	22.62 a-c	13.82 de	9.8 ab	49.11 d-f	35.3 c	0.2 e
Ortalama / *Mean*	41.16	22.6	16.31	8.93	58.17	129.67	1.2
SEM *Standard error of means*	0.626	0.69	0.482	0.225	1.979	6.646	0.087
P	0.000	0.000	0.000	0.026	0.000	0.000	0.000
Önem derecesi *Significance value*	***	***	***	*	***	***	***

[z]a-f: aynı sütunda farklı harfi taşıyan genotip ortalamaları arasındaki fark, istatistik olarak önemlidir (p≤0.05*; p≤0.01**; p≤0.001***; Ö.D.:İstatistik olarak Önemli Değil), SEM: Ortalamaların Standart Hatası

[z]*a-f: difference between genotype means with different letter in the same column is statistically significant (p≤0.05*; p≤0.01**; p≤0.001***; N.S.:Nonsignificant, SEM: Standard Error of Mean*

SONUÇ

Yerel karpuz genotiplerinin organik karpuz üretiminde kullanılabilirliği veya organik karpuz ıslah programlarında yarıyol materyali olarak kullanım potansiyelinin araştırıldığı bu çalışmada, tüm genotipler birlikte değerlendirildiğinde, ana kol uzunluğu bakımından 10 no.lu genotip, ana koldaki boğum (yaprak) sayısı bakımından 2, 7 ve 10 no.lu genotipler; dişi çiçeklenme süresi ve erkencilik bakımından Flame F_1 çeşidinden sonra 11 no.lu genotip; meyve dış görünümleri (şekil, renk vs.) bakımından 1, 2, 9, 10 ve 11 no.lu genotipler; meyve eti oranı (%) ve tohum özellikleri bakımından 11 no.lu genotip; meyve eti rengi, likopen miktarı bakımından 9 no.lu genotip ve SÇKM (%) bakımından 11 no.lu genotip ön plana çıkmıştır.

Çalışmada ele alınan genotiplerin tamamı, mevcut şekliyle ve performansıyla organik tarımda kullanıma tam anlamıyla uygun olduğu söylenemez. Ancak, tat, görüntü ve yeme kalitesi bakımından eksik yönleri ıslah edilerek organik çeşit olarak veya organik karpuz ıslahında gen kaynağı olarak değerlendirilebilirler.

Organik tarımın öneminin daha iyi anlaşıldığı günümüzde, organik tarımda üretim potansiyelini artırma bakımından organik sebze ıslah çalışmalarına daha fazla önem verilmelidir. Organik tarım yönetmeliğinde müsaade edilen biyoteknolojik yöntemlerden de yararlanılarak organik tarım sektörünün ihtiyacı ve en önemli girdisi olan bitkisel üretim materyalinin en iyi performansı sergileyecek nitelik ve niceliğe sahip olması, gelecek açısından önem arz etmektedir. Yerel genotipler bulunduğu yörenin biyotik ve abiyotik stres koşullarına uyum sağladıkları için, organik koşullarda karşılaşılan canlı ve cansız stres faktörlerine karşı daha dayanıklı veya tolerant olabilirler. Bu nedenle gen bankalarında muhafaza edilen yerel sebze gen kaynaklarının, morfolojik ve moleküler karakterizasyonları yapılarak, ıslahçıların bu materyallere erişimi kolaylaştırılmalı ve yerel sebze gen kaynaklarından organik çeşit geliştirme çalışmaları yapılmalıdır. Fenotipin açığa çıkmasında genotip ve çevre interaksiyonu etkilidir. Çalışmada ele alınan

genotipler, mevcut çevre şartlarında morfolojik ve fizyolojik özellikler açısından yeterli performansı sergileyememiş olabilir. Bu genotiplerle, farklı zaman ve lokasyonlarda yapılacak denemelerle, organik tarıma uygunlukları daha net bir şekilde ortaya koyulmalıdır. Organik Tarım Yönetmeliği'nin izin verdiği biyoteknolojik yöntemlerden de yararlanılarak bu çalışmada yer alan yerel karpuz genotiplerinin, organik çeşit geliştirmek amacıyla gelecekte yürütülecek ıslah programlarında değerlendirilmesinin, organik karpuz tarımı açısından daha faydalı sonuçlar sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Arslan, Ö., 2010. Crisby karpuz çeşidinde aşılı üretimin derim sonrası kalite ve raf ömrüne etkileri (Yüksek Lisans Tezi). Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Hatay, 73s.
2. Bağ, M., 2017. Mini karpuz çeşit adaylarının bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana, 43s.
3. Balkaya, A. ve Aslan, İ., 2013. Organik sebze ıslahının esasları ve uygulamada karşılaşılan sorunlar. Türkiye 5. Organik Tarım Sempozyumu, Samsun.
4. Baltaer, Ö., 2011. Crimson Tide karpuz çeşidinde farklı anaç ve değişik depo sıcaklıklarının muhafaza süresince kalite özelliklerinin değişimine etkileri (Yüksek Lisans Tezi). Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Hatay, 120s.
5. Davis, A.R., W.W. Fish, P. Perkins-Veazie, 2003. A rapid spectrophotometric method for analyzing lycopene content in tomato and tomato products. Postharvest Biology and Technology 28(3):425-430.
6. FAO, 2019. Türkiye'nin biyoçeşitliliği: genetik kaynakların sürdürülebilir tarım ve gıda sistemlerine katkısı. ISBN:978-92-5-131255-1, Ankara, 222s.
7. Gökseven, A., 2013. Çerezlik potansiyeli olan karpuz gen kaynaklarının verimliliği ile meyve ve tohum kalitesi (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana, 57s.
8. Göksu, G.A., 2018. Karpuzda farklı dozlarda vermikompost uygulamalarının verim ve verim özelliklerine etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Çanakkale, 72s.
9. Güngör, B., 2015. Kabak anaç çeşit adaylarının aşılı mini karpuz yetiştiriciliğinde değerlendirilmesi (Yüksek Lisans Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Samsun, 95s.
10. Huh, Y.C., Kim, S., Choi, H. S., Solmaz, I., Sari, N., 2014. Morphological characterization of Korean and Turkish watermelon germplasm. Korean Journal of Agricultural Science, 41(4):309-314.
11. Kaya, S., 2012. Yerel sofralık domates popülasyonlarının organik tarıma uygunlukları ve organik çeşit geliştirme amacıyla kullanım olanakları üzerine araştırmalar. (Doktora Tezi), Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, İzmir, 110s.
12. Ozmen, S., Kanber, R., Sari, N., Unlu, M., 2015. The effects of deficit irrigation on nitrogen consumption, yield, and quality in drip irrigated grafted and ungrafted watermelon. Journal of Integrative Agriculture, 14(5):966-976.
13. Resmî Gazete, 2010. Organik Tarımın Esasları Ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik. Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü (www.resmigazete.gov.tr; Erişim: 3 Mart 2020)
14. Sari, N., Solmaz, I., Yetisir, H., Unlu, H., 2005. Watermelon genetic resources in Turkey and their characteristics. 3. International Symposium on Cucurbits, 731:433-438.
15. Singh, D., Singh, R., Sandhu, J.S., Chunneja, P., 2017. Morphological and genetic diversity analysis of Citrullus landraces from India and their genetic inter relationship with continental watermelons. Scientia Horticulturae 218:240-248.
16. TOB, 2022. 2020 yılı organik tarım istatistikleri. İstatistikler (www.tarimorman.gov.tr; Erişim: 10.03.2022.
17. Tokgöz, H., Gölükcü, M., Toker, R., Turgut, D.Y., 2015. Karpuzun (*Citrullus lanatus*) bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine aşılı fide kullanımı ve hasat zamanının etkileri. Gıda Dergisi 40:263-270.
18. TÜİK, 2021. Bitkisel Üretim İstatistikleri, 2021. TÜİK Kurumsal (www.tuik.gov.tr; Erişim: 15.02.2022).
19. UPOV, 2013. International union for the protection of new varieties of plants, watermelon. Watermelon (www.upov.int; Erişim: 04.12.2019).
20. Vural, H., Eşiyok, D. ve Duman, İ., 2000. Kültür sebzeleri (sebze yetiştirme). Ege Üniversitesi, İzmir, 440s.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 244–250 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

VERMİKOMPOST VE KARAİSOPOD (*Porcellio laevis*) GÜBRE İLAVE EDİLMİŞ YETİŞTİRME ORTAMINDA BAZI KİMYASAL ÖZELLİKLERİN DEĞİŞİMİ

Levent ARIN[1]*, Hilal DİNÇSOY[2]

[1]Prof. Dr., Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tekirdağ; ORCID: 0000-0002-0193-9912
[2]Zir. Yük. Müh., Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tekirdağ; ORCID:0000-0003-3318-0135

ÖZ

Günümüzde, solucan faaliyetiyle elde edilen vermikompost gibi materyaller sebze ve sebze fidesi üretiminde yetiştirme ortamının niteliklerini iyileştirmek amacıyla kullanılmaktadır. Ayrıca artan çevre duyarlılığı, yüksek girdi maliyetleri, atıkların geri dönüşümünün önem kazanması, toprak ve su kirliliğinin azaltılması isteği gibi nedenlerle farklı kaynakların anılan amaçla kullanılabilirliğinin araştırılmasına olan ilgi artmaktadır. Toprak makro faunasının önemli üyelerinden olan *Porcellio laevis* gibi karasal isopodlar hayvansal ve bitkisel atıkların dekompoze olmasında önemli bir rol oynayan dönüştürücü türlerdir. Çalışmada marul yetiştirme ortamına (toprak) farklı oranlarda (%1, %5, %10, %20) vermikompost ve isopod gübre ilavesi yapılmış ve ortamın yetiştirme öncesi ve sonrası (hasat sonu) bazı kimyasal özelliklerindeki değişimi incelenmiştir. Vermikompost ve isopod gübre ilavesi ortamdaki makro ve mikro besin element düzeylerinde artışa yol açmıştır. Diğer yandan her iki gübrede doz artışıyla ortam tuz miktarında artış görülmüş ancak bunun tuzluluğa yol açacak boyutta olmadığı belirlenmiştir. Hasat sonu analizlerde Mangan seviyesinde önemli azalmaların olduğu ve isopod gübre dozları artışıyla ortamda çinko miktarının lineer olarak yükseldiği tespit edilmiştir. Ayrıca ortamların hasat sonrası besin elementi seviyelerinin, fide ve bitki yetiştirme amacıyla tekrar kullanılabilir yeterlilikte olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: pH, tuz, organik madde, besin elementi

CHANGE OF SOME CHEMICAL PROPERTIES IN GROWING MEDIA ADDED VERMICOMPOST AND TERRESTRIAL ISOPOD (*Porcellio laevis*) FERTILIZER

ABSTRACT

Nowadays, materials such as vermicompost obtained by earthworm activity are used in the production of vegetables and vegetable seedlings to improve the quality of the growing medium. In addition, due to reasons such as increasing environmental awareness, high input costs, recycling of wastes, and the desire to reduce soil and water pollution, there is an increasing interest in investigating the usability of different resources for the mentioned purpose. Terrestrial isopods such as *Porcellio laevis*, essential members of the soil macrofauna, are transformative species that play an important role in the decomposition of livestock and agriculture wastes. In the study, vermicompost and isopod fertilizer were added to the lettuce growing medium (soil) at different rates (1%, 5%, 10%, 20%), and the changes in some chemical properties of the media before and after growing (end of harvest) were investigated. The addition of vermicompost and isopod fertilizers led to an increase in macro and micronutrient levels. In both fertilizers, an increase in the amount of salt was observed with the increase in dose, but it was determined that this was not at a level that would cause salinity. According to the result of the end-harvest analysis, there was a significant decrease in the manganese level and the amount of zinc in the growing media increased linearly by the increasing of isopod fertilizer doses. In addition, it was determined that the post-harvest nutrient levels of the media were adequate to reuse for seedling and plant growing.

Keywords: pH, salt, organic matter, nutrient element

GİRİŞ

Günümüz yaygın tarımsal üretim sistemleri canlı ve çevre sağlığını olumsuz etkilemektedir. Dünya nüfus artışında görülen hızlı ilerleme, başta gıda olmak üzere bitkisel üretimin sürekli arttırılmasını zorunlu hale getirmekte, buda üretimde tuz etkisi gösteren mineral gübrelerin, sentetik kimyasal maddelerin vb. kullanımını arttırmakta, küresel iklim değişikliği üretimi tehdit etmekte, doğal kaynakların dönüşümsüz tüketimine yol açmaktadır. Örneğin sebze ve sebze fidesi üretiminde optimum çimlenme/çıkış sağlamak, fide ve bitki gelişimini hızlandırmak ve homojeniteyi arttırmak için torf, perlit gibi materyaller kullanılmakta ve bitki besin maddesi gereksinimi genellikle inorganik gübrelerden sağlanmaktadır [31]. Bu gibi nedenlerle tarımda çevre dostu sürdürülebilir üretim sistemleri

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*: larin@nku.edu.tr

ve yaklaşımları gittikçe daha yoğun şekilde ilgi çekmekte ve sağlıklı, devamlı ve mümkün olduğunca atık materyallerin yeniden kullanımını sağlayacak üretim şekilleri temel hedef olarak sunulmaktadır [30]. Bu anlamda yüksek gözenekliliği ve su tutma kapasitesi, faydalı mikroorganizmaları barındırması, sahip olduğu geniş yüzey alanı ile bitkiler tarafından rahatlıkla alınabilecek formdaki besin maddesi kapsamı ile solucanların organik atıkları kompostlaştırmasıyla elde edilen vermikompostun, bitkisel üretimde gübre ve toprak iyileştirici olarak kullanımı gittikçe yaygınlaşmaktadır [8, 13, 14]. Vermikompost uygulaması ile birçok farklı sebze türünde bitki gelişimi, verim, kalite ve besin içeriğinin arttığı gözlenmiştir [4, 5, 9, 16, 17, 18, 20, 28].

Toprak makro faunasında bulunan karasal isopodlar (Isopoda: Oniscidea) hayvansal ve bitkisel atıkların dekompoze olması, toprakta besin maddesi döngüsünün sağlanması ve toprak verimliliğinin korunmasında önemli rol oynayan canlılardır [11, 25, 26]. Karasal isopodlar içerisinde yer alan *Porcellio laevis* ise kozmopolit olup farklı coğrafi-iklim şartlarında yaşam sürdürebilmesi ile tanınmaktadır [7, 21, 22].

Sebze üretiminde vermikompost kullanımıyla ilgili çok sayıda araştırma olmasına rağmen, doğada organik materyallerin (tarımsal atıklar vb.) ayrıştırılmasında önemli işlevi olan *Porcellio laevis* 'in faaliyeti ile elde edilebilecek gübre/toprak iyileştirici materyallerin sebze ve sebze fidesi üretiminde kullanım olasılığı yeteri kadar araştırılmamıştır. Arin ve Dinçsoy [3], baş salata fide yetiştirme ortamı olarak kullanılan toprağa %1, %5, %10 ve %20 oranlarında (hacim/hacim) vermikompost ve isopod gübresi ilave etmişler, istatistiki önemde farklılık görülmese de yapılan gübre ilavesi ile toprağa göre daha yüksek fide gövde çapı ile fide yaş ve kuru ağırlığı belirlemişlerdir. Yine Arin ve ark. [4] tarafından yürütülen önceki çalışmanın devamında, baş salatada her iki gübre (vermikompost ve isopod) ilavesiyle bitki ve baş ağırlığında ayrıca C vitamini ve klorofil miktarında artış görülmüştür. Burada sunulan çalışmada ise farklı oranlarda gübre ilave edilmiş yetiştirme ortamlarının fide dikimi öncesi ve baş salata hasat sonrası bazı kimyasal analizleri gerçekleştirilmiş, kullanım sonrası yetiştirme ortamlarının yeterlilik düzeyleri ve bunlardan yeniden yararlanma olanakları tartışılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Çalışmada sebze üretiminin yapıldığı alanın 0-30 cm derinliğinden alınan killi-tın bünyeli (%35.13 kil, %24.40 silt ve %40.47 kum) tarım (bahçe) toprağı, ticari bir firmadan elde edilen, sebze üretimi için önerilen, üretimde kırmızı solucanın kullanıldığı sığır gübresi vermikompostu ve *Porcellio laevis* faaliyetiyle elde edilen isopod gübresi kullanılmıştır (Çizelge 1).

İsopod gübre hazırlığı için 40×50×40 cm boyutlarındaki plastik kaplara önce 3 litre tarım toprağı konarak nemlendirilmiş, sonra 2 kg kadar yanmış sığır gübresi ilave edilmiştir. Daha sonra her biri yaklaşık 0.5 kg olacak şekilde marul, havuç atığı ve buğday samanı konmuş ve karıştırılmıştır. Bunları takiben, her bir kaba, tür teşhisi yapılmış 8 mm'den daha uzun olan ergin 300 adet *Porcellio laevis* bırakılmıştır (Şekil 1). Kapların üzeri tülbentle kapatılmış, düzenli kontrollerle, isopodların ortam ve nem gereksinimleri, besin tercihleri vb. dikkate alınarak yaklaşık 3 ay süreyle oda sıcaklığında tutulmuştur [19, 20].

Çizelge 1. Denemede kullanılan bahçe toprağı (Top.) isopod gübresi (Ki) ve vermicompost (Vk)'un başlıca kimyasal özellikleri

Table 1. The basic chemical properties of the agricultural soil (Top.), isopod fertilizer (Ki) and vermicompost (Vk) used in the experiments

	Top.	Ki	Vk
pH	7.74	7.02	6.08
Tuz / *Salt* (%)	0.13	0.74	0.22
Kireç / *Lime* (%)	4.72	1.71	-
Organik Madde (%)	1.73	6.52	42.8
N (%)	0.025	0.33	1.4
P (ppm)	32.31	480.61	2619.71
K (ppm)	95.37	9591.45	2945.74
Ca (ppm)	531.41	7763.27	4455.5
Mg (ppm)	56.2	2528.88	-
Fe (ppm)	0.43	6.89	-
Cu (ppm)	1.37	3.18	-
Zn (ppm)	0.71	42.43	-
Mn (ppm)	16.07	21.59	-



Şekil 1. İsopod gübre hazırlığı: a) isopodlar, b) karışım, c) kullanılan kaplar ve kompostlaştırma

Figure 1. Preparation of isopod fertilizer: a) isopods, b) mixture, c) used pots and decomposting

Sebze üretiminin yapıldığı bahçe toprağına farklı oranlarda vermikompost ve isopod gübre ilavesi yapılmış ve aşağıda sunulan karışımlar baş salata üretiminde kullanılmıştır. Yetiştirme öncesi ve döneminde uygulamaların etkisini net olarak

görebilmek için herhangi bir ilave gübreleme yapılmamıştır.

1. Bahçe toprağı,
2. %1 (v/v) vermikompost karıştırılmış bahçe toprağı,
3. %5 (v/v) vermikompost karıştırılmış bahçe toprağı,
4. %10 (v/v) vermikompost karıştırılmış bahçe toprağı,
5. %20 (v/v) vermikompost karıştırılmış bahçe toprağı,
6. %1 (v/v) isopod gübresi karıştırılmış bahçe toprağı,
7. %5 (v/v) isopod gübresi karıştırılmış bahçe toprağı,
8. %10 (v/v) isopod gübresi karıştırılmış bahçe toprağı,
9. %20 (v/v) isopod gübresi karıştırılmış bahçe toprağı,

Yetiştirme ortamı olarak kullanılan bu karışımların bazı kimyasal özellikleri fide dikimi öncesi ve hasadın yapıldığı dikimden 60 gün sonrası belirlenmiş ve 3 tekerrürlü tesadüf blokları deneme deseninde kurulan denemeden elde edilen ortalamalar arasında görülen farklılıkların önemliliği 0.05 düzeyinde test edilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

pH

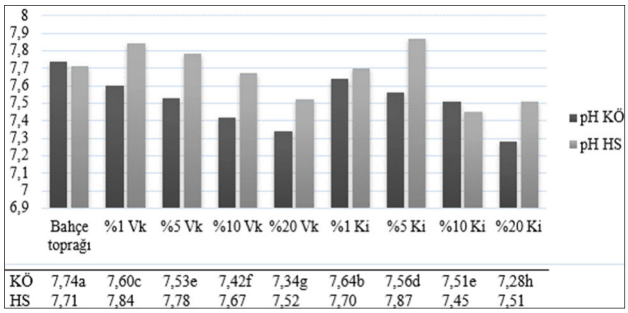
Toprağın pH'sı bilindiği gibi en başta toprak mikroorganizmalarının yaşamı ve besin elementlerinin alımı üzerine etki etmektedir. Çoğu sebze türü için en uygun pH değeri 6.5-7.0'dir [24]. Bahçe toprağı pH değeri bakımından hafif alkali sınıfında yer almaktadır (Şekil 2). Ortama ilave edilen Vk ve Ki gübre doz artışıyla pH'ın düzenli olarak nötre yaklaştığı görülmektedir. Aktaş ve Yüksel [2] vermikompost uygulamalarının asit karakterli tınlı topraklarda pH'ı yükseltirken, nispeten yüksek pH'ya sahip killi topraklarda düşürdüğünü bildirmektedir. Domateste yürütülen bir çalışmada da benzer şekilde hafif alkali toprağa artan oranda vermikompost uygulamalarının pH'da azalma meydana getirdiği belirlenmiştir [6].

Tuz (%)

Denemede kullanılan toprak, başlangıçta sahip olduğu %0.13 tuz değeri ile sınıflamada tuzsuz olarak tanımlanmaktadır [10, 24]. Yetiştirme ortamına ilave edilen Vk ve Ki gübre ilavesi ile doz artışlarına paralel olarak, anılan gübrelerin toprağa göre yüksek besin elementi içeriyor olmasının doğal sonucu tuz değerlerinde de doğrusal artışların olduğu görülmektedir (Şekil 3). Toprakların tuz içeriklerine göre yapılan sınıflamada %0.00-0.15 tuzsuz, ve %0.15 ile %0.35 aralığının ise hafif tuzlu olarak tanımlandığı dikkate alınırsa, çalışmada kullanılan Vk ve Ki gübrelerinin kullanımı çoğu sebzenin üretimini tehdit edecek boyutta tuzluluk yaratmamıştır.

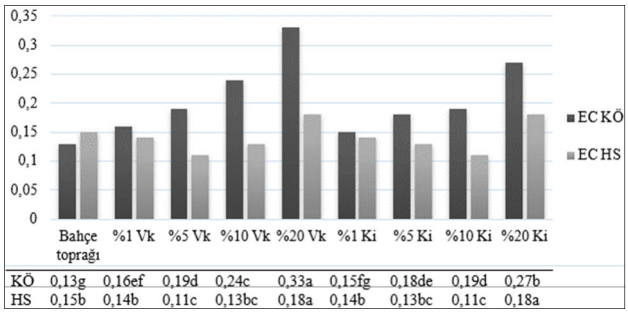
Organik Madde (%)

Birçok faktöre bağlı olarak farklılık gösterse de sebze üretiminde toprak organik maddesinin en azından %2-3 olması istenirken, örtü altı tarımında bu değerin %10'a kadar çıkabileceği ifade edilir [9, 19, 27]. Bahçe toprağına %10-20 Vk ve %5, 10, 20 Ki gübre ilaveleri ile %2-3 olarak gösterilen orta seviyede organik madde kapsamına ulaşılabildiği görülmektedir (Şekil 4).



Şekil 2. Kullanım öncesi (KÖ) ve hasat sonrası (HS) farklı yetiştirme ortamlarında pH'ın değişimi (aynı satırda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında P<0.05 düzeyinde fark yoktur)

Figure 2. Change of pH in different growing media before use (KÖ) and after harvest (HS). (there is no significant difference at the P<0.05 level among the means with the same letter in the same line)



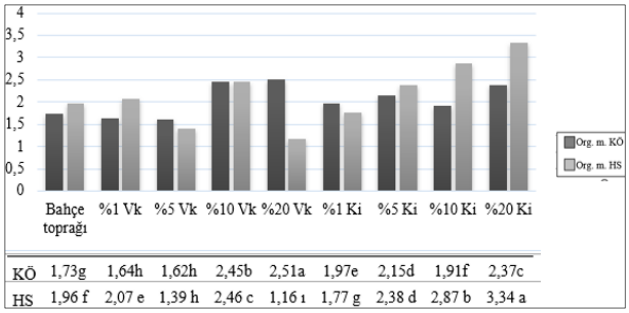
Şekil 3. Kullanım öncesi (KÖ) ve hasat sonrası (HS) farklı yetiştirme ortamlarında tuzun (%) değişimi (aynı satırda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında P<0.05 düzeyinde fark yoktur)

Figure 3. Change of salt (%) in different growing media before use (KÖ) and after harvest (HS). (there is no significant difference at the P<0.05 level among the means with the same letter in the same line)

Azot (%)

Yetiştirme ortamına Vk ya da Ki ilavesi ile doz artışına da paralel olarak ortamın azot (N) seviyesi

yükselmiş ve en yüksek değer %20 Vk ilave edilmiş ortamda (%0.061) belirlenmiş ve bunu aynı oranda Ki gübre ilave edilmiş ortam izlemiştir (Şekil 5). Bu sonuç ortama ilave edilen Vk ve Ki gübresinin toprağa göre daha yüksek N içermesinden kaynaklanmaktadır (Çizelge 1). Hasat sonrası ortamların N içeriklerinde ise muhtemelen bitki tarafından kullanım nedeniyle genel olarak hafif azalmaların olduğu görülmektedir (değişimin görülmediği %10 Vk hariç). Baş salataların topraktan 5.3 kg/da N kaldırdığını ve gübrelemede 10-20 kg/da N verilebileceğini bildiren Şalk ve ark. [29] ile marulun toplam N ihtiyacının dekara 20-22 kg arasında olduğunu ve dekarda yaklaşık 8.9 kg N varlığının marul üretimi için yeterli olacağını bildiren Horuz [15]'un ifadeleri dikkate alındığında burada yüzde olarak ifade edilen tüm N değerlerinin ihtiyacı karşılayabileceği görülmektedir. Ancak toplam N miktarı %0.045'in altında olduğunda çok az, %0.045-0.09 aralığında olduğunda ise az olarak tanımlamanın yapıldığı FAO [12]'ya göre sadece %20 Vk ve Ki gübre ilave edilmiş ortamların hem KÖ, hem HS, N değerleri az sınıfında yer alırken diğerleri çok az sınıfında bulunmaktadır.

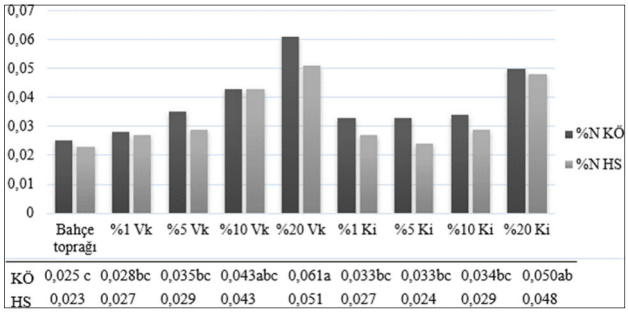


Şekil 4. Kullanım öncesi (KÖ) ve hasat sonrası (HS) farklı yetiştirme ortamlarında organik maddenin (%) değişimi (aynı satırda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında P<0.05 düzeyinde fark yoktur)

Figure 4. Change of organic matter (%) in different growing media before use (KÖ) and after harvest (HS). (there is no significant difference at the P<0.05 level among the means with the same letter in the same line)

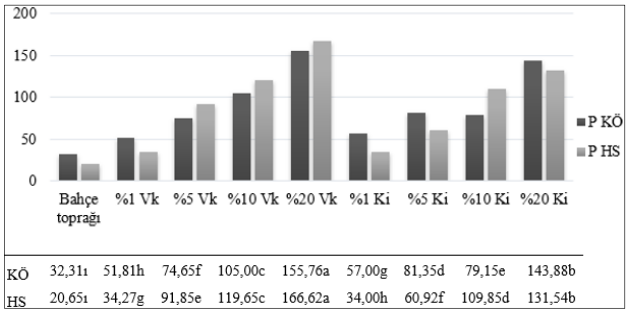
Fosfor (ppm)

Bahçe toprağına göre çok yüksek fosfor (P) içeriğine sahip olmaları nedeniyle Vk ve Ki ilave edilmiş ortamların P kapsamları artan dozlara bağlı olarak doğrusal artış göstermiştir (Şekil 6). Horuz [15] marul üretimi için 60 ppm üzeri P değerlerinin yüksek olduğunu bildirmektedir. Yine topraktaki eşik değerler olarak 25.0 ile 80.0 ppm arası P varlığı fazlayı, 80.0 ppm üzeri ise aşırı P'u işaret etmektedir [1, 12]. Genel olarak P bakımından tüm ortamlarda (keza hasat sonrasında) yetersizliğin olmadığı Şekil 6'daki verilerden anlaşılmaktadır. Bazı karışım ortamlarında görülen HS P içeriğinin KÖ'ne göre daha yüksek olması P bileşiklerinin yavaş çözünürlüğe sahip olması ile açıklanabilir.



Şekil 5. Kullanım öncesi (KÖ) ve hasat sonrası (HS) farklı yetiştirme ortamlarında azotun (%) değişimi (aynı satırda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında P<0.05 düzeyinde fark yoktur)

Figure 5. Change of nitrogen (%) in different growing media before use (KÖ) and after harvest (HS). (there is no significant difference at the P<0.05 level among the means with the same letter in the same line)



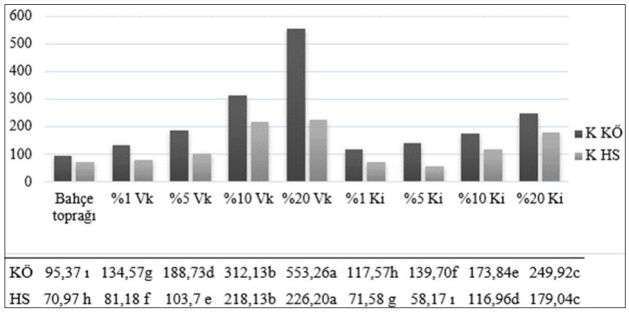
Şekil 6. Kullanım öncesi (KÖ) ve hasat sonrası (HS) farklı yetiştirme ortamlarında fosforun (ppm) değişimi (aynı satırda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında P<0.05 düzeyinde fark yoktur)

Figure 6. Change of phosphorus (ppm) in different growing media before use (KÖ) and after harvest (HS). (there is no significant difference at the P<0.05 level among the means with the same letter in the same line)

Potasyum (ppm)

Bahçe toprağında 95.37 ppm olan potasyum (K) miktarı %20 Vk ilavesi ile 553.26 ppm 'e ulaşmıştır (Şekil 7). Yetiştirme ortamına Vk ve Ki gübre ilavesi ile K içeriğinde lineer artışlar görülmüş ve bitkilerin K gereksinimlerinin yüksek olduğu doğrulanır şekilde tüm ortamların K kapsamları HS önemli oranda azalmıştır. Horuz [15] marul üretiminde

toprakta 150 ppm üzeri K varlığında K'lu gübre önermemektedir. Buna göre %10 ve %20 Vk ve %20 Ki ilave edilmiş ortamlar üretimde yeniden kullanılabilir. Ayrıca toprakta 60 ile 180 ppm arası K varlığı orta düzeyde K olarak sınıflandırılmaktadır [1].



KÖ	95,37 ı	134,57g	188,73d	312,13b	553,26a	117,57h	139,70f	173,84e	249,92c
HS	70,97 h	81,18 f	103,7 e	218,13b	226,20a	71,58 g	58,17 ı	116,96d	179,04c

Şekil 7. Kullanım öncesi (KÖ) ve hasat sonrası (HS) farklı yetiştirme ortamlarında potasyumun (ppm) değişimi (aynı satırda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında P<0.05 düzeyinde fark yoktur)

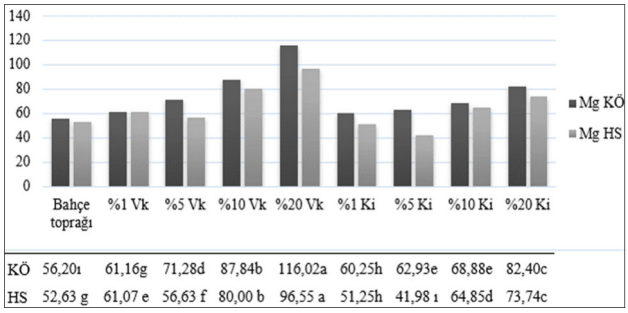
Figure 7. Change of potassium (ppm) in different growing media before use (KÖ) and after harvest (HS). (there is no significant difference at the P<0.05 level among the means with the same letter in the same line)

Magnezyum (ppm)

Bahçe toprağına artan oranda Vk ve Ki gübre ilaveleri ortam magnezyum (Mg) içeriğini doğrusal olarak yükseltmiş ve bitki kullanımına bağlı olarak HS daha düşük Mg değerleri görülmüştür (Şekil 8). En yüksek magnezyum (Mg) içeriğinin 116.02 ppm ile KÖ'de %20 Vk ilavesinin yapıldığı dahil tüm yetiştirme ortamları, FAO [12]'nun değerlendirmesi ne göre düşük grupta yer almaktadır. Yine Lorenz ve Maynard [24] tarafından toprakta 100 ppm üzeri Mg varlığının sebze üretimi için uygun, 50-100 ppm Mg'un ise bazı duyarlı türler için kritik olduğunu bildirilmektedir.

Mangan (ppm)

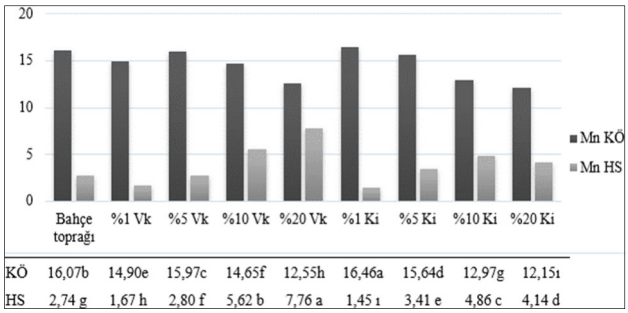
Mikro besin elementlerinden mangana (Mn) nispeten duyarlı sebzeler içerinde yer alan salata-marullarda eksikliği halinde damarların koyu yeşil kalıp, aralarının sararması gibi semptomlar görülmektedir. Çoğu sebze türü için 5-9 ppm kritik değer olarak gösterilirken, duyarlı türlerde ancak toprakta 21 ppm ve üzerinde olması halinde pH'ı 6.5'in üzerindeki mineral topraklarda ek gübrelemeye ihtiyaç olmadığı bildirilmektedir [24]. Şekil 9 dikkate alındığında bitkilerin önemli oranda Mn aldıkları ve hasat sonrası mevcut Mn seviyelerinin ortamın yeniden sebze üretimi için kullanılmasında yetersiz kalacağını söylemek mümkündür.



KÖ	56,20ı	61,16g	71,28d	87,84b	116,02a	60,25h	62,93e	68,88e	82,40c
HS	52,63 g	61,07 e	56,63 f	80,00 b	96,55 a	51,25h	41,98 ı	64,85d	73,74c

Şekil 8. Kullanım öncesi (KÖ) ve hasat sonrası (HS) farklı yetiştirme ortamlarında magnezyum (ppm) değişimi (aynı satırda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında P<0.05 düzeyinde fark yoktur)

Figure 8. Change of magnesium (ppm) in different growing media before use (KÖ) and after harvest (HS). (there is no significant difference at the P<0.05 level among the means with the same letter in the same line)



KÖ	16,07b	14,90e	15,97c	14,65f	12,55h	16,46a	15,64d	12,97g	12,15ı
HS	2,74 g	1,67 h	2,80 f	5,62 b	7,76 a	1,45 ı	3,41 e	4,86 c	4,14 d

Şekil 9. Kullanım öncesi (KÖ) ve hasat sonrası (HS) farklı yetiştirme ortamlarında mangan (ppm) değişimi (aynı satırda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında P<0.05 düzeyinde fark yoktur)

Figure 9. Change of manganese (ppm) in different growing media before use (KÖ) and after harvest (HS). (there is no significant difference at the P<0.05 level among the means with the same letter in the same line

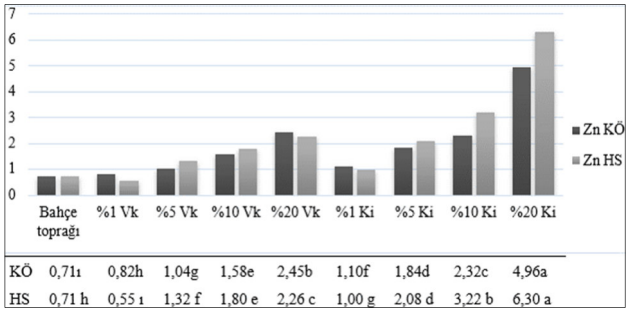
Çinko (ppm)

Bahçe toprağına ilave edilen Vk ve Ki gübre miktarındaki artış ile ortamdaki çinko (Zn) düzeyinde doğrusal yükselişler olduğu görülmektedir (Şekil 10). Bu artış özellikle Ki gübresi kullanıldığında daha belirgin haldedir. Lorenz ve Maynard [24]'a göre toprakta Zn için kritik değer 0.5-1.0 ppm'dir. FAO [12]'nun sınıflamasına göre ise KÖ 2.45 ppm Zn içeriği ile %20 Vk ve 4.96 ppm Zn içeriği ile %20 Ki gübre ilaveli ortamlar fazla grubuna girerken, diğerleri yeterli sınıfında yer almaktadır.

Demir (ppm)

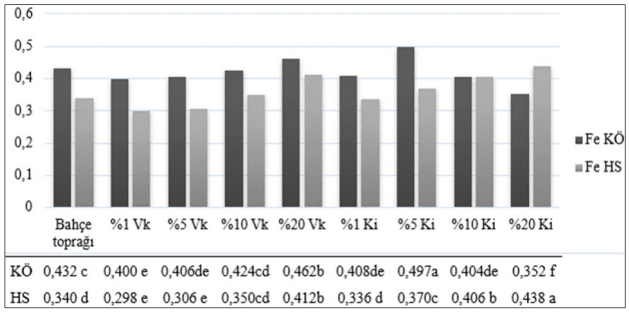
Bahçe toprağına Vk ve Ki gübre ilavesi sonucu uygulamalar arasında demir (Fe) içeriği bakımından

istatistik önemde farklılıklar olsa da bu farklılıkların kayda değer artışlar halinde olmadığı görülmektedir (Şekil 11). Toprakların 0.2 ppm altındaki Fe içeriği varlığında az, 4.5 ppm üzeri olduğunda yeter-fazla olarak değerlendirildiği dikkate alındığında, her iki dönemdeki (KÖ, HS) tüm yetiştirme ortamları Fe bakımından orta sınıfta yer almaktadır [23].



Şekil 10. Kullanım öncesi (KÖ) ve hasat sonrası (HS) farklı yetiştirme ortamlarında çinko (ppm) değişimi (aynı satırda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında P<0.05 düzeyinde fark yoktur)

Figure 10. Change of zinc (ppm) in different growing media before use (KÖ) and after harvest (HS). (there is no significant difference at the P<0.05 level among the means with the same letter in the same line



Şekil 11. Kullanım öncesi (KÖ) ve hasat sonrası (HS) farklı yetiştirme ortamlarında demir (ppm) değişimi (aynı satırda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında P<0.05 düzeyinde fark yoktur)

Figure 10. Change of iron (ppm) in different growing media before use (KÖ) and after harvest (HS). (there is no significant difference at the P<0.05 level among the means with the same letter in the same line

SONUÇ

Baş salata yetiştirme ortamı olarak kullanılan bahçe toprağına %1, 5, 10, 20 oranlarında vermikompost (Vk) ve karaisopod (Ki) gübre ilaveleri yapılarak ortamın yetiştirme öncesi (KÖ) ve hasat sonrası (HS) bazı özelliklerinin değerlendirildiği çalışmada; her 2 gübre ilavesi ile ortamın makro ve mikro besin elementi içeriği artmış ayrıca bunun tuzluluk yaratmadığı da görülmüştür. Buna paralel olarak gübre dozu artışı ile ortamın K ve Mg kapsamında da doğrusal artışların olduğu, keza özellikle Ki gübresi ile Zn içeriğinin yükseldiği belirlenmiştir.

Tarımsal atıkların doğal süreçlerle (*P.laevis*) dekompoze olmasıyla elde edilen materyalin Vk kadar etkili olabileceğini ve hem Vk hem de Ki gübre ilaveli ortamların herhangi bir tehdit olmaması halinde (hastalık, yabancı ot, vb.) yeniden kullanılabileceğini söylemek mümkündür.

KAYNAKLAR

1. Anonymous, 1988. Vegetable production recommendations. Ministry of Agriculture and Food, Publication 363, Ontario, Canada, 78p.
2. Aktaş, T., Yüksel, O., 2020. Effects of vermicompost on aggregate stability, bulk density and some chemical characteristics of soils with different textures. Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty, 17(1):1-11.
3. Arin, L., Dincsoy, H., 2020. Effect of vermicompost and isopod (*Porcellio laevis*) fertilizers on the emergence and seedling quality of lettuce (*Lactuca sativa* var. *capitata* cv. Wismar). International Journal of Agriculture Environment and Food Science, 4(4):501-506.
4. Arin, L., Dinçsoy, H., Kar, S., 2021. Effect of vermicompost and terrestrial isopod (*Porcellio laevis*) fertilizers on the yield and quality of lettuce (*Lactuca sativa* var. *capitata* cv. Wismar). International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology, 6(2):63-70.
5. Atiyeh, R.M., Subler, S., Edwards, C.A., Metzger, J., 1999. Growth of tomato plants in horticultural potting media amended with vermicompost. Pedobiologia. 43:724-729.
6. Azarmi, R., Giglou, M.T., Talesmikail, R.D., 2008. Influence of vermicompost on Soil chemical and physical properties in tomato (*Lycopersicum esculentum*) field. African Journal of Biotechnology, 7(14):2397-2401.
7. Bacigalupe, L.D., Araya, N.M., Carter, M.J., Catalán, T.P., Lardies, M.A., Bozinovic, F., 2007. Maternal effects, maternal body size and offspring energetics: a study in the common woodlouse *Porcellio laevis*. Comparative Biochemistry and Physiology-Part A 147:349-354.

8. Bellitürk, K., 2018. Vermicomposting in Turkey: challenges and opportunities in future. Eurasian Journal of Forest Science 6(4):32-41.
9. Bot, A., Benites, J. 2005. The importance of soil organic matter. FAO Soil Bulletin, Rome/Italy, 95p.
10. Dinç, U., 1999. Sulu tarım alanlarında tuzlulaşma ve alkalileşme. TEMA Vakfı Yayın No: 30.
11. Drobne, D., 1997. Terrestrial isopods-a good choice for toxicity testing of pollutants in the terrestrial environment. Environmental Toxicology and Chemistry, 16:1159-1164.
12. FAO, 1990. Micronutrient. Assessment at The Country Level: an International Study. FAO Soil Bulletin by Mikko Sillanpaa. Rome.
13. Garg, P., Gupta, A., Satya, S., 2006. Vermicomposting of different types of waste using *Eisenia foetida*: A comparative study. Bioresource Technology 97(3):391-395.
14. Görres, J.H., Bellitürk, K., 2012. Balancing vermicomposting benefits with conservation of soil and ecosystems at risk of earthworm invasions. 8. International Soil Science Congress on Land Degradation and Challenges in Sustainable Soil Management, May 15-17, Çeşme, İzmir, pp:302-306.
15. Horuz, A., 2019. Gübreleme. Marul Tarımı (Özel Sayı). Tarım Gündem Dergisi, Nobel Akademik Yayıncılık, 78s.
16. Jadhav, P.B., Patel, D.J., Kireeti, A., Patil, N.B., Dekhane, S.S., Harad, N.B., Jadhav, K.P., 2014. Effect of different levels of vermicompost on growth and yield of radish cv. Local Variety. International Journal of Information Research and Review, 1(2):29-31.
17. Jahan, F.N., Shahjalal, A.T., Paul, A.K., Mehraj, H., Jamal, Uddin A.F.M., 2014. Efficacy of vermicompost and conventional compost on growth and yield of cauliflower. Bangladesh Research Publications Journal, 10(1):33-38.
18. Joshi, R., Vig, A.P., 2010. Effect of vermicompost on growth, yield and quality of tomato (*Lycopersicum esculentum* L.). African Journal of Basic & Applied Sciences, 2(3-4):117-123.
19. Knott J.E., 1958. Vegetable Growing (5. Edition). Lea & Febie, Philadelphia, USA, 358p.
20. Köksal, S.B., Aksu, G., Altay, H., 2017. Vermikompostun bazı toprak özellikleri ve pazı bitkisinde verim üzerine etkisi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 5(2):123-128.
21. Lardies, M.A., Bozinovic, F., 2008. Genetic variation for plasticity in physiological and life-history traits among populations of an invasive species, the terrestrial isopod *Porcellio laevis*. Evolutionary Ecology Research, 10:747-762.
22. Lardies, M.A., Cotoras, I.S., Bozinovic, F., 2004. The energetics of reproduction and parental care in the terrestrial isopod *Porcellio laevis*. Journal of Insect Physiology. 50:1127-1135.
23. Lindsay, W.L., Norvell, W.A., 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Science Society of American Proceeding, 42:421-428.
24. Lorenz, O.A., Maynard, D.N., 1988. Knott's handbook for vegetable growers (3. Edition). A Wiley-Interscience Publication, New York, 456p.
25. Loureiro, S., Sampaio, A., Brandão, A., Nogueira, A.J.A., Soares, A.M.V.M., 2006. Feeding behaviour of the terrestrial isopod *Porcellionides pruinosus* Brandt, 1833 (Crustacea, Isopoda) in response to changes in food quality and contamination. Science of the Total Environment 369(1-3):119-128.
26. Odendaal, J.P., Reinecke, A.J., 1999. Short-term toxicological effects of cadmium on the woodlouse *Porcellio laevis* (Crustacea, Isopoda). Ecotoxicology and Env. Safety 43:30-34.
27. Sevgican, A. 1999. Örtüaltı sebzeciliği (topraklı tarım). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, İzmir, Yayın No: 528, 302s.
28. Sharma, R.C., Banik, P., 2014. Vermicompost and fertilizer application: Effect on productivity and profitability of Baby Corn (*Zea mays* L.) and soil health. Compost Science & Utilization, 22:83-92.
29. Şalk, A., Arın, L., Deveci, M., Polat, S., 2008. Özel sebzecilik. Onur Grafik Matbaa ve Reklam Hizmetleri, İstanbul, 488s.
30. Tilman, D., 2020. Benefits of intensive agricultural intercropping. Nature Plants, 6:604-605.
31. Tuzel, Y., Oztekin, G., Tuzel, I.H., Duyar, H., 2020. Growing media in organic seedling production. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 57:603-610.
32. Zimmer, M., 2002. Nutrition in terrestrial isopods (Isopoda: Oniscidea): an evolutionary-ecological approach. Biological Reviews, 77:455-493.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 251–256 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

AQUAPONİK SİSTEMİ İLE TAZE FASULYE YETİŞTİRİCİLİĞİNDE MİKROALG (*Chlorella vulgaris*) KULLANIMI

Boran İKİZ[1]*, Hayriye Yıldız DAŞGAN[2]

[1]Arş. Gör. Ziraat Yük. Müh., Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana; ORCID: 0000-0003-3012-4533
[2]Prof. Dr., Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana; ORCID: 0000-0002-0403-1627

ÖZ

Bitkilerle balıkların bir arada yetiştirildiği entegre sistemler akuaponik yetiştiricilik olarak adlandırılmaktadır. Balıkların oluşturduğu gübreler bakteriler tarafından bitkinin faydalanabileceği besin elementlerine dönüştürülür. Bu şekilde bitkilere gübre sağlanırken, balıkların yaşadığı su filtre edilmiş olur. Bu sistemdeki en büyük girdilerden birisi balık yemidir. Mikroalgler yapılan birçok çalışmada bitki verim ve kalitesini artırıcı bir biyogübre etkisin bulunmuş, ayrıca bu alglerin balık beslenmesine katkıda bulunduğu ortaya konulmuştur. Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümünü iklimlendirme odalarında gerçekleştirilmiştir. *Chlorella vulgaris* mikroalginin, hem balık için yem ve hem de fasulye bitkisi için biyogübre etkinliği araştırılmıştır. Balık olarak aeroponik yetiştiricilikte tercih edilme oranı yüksek olan tilapia (tatlı su çipurası) ve bitkisel materyal olarak fasulye bitkisi kullanılmıştır. Denemede fasulye bitkisinin su kültürü yetiştiriciliğinde 5 uygulama yapılmıştır; 1) %100 mineral gübre (Kontrol-1) 2) %50 azaltılmış mineral gübre (Kontrol 2) 3) %50 azaltılmış mineral gübre + 1×Chlorella mikroalgi, 4) %50 azaltılmış mineral gübre + 2×Chlorella mikroalgi, 5) %50 azaltılmış mineral gübre + 4×Chlorella mikroalgi. Taze fasulye verimi bakımından, %100 mineral gübre uygulamasında bitki başına 380 g taze fasulye üretilirken, %50 azaltılmış mineral gübre + 4× Chlorella mikroalg uygulamasında 521 g fasulye ve 2×Chlorella uyulmasında ise 520 g fasulye üretilmiştir. %100 mineral gübre kontrolün %37'si kadar fazla verim alınmıştır. Fasulyelerde bitki boyu, %100 mineral gübre uygulamasında 60.2 cm iken, 4×Chlorella mikroalg uygulamasında 58.2 cm bitki boyu oluşmakla birlikte uygulamalar istatistiksel olarak aynı gruptadır. Deneme sonunda, bitki ağırlığı bakımından 4×Chlorella mikroalg uygulamasında bitkiler 84.8 g iken %100 Chlorella uygulamasında 82.7 g bitki ağırlığı oluşmuştur. Fasulye bitkisi gövde çapı tüm uygulamalarda %50 azaltılmış mineral gübre kontrol grubundan daha yüksek sonuçlar vermekle birlikte, %50 azaltılmış mineral gübre + 1×Chlorella mikroalgi (4.85 mm) en yüksek sonucu vermiş, %100 mineral gübre kontrol (4.80 mm) grubundan daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. İncelenen parametreler göz önünde bulundurulduğunda %50 azaltılmış mineral gübre koşullarında *Chlorella vulgaris* mikroalginin 2× ve 4× kullanımı taze fasulye bitki büyümesi ve verimini artırmıştır.
Anahtar Kelimeler: Akuaponik, tilapia, *Chlorella vulgaris*, hidroponik, *Phaseolus vulgaris* L.

USE OF MICROALG (*Chlorella vulgaris*) IN FRESH BEAN GROWING WITH AQUAPONIC SYSTEM

ABSTRACT

Integrated systems where grown plants and fish are together are known as Aquaponic cultivation. The fertilizers produced by the fish are converted to nutrient elements that the plant can benefit by bacteria and thus plants provide fertilizer, the water in which the fish lives is filtered. One of the biggest inputs in this system is fish feed. In many studies, microalgae had an effect on increasing plant yield and quality. In addition, it has been reported that these algae contribute to fish nutrition. The efficacy of Chlorella vulgaris microalgae, both as a feed for fish and as a biofertilizer for bean plants, was investigated. This study was carried out in climate rooms of Horticulture Department of Cukurova University (Adana, Türkiye). Tilapia was used as fish due to high preferred potential in aeroponic cultivation. Five applications were carried out in the hydroponic system of bean growing: 1) 100% mineral fertilizer (Control-1) 2) 50% reduced mineral fertilizer (Control 2) 3) 50% reduced mineral fertilizer + Chlorella microalgae, 4) 50% reduced mineral fertilizer + 2× Chlorella microalgae, 5) 50% reduced mineral fertilizer + 4× Chlorella microalgae. In terms of green bean yield, 380 g of green beans were produced per plant in 100% mineral fertilizer application, 521 g of beans were produced in 50% reduced mineral fertilizer + 4× Chlorella microalgae application and 520 g of beans were produced in 2× Chlorella application. The yield was 37% higher than the 100% mineral fertilizer control. For the plant length, it was 60.2 cm in 100% mineral fertilizer, while the plant length was recorded as 58.2 cm in the 4×Chlorella microalgae application and they were statistically in the same group. The total plant weight was found as 84.8 g in 4× Chlorella microalgae application, while it was recorded as 82.7 g in 100% Chlorella application. In the stem diameter parameter, results obtained from all applications are higher than 50% reduced mineral fertilizer. However, 50% reduced mineral fertilizer + Chlorella microalgae (4.85 mm) gave the highest result. The data for 100% mineral fertilizer was 4.80 mm. Considering the investigated parameters, 2× and 4× use of Chlorella vulgaris microalgae under 50% reduced mineral fertilizer conditions increased green bean plant growth and yield.
Keywords: Aquaponic, tilapia, *Chlorella vulgaris*, hydroponic, *Phaseolus vulgaris* L.

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*: bikiz@cu.edu.tr

GİRİŞ

Dünya nüfusunun 2050 yılında 12 milyara ulaşması beklenmektedir. Bu nüfusu besleyebilmek tarımın en büyük sorunlarından biri olabilecektir. Konvansiyonel tarım yöntemleri ile elde edilen ürün miktarının bu nüfusu besleyemeyeceği düşünülmektedir. Küresel ısınma ve iklim değişikliği, kuraklık, tuzlanma gibi problemler gün geçtikçe tarıma elverişli arazilerin azalmasına yol açmaktadır. Bu problemlerin topraksız tarım sistemleri ile üstesinden geline bilinir. Topraksız tarım sistemleri suyun, gübrelerin etkin kullanımı, konvansiyonel tarıma göre birim alandan yüksek verim, otomasyonlu sistemlerle işçiliğin azalması gibi avantajları ile öne çıkmaktadır. Akuaponik üretim, hem bitki hem de hayvansal protein üretmek için su kültürü bitki üretimini geri dönüşümlü su ürünleri sistemleriyle birleştirir. Birlikte yetiştirilen balıklar ve bitkiler, döngüsel bir ekonomi çerçevesinde daha az kaynak (esas olarak su ve gübre) kullanır [4, 5, 8]. Akuaponik sistemlerin iyi bir şekilde anlaşılması ile kentsel alanlarda topluluk temelli gıda üretimi, kırsal alanlarda endüstriyel ölçekte gıda üretimi ve gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerde ise daha küçük düzeyde çiftçilik faaliyetlerini iyileştirilmesine yardımcı olunabilir [1]. Genellikle sera ve bitki fabrikaları gibi kapalı alanlarda yapılan topraksız tarım sistemleri katı ortam kültürleri ve su kültürü olarak ikiye ayrılmaktadır. Katı ortam kültürlerinde toprak yerine alternatif olarak torf, perlit, kokopit gibi organik ve/veya inorganik bileşikler kullanılmaktadır. Su kültürlerinde ise, derin su kültürü, akan su kültürü, aeroponik, akuaponik gibi sistemler kullanılmaktadır. Akuaponik sistemler, bitkilerle balıkların bir arada yetiştiği entegre sistemler olup, su kullanma etkinliği en yüksek sistemlerdir. Akuaponik tarım sistemi, bozulmuş toprak koşullarında yetiştiricilik yapabilmenin önemli bir yoludur. Afrika gibi açlık sorunu yaşanan yerlerde yüksek protein içeren bitkiler ve balıkların birlikte yetiştirilmesiyle nüfusun sağlıklı beslenebilmesi için ideal bir sistem olarak geliştirilebilir. Akuaponik sistem tamamen kapalı devre bir sistemdir. Balıkların ürettiği gübreler bakteriler tarafından bitkilerin kullanabileceği başta azot olmak üzere besin elementlerine dönüştürülmektedir. Bitkiler sistemde dolaşan sudan bu elementleri alıp kendi gelişimi için kullanırlar ve aynı zamanda filtre görevi görürler.

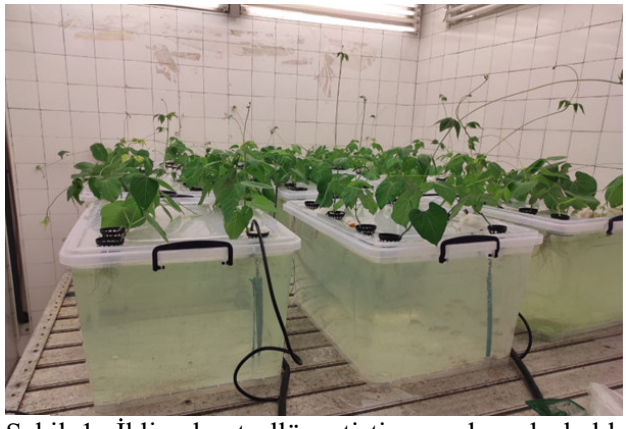
Mikroalgler ile yapılan çalışmalarda birçok bitkide verim ve kalitenin arttığı ve balık beslenmesinin desteklendiği ifade edilmektedir. Ökaryotik bir mikroalg olan *Chlorella vulgaris*, yüksek fotosentez kabiliyetine sahip olup, tatlı su, deniz suyu ve kara ortamlarında yaygın olarak bulunabilmektedir. A, B_1, B_2 ve C vitaminlerince zengin olan bitkisel protein kaynağı taze fasulyede phasol ve phaseolin maddelerinin yoğunluğu şeker hastaları için kullanılan insülin karakterinde olduğu ve bu yüzden kandaki şekeri düşürmek için kullanıldığı bildirilmektedir. Fasulyenin hazım olabilirlik oranı %84.1'dir.

Bu çalışmanın amacı, %50 oranında mineral gübrelerin azaltıldığı su kültürü sisteminde taze fasulye üretilmesinde, tilupa balığı ve farklı dozlarda *Chlorella vulgaris*'in üçlü kombinasyonunda, mikroalgin biyogübre etkisini araştırmaktır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Bu çalışma, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü iklimlendirme odalarında gerçekleştirilmiştir. Magnum bodur fasulye çeşidi kullanılmıştır. Balık olarak akuaponik yetiştiricilikte tercih edilen tilapia (tatlı su çipurası) kullanılmıştır. Tilapia türü yüksek sıcaklık değerlerine dayanımı yüksektir ve fasulye ile birlikte yetiştiriciliğe uygundur. Çalışmada ortam sıcaklığı 25°C'de tutulmuştur. Sistemde balıkların bulunduğu 80 litre kapasitedeki tankın üstündeki kapakta delikler açılarak, fasulye fideleri kökleri suyla temas edecek şekilde yerleştirilmiştir (Şekil 1). Ortalama olarak 1.2 cm boyundaki Tilapia balıkları her tankta 20 adet olacak şekilde tanklara aktarılmıştır.



Şekil 1. İklim kontrollü yetiştirme odasında balık, fasulye ve *Chlorella vulgaris* üçlüsünün beraber su kültürü ortamında yetiştirilmesi

Tilapiaların boyu 1.2 cm iken alınıp "finger lenght" denilen parmak büyüklüğüne kadar yetiştirilmesi amaçlanmıştır. Balıklar için günlük yem miktarı balık kütlesi arttıkça arttırılmış ve %100 diyet uygulanmıştır. Balıklar ağırlığının %3'ü olacak şekilde yemlenmiştir. %50 mineral gübre azaltılarak

Chlorella uygulanan tanklardaki balıklara %50 azaltılmış yani ağırlığının %1.5'u olacak şekilde yem verilmiştir. Sistemde üretilen canlı Chlorella alginin hem balıklara ve hem de fasulye bitkisine besin maddesi olması hedeflenmiştir.

Metot

Denemede fasulye bitkisinin Akuaponik kültürü yetiştiriciliğinde aşağıdaki 5 uygulama yapılmıştır;

1) Kontrol grubu (Hidroponik yetiştiricilik standartlarına göre hazırlanmış %100 mineral gübreleme) + Tilapia,

2) %50 mineral gübre + Tilapia,

3) %50 azaltılmış mineral gübre + 1× *Chlorella vulgaris* + Tilapia,

4) %50 azaltılmış mineral gübre + 2× *Chlorella vulgaris* (iki kat) + Tilapia,

5) %50 azaltılmış mineral gübre + 4× *Chlorella vulgaris* (dört kat) + Tilapia,

Chlorella vulgaris'in 3 no.lu uygulamadaki 1× olan dozun, 2×10^7 microalg/ml alg konsantrasyonu 40 kez seyreltilmesi ile elde edilmiştir [2]. Diğer 2× ve 4× uygulamaları 1× dozunun iki ve dört katı olarak kullanılmıştır. Fasulye bitkilerini beslemek üzere Çizelge 1'de gösterilen besin çözeltisi 1 no.lu uygulamada kullanılmış, diğer uygulamalarda tüm maddeleri eşit olarak %50 oranında azaltılmıştır.

Çizelge 1. Fasulye bitkilerini akuaponik kültürde yetiştirmek için kullanılan besin çözeltisindeki elementlerin konsantrasyonları

Table 1. Concentrations of elements in the nutrient solution used to grow bean plants in aquaponic culture

Besin Elementi	Konsantrasyon (mg L^{-1})
N	130.00
P	35.00
K	220.00
Mg	45.00
Ca	150.00
S	70.00
Fe	1.50
Mn	0.80
B	0.50
Zn	0.15
Cu	0.10
Mo	0.10

Denemede bitki başına verim, meyve sayısı, bitki boyu, yaprak sayısı, gövde çapı, yaprakta klorofil SPAD ölçümleri ve deneme bitince bitkiler sökülerek bitki ağırlığı kaydedilmiştir. Deneme tesadüf parselleri deneme deseninde her tank bir tekerrür olarak düzenlenmiş ve uygulamalar 2 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Her tekerrürde 8 fasulye bitkisi kullanılmıştır. Bitki ağırlığını ölçmek için hassas terazi, klorofil indeksi için SPAD-metre (Minolta), gövde çapı ölçümü için dijital kumpas kullanılmıştır. pH ve EC metrelerle çözelti kontrolü yapılmış ve gerektiğinde bitki besini ilavesi uygulamalara uygun olarak yapılmıştır. İklim odasında bulunan karbondioksit tüpü ile fotosentezi hızlandırma için bitkilere gübreleme yaparak odanın karbondioksit konsantrasyonu 800 ppm'de tutulmuştur. Tanlardaki besin çözeltisi balıklara ve bitkilere oksijen sağlamak üzere sürekli akvaryum motorları ile havalandırılmıştır. Oksijenin homojen dağılması için tank içerisinde hava taşları kullanılmış ve düzenli olarak oksijen ölçümleri yapılarak oksijen seviyesi 8-10 ppm seviyesinin altına düşürülmemiştir. Denemede kullanılan tilapialardan deneme öncesi boy ve ağırlık alınmıştır. Tilapiaların sistemde büyüyeceği düşünülerek 50 litrelik tanklara 20 adet balık konulmuştur. Büyümeyi gösterebilmek için balıkların sisteme koyulmadan önceki ve deneme sonundaki boy ve ağırlıkları ölçülmüş aradaki fark yüzde olarak hesaplanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Aquaponik fasulye yetiştiriciliğinde *Chlorella vulgaris*'in bitki ağırlığı, klorofil indeksi, gövde çapı, bitki boyu, yaprak sayısı ve meyve sayısına etkisi Çizelge 2'de verilmiştir.

Bitki Ağırlığı Üzerine Chlorella vulgaris'in Farklı Dozlarının Etkisi

%50 azaltılmış mineral gübre + 4×Chlorella uygulaması, 84.73 g $bitki^{-1}$ ile en yüksek bitki ağırlığını oluşturmuştur. %100 mineral gübreleme uygulaması ise 63.97 g $bitki^{-1}$ ile ikinci en yüksek bitki ağırlığını vermiştir (aradaki fark %32'dir). *Chlorella vulgaris*'in dört kat yoğun kullanıldığı uygulama fasulye bitki ağırlığını arttırmıştır (Çizelge 2). %50 mineral gübreye eklenen 1× ve 2×Chlorella uygulamalarında ise sadece %50 mineral gübreli ikinci kontrol grubundan sırasıyla 55.28 g $bitki^{-1}$ ve 59.98 g $bitki^{-1}$ daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Chlorella'nın 4× dozunun %100 mineral gübreden daha ağır fasulye bitkisi ağırlığı oluşturması, biyogübre olarak algin bitkileri beslemede etkin olduğunu göstermektedir. Bizim sonuçlarımıza benzer şekilde fasulyede akuaponik, derin su kültürü ve NFT besleyici film tekniği ile yetiştirilen bitkilerde en çok biyokütlenin akuaponik sistemle yetiştirilen fasulyelerde oluştuğu bulunmuştur [3].

Klorofil İndeksi Üzerine Chlorella vulgaris'in Farklı Dozlarının Etkisi

Çizelge 1'de görüldüğü üzere *Chlorella vulgaris* kullanılan bütün uygulamalarda klorofil indeksi daha

yüksek bulunmuştur. En yüksek klorofil indeksi 48.59 ile %50 mineral gübre + 4×Chlorella grubunda bulunmuştur. Mikro alg kullanımının artışı klorofil indeksinde artışı sağlamıştır. Akuaponik ve hidroponik sistemler arasında besin tüketimini karşılaştırmak isteyen Yang ve Kim domates ve marulda çalışmalar yapmış, SPAD değerlerinin bu iki bitkide de hidroponik yetiştiricilikte yüksek bulunduğunu bildirmiştir [11]. Akuaponikte yetiştirilen bitkilerde yaprakların daha yeşil renkte ve daha yüksek klorofil içeriğinin olmasında kısmen akuaponikte domates bitkileri tarafından toksik olmayan yüksek miktarda amonyum absorpsiyonu neden olabilir [9].

Çizelge 2. Aquaponik fasulye yetiştiriciliğinde *Chlorella vulgaris*'in farklı dozlarının etkisi

Table 2. The effect of different Chlorella vulgaris concentrations on aquaponic bean growing

	Bitki ağırlığı (g bitki^{-1}) *Plant weight*	Klorofil indeksi (SPAD) *Chlorophlly index*	Gövde çapı (mm) *Stem diameter*	Bitki boyu (cm) *Plant height*	Yaprak sayısı (adet bitki^{-1}) *Number of leaves*	Meyve sayısı (adet bitki^{-1}) *Number of fruit*
100 kontrol *100 control*	63.92 b	43.53 b	4.61 ab	57.50	24.25	34.50 b
50 kontrol *50 control*	43.52 d	41.31 b	4.21 b	53.31	24.12	33.00 b
1×Chlorella	55.28 c	48.07 a	4.85 a	54.95	25.11	38.00 ab
2×Chlorella	59.98 c	48.15 a	4.73 ab	46.89	28.28	48.00 a
4×Chlorella	84.73 a	48.59 a	4.30 b	58.76	35.62	48.00 a
$LSD_{0.05}$	11.02	6.52	0.62	ÖD. NS	ÖD. NS.	11.10

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD); ÖD.: Önemli değil

[z]*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.05 level; NS.: Non significant*

Fasulye Bitkisi Gövde Çapı Üzerine Chlorella vulgaris'in Farklı Dolarının Etkisi

Gövde çapı değerleri, %50 mineral gübre + 1×Chlorella uygulamasında 4.85 mm ve + 2× uygulamasında ise 4.73 mm ile yüksek değerler göstermiştir. %100 mineral gübre uygulamasının 4.61 mm gövde çapı değeri ile aynı istatistik grupta yer almıştır (Çizelge 2). Hidroponik ve akuaponik yetiştiriciliğin karşılaştırması ve balıklardaki yem miktarının bitki büyümesine etkilerini inceleyen bir araştırmada, gövde çapı incelenmiş ve bu sistemler arasında istatistiksel fark bulunmamıştır [7]. Yaptığımız çalışmada *Chlorella vulgaris* kullanımı bitki gövde çapı açısından olumlu etkiler göstermiş gelişmeyi artırıcı desteklemiştir.

Fasulye Bitkisi Yaprak Sayısı Üzerine Chlorella vulgaris'in Farklı Dozlarının Etkisi

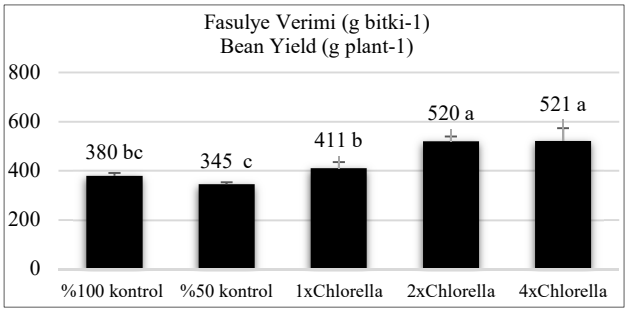
En yüksek yaprak sayısı 4×Chlorella uygulamasından 35.63 adet bitki^{-1} olarak görülmektedir. %100 mineral gübre kontrol grubunda ise 24.25 adet bitki^{-1} elde edilmiştir ve aynı istatistiksel grup içerisindedir (Çizelge 2). Roosta ve ark. [10], domateste yaptıkları bir çalışmada akuaponik yetiştiricilik ve hidroponik yetiştiriciliği kıyaslamışlar ve hidroponik yetiştiricilikte oluşan yaprak sayısının akuaponik yetiştiricilikten daha fazla olduğunu ortaya koymuşlardır. Bu nedenle çalışmamızda %50 azaltılmış mineral gübreye eklenmiş algin akuaponik yetiştiricilik ile birlikte fasulye yaprak sayısını arttırdığı ve bu açıdan %100 mineral gübre kullanılan kontrolün önüne geçtiği görülmüştür.

Fasulye Meyve Sayısı Üzerine Chlorella vulgaris'in Farklı Dozlarının Etkisi

Chlorella vulgaris kullanılan bütün uygulamalar meyve sayısını arttırmıştır. *Chlorella vulgaris*'in yüksek dozları %100 ve %50 mineral madde gruplarına göre yaklaşık %40 daha fazla meyve oluşturmuştur (Çizelge 2). Çoban ve ark. [2]'nın domateste yaptığı bir çalışmada, mikro alg kullanımının meyve sayısını arttırdığı sonucuna ulaşmıştır. Mikro alglerin kullanımının yanı sıra akuaponik yetiştiricilikle birlikte sağlanan ekstra gübre meyve sayısının artmasını pozitif yönde etkilemiştir.

Taze Fasulye Verimi Üzerine Chlorella vulgaris'in Farklı Dozlarının Etkisi

Aquaponik fasulye yetiştiriciliğinde *Chlorella vulgaris*'in verime etkisi Şekil 2'de gösterilmektedir. *Chlorella vulgaris* kullanılan bütün uygulamalar verimi arttırmıştır. 4× ve 2×Chlorella uygulamaları birbirine çok yakın olarak sırasıyla 521 g bitki^{-1} ve 519 g bitki^{-1} ile en yüksek verimi oluşturmuştur. Verimde kontrol grupları olan %100 ve %50 mineral gübre kullanımı ile *Chlorella vulgaris* kullanılan uygulamalar arasında büyük fark bulunmuştur. Taze fasulye verimi bakımında 2× ve 4× uygulamaları %100 mineral gübre kontrolden %37 daha fazla taze fasulye üretmiştir. Graber ve Junge, balık suyundaki önemli bir eksikliğin, hidroponik sudan 45 kat daha düşük olan düşük potasyum konsantrasyonu olduğunu bildirmiştir [4]. Bu, hidroponik üretim sistemine kıyasla akuaponikte daha düşük bir domates kalitesi ile sonuçlanmıştır. Bu açıdan hem mikro alglerin kullanımı hem de kullanılan azaltılmış mineral gübre kullanımı bitkinin beslenmesinde önemli rol oynamış ve verimde çok önemli bir artış görülmüştür. Domateste yapılan bir çalışmada hidroponik ve akuaponik sistemler karşılaştırılmış, kontrol uygulamalarında, akuaponik ve hidroponik yetiştirilen bitkiler arasında meyve sayısı ve meyve verimi açısından bir fark bulamamıştır [10].



Şekil 2. Aquaponik fasulye yetiştiriciliğinde *Chlorella vulgaris*'in taze fasulye verimi üzerine etkisi

Figure 1. The effect of Chlorella vulgaris on yield of aquponic grown bean

Balık Değerleri Üzerine Chlorella vulgaris'in Farklı Dozlarının Etkisi

Aquaponik fasulye yetiştiriciliğinde *Chlorella vulgaris*'in balık boy ve ağırlığı yüzde değişimine etkileri Çizelge 3'de sunulmaktadır. Balık boy ve ağırlığındaki değişimler, %100 kontrol ve 4×Chlorella uygulamalarında en yüksek değerlere ulaşmıştır. Bu durumda 4×Chlorella uygulaması yarı yarıya yemlenen balıklarda boy ve ağırlığının %100 kontrol grubu ile aynı istatistiksel grupta yer alması *Chlorella vulgaris*'in arada kalan %1.5'luk balık yemi açığı kapattığı ve balık beslemesini sağlıklı bir şekilde sürdürdüğünü göstermektedir. Hatun ve ark. (2010)'da Japon balığı (*Carassius auratus*) beslenmesinde alg bazlı yemin değerlendirildiği çalışmada; alg bazlı yem, Japon balığı için kullanılan geleneksel yeme karşı test edilmiş, balıklarda protein, glikojen ve karotenoid içeriği 2 kat artış göstermiştir. Bunun yanında çalışmamızı destekler nitelikte canlı ağırlık artışı %4'e yakın arttığı bildirilmiştir.

Çizelge 3. Aquaponik fasulye yetiştiriciliğinde *Chlorella vulgaris*'in tilapia balıklarına etkisi

Table 3. The effect of Chlorella vulgaris tilapia fish with aquaponic system

	Balık boyu değişimi (%)* *Fish height change*	Balık ağırlığı değişimi (%)* *Fish weight change*
100 kontrol / *100 control*	82.63 a	499.02 a
50 kontrol / *50 control*	52.83 c	273.40 c
1×Chlorella	65.08 b	356.90 b
2×Chlorella	54.29 c	312.85 bc
4×Chlorella	73.51 ab	448.92 ab
$LSD_{0.05}$	9.6	71

*Deneme başlarken kaydedilen ilk ölçüm değerleri ile deneme tamamlandığında kaydedilen son ölçüm değerlerine göre hesaplanan % değişim

SONUÇ

Chlorella vulgaris kullanımının bitkiler üzerindeki biyogübre besleyici etkisinden faydalanma ve akuaponik yetiştiricilikte kullanılan balıkların yemlenmesine yardımcı besin olarak kullanma amacıyla kurulan bu çalışmada, mineral gübreler %50 azaltılarak 2× ve 4× Chlorella alginin eklenmesinden iyi sonuçlar alınmıştır. Kullanılan %50 azaltılmış mineral gübreler ile akuaponik fasulye yetiştiriciliği, standart hidroponik yetiştiricilikten daha ileriye taşınmıştır. Alg kullanımı ile hem hidroponikte kullanılan mineral maddeler azalmış, hem de aynı ortamda balık yetiştirilmiş ve bu suda ki gübreler mineral maddeye çevrilip bitki tarafından kullanılmış ve su filtre edilmiştir. Bundan sonra gelecekte, balıklar "finger lenght" aşamasından daha büyük aşamalarda yetiştirilirken Chlorella etkinliği, fasulye ve diğer sebze yetiştiriciliğinde çalışılacaktır.

KAYNAKLAR

1. Bildirici, N., Bildirici, D. 2021. Sağlıklı bir gelecek için aquaponik sistemler sağlıklı bir gelecek için aquaponik sistemler. İksad Publishing House.
2. Coban, G.A., Dasgan, H.Y., Akhoundnejad, Y., Cimen, B.A. 2020. Use of microalgae (*Chlorella vulgaris*) to save mineral nutrients in soilless grown tomato. Acta Horticulturae 1273:161-168. (doi.org/10.17660/actahortic.2020.1273.22).
3. Estim, A., Saufie, S., Mustafa, S. 2019. Water quality remediation using aquaponics sub-systems as biological and mechanical filters in aquaculture. Journal of Water Process Engineering 30:100566. (doi.org/10.1016/j.jwpe. 2018.02.001).
4. Graber, A., Junge, R. 2009. Aquaponic systems: nutrient recycling from fish wastewater by vegetable production. Desalination 246(1-3):147-156.
5. Lennard, W., Goddek, S. 2019. Aquaponics gıda üretim sistemlerinde aquaponik: temelleri. Springer Uluslararası Yayıncılık, Cham, İsviçre, s:113-143.
6. Pérez-Urrestarazu, L., Lobillo-Eguibar, J., Fernández-Cañero, R., Fernández-Cabanás, V.M. 2019. Suitability and optimization of FAO's small-scale aquaponics systems for joint production of lettuce (*Lactuca sativa*) and fish (*Carassius auratus*). Aquacultural Engineering 85:129-137.
7. Pineda-Pineda, J., Valdez-Zamora, A., Miranda-Velázquez, I., Rodríguez-Pérez, J.E., Ramírez-Arias, J.A., Lozano-Toledano, A. 2018. Yield of two cultivars of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in hydroponic and aquaponic systems. Acta

Horticulturae 1227:347-354 (doi.org/10.17660/actahortic.2018.1227.43).

8. Rakocy, J.E., Masser, M.P., Losordo, T.M. 2006. Recirculating aquaculture tank production systems: aquaponics-integrating fish and plant culture. SRAC Publication, No. 454 USDA. Retrieved from (https://srac.tamu.edu/index.cfm/event/getfactsheet/whichfactsheet/105/).
9. Roosta, H.R., Schjoerring, J.K. 2007. Effects of ammonium toxicity on nitrogen metabolism and elemental profile of cucumber (*Cucumis sativus* L., cv. Styx) plants. Journal of Plant Nutrition 30:1933-1951
10. Roosta, H.R., Hamidpour, M. 2011. Effects of foliar application of some macro and micro nutrients on tomato plants in aquaponic and hydroponic systems. Scientia Horticulturae 129(3):396-402 (doi.org/10.1016/j.scienta.2011.04.006).
11. Yang, T., Kim, H.J. 2020. Comparisons of nitrogen and phosphorus mass balance for tomato, basil and lettuce-based aquaponic and hydroponic systems. Journal of Cleaner Production 274: 122619 (doi.org/10.1016/j.jclepro .2020.122619).

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 257–266 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

Trichoderma harzianum UYGULAMASININ MARULDA FİDE KALİTESİNE ETKİLERİ

Gölgen Bahar ÖZTEKİN[1]*, Orkun İKİZ[2]

[1]Prof. Dr., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir; ORCID:0000-0001-6023-013X
[2]Zir. Yük. Müh., Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, İzmir; ORCID: 0000-0003-0989-826X

ÖZ

Fide yetiştirme ortamına uygulanan *Trichoderma harzianum* (Th) mantarının yaprak gübresi ile birlikte kullanıldığında marul fidelerinde büyüme ve kaliteye olan etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen bu çalışmada, sera domatesi rizosferinden izole edilen Th suşu ve Agroleaf Power 20-20-20+TE yaprak gübresi ile beraber ve yaprak gübresi olmadan kullanılmıştır. Yetiştirme ortamında Th bulunmayan ve yaprak gübresi uygulanan fideler kontrol uygulamasını oluşturmuştur. Th suşu sıvılaştırılarak yetiştirme ortamına (torf) uygulanmış ve bulaşık torf viyollere doldurulup, Kıvırcık-010 marul çeşidine ait tohumlar ekilmiştir. Viyoller çimlendirme odasında 3 gün tutulduktan sonra, fideler dikim büyüklüğüne gelene kadar fide serasında tutulmuştur. Bu süre içerisinde Th+gübreli ve kontrol uygulamasındaki fidelere su rampası ile üstten günde 1 kez yaprak gübresi; Th+gübresiz uygulamasına ise sadece su verilmiştir. Deneme sonuçları, fide kalite indeksinin kontrol ve Th+gübreli uygulamasında yüksek çıktığını, Th+gübreli uygulamasının fide biyokütlesini ve makro element alınımını arttırdığını göstermiştir. Th uygulamasının birlikte kullanıldığında yaprak gübresinin etkinliğini arttırdığı, yaprak gübresi uygulanmadan Th uygulamasının ölçülen tüm parametrelerde kontrol uygulamasının altında kaldığı belirlenmiştir. Elde edilen tüm veriler birlikte değerlendirildiğinde, fide biyokütlesi, element alımı ve kalite indeksine olan olumlu etkileri nedeni ile Th'un fide kalitesini arttırmada tohum ekim ortamına uygulanabileceği ve fide aşamasında yaprak gübresi ile kombine edildiğinde fide kalitesini arttırabileceği; organik fide üretimi için de alternatif bir biyostimülant olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Lactuca sativa*, mantar, suş, yaprak gübresi, biyokütle, kalite indeksi

EFFECTS OF *Trichoderma harzianum* APPLICATION ON SEEDLING QUALITY IN LETTUCE

ABSTRACT

This study was carried out to determine the effects of *Trichoderma harzianum* (Th) fungus applied to the seedling growing medium on growth and quality in lettuce seedlings when combined with foliar fertilizer. Th strain isolated from greenhouse tomato rhizosphere was used with and without Agroleaf Power 20-20-20+TE together as foliar fertilizer. Seedlings treated only foliar fertilizer and without Th in seed sowing media used as control treatment. Th strain was liquefied and applied to the growing medium (peat) and the contaminated peat was filled into seedling trays and the seeds of the Kıvırcık-010 lettuce variety were sown. Trays were kept in the germination room for 3 days and then in the seedling greenhouse until the seedlings reached planting size. During this period, foliar fertilizer once a day from the top with a water ramp for Th+fertilized and control seedlings; Th+fertilizer-free application was given only water. The results of the experiment showed that the seedling quality index was higher in the control and Th+fertilizer applications, and the Th+fertilizer application increased the seedling biomass and macro element uptake. It was determined that Th application increased the effectiveness of foliar fertilizer when used together, and Th application without applying foliar fertilizer remained below the control application in all measured parameters. When all the data obtained are evaluated together, due to its positive effects on seedling biomass, element uptake and quality index, Th can be applied to the seed sowing medium to increase seedling quality and can increase seedling quality when combined with foliar fertilizer at the seedling stage. It was concluded that it can be used as an alternative biostimulant for organic seedling production.

Keywords: *Lactuca sativa*, fungus, strain, foliar fertilizer, biomass, quality index

GİRİŞ

Kültür bitkilerinde bitki gelişimi, verim ve kaliteyi arttırmak için kullanılan gübrelerin ve bitki hastalık ve zararlılarını ekonomik zarar eşiğinin altında tutabilmek amacıyla uygulanan çeşitli kimyasal tarım ilaçlarının (pestisit) bilinçsiz ve aşırı kullanımı çevreyi kirletmekte, insan ve hayvan sağlığını tehdit etmekte, dayanıklılık ve biyolojik çeşitliliğin azalmasına neden olmakta, doğal dengeyi bozmaktadır. Ekolojik sistemde hatalı uygulamalar sonucu bozulan doğal dengeyi yeniden kurmak amacıyla, insana ve çevreye dost üretim sistemlerinin kullanılmasına, kimyasal tarım ilaçları ve gübrelerin

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*: golgen.oztekin@ege.edu.tr

kullanımını en aza indirgeyen yeni ve etkili alternatif yöntemlerin tarımsal üretimde geliştirilmesine ve kullanılmasına ihtiyaç duyulmaktadır [10, 71].

Çevreye duyarlı üretim sistemlerinde gübreleme ve ilaçlama programlarında kullanılan ve son yıllarda oldukça ilgi duyulan alternatiflerden birisi de "faydalı mikroorganizmalar"ın kullanımıdır. Rizosferde çok sayıda faydalı mikroorganizma (bakteri, fungus, alg gibi) bulunur ve topraktaki fizyokimyasal aktiviteler tamamen bu mikroorganizmalara bağlı olarak gerçekleşmektedir [57]. Faydalı mikroorganizmalar biyofertilizer (besin elementlerinin bitki kullanımına hazır hale getirenler), bitki stimülatörü (bitki gelişimini teşvik edenler), biyopestisit (bitki koruyucular) ve rizoremediator (organik kirleticileri parçalayarak indirgeyenler) olarak tarımda kullanılmaktadır.

Faydalı mikroorganizmalar içerisinde bakteriler büyük çoğunluğu oluşturmaktadır [30] ve *Pseudomonas*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Alcaligenes*, *Arthrobacter*, *Burkholderia*, *Bacillus* ve *Serratia* türleri "Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rizobakteriler (Plant Growth Promoting Rhizobacteria: PGPR)" olarak adlandırılmıştır [36, 57]. PGPR'lerin etki mekanizmaları tam olarak belirlenmemiş olmasına ve hala üzerinde çalışmalar devam etmesine rağmen, birçok ülkede tarımsal üretimi sınırlayan biyotik [63, 69, 56, 66] ve abiyotik [44, 72, 21, 22] faktörlere karşı kullanıldığı görülmektedir. Yapılan çalışmalar PGPR'lerin atmosferdeki serbest azotu bağlaması, fosforu çözmesi, enzim [1-aminoklopropan-1-karboksilat (ACC) deaminaz] ve fitohormon [indol-3-asetik asit (IAA) ve türevleri] üretmesi gibi doğrudan etkileri yanında, kök gelişimini teşvik etmesi, bitki besin elementi alınımını arttırması, organik artıkların ayrışmasını sağlaması, toprak yapısı ve verimliliğinin iyileştirilmesi, yer ve besin yarışı ile patojen gelişimini baskılaması, ürettiği bazı sekonder metabolitler ile patojenin gelişimini baskılaması gibi dolaylı etkileri sayesinde bitki gelişimi ve verimini arttırdığını göstermiştir [19, 20, 48, 44, 12, 56, 30]. Bitkisel üretimde PGPR'lerin ilk uygulamaları bitki gelişimini teşvik amaçlı olsa da, sonraki yıllarda yapılan çalışmalar PGPR'lerin bitkisel üretimde biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılmasını da kapsamıştır. En çok *Pseudomonas* ve *Bacillus* türlerine ait olan PGPR'lerin toprak kökenli patojenlerin antagonisti olarak kullanıldıkları görülmektedir [30].

Bitki gelişimini teşvik eden bakteriler gibi *Trichoderma* benzeri mantarların da sera ve tarla koşullarında etkili bir biyokontrol ajanı, biyofertilizer ve bitki stimülatörü olarak kullanıldığı belirtilmektedir [27, 68, 25, 26].

Hypoceaceae familyasında yer alan *Trichoderma*'lar başlangıçta saydam daha sonrasında ise yeşile yakın renklerde gözlenmekte ve hızlı çoğalma kabiliyetindedirler [2]. *Trichoderma* türleri çeşitli bitkilerin kök yüzeylerinden, çürüyen kabuktan, sklerotlardan veya fungusların diğer üreme organlarının üzerinden izole edilebilmektedir [54]. *Trichoderma*'lar genellikle köklerde serbest yaşayan bir toprak mantarı cinsi olarak kabul edilmekle beraber, istisnai bazı durumlarda bitki gövdelerinde diğer mantarların parazitleri olarak da hayatlarını sürdürebilmektedirler [58].

Trichoderma mantarı ilk olarak 1794 yıllında Almanya'da genus düzeyinde Persoon tarafından teşhis edilmiştir [42] ve daha sonra Rifai'nin yaptığı çalışmalar ile *Trichoderma harzianum* dâhil toplam 9 türü belirlenmiş; günümüzde moleküler yöntemlerin fungusların teşhisinde kullanılmasıyla birlikte 90'nın üzerinde *Trichoderma* türü teşhis edilmiştir [16, 58]. *T.harzianum* bilinen *Trichoderma* türleri arasında en yaygın olması ile beraber, *T.strigosum*, *T.asperllum*, *T.viride*, *T.spirale* gibi türler de tasnif edilmiştir [17].

Trichoderma mantarının tarım açısından önemi birçok izolatının sera ve tarla koşullarında toprak kaynaklı hastalıkları kontrol etmede biyolojik mücadele ajanı olarak başarılı şekilde kullanılmasından kaynaklanmaktadır [61, 10, 5, 66, 39, 41, 60, 31]. Yapılan çalışmalar bazı *Trichoderma* türlerinin *Fusarium*, *Verticillium*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora*, *Botrytis*, *Aspergillus* ve *Sclerotinia* türleri gibi bitki patojenlerine karşı iyi bir antagonistik yeteneğe sahip olduğunu ortaya koymuştur [11]. Antagonistik etki *Trichoderma*'lar tarafından antifungal metabolitlerin üretimi, besin ve yer için yarışma ve mikoparazitlik gibi farklı mekanizmalar tarafından sağlanmaktadır [11, 37]. *Trichoderma* spp. içerisinde *T.harzianum*'un biyolojik mücadelede en çok kullanılan tür olduğu belirlenmiştir [18, 61, 47, 8, 40].

Kökte kolonize olan *Trichoderma* spp.'nin bitki savunma mekanizmalarını stimüle ederek ve çeşitli antibiyotik bileşikler üreterek [59] bitkileri toprak kaynaklı patojenlere karşı dirençli hale getirmesi yanında; bitki gelişimini hızlandırdığı, sürgün ve kök gelişimini teşvik ettiği; fotosentezi, verimi ve abiyotik stres koşullarına dayanıklılığı arttırdığı, besin alınımı ve kullanımını teşvik ettiği bilinmektedir [27, 68, 25, 26]. *Trichoderma*'nın bilinen diğer bir özelliği de toprakta bulunan fosfor, mangan, bakır, demir gibi elementleri çözünür bir forma dönüştürerek topraktan kolaylıkla alınabilir forma sokmasıdır. Böylelikle bitkinin element alımı ve dolayısıyla büyüme hızı artmaktadır [24].

Fide bitkisel üretimin başlangıç materyali olduğu için, üretime sağlıklı ve kaliteli bir fide ile başlamak

oldukça önemlidir. Kaliteli fide eldesi için koruma amaçlı ve bulaşma durumunda aşırı pestisit uygulaması, pişkinleştirmede ve kalite düzenlemede fide gelişimini arttırıcı/durdurucu kimyasalların uygulaması pratikte fazlaca yapılan uygulamalardandır. Ancak söz konusu bu uygulamalardaki aşırıya kaçmalar fide kalitesinde olumsuzluklara (bodurlaşma, sararma, aşırı uzama, cılız kalma vs.) yol açabilmektedir. Uygulanacak *Trichoderma* spp. gibi faydalı mikroorganizmaların kullanımı ile ekolojik denge korunarak da kaliteli fide elde etmek mümkündür. Nitekim farklı fide türlerinde yapılan çalışmalar *T.harzianum* uygulamasının kontrole göre tohumlarının çıkış ve çimlenme oranını [67, 68, 55], fidelerde kök ve sürgün yaş ve kuru ağırlığını [67, 27, 68, 50, 4], fide boyu ve yaprak alanı [27, 68, 14], yaprak sayısı [55], kök uzunluğunu [68], kök ve yeşil aksamda bazı makro ve mikro element içeriğini [68] arttırdığını, hastalık kontrolü sağladığını [27] ortaya koymuştur.

Yürütülen bu çalışmada, fide yetiştirme ortamına uygulanmış *Trichoderma harzianum* susşunun yapraktan gübre uygulaması ile kombine edilerek ve edilmeden kullanımının marulda fide kalitesine etkilerini belirlemek amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışma, 2018 yılının ilkbahar yetiştirme döneminde Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'nde yürütülmüştür.

Materyal

Denemede bitkisel materyal olarak "Kıvırcık-010" marul çeşidi (Paşa Tohumculuk, Balıkesir) kullanılmıştır.

Test edilen *T.harzianum* suşu "Organik Bitkisel Üretimde Değerlendirilmek Üzere Girdi Üretim Yöntemlerinin Geliştirilmesi" isimli TÜBİTAK 111G055 numaralı proje kapsamında geliştirilmiş formülasyonlar olup, yapılan denemelerde en umutvar olan suş [28, 29] bu çalışmada kullanılmıştır. Söz konusu suş, Adana Biyolojik Araştırma İstasyonu'nda (Ceyhan/Adana) sera domates bitkisi rizosferinden izole edilmiştir. 1×10^6 cfu/bitki mikroorganizma sayısına sahip olan suş, sıvı halde kullanılmıştır.

Yaprak gübresi olarak ise ticari fide firmalarında en çok kullanılan 20-20-20+TE kompoze gübre (Agroleaf Power, 300 g/da) denemeye alınmıştır.

Metot

Konusuna göre bitki sayıları üzerinden hesaplanmış Th suşu ithal torf (Klassman TS1, Almanya) ortamına karıştırılmış, torf iyice harmanlanmış ve nemlendirilmiş, 210'luk viyollere (66.5×33.5×4.9 cm) doldurulmuş ve her göze 1 tohum gelecek şekilde 09.05.2018 tarihinde tohum ekimi yapılmıştır. Denemede her konu için 2 viyol hazırlanmış; her viyol (n:105/tekerrür) bir tekerrür olarak kabul edilmiştir. Tohum ekiminden sonra ortamlar tekrar nemlendirilip viyoller streç film ile kaplanmış ve çimlendirme odasına konulmuştur. Viyoller çimlendirme odasında (karanlık, gece/gündüz 18°C, %80 nem) 3 gün tutulduktan sonra; fide adaptasyon serasına alınıp, dikim büyüklüğüne gelene kadar burada tutulmuştur. Bu süre içerisinde yetiştirme ortamına Th uygulanan fideler gübreli ve gübresiz olarak yetiştirilmiş; Th+gübreli ve kontrol uygulamasındaki fidelere su rampası ile üstten günde 1 kez yaprak gübresi; Th+gübresiz uygulamasına ise sadece su verilmiştir. Fideler tohum ekiminden 24 gün sonra dikim büyüklüğüne gelmiş; ölçüm ve analizler yapılmıştır. Uygulamaların çıkış üzerine etkilerini ortaya koymak amacıyla, tohum ekiminden itibaren %50'sinin çimlenmesine kadar geçen süre çıkış süresi (gün), ekimi yapılan tohum miktarı ile elde edilen fide sayısının oranı çıkış oranı (%) olarak belirlenmiştir. Dikim büyüklüğüne gelen fidelerde hasat günü sabah erken saatlerde her tekerrürden 20 adet fide seçilerek yaprak uç bölgesinden mikrometre (Mitutoyo, Japonya) yardımı ile yaprak kalınlığı (mm) ve klorofil metre (SPAD-502 Plus, Konica Minolta, Japonya) yardımı ile klorofil indeksi (SPAD) ölçülmüştür. Fidelerin yaprak rengi (L, a*, b*) renk ölçer (CR-300 Chroma Meter, Konica Minolta, Japonya) ile laboratuvarda ölçülmüş hue (h°) ve kroma (C*) değerleri ölçülen değerler üzerinden hesaplanmıştır [45]. Renk okuması her tekerrürde tam açmış 3. veya 4. gerçek yaprakta 10 adet yapılmıştır. Seçilen 10 adet fide viyollerden sökülerek kök başlangıcından büyüme ucuna kadar olan uzunluk şerit metre ile ölçülerek fide boyu (cm), kök boğazından kök uç noktasına kadar olan kısım şerit metre ile ölçülerek kök boyu/kök derinliği (cm) ve hipokotilin orta kısmından dijital kumpas (Mitutoyo, Japonya) ile gövde çapı (mm) ölçülmüştür. Fidelerin kök ve vejetatif aksamı (yaprak+gövde) ayrılarak temizlenmiş ve hassas terazide kök ve vejetatif aksam yaş ağırlıkları (g) tartılmıştır. Etüvde 65°C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar bekletilen bitki kısımları hassas terazide tartılıp kuru ağırlıkları (g) ve kuru madde içerikleri (%) belirlemiştir. Fidelerin Dickson kalite indeksi (DQI) kuru ağırlık, boy ve çap

üzerinden Dickson ve ark. [15]'nın kullandığı formüle göre belirlenmiştir.

Denemelere ait kurutulmuş üst aksam (yaprak ve gövde) örnekleri, öğütücü yardımı ile toz haline getirilmiş ve yaş yakma yöntemi ile yakılarak makro (N, P, K, Ca, Mg, Na) ve mikro (Fe, Zn, Mn, Cu) besin elementleri belirlenmiştir. Yaş yakılan örneklerde P Vanadomolibdofosforik sarı renk yöntemi ile kolorimetrik olarak; K ve Ca alev fotometresinde; Mg, Na ve Fe atomik absorbsiyon spektrofotometresinde; Zn, Mn ve Cu spektrofotometrede okunmuştur. Toplam N ise modifiye Kjeldahl yöntemiyle tespit edilmiştir. Sonuçlar kuru maddede %ve mg/kg olarak hesaplanmıştır [32].

Tesadüf parselleri deneme desenine göre tek faktörlü ve 3 tekrarlı olarak kurulan her iki denemeden elde edilen verilere, bilgisayarda JMP (sürüm 5.0) istatistik paket programı uygulanmıştır ve ortalamalar arasındaki fark TUKEY testine göre belirlenmiştir.

BULGULAR

Çimlenme Performansları

Marul tohumları ortalama 4.5 günde çimlenmiştir. *T.harzianum*'un gübreli ve gübresiz uygulamalarda çimlenme süresini 1 gün kısalttığı belirlenmiştir. Çimlenme oranı ise %57.1-63.6 arasında değişmiş, uygulamaların çimlenme oranı üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 1).

Fide Morfolojisi

Uygulamaların fide boyu, kök boyu, gövde kalınlığı üzerine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Yaprak kalınlığı uygulamalardan etkilenmemiştir. Marul fidelerinde Th uygulaması fide boyunu baskılamış, en uzun boy 5.56 cm ile kontrol grubunda, en kısa fide boyu 4.45 cm ile Th+gübresiz fidelerinden elde edilmiştir. Gübre uygulanmayan Th uygulamasında fide boyu en düşük değerde olmuş, gübre uygulaması fide boyunu arttırmıştır. Fide boyuna benzer şekilde kök boyları da Th uygulamasında düşük olmuştur. En uzun kök boyu 7.06 cm ile kontrol grubu fidelerden elde edilmiştir. Bunu Th+gübreli uygulaması izlemiş; en düşük kök boyu Th+gübresiz fidelerden elde edilmiştir. En yüksek gövde kalınlığı değeri Th+gübreli uygulamadaki fidelerden elde edilmiştir (Çizelge 2).

Fide kök yaş ve kuru ağırlıkları ve kuru madde miktarı üzerine uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunurken; vejetatif aksam (yaprak+gövde) yaş ağırlıkları ile kuru madde miktarı üzerine uygulamaların etkisi önemli bulunmuştur. Th+gübreli uygulamasındaki fideler 0.61 g/bitki ile en yüksek vejetatif aksam ağırlığına sahip olmuş; söz konusu uygulamayı kontrol grubu fideler izlemiştir. Th+gübresiz uygulamadaki fideler ise en düşük vejetatif aksam yaş ağırlığına sahip olmakla birlikte kontrol grubu fideler ile aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Fidelerinin vejetatif aksam kuru ağırlıkları uygulamalardan etkilenmemiştir. Ancak en yüksek vejetatif aksam kuru ağırlık değerlerinin Th+gübreli uygulamalardan elde edildiği görülmektedir. Bunu kontrol grubu fideler izlemiştir. Vejetatif aksam kuru madde miktarı kontrol ve Th+gübresiz uygulamalarına ait fidelerde yüksek bulunmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 1. Uygulamaların tohum çimlenme süresi ve oranına etkileri

Table 1. Effects of treatments on germination duration and rate

Uygulamalar *Treatments**	Çimlenme süresi (gün) *Germination duration (day)*	Çimlenme oranı (%) *Germination rate*
Th+gübreli *Th+fertilizer*	4 b	57.1
Th+gübresiz *Th+fertilizer-free*	4 b	60.7
Kontrol (gübreli) *Control (with fertilizer)*	5 a	63.6
P	<0.0001	0.883

*Th+gübreli: *Th+foliar fertilizer*; Th+gübresiz: *Th+foliar fertilizer-free*; Kontrol (Gübreli): *Control (only foliar fertilizer)*

Çizelge 2. Uygulamaların fide morfolojisine etkisi

Table 2. Effects of treatments on seedling morphology

Uygulamalar *Treatments*	Fide boyu *Seedling height* (cm)	Kök boyu *Root height* (cm)	Gövde kalınlığı *Stem diameter* (mm)	Yaprak kalınlığı *Leaf thickness* (mm)
Th+gübreli *Th+fertilizer*	4.82 b	6.67 b	1.99 a	0.235
Th+gübresiz *Th+fertilizer-free*	4.45 c	5.81 c	1.89 b	0.223
Kontrol (Gübreli) *Control (with fertilizer)*	5.56 a	7.06 a	1.85 b	0.234
P	<0.0001	<0.0001	0.0005	0.1515

Çizelge 3. Uygulamaların fide vejetatif aksam (yaprak+gövde) ve kök yaş ve kuru ağırlıklarına etkisi

Table 3. Effects of treatments on seedling vegetative parts (leaf+stem) and root fresh and dry weights

Uygulamalar *Treatments*	Kök *Root*			Vejetatif aksam *Vegetative parts*		
	YA (g)	KA (g)	KM(%)	YA (g)	KA (g)	KM(%)
Th+gübreli *Th+fertilizer*	0.28	0.028	10.16	0.61 a	0.063	10.21 b
Th+gübresiz *Th+fertilizer-free*	0.33	0.030	8.89	0.49 b	0.057	11.53 a
Kontrol (gübreli) *Control (with fertilizer)*	0.26	0.024	9.14	0.57 ab	0.067	11.79 a
P	0.1894	0.4863	0.4266	0.0263	0.2506	0.0123

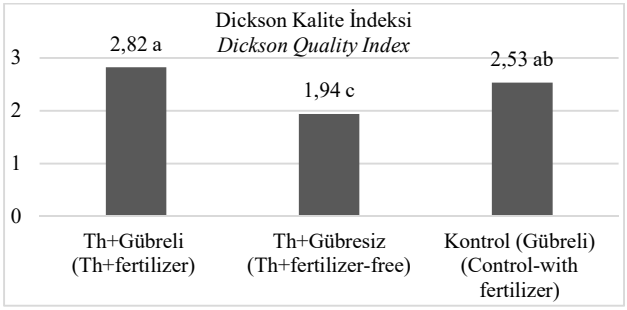
*YA: Yaş ağırlık (*Fresh weight*); KA: Kuru ağırlık (*Dry weight*); KM: Kuru madde (*Dry matter*)

Dickson Kalite İndeksi

Dickson kalite indeksi (DQI) üzerine uygulamaların etkisi önemli (P:0.0610) bulunmuştur ve 1.94-2.82 arasında değişmiştir. En kaliteli fideler Th+gübreli uygulamasından elde edilmiş; gübre uygulaması yapılan kontrol grubu fideler ile aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Gübre uygulanmayan ancak Th uygulanmış fidelerden daha düşük kalitede fideler elde edilmiştir (Şekil 1).

Klorofil İndeksi ve Renk Değerleri

Klorofil indeksi üzerine uygulamaların etkisi önemli bulunmuş ve en yüksek klorofil oranı kontrol grubu fidelerden elde edilmiştir. Th+gübreli uygulaması kontrol gurubu ile aynı istatistiksel grupta yer almıştır (Çizelge 4).



Şekil 1. Uygulamaların fide kalite indeksine etkisi
Figure 1. Effects of treatments on seedling quality index

Rengin açıklık ve koyuluğunu gösteren parlaklık (L) değeri, yeşil rengi simgeleyen a* ve sarılık oranını gösteren b* değeri, yeşil ve sarılık indeksini belirleyen a*/b* değeri, rengin temel bileşenlerini belirleyen hue (h°) değeri ve renklerin doygunluğunu belirleyen kroma (C*) değerleri uygulamalardan etkilenmemiştir. Her üç uygulamadaki yaprak renk değerleri birbirine yakın bulunmuştur (Çizelge 4).

Çizelge 4. Uygulamaların renk değerleri üzerine etkileri
Table 4. Effets of treatments on colour parameters

Uygulamalar *Treatments*	Klorofil indeksi *Chlorophyll index (SPAD)*	Renk değerleri *Colour parameters*					
		L*	a*	b*	a*/b*	h°	C*
Th+gübreli *Th+fertilizer*	14.65 ab	61.13	-13.09	40.46	-0.32	-72.13	42.59
Th+gübresiz *Th+fertilizer-free*	13.47 b	59.58	-14.24	39.96	-0.36	-70.36	42.44
Kontrol (gübreli) *Control (with fertilizer)*	16.23 a	61.68	-14.03	38.75	-0.36	-70.14	41.23
P	0.0052	0.3080	0.7016	0.2332	0.5324	0.5259	0.3952

*L (*Lightness*: parlaklık); negatif a*: yeşil, pozitif b*: sarı; h° (hue açısı) rengin temel bileşenleri (0°:kırmızı, 90°:sarı, 180°:yeşil, 270°:mavi; C* (kroma): rengin doygunluğu ve canlılığı

Element İçerikleri

Marul fidesi yapraklarında N %3.54-3.75, P %0.21-0.31, K %2.04-2.83, Ca %1.89-1.97, Mg %0.45-0.57, Na 5453.7-6200.7 mg/kg, Fe 54.27-81.08 mg/kg, Mn 33.47-42.91 mg/kg, Cu 1.88-2.26 mg/kg ve Zn 73.38-76.74 mg/kg arasında değişmiş; uygulamaların sadece yaprak P, K, Mg ve Na içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Th+gübreli uygulamasındaki fideler P, K, Na, Fe, Cu ve Zn içeriğinde, kontrol uygulamasındaki fideler N, P, Ca, Mg, Na ve Mn içeriğinde yüksek değerlere sahip olurken; sadece Th uygulanan fideler tüm makro ve mikro element içeriğinde en düşük değerlere sahip olmuşlardır (Çizelge 5).

Çizelge 5. Yaprak element içeriğinin uygulamalara göre değişimi
Table 5. Variation of leaf element content according to treatments

Uygulamalar *Treatments*	Makro element / *Macro elements*						Mikro element / *Micro elements*			
	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
Th+gübreli / *Th+fertilizer*	3.73	0.31 a	2.83 a	1.89	0.49 b	5862.2 a	81.08	33.47	2.26	76.74
Th+gübresiz / *Th+fertilizer-free*	3.54	0.21 b	2.04 b	1.89	0.45 c	5453.7 b	57.89	35.43	1.88	73.38
Kontrol (gübreli) / *Control (with fertilizer)*	3.75	0.28 a	2.09 b	1.97	0.57 a	6200.7 a	54.27	42.92	2.01	73.47
P	0.6962	0.0041	0.0392	0.1469	0.0024	0.0079	0.0024	0.3456	0.3890	0.3313

TARTIŞMA

Fide üretiminde tohum ekim ortamına uygulanan *T.harzianum* suşunun, yapraktan yapılan gübreleme ile marul fidelerinin kalitesine olan etkisini görebilmek için yürütülen bu çalışmada, uygulamalar *T.harzianum* suşu olmayan ancak fide firmalarında olduğu şekilde gübrelenen uygulama ile kıyaslanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlar fide kalite indeksinin kontrol ve Th+gübreli uygulamasında yüksek çıktığını, *T.harzianum*'un gübre uygulaması ile kombine kullanıldığında yaprak gübresinin etkinliğini arttırdığı, yaprak gübresi uygulanmadan Th uygulamasının ölçülen tüm parametrelerde kontrol uygulamasının altında kaldığını göstermiştir.

T.harzianum uygulamaları çimlenme gücü ve çimlenme hızı üzerine etki etmekte ve türlere göre farklı sonuçlar elde edilebilmektedir [6, 65]. Nitekim Okoth ve ark. [49], *Trichoderma* uygulamasının mısır tohumunun çimlenme oranını önemli ölçüde arttırdığını ancak fasulye tohumlarının çimlenmesi

üzerine bir etkisi olmadığını belirtmiştir. Yürütülen araştırmada tohum çimlenme hızının *T.harzianum* uygulamasından etkilendiği, gübreli ve gübresiz uygulamalar arasında fark olmadığı ve kontrol uygulamasına göre *T.harzianum* uygulamasının 1 gün erkencilik sağladığı görülmüştür [43, 51]. Şalk ve ark. [62] marul tohumlarının erken çimlendiğini ve ortalama çimlenme süresinin 4-5 gün olduğunu belirtmişlerdir. Elde edilen çimlenme süresi belirtilen sürelere uymaktadır. Marul tohumlarının çimlenme oranının tohum saklanma süresine, saklanma koşullarına, çimlenme zamanı sıcaklıklarına ve çeşitlere göre değişmekle beraber %50-90 arasında olduğu; ve optimum çimlenme sıcaklığının ise 15-18°C olduğu belirtilmiştir [23]. Araştırmada ortalama çimlenme oranı %60.5 olmuş, uygulamalar arasında istatistiksel bir farklılık görülmemiştir. Marul tohumlarının çimlenme oranının literatüre uyumlu olsa da yüksek olmasının sebebi standart çeşit kullanılmış olmasına, tohumların çimlenme odasından sonra çıkışlarını tamamlamak üzere konuldukları serada sıcaklıkların yüksek olması (ortalama 26°C), yetiştirme ortamının neminin iyi ayarlanamaması ihtimaline bağlanmıştır.

Marulda fide boyunun 4.20 ile 5.70 cm arasında [35] ve 3.42 ile 5.57 cm arasında [53] değiştiği belirtilmiştir. Araştırmadan elde edilen fidelerin boyu belirtilen sınırlar içerisinde olmuştur. Önceki çalışalar [27, 68, 14, 3] *T.harzianum* uygulaması ile fide boyunda artış olduğunu ortaya koymuştur ancak yürütülen araştırmada *T.harzianum* uygulaması ile fide boyunda kontrol uygulamasına göre azalama elde edilmiştir. Fide boyunun uzun olması fide kalitesi açısından tercih edilen bir durum olmamakla beraber, tek başına değerlendirilmemesi gerekmektedir. Bu bağlamda, *T.harzianum* uygulanmış fidelerin boyunun kontrole göre düşük çıkması fidenin kalitesinde eksiklik olarak görülmemektedir. Yaprak gübresi uygulanmayan *T.harzianum* uygulamasında bile fide boyu önceki çalışmalarda belirtilen sınırlar içerisinde kalmış ancak en düşük boyu vermiştir. Benzer durum kök boyu için de geçerli olmuştur. Kök boyu önceki çalışmalarda yetiştirme koşulu ve çeşide göre değişmekle birlikte 6.2 cm'den 17.7 cm'ye kadar değişiklik göstermiştir [53, 35] ve elde edilen sonuçlar önceki çalışmalar ile uyumlu bulunmuştur. Björkman ve ark. [7] *T.harzianum* uygulamasının kök uzunluğunu kontrole kıyasla %66 oranında arttırdığını belirtmiştir. Ancak yürütülen çalışmada *T.harzianum* uygulaması kök boyunu uygulanmayan ortamdaki fidelere göre kısaltmıştır. Bu sonucun *T.harzianum* uygulaması ile ortamdan besin alımı artışı sağlandığı için [24] kökün besin maddesi ve su bulmak için derinlere inme içgüdüsü göstermediğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yaprak kalınlığı uygulamalardan etkilenmemiştir ve yaprak kalınlığının 0.23-0.35 mm arasında değiştiğini gösteren önceki çalışma ile [53] uyumlu bulunmuştur. Yaprak gübresi ve *T.harzianum*'un birlikte uygulandığı fidelerde gövde kontrole ve gübresiz *T.harzianum* uygulamasına göre kalınlaşmıştır. Önceki çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiş, Azarmi ve ark. [3] domates fidelerinde mikrobiyal gübreleme ile gövde çapının kontrol uygulamasına kıyasla arttığını; İkiz ve ark. [29] domateste yaprak gübresi ve *T.harzianum*'un birlikte uygulandığında hipokotil kalınlığını arttırdığını tespit etmişlerdir.

Fide biyokütlesi -özellikle vejetatif aksam- yaprak gübreli uygulamalarda artış göstermiştir. Tek başına *T.harzianum* uygulamasının en düşük yaş ağırlığı verdiği belirlenmiştir. Kök ve sürgün yaş ve kuru ağırlığı ile ilgili olarak elde edilen bu bulgular farklı sebze türlerinde mikrobiyal gübrenin ve özellikle *T.harzianum*'un kök ve sürgün yaş ve kuru ağırlığını kontrole göre önemli oranda artırdığını bildiren önceki bazı çalışmalardan [27, 7, 68, 50, 4, 1, 38, 51, 52] farklılık göstermektedir. Bu durum yapılan önceki çalışmalarda kontrol uygulaması olarak hiçbir uygulamanın yapılmadığı bitkiler ile *T.harzianum* uygulanmış bitkilerin kıyaslanmasından kaynaklanabilmektedir. Yürütülen çalışmada, kontrol gurubu fidelere ticari fide firmalarında en çok kullanılan kompoze yaprak gübresi uygulanmış ve yaprak gübresi fide gelişimini teşvik etmiştir.

Mikrobiyal gübrelemede kullanılan mikroorganizmaların etkinliği bitki türü ve çeşidine, yetiştirme sistemi, ortamı ve sezonuna ile çevre şartlarına göre önemli derecede değişebilmektedir [9]. Buna bağlı olarak da mikrobiyal gübreleme ile ilgili çalışmalarda birbirinden farklı sonuçlar elde edilebilmektedir [35]. Nitekim Yedidia ve ark. [68], *T.harzianum* uygulanmış toprakta hıyar fidelerinin kontrol bitkilerine kıyasla kök alanında, kümülatif kök uzunluğunda, kuru ağırlığında, sürgün uzunluğunda, yaprak alanında, kök kuru ağırlığında ve sürgün kuru ağırlığında önemli artışlar meydana getirdiğini belirtmiştir. Ancak, Azarmi ve ark. [3] fide kalitesi üzerine farklı *T.harzianum* izolatlarının etkilerinin farklı olabileceği belirtilmiştir. Ozbay ve Newman [50] domates fidelerine uyguladıkları *T.harzianum* suşlarının kontrol grubu ile kıyaslandığında, domates fidesi büyümesini iyileştirdiğini ancak kök yaş ve kuru ağırlığı üzerine etki etmediklerini belirtmiştir. Başka bir çalışmada ise *T.harzianum* suş T22'nin fide performansı üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığını ancak stres koşulu altında T22'nin stresli bitkilerde toksik

reaktif oksijen türlerinin (ROS) birikmesinden kaynaklanan hasarları azalttığı saptanmıştır [43]. Mikrobiyal gübre uygulamalarında gübrenin etkisinin istenilen düzeye ulaşabilmesi için mikro-organizmaların yaşamını etkileyen özelliklerinin de (pH, nem, organik madde gibi) kontrol altında tutulması gerekliliği unutulmamalıdır [33].

Fide kalitesi fidelerin fizyolojik ve morfolojik özelliklerine göre değişebilmektedir. Her ne kadar fide kalitesinin en doğru ölçüsü ikisinin birlikte değerlendirmesi olsa da morfolojik görünüm fide fizyolojisinden daha kolay ölçülebilir ve pratik olması nedeni ile tercih edilmektedir. Fide boyu, gövde çapı, kök uzunluğu, yaş ve kuru ağırlık, sürgün-kök oranı ve yaprak sayısı vs parametreler morfolojik tanımlamada kullanılmaktadır. Morfolojik derecelendirmeleri iyi olan fideler, asıl yerlerine dikildiklerinde tutunma ve hayatta kalmada belirgin farklılıklar ve pozitif ilişkiler göstermektedirler. Dickson ve ark. [15] tarafından fidanlar için geliştirilen kalite indeksi (DQI), kuru ağırlık, fide boyu ve gövde çapı üzerinden formülize edilen entegre bir indekstir. Bu nedenle fide üretiminde de kullanılabileceği düşünülmüştür. Yürütülen çalışmada elde edilen tüm fidelerin kalitesi iyi olarak sınıflandırılmış ve en yüksek DQI değeri *T.harzianum* ve gübre uygulaması yapılan uygulamadan elde ediliştir. Bu sonuç domates fidelerinde yürütülen *T.harzianum* çalışmasında da DQI sonucu ile uyumlu bulunmuştur [29].

Klorofil indeksi (SPAD) *T.harzianum* uygulaması yapılan ortamda yetişen fidelerde daha düşük bulunmuş, fide renkleri gözle görülecek bir farklılık yaratmamakla beraber daha açık olmuştur. Yapılan önceki çalışmalarda *T.harzianum*'un klorofil içeriğini arttırdığı [27, 70, 3, 46, 73] veya azalttığı [13] belirtilmiştir. Araştırma bulgumuzu destekler nitelikte Çubuklu [13], aşılı domates bitkilerinde yürüttükleri çalışmalarında *T.harzianum* uygulamasının hiçbir üretim dönemde yaprak toplam klorofil içeriğine etkisini önemli bulmamışlardır. Uygulamaların L*, a*, b*, a*/b*, h° ve C* renk değerlerinde meydana getirdiği değişiklik de istatistiki olarak önemli görülmemiştir. Mikrobiyal gübre uygulamasının marul fidelerinde renk değerleri üzerine etkileri de önceki çalışmalarda değişiklik göstermiştir. Katgıcı ve ark. [34], mikrobiyal gübre uygulamasının marulda L* ve C* renk değerlerinde önemli değişiklik yaratmadığını, h° renk değerinin kontrolden daha yüksek olduğu tespit etmişlerdir. Kibar [35] ise marulda farklı dozlarda mikrobiyal gübre uygulamalarının b renk değeri hariç diğer renk parametreleri üzerine bir etki yaratmadığını saptamıştır. Bu sonuçlar önemli bir kalite parametresi olan renk değerlerinin çevre şartlarından, yetiştirme koşullarından, kullanılan mikrobiyal gübreden ve çeşit farkından etkilenebileceğini göstermiştir.

Yararlı mikroorganizmaların kullanımının bitkide element içeriğini arttırdığını belirten çalışmalar mevcuttur. Yedidia ve ark. [68]'nın hıyarda, Azarmi ve ark. [3]'nın domateste yaptıkları çalışmalarda *T.harzianum* uygulamasının yaprak besin element içeriğini arttırdığını belirtmişlerdir. Bu etki *Trichoderma*'nın toprakta elementleri çözünür bir forma dönüştürmesi ve dolaylı olarak bitki tarafından alınımını arttırmasından kaynaklanmaktadır [24]. Yürütülen bu çalışmada uygulamaların sadece fidelerin P, K, Mg ve Na içeriğini etkilediği; *T.harzianum*in+gübreli uygulamasındaki fidelerin daha yüksek P, K, Na, Fe, Cu ve Zn içeriğine sahip olduğu görülmüştür. Tan [64], organik fide üretiminde uygun yetiştirme ortamını belirlemeye çalıştığı denemesinde, bir çok ortam denemiştir. İthal torf ortamında yetiştirdiği marul fidelerinin N, P, K, Ca, Mg, Fe ve Zn besin element içeriklerini sırasıyla %1.25, %0.30, %2.27, %2.28, %0.39, 150.97 ppm ve 16.83 ppm; ithal torfta yetişen fidelere 20+2020+TE kompoze gübresinin yapraktan uygulanması durumunda ise aynı besin element içeriklerini sırasıyla %1.86, %0.43, %2.38, %2.61, %0.40, 170.30 ppm ve 21.47 ppm olarak bulmuştur. Araştırmacı belirtilen kompoze gübrenin, gübrelenmemiş fide yapraklarına göre besin element içeriğini arttırdığını ortaya koymuştur. Benzer durum yürütülen çalışmadan da elde edilmiştir. Ayrıca önceki çalışmadan elde edilen verilerle kıyaslandığında *T.harzianum*in+gübreli uygulamasının fidelerde N, K, Mg ve Zn içeriğini arttırdığı saptanmıştır.

Fide biyokütlesi, element alımı ve kalite indeksine olan olumlu etkileri nedeni ile *T.harzianum*'un marul fidesi üretiminde özellikle patojen zararına karşı koruyucu etkisi ve insan ve çevre sağlığına duyarlı bir uygulama olması nedeni ile de kullanılması önerilmektedir. Ayrıca organik fide üretiminde de kullanılabilecek bir alternatif uygulama olması *T.harzianum*'un önemini daha da arttırmaktadır. Ancak etkinliğinin birçok faktöre bağlı olarak değişebileceği unutulmamalıdır. *T.harzianum* suşunun fide döneminde yapraktan yapılan uygulama ile birlikte kullanımı, ölçülen tüm parametrelerde etkisini olumlu bir şekilde göstermiştir. Yaprak gübresi uygulanmadan sadece *T.harzianum* uygulaması, ölçülen parametrelerin çoğunda en düşük değerlere sahip olmuştur. Bu bağlamda marul fidesi kalitesini arttırmada tek başına yeterli görülmemiştir. Ticari fide üretiminde standart bir şekilde kullanılan 20:20:20+TE (mikro element) yaprak gübresinin *T.harzianum* ile birlikte kullanılması, ancak farklı türlerde ve yetiştirme

koşullarında araştırmalar yapılması sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

1. Akkuş, F., 2011. Mikrobiyal ve inorganik gübre uygulamalarının tuz stresi altında yetiştirilen ıspanak (*Spinacia oleracea*) ve kök kerevizde (*Apium graveolens*) bitki gelişimi ve verim üzerine etkisi. (Yüksek Lisans Tezi), Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
2. Aydın, M.H., 2015. Bitki fungal hastalıklarıyla biyolojik savaşta *Trichoderma*'lar. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 2:135-148.
3. Azarmi, R., Hajieghrari, B., Giglou, A., 2011, Effect of *Trichoderma* isolates on tomato seedling growth response and nutrient uptake. African Journal of Biotechnology, 10(31):5850-5855.
4. Bal, U., Altintaş, S., 2006. Effects of *Trichoderma harzianum* on the yield and fruit quality of tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.) grown in an unheated greenhouse, Australian Journal of Experimental Agriculture, 46(1):131-136.
5. Basım, H., Öztürk, Ş.B., Yeğen, O., 1999. Biyolojik bir fungusit in (Planter Box *T.harzianum*, Rıfai T, 22) pamuk fide kök çürüklüğü etmenlerine (*R.solani*, *Fusarium* spp.) karşı etkinliğinin araştırılması. GAP 1. Tarım Kongresi, Şanlıurfa, s:137-144.
6. Bayyurt, R., 2009. Bazı yazlık sebze tohumları ve fidelerinde *Trichoderma harzianum* uygulaması. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (Lisans Tezi), Çanakkale.
7. Björkman, T., Blanchard, L.M., Harman, G.E., 1998. Growth enhancement of shrunken-2 (sh2) sweet corn by *Trichoderma harzianum.* 1295-22: Effect of Environmental Stress. Journal of American Society for Horticultural Science 123(1):35-40.
8. Bora, T., Özaktan, H., 1998. Bitki hastalıklarıyla biyolojik savaş. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Fitopatoloji Anabilim Dalı, Prizma Matbaası Alsancak/İzmir, 205s.
9. Buyer, J.S., Roberts, D.P., Russek-Cohen, E., 2002. Soil and plant effects on microbial community structure. Canadian Journal of Microbiology, 48:955-964.
10. Chet, I., 1990. Biological control of soil - borne plant pathogens with fungal antagonist in combination with soil treatment. Biological Control of Soilborne Plant Pathogens, Conference Paper, pp:15-25.
11. Cook, R.S., Baker, K.F., 1983. The nature and practice of biological control of plant pathogen. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, 539p.
12. Çakmakcı, R., 2009. Stres koşullarında ACC deaminaz üretici bakteriler tarafından bitki gelişiminin teşvik edilmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 40(1):109-125.
13. Çubuklu, Ö., 2011. Aşılı ve aşısız domates fideler ile yapılan yetiştiricilikte mikrobiyal gübrenin (*Trichoderma harzianum*) verim ve kalite üzerine etkileri. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi), Çanakkale, 81s.
14. Datnoff, L.E., Pernezny, K.L., 2001. *Paenibacillus macerans* and *Trichoderma harzianum* enhance transplant growth and suppress Fusarium crown and root rot in Florida tomato production. Caribbean Division Meeting Abstracts, June, pp:11-15.
15. Dickson, A., Leaf, A.L., Hosner, J.F., 1960. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. The Forest Chronicle, 36(1):10-13.
16. Druzhinina, I., Kubicek, C.P., 2005. Species concepts and biodiversity in *Trichoderma* and *Hypocrea*: from aggregate species to species clusters. Journal of Zhejiang University Science B, 6(2):100-112.
17. Druzhinina, I.S., Seidl-Seiboth, V., Herrera-Estrella, A., Horwitz, B.A., Kenerley, C.M., Monte, E., Mukherjee, P.K., Zeilinger, S., Grigoriev, I., Kubicek, C.P., 2011. *Trichoderma*-the genomics of opportunistic success. Nature Reviews Microbiology, 9:749-759.
18. Elad, Y., Barak, R., Chet, I., 1984. Parasitism of *Sclerotium rolfsii* Sclerotia by *Trichoderma harzianum*. Soil Biology and Biochemistry 16:381-386.
19. Fallik, E., Okon, Y., Epistien, E., Goldman, A., Fisher, M., 1989. Identification and quantification of IAA and IBA in *Azospirillum brasilense* inoculated maize roots. Soil Biology and Biochemistry, 21:147-153.
20. Glick, B.R., 1995. The enhancement of plant growth by free-living bacteria. Canadian Journal Microbiology, 41:109-117.
21. Gül, A., Kıdoğlu, F., Tüzel, Y., Tüzel, İ.H., 2017. Different treatments for increasing sustainability in soilless culture. Acta Horticulturae 747:595-602.
22. Gül, A., Kıdoğlu, F., Tüzel, Y., Tüzel, İ.H., 2018. Effects of nutrition and *Bacillus amyloliquefaciens* on tomato (*Solanum lycopersicum* L.) growing in perlite. Spanish Journal of Agricultural Research, 6(3):422-429.

23. Günay, A., 2005. Sebze yetiştiriciliği. Cilt-2, Meta Basımevi, İzmir.
24. Harman, G.E., Kubicek, C.P., 1998. *Trichoderma* and *Gliocladium*, Vol.2: enzymes, biological control and commercial applications. London, 393p.
25. Harman, G.E., Howell, C.R., Viterbo, A., Chet, I., Lorito, M., 2004. *Trichoderma* species: opportunistic, avirulent plant symbionts. Nature Reviews Microbiol, 2:43-56.
26. Harman, G.E., 2006. Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma* spp. Phytopathology 96:190-194.
27. Inbar, J., Abramsky, M., Cohen, D., Chet, I., 1994. Plant growth enhancement and disease control by *Trichoderma harzianum* in vegetable seedlings grown under commercial condition. European Journal of Plant Pathology, 100:337-346.
28. İkiz, O., 2019. Bazı sebze türlerinde tohum ekim ortamına *Tricoderma harzianum* uygulamasının fide kalitesine etkileri. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi), İzmir, 76s.
29. İkiz, O., Öztekin, G.B., Tüzel, Y., Karaçancı, Ş., Tepecik, M., 2022. *Trichoderma harzianum* suşlarının domates fide kalitesine etkileri. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi (TURJAF), 10(1):54-65.
30. İmriz, G., Özdemir, F., Topal, İ., Ercan, B., Taş, M.N., Yakışır, E., Okur, O., 2014. Bitkisel üretimde bitki gelişimini teşvik eden rizobakteri (PGPR)'ler ve etki mekanizmaları. Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi 12(2):1-19.
31. Jangir, M., Pathak, R., Sharma S., 2017. *Trichoderma* and its potential applications. In: Singh, D., Singh, H., Prabha, R. (eds) Plant-Microbe Interactions in Agro-Ecological Perspectives, Springer, Singapore, pp:323-339.
32. Kaçar, B., İnal, A., 2008. Bitki analizleri. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 892s.
33. Karaçal, İ., Tüfenkçi, Ş., 2010. Bitki beslemede yeni yaklaşımlar ve gübre-çevre ilişkisi. Ziraat Mühendisliği 7. Teknik Kongresi, Ankara.
34. Katgıcı, A., Türk, İ., Demir, H., Üçok, Z., 2019. Mikrobiyal gübrenin kıvırcık marulda verim ve kaliteye etkileri. 2. Uluslararası Tarım ve Orman Kongresi, İzmir.
35. Kibar, B., 2020. Mikrobiyal gübre uygulamasının marul ve beyaz baş lahanada çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkileri. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi 6(3):389-398.
36. Kloepper, J.W., 1994. Plant growth-promoting *Rhizobacteria* (other systems). In Okon Y., (Ed.), Azospirillum/Plant Associations. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, pp:111-118.
37. Kredics, L., Antal, Z., Manczinger, L., Szekeres, A., Kevei, F., Nagy, E., 2003. *Trichderma* strains with biocontrol potential. Food Technology and Biotechnology 41(1):37-42.
38. Kumar, S., Dey, P., 2011. Effects of different mulches and ırrigation methods on root growth, nutrient uptake, water-use efficiency and yield of strawberry. Scientia Horticulture 127:318-324.
39. Küçük, Ç., Kıvanç, M., 2001. Sera ve laboratuvar koşullarında *Trichoderma harzianum*'un toprak kökenli bazı fungal bitki patojenleri üzerine etkisi. Biyoteknoloji 25(2):85-92.
40. Küçük, Ç., Kıvanç, M., 2003. Isolation of *Trichoderma* spp. and determination of their antifungal, biochemical and physiological features. Turkish Journal of Biology, 27:247-253.
41. Lewis, J.A., Lumsden, R., 2001. Biocontrol of damping-off of greenhouse-grown crops caused by *Rhizoctonia solani* with a formulation of *Trichoderma* spp. Crop Protection 20(1):49-56.
42. Lieckfeldt, E., Kuhls, K., Muthumeenakshi, M., 1998. Molecular taxonomy of *Trichoderma* and *Gliocladium* and their teleomorphs. In: Kubicek C.P., Harman G.E. (eds.) *Trichoderma* and *Gliocladium*, Basic Biology, Taxonomy and Genetics. Taylor & Francis, London, 1:35-74.
43. Mastouri, F., Björkman, T., Harman, G.E., 2010. Seed treatment with *Trichoderma* harzianum alleviates biotic, abiotic and physiological stresses in germinating seeds and seedlings. The American Phytopathological Society 100(11):1213-1221.
44. Mayak, S., Tirosh, T., Glick, B.R., 2004. Plant growth-promoting bacteria confer resistance in tomato plants to salt stress. Plant Physiology and Biochemistry 42:565-572.
45. McGuire, R.G., 1992. Reporting of objective color measurements. HortScience 27(12):1254-1255.
46. Mei, L., Guang-shu, M.A., Hua, L., Xiao-lin, S.U., Ying, T., Wen-kun, H., Jie, M., Xi-liang, J., 2018. The effects of *Trichoderma* on preventing cucumber Fusarium wilt and regulating cucumber physiology. Journal of Integrative Agriculture 18(3):607-617.
47. Michrina, J., Michalikova, A., Rohacik, T., Kulickova, R., 1995. Antibiosis as a possible mechanism of antagonistic action of *Trichoderma harzianum* against *Fusarium culmorum.* Ochrana Rostlin, 31(3):177-184.
48. Nishio, M., 1996. Microbial fertilizers in Japan. (http://www.agnet.org/library/eb/430/; Erişim: 24 Ekim 2018).
49. Okoth, S.A., Otadoh, J.A., Ochanda, J.O., 2011. Improved seedling emergence and growth of maize and beans by *Trichoderma harzianum*.

Tropical and Subtropical Agroecosystems 13:65-71.

50. Ozbay, N., Newman, S.E., 2004. The effect of the *Trichoderma harzianum* strains on the growth of tomato seedlings. Acta Horticulture 635:131-135.
51. Özbay, N., Demirkıran, A.R., Ergun, M., 2015. Mikrobiyal gübre (*Trichoderma harzianum*, KUEN 1585) uygulamasının marulda çimlenme, gelişme ve verim üzerine etkisi. Doğu Karadeniz 2. Organik Tarım Kongresi, 6-9 Ekim 2015, Pazar/Rize.
52. Özbay, N., Ergun, M., Demirkıran, A.R., 2018. Ticari mikrobiyal gübre (*Trichoderma harzianum*, Kuen 1585) Sim Derma uygulamasının ıspanakta çimlenme, gelişme ve verim üzerine etkisi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 5(4):482-491.
53. Öztekin, G.B., Türe, K., 2019. Tam spektrumlu gün ışığı floresan lamba ile yapay ışıklandırmanın marulda fide kalitesine etkisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 56(4):437-445.
54. Papavizas, G.C., 1985. *Trichoderma* and *Giocladium*: biology, ecology and potential for biocontrol. Annual Review Phytopathology 23:23-54.
55. Põldma, P., Vabrit, S., Merivee, A., Suigusaar, K., 2008. Influence of *Trichoderma viride* inoculated growing substrate on the growth and yield of lettuce (*Lactuca sativa* L.). Acta Horticulturae, 779:85-90.
56. Ram, R.L., Maji, C., Bindroo, B.B., 2013. Role of PGPR in different crops-an overview. Indian Journal of Sericulture, 52(1):1-13.
57. Saharan, B.S., Nehra, V., 2011. Plant growth promoting rhizobacteria: A critical review, Life Sciences and Medical Research, 21:1-30.
58. Samuels, G.J., 2006. *Trichoderma*: systematics, the sexual state and ecology. Phytopathology 96(2):195-206.
59. Schirmböck, M., Lorito, M., Wang, Y.L., Hayes, C.K., Arslan-Atac, I., Scala, F., Harman, G.E., Kubicek, C.P., 1994. Parallel formation and synergism of hydrolytic enzymes and peptaibol antibiotics, molecular mechanisms involved in the antagonist action of *T.harzianum* against phyto pathogenic fungi. Applied and Environmental Microbiology, 60:4364-4370.
60. Singh, A., Srivasta, S., Singh, H.B., 2007. Effect of substrates on growth and shelf life of *Trichoderma harzianum* and its use in biocontrol of diseases. Bioresource Technology 98(2):470-473.
61. Sivan, A., Chet, I., 1986. Biological control of *Fusarium* spp. in cotton, wheat and muskmelon by *T.harzianum.* Phytopathology, 116:39-47.
62. Şalk, A., Arın, L., Deveci, M., Polat, S., 2008. Özel sebzecilik. Sevil Cilt Evi ve Matbaası, Tekirdağ.
63. Şevik, M.A., 2010. Bitki virüs hastalıklarına karşı kullanılan bitki gelişimini teşvik eden rhizobakteriler (PGPR). Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi, 8:31-43.
64. Tan, E., 2014. Organik fide üretimine uygun yetiştirme ortamlarının belirlenmesi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi), İzmir, 87s.
65. Uslu T., 2009. Kılık sebze tohumlarında *Trichoderma harzianum* uygulamalarının çimlenme gücü ve çimlenme hızı üzerine olan etkileri. (Lisans Tezi), Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
66. Whipps, J.M., Davies, K.G., 2000. Biocontrol of plant pathogens and nematodes by microorganisms. In: Gurr G., Wratten, S.D. (Ed.), Measures of Success in Biological Control, Kluwer, Dordrecht, pp:231-269.
67. Windham, M.T., Elad, Y., Baker, R., 1986. A mechanism for increased plant-growth induced by *Trichoderma* spp. Phytopathology, 76(5):5.
68. Yedidia, I., Srivastva, A.K., Kapulnik, Y., Chet, I., 2001. Effect of *Trichoderma harzianum* on microelement concentrations and ıncreased growth of cucumber plants. Plant and Soil 235:235-242.
69. Yıldız, H.N., Altınok, H.H., Dikilitas, M., 2012. Screening of *Rhizobacteria* against *Fusarium oxysporum* f.sp. *Melongenae*, the causal agent of wilt disease of eggplant. African Journal of Microbiology Research, 6(15):3700-3706.
70. Yonsel., Batum M., Yanık T., 2006. Mikrobiyal gübreler simbiyotik biyolojik ürünler kataloğu. Tuzla-İstanbul (http://www.simbiyotek.com/mikrobiyal_gubreler_yonsel.pdf; Erişim:19.04.2018).
71. Yücel, S., 1995. A Study on soil solarization and combined with fumigant application to control of phytophthora crown blight (*Phytophthora capsici* Leonian) on peppers in the East Mediterranean region of Turkey. Crop Protection 14(8):653-655.
72. Zahir, Z.A., Ghani, U., Naveed, M., Nadeem, S.M., Asghar, H.N., 2009. Comparative effectiveness of *Rhizobacteria* containing ACC-Deaminase for growth promotion of pea (*Pisum sativum*) under drought conditions. Journal Microbiology Biotechnology, 18:958-963.
73. Zhang, F., Wang, Y., Liu, C., Chen, F., Ge, F., Ge, H., Tian, F., Yang, T., Ma, K., Zhang, Y., 2019. *Trichoderma harzianum* mitigates salt stress in cucumber via multiple responses. Ecotoxicology and Environmental Safety, 170:436-445.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 267–272 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

YÜZEN SU KÜLTÜRÜNDE MAYDANOZ (*Petroselinum crispum*) ÜRETİMİNDE FARKLI BESİN SOLÜSYONU KONSANTRASYONLARININ ETKİLERİ

Esra OKUDUR[1]*, Yüksel TÜZEL[2]

[1]Öğr. Gör., Batman Üniversitesi, Sason MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Batman; ORCID: 0000-0002-8658-016X
[2] Prof. Dr., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir; ORCID: 0000-0001-7825-9379

ÖZ

Bu araştırma, ısıtmasız sera koşullarında 2020 yılında Ekim-Aralık ayları arasında Batman ilinde, yüzen su kültüründe farklı besin solüsyonu konsantrasyonlarının maydanoz üretimine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. İtalian giant maydanoz çeşidine ait fidelerin kullanıldığı çalışmada, Hoagland besin solüsyonu tam doz, ½ doz (makro elementler %50 azaltılmıştır) ve ¼ doz (makro elementler %75 azaltmıştır) olacak şekilde kullanılmıştır. Fideler her bir plastik kafes saksı içerisinde 10 adet olacak şekilde dikilmiştir. Uygulamalardan alınan maydanoz bitkilerinde bitki boyu, yaprak ağırlığı, sap ağırlığı, sap çapı, yaprak-sap oranı, yaş ve kuru bitki ağırlığı, kök uzunluğu, kuru madde içeriği, yaprak ve sap kuru ağırlığı, yaprak renk değerleri (L, a, b, kroma ve hue değeri) ve toplam verim belirlenmiştir. Elde edilen verilere yapılan değerlendirmede ortalama bitki boyu (31.40 cm bitki^{-1}), yaprak ağırlığı (2.07 g bitki^{-1}), sap ağırlığı (1.54 g bitki^{-1}), sap çapı (2.46 mm bitki^{-1}), sap oranı (%41.38), bitki yaş ağırlığı (3.70 g bitki^{-1}), bitki kuru ağırlığı (0.46 g bitki^{-1}), kök uzunluğu (22.38 cm bitki^{-1}), yaprak kuru ağırlığı (0.31 g bitki^{-1}), sap kuru ağırlığı (0.15 g bitki^{-1}) ve toplam verim (786.93 g m^{-2}) ½ doz uygulamasında en yüksek değerleri vermiştir. Yaprak oranı (%63.06) bakımından ¼ doz uygulamasında en yüksek sonuç elde edilmiştir. Araştırmada elde edilen sonuçlar, su kültüründe maydanoz üretiminde ½ doz uygulamasının kullanılabileceğini, böylelikle gübre tasarrufu sağlanabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Topraksız tarım, Hoagland, gübre, doz, verim

THE EFFECTS OF DIFFERENT NUTRIENT SOLUTION CONCENTRATIONS ON PARSLEY (*Petroselinum crispum*) PRODUCTION IN FLOATING CULTURE

ABSTRACT

This research was carried out at Batman province between October and December in 2020 to determine the effects of different nutrient solution concentrations on parsley production in floating culture in unheated greenhouse conditions. In the study, the seedlings of parsley variety Italian giant were used. Hoagland nutrient solution was used as full dose, ½ dose (macro elements were reduced by 50%) and ¼ dose (macro elements were reduced by 75%). The plants were placed in plastic pots and 10 seedlings were planted in each pot. Plant height, leaf weight, stem weight, stem diameter, leaf-stem ratio, fresh and dry plant weight, root length, dry matter content, leaf and stem dry weight, leaf color (L, a, b, chroma and hue values) and total yield of parsley plants were determined. Overall results showed that average plant height (31.40 cm plant^{-1}), leaf weight (2.07 g plant^{-1}), stem weight (1.54 g plant^{-1}), stem diameter (2.46 mm plant^{-1}), stem ratio (41.38%), plant fresh weight (3.70 g plant^{-1}), plant dry weight (0.46 g plant^{-1}), root length (22.38 cm plant^{-1}), leaf dry weight (0.31 g plant^{-1}), stem dry weight (0.15 g plant^{-1}) and total yield (786.93 g m^{-2}) gave the highest values in ½ dose application. In terms of leaf rate (63.06%), ¼ dose application was the highest result. The results obtained in the research showed that ½ dose application can be used in the parsley production of in floating culture resulting in fertilizer saving.

Keywords: Soilless agriculture, Hoagland, fertilizer, dose, yield

GİRİŞ

İnsanların hayatta kalabilmek için suya, gıdaya ve yaşam alanlarına ihtiyacı vardır. Dünya nüfusu artmaya devam ettikçe gıda talebi de artmaktadır. Bugün dünya nüfusu 7.8 milyar olup bitkisel ve hayvansal üretim için 1.5 milyar hektarlık araziyi kullanmaktadır. Yapılan projeksiyonlar 2050 yılında dünya nüfusunun yaklaşık 11 milyar kişi olacağını öngörmektedir ve her bireyin günde en az 1.600 kaloriye ihtiyacı vardır [1]. Artan nüfus ile gıda gereksinimi de en azından %70 oranında artacaktır [14].

Hidroponik sistemler bitkilerin toprak olmaksızın sürdürülebilir tarımsal yöntemlerle ve çevre dostu teknolojilerin kullanımı ile yetiştirilmesi prensibine dayanmaktadır, en hızlı büyüyen tarım sektörü olup, gelecekte gıda üretimine hakim olması beklenmektedir [15]. Hidroponik terimi, Yunanca su anlamına gelen "hidro" ve emek, çalışma anlamına gelen "ponos" kelimelerinden türetilmiştir [1, 12, 21]. Hidroponik, bitkisel üretim için toprak yerine besin

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*: esra.okudur@batman.edu.tr

solüsyonu kullanan modern bir tarım tekniğidir. Girdi kullanımı ve bitkisel üretimin iyileştirilmesi açısından örtüaltı tarımında iyi bir seçenektir. Gelişmekte olan ülkelerde diğer tarım faaliyetleri arasında hidroponik örtüaltı yetiştiriciliği hızla artmaktadır. Hidroponik sistemler, günümüzde dikey tarımın önemli bir parçası haline gelmiştir. Tarıma elverişli olmayan arazilerde ve kentlere yakın yerlerde yetiştiriciliği mümkün kılmaktadır.

Hidroponik sistemler; derin su kültürü, yüzen su kültürü, derin akış tekniği, besleyici film tekniği ve aeroponik olmak üzere ayrılmaktadır Yapılan çalışmada yüzen su kültürü tekniği kullanılmıştır. Yüzen su kültüründe bitkileri su üzerinde tutmak için hafif bir materyal (strafor vb.) kullanılır. Strafor üzerine delikler açılarak bitkiler yerleştirilir. Bitkilerin kök sistemi besin solüsyonu içerisindedir [11]. Yaprakları yenen sebze türlerini ve aromatik bitkileri yetiştirmek amacı ile kullanılan yüzen su kültürü en basit ve en ekonomik hidroponik sistemidir [9]. Başlıca avantajları kolay tesis edilmesi, ucuz olması [8, 10], hasat kolaylığı, yüksek su kullanım randımanı, hızlı gelişim, yüksek kalitede yüksek verim, temiz ürün, küçük alanlar da uygulanma kolaylığı ve teknolojik olarak geliştirilmeye uygunluğu sayılabilir. Yüksek kalitede su ve suda çözünebilir gübre gereksinimi ve solüsyonun havalandırılma gereksinimleri başlıca dezavantajlarıdır [18, 20, 16, 19, 23].

Yüzen su kültürü marul, fesleğen, maydanoz gibi yaprağı yenilen sebzeleri yetiştirmek için idealdir. Taze kesilmiş olarak doğrudan tüketilebilmeleri ve vitamin ve mineral içerikleri de bu türleri cazip hale getirmiştir. Bu nedenle de son yıllarda üretim değerinde de önemli artışlar görülmüştür.

Sebze olarak tüketilen yeşillikler arasında ön sıralarda yer alan maydanoz, Apiaceae familyasındandır ve yaprakları, pişmiş veya çiğ olarak yemeklerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Aynı zamanda önemli bir vitamin kaynağı olarak kabul edilir [13]. Çalışma, ısıtmasız sera koşullarında, yüzen su kültüründe maydanoz yetiştiriciliğinde farklı besin solüsyonu konsantrasyonlarının bitki gelişimi ve verim üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL VE METOT

Araştırma, Batman Üniversitesi Batı Raman kampüsünde kurulu olan ısıtmasız polikarbon serada 2020 yılında 20 Ekim-20 Aralık tarihleri arasında yürütülmüştür. Denemede bitkisel materyal olarak İtalian giant maydanoz (*Petroselinum crispum*) çeşidi seçilmiştir. Maydanoz fideleri özel bir fide şirketinden temin edilmiştir (ADL Fide, Antalya). Her bir viyol gözüne 10 adet tohum atılarak 30 günde dikime hazır hale getirilmiştir. Yetiştiricilik, her biri 847.5 litre olan toplam 3 adet bitki yetiştirme havuzunda (113 cm × 300 cm × 25 cm) yüzen su kültürü yöntemi ile yapılmıştır. Bitkileri su üzerinde yüzdürmek amacıyla 20 mm kalınlığında strafor levhalar kullanılmıştır. Strafor üzerine, sıra arası ve sıra üzeri mesafeler 15 cm × 20 cm olacak şekilde 5 cm çapındaki alt ve yan yüzeylerinde delikleri bulunan plastik kafes saksılar yerleştirilmiştir. Bitki köklerine oksijen sağlamak amacıyla hava motoru kullanılmıştır. Hava motorundan çıkan oksijenin homojen dağılmasını sağlamak amacıyla hava taşı bağlanmıştır. Oksijen metre ile sürekli oksijen kontrol edilmiş her gün hava motoru çalıştırılmıştır.

Fide dikimleri 20.10.2020 tarihinde her bir plastik kafes saksı içerisinde 10 adet olacak şekilde yapılmıştır. Çalışmada m²'de 221.24 adet bitki yer almıştır. Bitkiler Hoagland ve Arnon (H&A) besin solüsyonunda yetiştirilmiştir (Hoagland ve Arnon, 1938). Besin solüsyonu reçetesi tam doz, ½ doz (makro elementler %50 azaltılmıştır) ve ¼ doz (makro elementler %75 azaltmıştır) olacak şekilde kullanılmıştır (Çizelge 1). Nitrik asit ile pH ayarlamaları (5.5-6.5) yapılmıştır. Doz denemesi olduğu için EC için bir müdahale yapılmamıştır. Bitkiler 20.12.2020 tarihinde hasat edilmiştir.

Bitkiler hasat aşamasına ulaştığında her tekerrüründen 12 bitki rastgele seçilerek bitki gelişimi ile ilgili ölçümler yapılmıştır. Bitki boyu için strafor yüzeyinden bitkilerin tepe noktasına kadar olan kısmı ölçülerek ortalaması alınmış ve sonuçlar cm olarak ifade edilmiştir. Bir bitkide bulunan yaprakların ağırlığı belirlenerek, ortalama yaprak ağırlığı (g bitki^{-1}) olarak verilmiştir. Sap ağırlığı, bir bitkiye ait yapraklar koparıldıktan sonra kalan sapların ağırlığı (g.bitki^{-1}) olarak belirlenmiştir. Ana sap dijital kumpas ile ölçülerek milimetre (mm) cinsinden sap çapı, bitki yaprakları ve sapları 3'lü yaprakçık birleşim noktalarından kesilerek, yaprak ve saplar ayrılarak, yaprak-sap oranı (%) belirlenmiştir. Alınan bitkilerin üst aksam (yaprak + sap) ve kök yaş ağırlıkları hassas terazi ile tartılıp 65°C'de sabit ağırlığa gelince kadar kurutulduktan sonra kuru ağırlıkları alınmış; elde edilen veriler bitki yaş ve kuru ağırlığı (g.bitki^{-1}) olarak verilmiştir. Kök uzunluğu kök boğazının 1 cm üzerinden kesilerek kök ucuna kadar cetvel yardımıyla ölçülmüş sonuçlar cm olarak kaydedilmiştir. Bitki kuru ağırlığı belirlendikten sonra, yaş bitki ağırlığı ile oranlanarak kuru madde içeriği (%) belirlenmiştir. Bitki yaprakları ve sapları 3'lü yaprakçık birleşim noktalarından kesilerek yaprak ve saplar ayrılarak kurutulmuş yaprak kuru ağırlık ve sap kuru ağırlık (g bitki^{-1}) ortalamaları belirlenmiştir. Yaprak renk

değerleri (L, a, b, kroma ve hue değeri) kolorimetre (Precision Colorimeter NR10QC) ile ölçüm yapılarak ortalama L, a, b, kroma ve hue değerleri tespit edilmiştir. L değeri parlaklığı, a değeri yeşil rengi, b değeri sarı rengi, kroma değeri rengin doygunluğunu ve hue değeri rengin açısını belirlemektedir. Toplam verim değeri ise denemedeki tüm bitkilerin yaş ağırlıkları tartılmış sonuçlar m² üzerinden hesaplanarak g m^{-2} olarak tespit edilmiştir.

Deneme 3 tekrarlı olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülmüştür. İstatistiksel analizde SPSS 16.0 paket programı kullanılmıştır. Analiz sonucunda, ortalamalar arasındaki farklılığın belirlenmesinde DUNCAN çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

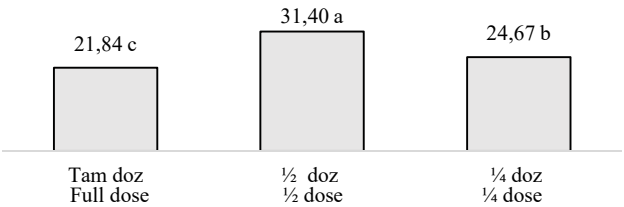
Çizelge 1. Denemeye alınacak besin solüsyonu Hoagland ve Arnon (mg L^{-1}) reçeteleri

Table 1. Hoagland and Arnon nutrient solution (mg L^{-1}) prescriptions to be tested

Besin elementleri *Nutrient elements*	H&A tam doz *H&A full dose*	H&A ½ doz *H&A ½ dose*	H&A ¼ doz *H&A ¼ dose*
N	210	105	52.5
P	31	15.5	7.75
K	234	117	58.5
Ca	160	80	40
Mg	34	17	8.5
Fe	2.5	2.5	2.5
Cu	0.02	0.02	0.02
Zn	0.05	0.05	0.05
Mn	0.5	0.5	0.5
B	0.5	0.5	0.5
Mo	0.01	0.01	0.01

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bitki boyu: Bitki boyu 21.84 ile 31.40 cm $bitki^{-1}$ arasında değişmiş, uygulamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli (α=0.05) bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek bitki boyu ½ doz uygulamasından alınmıştır (Şekil 1).



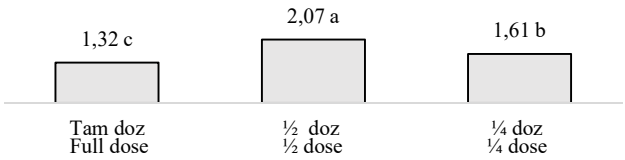
Şekil 1. Bitki boyu

Figure 1. Plant height (cm $plant^{-1}$)

Özhan [17], farklı demir gübrelerinin denemeye alındığı çalışmada maydanoz bitkilerinin boyunun 19.8-40.0 cm arasında değiştiğini bildirmiştir. Chondraki ve ark. [3], hidroponik sistemdeki maydanoz yetiştiriciliğinde bitki boyunun 21.4-24.8 cm; Can [2], serada su kültüründe bitki boyunun 16.07-25 cm arasında olduğunu bildirmişlerdir. Sulama suyu tuzluluğunun ve salisilik asit dozlarının denemeye alındığı bir çalışmada bitki boyu ortalamaları 19.67 ile 16.57 cm arasında değişim göstermiştir [4]. Tursun ve ark. [22] topraksızda yapılan yetiştiricilikte ortalama bitki boyunu 12.03-15.02 cm arasında tespit ederken, Ekici [7], sera ortamında minimum 31.2 cm, maksimum 39 cm boy ölçümü yapmışlardır. Bitki boyu uygulamalara bağlı olarak değişmektedir.

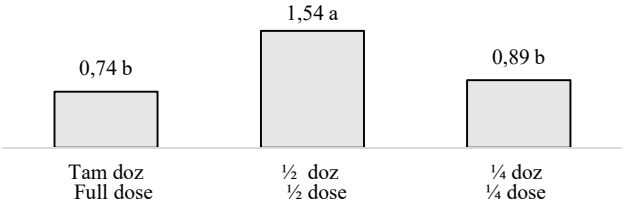
•Yaprak Ağırlığı: Yaprak ağırlığı üzerine besin solüsyonu konsantrasyonlarının etkisi istatistiki olarak önemli (P=0.05) bulunmuş ve yaprak ağırlığı değerleri 1.32 g $bitki^{-1}$ ile 2.07 g $bitki^{-1}$ arasında değişmiştir. Uygulamalar arasında en yüksek değer ½ doz uygulamasından alınmıştır (Şekil 2). Araştırma sonuçları Chondraki ve ark. [3]'nın hidroponik sistemde yapılan maydanoz yetiştiriciliğindeki, Tursun ve ark. [22]'da topraksız tarımda (torf + perlit) yapılan yetiştiricilikteki değerlerinden yüksek bulunmuştur.

•Sap Ağırlığı: Uygulamaların sap ağırlığına etkisi istatistiki olarak önemli (P=0.05) bulunmuştur. Sap ağırlığı 0.74 g $bitki^{-1}$ ile 1.54 g $bitki^{-1}$ arasında değişmiş ve uygulamalarda en iyi sonucu ½ doz uygulaması vermiştir (Şekil 3). Elde edilen değerler önceki çalışmalarla uyumlu bulunmuştur [17, 22].



Şekil 2. Yaprak ağırlığı (g $bitki^{-1}$)

Figure 2. Leaf weight (g $plant^{-1}$)

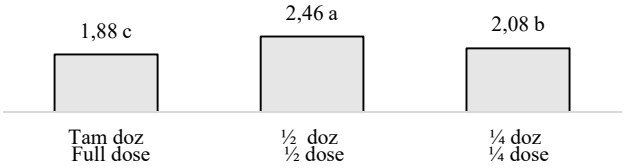


Şekil 3. Sap ağırlığı (g $bitki^{-1}$)

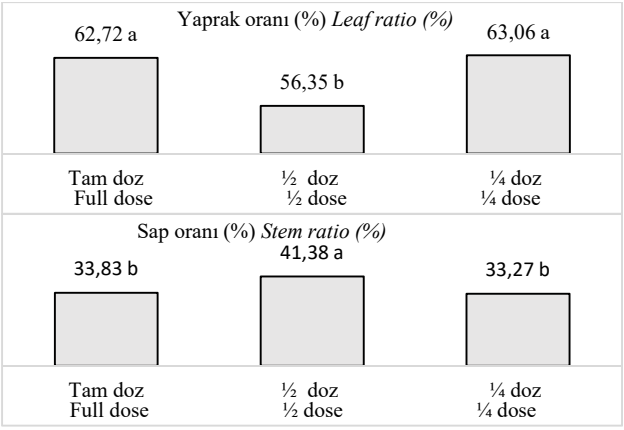
Figure 3. Stem weight (g $plant^{-1}$)

•Sap Çapı: Sap çapı 1.88 mm $bitki^{-1}$ ile 2.46 mm $bitki^{-1}$ arasında ölçülmüş ve doz uygulamalarının etkisi önemli (Pα=0.05) bulunmuştur. En iyi sonuç ½ doz uygulamasından alınmıştır (Şekil 4). 2019 yılındaki bir çalışmada serada sap çapı 2.5 mm $bitki^{-1}$ olarak bulunurken, yarı bodur meyve plantasyonunda D'giant İtaliana çeşidinde 2.8 mm $bitki^{-1}$ olmuştur [7]. Yüksek değerin çeşit, yetiştirme koşulları ve gelişim hızı ile ilgili olduğu düşünülmüştür.

•Yaprak-Sap Oranı: Yaprak ve sap oranlarına uygulamaların etkisi önemli (P=0.05) bulunmuştur. Yaprak oranı %56.35 ile 63.06, sap oranı %33.27 ile 41.38 arasında değişmiştir. Yaprak oranında en yüksek değeri ¼ doz uygulaması verirken, sap oranında ½ doz uygulamasından en yüksek değer alınmıştır (Şekil 5).



Şekil 4. Sap çapı (mm bitki^{-1})
Figure 4. Stem diameter (mm plant^{-1})

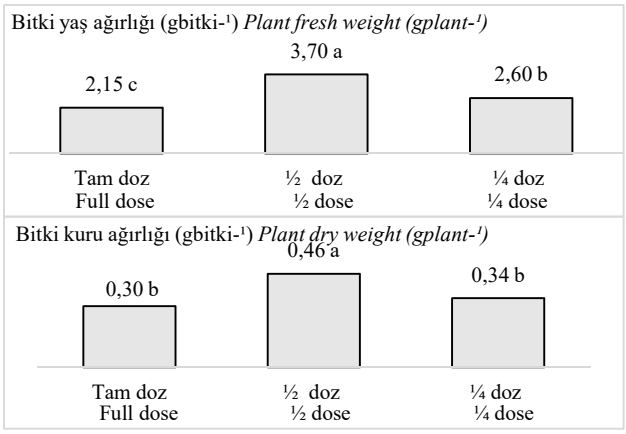


Şekil 5. Yaprak-sap oranı (%)
Figure 5. Leaf-stem ratio (%)

Ekici [7] maydanoz bitkisinin yaprak ve sap oranının sırasıyla sera ortamında D'giant İtaliana çeşidinde %48.83 ve %51.17; İtalian Giant çeşidinde %51.43 ve %48.57 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışma sonuçları ile karşılaştırıldığında araştırmada yaprak oranının daha yüksek, sap oranının daha düşük olduğu dikkati çekmiştir. Sap oranının düşük olmasının daha fazla yaprak gelişimi ile ilişkili olduğu düşünülmüştür.

•Bitki Yaş ve Kuru Ağırlığı: Uygulamaların bitki yaş ve kuru ağırlıklarına etkisi önemli (P=0.05) bulunmuştur. Bitki yaş ağırlığı 2.15 ve 3.70 g bitki^{-1}, Bitki kuru ağırlığı 0.30 ile 0.46 g bitki^{-1} arasında bulunmuş ve uygulamalar arasında en iyi sonucu ½ doz uygulaması vermiştir (Şekil 6).

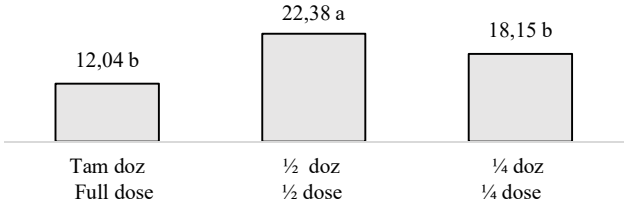
Önceki çalışmalarda maydanoz verimini Özhan [17] 3.12 ile 12.76 g bitki^{-1} arasında elde ederken, bitki yaş ağırlığı Can [2]'nın yaptığı araştırmada bitki ağırlığı 5.7 ile 11 g bitki^{-1} arasında değişmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlar, iklim koşulları, üretim dönemi uzunluğu, hasat sayısı, çeşit gibi faktörlerin verimi etkilediğini göstermiştir.



Şekil 6. Bitki yaş ve kuru ağırlığı (g bitki^{-1})
Figure 6. Plant fresh and dry weight (g plant^{-1})

•Kök Uzunluğu: Ortalama kök uzunluğu tam ½ ve ¼ doz uygulamalarında sırasıyla 12.04, 22.38 ve 18.15 cm olarak bulunmuş ve uygulamalar arasındaki fark önemli (P=0.05) çıkmıştır (Şekil 7). Kök uzunluğunun toprakta yapılan çalışmaya göre daha uzun olduğu [22], serada hidroponik sistemde yapılan çalışma sonuçlarına benzerlik gösterdiği görülmüştür [3].

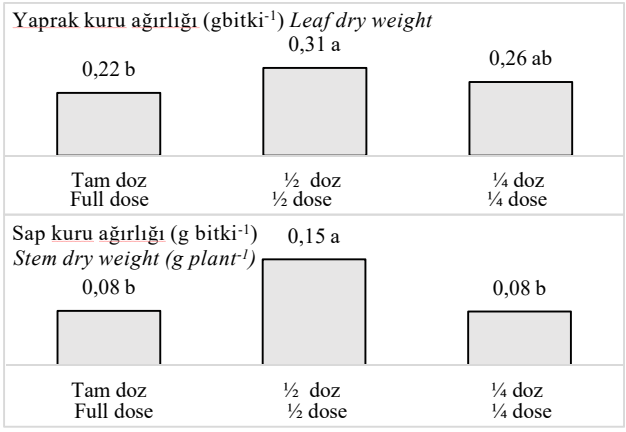
•Kuru Madde İçeriği: Bitki kuru ağırlığının yaş ağırlığına oranı olan kuru madde içeriği ortalama %14.87 olmuş ve uygulamalar arasındaki fark önemli bulunmamıştır (Çizelge 2). Elde edilen değerler Ekici [7] ile uyumlu bulunurken, su kültüründe yürütülen bir çalışmadakilerin altında seyretmiştir [2].



Şekil 7. Kök uzunluğu (cm bitki^{-1})
Figure 7. Root length (cm plant^{-1})

•Yaprak ve Sap Kuru Ağırlığı: Yaprak kuru ağırlığı 0.22 ve 0.31 g bitki^{-1}, sap kuru ağırlığı 0.08 g bitki^{-1} ve 0.15 g bitki^{-1} arasında değişmiş ve uygulamalar arasındaki fark önemli bulunmuştur. En yüksek sonuç her iki parametrede de ½ doz uygulamasından alınmıştır (Şekil 8). Yaprak ve sap kuru ağırlığı önceki çalışmalarla uyumlu bulunmuştur [3, 22].

•Yaprak Rengi: Araştırma sonucunda uygulamalarının renk bileşenleri (L, a, b, kroma ve hue değeri) üzerine etkisi önemli bulunmamıştır (Çizelge 3). Su kültüründe yapılan maydanoz yetiştiriciliğinde Duyar ve Kılıç [6]'da benzer şekilde bir farklılık gözlemlememiştir.



Şekil 8. Yaprak-sap kuru ağırlığı (g bitki^{-1})
Figure 8. Leaf-stem dry weight (g plant^{-1})

Çizelge 2. Kuru madde içeriği
Table 2. Dry matter content

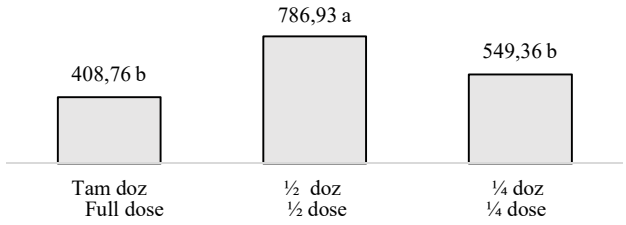
Uygulamalar / *Treatments*	Kuru madde içeriği (%) / *Dry matter content*
Tam doz / *Full dose*	16.92
½ doz / *½ dose*	13.35
¼ doz / *¼ dose*	14.33
Önemlilik	Ö.D N.S.

P=0.05 göre istatistiki fark yoktur (Duncan testi)
Ö.D.: Önemli değil *N.S.: Nonsignificant*

Çizelge 3. Yaprak renk değerleri
Table 3. Leaf color

Uygulamalar *Treatments*	L	a	b	Kroma değeri *Croma value*	Hue değeri *Hue value*
Tam doz / *Full dose*	41.24	-6.22	22.05	22.99	105.71
½ doz / *½ dose*	40.37	-5.55	21.67	22.46	104.16
¼ doz / *¼ dose*	40.66	-5.81	21.69	22.56	108.44
Önemlilik	ÖD *NS*	ÖD *NS*	ÖD *NS*	Ö.D N.S	Ö.D N.S

P=0.05 göre istatistiki fark yoktur (Duncan testi)
Ö.D.: Önemli değil *N.S.: Nonsignificant*



Şekil 9. Toplam verim (g m^{-2})
Figure 9. Total yield (g m^{-2})

•Toplam Verim: Toplam verim 408.76 g m^{-2} ile 786.93 g m^{-2} arasında değişmiş ve uygulamaların etkisi önemli (P=0.05) bulunmuştur. En yüksek toplam verim ½ doz uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 9). Araştırmadan elde edilen verim sonuçları serada yapılan çalışmaların altında kalmıştır [6, 7]. Verim değerleri yetiştirme koşulları, çeşit, yetiştirme döneminin uzunluğu, birim alandaki bitki sayısı, hasat/biçme sayısı gibi pek çok faktörden etkilenmektedir. Bu çalışmada özellikle biçim sayısının etkili olduğu düşünülmektedir.

SONUÇ

Bitki beslenmesinin yönetimi su kültüründe başarının anahtarıdır. Su kültüründe besin solüsyonunu bitki türüne ve gerekiyorsa bitki büyüme aşamasına uyacak şekilde ayarlayarak veya değiştirerek ve bunları dengeli miktarlarda sağlayarak temel elementlerin mevcudiyeti kontrol edilerek çalışmalar yapılmalıdır. Besin solüsyonunda besin elementleri iyonik formda bulunduğundan ve bitki toprakta olduğu gibi mevcut besin maddelerini aramaya veya rekabet etmeye gerek duymadığından su kültüründe yetiştirilen bitkiler daha erken olgunlaşır. Bitki beslemesinin optimizasyonu, su kültüründe topraktan daha kolay sağlanır.

Su kültürü geleneksel tarım yöntemlerinden çok daha fazla verimli olabilir ve tarım alanları dışında ve büyük şehirlerde bitki yetiştirme imkânı sağlar. Genellikle sınırlı alan bulunduğundan ve açık arazi tarım yöntemleri çevredeki su sistemlerini tehlikeye atabileceğinden, su kültürü su kıtlığının yanı sıra gıda güvenliğinin de potansiyel bir çözümüdür.

Araştırmamıza konu olan maydanoz, biyoaktif bileşiklerce zengin bir sebze türüdür; özellikle C vitamini içeriği ile diğer sebzelerin önünde yer almaktadır [5]. Yıl boyu üretimi yapılan ve çok sevilerek tüketilen maydanozun su kültüründe de yetiştiriciliği başarılı bir şekilde yapılabilmektedir. Araştırmada elde edilen sonuçlar, su kültüründe maydanoz üretiminde besin solüsyonu konsantrasyonunun azaltılabileceğini ve Hoagland Arnon (1938) besin solüsyonunun ½ doz uygulamasının kullanılabileceğini göstermiştir. Makro element kullanımının yarı yarıya azaltılması ile gübre tasarrufu da sağlanmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Arumugam, T., Sandeep, G., Maheswari, M.U. 2021. Soilless farming of vegetable crops: An overview. The Pharma Innovation Journal 10(1):773-785.
2. Can, G. 2022. Su kültüründe maydanoz yetiştiriciliğinde biyo-stimulantların kullanımı (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana, 70s.
3. Chondraki, S., Tzerakis, C., Tzortzakis, N. 2012. Influence of sodium chloride and calcium foliar spray on hydroponically grown parsley in nutrient film technique system. Journal of plant Nutrition, 35(10):1457-1467.
4. Desire, M. 2019. Farklı sulama suyu tuzluluğu ve salisilik asit dozlarının maydanoz (*Petroselinum*

crispum L.) bitkisinin verim ve kalite parametreleri üzerine etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, 63s.

5. Dobricevic, N., Zlabur, J.S., Voca, S., Pliestic, S., Galic, A., Delic, A., Uher, S.F. 2019. Bioactive compounds content and nutritional potential of different parsley parts (*Petroselinum crispum* Mill.). Journal of Central European Agriculture 20(3):900-910.
6. Duyar, H., Kılıç, C.C. 2016. A research on production of rocket and parsley in floating system. Journal of Agricultural Science 8(7):54-60.
7. Ekici Al, G. 2019. Farklı ortamlarda yetiştirilen maydanoz (*Petroselinum crispum* Mill.) bitkisinde biçim zamanlarında oluşan verim ve verim kriterlerindeki değişimlerin incelenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Tokat, 69s.
8. Fernández, J.A., Navarro, A., Vicente, M.J., Peñapareja, D., Plana, V. 2008. Effect of seed germination methods on seedling emergence and earliness of purslane (*Portulaca oleracea* L.) Cultivars in a Hydroponic Floating System. Acta Horticulturae, 782:207-212.
9. Fontana, E., Tibaldi G., Nicola S., 2010. Effect of the nutrient solution and shelf-life conditions on the essential oil profile of minimally processed dill (*Anethum graveolens* L.) grown in a soilless culture system. Acta Horticulturae, 877:135-142.
10. Franco, J.A., V. Cros, M.J. Vicente, J.J. Martínez-Sánchez 2011. Effects of salinity on the germination, growth and nitrate contents of purslane (*Portulaca oleracea* L.) cultivated under different climatic conditions. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology 86(1):1-6.
11. Gül, A., 2019. Topraksız tarım. Meta Basım, 144s.
12. Khan, F.A. 2018. A review on hydroponic greenhouse cultivation for sustainable agriculture. International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences 2(2):59-66.
13. Martins, J.B., Santos, J.A., Silva, F.J.D., Silva, G.F.D., Medeiros, S.D.S. 2019. Production of parsley in hydroponic conditions under isosmotic brackish nutrient solutions. Ciência e Agrotecnologia, 43p.
14. Marondedze, C., Liu, X., Huang, S., Wong, C., Zhou, X., Pan, X., An, H., Xu, N., Tian, X., Wong, A. 2018. Towards a tailored indoor horticulture: a functional genomics guided phenotypic approach. Horticulture Research 5:68.
15. Meselmani, M.A.A. 2022. Nutrient solution for hydroponics. In M. Turan, A.P.S. Argin, E. Yildirim, A. Güneş (Eds.), Soilless Culture [working title]. IntechOpen. (https://doi.org/10.5772/intechopen.101604).
16. Nicola, S., Hoeberechts, J., Fontana, E., 2005. Comparison between traditional and soilless culture systems to produce rocket (*Eruca sativa*) with low nitrate content. Acta Horticulturae, 801:585-592.
17. Özhan, B.Y., 2010. Farklı demir gübrelerinin maydanoz bitkisinde demir beslenmesi üzerine etkileri (Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, İzmir, 109s.
18. Rakocy, J.E., Hargreaves, J.A., Bailey, D.S., 1993. Nutrient accumulation in a recirculating aquaculture system ıntegrated with hydroponic vegetable production. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI (USA). pp:148-158.
19. Rodríguez-Hidalgo, S., Artés-Hernández, F., Gómez, P.A., Fernández, J.A., Artés, F. 2010. Quality of fresh-cut baby spinach grown under a floating trays system as affected by nitrogen fertilization and innovative packaging treatments. Journal of the Science of Food and Agriculture, 90(6):1089-1097.
20. Rouphael, Y., Colla., G., 2005. Growth, yield, fruit quality and nutrient uptake of hydroponically cultivated zucchini squash as affected by irrigation systems and growing seasons. Scientia Horticulturae, 105:177-195.
21. Treftz, C., Omaye, S.T. 2016. Hydroponics: Potential for augmenting sustainable food production in non-arable regions. Nutrition & Food Science.
22. Tursun, T., Akinci, S., Bozkurt, E. 2019. Determination of the effect of humic acid on growth and development parameters of parsley (*Petroselinum sativum* Hoffm.) grown in boron soil. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 47(1):183-193.
23. Tüzel, Y., Öztekin, G.B., Gül, A., Tüzel, İ.H., Merken, Ö., 2020. Aromatik otların su kültüründe üretimi. BAP Proje Sonuç Raporu, 2016-ZRF-046, 56s.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 273–280 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

TÜRKİYE VE DİYARBAKIR ÖRTÜALTI POTANSİYELİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Vedat PİRİNÇ[1]*, Erhan AKALP[2]

[1]Dr. Öğr. Üyesi, Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Diyarbakır; ORCID: 0000-0001-9701-2240
[2]Araş. Gör., Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Diyarbakır; ORCID: 0000-0003-3471-8996

ÖZ

Dünya nüfusunu hızla artması ve etkisini iyice hissettiren iklim değişikliği nedeniyle gıda ihtiyacına duyulan talep artmıştır. Bu ihtiyacın karşılanabilmesinin yollarından bir tanesi de örtüaltı tarımının uygulanması olarak görülmektedir. Geçmişte mevsimi dışında taze sebze -meyveye erişimin güç olması veya sebzeleri dondurarak ya da kurutarak tüketim alışkanlığı, örtüaltı tarımının gelişmesi ile beraber bu tüketim modeli de azalmıştır. Örtüaltı yetiştiriciliği, mevsimi dışında kontrollü şartlarda üretimin gerçekleştiği bir sistem olarak değerlendirilmektedir. Bu yetiştiricilik ülkemizde ve Dünya'da iklimin uygun olduğu bölgelerde giderek yaygınlaşmaktadır. Diyarbakır ili örtüaltı tarımı açısından geçmişe göre yaygınlık kazanmıştır. Örtüaltı tarımının Diyarbakır şartlarında da uygulanabilmesi için ilde seracılık başta olmak üzere örtüaltı sebze yetiştiriciliğine teşvik ve destekler artış göstermiştir. Bu çalışmada, Türkiye ve Diyarbakır'daki mevcut örtüaltı üretiminin istatistiki verileri ışığında karşılaştırılarak avantaj ve dezavantajlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Türkiye toplam örtüaltı alanları; 805.159 dekar olup Diyarbakır sahip olduğu 190 da örtüaltı alanı ile Ülkemizdeki tüm alanların %0.02'lik kısmını oluşturmaktadır. Bu değerin oldukça düşük olmasının başlıca nedeni iklimsel faktörlerin uygun olmaması düşünülmekte ve bu durum bölgede örtüaltı yetiştiriciliğini kısıtlamaktadır. Ancak konu ile ilgili resmi kurumlar tarafından yapılan yatırım ve verilen teşvikler; bölgede örtüaltı yetiştiriciliğini artırmıştır. Domates örtüaltı yetiştiriciliğinde ülkede ilk sırayı alırken, ilde ise vejetasyon süresi daha kısa olan hıyarın ilk sırayı aldığı görülmektedir. Bölgede örtüaltı hıyar ve domates yetiştiriciliğindeki verim değerleri, Türkiye geneline göre biraz daha yüksek çıkmıştır. Çalışma sonunda elde edilen veriler ışığında, örtüaltına uygun tür ve çeşitlerin belirlenmesi ve ekonomik ısıtma sistemlerinin kullanılması durumunda; sürdürülebilir bir örtüaltı yetiştiriciliğinin bölgede gelişmesi mümkün görünmektedir.

Anahtar Kelimeler: Örtüaltı, sebze, potansiyel, Türkiye, Diyarbakır

COMPARISON THE GREENHOUSE POTENTIAL OF TURKEY AND DIYARBAKIR

ABSTRACT

The food demand has increased due to the rapid increasing of world's population and the climate change. One of the ways to meet this need is seen to apply greenhouse cultivation. In the past, it was difficult to access fresh vegetables and fruits out of the growing season, due to this fact, people consumed the vegetables by freezing or drying, and this consumption pattern has decreased with the development of greenhouse cultivation. Greenhouse cultivation is considered as a system where growing takes place under controlled conditions out of season in closed structure. This growing is became increasingly common in our country and the world where the climate is suitable. Greenhouse cultivation is became more common while comparing with the past in Diyarbakır. Encouragements and financial supports have increased in the Region to apply greenhouse cultivation in Diyarbakır's conditions. In this study, it is aimed to compare the advantages and disadvantages of greenhouse production in Turkey and Diyarbakır according to statistical data. Turkey's total greenhouse areas; 805.159 decares and Diyarbakir has 190 decares of greenhouses and this constitutes 0.02% of all areas in the country. The main reason of this low value is thought to have unsuitable climatic factors and this situation restricts greenhouse cultivation in the region. However, the investments and incentives given by Official Institutions; increased the greenhouse cultivation in the region. While tomato is the most grown vegetable in greenhouse cultivation in the country, it is seen that cucumber with a shorter vegetation period is most grown vegetable in the province. Yield values of cucumber and tomato in greenhouse cultivation in the region were slightly higher than Turkey averages. According the data obtained at the end of the study, in case of determining the suitable species and varieties for greenhouse growing by using economical heating systems; It seems possible to develop a sustainable greenhouse cultivation in the Region.

Keywords: Greenhouse, vegetable, potential, Turkey, Diyarbakir

GİRİŞ

Hızla artan dünya nüfusu beraberinde gıdaya olan talebi de artırmıştır. Bu talebin karşılanabilmesi için yılın her mevsiminde kaliteli ve birim alandan daha fazla ürün elde edilme zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Bu zorunluluktan dolayı dünyada ve Türkiye'de katma değeri yüksek örtüaltı yetiştiriciliği faaliyetleri

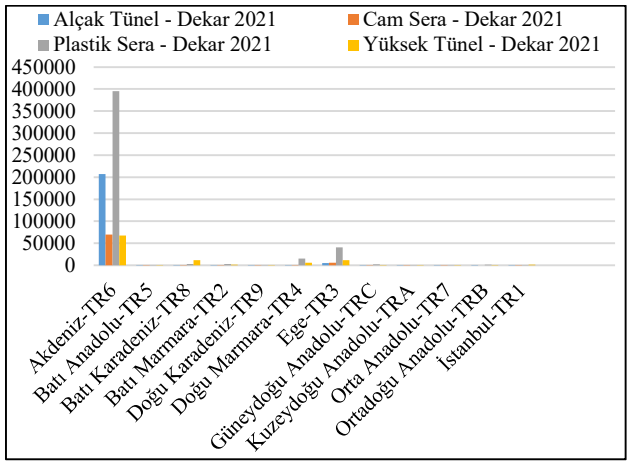
*Sorumlu yazar / *Corresponding author*: vedpir@dicle.edu.tr

ivme kazanmaktadır. Dünyada seracılık yapılabilen alanlar; serin iklim kuşağındaki ülkeler, ılıman iklim kuşağındaki ülkeler ve iki iklimin egemen olduğu ülkeler olarak tanımlanmaktadır. Ülkemizde 1940'lı yıllarda Antalya'da yapılamaya başlayan örtüaltı yetiştiriciliği (seracılık) önceleri çok yavaş ilerlemiş sonraları ise hız kazanmıştır [10]. İlk kurulum dönemlerinde alçak tünel, yüksek tünel ve plastik örtülü seralar ile başlayıp, ilerleyen dönemlerde teknolojinin de tarıma entegre edilmesiyle otomasyonlu seralara geçilmiştir. Dış koşullardan bağımsız şartların sağlanabildiği seralarda, yıl içeresinde aynı alanda 2-3 ürün alınmasıyla ekonomik getirisinin farkına varılmış ve bu yapılara olan desteklemeler artmıştır. Bu sayede mevsimi dışında sebze, meyve, bağ ve süs bitkileri üretimi artmıştır. Ayrıca, örtüaltı sebzecilikte açık tarla şartlarına göre 5-6 kat daha fazla ürün elde edilirken bu üretimden 8-10 kat daha fazla gelir elde edilmeye başlanmıştır. Yüksek tüneller, alçak tüneller, seralar ve malç örtülerini kapsayan örtüaltı yetiştiriciliği; seralar hariç, iklim faktörlerinin yetiştiricilik için olumsuz etkilerini bir nebze tolere ederek yetiştiriciliğe uygun ortamların sağlandığı üretim modelidir [13]. Seralarda ise iklim faktörleri büyük oranda dış koşullardan bağımsız olarak yapılan otomasyonlu ve kontrollü yetiştirme ortamları olarak tanımlanmaktadır. Alçak tünellerde daha çok üretimde erkencilik hedeflenirken; yüksek tünel ve seralarda amaç ürünleri mevsimleri dışında üretmektir [10]. Tüm bu sistemler bulunduğu yörenin ekolojisine göre kimi zaman erkencilik kimi zaman da mevsimi dışında yetiştiriciliğe imkân sunmaktadır. Diyarbakır yöresinde de örtüaltı tarımında daha çok sera kullanımı yaygınlık göstermektedir. İlde alçak tünel kullanımı yaygın olmamakla birlikte fide yetiştiriciliği için tercih edilebilmektedir.

Türkiye'de Örtüaltı Yetiştiriciliği Potansiyeli

Türkiye, sahip olduğu kayıtlı mevcut örtüaltı yetiştiriciliği potansiyeli bakımından dünyada ilk dört ülke arasında, Avrupa'da ise İspanya'dan sonra ikinci sırada yer almaktadır [5]. Ülkemizde örtüaltı yetiştiriciliği 2021 yılında 854.600 dekar olarak belirlenmiştir (Şekil 1). Bu alanların 76.213 dekarını cam seralar, 100.756 dekarını yüksek tüneller, 212.657 dekarını alçak tüneller ve 464.973 dekarını plastik seralar oluşturmaktadır [11]. Özellikle Akdeniz iklim kuşağındaki bölgelerimizde örtüaltı varlığı yüksek olup; Akdeniz bölgesi en çok örtüaltı yetiştiriciliği yapan bölgemiz olmuştur [12]. Değişen ve gelişen teknoloji ve gıda gereksinimlerinin göz önünde bulundurulmasıyla ülkemizde son 10 yılda örtüaltı işletme büyüklüğü değişim göstermiş; ortalama 2 da olan işletmeler 4 dekara yükselmiştir [5].

Türkiye'de geçmişte çoğunlukla alçak tünellerde yetiştiricilik yapılırken, bu yapıların yerini plastik seralar her geçen gün almaya devam etmektedir. Seralarda en çok yetiştirilen ana ürün grubunu sebzeler (%94), meyve türleri (%5) ve kesme çiçek ve iç mekân bitkileri (%1) oluşturmaktadır [11]. Domates, Dünyada ve Türkiye'de örtüaltında en çok yetiştirilen ürün olarak ilk sırayı almaktadır. Alan bakımından domatesi sırası ile karpuz, hıyar ve biber takip etmektedir. Ülkemizde 421.612 dekarlık alanda yetiştiriciliği yapılan domatesten 440.692 ton ürün elde edilmektedir (Çizelge 1). Ekim alanı bakımından ikinci sırada yer alan karpuz, daha çok alçak tüneller altında pazara erkenci ürün çıkarmak amacıyla yetiştiriciliği yapılmaktadır. Ülkemizde domatesten sonra en çok üretilen sebze 1.170.041 ton üretim miktarı ile hıyar gelmektedir [10].



Şekil 1. Bölgelerdeki örtüaltı varlığı (dekar)

Figure 1. Greenhouse existence in the regions (decares)

Açıkta yetiştiricilik ile seralardaki yetiştiriciliğin karşılaştırıldığı zaman; seralarda birim alandan alınan verimin daha fazla olduğu bilinmektedir. Ancak bu rakamlara modern ve ısıtma yapılan otomasyonlu seralarda ulaşılabilmektedir. Antalya gibi örtüaltı yetiştiriciliğine uygun ekolojilerde bu üretim, ekonomik olarak yapılabilmektedir. Burada yapılan örtüaltı yetiştiriciliği genellikle tek ürün yetiştiriciliği olarak gerçekleştirilmektedir (Şekil 2). Diyarbakır gibi iklimi uygun olmayan bölgelerde ise turfanda tarzı yetiştiricilik yapılabilmektedir [1, 9]. Bu ildeki yetiştiricilik daha çok çift ürün yetiştiriciliği olarak da gerçekleştirilmektedir. Ayrıca Diyarbakır ve benzer iklime sahip bölgelerde, geç ilkbahar ve erken sonbahar dönemi ısıtmasız basit seralarda veya yüksek tünellerde örtüaltı yetiştiricilik tercih edilmektedir. Yetiştirilecek ürün olarak da vejetasyon

süresi kısa olan hıyar gibi türleri tercih edilmektedir (ısıtma yapılmadığından).

Çizelge 1. Türkiye'de örtüaltında en çok yetiştirilen sebzelerin üretim alanı ve miktarı

Table 1. Production area and amount of vegetables grown most under greenhouse in Turkey

	Üretim alanı (dekar) / Üretim miktarı (ton) *Production area (decare) / Production amount (tons)*				
Sebzeler *Vegetables*	Plastik sera *Plastic greenhouse*	Yüksek tünel *High tunnel*	Alçak tünel *Low tunnel*	Cam sera *Glass house*	Toplam ekim alanı *Total planting area*
Domates *Tomatoes*	226.888 / 3.559.834	9.475 / 131.796	5.184 / 37.727	42.137 / 677.563	283.684 / 4.406.920
Karpuz *Watermelon*	7.502 / 57.535	4.176 / 22.234	106.733 / 729.243	1.156 / 9.338	119.567 / 818.350
Hıyar *Cucumber*	53.150 / 754.754	8.987 / 124.966	6.245 / 40.346	16.934 / 249.975	85.316 / 1.170.041
Biber *Pepper*	81.562 / 848.202	7.418 / 48.293	11.355 / 108.791	10.775 / 124.596	111.110 / 1.129.882
Kavun *Melon*	5.921 / 43.675	684 / 2.820	35.436 / 155.469	2.240 / 14.426	44.281 / 216.390
Patlıcan *Aubergine*	11.390 / 155.853	14.189 / 119.875	1.166 / 4.414	7.240 / 108.827	33.985 / 388.969



Şekil 2. Akdeniz bölgesinde örtüaltı yetiştiricilik dönemleri

Figure 2. Periods of greenhouse cultivation in Mediterranean region

Isıtma maliyetinin yüksek olduğu bölgelerdeki üreticiler, seralardaki bitkileri sadece dondan koruma amaçlı yetiştiricilik yapabilmektedirler. Ülkemizde Akdeniz sahil kuşağı hariç, diğer bölgelerde soğuk kış aylarında ürünleri dondan korumak için ısıtma yapılmaktadır. Bu da örtüaltındaki verimlerde istenilen miktarlara ulaşılamamasına neden olmaktadır [4]. Türkiye örtüaltı sistemlerinde bazı sebzelerin dekara verimleri Çizelge 2'de verilmiştir [11].

Çizelge 2 incelendiğinde Türkiye'de örtüaltında en çok üretilen domatesin, cam ve plastik seralarda daha fazla verim verdiği görülmektedir. Bunun temel nedeni; bu sistemlerin diğerlerine göre daha modernize olmaları ve dış iklim etkilerini minimize eden yapılar olmasından kaynaklanmaktadır. Çizelgedeki diğer sebzelerde de seralardaki verim diğer sitemlerden daha yüksek çıkmıştır. Ancak ülkemizdeki seralardan halen istenilen verim elde edilememektedir. Normalde açıkta yetiştiriciliğe göre daha fazla ürün elde edilmesi beklenirken, alınan istatistiki sonuçlara göre bunun karşılanmadığı görülmektedir. Bu durumun yaşanmasında, ülkemizdeki örtüaltı sistemlerinde üretimin büyük çoğunluğu halen dış koşullara bağımlı olarak gerçekleşmesinden kaynaklanmaktadır.

Çizelge 2. Türkiye'de örtüaltı sistemlerinde en çok yetiştirilen sebzelerde verim (ton/da)

Table 2. Yield (ton/da) of most grown vegetables in greenhouse systems in Turkey

Sebze türleri *Vegetables*	Plastik sera *Plastic green house*	Yüksek tünel *High tunnel*	Alçak tünel *Low tunnel*	Cam sera *Glass house*	Toplam örtüaltı alanlarının dekara verimi *Yield per decare of total glasshouse areas*
Domates *Tomatoes*	15.69	13.91	7.28	16.08	15.54
Karpuz *Watermelon*	7.67	5.32	6.83	8.08	6.84
Hıyar *Cucumber*	15.20	13.91	6.46	14.76	13.71
Biber *Pepper*	10.40	6.51	9.58	11.56	10.17
Kavun *Melon*	7.38	4.12	4.39	6.44	4.89
Patlıcan *Aubergine*	13.68	8.44	3.79	15.03	11.45

Çizelge 3. Türkiye'de açıkta ve örtüaltında üretilen bazı sebzelerin dekara verim değerleri (ton)

Table 3. Yield values per decare of some vegetables produced in field and under greenhouse in Turkey(tons)

Sebze türleri *Vegetables*	Açık arazi dekara verim *Yield per decare of field*	Toplam örtüaltı alanlarının dekara verimi *Yield per decare of total greenhouse areas*	Örtüaltı / açık arazi *Greenhouse / field*
Domates *Tomatoes*	7.75	15.54	2.01
Karpuz *Watermelon*	4.72	6.84	1.45
Hıyar *Cucumber*	6.44	13.71	2.13
Biber *Pepper*	3.39	10.17	3.00
Kavun *Melon*	2.50	4.89	1.96
Patlıcan *Eggplant*	4.57	11.45	2.51

Türkiye'de domatesin dekara verimi açık tarla şartlarında ortalama 7.75 ton olarak gerçekleşmiştir [11]. Çizelge 3 incelendiğinde normalde domateste açıkta yetiştiriciliğe göre en az 30 ton ürün elde edilmesi gerekirken Türkiye genelinde örtüaltında elde edilen ortalama verim 15.54 ton olarak gerçekleşmiştir. Bu durumun yine ana nedeni ülkemizde halen seracılığın dış koşullara bağımlı olarak kalmasından kaynaklanmaktadır. Ülkemizde dış koşullardan bağımsız mevsimi dışında üretim yapmak için ısıtma yapılan seralar toplam seralarımızın %3'üne tekabül etmektedir. Oldukça düşük olan bu sera varlığı ile yeterince ürün alınamamasından dolayı elde edilen verim de düşük çıkmaktadır [3]. Isıtılan seralarda kullanılan enerji kaynağı olarak ilk sırada kömür ve ikinci olarak da

jeotermal enerji (%30) gelmektedir. Düşük rakamlara sahip olan jeotermal enerjili ısıtılan seraların toplam varlığı da 4.344 olduğu rapor edilmiştir [8].

Diyarbakır ve İlçelerinde Örtüaltı Yetiştiriciliği

Diyarbakır, 37-40 kuzey enlemleriyle, 40-41 doğu boylamları arasında bulunmakta ve Akdeniz ikliminin hâkim olmadığı konumda yer almaktadır. Denizden yüksekliği ortalama 650 metredir. İlin çevresi fazla yüksek olmayan dağlar çevrilmiş ve ortası çukur bir bölgede yer almaktadır. Bu ovalar tarıma elverişli ve verimli alanlardan oluşmaktadır. Bozkır bitki örtüsü ve karasal iklimin hâkim olduğu ilde, yazları sıcak kışları soğuk geçmektedir. İldeki yıllık yağış ortalaması 496 milimetredir. En sıcak ortalama 31°C, en soğuk ay ortalaması da 1.8°C olarak tespit edilmiştir. Bunun yanında ortalama nisbi nemde %53'tür. İlde son yıllarda yapılan barajların (Karakaya, Atatürk, Dicle ve Kral Kızı barajları) oluşturduğu yapay göletler, geniş buharlaşma yüzeyleri oluşturmuştur; bu nedenle, Diyarbakır Havzası'nın kuru havasının nisbi neminde artış olmuştur [7].

Karasal iklimin özelliklerinin az oranda değişip Akdeniz ikliminin de biraz hissedildiği Diyarbakır'da, kış mevsimi Doğu Anadolu'daki gibi soğuk geçmemektedir. İlde kış mevsiminden yaza geçiş birdenbire olmaktadır ve bölge halkının genel tabiri ile ilkbahar dönemi belirsizdir ve sıcaklar birden artmaktadır. İlde ortalama 4 ay yüksek sıcaklıklar hissedilmektedir. Özellikle Temmuz ve Ağustos ayları çok sıcak olup termometrenin 46°C'yi göstermektedir. İldeki hâkim rüzgâr yönü kuzeybatı (karayel) ve ortalama aylık rüzgâr hızı da saniyede 2.6 m olarak ölçülmüştür (Çizelge 4). Örtüaltı yetiştiriciliği için önemli bir faktör olan bulutluluk durumu, Diyarbakır için büyük bir problem olarak görülmemektedir. Diyarbakır'da ortalama olarak yılın 154 günü bulutlu geçmekte; Ağustos ayında açık gün sayısı 25'i geçer ve Mart ayında ise 5 gün olarak tespit edilmiştir. İlimizde gökyüzünün kapalı olduğu gün sayısı ise 68 gün olarak belirlenmiştir. Örtüaltı yetiştiriciliğinde iklim açısından önemli faktörlerden bir olan kar yağışları; Diyarbakır'da yılda ortalama 7 gün olarak geçmektedir [2].

Çizelge 4. Diyarbakır iline ait uzun dönem iklim verileri (1929-2020)
Table 4. Long-term climate data of Diyarbakır province (1929-2020)

Diyarbakır	Ocak *January*	Şubat *February*	Mart *March*	Nisan *April*	Mayıs *May*	Haziran *June*	Temmuz *July*	Ağustos *August*	Eylül *September*	Ekim *October*	Kasım *November*	Aralık *December*	Yıllık *Annual*
Ortalama sıcaklık (°C) *Average temperature*	1.7	3.7	8.3	13.8	19.3	26.0	31.0	30.5	25.1	17.5	9.7	4.0	15.9
Ortalama en yüksek sıcaklık (°C) *Average maximum temperature*	6.7	9.1	14.5	20.4	26.6	33.6	38.4	38.2	33.3	25.4	16.3	9.2	22.6
Ortalama en düşük sıcaklık (°C) *Average lowest temperature*	-2.3	-1.0	2.5	7.0	11.2	16.6	21.7	21.1	16.0	10.1	4.2	-0.2	8.9
En yüksek sıcaklık (°C) *Maximum temperature*	16.9	21.8	28.3	35.3	39.8	42.0	46.2	45.9	42.0	35.7	28.4	22.5	46.2
En düşük sıcaklık (°C) *Minimum temperature*	-24.2	-21.0	-14.0	-6.1	0.8	1.8	9.9	11.4	0.0	-1.8	-12.9	-23.4	-24.2
Ortalama güneşlenme süresi (saat) *Average sunbathing time (hours)*	3.9	4.9	5.6	7.1	9.6	12.2	12.4	11.7	10.0	7.5	5.5	3.9	7.9
Ortalama yağışlı gün sayısı *Average number of rainy days*	13.0	12.3	13.5	13.3	10.8	3.7	1.1	0.9	2.1	7.3	9.1	12.5	99.6
Aylık toplam yağış miktarı ortalaması *Average monthly total rainfall* (mm)	70.7	67.6	66.7	70.0	44.4	8.7	1.3	1.0	5.4	33.0	55.2	72.3	496.3

Örtüaltı yetiştiriciliğinde bitkilerin sağlıklı bir şekilde optimum gelişmelerini sürdürebilmeleri için ortam sıcaklığın 17-27°C arasında olması gerekir ve özellikle sera içi sıcaklığının 12°C'nin altına düştüğü gecelerde ısıtma yapılmalıdır. Yaz aylarında ise ortalama sıcaklığın 22°C üzerinde seyrettiği günlerde soğutulması veya üretime son verilmesi gerekebilmektedir [13]. Sıcaklığın 12-24°C arasında olduğu zaman doğal havalandırma yeterli olmaktadır. Diyarbakır'ın ortalama iklim verilerinin verildiği Çizelge 4 incelendiğinde, Ocak, Şubat Mart ilk yarısı, Haziran ayının ikinci yarısı, Ağustos, Kasım ve Aralık aylarında ısıtma veya soğutma yapmadan yapılacak yetiştiricilikte problemler yaşanacağı anlaşılmaktadır. İldeki örtüaltı sistemlerinin büyük bir bölümünde ısıtmasız yetiştiricilik yapıldığı gerçeği dikkate alındığında, yıl içerisinde çift ürün alınacak şekilde 6 aylık sürede yetiştiriciliğin yapılabileceği öngörülmektedir. Bu da yetiştiricilikte yapılacak sebze türünün seçimine etki etmektedir. Çünkü ilkbahar ve sonbahar periyotlarındaki 3'er aylık sürede vejetasyon süresi kısa olan sebze türleri seçilerek ısıtmasız veya soğutmasız serada ürün elde edilebilecektir. Bölgedeki sistemlerin tam otomasyonlu yapılarda olmaması ve iklimin de uygun olmadığından, ısıtma/soğutma masraflarından da

kaçınıldığından dolayı bölgede örtüaltı yetiştiriciliği yıl boyu yapılamamaktadır. Bundan dolayı hem örtüaltı sistemlerinde hem de yetiştiricilik yapılan sebze türlerinden Türkiye'den farklı bir türe yönelim zorunluluğu da ortaya çıkardığı yapılan arazi sörvey çalışmalarında elde edilmiştir [1, 9]. Çizelge 5'de Diyarbakır ve ilçelerindeki mevcut örtüaltı yetiştiricilik yapılan sistemler ve alan bazlı miktarları verilmiştir. Diyarbakır'da toplam örtüaltı yetiştiriciliği 73 dekar üzerinde yapılıp (kayıtlı olmayan sistemler mevcut), bunun büyük bir bölümü plastik seralar (53 dekar) oluşturmaktadır [11]. Yerel yönetimler, kalkınma ajansları ve bakanlıkların teşvikleri ile geçmişte basit yapılarla yapılan örtüaltı yetiştiriciliği gün geçtikçe daha modernize yapılara kavuşmuştur. Ancak yine de bölgedeki bu sistemlerde; iklim faktöründen dolayı yeteri miktarda verim elde edilememektedir.

Çizelge 5. Diyarbakır ve ilçelerindeki örtüaltı sistemlerinin miktarları

Table 5. Amounts of greenhouse systems in Diyarbakır and its districts

	Bağlar	Bismil	Dicle	Ergani	Eğil	Hani	Hazro	Kayapınar	Kocaköy	Kulp	Lice	Silvan	Sur	Yenişehir	Çermik	Çüngüş	Çınar	Toplam
Alçak tünel (dekar) *Low tunnel (decare)*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cam sera (dekar) *Glasshouse (decare)*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	20
Plastik sera (dekar) *Plastic greenhouse (decare)*	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	20	0	0	53
Yüksek tünel (dekar) *High tunnel (decare)*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Çizelge 6'da Diyarbakır'da farklı örtüaltı sistemlerinde yetiştiriciliği yapılan sebzelerin üretim alanı ve üretim miktarı verilmiştir. Çizelgede Diyarbakır'daki mevcut örtüaltı alanlarında üretilen iki sebzenin hıyar ve domates olduğu görülmektedir. Kısa vejetasyon süresine sahip olan hıyar, daha çok dondan korumak için kısa süreli ısıtılan seralarda (sera içerisinde kısa süreli elektrik ısıtıcılarla ısıtma, kömür kullanımı, lastik yakma gibi) yetiştiriciliği yapılmaktadır. Diyarbakır'da polikarbon yapılı plastik seralarda 45 dekarlık alan ile 10 dekarlık cam serada olmak üzere toplam 55 dekarlık alanda 860 ton hıyar üretimi yapılmaktadır [11]. Bölgede en çok üretim alan ve üretim miktarına sahip 2. sebze türünü domates oluşturmaktadır.

Hıyar sebzesinde dekarda en çok verim plastik seralardan elde edilirken (16.33 ton); ikinci sırada cam sera gelmektedir (12.5 ton). İldeki toplam örtüaltı alanlarındaki hıyar yetiştiriciliğinin dekara verimi 15.64 ton olarak gerçekleşmiştir. Domateste en çok verim plastik seralarda elde edilmiş (16.09 ton); cam seralardaki dekara verim de 14 ton olarak gerçekleşmiştir. İldeki toplam örtüaltı alanlarının domatesteki dekara verimliliğine bakıldığında 15.61 ton olarak gerçekleşmiştir [11]. Yapılan arazi gözlemleri ve anket çalışmalarında [1, 9] Diyarbakır'daki seraların büyük bir bölümünde ısıtma ve soğutma sistemlerinde yoğun maliyet olmasından dolayı istenilen verimin hala alınamadığı belirlenmiştir. Alınan verimin örtüaltı modellerimizin daha sistematik olması halinde artacağı düşünülmektedir.

Çizelge 6. Diyarbakır'da yetiştiriciliği yapılan bazı sebzelerin üretim alanı ve miktarı

Table 6. Production area and amount of some vegetables grown in Diyarbakır

Üretim alanı (dekar)/ Üretim miktarı (ton) *Production area (decare)/ Production amount (ton)*					
Sebze türleri *Types of vegetables*	Plastik sera *Plastic green house*	Yüksek tünel *High tunnel*	Alçak tünel *Low tunnel*	Cam sera *Glass house*	Toplam ekim alanı/toplam üretim miktarı *Total planting area/total production amount*
Domates *Tomatoes*	33/531	-	-	10/140	43/671
Hıyar *Cucumber*	45/735	-	-	10/125	55/860

Diyarbakır'daki açıkta yetiştiricilik ile örtüaltındaki yetiştiriciliğin ne kadar verimli olduğunu kıyaslayabilmek amacıyla bu sebzelerin açıkta yetiştiricilik değerlerinin incelenmesi gerekmektedir (Çizelge 7). Diyarbakır'da açık arazide sebze yetiştiriciliğinde son yıllarda hem ülke içinden hem de yurtdışından yatırımcılar üretim yapmaktadır. Geçmiş dönemlerde açık alanda sebze yetiştiriciliği daha çok aile işletmeleri şeklinde yapılıp; kullanılan tohum üreticinin her yıl yenilediği kendi tohumları olmaktaydı. Ayrıca hastalık ve zararlı ve bitki besleme uygulamaları sınırlı olarak yapıldığı arazi çalışmalarından elde edilen bulgularımızı oluşturmaktadır [1, 9]. Ancak ticari boyutta üretimlerin başlaması ile beraber hibrit tohum kullanımı, hastalık ve zararlı tespiti ve önlemi, bitki besleme konularında daha bilinçli davranılması sonucu birim alandan alınan verim değerlerinde de artışların olduğu istatistiki rakamlara yansımaktadır [11].

Çizelge 7 incelendiğinde Diyarbakır'da domatesin açık arazideki yetiştiriciliğine göre verim farkı 4.39 kat olarak tespit edilmiştir. Bu oran Diyarbakır'da örtüaltı domates yetiştiriciliğinde iyi bir verim elde

edildiğini göstermektedir. Hıyar sebzesinde ise 5.88 kat fazla üretim örtüaltında elde edilmiştir. Diyarbakır'da yetiştiriciliği yapılan bu iki sebzenin Diyarbakır şartlarındaki verim farkı, örtüaltı yetiştiriciliğinin yapılma amacına paralel sonuçlardır. Örtüaltında 3 ile 5 kat fazla ürün eldesi Diyarbakır şartlarında sağlanmaktadır. Ancak bu verim farkı tamamen örtüaltı yetiştiriciliğine bağlamak doğru bir yorum olmamaktadır. Diyarbakır'da halen açık alandaki üretimlerde kullanılan tohumlar geleneksel aile tohumlarından elde edildiğinden, seralarda kullanılan hibrit tohum ile kıyaslanınca verim farkı da ortaya çıkabilmektedir. Bunun yanında yapılan kültürel işlemler de bu verim farkının bir diğer sonucu olabilmektedir.

Çizelge 7. Türkiye ve Diyarbakır'da açık alanda ve örtüaltında üretilen bazı sebzelerin dekara verimlerinin karşılaştırılması

Table 7. Comparison the yield of some vegetables grown in field and greenhouse in Turkey and Diyarbakır

Sebze türleri *Types of vegetables*	Açık arazi dekara verim (ton) *Field yield per decare (tonnes)*	Toplam örtüaltı alanlarının dekara verimi (ton) *Total yield per decare of greenhouse (tonnes)*	Örtüaltı / açık arazi *Greenhouse / field*
Domates *Tomatoes*	3.56	15.61	4.39
Hıyar *Cucumber*	2.66	15.64	5.88

Diyarbakır şartlarında tür bazında sadece iki sebzenin dikilmesi ildeki örtüaltı sistemlerinin iklim hâkimiyetine daha çok maruz kalması ile açıklanabilmektedir. Üreticiler yetiştiriciliği yapacağı fidesini Akdeniz merkezli firmalardan temin etmektedirler. Çünkü ilimizde üreticilerin ilkbahar döneminde kendi fidesini üretebilmesi için serasını ısıtması gerekecek; sonbahar dönemi için fide elde etmek istediğinde de serasını soğutması gerekecektir. Karasal iklime sahip olan ilimizde bu masrafların karşılanması ekonomik olmadığından hazır fide temini daha hesaplı ve avantajlı olmaktadır. Ancak yüksek sıcaklıkların kısa süre içerisinde hissedilmesi ve kış aylarındaki soğuk günlerin fazla olmasından dolayı üreticiler vejetasyon süresi kısa sebzelere yönelmek zorunda kalmaktadırlar.

Diyarbakır'da Modern Seraların Kurulumu ve Geliştirilmesi

Cumhurbaşkanlığının açıkladığı Türkiye 2023 vizyonunda "Büyüyen Ekonomisi ve Yükselen Yaşam Kalitesi ile Ortadoğu'nun Yeni Çekim Merkezi Diyarbakır-Şanlıurfa Bölgesi" olarak belirlenmiştir [3]. Ülke genelinde ilimiz, teşvik sisteminde en fazla teşvik unsurlarının sunulduğu altıncı bölge içinde yer alarak ilde yapılacak jeotermal sera yatırımı teşvik sisteminde bölgesel teşvik unsurlarından faydalanabileceği belirtilmiştir [4]. Bu teşvik paketinde yatırımcılara büyük fırsatlar sunulmaktadır. Bunlardan bazıları: yurtdışından temin edilecek makine ve ekipmanın gümrük vergisi ödenmeyeceği beyan edilmiştir; yatırımlar için Hazine ve Maliye Bakanlığı'nca belirlenen usul ve esaslar çerçevesinde yatırım yeri tahsis edilebileceği; 2022 yılı sonuna kadar gerçekleşen yatırımlarda bina-inşaat harcamaları KDV iadesine konu olabileceği; yeni modern sera tesisinde ya da kontrollü örtü altı üretme koşullarına sahip Örtüaltı Kayıt Sistemi Yönetmeliği'ne uygun olarak yetiştiricilik yaptığı tespit edilen ve kayıt altına alınan üreticilere, Ziraat Bankası A.Ş. veya Tarım Kredi Kooperatiflerince 25 milyon TL üst limite kadar, kademeli olarak uygulanan %50-100 arasında değişen oranlarda faiz indirimi yapılmak suretiyle kredi kullandırılabileceği yer almıştır; mevcut sera işletmelerinin teknik altyapısının iyileştirilmesi amacıyla; 2.5 milyon TL üst limite kadar %50-90 arasında değişen oranlarda faiz indirimli yatırım kredisi, %50-100 arasında değişen oranlarda işletme kredisi kullandırılabileceği ve 50 bin TL'ye kadar olan yatırım ve işletme kredilerinde sıfır faizli olarak kredi kullandırılabileceği yer almıştır; sera ünitelerinin tamamen ya da kısmen yenilenmesi ile aynı veya farklı parsellerde birden fazla parçalı halde bulunan sera ünitelerinin tek çatı altında yeniden inşası için yatırım ve krediler verileceği belirtilmektedir. Ayrıca işletme aşamasında da sağlanan desteklerin verileceği; kayıtlı üreticilere Tarım Sigortaları Havuzundan yararlanacağı (TARSİM), Bombus arısı, Biyolojik ve Biyoteknolojik Mücadele desteklemelerinden de yararlanabileceği ifade edilmektedir [4, 6].

İlde kurulu olan ve yeni kurulacak seralar için devlet desteğinin resmi olarak beyan edilmesiyle beraber işletmelerin artacağı öngörülmektedir. Var olan enerjilerin (jeotermal) seracılığa entegre edilmesi için teşvik edildiği raporlarda özellikle Çermik ilçemizdeki jeotermal kaynağın kullanılması ilimizde seracılığın gelişimine katkı sağlayacaktır. Yerkabuğun aralarında bulunan sıcak suyu ifade eden jeotermal kaynaklar ile bugün dünya üzerinde ve ülkemizde birçok seranın ısıtılmasında kullanılmaktadır. Türkiye, jeotermal kaynaklar bakımından Dünya'da yedinci ve Avrupa'da birinci sırada yer almaktadır. Çevreye vereceği zararın minimum olduğu bu ısıtma ile çevre dostu, yenilenebilir, güvenli ve sürdürülebilir bir enerji şeklidir. Genellikle seralarımızın ısıtılmasında kullanılan kömürün yerini alacak olan jeotermal kaynaklar ile ülkemizin ekonomisine sağlayacağı katma değer 80 milyar $ civarında olacağı

belirtilmektedir. Bunun yanında ilimizde ısıtılacak seralar ile ürün türünde de çeşitliği sağlayarak; biber, patlıcan ve karpuz gibi sebzelerin yanında meyve ve süs bitkilerinin de örtüaltına alınmasının önü açılacaktır. Diyarbakır'ın sahip olduğu mevcut jeotermal kaynaklar incelendiğinde Çermik ilçesi sınırlarında bulunan jeotermal alanda 51°C sahip kaynak bulunmaktadır. Alınan ölçüm ve gözlemlerde debisinin 21 ve potansiyelininde 1.41 mW olduğu ifade edilmektedir [6]. Yüksek sıcaklığa sahip olan bu kaynağın seralarda kullanılmasıyla beraber, normalde dondan koruma amaçlı yapılan ısıtma durumu da değişmiş olacaktır. Bunun yanı sıra domateste tozlaşmayı teşvik etmek için ısıtma yapılmayan seralarda kullanılan bitki büyüme düzenleyicilerinin yerini uygun sıcaklık sağlanmasıyla çalışabilen bombus arıları sağlamış olacaktır. İnsan sağlığına da katkı sağlayan sürdürülebilir bir tarımın önü de açılmış olacağı düşünülmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye sahip olduğu mevcut konumu ve jeotermal kaynakları ile örtüaltı yetiştiriciliğini istenilen potansiyellerde yapabilmesine imkân vermektedir. Bugün sadece örtüaltı pazarında değil aynı zamanda örtüaltı sistemlerinin kurulumu için de ülkemizden yurtdışına kalifiye elemanlar gitmekte ve bu tesisleri kurmaktadır. BM raporlarına göre dünyada yaşanan doğal afetler ve iklim değişiklikleri son 40 yılda 5 kat artmış durumdadır [5]. Gıda ihtiyacının karşılanması için yetiştiricilik sistemlerini kurmak ve var olanları geliştirmek artık temel zorunluluk seviyesine gelmiştir. Ülkemiz geneli başta olmak üzere rakamlarla yukarıda verilen Diyarbakır'ın sahip olduğu örtüaltı yetiştiricilik potansiyelini geliştirmek bir görev haline gelmiştir. Devletimizin açıkladığı teşvik modelleri etkin kullanım ile hem ilimize, hem bölgemize hem de ülkemizin gelirine katkı sağlayacağı tartışmasız bir gerçektir. İlimizde yeni kurulacak seraların jeotermal kaynaklarına yakın yapılması ile ısıtma masrafları da minimize edilecek; ekstra bir kazanç sağlanmış olacaktır. Ayrıca, yapılan çalışmalar ve araştırmalar neticesinde jeotermal enerji ile ısıtılan seraların sıvı ve gaz yakıtla ısıtılan seralara göre çok daha ekonomik olduğunu göstermiştir [8].

Seraların ısıtılma durumu yetiştirilecek bitki tür ve desenini de etkilemektedir. Mevcut seraların geliştirilmesi, kurulacak seraların ısıtılabilmesi ile ürün deseni de çeşitlendirilmiş olacaktır. Bu da hem beslenmeye hem de ekonomimize katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Modern yetiştiricilikte üretim girdileri minimum seviyeye getirilerek çıktıları maksimum seviyeye getirmek istenilen bir durumdur. Seralara yapılacak yatırımların bir diğer etkisi de kullanılan yetiştirme ortamında değişiklik yapılmasına katkı sağlayacaktır. Katı ortam kültüründe yapılan yetiştiricilikte topraksız şartlara göre iki kat daha fazla su kullanılmaktadır; bu da var olan toprakların tuzlulaşmasına ve verimden düşmesine neden olmaktadır. Örtüaltı desteklemelerinde topraksız seralara teşvikler yapılmalı ve yeni kurulacak seralar topraksız seralar olmasına özen gösterilmelidir.

Örtüaltı yetiştiriciliğinin giderlerinde önemli bir kalem olan ısıtma sorunu için jeotermal kaynakların kullanılabilmesi yanında alternatif çözümler de değerlendirilmelidir. İlin gerek yüksek güneş ışıma değerleri, gerekse de uzun güneşlenme süresi açısından güneş enerjisi potansiyeli oldukça yüksek bir konumda bulunması nedeniyle, güneş enerjisinin örtüaltı yetiştiriciliğine entegre edilmesi de üzerinde durulması gereken bir konudur. Bu sayede işletmelerin sadece jeotermal kaynaklara yakın yerlerde kurulma zorunluluğu da ortadan kalkacak; birçok noktada yayılış göstermiş olacaktır.

Örtüaltı faaliyetlerinin sonucu olarak üretim artacak, bununla beraber işsizliğin azalacağı öngörülmektedir. Böylece batıya giden nüfusun bölgede kalacağı ön görülmektedir. Tarımsal üretimden vazgeçen üreticilerin tekrar üretime kazandırılmasının da yolu açılacaktır. Seracılığın ilde yaygınlaşması; hem ilimizde hem de ülkemizde yeni sanayi kollarının ortaya çıkması ve pazar değerinin büyümesini de sağlayacaktır. Sera yetiştiriciliğinde başarılı olabilmek için rüzgâr hızı, güneşlenme süresi vb. bölgesel iklim faktörleri gibi tüm faktörlerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Dolayısıyla, kurulacak veya desteklenecek seraların yukarıda sözü edilen kriterler dikkate alınarak hazırlanmış belirli bir plan ve projeye göre yapılmış olması seraların sürdürülebilirliğini ve kârlılığını önemli ölçüde etkilemektedir. Unutulmamalıdır ki tarım politikası gereği mutlaka yapılması gereken destekler öncelikle çok iyi analiz edilmesi ve kamu kaynaklarının, kârlılığı düşük alanlara veya bölgesel uygunluğu olmayan yatırımlara kullanımının önüne geçilmesi gerekmektedir [1].

Sonuç olarak, dünyada ve ülkemizde artan mevsimi dışında sebze ve meyve talebinin karşılanabilmesi, birim alandan yüksek verimin alındığı katma değeri yüksek seracılık faaliyetlerinin önemi dikkatte alınarak bu alanlara yatırımların devamlılığının sağlanması gerektiği düşünülmektedir. Diyarbakır ili ekolojik özellikleri nedeniyle örtüaltı yetiştiriciliğini kısıtlayan veya engelleyen faktörler elemine edildikçe bölgede seracılık bir sektör olarak daha fazla gelişecek ve sadece sebzecilik değil fide ve süs bitkileri üretimi de

bölge için de karşılanacaktır. Yıl boyu üretiminin mümkün olmadığı durumlarda erken ilkbahar ve geç sonbahar dönemi yetiştiricilik öncelik kazanacak ve ısıtma maliyetlerini düşürecek ekonomik sistemler sayesinde sürdürülebilir bir örtüaltı yetiştiriciliğinin bölgede gelişmesi mümkün görünmektedir. Günümüz şartlarında Bismil yöresi seracılık bölgesi olarak anılmakta ve örtüaltı sebze üretimi oldukça yaygın hale gelmiştir. Bölgede bulunan mevcut seraların genel özellikleri daha önce bazı araştırıcılar tarafından yapıldığından bu konu hakkında detaylı bilgi verilmemiştir [1, 9]. Diyarbakır ili üreticilere örtüaltı ve özellikle seracılığın açıkta yapılan yetiştiriciliğe göre daha avantajlı ve getirisi yüksek bir sektör olduğu benimsetilmelidir. Bu çalışmada Diyarbakır ili örtüaltı yetiştiriciliği birçok açıdan irdelenebilirken, üreticilerin ilgisini çekmek için verim açısından açıkta yetiştiriciliğe göre avantajının daha etkin olacağı düşünülmüştür. Böylece üretici seracılığa teşvik edilmek istenmiştir.

KAYNAKLAR

1. Akın, S., Kara, A., Pirinç, V., Aktürk, Z. 2018. Diyarbakır'da sera işletmelerinin durum analizi. Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7(2):95-101.
2. Anonim, 2020-a. https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler_istatistik.aspx?m=dıyarbakır (Erişim: 28.09.2022).
3. Anonim, 2020-b. Şanlıurfa ili Karaali ve Tuzluca köylerinde 1000 dekar jeotermal sera fizibilite raporunun hazırlanması, 294s.
4. Anonim, 2020-c. Tarım ve Orman Bakanlığı Faaliyet Raporu. 342s.
5. Anonim, 2021-d. Diyarbakır ili jeotermal sera yatırımı ön fizibilite raporu. 42s.
6. Anonim, 2022-f. http://www.diyarbakir.gov.tr/diyarbakir-da-doga-ve-insan (Erişim: 1.12.2022).
7. Milivojevic, M., Martinovic, M. 2003. Utilization of geothermal energy in Serbia. Proceedings of the International Geothermal Conference IGC-2003 Reykjavik, September 2003, Session 10, 37p.
8. Pirinç, V., Yılmaz, C., Tolucan Eyüp, N.K. Sema, 2017. Diyarbakır ili Bismil ilçesi örtüaltı yetiştiriciliği potansiyeli. 7. Ulusal Tarım Öğrenci Kongresi, (03-05.05.2017).
9. Sevgican, A. 1989. Örtüaltı sebzeciliği. Tarımsal Araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı.
10. TUİK, 2021. https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr (Erişim: 01.12.2022).
11. Tüzel, Y., Öztekin, G.B., Karaman, İ. 2010. Serik ilçesindeki modern ve geleneksel sera işletmelerinin üretici özellikleri, sera yapısı ve sebze üretim teknikleri bakımından karşılaştırılması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 47(3):223-230.
12. Yüksel, A.N., Yüksel, E. 2012. Sera yapım tekniği. Hasad Yayıncılık, 5. Baskı, s:74.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 281–285 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

YENİ VE TEKRAR KULLANILAN PERLİTİN KIVIRCIK SALATA YETİŞTİRİCİLİĞİNE ETKİLERİ

Buse KARAYEL[1]*, Özgün ÜNAY[2], Ayşe GÜL[3]

[1]Zir. Müh., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir; ORCID: 0000-0003-3747-689X
[2]Zir. Yük. Müh., Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, İzmir; ORCID: 0000-0002-8323-4632
[3]Prof. Dr., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir; ORCID: 0000-0003-1845-5284

ÖZ

Sera koşullarında yürütülen bu çalışmada Batavia (kıvırcık) tipte Maritima ve kırmızı kıvırcık (Lollo Rossa) tipte Bacchus salata çeşitlerinin yetiştiriciliğinde yeni ve domates üretiminden sonra tekrar kullanılan perlit karşılaştırılmıştır. Test edilen çeşitlerin farklı tiplerde olması nedeniyle, çalışma iki farklı deneme şeklinde planlanmıştır. Denemelerde; yeni perlit, kullanılmış perlit 1, kullanılmış perlit 2 olmak üzere 3 farklı uygulama karşılaştırılmıştır. "Kullanılmış perlit 1" bir önceki sezonda domates yetiştiriciliğinde tam sulama, "kullanılmış perlit 2" ise kısıtlı su uygulamasına ait ortamları göstermektedir. Substratlar uzunluğu 75 cm, genişliği 25 cm ve derinliği 16 cm olan yatay saksılara yerleştirilmiştir. Bitkilerin besin maddesi ve su gereksinimleri, damla sulama sistemi ile verilen komple besin çözeltisi ile karşılanmıştır. Her iki çeşitte de domates üretiminden sonra kullanılan perlit ortamlarının kıvırcık salata verimini, yeni perlite kıyasla artırdığı saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Substrat kültürü, perlit, sürdürülebilirlik, kıvırcık salata

EFFECTS OF NEW AND REUSED PERLITE ON LETTUCE CULTIVATION

ABSTRACT

This study was carried out under greenhouse conditions to compare the new perlite with reused perlite as growing medium for the cultivation of Batavia type Maritima and Lollo Rossa type Bacchus lettuce cultivars. Each cultivar was tested in the separate experiment since their types were different. In the trials, the treatments were "new perlite", and "reused perlite 1" and "reused perlite 2" that were used for tomato cultivation in the previous season by complete and deficit irrigation, respectively. Substrates were placed in horizontal pots with a length of 75 cm, a width of 25 cm and a depth of 16 cm. Water and nutrient requirements of the plants were provided by complete nutrient solution applied via drip irrigation system. It was determined that reused perlite gave higher yield than new perlite for both lettuce cultivars.

Keywords: Substrate culture, perlite, sustainability, lettuce

GİRİŞ

Salata-marul (*Lactuca sativa* L.) yaprağı tüketilen ekonomik öneme sahip bir sebze türüdür. Baş bağlamayan kıvırcık yapraklı salata (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) ile baş yapan salatalar (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*) salata grubunu oluşturmakta; marul (Romaine=Cos) (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*) olarak adlandırılan grupta ise göbek oluşturan veya oluşturmayan uzun yapraklı tip ve çeşitler yer almaktadır. Vitamin C ve polifenoller gibi antioksidant içeriğinin yanı sıra lif içeriği yüksektir, kardiyovasküler hastalıkların önlenmesinde etkili olduğu rapor edilmektedir [17]. Sağlık açısından faydası konusunda toplum bilincinin artması salata-marula olan talebi de artırmaktadır [18].

Günümüzde marulun dahil olduğu taze olarak yaprağı tüketilen sebzelerin, aromatik bitkiler ve otların üretiminde topraksız tarıma ilgi artmaktadır. Salata-marul yetiştiriciliğinde ticari üretimde yüzen su kültürü ve besleyici film tekniği gibi su kültürü teknikleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte, ısıtmasız geleneksel seralarda topraksız tarım yapıldığında, soğuk olan dönemde seranın boş bırakılmaması için ana üründen sonra marul yetiştiriciliği tercih edilmektedir. Bu nedenle bu çalışmada, Batavia (kıvırcık) tipte Maritima ve kırmızı kıvırcık (Lollo Rossa) tipte Bacchus çeşitlerinin yetiştiriciliğinde yerli bir substrat olan perlitin topraksız tarımda bir üretim döneminden sonra tekrar kullanım olanaklarını araştırmak, domatesin ardından marul yetiştiriciliğinde kullanılan perlitte, önceki üretimden kalan kök yoğunluğunun etkilerini araştırmak amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Deneme 08 Mart 2021-26 Nisan 2021 tarihleri arasında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait olan polietilen örtülü tünel

* Sorumlu yazar / *Corresponding author*: buse.karayel00@gmail.com

serada yürütülmüştür. Sera hava sıcaklığı ve oransal nem değerleri HOBO veri toplayıcı cihaz ile günlük 15 dakikalık aralıklar ile kayıt altına alınmıştır. Kaydedilen veriler günlük ortalama, maksimum ve minimum değerlere çevrilmiştir. Günlük ortalama sıcaklık 10.8-23.6°C, maksimum sıcaklık 18.5-48.7°C ve minimum sıcaklık -0.3-16.2°C arasında değişim göstermiştir. Aynı şekilde günlük oransal nem değerleri de ortalama %46.0-63.3; maksimum %64.4-70.1; minimum %21.8-55.5 arasında değişmiştir.

Bitki materyali olarak AG Tohum firmasına ait Batavia (kıvırcık) tipte Maritima ve Vilmorin firmasına ait Lollo Rossa tipinde Bacchus salata çeşitleri kullanılmıştır. Denemelerde substrat olarak, yatay saksılara (25×75×16 cm) yerleştirilen yeni ve bir önceki sezonda domates yetiştiriciliğinde kullanılan tarımsal perlit (http://cevahirperlite.com) test edilmiştir:

(1) Perlit 0: Yeni perlit,

(2) Perlit 1: Bir önceki sezonda tam sulama uygulaması ile domates yetiştiriciliğinde kullanılan perlit,

(3) Perlit 2: Bir önceki sezonda kısıtlı sulama uygulaması ile domates yetiştiriciliğinde kullanılan perlit,

Bachuss çeşidinin yetiştiriciliğinde kurağa toleransı daha yüksek olan, Maritima çeşidinin yetiştiriciliğinde ise kurağa toleransı da daha düşük olan domates genotipine ait perlit dolu saksılar kullanılmıştır.

Bitkilerin besin maddesi ve su gereksinimini sağlamak için kullanılan besin çözeltisinin element içeriği (mg L^{-1}) şöyledir: N 150, P 50, K 150, Ca 150, Mg 50, Fe 5, Mn 0.5, Zn 0.05, B 0.5, Cu 0.03 ve Mo 0.02 [4]. Besin çözeltisi uygulaması açık sisteme göre drenaj oranı yaklaşık %15-20 düzeyinde olacak şekilde damla sulama sistemi ile gerçekleştirilmiştir. Bitkilere uygulanan çözeltinin pH'sı 6.0-6.5, EC'si 1.5-2.0 mS cm^{-1} aralığında tutulmuştur.

Dikim öncesinde, Perlit 1 ve 2 konularına ait ortamlar bol su ile yıkanmıştır. Tüm saksılara dikimden 1 gün önce tav suyu verilmiştir. Ticari fide firmasından temin edilen fidelerin dikimi 08.03.2021 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Dikimden sonra fidelere can suyu verilmiş, besin çözeltisi uygulamasına dikimden 2 gün sonra başlanmıştır.

Test edilen çeşitlerin farklı tiplerde olması nedeniyle, çalışma iki farklı deneme şeklinde tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekrarlı olarak düzenlenmiştir. Her parselde 12 adet bitki yer almıştır.

Bitkiler çeşitlerin gelişimi takip edilerek hasat edilmiştir. Bitki gelişim özeliklerini (yaprak ve kök yaş ve kuru ağırlığı, yaprak sayısı, atılan yaprak sayısı) ve yaprak rengini belirlemek üzere her parselden 3 bitkide ölçümler yapılmıştır. Arda kalan 9 bitki verimi (baş ağırlığı ve pazarlanabilir baş ağırlığı) belirlemede kullanılmıştır.

•Yaprak Sayısı, Yaprak ve Kök Yaş-Kuru Ağırlığı: Salataların yaprak ve kök aksamı ayrılmış, toplam ve pazarlanamayacak özellikteki olan atılan yaprak sayısı kaydedilmiştir. Yaprak ve kök örnekleri yaş ağırlıkları alındıktan sonra 65°C'ye ayarlı etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar tutulmuş ve daha sonra kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

•Yaprak Rengi: Minolta CR-300 renk ölçerle L*a*b* olarak ölçülmüştür. Rengin temel bileşenlerini (kırmızı, sarı, mavi ve yeşil) belirleyen Hue "$h=\tan^{-1}$ (b a^{-1})" ve rengin doygunluğunu, canlılığını belirleyen Kroma "$C=\sqrt{(a2+b2)}$" hesaplanmıştır.

•Verim: Bitkiler kök boğazının 1 cm üzerinden bıçak yardımıyla kesilerek hasat edilmiş ve baş ağırlığı (g) kaydedilmiştir. Pazarlamaya uygun olmayan yaprakları temizlendikten sonra pazarlanabilir baş ağırlığı (g) belirlenmiştir.

•İstatistiki Analiz: Verilere SPSS 20.0 paket programı kullanılarak varyans analizi uygulanmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD testi ($P\leq0.05$) ile belirlenmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bacchus Çeşidine Ait Bulgular

•*Bitki gelişimi ve yaprak rengi:* 16 Nisan tarihinde alınan örneklerde, Bacchus çeşidine ait bitkilerin üst aksam ve kök gelişim özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Uygulamaların yaprak yaş ($P\leq0.05$) ve kuru ağırlığı ($P\leq0.01$) ile kök yaş ağırlığı ($P\leq0.05$) üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Bu özellikler açısından en yüksek değerler "Perlit 1" ve en düşük değerler "Perlit 0" ortamlarında yetiştirilen bitkilerde saptanmıştır. Tekrar kullanılan perlit ortamları, yeni perlite kıyasla yaprak sayısını da artırmıştır. Yaprak renk değerleri açısından uygulamalar arasındaki farklılıkların tesadüften kaynaklandığı belirlenmiştir (Çizelge 2).

•*Verim:* Bacchuss çeşidine ait bitkiler 19 Nisan tarihinde hasat edilmiştir. Uygulamaların baş ağırlığı ve pazarlanabilir baş ağırlığı üzerine etkisi %95 güvenle önemli bulunmuştur. Domates yetiştiriciliğinden sonra kıvırcık salata yetiştirilen "Perlit 1" ve "Perlit 2", yeni perlite "Perlit 0" kıyasla baş ağırlığı ve pazarlanabilir baş ağırlığını artırmıştır (Çizelge 3).

Maritima Çeşidine Ait Bulgular

•*Bitki gelişimi ve yaprak rengi:* Denemede 19 Nisan tarihinde alınan örneklerde, kullanılan

substratın Maritima çeşidine ait bitkilerin üst aksam ve kök gelişim özellikleri ile yaprak rengine etkisi istatistiki önem düzeyinde olmamıştır (Çizelge 4, 5).

•*Verim:* Maritima çeşidine ait bitkilerin hasadı 26 Nisan tarihinde yapılmıştır. Uygulamaların baş ağırlığına etkisi istatistiksel önem düzeyinde (P≤0.001) bulunmuştur. Toplam ve pazarlanabilir baş ağırlığı açısından ortamlar "Perlit 2", "Perlit 1" ve "Perlit 0" olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır (Çizelge 6).

Çizelge 1. Uygulamaların Bacchus çeşidine ait bitkilerin gelişimine etkisi[z]

Table 1. The effects of treatments on the plant growth of Bacchus cultivar[z]

Uygulama *Treatment*	Yaprak ağırlığı (g bitki⁻¹) *Leaf weight*		Kök ağırlığı (g bitki⁻¹) *Root weight*		Yaprak sayısı (bitki⁻¹) *Number of leaves*	
	Taze *Fresh*	Kuru *Dry*	Taze *Fresh*	Kuru *Dry*	Toplam *Total*	Atılan *Discarded*
Perlit 0 / *Perlite 0*	88.2 b	4.65 c	14.0 b	1.43	13.2 b	1.3
Perlit 1 / *Perlite 1*	137.6 a	6.89 a	17.3 a	1.59	15.5 a	2.3
Perlit 2 / *Perlite 2*	128.7 a	5.85 b	15.4 ab	1.43	15.5 a	1.5
P	*	**	*	öd	*	öd

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (Duncan)

*[z]In each column, different letters shows the significant differences between treatments according to Duncan's multiple range test at P≤0.05. P value shows probability, *P≤0.05, **P≤0.01*

[z]ö.d.: Önemli değil, *Nonsignificant*

Çizelge 2. Bacchus çeşidinde uygulamaların yaprak rengine etkileri[z]

Table 2. Effects of treatments on leaf color in Bacchus cultivar[z]

Uygulama *Treatment*	Renk L *Color L*	Renk a *Color a*	Renk b *Color b*	Croma	Hue
Perlit 0 / *Perlite 0*	20.28	5.78	9.05	10.79	57.32
Perlit 1 / *Perlite 1*	20.40	4.86	10.10	11.23	64.25
Perlit 2 / *Perlite 2*	19.76	5.60	9.82	11.48	59.87
P	öd	öd	öd	öd	öd

[z]ö.d.: Önemli değil, *Nonsignificant*

Çizelge 3. Uygulamaların Bacchuss çeşidinde baş ağırlığı üzerine etkisi[z]

Table 3. Effect of treatments on head weight in Bacchuss cultivar[z]

Uygulama *Treatment*	Baş ağırlığı (g bitki⁻¹) / *Head weight*	
	Toplam / *Total*	Pazarlanabilir / *Marketable*
Perlit 0 / *Perlite 0*	94.2 b	88.2 b
Perlit 1 / *Perlite 1*	149.0 a	137.6 a
Perlit 2 / *Perlite 2*	135.4 a	128.7 a
P	*	*

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (Duncan)

*[z]In each column, different letters shows the significant differences between treatments according to Duncan's multiple range test at P≤0.05. P value shows probability, *P≤0.05.*

TARTIŞMA VE SONUÇ

Test edilen iki çeşitte de domates üretiminden sonra kullanılan perlit ortamlarının kıvırcık salata verimini, yeni perlite kıyasla artırdığı saptanmıştır. Hıyar [3, 11], mini karpuz [1], marul [14], domates [12] gibi farklı türlerin yetiştiriciliğinde topraksız ortamların tekrar kullanım olanaklarının araştırıldığı çalışmalarda da benzer sonuçlar alınmıştır. İzmir-Menderes'te geleneksel tarzdaki ısıtmasız seralarda üreticilerin, bazaltik volkan tüfünü ilkbahar-yaz döneminde hıyar, kış döneminde ise salata-marul yetiştiriciliğinde 4 yıl süreyle kullandıkları rapor edilmektedir [5, 6]. Gül [4], substratların tekrar kullanımının bitki gelişim değerleri ve verim miktarı üzerine etkileri konusunda yapılan çalışmalarda, ilk döneme kıyasla ikinci ve üçüncü üretim dönemlerinde verim değerlerinin daha yüksek olduğunu, buna substratta kalan kök artıklarının neden olabileceğini bildirmektedir.

Çizelge 4. Uygulamaların Maritima çeşidine ait bitkilerin gelişimine etkisi[z]

Table 4. The effects of treatments on plant growth of Maritima cultivar[z]

Uygulama *Treatment*	Yaprak ağırlığı (g bitki⁻¹) *Leaf weight*		Kök ağırlığı (g bitki⁻¹) *Root weight*		Yaprak sayısı (bitki⁻¹) *Number of leaves*	
	Taze *Fresh*	Kuru *Dry*	Taze *Fresh*	Kuru *Dry*	Toplam *Total*	Atılan *Discarded*
Perlit 0 / *Perlite 0*	128.3	4.86	17.54	1.85	18.2	2.2
Perlit 1 / *Perlite 1*	114.3	4.51	17.77	1.80	17.8	2.7
Perlit 2 / *Perlite 2*	158.9	5.74	19.32	2.13	18.7	2.7
P	öd	öd	öd	öd	öd	öd

[z]öd: Önemli değil, *Nonsignificant*

Çizelge 5. Uygulamaların Maritima çeşidinde yaprak rengine etkisi[z]

Table 5. Effects on leaf color in Maritima cultivar[z]

Uygulama *Treatment*	Renk L *Color L*	Renk a *Color a*	Renk b *Color b*	Croma	Hue
Perlit 0 / *Perlite 0*	40.19	-17.12	30.69	35.15	-60.85
Perlit 1 / *Perlite 1*	41.53	-17.25	31.57	35.98	-61.35
Perlit 2 / *Perlite 2*	38.57	-17.12	31.19	35.58	-61.24
P	öd	öd	öd	öd	öd

[z]öd: Önemli değil, *Nonsignificant*

Çizelge 6. Uygulamaların Maritima çeşidinde baş ağırlığı üzerine etkisi[z]

Table 6. Effect of treatments on head weight in Maritima cultivar[z]

Uygulama *Treatment*	Baş ağırlığı (g bitki⁻¹) / *Head weight*	
	Toplam / *Total*	Pazarlanabilir / *Marketable*
Perlit 0 / *Perlite 0*	249.8 c	234.8 c
Perlit 1 / *Perlite 1*	294.8 b	274.8 b
Perlit 2 / *Perlite 2*	337.0 a	313.0 a
P	***	***

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (Duncan)

*[z]In each column, different letters shows the significant differences between treatments according to Duncan's multiple range test at P≤0.05. P value shows probability, ***: P≤0.001.*

Moraes vd. [14]'da minyatür marul yetiştiriciliğinde Hindistan cevizi torfunun tekrar kullanımının (yeni, 1, 2 ve 3 kez kullanılmış) etkisini araştırdıkları çalışmada; tekrar kullanımın substrat

özelliklerini iyileştirdiğini ve test edilen uygulamalar arasında en iyi sonucun 3 kez kullanılmış olan ortamdan alındığını rapor etmektedir.

Elde edilen sonuçlar marul bitkisinin organik ortamlara daha iyi uyum sağladığına işaret etmektedir. Bu sonuç; marul yetiştiriciliğinde ağaç kabuğu, talaş ve torf içeren organik ortamların iyi sonuç verdiğini [9]; Hindistan cevizi gibi organik ya da klinoptilolit gibi inorganik fakat katyon değişim kapasitesi yüksek olan ortamların perlit gibi inert ortamlara kıyasla daha uygun olduğunu [13], perlite klinoptilolit ilavesinin bitki gelişimi artırdığını [2, 7, 8, 16] bildiren önceki çalışmaların sonuçlarını desteklemektedir.

Neumann vd. [15], marulda kök gelişimi ve salgısının toprak tipine bağlı olarak değiştiğini bildirmektedir. Besin elementleri ve suyu almaları nedeniyle, kökler bitki gelişimini önemli düzeyde etkilemektedir [20]. Çalışmamızda kök gelişimi Bachuss çeşidinde Perlit 1, Maritima çeşidinde ise Perlit 2'de daha iyi olmuş, üst aksam gelişiminin de kök gelişimine paralel olduğu saptanmıştır. Bu ortamlarda bir önceki sezonda gerçekleştirilen domates üretiminde kök yaş ve kuru ağırlığı sırasıyla, Bachuss çeşidinin yetiştiriciliğinde kullanılan Perlit 1'de 134 ve 15 g bitki^{-1}, Perlit 2'de 90 ve 9 g bitki^{-1}; Maritima çeşidinin yetiştiriciliğinde kullanılan Perlit 1'de 86 ve 8 g bitki^{-1}, Perlit 2'de 97 ve 10 g bitki^{-1} olmuştur [19]. Elde edilen sonuçlar, önceki üretimden kalan köklerin kıvırcık salata gelişimini olumlu etkilediğini göstermiştir.

KAYNAKLAR

1. Dutra, J.G., Peil, R.M.N., Silva-Duarte, T., Rombaldi, C.V., Grolli, P.R., Pereira, A.S., Severo Dorneles, A.O., 2021. Fruit production and quality of mini-watermelon with different number of stems, in troughs cultivation system and substrate reuse. Semina: Cienc. Agrar. Londrina 42(2):471-486.
2. Eroğul, D., 2002. Baş salata yetiştiriciliğinde topraksız ortam olarak zeolit ve perlitin karşılaştırılması (Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, İzmir, 87s.
3. Gül, A., 1995. Sera hıyar yetiştiriciliğinde topraksız ortamların kullanım süresinin verime etkileri. Türkiye 2. Bahçe Bitkileri Kongresi 2:181-185.
4. Gül, A., 2019. Topraksız tarım. Meta Basım, İzmir.
5. Gül, A., Engindeniz, S., Aykut, N., 2007. Can closed substrate culture be an alternative for small-scale farmers. Acta Hort. 747:83-89.
6. Gül, A., Engindeniz, S., Eltez, R.Z., Aykut, N., Gülçin, H., 2007. Adaptation of closed substrate culture by small scale farmers. Acta Hort. 729:261-266.
7. Gül, A., Eroğul, D., Ongun, A.R., 2005. Comparison of the use of zeolite and perlite as substrate for crisp-head lettuce. Scientia Hort. 106:464-471.
8. Gül, A., Eroğul, D., Tepecik, M., Öztan, F., 2007. Effect of growing media on plant growth and nutrient status of crisp-head lettuce. Acta Hort. 729:367-371.
9. Gül, A., Sevgican, A., 1992. Topraksız ortamların sera marul yetiştiriciliğine etkileri. Türkiye 1. Bahçe Bitkileri Kongresi 2:311-313.
10. Kristkova, E., Dolezalova, I., Lebeda, A., Vinter, V., Novotna, A., 2008. Description of morphological characters of lettuce (*Lactuca sativa* L.) genetic resources. Hort. Sci. (Prague), 35(3):113-129.
11. Łazny, R., Mirgos, M., Przybył, J.L., Nowak, J.S., Kunka, M., Gajc-Wolska, J., Kowalczyk, K., 2021. Effect of re-used lignite and mineral wool growing mats on plant growth, yield and fruit quality of cucumber and physical parameters of substrates in hydroponic cultivation. Agronomy 11:998.
12. Martínez-Gutierrez, A.G., Cruz, A.B., Tinoco, C.E., Lopez Cruz, J.Y., Urrestarazu, M., 2015. Effect of particle size and reused organic substrates on tomato crop production. Journal of Plant Nutrition 38(12):1877-1884.
13. Merdin, S., 2009. Bitki gelişimini artıran kök bakterilerinin farklı ortamlarda baş salata yetiştiriciliğine etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 73s.
14. Moraes, L., Calori, A.H., Factor, T.L., Patricio, F., Ghini, R., Abreu, M.F., Purquerio, L.F.V., 2016. Baby leaf lettuce production in trays with reused and solarized substrate. Horticultura Brasileira 34:463-469.
15. Neumann, G., Bott, S., Ohler, M.A., Mock, H.P., Lippmann, R., Grosch, R., Smalla, K., 2014. Root exudation and root development of lettuce (*Lactuca sativa* L. cv. Tizian) as affected by different soils. Front. Microbiol. 5:2.
16. Sarıoğlu, E., 2013. Perlite zeolit ilavesinin kıvırcık salata ve domates yetiştiriciliğine etkileri (Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 141s.
17. Shatilov, M.V., Razin, A.F., Ivanova, M.I., 2019. Analysis of the world lettuce market. IOP Conf.

Series: Earth and Environmental Science 395:012053.

18. Tomasi, N., Pinton, R., Costa, L.D., Cortella, G., Terzano, R., Mimmo, T., Scampicchio, M., Cesco, S., 2015. New solutions for floating cultivation system of ready-to-eat salad: A review. Trends Food Sci. Technol. 46:267-276.
19. Ünay, Ö., 2021. Yerel kök bakterilerinin domates genotiplerinde kuraklık stresine etkileri (Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, İzmir, 125s.
20. Zhou, C., Wang, Q., Liu, W., Li, B., Shao, M., Zhang, Y., 2022. Effects of red/blue versus white LED light of different intensities on the growth and organic carbon and autotoxin secretion of hydroponic lettuce. Horticulture, Environment and Biotechnology, 63:195-205.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 286–293 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

BOR VE SALİSİLİK ASİT UYGULAMALARININ ACI VE TATLI KIL BİBERDE VERİM, MEYVE KALİTESİ VE BİYOKİMYASAL İÇERİKLER ÜZERİNE ETKİLERİ

Adnan UĞUR[1], Andaç Kutay SAKA[2]*

[1]Doç. Dr., Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ordu; ORCID: 0000-0001-6015-3146
[2]Arş. Gör., Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ordu; ORCID: 0000-0001-5550-1978

ÖZ

Çalışma, biber meyvelerinde bor ve salisilik asit uygulamalarının acı ve tatlı kıl biber çeşitlerinde verim ve meyve kalitesi özellikleri ile biyokimyasal içeriklerine etkilerinin belirlenmesi amacı ile 2019 yılı ilkbahar üretim döneminde Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait plastik sera ve laboratuvarlarda yürütülmüştür. Biber fideleri yetiştirme ortamı olarak 3:1 oranında torf: perlit karışımı içeren 50×18×16 cm ebadındaki balkon tipi saksılara dikilmiştir. Gübrelemeler dikim sonrası 10 ve 20. günlerde yapılmış, bor uygulaması toprak ve yapraktan uygulanmış salisilik asit uygulaması ise yapraktan uygulanmıştır. Çalışmada 6 farklı uygulama (kontrol, SA sprey, Bor sprey, Bor topraktan, Bor topraktan + SA sprey, Bor sprey + SA spey) konusu çalışılmıştır. Bor uygulamasında 20 g/da, salisilik asitte 1 mM dozu kullanılmıştır. Biber bitkilerinde 5 kez hasat yapılmış, hasat edilen bitkilerde bitki boyu (cm), bitki verimi (kg/da), yaprak eni (cm), yaprak boyu (cm), gövde çapı (cm), meyve sayısı (adet/bitki), meyve çapı (cm), meyve boyu (cm), yaprak kroma ve hue açı değeri, klorofil indeksi, kuru madde oranı (%), toplam fenolik madde, flavonoid ile antioksidan etkinliği (DPPH) belirlenmiştir. Bor gübrelemesi ve salisilik asit uygulamalarının bitki başına meyve verimini %76'ya varan oranlarda arttırdığı belirlenmiştir. Ortalama meyve ağırlığı 7.87-9.80 g arasında değişmiştir. Bor ve salisilik asit uygulamalarının biber meyvelerinin fenolik madde içeriklerine önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Uygulama etkilerinin acı ve tatlı biberlerde farklı olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bor, fenolikler, renk özellikleri, salisilik asit, verim

THE EFFECTS OF BORON AND SALICYLIC ACID APPLICATIONS ON YIELD, FRUIT QUALITY AND BIOCHEMICAL CONTENTS

ABSTRACT

The study was carried out in the plastic greenhouses and laboratories of Ordu University Faculty of Agriculture, Department of Horticulture in the spring production period of 2019 in order to determine the effects of boron and salicylic acid treatments in pepper fruits on yield and fruit quality characteristics and biochemical contents of hot and sweet pepper varieties. Pepper seedlings were planted in 50×18×16 cm balcony type pots containing a 3:1 mixture of peat: perlite as a growing medium. Treatment was done on the 10^{th} and 20^{th} days after planting, boron treatment was applied to the soil and leaves, and salicylic acid was applied to the leaves. In the study, 6 different treatments (control, SA spray, Boron spray, Boron soil, Boron soil + SA spray, Boron spray + SA spray) were studied. In boron treatment, 20 g/da, 1 mM dose of salicylic acid was used. Pepper plants were harvested 5 times, plant height (cm), plant yield (kg/da), leaf width (cm), leaf length (cm), stem diameter (cm), fruit number (piece/plant), fruit diameter (cm), fruit length (cm), leaf chroma and hue angle value, chlorophyll index, dry matter ratio (%), total phenolic substance, flavonoid and antioxidant activity (DPPH) were determined. It was determined that boron fertilization and salicylic acid applications increased fruit yield per plant by up to 76%. Average fruit weight varied between 7.87-9.80 g. It was determined that boron and salicylic acid applications had significant effects on the phenolic content of pepper fruits. It was determined that the treatment effects were different in hot and sweet peppers.

Keywords: Boron, color characteristics, phenolics, salicylic acid, yield

GİRİŞ

Sebzeler sağlıklı beslenmenin vazgeçilmez bir parçasıdır. Meyve ve sebzeler düşük yağ, şeker ve tuz içeriği ile sağlıklı bir beslenme kaynağı olup, kardiyovasküler hastalık ve aşırı kilo alma riskini azaltmaya yardımcı olabilmektedirler [19]. Biberde bulunan kapsaisin maddesi, hücrelerde oksidatif stresin neden olduğu ve obeziteye yol açan faktörleri engelleyerek potansiyel bir ajan kullanılabileceği yapılan araştırmalarda ortaya konmuştur [14].

Biber (*Capsicum annuum* L.), C vitamini açısından zengin [10], önemli bir üründür ve sağlığa olan faydaları nedeniyle giderek daha fazla ilgi görmektedir. Bununla birlikte, teknik gelişmeler nedeniyle son yıllarda alan başına verim ve kalite iyileşmesine rağmen, zararlılar ve hastalıkların hala

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

verim düşüşlerine neden olduğu düşünülmektedir [5]. Yetiştiricilik ve hasat öncesi dönemde zayıf büyüme nedeniyle verim kayıpları meydana gelir [1]. Bu nedenle, son yıllarda biber yetiştiriciliğinde bitki besleme ve büyüme gelişme destekleyici uygulamalar ön plana çıkmaya başlamıştır. Yıllık yaklaşık 36.2 milyon ton [2] üretilerek dünyada en değerli sebzelerin başına gelen biberde bitki verimi ve kalitesinin arttırılması için yeni stratejilerin belirlenmesi hedeflenmektedir.

Bor, çeşitli besinlerin toplam alımını ve besin kullanım verimliliğini etkilemektedir. Böylece yüksek verimlilik ve düşük gübre maliyeti elde edilmektedir [24]. Borun bitkilerdeki işlevleri, su taşınımındaki görevi, katyon ve anyon emilimi, polen canlılığı ve azot (N), fosfor (P), karbonhidratlar ve yağ metabolizması ile ilişkilidir. Bor ayrıca hücre duvarının oluşumunda, şeker taşınımı, hücre bölünmesi, farklılaşma, hücre zarı işleyişi, bitki hormon düzeylerinin belirlenmesi ve bitki büyümesi gibi hayati hücre fonksiyonlarında önemli bir rol oynar [15]. Salisilik asit ise birçok bitkinin yapısında doğal olarak bulunan, bitki büyüme-gelişimi, fotosentez, çiçeklenme ve besin maddesi alımı gibi önemli bitki metabolik olayları üzerine önemli derecede olumlu etkisi olan bir büyüme düzenleyicisidir [11, 3]. Salisilik asit, bitkilerde biyotik ve abiyotik stres koşullarında sistemik dayanıklılığı teşvik ederek strese karşı bitkileri korumaktadır [13]. Salisilik asitin ayrıca ağır metal birikimine karşı da önemli ölçüde etkili olduğu bildirilmektedir [11]. Bitkilerde olası bor toksisitesi durumunda bu durumun önüne geçilmesi açısından salisilik asit ile birlikte farklı makro ve mikro element kaynaklı gübreleme uygulamalarının yapılması önem kazanmaktadır. Yapılan araştırmada, farklı şekillerde uygulanan bor uygulamaları ile spreyleme şeklinde bitkiye uygulanan salisilik asitin acı ve tatlı biber çeşitlerinde verim, kalite ve biyokimyasal özellikler üzerine etkilerin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Bu çalışma kapsamında, serada acı ve tatlı kıl biber yetiştiriciliğinde farklı bor ve salisilik asit uygulamaları uygulanarak araştırma yürütülmüştür. Serada, yapraktan ve topraktan bor uygulamaları ve yapraktan salisilik asit uygulanarak acı ve tatlı biber meyvelerinde verim, kalite özellikleri ve biyokimyasal içeriklerden toplam fenolik maddeler, flavonoidler ve antioksidan kapasitesi belirlenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Bu araştırma Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama alanında bulunan ısıtmasız plastik serada, Mayıs 2019-Ekim 2019 tarihleri arasında yürütülmüştür.

Araştırmada acı biber çeşidi olarak «Yakar», tatlı kıl biber çeşidi olarak ise «Uslu» çeşidi kullanılmıştır. Biber fideleri yetiştirme ortamı olarak 3:1 oranında torf: perlit karışımı içeren 50×18×16 cm ebadındaki balkon tipi saksılara 3 tekerrür ve her tekerrürde 3'er bitki olacak şekilde dikilmiştir.

Çalışmada topraktan bor, yapraktan bor, topraktan bor + Salisilik Asit ve yapraktan bor + Salisilik Asit uygulamaları yapılmıştır.

Çalışmada 20 g/da bor dozu ve 1 mM salisilik asit dozu kullanılmış, uygulamalar 10 gün ara ile 2 farklı tarihte saksı başına 100 cc olacak şekilde uygulanmıştır.

Biber bitkilerinde 5 kez hasat yapılmış, hasat edilen bitkilerde bitki boyu (cm), bitki verimi (kg/da), yaprak eni (cm), yaprak boyu (cm), gövde çapı (cm), meyve sayısı (adet/bitki), meyve çapı (cm), meyve boyu (cm), yaprak kroma ve hue açı değeri, klorofil indeksi, kuru madde oranı (%), toplam fenolik madde, flavonoid ile antioksidan etkinliği (DPPH) belirlenmiştir.

Metot

•*Bitki boyu:* Bitkilerin toprak yüzeyinden bitkinin en uç noktasında büyüme ucunun bitimine kadar bir cetvel yardımıyla ölçülerek bitki boyu (cm) belirlenmiştir. Bitki boyları 1.hasat zamanından hemen önce ölçülmüştür.

•*Gövde çapı:* Biber bitkilerinde gövdenin orta kısmında dijital kumpas yardımı ile gövde çapı (mm) ölçülmüştür.

•*Yaprak eni:* Her uygulamadan homojen olarak seçilen 10 adet yaprak, yaprak ayasının en geniş yerinden bir cetvel yardımıyla ölçülerek yaprak eni (mm) belirlenmiştir.

•*Yaprak boyu:* Her uygulamadan homojen olarak seçilen 10 adet yaprak, yaprak ayasının en uzun yerinden bir cetvel yardımıyla ölçülerek yaprak boyu (mm) belirlenmiştir.

•*Yaprak SPAD değeri:* Her uygulamada genç ve orta yaşlı yapraklar olmak üzere 20 yaprakta ölçüm yapılarak üzerinde yaprak SPAD değeri (cci) belirlenmiştir. Ölçümlerde Minolta SPAD-502 Klorofilmetre (Konica Minolta Japan Leaf Chlorophyll Meter SPAD 502) kullanılarak yaprakların klorofil indeksi ölçülmüş ve bulunan değerler SPAD değerleri olarak ifade edilmiştir. Klorofil indeksi değerlendirilirken SPAD değer skalasında 1 = klorotik veya sarı renk, 50 = koyu yeşil renk olarak ifade edilmektedir [25].

•*Renk özellikleri:* Renk özellikleri olarak CIE sisteminde L* (lightness) ölçüm yapılan yüzeyin,

ışığı ne kadar yansıttığını, yani siyahtan beyaza rengin açıklık ve koyuluğunu (0=Beyaz; 100=Siyah), a* değeri kırmızıdan (pozitif) yeşile (negatif); b* değeri ise sarıdan (pozitif) maviye (negatif) renk değişimlerini belirtmektedir. Renk özellikleri olarak CIE 3 boyutlu renk koordinatları olarak L, a ve b değeri hesaplanmıştır [16]. Renk özellikleri dijital renk ölçer (Konica-Minolta, CR-400, Japonya) ile 10'ar meyvenin farklı bölgelerinden olacak şekilde belirlenmiştir.

•*Bitki başına meyve sayısı:* Bütün hasat dönemleri boyunca hasat edilen biber bitkilerinin hasat edilen toplam bitki sayısına oranlanması ile elde edilen değerdir.

•*Meyve çapı:* Biber bitkilerinin hasat edilen meyvelerinde, meyvenin orta kısımından dijital kumpas yardımı ile meyve çapı (mm) ölçülmüştür.

•*Meyve boyu:* Hasat edilen biberlerde meyve sapının bitim noktasından meyvenin uç noktasına kadar olan uzunluk bir cetvel yardımıyla ölçülerek meyve boyu (cm) belirlenmiştir.

•*Kuru madde içeriği:* Hasat edilen biber örnekleri darası alınmış fırın kaplarına yerleştirildikten sonra tartılmış ve taze ağırlıklar not edilmiştir. Aynı örnekler 72°C'deki etüvde 48 saat süreyle kurutulmuştur. Tamamen kuruyan biber örneklerinin son kuru ağırlıkları tartılarak taze ağırlık değerleri üzerinden hesaplaması yapılmış ve %kuru ağırlık oranları belirlenmiştir.

•*Ortalama meyve ağırlığı:* Bütün hasat dönemleri boyunca her uygulamadan hasat edilen meyve sayıları (adet) ile meyve ağırlıkları (g) belirlenmiş ve toplam meyve ağırlığının toplam meyve sayısına oranlanması ile ortalama meyve ağırlığı (g) belirlenmiştir.

•*Bitki başına ortalama meyve sayısı:* Tüm hasat dönemlerinde her tekerrürden hasat edilen toplam meyve sayısının toplanarak her bir tekerrürde bulunan toplam bitki sayısına oranlanması ile adet bitki^{-1} olarak hesaplanmıştır.

•*Bitki verimi:* Hasat edilen sağlıklı meyveler 0.01 hassasiyetli hassas terazide her hasat döneminde tartılmış ve dekara kg olacak şekilde hesaplanmıştır. Bütün hasatlardan elde edilen verim değerleri toplanarak toplam verim değeri (kg da^{-1}) belirlenmiştir.

•*Toplam fenolikler:* Uygulamalardan alınan biber örnekleri saf su ile yıkanarak metal blendırla parçalanmış ve alınan örnekler 50 mL'lik falkon tüplerde analizlere kadar -20°C'de saklanmıştır. Analizler için dondurucudan çıkarılan örnekler oda koşullarında çözdürülerek 12.000 × g'de 4°C'de 30 dakika boyunca santrifüj işlemine tabi tutulmuştur. Biyoaktif bileşikler için spektrofotometrik ölçümler UV-Vis spektrofotometresinde (Shimadzu, Kyoto, Japonya) Öztürk ve Özer [21]'e göre belirlenerek mg GAE 100 g^{-1} taze ağırlık olarak ifade edilmiştir.

•*Flavonoid miktarı:* Toplam flavonoid içeriği kuersetin'e eşdeğer (QE), mg kuersetin 100 g^{-1} taze ağırlık olarak, Chang ve ark. [6]'nın çalışmalarında belirledikleri yöntem Özer ve ark., [20] tarafından yürütülen bir çalışmada yeniden tasarlanarak belirlenmiştir.

•*Antiokisdan kapasitesi (DPPH):* Biber meyvelerinde antioksidan kapasitesi [4]'e göre belirlenmiş ve mmol 100 g^{-1} trolox eşdeğeri (TE) taze ağırlık olarak ifade edilmiştir.

•*İstatistiksel analiz:* Verilerin varyans analizi yapılmış, ortalamalar arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını ($P<0.05$) kontrol etmek amacıyla varyans analizi yapılmış ve ortalamalar arasındaki anlamlı farklılıklar LSD değeri olarak verilmiştir. İstatistiksel analizler JMP yazılımı (JMP 13.2, ABD) kullanılarak yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bitki boyu

Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre biberde bitki boyları 28.75-31.56 cm arasında değişim göstermiştir. Farklı çeşitler ile farklı bor salisilik asit uygulamaları arasında istatistiksel bakımdan önemli bir farklılık bulunmamıştır (Çizelge 1). Uygulamaların bitki boyu artışına önemli etkisi olmamasına karşın kontrole göre bitki boylarında artış gözlemlenmiş ve en yüksek boylu bitkiler bor yaprak + SA uygulamasından elde edilmiştir. Yapılan çalışmalarda bitki boyunun bor gübrelemesi ile arttığı bildirilmiştir [22, 18].

Gövde çapı

Elde edilen sonuçlara göre yapılan uygulamaların gövde çaplarına önemli etki etmediği görülmüştür. Gövde çapları 5.29-5.65 mm arasında değişim göstermiştir. Bor Yaprak + SA uygulamasının haricinde diğer uygulamalarda kontrole göre gövde çaplarında artış görülmüş ancak istatistiksel açıdan önemli bir farklılık bulunmamıştır. Çeşitler arasında istatistiksel olarak önemli farklılık vardır (Çizelge 1).

Yaprak eni, yaprak boyu

Çalışmadan elde edilen yaprak eni değerleri incelendiğinde en düşük değer kontrol uygulamasından (39.08 mm) elde edilirken, en yüksek yaprak eni değeri (42.11 mm) bor toprak + SA uygulamasından bulunmuştur. İstatistiksel olarak çeşitler arasında önemli farklılık bulunurken uygulamalar arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır (Çizelge 1).

Çalışmadan elde edilen yaprak boyu değerleri incelendiğinde yaprak eni sonuçlarına benzer olarak en düşük değer kontrol uygulamasından (80.25 mm), en yüksek yaprak boyu değeri (86.44 mm) ise Bor Toprak+ SA uygulamasından bulunmuştur. İstatistiksel olarak çeşitler arasında %1 düzeyinde önemli farklılık bulunurken uygulamalar arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır (Çizelge 1). Önceki yapılan çalışmalarda bor uygulamalarının yaprak özelliklerine önemli etkilerinin olmadığı bulunmuş, önceki sonuçlar çalışmamızla benzerlik göstermiştir [9].

Renk özellikleri

Bor ve salisilik asit uygulaması yapılan biber meyvelerinde renk özelliklerinden L* değerine çeşitlerin istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Çalışmada en yüksek L* değeri tatlı biber çeşidinde elde edilirken, uygulamalardan bor yaprak uygulaması en yüksek L değerine sahip olmuştur (Çizelge 2). Farklı bor dozlarının yapraktan uygulanması ile sebzelerde L değerinin etkilenmediği önceki yapılan çalışmalarda da belirlenmiştir [7].

Bor ve salisilik asit uygulaması yapılan biber meyvelerinde renk özelliklerinden a* değerine çeşitlerin istatistiksel olarak önemi tespit edilmiştir. Çalışmada en yüksek a* değeri tatlı biber çeşidinde elde edilirken, uygulamalardan kontrol uygulaması en yüksek a* değerine sahip olmuştur (Çizelge 2). b* değerine ise çeşitlerin ve uygulamaların istatistiksel olarak bir etkisi yoktur.

Yaprak SPAD değeri

Acı ve tatlı biber çeşitlerine yapılan bor ve salisilik asit uygulamaları sonucunda SPAD değerlerinde uygulamalar açısından istatistiksel bir farklılık bulunmazken çeşitler arasında istatistiki bakımdan önemli etkiler saptanmıştır (Çizelge 3). Tatlı biber çeşidinde en yüksek SPAD değeri 46.28 cci olarak belirlenmiştir. SPAD değerleri kontrol uygulamasına göre bütün uygulamalarda azalış göstermiştir. Yapılan bir çalışmada 30., 60. ve 150.günlerde yaprak SPAD değeri belirlenen biber yapraklarında bor uygulamasının SPAD değerlerini arttırdığı belirlenmiştir [8]. Ancak çalışmamızdan elde edilen sonuçlar bor ve salisilik asit uygulamaları ile SPAD değerlerinin düşüş gösterdiğini ortaya koymuştur.

Meyve Boyu, Meyve Çapı, Ortalama Meyve Ağırlığı ve Kuru Madde İçeriği

Acı ve tatlı biber çeşitlerine yapılan bor ve salisilik asit uygulamaları sonucunda meyve boyu, meyve çapı ve %kuru madde içeriği değerlerinde uygulamaların ortalamaları arasında istatistiksel bir farklılık bulunmazken çeşitler ve çeşit × uygulama interaksiyonu arasında istatistiki bakımdan önemli etkiler saptanmıştır (Çizelge 4).

Çizelge 1. Bor ve salisilik asit uygulamalarının farklı biber çeşitlerinde bitki boyu, gövde çapı, yaprak eni ve yaprak boyu üzerine etkileri[z-y]

Table 1. Effects of boron and salicylic acid treatments on plant height, stem diameter, leaf width and leaf length in different pepper cultivar[z-y]

	Çeşit / *Cultivar*	Kontrol	SA	Bor Toprak	Bor Yaprak	Bor Toprak + SA	Bor Yaprak + SA	Ortalama / *Mean*
Bitki boyu (cm) *Plant height*	Acı / *Hot*	28.67	31.67	29.89	30.22	28.33	32.00	30.13
	Tatlı / *Sweet*	28.83	29.67	30.89	31.00	30.22	31.11	30.29
	Ortalama / *Mean*	28.75	30.67	30.39	30.61	29.28	31.56	
	LSD	LSD çeşit: Ö.D. N.S. LSD Uygulama: Ö.D. N.S. LSD çeşit × uygulama: Ö.D. N.S.						
Gövde çapı (mm) *Stem diameter*	Acı / *Hot*	5.05	5.35	5.53	5.19	5.48	5.09	5.28 B
	Tatlı / *Sweet*	5.58	5.69	5.78	5.87	5.48	5.50	5.65 A
	Ortalama / *Mean*	5.31	5.52	5.65	5.53	5.48	5.29	
	LSD	LSDçeşit:0.18*** LSD Uygulama: Ö.D. N.S. LSD çeşit × uygulama: Ö.D. N.S.						
Yaprak eni (mm) *Leaf width*	Acı / *Hot*	36.00	36.67	37.33	38.44	41.33	37.00	37.80 B
	Tatlı / *Sweet*	42.17	43.83	45.33	42.56	42.89	45.11	43.65 A
	Ortalama / *Mean*	39.08	40.25	41.33	40.50	42.11	41.06	
	LSD	LSD çeşit:1.55*** LSD Uygulama: Ö.D. N.S. LSD çeşit × uygulama: Ö.D. N.S.						
Yaprak boyu (mm) *Leaf length*	Acı / Hot	72.67	71.00	75.11	76.56	83.11	75.78	75.70 B
	Tatlı / *Sweet*	87.83	89.83	94.78	87.33	89.78	96.78	91.06 A
	Ortalama / *Mean*	80.25	80.42	84.94	81.94	86.44	86.28	
	LSD	LSD çeşit:3.32*** LSD Uygulama: Ö.D. N.S. LSD çeşit × uygulama: Ö.D. N.S.						

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen çeşitler ortalaması ile aynı satırda yer alan uygulama ortalamaları arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD)

[z]There is a 5% difference between the average of varieties expressed with different letters in the same column and the application averages in the same row (LSD)

[y]Çeşitc × uygulama interaksiyonunda ortalamalar arasındaki %5 düzeyinde anlamlı farklılık küçük harflerle ifade edilmiştir (LSD)

[y]Significant difference at the level of 5% between the means in the variety × application interaction is expressed in lowercase letters (LSD)

*** p≤ 0.001 düzeyinde önemlidir ****significant at p≤0.001*, Ö.D.: Önemli değil *N.S.: Nonsignificant*

Çizelge 2. Bor ve salisilik asit uygulamalarının farklı biber çeşitlerinde meyve renk özelliklerine etkileri[z-y]
Table 2. Effects of boron and salicylic acid applications on colour characteristics in different pepper cultivars[z-y]

	Çeşit / *Cultivar*	Kontrol	SA	Bor Toprak	Bor Yaprak	Bor Toprak + SA	Bor Yaprak + SA	Ortalama / *Mean*
L*	Acı / *Hot*	53.57	53.77	53.48	54.48	52.50	52.68	53.41 B
	Tatlı / *Sweet*	55.35	57.21	56.95	56.61	54.86	56.78	56.29 A
	Ortalama / *Mean*	54.46	55.49	55.22	55.55	53.68	54.73	
	LSD	LSD çeşit: 1.17*** LSD Uygulama: Ö.D. N.S. LSD çeşit × uygulama: Ö.D. N.S.						
a*	Acı / *Hot*	-22.43	-22.73	-22.29	-21.96	-21.77	-22.09	-22.21 A
	Tatlı / *Sweet*	-22.07	-23.42	-23.34	-23.85	-22.93	-23.69	-23.22 B
	Ortalama / *Mean*	-22.25	-23.08	-22.82	-22.91	-22.35	-22.89	
	LSD	LSD çeşit: 0.66*** LSD Uygulama: Ö.D. N.S. LSD çeşit × uygulama: Ö.D. N.S.						
b*	Acı / *Hot*	47.82	47.95	46.79	48.24	45.71	46.57	47.18
	Tatlı / *Sweet*	47.19	48.84	47.60	49.20	47.10	48.34	48.04
	Ortalama / *Mean*	47.51	48.39	47.20	48.72	46.41	47.46	
	LSD	LSD çeşit: Ö.D. N.S. LSD Uygulama: Ö.D. N.S. LSD çeşit × uygulama: Ö.D. N.S.						

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen çeşitler ortalaması ile aynı satırda yer alan uygulama ortalamaları arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD)
[z]There is a 5% difference between the average of varieties expressed with different letters in the same column and the application averages in the same row (LSD)

[y]Çeşitc × uygulama interaksiyonunda ortalamalar arasındaki %5 düzeyinde anlamlı farklılık küçük harflerle ifade edilmiştir (LSD)

[y]*Significant difference at the level of 5% between the means in the variety × application interaction is expressed in lowercase letters (LSD)*
*** p≤ 0.001 düzeyinde önemlidir ****significant at p≤ 0.001*, Ö.D.: Önemli değil *N.S.: Nonsignificant*

Çizelge 3. Bor ve çinko uygulamalarının farklı biber çeşitlerinde SPAD değerine etkileri[z-y]
Table 3. Effects of boron and zinc applications on SPAD index in different pepper cultivars[z-y]

	Çeşit / *Cultivar*	Kontrol	SA	Bor Toprak	Bor Yaprak	Bor Toprak + SA	Bor Yaprak + SA	Ortalama / *Mean*
SPAD değeri (cci) *SPAD index*	Acı / *Hot*	44.05	44.35	43.95	44.93	38.13	41.30	42.78 B
	Tatlı / *Sweet*	47.98	46.78	46.12	46.17	45.38	45.28	46.28 A
	Ortalama / *Mean*	46.01	45.56	45.03	45.55	41.76	43.29	
	LSD	LSD çeşit:2.15*** LSD uygulama: Ö.D. N.S. LSD çeşit × uygulama: Ö.D. N.S.						

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen çeşitler ortalaması ile aynı satırda yer alan uygulama ortalamaları arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD)
[z]There is a 5% difference between the average of varieties expressed with different letters in the same column and the application averages in the same row (LSD)

[y]Çeşitc × uygulama interaksiyonunda ortalamalar arasındaki %5 düzeyinde anlamlı farklılık küçük harflerle ifade edilmiştir (LSD)

[y]*Significant difference at the level of 5% between the means in the variety × application interaction is expressed in lowercase letters* (LSD)
*** p≤ 0.001 düzeyinde önemlidir ****significant at p≤ 0.001*, Ö.D.: Önemli değil *N.S.: Nonsignificant*

Tatlı biber çeşidine ait meyvelerde meyve boyu ve meyve çapı en yüksek değerlere ulaşırken, çeşit × uygulama interaksiyonunda meyve boyu ve meyve çapı için en yüksek değerler (sırasıyla 21.92 cm, 15.37 cm) tatlı biber, bor yaprak + SA uygulamasından elde edilmiştir. Yapılan çalışmalarda bor uygulamalarının meyve boyu ve meyve çapını arttırdığı bildirilmiştir [9]. Aynı şekilde salisilik asit uygulanan biberlerde de meyve boyu ve meyve çapında artışlar raporlanmış [12] ve bu artışın meyve bünyesine alınan bor ve salisilik asitin etkilerinin bir sonucu olduğu düşünülmektedir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar bu bulgularla paralellik göstermiştir.

Ortalama meyve ağırlığı değerlendirildiğinde çeşitlerin istatistiksel olarak farklı bulunduğu, uygulamaların ortalama meyve ağırlığına önemli etki etmediği tespit edilmiştir (Çizelge 4). Ancak uygulamalarla kontrole göre ortalama meyve ağırlığında artış gözlenmiş olup en yüksek ortalama meyve ağırlığı 9.38 g ile bor yaprak + SA uygulamasından elde edilmiştir. Bor [22, 9, 18] ve salisilik asit (İbrahim ve ark., 2019) uygulanan meyvelerde ortalama meyve ağırlıklarında artışlar önceki çalışmalarda saptanmıştır. Çalışmamızla ortak olarak meyve ağırlığında uygulamalarla artışlar var olup sonuçlarımızın aksine bu çalışmalarda uygulamalar arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur.

Çalışmada incelenen %kuru madde içeriği çeşitler ve çeşit × uygulama interaksiyonu açısından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4). En yüksek kuru madde içeriği acı biber çeşitlerinde tespit edilirken interaksiyon olarak acı, bor yaprak uygulaması en yüksek içerikle ön plana çıkmıştır. Bor ve salisilik asit uygulamalarının kuru madde içeriğini arttırdığı önceki çalışmalarda belirtilmiştir.

Bitki Başına Meyve Sayısı, Toplam Bitki Verimi

Çalışmada bitki başına meyve sayısı ve toplam bitki verimine çeşitler, uygulamalar ve çeşit × uygulama interaksiyonunun istatistiksel olarak önemli bir etkisi bulunmamıştır (Çizelge 5). İki özellikte de görülmüştür ki bor yaprak + SA uygulaması bitki başına meyve sayısını arttırmış ve dolayısıyla verim de de artışlar kaydedilmiştir. En

yüksek bitki başına meyve sayısı 32.44 adet bitki^{-1}, en yüksek toplam verim dekara 956.67 kg ile bor yaprak + SA uygulamasından elde edilmiştir. Manas ve ark. [9] çalışmamıza benzer olarak yaptıkları çalışmada, bor uygulamasının bitki verimini etkilemediğini bulmuşlardır. Çalışmamızda bitki başına meyve sayısı ve toplam bitki verimine ait istatistiksel olarak önemli etkiler bulunmamasına karşın önceden yapılan çalışmalarda bor ve salisilik asit uygulamalarının bu özelliklere önemli etkilerinin olduğu bildirilmiştir [22, 9, 12].

Toplam Fenolikler, Flavonoidler ve Antioksidan Kapasitesi (DPPH)

Farklı biber çeşitleri ve farklı bor, salisilik asit uygulamalarının toplam fenolikler, flavonoidler ve antioksidan kapasitesine (DPPH) önemli etkilerinin olduğu, en yüksek fenolik, flavonoid ve antioksidan kapasitesi (DPPH) içeriklerinin bor yaprak uygulamasından elde edildiği belirlenmiştir. Çeşit × uygulama interaksiyonu göz önüne alındığında en yüksek toplam fenolik madde içeriği (402.16 mg GAE 100 g^{-1}) acı biber bor yaprak uygulamasında, en yüksek flavonoid içeriği (201.71 mq QE 100 g^{-1}) tatlı biber bor yaprak uygulamasında ve en yüksek antioksidan kapasitesi (9.61 mmol TE 100 g^{-1}) acı biber bor yaprak uygulamasında kaydedilmiştir (Çizelge 6). Iourd ve ark. [17], yaptıkları çalışmada bor ve salisilik asitin birlikte uygulanmasının marulda biyokimyasal içeriklerin kontrol grubuna göre arttığını, en yüksek değerlerin 1 mM B ve SA uygulamalarında elde edildiğini bildirmişlerdir. Toplam fenolik madde miktarı kontrole kıyasla bütün uygulamalarda artış göstermiş Manas ve ark. [9]'nın yaptığı çalışmayla benzer sonuçlar vermiştir. Toplam flavonoidler ve toplam antioksidan kapasitesi üzerine bor uygulamalarının, çeşitlerin ve çeşit × uygulama interaksiyonunun önemli etkilerinin olduğu ve dozlara göre bu farklılığın değişim gösterdiği yapılan çalışmalarda bildirilmiştir [23]. Literatürde mevcut çalışmalarla elde ettiğimiz bulgular paralellik göstermektedir.

Çizelge 4. Bor ve salisilik asit uygulamalarının farklı biber çeşitlerinde meyve boyu, meyve çapı, ortalama meyve ağırlığı ve kuru madde içeriği üzerine etkileri[z-y]

Table 4. Effects of boron and salicylic acid applications on fruit length, fruit diameter, mean fruit weight and dry matter content in different pepper cultivar[z-y]

	Çeşit / *Cultivar*	Kontrol	SA	Bor Toprak	Bor Yaprak	Bor Toprak + SA	Bor Yaprak + SA	Ortalama / *Mean*
Meyve boyu (cm) *Fruit length*	Acı / *Hot*	17.76 e	16.93 e	17.05 e	18.06 de	16.91 e	16.99 e	17.28 B
	Tatlı / *Sweet*	19.27 cd	20.19 bc	20.55 bc	20.06 bc	20.92 ab	21.92 a	20.48 A
	Ortalama / *Mean*	18.52	18.56	18.80	19.06	18.92	19.46	
	LSD	LSDçeşit:0.53*** LSD uygulama: Ö.D. N.S. LSD çeşit × uygulama: 1.29***						
Meyve çapı (mm) *Fruit diameter*	Acı / *Hot*	13.76 bc	12.78 c	12.77 c	14.24 abc	13.04 c	13.47 bc	13.34 B
	Tatlı / *Sweet*	13.39 bc	13.68 bc	14.04 abc	12.75 c	14.74 ab	15.37 a	13.99 A
	Ortalama / *Mean*	13.58	13.23	13.41	13.50	13.90	14.42	
	LSD	LSD çeşit:0.61* LSD uygulama: Ö.D. N.S. LSD çeşit × uygulama: 1.49*						
Ortalama meyve ağırlığı (g) *Mean fruit weight*	Acı / *Hot*	8.24	7.87	8.12	8.25	8.84	9.22	8.42 B
	Tatlı / *Sweet*	8.66	9.81	9.67	9.16	9.66	9.54	9.41 A
	Ortalama / *Mean*	8.45	8.84	8.89	8.71	9.25	9.38	
	LSD	LSD çeşit:0.57*** LSD uygulama: Ö.D. N.S. LSD çeşit × uygulama: Ö.D. N.S.						
% Kuru madde içeriği *Dry matter content*	Acı / *Hot*	8.17 abc	7.63 cd	8.21 ab	8.44 a	8.19 abc	7.77 bcd	8.07 A
	Tatlı / *Sweet*	7.43 de	7.23 de	7.50 de	6.60 f	7.34 de	7.03 ef	7.19 B
	Ortalama / *Mean*	7.80	7.43	7.85	7.52	7.76	7.40	
	LSD	LSD çeşit:0.28 LSD Uygulama: Ö.D. N.S. LSD çeşit × uygulama: 0.56*						

Çizelge 5. Bor ve salisilik asit uygulamalarının farklı biber çeşitlerinde toplam bitki verimine etkileri[z-y]

Table 5. Effects of boron and salicylic acid applications on yield in different pepper cultivars[z-y]

	Çeşit / *Cultivar*	Kontrol	SA	Bor toprak	Bor yaprak	Bor toprak + SA	Bor yaprak + SA	Ortalama / *Mean*
Bitki başına meyve sayısı (adet bitki^{-1}) *Fruit number per plant*	Acı / *Hot*	20.65	24.83	22.11	19.11	24.00	21.55	22.04
	Tatlı / *Sweet*	19.17	17.83	22.55	20.33	24.00	32.44	22.72
	Ortalama / *Mean*	19.91	21.33	22.33	19.72	24.00	27.00	
	LSD	LSD çeşit: Ö.D. N.S. LSD uygulama: Ö.D. N.S. LSD çeşit × uygulama: Ö.D. N.S.						
Verim (kg da^{-1}) *Yield*	Acı / *Hot*	509.00	589.00	531.00	475.33	624.67	598.33	554.56
	Tatlı / *Sweet*	496.50	522.33	650.33	557.33	678.33	956.67	643.58
	Ortalama / *Mean*	502.75	555.67	590.67	516.33	651.50	777.50	
	LSD	LSD çeşit: Ö.D. N.S. LSD uygulama: Ö.D. N.S. LSD çeşit× uygulama: Ö.D. N.S.						

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen çeşitler ortalaması ile aynı satırda yer alan uygulama ortalamaları arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD)

[z]There is a 5% difference between the average of varieties expressed with different letters in the same column and the application averages in the same row (LSD)

[y]Çeşitc × uygulama interaksiyonunda ortalamalar arasındaki %5 düzeyinde anlamlı farklılık küçük harflerle ifade edilmiştir (LSD)

[y]*Significant difference at the level of 5% between the means in the variety × application interaction is expressed in lowercase letters* (LSD)

*** p≤ 0.001 düzeyinde önemlidir ****significant at p≤0.001*, Ö.D.: Önemli değil *N.S.: Nonsignificant*

Çizelge 6. Bor ve salisilik asit uygulamalarının farklı biber çeşitlerinde toplam fenolikler, flavonoidler ve antioksidan kapasitesi (DPPH) üzerine etkileri[z-y]

Table 6. Effects of boron and salicylic acid applications on total phenolics, flavonoids and antioxidant capacity (DPPH) in different pepper cultivars[z-y]

	Çeşit / *Cultivar*	Kontrol	SA	Bor toprak	Bor yaprak	Bor toprak + SA	Bor yaprak + SA	Ortalama / *Mean*
Toplam fenolikler (mg GAE 100 g^{-1}) Total phenolics	Acı / *Hot*	116.30 f	126.12 f	252.84 d	402.16 a	279.37 cd	294.10 c	245.15 B
	Tatlı / *Sweet*	277.40 cd	270.53 cd	345.18 b	297.05 c	254.81 d	188.99 f	272.33 A
	Ortalama / *Mean*	196.85 E	198.33 E	299.01 B	349.60 A	267.09 C	241.55 D	
	LSD	LSDçeşit:11.88*** LSDuygulama:20.59*** LSDçeşit×uygulama:29.122***						
Flavonoidler (mg QE 100 g^{-1}) Flavonoids	Acı / *Hot*	161.93 c	124.89 g	150.33 d	181.38 b	124.11 g	135.50 ef	146.36 A
	Tatlı / *Sweet*	138.55 e	135.01 f	135.21 ef	201.71 a	127.35 g	82.46 h	136.71 B
	Ortalama / *Mean*	150.24 B	129.95 D	142.77 C	191.54 A	125.73 E	108.98 F	
	LSD	LSDçeşit:14.22*** LSDuygulama:24.63*** LSDçeşit×uygulama:34.83***						
DPPH (mmol TE 100 g^{-1}) Antioxidant capacity	Acı / *Hot*	8.93 a	5.64 ef	7.89 b	9.61 a	5.54 f	6.45 cde	7.34 A
	Tatlı / *Sweet*	6.67 cd	7.34 bc	1.12 h	9.1 a	5.78 def	2.16 g	5.36 B
	Ortalama / *Mean*	7.80 B	6.49 C	4.50 E	9.36 A	5.66 D	4.30 E	
	LSD	LSDçeşit:0.366*** LSDuygulama:0.634*** LSDçeşit×uygulama:0.896***						

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen çeşitler ortalaması ile aynı satırda yer alan uygulama ortalamaları arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD)

[z]*There is a 5% difference between the average of varieties expressed with different letters in the same column and the application averages in the same row (LSD)*

[y]Çeşitc × uygulama interaksiyonunda ortalamalar arasındaki %5 düzeyinde anlamlı farklılık küçük harflerle ifade edilmiştir (LSD)

[y]*Significant difference at the level of 5% between the means in the variety × application interaction is expressed in lowercase letters* (LSD)

*** p≤ 0.001 düzeyinde önemlidir ****significant at p≤0.001*, Ö.D.: Önemli değil *N.S.: Nonsignificant*

SONUÇ

Çalışmadan elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak incelendiğinde yaprak eni, yaprak boyu, gövde çapı, renk değerlerinden L, a ve Chroma değeri, %kuru madde içeriği, klorofil indeksi, meyve boyu, meyve çapı ve ortalama meyve ağırlığı gibi agronomik özellikler acı ve tatlı biber çeşitlerinde önemli farklılıklar gösterirken yapılan gübre uygulamaları tüm parametrelerde istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Bitki boyu, bitki başına meyve sayısı ile verim değerlerinde çeşit, uygulama ve çeşit uygulama interaksiyonlarının istatistiki olarak önemli etkilerinin olmadığı kaydedilmiştir. Yapılan uygulamaların, acı ve tatlı biber meyvelerinde biyokimyasal içerikler üzerine çok önemli etkilerinin olduğu saptanmıştır.

Yapılan çalışma sonuçlarına göre çeşitler arasında farklılıklar görülmekle birlikte bu farklılıkların acı ve tatlı biberlerin çeşit özellikleri ile bor, salisilik asit ve bor ile salisilik asitin birlikte uygulanmasına verdikleri tepkilerle açıklanabilir. Ancak yapılan uygulamaların iki biber çeşidinde de agronomik özelliklere önemli etkilerinin olmadığı ancak biyokimyasal içerikler açısından önemli etkilerinin olduğu görülmüştür. Bu sonuçlara göre ilerde yapılacak çalışmalarda; farklı bor ve salisilik asit dozlarının denenmesi ile biyokimyasal içerikler ile ilgili daha kapsamlı araştırmaların yapılması önerilebilir.

KAYNAKLAR

1. Anonim, 2022-a. Global food losses and food waste-Extent, causes and prevention (https://www.fao.org/3/i2697e/i2697e.pdf; Erişim:27.09.2022).
2. Anonim, 2022-b. Food and Agriculture Organization of the United States (https://www.fao.org/faostat/en/#data/qcl; Erişim:28.09.2022).
3. Bilir Ekbiç, H., Koşar, S., 2020. Salisilik asidin asma anaçlarının tuza dayanımının geliştirilmesi üzerine etkisinin *in vitro* koşullarda belirlenmesi. Akademik Ziraat Dergisi 9(1):33-42.
4. Blois, M.S., 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature 26:1199-1200.
5. Bosland, P.W., Votava, E.J., Votava, E.M., 2012. Peppers: vegetable and spice capsicums. CABI.
6. Chang, C.C., Yang, M.H., Wen, H.M., Chern, J.C., 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colometric methods. Journal of Food and Drug Analysis 10(3):178-182.
7. Chutichudet, B., Chutichudet, P., 2009. Efficacy of boron spraying on growth and some external qualities of lettuce. International Journal of Agricultural Research 4(9):257-269.
8. Da-Silva, M.P.S., Mendonça Freitas, M.S., Cesar Santos, P., De-Carvalho, A.J.C., Jorge, T.S., 2019. *Capsicum annuum* var. *annuum* under macronutrients and boron deficiencies: Leaf content and visual symptoms. Journal of Plant Nutrition 42(5):417-427.
9. Denre, M., Bandopadhyay, P.K., Chakravarty, A., Pal, S., Bhattacharya, A., 2014. Effect of foliar

application of humic acid, zinc and boron on biochemical changes related to productivity of pungent pepper (*Capsicum annuum* L.). African Journal of Plant Science 8(6):320-335.
10. Frank, C.A., Nelson, R.G., Simonne, E.H., Behe, B.K., Simonne, A.H. 2001. Consumer preferences for color, price, and vitamin C content of bell peppers. HortScience 36(4):795-800 (https://doi.org/10.21273/hortsci.36.4.795).
11. Hayat, Q., Hayat, S., Irfan, M., Ahmad, A., 2010. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: Are view. Environmental Experimental Botany 68:14-25.
12. Ibrahim, A., Abdel-Razzak, H., Wahb-Allah, M., Alenazi, M., Alsadon, A., Dewir, Y.H., 2019. Improvement in growth, yield, and fruit quality of three red sweet pepper cultivars by foliar application of humic and salicylic acids. HortTechnology 29(2):170-178.
13. Kök, D., 2012. Farklı salisilik asit dozlarının asma anaçlarının tuzluluğa dayanımı üzerine etkileri. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi 9(2):32-40.
14. Leung, F.W., 2008. Capsaicin-sensitive intestinal mucosal afferent mechanism and body fat distribution. Life Sciences 83(1-2):1-5.
15. Marschner, H., 1995. Mineral nutrition of higher plants. San Diego: Academic Press.
16. McGuire, R.G., 1992. Reporting of objective color measurements. Scientia Horticulturae 27(12): 1254-1255.
17. Molaei Lourd, E., Azarmi, R., Esmaielpour, B., 2020. Influence of boron and salicylic acid on some vegetative and biochemical traits of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in hydroponic system. Journal of Vegetables Sciences 4(1):13-24.
18. Mosleh, M.F., Rasool, I.A., 2019. Role of spraying boron and sugar alcohols on growth, yield and seeds production of pepper. The Iraqi Journal of Agricultural Science 50(2):646-652.
19. Ozturk, I., Ercisli, S., Kalkan, F., Demir, B., 2009. Some chemical and physico-mechanical properties of pear cultivars. African Journal of Biotechnology 8:687-693.
20. Özer, H., Yılmaz, C., Özturk, B., 2022. The influence of cultivation system and modified atmosphere packaging on quality attributes of tomato fruit during cold storage. Biological Agriculture & Horticulture (doi:10.1080/01448765.2022.2074890).
21. Özturk, B., Özer, H., 2019. Effects of grafting and green manure treatments on postharvest quality of tomatoes. Journal of Soil Science and Plant Nutrition 19(4):780-792.
22. Patil, B.C., Hosamani, R.M., Ajjappalavara, P.S., Naik, B.H., Smitha, R.P., Ukkund, K.C., 2010. Effect of foliar application of micronutrients on growth and yield components of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Karnataka Journal of Agricultural Sciences 21(3).
23. Sarafi, E., Siomos, A., Tsouvaltzis, P., Chatzissavvidis, C., Therios, I., 2018. Boron and maturity effects on biochemical parameters and antioxidant activity of pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 42(4):237-247.
24. Sarafi, E., Siomos, A., Tsouvaltzis, P., Therios, I., Chatzissavvidis, C., 2018. The influence of Boron on pepper plants nutritional status and nutrient efficiency. Journal of Soil Science and Plant Nutrition 18(3):653-667.
25. Uluçay Çam, D., 2018. Marulda (*Lactuca sativa* L.) azot ve potasyum uygulamalarının verim ve kaliteye etkisi. Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Ordu, 54s.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 294–299 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

KAPYA BİBERİ GEN HAVUZUNDA ANTER KÜLTÜRÜ YOLUYLA HAPLOİD EMBRİYO ELDE EDİLMESİNDE GENOTİP ETKİSİ

Ezgi GÜRSOY[1]*, Beyza Nur YILDIZ[2], Büşra YAPICI[3], Şeküre Şebnem ELLİALTIOĞLU[4]

[1]PETEKTAR Tohum Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti., Aksu/Antalya; ORCID:
[2]PETEKTAR Tohum Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti., Aksu/Antalya; ORCID:
[3]PETEKTAR Tohum Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti., Aksu/Antalya; ORCID:
[4]Ankara Üniversitesi Teknokent, Doqutech Academy Ltd. Şti., Gölbaşı/Ankara; ORCID:

ÖZ

Biber, dünyada ve Türkiye'de en çok yetiştirilen sebze türlerinden biridir. Yüksek verim ve kaliteye sahip biber ıslahı, tohumculuk sektöründe önemli çalışmaların başında gelmektedir. Geleneksel ıslah döngüleri, pazar hareketliliğine hızlı yanıt verememektedir. Dihaploidizasyon yöntemlerinin ıslah programlarına entegrasyonu ile yeni çeşitlerin geliştirilmesi hız kazanmıştır. Biberde başarıyla kullanılan haploidi tekniği androgenesis temelli anter kültürü olup, kamu ve özel sektörde kullanımı son yıllarda yaygınlaşmıştır. Besin ortam içeriği ve ayrıca genotipler birlikte başarı üzerinde etkilidir. 13 adet farklı kapya biberi genotipi, *in vitro* koşullarda androgenik kapasite açısından test edilmiştir. Kültürlenmiş anterlerden embriyo oluşumu üzerinde güçlü genotipik etkiler gösterilmiştir. Embriyo oluşumu %1.62-28.8 oranında farklılık göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: *Capsicum annuum*, androgenesis, genotip, rejenerasyon ortamı

GENOTYPE EFFECT ON OBTAINING HAPLOID EMBRYOS BY ANTHER CULTURE IN CAPIA PEPPER GENE POOL

ABSTRACT

Pepper is one of the most widely cultivated vegetable species in the world and Turkey. The breeding of peppers with high yields and quality is one of the important efforts in the seed sector. Traditional breeding cycles cannot respond quickly to market mobility. With the integration of dihaploidization methods into the breeding programs, improvement of new varieties has gained momentum. Haploidy technique used successfully in pepper is the anther culture based on androgenesis and its use in public and private sectors has become widespread in recent years. Nutrient medium content, and also genotypes are effective together on success. 13 different Capia pepper genotypes were tested for androgenetic capacity under in vitro conditions. Strong genotypic effects on embryo formation from the cultured anthers were shown. Embryo formation was differed between 1.62 and 28.8%.

Keywords: *Capsicum annuum*, androgenesis, genotype, regeneration medium

GİRİŞ

43 türü bulunan *Capsicum* cinsi, *Solanaceae* familyasında yer almaktadır. Kökeni Amerika'nın ılıman, subtropik ve tropik iklimin hâkim olduğu bölgelerdir. ABD'nin güneyinden Arjantin'in merkezine ve Brezilya'ya kadar yayılış gösterir ve çeşitliliğin ana merkezi And Dağları'dır. *Capsicum*, kültüre alınmış 5 önemli türle (*C.annuum* L., *C.chinense* Jacq., *C.frutescens* L., *C.baccatum* L. ve *C.pubescens* Ruiz & Pav.) birlikte kırmızı biber, dolmalık biber, yıllık biber, ajie, habanero, jalapeno çeşitlerinden oluşan önemli bir cinstir [6]. En yaygın olarak kullanılan tür *C.annuum* L.'a ait bütün doğal biber popülasyonları diploid (2n=2x) olup, kromozom sayıları 2n=24'tür [25].

Biber üretimi ve tüketimi hem dünyada hem de Türkiye'de düzenli olarak artmaktadır. FAO 2019 yılı istatistiklerine göre dünya biber ekiliş alanı 3.7 milyon ha olup bunun 2.0 milyon ha'ı taze biber, 1.7 milyon ha'ı da baharatlık kırmızıbiber üretimine aittir [1]. Türkiye'nin 77 800 ha alanda 2.63 milyon ton olarak gerçekleşen biber üretiminde, ürün gruplarına göre dağılım ise Kapya biberi (1.291.091 t), dolmalık biber (389.957 t), sivri biber (838.890 t) ve çarliston biber (116.967 t) şeklinde sıralanmıştır [28]. Ekonomik önemi yüksek bir sebze türü olan taze biberin ülkemizdeki üretimi son 10 yıl içinde (2009-2019) 1.8 milyon t'dan 2.7 milyon t'a yükselerek %43 oranında artış göstermiştir [1]. Bu ürün artışında biberde ülkemizde yoğunlaşan ıslah çalışmalarının ve özellikle F_1 hibrit biber çeşitlerinin yetiştiricilikte kullanılmasının önemli payı vardır. Biber ıslahında

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*: ezgigursoy92@gmail.com

son 20 yılda hem çevresel koşullara uyumları daha iyi ve düşük sıcaklık gibi streslere toleranslı hem de hastalık ve zararlılara dayanıklılık özelliklerini taşıyan F_1 hibrit çeşitlerin elde edilmesine yönelik ciddi bir motivasyon bulunmaktadır. Bu kapsamda klasik ıslah yöntemlerinin modern biyoteknolojik yöntemlerle birlikte kullanılması ile biber ıslahında başarı önemli ölçüde artmıştır. Biyoteknolojik yöntemlerin ıslah programlarına dahil edilmesi ile birlikte genetik çeşitlilik artmış, MAS teknolojisinin de dahil edilmesiyle ıslah süreleri kısaltılmış, %100 homozigot hatların androgenesis yoluyla yüksek frekanslarda elde edilebilmesi ise ıslah süresini toplamda 3 yıllık bir zaman dilimine indirmiştir [9].

Biberde hibrit çeşitlerin geliştirilmesi amacıyla ebeveyn hatların elde edilmesi klasik yöntemlerle 5-6 generasyon kendilemeye ihtiyaç duymakta, ıslah çalışması uzun süre almaktadır. Haploidi tekniği kullanarak süreyi kısaltma çalışmalarında erkek gametten yola çıkıldığında yüksek düzeyde başarı elde edilmektedir. Ülkemizde 1980'li yıllarda ilk kez başlatılan biber androgenesisi, günümüzde hibrit çeşit ıslahında yerini almış ve başarıyla kullanılabilir hale ulaşmıştır [10].

Haploid bitkiler, somatik hücrelerinde ait oldukları bitki türünün gamet hücrelerindeki kromozom sayısı kadar kromozom içeren bitkilerdir. Islah çalışmalarında, her bir lokustaki allellerden bir seriyi içermesi, resesif mutasyonların açığa çıkarılması ve kromozom sayısının katlanması sonucu %100 homozigot saf hatların elde edilmesinden dolayı önemli bir yere sahiptir. Biberde haploid bitkilerin elde edilmesinde başarıyla kullanılan anter kültürü, içerisinde henüz olgunlaşmamış tek çekirdekli mikrosporları bulunduran anterlerin uygun besi ortamına alınması işlemidir. Bu yöntemle mikrosporlardan gelişen embriyolardan haploid bitkiler elde edilmekte ve bunlarda kendileme yapılarak homozigot yapıya sahip tohumların alınabilmesi için kromozom sayılarının antimitotik maddelerle katlanmaları gerekmektedir [14]. Bununla birlikte katlanmış haploidi tekniği ile bitki elde edilmesi süreci içinde haploid bitkiler elde edildiği gibi spontan katlanmış bitkiler (spontane doubled haploids) de oluşabilmektedir ve biberde bunun oranı genotiplere göre değişmekle birlikte %6-53 arasında değişmektedir [16, 19, 3].

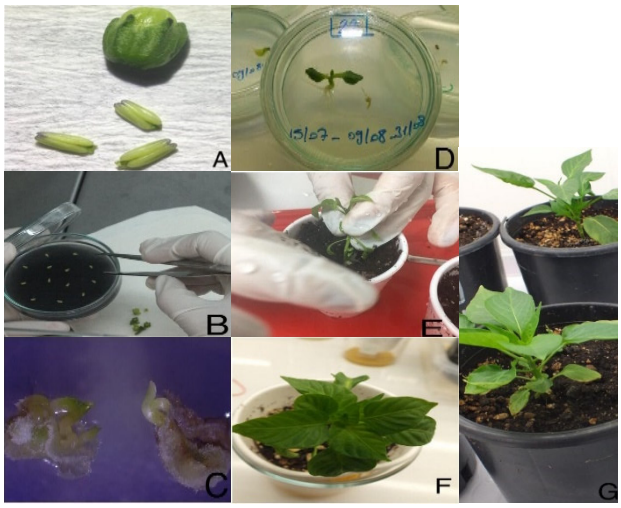
Her ne kadar biber anter kültürün olumlu yanıt veren bir tür olarak bilinse de, bazen sonuç alınamadığı da olmaktadır. Nitekim [17], biberde halen tüm genotipleri kapsayacak tek bir androgenesis protokolünün önerilemeyeceğini bildirmektedir. Anter kültüründe başarıyı etkileyen faktörleri; genotip ve donör bitkinin yetişme koşulları ve anter kültürü tekniğinden kaynaklanan faktörler (anterlerin gelişme dönemi, anterlere yapılan ön uygulamalar, besin ortamının bileşimi ve yapısı ve inkübasyon koşulları) olarak iki grupta değerlendirmek mümkündür [27, 21]. Biberde anter kültüründe başarı çok büyük oranda anterlerin alındığı bitkilerin genotipine bağlıdır. Çömlekçioğlu ve Ellialtıoğlu [10] tarafından ağırlıklı olarak Türkiye'de yapılan çalışmalarda ve Denli [11] tarafından dünya literatüründeki 'biber androgenesisi ve genotip etkisi' ilişkisi irdelenmiştir. Ülkemizde yapılan bir doktora tez çalışmasında biberde androgenesis özelliğinin iki genle kontrol edildiği ve kalıtım tahminleri sonucuna göre bu özelliğin kalıtımında çevre varyansının oldukça düşük olduğu, özelliğin güçlü bir genetik etki altında olduğu, eklemeli ve dominans etkilerin bulunduğu, androgenesis cevabının homozigot resesif gen ve bazı modifiye edici genlerin etkisinde olduğu tespit edilmiştir [11]. Atasoy ve ark. [5], 23 farklı biber genotipinde yaptıkları anter kültürü çalışmasında embriyo oluşum frekansının %0.83 ile %44.44 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. İlhan ve Kurtar [18] 12 farklı biber genotipi kullandıkları çalışmalarında %2.47-12.79 arasında embriyo oluşum frekansını, iki değişik besin ortamında elde etmişlerdir. Bu geniş yelpaze içerisinde tüm genotipler için tek bir protokolün reçete edilmesi olası görünmemektedir.

Bir bitki türünde androgenesis ile bitki oluşumu meydana gelebiliyor ise, genotipler arasında embriyo oluşum frekansı bakımından farklılıkların olması doğal olarak beklenebilmelidir. Bu durumda anter kültürü yanıtı düşük olan genotiplerden de saf hatların geliştirilebilmesi için ya yüksek frekansta embriyo veren genotiplerle melezleme yoluna gidilmekte [7] ya da donör bitkilerin yetiştirme koşullarına veya *in vitro* koşullara yapılacak müdahaleler ile embriyo oluşum oranı arttırılabilmektedir [14]. İlkbahar döneminde iyi sonuç vermeyen bir genotip sonbahar sezonunda yüksek embriyo oranına sahip olabilmekte, böylece yetiştiricilik sezonunu ayarlayarak başarı şansı artırılabilmekte [8] besin ortamı bileşimlerindeki değişikliklerle embriyo oluşum frekansları artırılabilmektedir.

Burada sonuçları sunulan çalışmada, Petektar Tohum gen havuzunda bulunan 13 adet farklı Kapya biber hattından androgenesis yöntemi kullanılarak haploid bitkilerin elde edilmesi amaçlanmıştır. Ön çalışmalar yapılarak optimize edilmiş besin ortamı ve inkübasyon koşullarında androgenik yanıtları incelenen biber hatlarında embriyo yanıtları belirlenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Çalışma, 2021-2022 yılları arasında Antalya ili Petektar Tohumculuk firmasında yürütülmüştür. Bitkisel materyal olarak firmanın gen havuzunda bulunan 13 farklı kapya biber genotipi kullanılmıştır. Donör bitkilerin kontrollü şartlarda yetiştirilebilmesi amacıyla sera içi, hastalık ve böcek zararı olmayacak şekilde bitki yetiştirilmesine uygun malzemeler ve havalandırma sistemi ile düzenlenmiştir. Donör olarak seçilen genotiplerden tohum ekimi ilkbahar ve sonbahar yetiştirme dönemlerinde fideliklerde yapılmıştır. Fideler 2-3 yapraklı dönemde iken 50×50×100 cm aralıklarla seraya çift sıralı olarak dikilmiştir. Bitkiyi vejetatif ve generatif bir dengede tutabilmek için gübreleme ve sulama işlemlerinin özenle takibi yapılmıştır. Dikimden 4-6 hafta sonra oluşan tomurcuklarla anter kültürlerine başlanmıştır.



Şekil 1. A; anter kültürü için uygun gelişme dönemindeki tomurcuk ve anterler, B; anterlerin kültüre alınması, C; anterlerden embriyo çıkışları, D; haploid bitkiciklerin geliştirilmesi, E, F, G; dış koşullara alıştırılan haploid ve spontan dihaploid bitkiler

Figure 1. A; bud and anthers in the suitable development period for anther culture, B; culture of anthers, C; embryo development from anthers, D; growing process of haploid plantlets, E, F, G; acclimatization of haploid and spontaneously doubled haploid plants

Çeşitlere göre değişiklik göstermekle beraber biberde uygun mikrospor dönemindeki tomurcukların büyüklüklerinin 5 mm civarında ve petallerle sepallerin aynı seviyeye geldiği veya petallerin sepalleri 1-2 mm geçtiği, anter renginin krem sarı ve uç kısmının hafif morumsu olduğu bilinmektedir [2]. Bu dönemdeki tomurcuklarda geç tek çekirdekli mikrosporlar veya erken iki çekirdekli mikrosporların bulunduğu, böylelikle mitotik aktivite halindeki hücrelerden haploid yapıdaki mikrokallusların oluşumunun uyartılabileceği önceki çalışmalarla ortaya konmuştur [10]. Çeşitlere göre uygun morfolojik dönemin belirlenebilmesi amacıyla asetokarmin ile boyama yöntemi kullanılmıştır. En uygun gelişme döneminde olduğu belirlenen biber çiçek tomurcukları sabah erken saatlerde toplanarak laboratuvara getirilmiştir (Şekil 1-A). Toplanan tomurcuklar steril kabinde, 1-2 damla Tween-20 eklenen %15'lik sodyum hipoklorit çözeltisi içerisinde 15 dakika dezenfekte edilerek ardından 3 kez 5'er dakika steril saf su ile durulanmıştır.

Anterler, dikkatli bir şekilde tomurcuk içerisinden filamentleri kesilerek alınıp, dorsal yüzeyleri ortam ile temas edecek şekilde 7 cm çapındaki petrilere her petri için 15 adet olarak yerleştirilmiştir (Şekil 1-B). Besin ortamı olarak; 30 g/L sukroz, %0.25 aktif kömür, 4 mg/L NAA, 1 mg/L $AgNO_3$, 7.5 mg/L BAP ve 8 g/L agar içeren MS ortamı kullanılmıştır. Ön çalışmalar sonunda bitkiye dönüşüm oranları bakımından %30 oranında daha yüksek sonuçlar vermesi nedeniyle 21. günün sonunda anterler aktif kömür ve $AgNO_3$'ın ilave edilmediği, ancak diğer bileşiklerin tamamen aynı şekilde kullanıldığı RG (rejenerasyon) ortamına aktarılmıştır.

Anterler, dikim işleminin hemen ardından 2 gün süreyle 35°C inkübasyona tabii tutulduktan sonra sıcaklığı 25±1°C olan iklim odasına alınmıştır. 35 gün boyunca karanlıkta tutulan kültürler daha sonra 2300 lux 16 saatlik fotoperiyotta iklim odasında inkübe edilmiştir. 35. günden itibaren embriyo çıkışları gözlemlenmiş (Şekil 1-C) ve embriyolar hormonsuz MS ortamına alınmıştır. Bitkicikler 3 cm kadar boylandıklarında dış koşullara alıştırma prosedürü kapsamında saksılanmış ve daha sonra seraya aktarılmışlardır (Şekil 1-D, 1-E, 1-F ve 1-G).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma süresince toplamda 13 adet kapya biber hattından 40 bin adet anter kültüre alınmıştır. Bitkilerin gelişimleri, tomurcuk verimleri, çiçeklenme başlangıçları farklılık gösterdiğinden alınan anter sayıları eşit tutulmamış, ancak her bir genotipten en az 1000 adet anterin kültüre alınmasına özen gösterilmiştir. Çizelge 1'de genotiplerin kod numaraları, kültüre alınan anter ve elde edilen embriyo sayıları ile anterden embriyoya ve anterden bitkiciğe dönüşüm oranları gösterilmektedir. Genotipler arasında, elde edilen embriyo sayılarının 100 anter başına oranı olarak hesaplanan frekanslar esas alındığında embriyo verimi bakımından önemli farklılıklar bulunmuştur.

100 anter başına embriyo ve bitkicik sayıları hesaplanarak genotiplerin anter kültürüne verdikleri yanıt bakımından başarı durumu incelendiğinde; en yüksek değeri %28.8 oranında embriyo oluşturan 20 numaralı genotipin verdiği görülmektedir. Embriyo oluşturan anter sayısı ortalamaları %1.62-28.80 arasında değişmiştir. 20 no.lu genotipi %18.1 oranı ile 22 no.lu genotip ve %17.2 oranı ile 26 no.lu genotip takip etmiştir. En düşük değer ise %1.62 embriyo oluşum oranı ile 3 no.lu genotipten elde edilmiştir.

100 anter başına bitkicik sayıları hesaplandığında bulunan oranlar %0.82-10.2 aralığında değişmiştir. Embriyoda olduğu gibi bitkicikte de en yüksek değeri (%10.2) veren 20 no.lu genotip olmuş, bunu %6.7 oranı ile 26 no.lu ve %5.7 oranı ile 22 no.lu genotip takip etmiştir. En düşük değer %0.82 oranı ile 3 numaralı genotipten elde edilmiştir.

Anter kültüründeki başarı üzerinde birçok faktörün etki etmesine rağmen ilk sırada yer alan etmen, genotip etkisidir [26, 23, 20, 24, 13, 4]. Örneğin Ercan ve Ayar Şensoy [15] tarafından farklı biber çeşitlerinin androgenik tepkileri üzerine yapılan çalışmada 11 farklı biber çeşidi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda Yalova çarliston ve Kandil çeşitlerinin embriyo üretmediği, Sera Demre 8 ve Odesa çeşitlerinin diğer biber çeşitlerine göre daha iyi androgenik yanıt verdiği bildirilmiştir. Maritsa Sebze Bitkileri Araştırma Enstitüsü'nde geliştirilen altı hat, altı çeşit ve dört hibrit olmak üzere 16 farklı Bulgar biberi (*C.annuum* L.) genotipinin anter kültüründe *in vitro* tepkileri araştırılıp, karşılaştırılmıştır. Çalışılan genotiplerden sadece ikisinin dolaylı (kallustan) bitkiye rejenerasyonu gözlemlenirken 14 genotipin doğrudan bitkiye rejenerasyonu gözlemlenmiştir [27]. Biberde anter kültüründe besin ortamı ve genotip etkisinin araştırılması üzerine yapılan çalışmada 3 farklı genotip (B, 151 ve 171) ve 1 adet biber çeşidi (Alfajer) ile 16 farklı besin ortamı kombinasyonu test edilmiştir. Besin ortamı olarak Dumas de Vaulx ve ark. [12] tarafından önerilen besin ortamının 8 farklı kombinasyonu (C1-C8) ve Murashige ve Skoog [22] temel besin ortamının 8 farklı kombinasyonu (B1-B8) kullanılmıştır. Alfajer ve B hattı biber genotiplerinde Kinetin + 2,4-D içeren C serisi ortamlardan daha olumlu sonuçlar alınmıştır. 151 ve 171 no.lu genotiplerde ise en başarılı sonuçları MS temelli ve NAA + BAP içeren B serisi ortamları vermiştir. Besin ortamına %0.25 oranında eklenen aktif kömür, embriyo oluşumunu genotipe bağlı olarak artırmıştır [2]. İlhan ve Kurtar [18], denemelerde yer alan biber genotiplerin arasından Klasman F_1 ve SÜ-29 genotiplerinin en yüksek haploid bitki üretim etkinliğine sahip olduğunu (%1.23 ve 1.38), buna karşılık Flinta F_1, Doru 16, SÜ-33 ve SÜ-34 genotiplerinden haploid embriyo uyartımının sağlanamadığını bildirmişlerdir. Genotip etkisinin, biber meyve tiplerine göre yapılan gruplandırmalarda incelendiği Atasoy [4]'un çalışmasın da genotiplerin embriyo ve bitki verimi farklılık göstermiş olup FT-509 çarlişton tipi biber genotipinin en yüksek androgenik yanıtı verdiği, aralarında tüm tiplerden genotiplerin yer aldığı 18 genotipteki tepkinin orta seviyede kaldığı, yine çarliston, kapya ve dolma tipteki biberlerin yer aldığı 6 genotipin ise anter kültürüne düşük seviyede yanıt verdiği belirlenmiştir. Bu çalışma, meyve şekli ile androgenik yanıt arasında bir ilişki kurulamayacağını, her ikisinin de birbirinden bağımsız kalıtsal özellikler olduğunu işaret etmektedir.

Çizelge 1. Genotiplere göre anter, embriyo ve bitkicik sayıları, 100 anter başına embriyo ve bitkicik oranları

Table 1. Anther, embryo and plantlet numbers by genotypes, embryo and plantlet ratios per 100 anthers

Genotip *Genotype*	Kültüre alınan anter sayısı *Number of cultured anther*	Oluşan embriyo sayısı *Number of embryo formation*	Elde edilen bitkicik sayısı *Number of obtained plantlets*	Embriyo oluşum oranı (%) *Embryo forming percentage*	Bitki oluşum oranı (%) *Plant formation percentage*
2	6000	397	142	6.61	2.36
3	5000	81	41	1.62	0.82
4	5000	146	73	2.92	1.46
7	8000	698	359	8.72	4.48
10	4000	225	91	5.62	2.27
20	1000	288	102	28.80	10.20
21	2000	148	48	7.40	2.40
22	1000	181	57	18.10	5.70
23	1000	85	33	8.50	3.30
24	3000	176	67	5.86	2.23
25	1000	26	9	2.60	0.90
26	1000	172	67	17.20	6.70
27	2000	126	37	6.30	1.85
Toplam	40000	2749	1126	6.87	2.82

Sonuç olarak 13 farklı kapya biber hattında yapılan anter kültürü çalışması, biber genotipleri arasında androgenik yanıt bakımından farklılıklar bulunduğu bilgisini net bir biçimde yansıtmıştır. Biberde androgenik yanıtı bilinmeyen yeni bir genotip ile çalışmaya başlarken öncelikle çoğu genotip için uygun bulunan ve haploid embriyo verimi yüksek olarak belirlenmiş temel bir ortam ile ve doğru anter gelişme döneminde alınan anterlerle yola çıkılması gerektiği söylenebilir. Bu ortamda embriyo elde edilmesi mümkün olmadığında, besin ortamı üzerinde değişiklikler yapılabilir, yetiştirme mevsimi değiştirilerek denemeler kurulabilir. Eğer rekalsitrant (inatçı) bir genotip ile karşılaşılmış ise, haploid embriyo verimi yüksek bir genotip ile yapılacak melezlemelerden alınacak F_1'ler donör

olarak kullanılabilir ve böylece hedef genlerin haploidlerde açığa çıkmasına şans verilmiş olabilir. Açıklanan bu hususlar nedeniyle, yeni başlatılacak bir biber anter kültürü denemesinde tek bir tane veya sınırlı sayıda genotiple işe başlamak oldukça risk taşır. Androgenesise genetik yatkınlığı bilinmeyen ilk kez kültüre alınacak bir genotipin yanında, işlemin doğru yapılıp yapılmadığını gösterecek mutlaka başka genotiplerin de bulunması tercih edilmelidir.

KAYNAKLAR

1. Abak, K., Onus, A. N., Balkaya, A., Ellialtıoğlu, Ş.Ş., Düzyaman, E. 2022. Biber ıslahı. Sebze Islahı Cilt III: Solanaceae (Patlıcangiller), Ankara, Gece Kitaplığı Yayınevi, 195-315.
2. Alremi, F., Taşkın, H., Sönmez, K., Büyükalaca, S., Ellialtıoğlu, Ş.Ş. 2014. Biber (*Capsicum annuum* L.)'de genotip ve besin ortamının anter kültürüne etkileri. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 1(2):108-116.
3. Arı, E., Bedir, H., Yıldırım, S., Yıldırım, T. 2016. Androgenic responses of 64 ornamental pepper (*Capsicum annuum* L.) genotypes to shed-microspore culture in autumn season. Turkish Journal of Biology 40(3):706-717.
4. Atasoy, D. 2020. Bazı Biber (*Capsicum annuum* L.) ıslah genotiplerinin anter kültürü performanslarının belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana, 59s.
5. Atasoy, D., Baktemur, G., Taşkın, H. 2021. Bazı biber (*Capsicum annuum* L.) genotiplerinin anter kültürü performanslarının belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 31(2):282-293.
6. Barboza, G.E., Carolina, C.G., Luciano, de B.B., Romero, M.V., Scaldaferro, M. 2022. Monograph of wild and cultivated chili peppers (*Capsicum* L., Solanaceae). PhytoKeys, 200:1-423. (doi:10.3897/phytokeys.200.71667).
7. Başay, S., Ellialtıoğlu, Ş.Ş. 2013. Effect of genotypical factors on the effectiveness of anther culture in eggplant (*Solanum melongena* L.). Turkish Journal of Biology 37:499-505.
8. Bat, H., Shidfar, M., Çömlekçioğlu, N., Ellialtıoğlu, Ş.Ş. 2020. *In vitro* androgenesis in pepper and the affecting factors on success: I. Carbon source and concentrations. Biotech Studies 29(2):62-68.
9. Bat, H. 2020. Patlıcan ve biberde androgenezis yoluyla dihaploidizasyon yönteminin optimizasyonu ve hibrit adaylarının geliştirilmesi. United Genetics Turkey Company, Bursa.
10. Çömlekçioğlu, N., Ellialtıoğlu, Ş.Ş. 2018. Review on the research carried out on *in vitro* androgenesis of peppers (*Capsicum annuum* L.) in Turkey. Research Journal of Biotechnology 13(6):75-84.
11. Denli, N. 2019. Türler arası melezleme ile biberde (*Capsicum annuum*) genetik tabanın geliştirilmesi ve androgenesisin kalıtımının belirlenmesi (Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana, 187s.
12. Dumas de Vaulx, R., Chambonnet, D., Pochard, E. 1981. *In vitro* anther culture in red pepper (*Capsicum annuum* L.): improvement of the rate of plant production in different genotypes by treatments at 35°C. Agronomie 1:859-864.
13. Durna, P. 2016. Bazı biber genotiplerinde *in vitro* androgenesis uygulamalarının dihaploid hat geliştirmeye etkisi ve dihaploid hatların morfolojik karakterizasyonu. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 141s.
14. Ellialtıoğlu, Ş.Ş., Sarı, N., Abak, K. 1997. Haploid bitki üretimi. Bitki Biyoteknolojisi, Cilt-1, Ed. Babaoğlu, M., Gürel, E., Özcan, S., Konya, Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları, s:138-189.
15. Ercan, N., Ayar Şensoy, F. 2011. Androgenic responses of different pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars. Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi 4(2):59-61.
16. Fridborg, G., Pedersen, M., Landstörm, L.E., Eriksson, T. 1978. The effect of activated charcoal on tissue cultures adsorption of metabolites inhibiting morphogenesis. Physiologica Plantarum 43(2):104-106.
17. Irikova, T., Grozeva, S., Popov, P., Rodeva, V., Todorovska, E. 2011. *In vitro* response of pepper anther culture (*Capsicum annuum* L.) depending on genotype, nutrient medium and duration of cultivation. Biotechnology & Biotechnological Equipment 25(4):2604-2609.
18. İlhan, M., Kurtar, E.S. 2022. Double haploidization efficiency of selected pepper genotypes via in vitro anther culture. Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences 36(2):253-259.
19. Keleş, D., Pınar, H., Ata, A., Taşkın, H., Yıldız, S., Büyükalaca, S. 2015. Effect of pepper types on obtaining spontaneous doubled haploid plants via anther culture. HortScience 50(11):1671-1676.
20. Lantos, C., Juhasz, A. G., Somogyi, G., Ötvös, K., Vagi, P., Mihaly, R., Kristof, Z., Somogyi, N., Pauk, J. 2009. Improvement of isolated

microspore culture of pepper (*Capsicum annuum* L.) via co-culture with ovary tissues of pepper or wheat. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 97(3):285-293.

21. Liu, F., Zhao, H., Chen, B., Zhang, Y. 2007. Embryogenesis of microspore derived multi cells in *Capsicum annuum* L. Fen Zi Xi Bao Cheng Wu Xue Bao, 40:371-379.
22. Murashige, T., Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue cultures. Plant Physiology 15:473-497.
23. Niklas-Nowak, A., Olszewska, D., Kisiala, A., Nowaczyk, P. 2012. Study of individual plant responsiveness in anther cultures of selected pepper (*Capsicum* spp.) genotypes. Folia Horticulturae 24(2):141-146.
24. Nowaczyk, P., Olszewska, D., Kisiala, A. 2009. Individual reaction of *Capsicum* F_2 hybrid genotypes in anther cultures. Euphytica 168(2):225-233.
25. Pickersgill, B. 1997. Genetic resources and breeding of *Capsicum* spp. Euphytica 96:129-133.
26. Qin, X., Rotino, G. 1993. Anther culture of several sweet and hot pepper genotypes. Acta Horticulturae 402:313-316.
27. Rodeva, V.N., Irikova, T.P., Todorova, V.J. 2004. Anther culture of pepper (*Capsicum annuum* L.) comparative study on effect F the genotype. Biotechnology & Biotechnological.
28. TÜİK, 2020. http://www.tuik.gov.tr (Erişim: Mart 2021).

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 300–309 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

MARULDA FARKLI AZOT VE ÇİNKO DOZLARININ VERİM VE KALİTEYE ETKİLERİ

Adnan UĞUR[1]*, Andaç Kutay SAKA[2], Ufuk UÇAN[3]

[1]Doç. Dr., Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ordu; ORCID: 0000-0001-6015-3146
[2]Arş. Gör., Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ordu; ORCID: 0000-0001-5550-1978
[3]Zir. Yük. Müh., Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Antalya; ORCID: 0000-0001-7505-5231

ÖZ

Bu araştırma, 2019-2020 üretim sezonunda Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait ısıtmasız plastik örtülü araştırma serası ve laboratuvarlarında yürütülmüştür. Araştırma, marul yetiştiriciliğinde azot ve çinko gübrelerinin farklı dozlarının verim ve kalite özelliklerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Marul fideleri 50×16×18 cm ölçülerindeki balkon tipi plastik saksılara 2 Aralık 2019 tarihinde dikilmiş, marulda azotun 0, 5, 10 ve 20 kg da^{-1} dozları ile çinkonun 0, 200 ve 400 g da^{-1} dozları uygulanmıştır. Marul bitkileri dikim sonrası 85. günde hasat edilmiştir. Çalışmada bitki verimi (g bitki^{-1}), bitki baş yüksekliği (cm), bitki baş çapı (cm), yaprak eni (cm), yaprak boyu (cm), yaprak sayısı (adet bitki^{-1}), kuru madde oranı (%), yaprak kroma değeri, yaprak hue açı değeri, SÇKM ve C vitamin içeriği (mg 100 g^{-1}) belirlenmiştir. Bitki başına verim değerlerinde en yüksek verim 170.83 g bitki^{-1} değeri ile 20 kg da^{-1} azot ve 400 g da^{-1} çinko uygulanan parsellerden elde edilmiştir. Marullarda yaprak sayıları 19.6-41.8 arasında değişim gösterirken en fazla yaprağa sahip marullar 20 kg da^{-1} azot ve 200 g da^{-1} çinko uygulamasında belirlenmiştir. Gübre uygulama dozlarının artışı ile vitamin C içeriklerinde önemli artışlar gözlenirken kuru madde oranları ise düşmüştür. Araştırma sonuçlarına göre gübre uygulama dozlarının verim ve kalite üzerine etkilerinin farklı olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Azot, C vitamini, çinko, renk, yaprak

THE EFFECTS OF DIFFERENT NITROGEN AND ZINC DOSES ON YIELD AND QUALITY IN LETTUCE

ABSTRACT

This research was carried out in the unheated plastic covered research greenhouse and laboratories of Ordu University Faculty of Agriculture, Department of Horticulture in the 2019-2020 production season. The research was carried out to determine the effects of different doses of nitrogen and zinc fertilizers on yield and quality characteristics in lettuce cultivation. Lettuce seedlings were planted in 50×16×18 cm balcony type plastic pots on 2 December 2019, and 0, 5, 10 and 20 kg da^{-1} doses of nitrogen and 0, 200 and 400 g da^{-1} doses of zinc were applied to lettuce plants. Lettuce plants were harvested on the 85th day after planting. In the study, plant yield (g.plant^{-1}), plant head height (cm), plant head diameter (cm), leaf width (cm), leaf length (cm), number of leaves (number.plant^{-1}), dry matter ratio (%), leaf chroma value, leaf hue angle value, TSS value and vitamin C content (mg 100 g^{-1}) were determined. The highest yield per plant was obtained from the application of 20 kg da^{-1} nitrogen and 400 g da^{-1} zinc with a value of 170.83 g.plant^{-1}. While the number of leaves varied between 19.6-41.8 in the lettuce with the most leaves was determined in 20 kg da^{-1} nitrogen and 200 g da^{-1} zinc application. With the increase in fertilizer application doses, significant increases were observed in vitamin C contents, while dry matter ratios decreased. According to the results of the research, it was determined that the effects of fertilizer application doses on yield and quality were different.

Keywords: Nitrogen, vitamin C, zinc, color, leaf

GİRİŞ

Marul salata grubu sebzelerden olup, Dünya'nın hemen hemen her yerinde üretilen ve tüketilen ekonomik önemi yüksek sebzelerdendir. Marullarda farklı yaprak doku özelliklerine sahip çeşitler vardır ve genellikle yeşilin tonlarından kırmızı renge kadar değişen görünüm arz ederler [38]. İnsan sağlığı açısından fenolik, karotenoid, vitamin, mineral ve lif içeriği açısından önemli bir sebze grubudur. Klorojenik asit, kafeik asit ve bunların türevleri en yaygın bulunan fenolik asitlerdir [27]. Azot, fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum, çinko mineralleri ile A, E ve K vitamin değerleri yüksektir [20, 24, 39]. Çinko minerali hücresel aktivite için gerekli bir mineraldir ve bağışıklık güçlendirici olarak kabul edilmektedir [19]. Nitrat yüksek dozlarda insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri olmakla birlikte nitratın sindirimde olumlu etkileri de söz konusudur. İnsan bünyesindeki nitrat alımının yaklaşık %80 ila 85'i sebzelerden karşılanmaktadır [10].

Tarımsal üretimde birim alandan daha fazla verim alabilmek için ticari çeşitler ile yetiştiricilik

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

yapılmakta ve yüksek miktarlarda kimyasal gübre kullanılmaktadır. Sebze yetiştiriciliğinde verim ve kalite artışı için gübreleme önemli bir unsurdur. Kimyasalların fazla kullanımı girdi maliyetlerini artırmakta ve doğal kaynakların giderek azalmasına yol açmaktadır. Aşırı dozda ve yanlış gübre kullanımı toprak sağlığının bozulmasına ve verimliliğin azalmasına neden olmaktadır. Bu durum kısa ve uzun süreli etkileriyle insan sağlığını tehdit etmekte, toprak ve yeraltı suları kirlenmektedir [6]. Diğer yandan aşırı kimyasal gübre kullanımı ile gıdalarda toksik maddelerin birikimi olabilmekte, buna bağlı olarak kısa ve uzun vadede bazı hastalıkların ortaya çıktığı endişesi her geçen gün artmaktadır [12, 25]. Tarımsal üretim tekniklerinde son yıllarda sadece ürün kalitesini iyileştirici uygulamalar değil, aynı zamanda çevre dostu üretim teknikleri ile çevre kirliliğini de en aza indiren alternatiflerin kullanılması gündeme gelmiştir [3].

Marul yetiştiriciliğinde mineral gübrelerin kullanılması verim açısından tatmin edici sonuçlar veren yaygın bir uygulamadır. Azot, bitkilerin sağlıklı bir şekilde büyümesi için gerekli olan temel bir elementtir. İnorganik azot bileşikleri topraktaki toplam azotun %5'inden azını oluşturmasına rağmen, çoğu bitki tarafından emilen elementin ana formudur [4]. Azotlu gübreler sebzelerde sağlıklı kök teşekkülünü sağlayarak su ve minerallerin alımını hızlandırmakta, bitkilerde büyüme, gelişme ve verim açısından oldukça önemli fonksiyonları yerine getirmektedir. Yüzeysel köklü sebzelerden olan marulda azot gübrelemesi önemlidir. Azotlu gübrelerin uygulanması marulun yenilebilir kısımlarındaki nitrat konsantrasyonunu etkilemektedir [22]. Bu nedenle üretim sistemlerinde azot kullanım verimliliğini optimize ederek çevreyi de koruyacak şekilde ürün için yeterli azot arzını sağlamak önemlidir [30]. Bitkilerde protein sentezi, antioksidan savunma mekanizmaları ile karbonhidrat ve oksin metabolizması gibi çeşitli metabolik reaksiyonlarda ve süreçlerde çinko görev almaktadır. Çinko bitkilerde vejetatif kısımların gelişiminde etkili olmakta, yapraklarda sararma ve küçülmeyi önlemektedir [5]. Yüksek doz çinko ise bitki büyümesini sınırlandırmaktadır. Hem azot hem de çinko gübre dozları uygulamaları ile marul bitkisinde gelişimin belirlenmesi dikkat çekici bir konudur. Bu çalışmanın amacı, marul yetiştiriciliğinde azotlu ve çinkolu gübre dozlarının birlikte uygulanması ile bitkilerde bazı kalite parametrelerindeki değişimin belirlenmesidir.

MATERYAL VE METOT

Çalışma, Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama alanında bulunan ısıtmasız plastik serada, Aralık 2019-Mart 2020 tarihleri arasında yürütülmüştür. Yetiştirme ortamı olarak bahçe toprağı kullanılmış, marul fideleri içerisine bahçe toprağı doldurulan 50×18×16 cm ebadındaki balkon tipi plastik saksılara 3'er bitki olacak şekilde 2 Aralık tarihinde dikilmiştir. Marul çeşidi olarak Caipara kullanılmıştır.

Temel gübreleme dikimden sonra 5. ve 20. günlerde 2 seferde yapılmış olup, toplam 8 kg da^{-1} fosfor ve 10 kg da^{-1} potasyum gübrelemesi yapılmıştır. Aynı dönemlerde azot gübrelemesi 4 farklı dozda, çinko gübrelemesi ise 3 farklı dozda uygulanmıştır. Azot kaynağı olarak %26 Azot içeren ticari CAN gübresi, Çinko kaynağı olarak %6'lık ticari sıvı çinko sülfat gübresi kullanılmıştır. Çalışmada azot dozları 0 kg da^{-1} (N0), 5 kg da^{-1} (N5), 10 kg da^{-1} (N10) ve 20 kg da^{-1} (N20) olarak uygulanırken, çinko dozları 0 g da^{-1} (Zn0), 200 g da^{-1} (Zn200) ve 400 g da^{-1} (Zn400) şeklinde uygulanmıştır. Bitkiler 85.günde hasat edilmiş ve çalışmada bitki verimi (g $bitki^{-1}$), bitki baş yüksekliği (cm), bitki baş çapı (cm), yaprak eni (cm), yaprak boyu (cm), yaprak sayısı (adet $bitki^{-1}$), yaprak kuru madde oranı (%), yaprak kroma değeri, yaprak hue açı değeri, SÇKM değeri ve Vitamin C içeriği (mg 100 g^{-1}) belirlenmiştir.

Hasat edilen tüm bitkiler 0.01 hassasiyetli terazide tartılmış ve verim g $bitki^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Bitki yüksekliği, toprak seviyesinden bitkinin en uç noktasına kadar olan kısım bir cetvel yardımıyla ölçülerek belirlenmiştir. Bitki genişliği, bitkilerin en geniş yerinden bir cetvel yardımıyla ölçülmüştür. Yaprak sayısını belirlemek için marul bitkilerinde zarar gören dış yapraklar ayrılmış ve geriye kalan yaprak sayılmıştır. Yaprak eni ve boyu için bitkilerin dıştan 3-4. yapraklarından olacak şekilde tesadüfi seçilen 5 adet yaprağın en geniş yerinden eni, en uzun yerinden yaprak uzunluğu bir cetvel yardımıyla ölçülerek belirlenmiştir. Kuru madde oranını belirlemek için her tekerrürden yaklaşık 50-60 g yaprak örneği darası alınmış kese kâğıtlarına konulduktan sonra tartılarak taze ağırlıkları belirlenmiş, örnekler 72°C'deki etüvde 48 saat süreyle kurutularak tartılmıştır. Darası çıkarıldıktan sonra kuru ağırlık değeri taze ağırlığa oranlanarak % kuru ağırlık oranları belirlenmiştir. Yaprak rengi için CIE sisteminde Konica-Minolta, CR-400 ile 5'er ölçüm yapılarak elde edilen L*a*b* değerlerinden hue° açı değeri [$°h= \tan^{-1}$ (b/a)]ve kroma [$C^* = [(a^2 + b^2)]$ 1/2] formülleri kullanılarak tespit edilmiştir [23]. Suda çözünebilir kuru madde oranını belirlemek için

homojen olarak seçilmiş, 5 g yaprak örneği ile 10 mL saf su el blenderinde parçalanmış, daha sonra ince tülden geçirilerek elde edilen süzükten dijital refraktometre (Atago PAL-1, ABD) ile ölçülmüş ve Brix % olarak ifade edilmiştir. C vitamini miktarını belirlenmesinde 0.5 mL süzük alınmış ve üzerine 5 mL %0.5'lik oksalik asit eklenmiştir. Çözeltiye askorbik asit test şeridi (Katalog no: 116981, Merck, Almanya) 2 saniye süreyle daldırılmış ve ardından çözeltiden çıkarılarak 8 saniye bekletilmiştir ve 5 saniye boyunca Reflektometrede (Merck RQflex plus 10) tutularak 15. saniyenin sonunda okuma yapılmıştır. Sonuçlar mg 100 g^{-1} olarak ifade edilmiştir [26].

Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü kurulmuştur. Her bir saksı uygulama tekerrürü olarak kabul edilmiştir. Elde edilen verilere JMP yazılımı (JMP 13.2, ABD) kullanılarak varyans analizi yapılmıştır. Azot dozları, çinko dozları ve azot×çinko doz interaksiyon ortalamaları arasındaki farklılığın belirlenmesinde LSD testi kullanılmıştır. Ortalamalar arasındaki önemli farklılıklar $P<0.05$ önem seviyesinde belirlenmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bitki Verimi

Azot ve çinko dozlarının marullarda bitki verim değerlerine etkisi Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Farklı azot ve çinko dozlarının bitki verimine olan etkisi[z-y-y] (g bitki^{-1})

Table 1. The effect of different nitrogen and zinc doses on plant yield[z-y-y] (g.plant^{-1})

Azot dozları *N doses*	Zn dozları / *Zn doses*			Ortalama *Mean*
	Zn0	Zn200	Zn400	
N0	10.22 g	12.66 g	18.33 fg	13.74 C
N5	52.00 ef	64.50 de	68.61 de	61.70 B
N10	96.16 cd	90.77 d	47.11 ef	78.01 B
N20	129.00 bc	152.83 ab	170.83 a	150.88 A
Ortalama / *Mean*	71.84	80.19	76.22	
LSD	LSDazot:19.85*** LSD çinko: Ö.D *N.S.*. LSD azot × çinko: 34.39*			

[z]Aynı sütunda farklı büyük harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5* veya %1*** düzeyinde farklılık vardır.

[z]*There is a 5%* or 1%*** difference between the means expressed in different capital letters in the same column.*

[y]Aynı satırda farklı büyük harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5* veya %1*** düzeyinde farklılık vardır.

[y]*There is a 5%* or 1%*** difference between the means expressed in different capital letters on the same line.*

[v] Küçük harfle ifade edilen ortalamalar (interaksiyon) arasında %5* veya %1*** düzeyinde farklılık vardır.

[v] *There is a 5%* or 1%*** difference between means (interaction) expressed in lower case letters.*

Ö.D.: Önemli değil, *N.S.: nonsignificant*

Marullarda azotlu gübre dozlarına bağlı olarak bitki verim değerleri istatistiksel anlamda değişim göstermiştir. Azot dozlarına bağlı olarak bitki verimlerinde ciddi oranlarda artış görülmüştür. Azotlu gübrelemeye bitki iyi cevap vermiş, kontrol uygulamasında 13.74 g olan bitki verimi N10 uygulamasında 78.01 g'a N20 uygulamasında ise 150.88 g'a kadar çıkmıştır. Çinko gübrelemesinin bitki verimine etkisi önemsiz bulunmuş ve bitki verim değerleri 71.84 g ile 80.19 g arasında değişmiştir. Gübre × doz interaksiyonları istatistiksel olarak önemli bulunmuş ve N20×Zn400 interaksiyonunda bitki verimi 170.83 g olarak belirlenmiştir. İki farklı organik gübrenin üç farklı marul çeşidinde verim üzerine etkileri incelen çalışmada, çeşit verimleri farklı bulunmuş, gübrelerin ve dozlarının verimi etkilediği ve doz artışına bağlı olarak bitki verimlerinin 128.89-278.33 g bitki^{-1} arasında değiştiği belirlenmiştir [11]. Benzer şekilde Çakmak [7], organik gübre uygulamalarının kıvırcık marullarda bitki verimini önemli oranda etkilediğini belirtmiştir. Al-Bayatı ve Şahin [1] sulama suyu seviyesindeki artışla birlikte marulda baş ağırlığının 530.89-934.82 g arasında değiştiğini bildirmiştir. Altunlu [2] vermikompost ve mikrobiyal gübre uygulamalarının marulda verimi artırdığını ve doz artışı ile birlikte bu artışın devam ettiğini 400 kg da^{-1} vermikompost uygulamasının kontrole göre en yüksek bitki verimini verdiğini belirlemiştir. Üçok ve ark [37] katı solucan ve tavuk gübreler ile kimyasal gübrelerin tekli ve çoklu uygulamalarının kıvırcık marulda bitki ağırlığını kontrole göre artırdığını, kimyasal gübre ile birlikte uygulanan katı solucan ve tavuk gübrelerinin daha etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmada kontrolde 299.63 g olan baş ağırlığı kimyasal gübre ile birlikte uygulanan tavuk gübresinde 617.90 g'a kadar ulaşmıştır. Amonyumlu ve nitratlı gübrelerin baş salatada verim değerlerine etkisini araştıran Kavak ve ark. [15] 15 ve 20 kg da^{-1} dozunun verim değerlerini artırdığını belirlemiştir. Bununla birlikte bitki verim değerlerinin bizim bulgularımıza göre daha yüksek bulunmasında, genotip farklılığı etki edebileceği gibi bizim çalışmamızda nispeten daha serin koşulların varlığı ve geç dikim yapılmasının etkili olduğu düşünülmüştür. Benzer şekilde Kaymak ve Aksoy [16] farklı azot kaynaklarının kıvırcık marulda etkilerini incelemiş ve azotlu gübre uygulamaları ile bitki baş ağırlığının ciddi oranda artış gösterdiğini tespit etmiştir. Topcuoğlu ve Yalçın [31] azotlu gübre uygulamaları ile marulda bitki veriminin arttığını ifade etmiştir. Khalil ve ark. [17] organik ve mineral azotlu gübre doz uygulamalarının bitki verimini uygulama dozuna bağlı olarak artırdığını belirtmiştir. Bitki verim değerleri 439.83-987.61 g arasında değişmiştir. Bu sonuçlar bir makro element olarak azotun marul yetiştiriciliğinde bitki gelişimi açısından önemini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte çinko gübre uygulamaları ile bitki verimi

%11.62'ye varan oranlarda artmakla birlikte bu artış istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Yağmur ve Aydın [40] yapraktan ve topraktan uyguladıkları çinko gübrelemesinde bitki verim değerlerini benzer bulmuşlar, uygulama dozunda kontrole göre %65'e varan oranlarda artış sağlanmıştır. En yüksek çinko dozunda bir miktar azalma görülmüştür. Çalışmada önceki çalışmalara benzer şekilde azotlu gübre uygulamaları ile bitki veriminde artışlar görülmüştür.

Bitki Baş Yüksekliği

Marul bitkilerinde farklı azot ve çinko dozlarının bitki baş yüksekliğine etkisi Çizelge 2'de gösterilmiştir. Bitki baş yüksekliği değerlerine farklı azot dozlarının etkisi istatistiksel olarak önemli, çinko dozları ve interaksiyon etkileri ise önemsiz bulunmuştur. Azot dozlarının artışına paralel olarak bitki baş yüksekliği artmıştır. Bu etki azotun bitki hücrelerinde gösterdiği fizyolojik etkiye bağlı su alınımı ve büyüme olaylarının doğal sonucu olarak görülmüştür. Bununla birlikte Tsiakaras ve ark. [32] azot dozları ile marullarda bitki baş yüksekliğinin değişmediğini belirtmiştir. Al-Bayatı ve Şahin [1] sulama suyu seviyesindeki artışla birlikte marulda baş yüksekliğinin arttığını ve 24.66-30.72 cm arasında olduğunu belirtmiştir. Bitki baş yüksekliğinin fazla olmasında marul tipinin Yedikule olmasının etkisi büyüktür. Çinko dozlarına göre marulda bitki baş yüksekliği 8.43-8.95 cm arasında değişim göstermiştir. Azot × çinko doz interaksiyonlarına göre marullarda bitki baş yüksekliği değerleri 4.53-13.72 cm aralığında tespit edilmiştir. İnteraksiyon değerlerinde bir değişim belirlenmiş olmakla birlikte, bu değişim büyük oranda marulların bitki baş yüksekliğine azot dozlarından kaynaklanan etkilere bağlı olarak meydana gelmiştir.

Bitki Baş Çapı

Farklı azot ve çinko dozları uygulanan marullarda bitki baş çapı değerlerinin değişimi Çizelge 3'de verilmiştir. Marullarda bitki baş çapı üzerine azot dozlarının istatistiksel olarak önemli değişimlere neden olduğu, çinko dozları ve interaksiyon etkilerini ise önemsiz olduğu belirlenmiştir. Azot doz uygulamaları kontrole göre bitki baş çapını artırmış ve tüm azot dozları aynı istatistiki grupta yer almıştır. Çinko dozları ve azot çinko interaksiyon etkileri bitki baş çapı değerleri üzerine önemsiz bulunmuştur. Bitki baş çapı değerleri 8.74-23.72 cm aralığında değişmiş ve bu değişim daha çok azot dozlarından kaynaklanmıştır. Al-Bayatı ve Şahin [1] sulama suyu seviyesindeki artışla birlikte marulda baş çapının arttığını ve 21.08-27.92 cm arasında bulunduğunu belirtmiştir. Uğur ve ark. [34] farklı hasat dönemleri ve azot uygulamalarının endivde bitki baş çapını 12 kg da^{-1} dozuna kadar artırdığını, daha yüksek azot doz uygulamalarının ise özellikle geç hasatta kontrolle benzer sonuçlar verdiğini bildirmiştir. Çalışmamızda marullarda uygulanan azot dozundaki artışa göre bitki baş çapı değerleri kontrole göre artmıştır.

Çizelge 2. Farklı azot ve çinko dozlarının bitki baş yüksekliğine olan etkisi[z-y-y] (cm)

Table 2. The effect of different nitrogen and zinc doses on plant head height[z-y-y] (cm)

Azot dozları *Nitrogen doses*	Çinko dozları / *Zinc doses*			Ortalama *Mean*
	Zn0	Zn200	Zn400	
N0	4.66	4.53	4.58	4.59 D
N5	7.43	7.80	7.91	7.71 C
N10	10.00	9.77	8.46	9.40 B
N20	12.78	13.72	12.77	13.08 A
Ortalama / *Mean*	8.72	8.95	8.43	
LSD	LSDazot:0.95*** LSD çinko: Ö.D. *N.S.*. LSD azot × çinko: Ö.D. *N.S.*			

[z]Aynı sütunda farklı büyük harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5* veya %1*** düzeyinde farklılık vardır.

[z]There is a 5% or 1%*** difference between the means expressed in different capital letters in the same column.*

[y]Aynı satırda farklı büyük harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5* veya %1*** düzeyinde farklılık vardır.

[y]There is a 5% or 1%*** difference between the means expressed in different capital letters on the same line.*

[v]Küçük harfle ifade edilen ortalamalar (interaksiyon) arasında %5* veya %1*** düzeyinde farklılık vardır.

[v] *There is a 5%* or 1%*** difference between means (interaction) expressed in lower case letters.*

Ö.D.: Önemli değil, *N.S.: nonsignificant*

Çizelge 3. Farklı azot ve çinko dozlarının bitki baş çapı olan etkisi[z-y-y] (cm)

Table 3. Effect of different nitrogen and zinc doses on plant head diameter[z-y-y] (cm)

Azot dozları *Nitrogen doses*	Çinko dozları / *Zinc doses*			Ortalama *Mean*
	Zn0	Zn200	Zn400	
N0	8.74	9.36	12.26	10.11 B
N5	19.61	21.77	19.23	20.20 A
N10	23.33	22.56	18.43	21.43 A
N20	22.76	23.72	21.32	22.59 A
Ortalama / *Mean*	18.61	19.35	17.81	
LSD	LSDazot:2.52*** LSD çinko: Ö.D. *N.S.* LSD azot × çinko: Ö.D. *N.S.*			

[z]Aynı sütunda farklı büyük harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5* veya %1*** düzeyinde farklılık vardır.

[z]There is a 5% or 1%*** difference between the means expressed in different capital letters in the same column.*

[y]Aynı satırda farklı büyük harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5* veya %1*** düzeyinde farklılık vardır.

[y]There is a 5% or 1%*** difference between the means expressed in different capital letters on the same line.*

[v]Küçük harfle ifade edilen ortalamalar (interaksiyon) arasında %5* veya %1*** düzeyinde farklılık vardır.

[v] *There is a 5%* or 1%*** difference between means (interaction) expressed in lower case letters.*

Ö.D.: Önemli değil, *N.S.: nonsignificant*

Yaprak Eni

Marul bitkilerinde farklı azot ve çinko dozlarının yaprak eni değerlerindeki değişimi Çizelge 4'de gösterilmiştir. Marullarda yaprak eni değerlerine sadece azot dozlarının etkisi istatistiksel olarak

önemli bulunmuştur. Farklı çinko dozları ve azot × çinko doz interaksiyon etkileri ise önemsizdir. Farklı azot dozlarının artışına paralel olarak yaprak eni değerlerinde de artış belirlenmiştir. Bitkiye azot alınımı ile birlikte hücrelerde ve dokularda büyüme meydana gelmiş ve yaprak eni değerleri artmıştır. Benzer şekilde çinko dozlarına bağlı olarak bir miktar yaprak eni değerlerinde de artış görülmüş, fakat bu artış istatistiksel olarak önemsiz seviyede kalmıştır. Her iki yönlü yaprak eni değerlerindeki artışla bitlikte interaksiyon etkileri önemsiz çıkmış ve en yüksek yaprak eni 11.70 cm ile N20 ve Zn400 uygulama dozlarında belirlenmiştir. Gün [11] kıvırcık marullarda yaprak eni değerlerinin genotiplere göre 12-16 arasında değiştiğini, organik gübre çeşidi ve dozuna göre ise benzer bulunduğunu ifade etmiştir. Araştırıcı gübre dozundaki artışla birlikte bir miktar yaprak sayısında artış meydana geldiğini, bununla birlikte bu artışın istatistiksel olarak önemsiz olduğunu belirtmiştir. Çalışmanın bizim koşullarımıza göre nispeten daha sıcak dönemde başlamış olması nedeniyle bitkilerde yaprak eni daha fazla büyümüştür. Kurt ve Uğur [21] farklı kıvırcık marul çeşitlerinde bor dozlarının etkisini inceledikleri çalışmalarında yaprak eni değerlerinin çeşitlere ve bor dozlarına göre 13.67-15.91 cm aralığında değiştiğini tespit etmişlerdir. Çeşit farklılığı ve ekolojik gelişme şartları bu farklılığı etkilediği düşünülmektedir. Marullarda çinko dozlarına göre yaprak eni değerleri 7.90-8.51 cm arasında belirlenmiştir. Azot × çinko doz interaksiyonunda marul yaprak eni değerleri 4.04-11.70 cm aralığında bulunmuştur. İnteraksiyon değerlerinde bir değişim belirlenmiş olmakla birlikte, bu değişim büyük oranda marullarda azot dozlarının bitki baş çapına olan etkilerinden kaynaklanmıştır.

Yaprak Uzunluğu

Marul bitkilerinde farklı azot ve çinko dozlarının yaprak uzunluğuna etkisi Çizelge 5'de verilmiştir. Yaprak uzunluğu değerleri üzerine azot dozlarının etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuş, çinko doz ve azot × çinko interaksiyon etkileri ise önemsiz bulunmuştur. Azot doz artışına bağlı olarak bitkilerde yaprak uzunluğu artmıştır. Kontrol bitkilerinde 5.64 cm olan yaprak uzunluğu N20 dozunda 11.98 cm'ye kadar artmıştır. Gün [11] organik gübre dozundaki artışa paralel kıvırcık marullarda yaprak uzunluğunun arttığını ve 15.7-20.1 cm aralığında olduğunu belirlemiştir. Araştırıcı çeşitlere göre yaprak uzunluğu değerlerinin değiştiğini belirtmiştir. Benzer şekilde Kurt ve Uğur [21] borlu gübre ve humik asit uygulamaları ile kıvırcık marul çeşitlerinde yaprak uzunluğu değerlerinin 17.64-27.86 cm arasında değiştiğini ve üç çeşidin de yaprak uzunluğunun farklı olduğunu bildirmişlerdir. Diğer yandan Karademir [13] marulda vermikompost uygulamaları ile yaprak boyunun değişmediğini 16.62-17.29 cm aralığında olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 4. Farklı azot ve çinko dozlarının yaprak enine olan etkisi[z-y-v] (cm)

Table 4. The effect of different nitrogen and zinc doses on leaf width[z-y-v] (cm)

Azot Dozları *Nitrogen doses*	Çinko dozları / *Zinc doses*			Ortalama *Mean*
	Zn0	Zn200	Zn400	
N0	4.04	4.31	6.23	4.86 C
N5	7.47	9.40	7.51	8.12 B
N10	9.01	10.00	8.60	9.20 B
N20	11.07	10.26	11.70	11.01 A
Ortalama / *Mean*	7.90	8.49	8.51	
LSD	LSDazot:1.27*** LSD çinko: Ö.D. *N.S.* LSD azot × çinko: Ö.D. *N.S.*			

[z]Aynı sütunda farklı büyük harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5* veya %1*** düzeyinde farklılık vardır.

[z]There is a 5% or 1%*** difference between the means expressed in different capital letters in the same column.*

[y]Aynı satırda farklı büyük harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5* veya %1*** düzeyinde farklılık vardır.

[y]There is a 5% or 1%*** difference between the means expressed in different capital letters on the same line.*

[v]Küçük harfle ifade edilen ortalamalar (interaksiyon) arasında %5* veya %1*** düzeyinde farklılık vardır.

[v] There is a 5% or 1%*** difference between means (interaction) expressed in lower case letters.*

Ö.D.: Önemli değil, *N.S.: nonsignificant*

Çizelge 5. Farklı azot ve çinko dozlarının yaprak uzunluğuna olan etkisi[z-y-v] (cm)

Table 5. The effect of different nitrogen and zinc doses on leaf length[z-y-v] (cm)

Azot dozları *Nitrogen doses*	Çinko dozları / *Zinc doses*			Ortalama *Mean*
	Zn0	Zn200	Zn400	
N0	5.07	5.07	6.77	5.64 D
N5	7.38	9.58	7.25	8.06 C
N10	9.12	10.89	9.89	9.96 B
N20	11.91	11.77	12.26	11.98 A
Ortalama / *Mean*	8.37	9.33	9.04	
LSD	LSDazot:1.34*** LSDçinko:Ö.D. *N.S.* LSDazot×çinko:Ö.D. *N.S.*			

[z]Aynı sütunda farklı büyük harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5* veya %1*** düzeyinde farklılık vardır.

[z]There is a 5% or 1%*** difference between the means expressed in different capital letters in the same column.*

[y]Aynı satırda farklı büyük harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5* veya %1*** düzeyinde farklılık vardır.

[y]There is a 5% or 1%*** difference between the means expressed in different capital letters on the same line.*

[v]Küçük harfle ifade edilen ortalamalar (interaksiyon) arasında %5* veya %1*** düzeyinde farklılık vardır.

[v] There is a 5% or 1%*** difference between means (interaction) expressed in lower case letters.*

Ö.D.: Önemli değil, *N.S.: nonsignificant*

Çalışmamızda marullarda çinko dozlarına göre yaprak uzunluğu değerleri 8.37-9.33 cm arasında bulunmuştur. Azot × çinko doz interaksiyonunda marul yaprak uzunluğu değerleri 5.07-12.26 cm aralığında belirlenmiştir. Yaprak uzunluğu değerleri önceki çalışmalara göre daha düşük değerlerde

bulunmuştur. Bunda en önemli etkenin yetiştirme ortamı toprağının yapısının olduğu düşünülmektedir.

Yaprak Sayısı

Kıvırcık marul çeşidinde farklı azot ve çinko dozlarının yaprak sayısı değerlerine etkisi Çizelge 6'da verilmiştir. Azot ve çinko dozlarının kıvırcık marulda yaprak sayısına etkisi incelendiğinde, azot dozlarının istatistiksel anlamda yaprak sayısını artırdığı, çinko dozlarının ve azot × çinko doz interaksiyonlarının yaprak sayısı üzerine etkisinin önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Uygulanan azotun dozunun artmasına paralel olarak bitkilerde yaprak sayısında artışlar meydana gelmiştir. Yüksek doz azot uygulaması kontrole göre %93.66 oranında yaprak sayısını artırmıştır. Kibar [18] kıvırcık marulda vermikompost uygulamalarının bitki kalite özelliklerine etkisi incelediği çalışmasında vermikompost uygulamalarının yaprak sayılarını artırdığını ve 18-36 adet bitki^{-1} arasında değiştiğini bildirmiştir. Gün [11] kıvırcık marul çeşitlerinde uygulanan iki farklı organik gübre dozlarının yaprak sayıları üzerine etkilerinin değişik olduğunu, uygulama dozuna bağlı olarak yaprak sayısının da arttığını belirlemiştir. Çalışmada yaprak sayıları 20.67-37.00 adet bitki^{-1} arasında bulunmuştur. Tsiakaras ve ark. [32] marulda azotlu gübre uygulamaları ile yaprak sayısının arttığını belirtmiştir. Çalışma sonuçları değerlendirildiğinde, bitkilerdeki yaprak sayısındaki artış, bitki beslenmesine bağlı olarak meydana gelen gelişimin doğal sonucu olarak görülmüştür.

Kuru Madde Oranı

Marullarda azot ve çinko doz uygulamalarına göre yapraklardaki kuru madde oranının değişimi Çizelge 7'de gösterilmiştir. Marul yapraklarında kuru madde oranında azotlu gübre uygulamaları ile belirlenen azalma istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Yaprak kuru madde oranları üzerine çinko doz uygulamalarının ve azot × çinko doz interaksiyonlarının etkisi ise önemsizdir. Gün [11] organik gübre uygulamaları ile marullarda yaprakta kuru madde oranın azaldığını, en yüksek gübre dozunda en düşük yaprak madde değerinin belirlendiğini tespit etmiştir. Kontrolde %6.2 olan yaprak kuru madde oranı en yüksek doz organik gübre uygulamasında %5.3'e kadar düşmüştür. Uğur ve ark. [35] marulda azotlu gübrenin yaprak kuru madde oranında azalmalara neden olduğu ve kontrol uygulamasında %8.48 ile en yüksek kuru madde içeriğine ulaşıldığını bildirmişlerdir. Çalışmada marullarda 15 kg da^{-1} ve 20 kg da^{-1} azotlu gübre dozları ile en düşük yaprak kuru madde içeriğinin elde edildiği tespit edilmiştir. Azot uygulamaları ile yaprak kuru madde oranı azalmıştır. Marulda azot ve potasyum gübre dozlarını araştıran Uluçay Çam [36] yaprak kuru madde miktarının azotlu gübre dozuna bağlı olarak kontrole göre azaldığını bildirmiştir. Çalışma sonuçlarını irdelediğimizde marul bitkilerinde azotlu gübre dozuna bağlı olarak bitkinin su alınımı artmakta ve yapraklarda kuru madde miktarı azalmaktadır.

Çizelge 6. Farklı azot ve çinko dozlarının yaprak sayısına olan etkisi^{z-y-y} (adet bitki^{-1})

Table 5. The effect of different nitrogen and zinc doses on number of leaves^{z-y-y} (per.plant^{-1})

Azot dozları *Nitrogen doses*	Çinko dozları / *Zinc doses*			Ortalama *Mean*
	Zn0	Zn200	Zn400	
N0	20.9	19.6	21.0	20.51 C
N5	27.2	28.0	31.4	28.88 B
N10	31.3	31.0	24.2	28.85 B
N20	39.3	41.8	38.0	39.72 A
Ortalama / *Mean*	29.7	30.1	28.7	
LSD	LSDazot:5.19*** LSD çinko: Ö.D. *N.S.* LSD azot × çinko: Ö.D. *N.S.*			

[z]Aynı sütunda farklı büyük harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5* veya %1*** düzeyinde farklılık vardır.

[z]There is a 5% or 1%*** difference between the means expressed in different capital letters in the same column.*

[y]Aynı satırda farklı büyük harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5* veya %1*** düzeyinde farklılık vardır.

[y]There is a 5% or 1%*** difference between the means expressed in different capital letters on the same line.*

[v]Küçük harfle ifade edilen ortalamalar (interaksiyon) arasında %5* veya %1*** düzeyinde farklılık vardır.

[v] There is a 5% or 1%*** difference between means (interaction) expressed in lower case letters.*

Ö.D.: Önemli değil, *N.S.: nonsignificant*

Çizelge 7. Farklı azot ve çinko dozlarının kuru madde oranına olan etkisi^{z-y-y} (%)

Table 7. The effect of different nitrogen and zinc doses on the dry matter ratio^{z-y-y} (%)

Azot dozları *Nitrogen doses*	Çinko dozları / *Zinc doses*			Ortalama *Mean*
	Zn0	Zn200	Zn400	
N0	9.43	10.11	7.74	9.09 A
N5	8.21	8.27	7.94	8.13 AB
N10	8.05	8.06	6.11	7.40 B
N20	7.33	5.88	7.46	6.88 B
Ortalama / *Mean*	8.25	8.08	7.31	
LSD	LSDazot:1.31* LSD çinko: Ö.D. *N.S.* LSD azot × çinko: Ö.D. *N.S.*			

[z]Aynı sütunda farklı büyük harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5* veya %1*** düzeyinde farklılık vardır.

[z]There is a 5% or 1%*** difference between the means expressed in different capital letters in the same column.*

[y]Aynı satırda farklı büyük harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5* veya %1*** düzeyinde farklılık vardır.

[y]There is a 5% or 1%*** difference between the means expressed in different capital letters on the same line.*

[v]Küçük harfle ifade edilen ortalamalar (interaksiyon) arasında %5* veya %1*** düzeyinde farklılık vardır.

[v] There is a 5% or 1%*** difference between means (interaction) expressed in lower case letters.*

Ö.D.: Önemli değil, *N.S.: nonsignificant*

Renk Özellikleri

Marul bitkilerinde yaprak renginde kroma ve hue açı değerleri Çizelge 8'de verilmiştir. Marul

bitkilerinde azot ve çinko gübre doz uygularının yaprak kroma ve hue açı değerlerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Azot ve çinko dozuna göre yaprak kroma değerleri 39.70-43.10 aralığında değişim göstermiştir. Altunlu [2] vermikompost ve mikrobiyal gübre uygulamaları ile marulda kroma değerinin arttığını, kontrolde 23.13 olan kroma değerinin 28.51'e kadar ulaştığını bildirmiştir. Diğer bir görüş olarak Gün [11] organik gübre dozu uygulamaları ile yüksek dozda kroma değerinin azaldığını belirtmektedir. Şenlikoğlu [29] organik materyal ilavesi ve azot gübre dozlarının ıspanağın yaprak kroma değerleri üzerine önemli bir etkisinin bulunmadığını ifade etmiştir. Bitkilerde yaprak kroma değeri üzerine gübrelemenin yanında yaprak büyüklüğü, klorofil miktarı ve ışık şiddeti gibi faktörler etki etmektedir [8]. Özellikle çalışmamızda yaprakların diğer çalışmalara göre daha küçük olması gözlem noktasındaki küçük değişimlerde bile yaprak rengi ölçümünde farklılaşmalar meydana getirmektedir. Ayrıca diğer çalışmalar ile çeşit, yetiştirme dönemi ve ekolojik farklılıklar yaprak rengindeki değişimi açıklamayı güçleştirmektedir.

Çizelge 8. Farklı azot ve çinko dozlarının yaprak kroma ve hue açısı değerlerine olan etkisi[z-y-y]

Table 8. The effect of different nitrogen and zinc doses on leaf chroma and hue angle values[z-y-y]

Azot dozları *Nitrogen doses*	Çinko dozları / *Zinc doses*							
	Kroma / *Chroma*				Hue açısı / *Hue angle*			
	Zn0	Zn200	Zn400	Ort. *Mean*	Zn0	Zn200	Zn400	Ort. *Mean*
N0	39.70	42.93	42.73	41.79	167.11	165.73	164.88	165.91
N5	42.36	41.27	41.68	41.77	164.81	164.04	164.40	164.42
N10	40.71	40.33	43.10	41.38	164.95	165.15	163.79	164.63
N20	41.02	40.95	41.76	41.24	164.46	163.70	164.14	164.10
Ortalama *Mean*	40.95	41.37	42.31		165.33	164.66	164.30	
LSD	LSD azot: Ö.D. *N.S.* LSD çinko: Ö.D. *N.S.* LSD azot × çinko: Ö.D. *N.S.*							

[z]Aynı sütunda farklı büyük harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5* veya %1*** düzeyinde farklılık vardır.

[z]There is a 5% or 1%*** difference between the means expressed in different capital letters in the same column.*

[y]Aynı satırda farklı büyük harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5* veya %1*** düzeyinde farklılık vardır.

[y]There is a 5% or 1%*** difference between the means expressed in different capital letters on the same line.*

[v] Küçük harfle ifade edilen ortalamalar (interaksiyon) arasında %5* veya %1*** düzeyinde farklılık vardır.

[v] There is a 5% or 1%*** difference between means (interaction) expressed in lower case letters.*

Ö.D.: Önemli değil, *N.S.: nonsignificant*

SÇKM

Marullarda azot ve çinko doz uygulamalarına göre yaprak SÇKM miktarının değişimi Çizelge 9'da gösterilmiştir. Marullarda SÇKM değerleri üzerine azot dozları ve azot × çinko interaksiyon etkilerinin istatistiki olarak önemli değişimlere neden olduğu tespit edilmiştir. Azot uygulama dozları marullarda SÇKM değerini artırmıştır. İnteraksiyon etkilerinde SÇKM değerleri 1.30-2.50 arasında değişmiş, en yüksek SÇKM değeri N10×Zn200 uygulamasında belirlenmiştir. Bizim sonuçlarımızın tersine Katgıcı ve ark. [14] bazı mikrobiyal gübreler ve kimyasal gübre uygulamaları ile kıvırcık marulda SÇKM değerlerinin kontrole göre azaldığını tespit etmişlerdir. Turhan ve ark. [33] marulda SÇKM değerinin kontrol uygulamasında %3.48 iken değişik seviyelerde sulandırılmış deniz suyu uygulamalarında %3.23-4.13 arasında değiştiğini belirlemiştir. Araştırıcılar %5 deniz suyu çözeltisi uygulamalarına kadar SÇKM değerinin arttığını daha yüksek doz uygulamalarında ise kontrole göre azaldığını bildirmişlerdir. Franquera [9] marullarda çeşide ve malç rengine göre SÇKM değerinin %4.25-6.60 arasında değiştiğini bildirmiştir. SÇKM değeri üzerine çeşidin yanında yetiştirme koşullarının etkisinin belirgin olduğu görülmüştür. Bitkilerde azotlu gübre uygulamaları ile bitki su içeriği artmakla birlikte, bizim çalışmamızda kontrol uygulamasındaki bitkilerde daha çok küçük yaprakların olması, diğer uygulama bitkilerinden örneklem alınan yaprakların daha iyi gelişmiş olmasının SÇKM değerlerinin yüksek bulunmasına neden olduğu düşünülmüştür.

Çizelge 9. Farklı azot ve çinko dozlarının suda çözünebilir kuru madde içeriğine olan etkisi[z-y-y] (%)

Table 9. Effect of different nitrogen and zinc doses on total soluble solid content[z-y-y](%)

Azot dozları *Nitrogen doses*	Çinko dozları / *Zinc doses*			Ortalama *Mean*
	Zn0	Zn200	Zn400	
N0	1.70 d	1.30 e	1.30 e	1.43 B
N5	1.90 cd	2.10 bc	2.00 cd	2.00 A
N10	2.10 bc	2.50 a	1.70 d	2.10 A
N20	2.00 cd	2.10 bc	2.40 ab	2.16 A
Ortalama / *Mean*	1.93	2.00	1.85	
LSD	LSD azot:0.19*** LSD çinko: Ö.D. *N.S.* LSD azot × çinko:0.33**			

[z]Aynı sütunda farklı büyük harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5* veya %1*** düzeyinde farklılık vardır.

[z]There is a 5% or 1%*** difference between the means expressed in different capital letters in the same column.*

[y]Aynı satırda farklı büyük harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5* veya %1*** düzeyinde farklılık vardır.

[y]There is a 5% or 1%*** difference between the means expressed in different capital letters on the same line.*

[v] Küçük harfle ifade edilen ortalamalar (interaksiyon) arasında %5* veya %1*** düzeyinde farklılık vardır.

[v] There is a 5% or 1%*** difference between means (interaction) expressed in lower case letters.*

Ö.D.: Önemli değil, *N.S.: nonsignificant*

C vitamini

Marul bitkilerinde azot ve çinko gübre uygulamalarının C vitamini içeriklerine etkisi Çizelge 10'da verilmiştir. Marullarda azot ve çinko gübre uygulamaları C vitamini içerikleri üzerine istatistiksel olarak önemli etkide bulunmuştur. Azotlu

gübre uygulamaları ile C vitamin içerikleri belirgin şekilde artış göstermiştir. Kontrol uygulamasında 47 mg 100 g^{-1} olan C vitamin içeriği 20 kg da^{-1} azotlu gübre uygulamasında 159.66 mg 100 g^{-1}'a kadar ulaşmıştır. Çinko gübre dozlarında C vitamin içeriği kontrole göre artmış olmakla birlikte en yüksek değer 200 g da^{-1} çinko dozunda elde edilmiştir. Diğer yandan azot × çinko interaksiyon etkilerinde C vitamin içerikleri 41-181 mg 100 g^{-1} arasında değişmiştir. Sorensen ve ark. [28] azotlu gübre uygulamaları ile C vitamini içeriğinin azaldığını ve gübre dozuna bağlı olarak 51.5-64.8 mg kg^{-1} arasında değiştiğini belirtmiştir. Turhan ve ark. [33] deniz suyu uygulamaları ile marullarda C vitamini içeriklerinin 12.09-17.06 mg 100 g^{-1} arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Koudela ve Petříková [20] marullarda farklı yetiştirme dönemlerinde iki yıl boyunca yürüttükleri çalışma sonuçlarına göre, C vitamini miktarının çeşide, yetiştirme mevsimine ve yıllara göre 65 ile 302 mg kg^{-1} arasında değiştiğini bildirmiştir. Araştırıcılar bu durumu vejetasyon dönemindeki sıcaklık, nem, güneş ışığı ve diğer koşulların bitkideki C vitamini sentezi üretimi üzerine olan etkilerine bağlamışlardır. Azot uygulamaları ile bitkinin gelişimi olmakta ve bitki su içeriği artmaktadır. Bitki büyüklüğü bakımından düşünüldüğünde oransal olarak C vitamini içerikleri azalmaktadır. Bizim çalışmamızda SÇKM değerlerinde açıklandığı üzere uygulama bitkilerinde C vitamin içerikleri artmıştır.

Çizelge 10. Farklı azot ve çinko dozlarının C vitamini içeriğine olan etkisi[z-y-y] (mg 100 g^{-1})

Table 10. Effect of different nitrogen and zinc doses on vitamin C content[z-y-y] (mg 100 g^{-1})

Azot dozları *Nitrogen doses*	Çinko dozları / *Zinc doses*			Ortalama *Mean*
	Zn0	Zn200	Zn400	
N0	57 h	43 ı	41 ı	47.00 D
N5	81 g	134 e	83 g	99.33 C
N10	91 f	155 c	147 d	131.00 B
N20	161 b	137 e	181 a	159.66 A
Ortalama / *Mean*	97.50 C	117.25 A	113.00 B	
LSD	LSDazot:1.94*** LSDçinko:1.68*** LSDazot×çinko:3.37**			

[z]Aynı sütunda farklı büyük harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5* veya %1*** düzeyinde farklılık vardır.

[z]There is a 5% or 1%*** difference between the means expressed in different capital letters in the same column.*

[y]Aynı satırda farklı büyük harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5* veya %1*** düzeyinde farklılık vardır.

[y]There is a 5% or 1%*** difference between the means expressed in different capital letters on the same line.*

[v]Küçük harfle ifade edilen ortalamalar (interaksiyon) arasında %5* veya %1*** düzeyinde farklılık vardır.

[v] There is a 5% or 1%*** difference between means (interaction) expressed in lower case letters.*

Ö.D.: Önemli değil, *N.S.: nonsignificant*

SONUÇ

Marul bitkilerinde azot ve çinko gübre uygulamalarının verim ve kalite üzerine etkili olduğu görülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre marullarda verim ve kalite özellikleri bakımından 20 kg da^{-1} azotlu gübre uygulaması öne çıkmakla birlikte çinko gübre dozları açısından değerlendirildiğinde 200 ve 400 g da^{-1} uygulamaları farklı kalite özellikleri üzerine etkili bulunmuştur. Sonuçlar değerlendirildiğinde yüksek verim ve kalite açısından 20 kg da^{-1} azot ve 200 g da^{-1} çinko gübrelemesi önerilebilir. Azot × çinko interaksiyon etkilerinin bazı parametrelerde istatistiksel olarak önemli bulunması nedeniyle optimum uygulama dozlarının belirlenmesinde azot ve çinko ilişkilerinin dikkate alınması önemlidir. Bununla birlikte çinko gübre uygulamalarında doz aralığının azaltılarak denenmesi gerektiği düşünülmektedir. Uygun ekolojilerde yetiştirme dönemlerine ve farklı makro ve mikro element gübre uygulamalarının birlikte test edilmesi gübre kullanım etkinliği ve verimlilik açısından önemli görülmüştür.

KAYNAKLAR

1. Al-Bayatı, Y.F.A., Şahin, M. 2018. Konya İli açık tarla koşullarında marul bitkisinin su-verim parametrelerinin belirlenmesi. Toprak Su Dergisi 7(2):38-45.
2. Altunlu, H. 2021. Mikrobiyal gübre ve vermikompost uygulamalarının baş salata (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*) yetiştiriciliğinde bitki gelişimi, verim ve nitrat içeriğine etkisi. Mediterranean Agricultural Sciences 34(1):135-140.
3. Arora, N.K., Fatima, T., Mishra, I., Verma, M., Mishra, J., Mishra, V., 2018. Environmental sustainability: challenges and viable solutions. Environmental Sustainability 1(4):309-340.
4. Brady, N.C., Weil, R.R. 2008. Soil colloids: seat of soil chemical and physical acidity. The Nature and Properties of Soils 5(13):311-358.
5. Broadley, M.R., White, P.J., Hammond, J.P., Zelko, I., Lux, A. 2007. Zinc in plants. New Phytologist 173(4):677-702.
6. Ceylan, Ş., Yoldaş, F., Mordoğan, N., Çakıcı, H. 2000. Domates yetiştiriciliğinde farklı hayvansal gübrelerin verim ve kaliteye etkisi. 3. Sebze Tarımı Sempozyumu, 11-13 Eylül 2000, Isparta, 1:51.

7. Çakmak, P. 2011. Farklı dikim zamanları ve organik gübrelerin topraksız tarım koşullarında kıvırcık yapraklı salata (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) yetiştiriciliğinde verim ve kalite özelliklerine etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Tokat, 65s.
8. Eşiyok, D., Okur, B., Tuncay, Ö., Yağmur, B., Uğur, A. 2006. Roka ve terede toplam glukozinolat miktarlarının ekim zamanı ve gübre formlarıyla değişiminin saptanması üzerinde araştırmalar. TÜBİTAK Projesi 2006-206.
9. Franquera, E.N. 2015. Effects of plastic mulch color on the total soluble solids, total sugars and chlorophyll content of lettuce (*Lactuca sativa* L.). International Journal of Research in Agriculture and Forestry 2(8):18-24.
10. Gangolli, S.D., Van den Brandt, P.A., Feron, V.J., Janzowsky, C., Koeman, J.H., Speijers, G.J., Spiegelhalder, B., Walker, R., Wisnok., J.S., 1994. Nitrate, nitrite and N-nitroso compounds. European Journal of Pharmacology 292(1):1-38.
11. Gün, A. 2019. Marulda (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) organik gübrelerin verim ve kaliteye etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Ordu, 78s.
12. Ikemoto, Y., Teraguchi, M., Kobayashi, Y. 2002. Plasma levels of nitrate in congenital heart disease: comparison with healthy children. Pediatric Cardiology 23(2):132-136.
13. Karademir, S. 2019. Farklı oranlarda vermikompost uygulamalarının marulda (*Lactuca sativa* L.) bitki gelişimi, kalite özellikleri ve besin elementi içeriği üzerine etkilerinin belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Bolu, 124s.
14. Katgıcı, A., Türk, İ., Demir, H., Üçok, Z. 2019. Mikrobiyal gübrenin kıvırcık marulda verim ve kaliteye etkileri. Asos Yayınevi, 1. Baskı, s:2-16.
15. Kavak, S., Bozokalfa, M.K., Uğur, A., Yağmur, B., Eşiyok, D., 2003. Farklı azot kaynaklarının baş salatada (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*) verim, kalite ve mineral madde miktarı üzerine etkisi. Ege Üniv Ziraat Fakültesi Dergisi 40(3):33-40.
16. Kaymak, H.Ç., Aksoy, A. 2020. Farklı azot kaynakları ile yapılan yaprak gübrelemesinin marul (*Lactuca sativa* L.)'da verim, nitrat birikimi ve maliyet üzerine etkisi. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi 8(4):971-976.
17. Khalil, M.A.I., Mohsen, A.A.M., Abdel-Fattah, M.K. 2016. Effect of bio and mineral nitrogen fertilization on growth, yield and quality of lettuce plants under sandy soil conditions. Middle East Journal of Applied Sciences 6(2):411-417.
18. Kibar, B. 2018. Marulda bitkisel özellikler, bazı kalite özellikleri ve besin elementleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi 4(2):149-160.
19. Kloubert, V., Rink, L. 2015. Zinc as a micronutrient and its preventive role of oxidative damage in cells. Food & Function 6(10):3195-3204.
20. Koudela, M., Petříková, K. 2008. Nutrients content and yield in selected cultivars of leaf lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*). Horticultural Science 35(3):99-106.
21. Kurt, Ö., Uğur, A. 2022. Kıvırcık marulda (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) borlu gübre ve humik asit uygulamalarının bazı bitki özelliklerine etkisi. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research 3(1):1-14.
22. Liu, C.W., Sung, Y., Chen, B.C., Lai, H.Y. 2014. Effects of nitrogen fertilizers on the growth and nitrate content of lettuce (*Lactuca sativa* L.). International Journal of Environmental Research and Public Health 11(4):4427-4440.
23. McGuire, R.G., 1992. Reporting of objective color measurements. Scientia Horrticulturae 27(12):1254-1255.
24. Meagy, M.J., Eaton, T.E., Barker, A.V., 2016. Assessment of mineral nutrient concentrations of lettuce inresponse to cultivar selection and fertilization in greenhouse production. Journal of Plant Nutrition 39(12):1796-808 (doi: 10.1080/01904167.2016.1143507).
25. Moreira, M.A., Santos, C.A.P., Lucas, A.A.T., Bianchini, F.G., de Souza, I.M., Viegas, P.R.A., 2014. Lettuce production according to different sources of organic matter and soil cover. Agricultural Sciences 5(2):99-105.
26. Öztürk, A., Yildiz, K., Öztürk, B., Karakaya, O., Gün, S., Uzun, S. Gundogdu, M., 2019. Maintaining postharvest quality of medlar (*Mespilus germanica*) fruit using modified atmosphere packaging and methyl jasmonate. LWT-Food Science and Technology 111:117-124. (https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.05.033).

27. Shi, M., Gu, J., Wu, H., Rauf, A., Emran, T.B., Khan, Z. et all. 2022. Phytochemicals, nutrition, metabolism, bioavailability, and health benefits in lettuce-A comprehensive review. Antioxidants 11:1158.
28. Sorensen, J.N., Johansen, A.S., Poulsen, N. 1994. Influence of growth conditions on the value of crisp head lettuce. Plant Foods for Human Nutrition 46(1):1-11.
29. Şenlikoğlu, G. 2015. Organik materyal ilavesi ve azotlu gübre uygulamalarının ıspanak bitkisinin (*Spinacia oleracea* L.) gelişimi ve nitrat akümülasyonuna etkileri (Yüksek Lisans Tezi). Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Ordu, 64s.
30. Thorup-Kristensen, K. 2006. Root growth and nitrogen uptake of carrot, early cabbage, onion and lettuce following a range of green manures. Soil Use and Management 22(1):29-38.
31. Topcuoğlu, B., Yalçın, S.R. 1997. Değişik azotlu gübre uygulamalarının serada yetiştirilen kıvırcık marul bitkisinde verim ve kalite ile bazı bitki besin maddesi içerikleri üzerine etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 10(1):211-222.
32. Tsiakaras, G., Petropoulos, S.A., Khah, E.M. 2014. Effect of GA3 and nitrogen on yield and marketability of lettuce (*Lactuca sativa* L.). Australian Journal of Crop Science 8(1):127-132.
33. Turhan, A., Kuşçu, H., Özmen, N., Serbeci, M.S., Demir, A.O. 2014. Effect of different concentrations of diluted seawater on yield and quality of lettuce. Chilean Journal of Agricultural Research 74(1):111-116.
34. Uğur, A., Bozokalfa, M.K., Eşiyok, D. 2004. Farklı hasat dönemleri ve azot uygulamalarının endivde (*Cichorium endivia* L.) verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 41(2):1-8.
35. Uğur, A., Ekbiç, E., Zambi, O., Uyar, M., Aksoy, R. 2014. Azot ve hümik asit uygulamalarının marulda verim ve kalite üzerine etkisi. 10. Sebze Tarımı Sempozyumu, 2-4 Eylül 2014. Tekirdağ, s:402-407.
36. Uluçay Çam, D. 2018. Marulda (*Lactuca sativa* L.) Azot ve potasyum uygulamalarının verim ve kaliteye etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Ordu, 66s.
37. Üçok, Z., Demir, H., Sönmez, İ., Polat, E. 2019. Farklı organik gübre uygulamalarının kıvırcık salatada (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) verim, kalite ve bitki besin elementi içeriklerine etkileri. Mediterranean Agricultural Sciences 32:63-68.
38. Venkateish, V.P., Vani, V., Nivya, V., Baskaran, V., Madan, K.P. 2021. Bioactives of *Lactuca sativa*: nutritional and clinical importance. Advances in Health and Disease 33.
39. Vural, H., Eşiyok, D., Duman, İ., 2000. Kültür sebzeleri (sebze yetiştirme). Ege Üniversitesi, İzmir, 440s.
40. Yağmur, B., Aydın, Ş. 2021. Çinko (Zn) uygulamalarının marul (*Lactuca sativa* L.) bitkisinin bazı yaprak besin element içeriklerine etkisi. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi 9(1):57-63.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 310–321 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN SEBZE ÜRETİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ VE BUNA KARŞI ADAPTASYON STRATEJİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Aygül DAYAN[1]*, Ceren Ayşe BAYRAM[2]

[1]Öğr. Gör. Dr., Çukurova Üniversitesi Pozantı MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Adana; ORCID: 0000-0002-4946-7299
[2]Dr. Öğr. Üyesi, Adıyaman Üniversitesi Kahta MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl., Adıyaman; ORCID: 0000-0002-1570-273X

ÖZ

İklim değişikliğinin 1800'lü yıllarda gündeme geldiği, günümüzün en önemli araştırma konuları arasında yer aldığı, doğal olaylardan daha çok insan faaliyetleri sonucunda meydana geldiği birçok bilimsel kaynakta belirtilmektedir. Böylece hem ulusal hem de uluslararası çerçevede iklim değişikliğinin günümüzde ve gelecekte olası etkileri ve bu etkilere karşı alınabilecek önlemlerle ilgili olarak birtakım mevzuatlar oluşturulmuştur. İklim değişikliğine bağlı olarak küresel ısınmanın şüphesiz etkileyeceği en önemli alanlar arasında tarımsal uygulamalar gelmektedir. Türkiye tarımsal üretimi içerisinde 30 milyon 869 bin tonluk sebze üretimi ile dünyada dördüncü sırada yer almaktadır. Sebzeler, insan beslenmesi için oldukça önemli olup bahçe tarımı içerisinde geniş potansiyeli olan ürün grubunu içermektedir. İklim değişikliği sonucunda, biyotik ve abiyotik stres faktörlerinden kaynaklı bitkide fizyolojik faaliyetleri de büyük ölçüde etkileyeceği ön görülmektedir. Bundan dolayı da sebze üretiminde, verim ve kalitede düşüşlerin beklendiği, farklı literatürlerde yer almaktadır. Bu derlemede iklim değişikliği kapsamında sebze üretimini kısıtlayıp üretimi doğrudan tehdit edebilecek CO_2, CH_4 gibi gazların artmasından kaynaklı biyotik ve abiyotik faktörlerin bitki fizyolojisi üzerine etkileri ve söz konusu tehditlere karşı alınabilecek önlemler değerlendirilmiştir. Aynı zamanda, iklim değişikliğine bağlı olarak sebze üretimindeki değişikliklerle beraber bu duruma uyum stratejilerini içeren çoğunlukla güncel (2010-2022) bilimsel çalışmaları özetleyerek sürdürülebilir sebze üretimi sorunlarına farklı görüşler derlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Küresel ısınma, sebze üretimi, uyum, yöntem

EFFECTS OF CLIMATE CHANGE ON VEGETABLE PRODUCTION AND EVALUATION OF ADAPTATION STRATEGIES

ABSTRACT

Climate change came to the fore in the 1800s, is among the most important research topics of today has been pointed out in many scientific sources, and that it occurs as a result of human activities rather than natural events. Thus, a number of legislations have been established regarding the possible effects of climate change today and in the future, and the measures that can be taken against these effects, both nationally and internationally. Agricultural practices are among the most important parts that will undoubtedly be affected by global warming due to climate change. Turkey ranks fourth in the world with 30 million 869 thousand tonne of vegetable production. Vegetables are very important for human nutrition and include a large potential product group in horticulture. As a result of climate change, it is predicted that biotic and abiotic stress factors will greatly affect the physiological activities of the plant. Therefore, it is pointed in different literatures that decreases in yield and quality are expected in vegetable production. In this review, the effects of biotic and abiotic factors on plant physiology caused by the increase of gases such as CO_2, CH_4, which may limit vegetable production and directly threaten production within the scope of climate change, and the measures that can be taken against these threats are evaluated. Thus, by summarizing mainly current (2010-2022) scientific studies, which include changes in vegetable production due to climate change, as well as adaptation strategies to this situation, different views on the problems of sustainable vegetable production have been compiled.

Keywords: Global warming, vegetable production, adaptation, method

GİRİŞ

İklim değişikliğinin en büyük etkisi küresel ısınma olarak ortaya çıkarken, dünyada iklim değişikliği ile ilgili en önemli konuların başında da sıcaklık artışı ve sera gazlarının etkileri gelmektedir. Söz konusu değişikliğin etkileri olarak, son yıllarda gerçekleşen kuraklık, yangın ve aşırı yağış gibi faktörler sıralanabilmektedir. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlüğü'nün yayınladığı iklim değişikliği ve tarım değerlendirme raporuna [79] göre dünyada iklim değişikliğinden en çok etkilenmesi beklenen bölgelerden Akdeniz Havzası'nda yer alan Türkiye'de kuraklığın geniş bölgelerde hissedileceği ve aşırı sıcak günlerin sayısının artacağı öngörüldüğü belirtilmektedir.

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*: adayan@cu.edu.tr

Türkiye'de risk altında olan ülkeler arasındadır [88]. 2040'lı yıllardan itibaren özellikle yaz dönemi sıcaklıklarında 3°C ile 5°C arasında artışlar yaşanabileceği öngörülmektedir. Güneydoğu, Akdeniz ve Ege Bölgeleri'nde hava sıcaklığı artışı en fazla yaz aylarında yaşanacak ve 2100'lere doğru, 4-7°C'lik artışlar gözlenebilecektir. Karadeniz kıyıları hariç tüm Türkiye'de yıllık toplam yağışlarda 75 mm-250 mm arasında azalışlar yaşanması beklenmektedir [86]. Bu durum ekosistemdeki tüm canlıların yaşamalarını tehdit ederken, ekolojik bir sorun olan iklim değişikliği ile hem günümüzde hem de gelecekte karşılaşacağımızı düşünerek tarımsal üretimde mutlaka önlem alınması gerekmektedir.

Bu çalışmanın amacı iklim değişikliğine bağlı olarak sebze üretimindeki olası değişikliklere değinmekle birlikte iklim değişikliğine uyum stratejilerini açıklayan ve çoğunlukla 2010-2022 yılları arasındaki ulusal ve uluslararası bilimsel çalışmaları inceleyerek, sebze üretimindeki beklenen sorunlara karşı belirlenen ve sürdürülebilir farklı çözümleri özetleyerek derlemektir. Bu kapsamda derlemede 7 ana başlık bulunmaktadır. Bunlar sırasıyla; İklim Değişikliği ve Güncel Durumu, İklim Değişikliğinin Tarım Üzerine Etkileri, Dünya'da ve Türkiye'de Sebze Üretim Durumu, İklim Değişikliğinin Sebze Üretimi Açısından Ön Görülen Tehditleri, Sebze Yetiştiriciliğinde Biyotik ve Abiyotik Tehditleri Sonucunda Ön Görülen Fizyolojik Durumlar, Karşı Adaptasyon Stratejilerinin Değerlendirilmesi ve son olarak Sonuç ve Önerilerdir.

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN TANIMI VE GÜNCEL DURUMU

İklim, meteorolojik olayların (sıcaklık nem, yağış, basınç ve rüzgâr) belirli bir zaman içerisinde oluşturduğu ortalaması olarak tanımlanabilmektedir. İklim değişikliği için iki farklı tanım söz konusudur. İlki, belli bir bölgede yağış oranı ve sıcaklık seviyesi gibi hava olaylarında uzun bir süre boyunca görülen ve istatistiksel olarak anlamlı değişimleri olarak tanımlanmaktadır [86]. Bir diğeri ise fosil yakıtların kullanımı, arazi kullanımı değişiklikleri, ormansızlaştırma ve sanayi süreçleri gibi insan etkinlikleriyle atmosfere salınan sera gazları birikimlerindeki hızlı artışın doğal sera etkisini kuvvetlendirmesi sonucunda yerkürenin ortalama yüzey sıcaklıklarındaki artıştır [85].

Küresel ısınma; karbondioksit ve diğer sera gazlarının, dünya atmosferinde kimyasal dengesini değiştirdiğini ve [28] büyük oranda insanların çevre ile etkileşiminin bir sonucu olarak ortaya çıktığı ayrıca yeryüzüne ulaşan güneş ışınlarının atmosferde biriken sera gazlarının etkisine bağlı olarak yeniden atmosferin üst kısımlarına dengeli bir şekilde yansıtılamaması sonucunda alt katmanlarda sera etkisinin oluşması olarak bilinmektedir [34, 7].

Canlıların yaşamlarını devam ettirmeleri için gerekli en önemli kaynak sudur. Günümüzde küresel ısınma ile su kaynaklarının giderek azalması ile temel yaşam sürdürülebilirliğini de engelleyecek noktaya ulaşmıştır [37]. Bu da tarımsal üretim sıkıntılarını oluşturmaktadır. Su, ekosistemde ekolojik dengenin oluşturulmasını sağlayan en önemli faktörlerden biridir. Ekolojik dengenin korunması ve insan topluluklarının sürdürülebilir gelişiminin sağlanması için, su kaynaklarının bugün ve gelecekteki gereksinimleri karşılayabilecek en akılcı şekilde kullanılması gerekmektedir.

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN TARIMSAL ÜRETİME ETKİLERİ

Tarımın sağlıklı bir şekilde sürdürülmesi kapsamında tohum ve tohumluğun yanında toprak, su, yağış, sıcaklık, ışık gibi ekolojik faktörler yer almaktadır. Türkiye'nin 2021 yılında yayınlamış olduğu küresel ısınma raporuna göre, Akdeniz Havzası'nın büyük bölümünde ürün veriminde azalma ve hayvancılık için artan bir risk öngörüldüğü bildirilmiştir. İklim projeksiyonları, Avrupa'nın çoğunun küresel ortalamadan daha yüksek düzeyde ısınma yaşayacağını göstermektedir [79]. Sıcaklık artışları ve toprağın derin işlenmesi, topraktaki bozulma hızını artırmaktadır. Bu durumda erozyon tehlikesi artmakta ve toprak verimliliği de azalmaktadır. Yapılan araştırmalara göre Türkiye'nin toprak verimliliği son 10 yılda %23 azalmıştır [79]. Toprak verimliliğinin azalmasıyla birlikte topraktaki organik yapı zayıflamakta ve dolayısıyla bitki besin elementlerinde azalmalar görülmektedir. Besin maddelerindeki azalma ise daha fazla kimyasal gübre kullanımı ile telafi edilmeye çalışılmakta olup bu durum nitrat kirliliğine ve atmosfere, bir sera gazı olan N_2O emisyonu salınımına sebep olmaktadır [79]. İklim değişikliği nedeniyle; Su döngüsünde değişimler, yüksek hava sıcaklıklarının su miktarını ve kalitesini etkilemesi, deniz seviyesi yüksekliğinin, nehir ağzı ve kıyı yeraltı sularının tuzlanmasına yol açması, bu nedenle kıyı alanlarında insanların ve ekosistemlerin tatlı suya erişiminin azalması söz konusudur. Artan sıcaklık ve azalan yağış nedeniyle, kuraklık olaylarının şiddet, sıklık ve süresinde artış beklenmektedir. Artan iklim değişikliği doğal bitki örtüsünde de değişiklilere neden olmaktadır. Bu durumun ülkemizde de, özellikle bozkır alanlarının genişlemesine ve mera alanlarının azalmasına neden olabileceği değerlendirilmektedir [79].

İklim değişikliğinin, tarımsal ürün verimliliği, ürün deseni, azalan su kaynakları, artan sıcaklık ve gıda güvenliği konuları üzerinde etkisi bulunmaktadır. Bu nedenle günümüzde tarım sektöründe, değişen iklim şartlarına uyumun sağlanmasına yönelik yeni tarımsal yaklaşımlar kullanılmaktadır.

DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE SEBZE ÜRETİMİ

Sebzeler, karotenoid, diyet lif, besleyici olmayan biyoaktif bileşenler (polifenol gibi fitokimyasallar), folik asit vitaminler, yağ asitleri, mineraller açısından zengin bir kaynak teşkil etmektedir. Bundan dolayı da koruyucu gıda olarak isimlendirilmektedir [49, 42, 65]. Dünyanın ve Türkiye'nin 2019-2020 yılına ait toplam sebze üretim miktarları incelendiğinde, 2020 yılında bir önceki yıla göre bir artış olmuştur (Çizelge 1) [27, 84].

Çizelge 1. Dünyada ve Türkiye'de 2019 ve 2020 yıllarına ait sebze üretim miktarı

Table 1. Vegetable production amount for 2019 and 2020 in the world and in Turkey

Üretim Yeri *Place of production*	Üretim yılı *Year of production*	Üretim miktarı (ton) *Amount of production (tonne)*
Dünya	2019	1.129.672.958
	2020	1.148.446.252
Türkiye	2019	31.100.000
	2020	31.200.000

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN SEBZE ÜRETİMİ AÇISINDAN ÖN GÖRÜLEN TEHDİTLER

Söz konusu tehditler için yapmış olduğumuz literatür taramalarımız sonucunda; sebze üretimini tehdit edebilecek faktörler "biyotik" ve "abiyotik" olarak iki ayrı başlık altında değerlendirilmiştir.

Biyotik Tehditler

İklim değişikliğinin, patojenlerin yayılmasını, yeni böcek ve/veya zararlı türlerinin, mantar, bakteri ve virüs hastalıklarının evrimini teşvik ettiğini vurgulanmıştır [23]. Sıcaklığın, tarımdaki zararlı baskısı artışında önemli bir rolü olduğu öne sürülmekle birlikte mevcut eğilimlerin devam etmesi durumunda, birçok önemli üretim yapan ülkelerde, yüzyılın ortasına kadar zararlıların sayıca artacağı tahmin edilmektedir [50, 9, 10]. Ayrıca artan sıcaklık, sebzelerin olgunlaşmasına etki ederek, yüzeylerinde doğal olarak bulunan mikroorganizmaların yaşam döngülerinde bir değişikliğe neden olabilecektir. Bu mikroorganizmaların iklim değişikliğinin üründe meydana getirebileceği herhangi bir metabolik değişiklikten (örneğin pH veya şeker içeriğindeki değişiklikler) etkileneceği de belirtilmektedir. Bu organizmaların çoğu, ürünün kalitesine zararlı olan mikroorganizmalara potansiyel olarak koruma veya rekabet sağlayabilir [11]. Stres koşullarına maruz kalan kültür bitkilerinin patojenlere karşı daha duyarlı olacağı belirtilmiştir [20].

Sıcaklığın artmasıyla birlikte yağışlardaki artış, belirli bakteri ve mantar patojenlerinin gelişimini arttıracağı ön görülmektedir [23]. Örneğin sebzelerde, *Colletotrichum* spp.'nin neden olduğu antraknoz gibi mantar hastalıklarının şiddetinin artması örnek verilebilir [82, 52]. Bakteri ve mantar patojenlerinin yanı sıra virüs hastalıklarının yayılmasında, vektör olan beyazsinek (*Bemisia tabaci*) biyotiplerinin hızla çoğalmasına neden olacaktır [30]. Beyazsinekler, dünya çapında domates üretimi için büyük bir kısıtlama olan domates yaprak kıvrılma hastalığının ana vektörüdür. Pospiviroidler yaklaşık 25°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda çoğalırlar ve daha düşük sıcaklıklarda inhibe olurlar. Bu nedenle artan sıcaklıklar, domates ve biber gibi başlıca sebze mahsullerinde viroidlerin görülme sıklığına da neden olabilir. Viroidler tohumlarla bulaşabildiğinden germplazm değişimi söz konusu olduğunda ciddi bir tehdit potansiyeli oluşturacağı vurgulanmıştır [24].

Sebze zararlılarının sıcaklığın artması veya azalması, CO_2 seviyesinin artması gibi değişen iklim koşullarına karşı tepki verme şekilleri değişebileceği, yapılan araştırmalarla ortaya konulmuştur. Nitekim bu doğrultuda, "iklim değişikliğiyle ilişkili artan CO_2, bitki böcek zararlılarının ve patojenlerinin dağılımını, sayısını ve performansını" etkileyebileceği bildirilmiştir [16].

Artan sıcaklıklarda, *Puccinia striiformis* f.sp. tritici, yaşam döngüsü sınırlı olacakken atmosferik CO_2'in artması, *Fusarium pseudograminearum* gibi patojenler için daha uygun koşullar sağlayabileceği öne sürülmüştür [44]. Bu bağlamda, nematod ile enfekte olmuş bitkilerin savunma genleri, ikincil metabolitler ve uçucu organik bileşikler açısından indüklenen savunmasının yüksek CO_2'den etkilenebileceğini ve CO_2'nin neden olduğu bitki direnci değişiklikleri, bitkilerin yüksek CO_2 altında nematodlara genotipe özgü tepkilerine yol açabileceğini tespit etmişlerdir [74]. Bunun yanı sıra bazı iklim değişikliği etkileri böcek popülasyonlarını baskılama eğiliminde olsa da ılıman iklimdeki daha yüksek sıcaklık, daha fazla tür ve daha fazla böcek popülasyonu ile sonuçlanacağı belirtilmiştir [42]. İstilacı türler ve üreme ve yayılma yetenekleri yüksek olan türler, değişken iklim koşullarına kolayca uyum sağlayabilecektir. Örneğin domates güvesi (*Tuta absoluta*) dünya çapında hızla yayılabileceği belirtilmiştir [21]. Artan sıcaklıklar böcek

zararlılarının üreme oranını artırabilirken, çok yüksek sıcaklıklar ise azaltabilir. Örneğin 35°C'lik sabit sıcaklıklar *Aphis gossypii*'nin olgunlaşmamış evreleri için öldürücü olabilirken [67], daha yüksek sıcaklıklar (40-46.5°C) ısı şoku uygulamaları bakla delicilerine (*Helicoverpa armigera*) zarar vermiştir [47]. Artan CO_2 koşulları, pamuk yaprak kurdu (*Spodoptera litura*) maş fasulyesi bitkilerinde beslenmesini artırdığı belirtilmiştir [73]. Yeşil şeftali yaprak bitinin (*Myzus persicae*) lahana grubu (*Brassica oleracea*) bitkilerinde yüksek CO_2 altında üremesi önemli ölçüde hızlandığı tespit edilmiştir [12].

ABİYOTİK TEHDİTLER

Abiyotik stres kaynakları arasında, sıcaklık (yüksek/düşük), toprak tuzluluğu, kuraklık, nem, hava kirliliği, UV (Ultraviyole) radyasyon gibi faktörler yar almaktadır [42]. Sebze yetiştiriciliğinde vejetatif büyüme, çiçeklenme ve meyve verme gibi farklı gelişme dönemleri, söz konusu abiyotik faktörlerden önemli ölçüde etkilenmektedir [72].

Yüksek sıcaklık

Sürekli yüksek sıcaklık bitkide tohum çimlenmesini, bitki büyümesini, çiçek dökülmesini, polen canlılığını, döllenmeyi, meyve tutumu, meyve boyutunu, meyve ağırlığını, meyve kalitesini vb. etkileyen bir dizi morfo-anatomik değişikliğe neden olduğu belirtilmiştir [42]. Günlük ortalama maksimum ve minimum sıcaklıktaki dalgalanmalar, birçok fizyolojik, biyokimyasal ve metabolik aktivite sıcaklığa bağlı olduğundan, sebze üretimini olumsuz etkileyen iklim değişikliğinin birincil etki olduğu ileri sürülmüştür [8]. Bunun yanı sıra araştırmalar, taze meyve ve sebze ürünlerinin, üretim ve kalitesinin, yüksek sıcaklıklardan ve yüksek seviyelerde karbondioksit ve ozona maruz kalmaktan doğrudan ve dolaylı olarak etkilenebileceğini göstermiştir. Sıcaklık artışının fotosentezi doğrudan etkileyerek şekerlerde, organik asitlerde, flavonoid içeriğinde, meyve sertliğinde ve antioksidan aktivitede değişikliklere neden olduğu belirtilmiştir. Ayrıca atmosferdeki karbondioksit birikimi ile hasat sonrası kaliteyi etkilediği, yumruda yaygın kabuklanma oluşumuna ve patateslerde indirgeyici şeker içeriğinde değişikliklere neden olduğu bildirilmiştir [48]. Yüksek sıcaklıklar üreme gelişimini iki şekilde etkiler ve her ikisi de verimi potansiyel olarak azaltır. İlk olarak, üreme gelişme hızı hızlandırılır, bu da meyve olgunlaşma süresini kısaltarak meyve verimini azaltır [55, 42]. Örneğin domates yüksek sıcaklıklarda meyve tutumunun azalması sonucunda daha küçük boyutta ve daha düşük kaliteli meyvelerin oluşması nedeniyle önemli verim kayıplarına neden olabilmektedir [75]. Bir diğeri ise sıcaklık nedeniyle çiçek ve meyve gelişimindeki başarısızlık, kuru maddenin meyve ve vejetatif bitki kısımları arasındaki dağılımını doğrudan veya dolaylı olarak etkilemesindendir Bamyada yüksek sıcaklıklar, tohumların zayıf çimlenmesine neden olmaktadır [42]. Biberde oluşan yüksek sıcaklıklar antesis dönemine denk gelirse stamen veya pistil canlılığını etkilemediği ancak tozlanma sonrasında oluşan yüksek sıcaklıklar, meyve tutumunu engellediği tespit edilmiştir [26].

Sıcak ve nemli iklim, bazı sebzelerde vejetatif büyümeyi teşvik ettiği fakat söz konusu faktörlerden kaynaklı kabakgillerin dişi çiçeklerinin oluşumunun azaldığı ve bundan dolayı da düşük verime neden olduğu belirtilmiştir [70].

Düşük sıcaklıklar

Düşük sıcaklığın sebzelerde, meyvede şekil bozukluğuna, şekilsiz çekirdeksiz meyve oluşumuna, perikarp çatlamasına, pigmentasyona (biber ve domates gibi) neden olduğu araştırmacılar tarafından ileri sürülmüştür [63, 59, 5]. Düşük gece sıcaklıkları (14°C veya daha düşük), çiçek başına polen tane sayısını azalmasına, çimlenme yeteneklerinin bozulmasına, tatlı biberde meyve tutumunu ve meyve şeklini etkilediği belirtilmiştir. Özellikle düşük sıcaklık yüksek nem ile birleştiğinde polen salınımı engellediği de araştırmacılar tarafından vurgulanmıştır [58, 63]. Düşük sıcaklığın etkilerine ilaveten, olgunlaşma sırasında leke oluşumuna, şeker içeriğinin azalmasına bağlı tadın bozulmasına, bitkisel ürünlerin organoleptik özelliklerini de doğrudan etkilediği araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir, örneğin domateste [63, 42]. Son olarak da düşük sıcaklığın tilakoid elektron taşınması, karbon indirgeme döngüleri ve stoma iletkenliğinin kontrolü dahil olmak üzere fotosentezin tüm ana bileşenlerini yok edebileceği bazı araştırıcılar tarafından gözlemlenmiştir [71, 91].

Kuraklık

Kuraklık meteorolojik bir terim olmakla birlikte genellikle önemli yağışların olmadığı dönem olarak tanımlanır. Topraktaki mevcut su azaldığında ve atmosferik koşullar nedeniyle terleme veya buharlaşma yoluyla sürekli su kaybı sonucunda ortaya çıkar [42]. Şiddetli su stresi fotosentezin durmasına, metabolizmanın bozulmasına ve sonunda bitkinin ölümüne neden olabilir [33]. Kuraklık stresinin çimlenen tohumların kotiledonları için çok önemli olduğu tespit edilmiştir [22]. Yüksek tuzluluk seviyelerinin, ürünlerin fenolojik dönemlerinde birçok olumsuz etkisi vardır. Örneğin bamyanın

morfolojik fizyolojisi ve metabolizması, çeşitli enzimlerin aktiviteleri de dahil olmak üzere, yüksek tuzluluk seviyeleri nedeniyle olumsuz etkilendiği ve verimin azaldığı belirtilmiştir [2]. Tuzlulukla birlikte sıcaklık koşularının olması durumunda, patatesin genç genişleyen yapraklarında tuz birikimini önleme mekanizmasının zarar görmesi nedeniyle yaprak alanında azalmaya bağlı olarak vejetatif büyümede zayıflama gözlemlenmiştir [14].

Su Baskınları

Su baskınlarının oluşturduğu en önemli hasar, oksijen yoksunluğudur. Bu durum, besin ve su alımını etkiler, bu nedenle bitkiler aşırı su ile çevrili olsalar bile solma gösterirler. Oksijen eksikliği, enerji metabolizmasını aerobik durumdan anaerobik duruma kaydırdığı vurgulanmıştır [64]. Oksijensizliğe duyarlı bitkilerde aerenkima oluşmamakta ve havasız koşullarda uzun süre yaşamaları imkânsız hale gelmektedir. Bitkilerde etil alkol miktarının artması havasızlığın en önemli belirtisidir. Bu koşullara duyarlı bitkilerde absisik asit (ABA) ve etilen miktarı hızla artmakta, yapraklardaki stomalar kapanmakta, yapraklar aşağı doğru bükülüp sarkmaktadır [36]. Su baskını meydana geldiği zamanda hava sıcaklığı düşük ve bitkilerin büyüme hızı düşük ise hasar daha az olurken, hava sıcaklığının yüksek (20°C'den yüksek sıcaklıklarda toprak suyundaki oksijen bitki kökleri, toprak faunası ve mikroorganizmalar tarafından 24 saat gibi kısa süre içerisinde tüketilir) ve bitki büyümesinin hızlı olduğu dönemde daha fazla olduğu belirtilmiştir [78]. Dolayısıyla su baskınının zamanı ve süresi bitki yetiştiriciliği açısından çok önem arz etmektedir.

Hava kirleticiler ve UV radyasyonu

SO_2, O_3, asit yağmuru vb. hava kirleticileri bitki dokusunu ve patojenleri doğrudan etkiler. 50-100 ppb gibi daha düşük konsantrasyonlardaki hava kirleticileri, predispozan ajan olarak hareket edebilir ve bitki hastalıklarını şiddetlendirebilir. UV ışınlarının genel zararlı etkiler; aktif oksijen türevlerinin üretimini, serbest radikalleri ve DNA (Deoksiribo nükleik asit) hasarını ve bitkiler için fotosentezin kısmi engellenmesini içermektedir. Moleküler düzeyde UV radyasyonu, organizmalar için ölümcül rol oynamaktadır. Bir fotonun bir moleküle çarpması organizmaya çeşitli zararlar verebilmektedir. UV radyasyonunun bilinen en yaygın DNA hasarı "siklobütan primidin dimeri" ve "(6-4) foto-ürün" olan primidin adüksiyonlarıdır. Bu hasar, aynı zincirdeki komşu pirimidinleri birleştirerek DNA'nın heliks yapısını bozmaktadır. Ancak organizma sahip olduğu fotoliyaz enzimi yardımıyla uygun sıcaklıkta hasarı etkin bir şekilde onarabilmektedir. Buna rağmen, UV radyasyonunun organizma üzerindeki nüfuzu ve düşük sıcaklık bu onarımı engelleyebilmekte veya yavaşlatabilmekte dir. Bazı bitkiler, söz konusu hasar ve onarım dengesinden yoksundurlar [39]. Domates, lahana, patates ve şeker pancarı gibi sebzeler UV ışınlarına diğerlerine göre daha duyarlıdır [56]. Domatesin daha yüksek seviyede UV-B'ye maruz kalması; kuru ağırlığı, yaprak alanını ve bitki boyunu önemli ölçüde azaltır. Ayrıca fotosentetik alanı azaltarak domates büyümesine engel olmaktadır [31].

Tuzluluk

Tuzluluk, tüm dünyada ürün üretimini etkileyen önemli sorunlardan biri olduğunu bilinmektedir [45]. Dünyadaki ekili alanların %20'si ve sulanan arazilerin %33'ü tuzdan etkilenmiş ve bozulmuştur. Bunun nedenleri arasında, iklim değişikliği, yeraltı suyunun aşırı kullanımı (esas olarak denize yakınsa), artan sulamada düşük kaliteli su kullanımı ve yoğun sulama ile bağlantılı olarak büyük miktarda sulama yapılması yer almaktadır. Aşırı toprak tuzluluğu, özellikle hassas olan çoğu sebze de dahil olmak üzere bitkinin ontogeni boyunca birçok tarımsal ürünün verimliliğini azaltır. Sebze ürünlerinin genelinde tuzluluk eşiği (EC) düşüktür (doymuş toprakta 1 ila 2.5 dS m^{-1} arasında değişir). Sebzelerde sulama amacıyla tuzlu su kullanıldığında sebzelerin tuz toleransı azalır. Tuzluluk etmenleri, toprağın ozmotik potansiyeli, bitki beslenme dengesizliği, özel iyon etkisi ve söz konusu bu etmenlerin kombinasyonları bitki gelişimine olumsuz yönde etki etmektedir [83].

SEBZE YETİŞTİRİCİLİĞİNDE BİYOTİK VE ABİYOTİK TEHDİTLER SONUCUNDA ÖN GÖRÜLEN FİZYOLOJİK DURUMLAR

Sıcaklığın, diğer biyotik ve abiyotik faktörlerin tek başlarına veya kombinasyonları halinde sebzelerde fotosentez, büyüme oranları, transpirasyon, tohum çimlenmesi, çiçeklenme, üreme gelişimi, kalite gibi fizyolojik olayları üzerine etkileri söz konusudur. Sıcaklık artışının gündüz ile gece ve yaz ile kış arasında eşit olarak dağılmayabileceği tahmin edilmektedir [55]. Çoğu teori, model ve gözlem, gece sıcaklığı minimumlarının gündüz maksimumlarından daha fazla artacağını öne sürmektedir [38].

Fotosentez

Fotosentezdeki tüm biyokimyasal reaksiyonlar sıcaklıktan etkilenir. Düşük sıcaklıklar kloroplasttaki kullanılabilir fosfat tarafından fotosentez sınırlandırılmaktadır. Bu durumda nişasta ve sakkaroz sentezi hızla düşer [78]. Fotosentezde

mezofil hücrelerine CO_2 iletimi hücrenin duvar kalınlığı, kloroplast dağılımı, hücrenin yüzey alanı gibi anatomik faktörlere [81], karbonik anhidrazlar veya aquaporin gibi biyokimyasal özelliklere bağlıdır [32]. Bunlara ilaveten CO_2 konsantrasyonu, sıcaklık, besin elementlerinin varlığı ve stres gibi çevresel faktörler de etki etmektedir [29]. Sıcaklığın artmasının yanı sıra atmosferdeki CO_2'in artması sonucunda sebze üretimi üzerindeki etkisi çoğunlukla faydalı olabileceği [51] fakat ürün iç kalitesini değiştirebilir veya fotosentezin azalmasına neden olabileceği vurgulanmıştır [13]. Örneğin domateste erken ilkbaharda, yüksek CO_2 ve yüksek yoğunluktaki ışığın sonucunda fotosentezin fotoinhibisyonu nedeniyle genç domates bitkileri üzerinde olumsuz etkiler gösterdiği gözlemlenmiştir [80].

Transpirasyon (Terleme)

Transpirasyon, artan sıcaklıklardan ve CO_2'den büyük ölçüde etkilenmektedir. Transpirasyon evaporatif soğutma sağlar ki bu da fazla miktarda CO_2 olması durumunda, stomaların kapanması kısmen azalır bunun sonucunda sebze yapraklarındaki sıcaklığın artmasına neden olabilir. Neticede yüksek CO_2, su kullanımını azaltabilir ama bazı sebze türlerinde sıcaklık stresine karşı daha da savunmasız hale gelebilmeleri söz konusudur [13]. Örneğin hıyarda stoma iletkenliği, 1200 ppm CO_2'lik [3] atmosferik seviyelerde bile değişmezken, bazı turp çeşitlerinde 650 ppm'e uzun bir süre maruz kaldıktan sonra değişkenlik göstermiştir [17]. Bu da sebze türlerinin farklı reaksiyon gösterdiklerini ifade etmektedir [13]. İklim değişikliği sonucunda, sıcaklığın yükselmesi durumunda transpirasyonun artmasına, CO_2'in atması durumunda ise transpirasyonun azalması gibi tutarsız fizyolojik durumlar oluşacağı ileri sürülmüştür [13].

Çiçeklenme

Kış sıcaklıklarında, yaz sıcaklıklarına daha büyük bir artış olması yaz sıcağı stresi potansiyelini azaltabileceği ancak bazı ürünler için vernalizasyon eksikliğine (düşük sıcaklıklar yoluyla çiçeklenme indüksiyonu) yol açabileceğine dair görüşler yer almaktadır. Aynı çalışmada lahana, kereviz ve soğanda çiçeklenme, kış sıcaklıkları, gün uzunluğu, fide yaşı ve beslenme durumu arasındaki interaksiyonlardan etkilendiği belirtilmektedir. Yüksek sıcaklıkların, kısa gün fotoperiyodu gereksinimini arttırdığından dolayı fasulyede çiçeklenmeyi geciktireceğini vurgulamıştır [18]. Bir başka çalışmada, hıyarda yüksek sıcaklıktan dolayı çiçek cinsiyeti dağılımını etkilendiği, düşük sıcaklıkların daha çok dişi çiçek üretimine, yüksek sıcaklıkların ise daha çok erkek çiçek üretimine yol açacağı belirtilmiştir [90]. Marul ve ıspanakta (*Spinacia oleracea* L.) yüksek sıcaklıklar ve uzun günler çiçeklenmeyi teşvik eder. Sapa kalkma olayı başladığında ürün kalitesi önemli ölçüde düşer. Yine kerevizde iki yıllık bir sebze türü olup, üretimin ikinci yılında tohum üretmek için soğuk bir döneme ihtiyacı vardır. Tohum gelişimi sırasındaki yüksek sıcaklıkların tohum kalitesini düşürebileceği belirtilmiştir [55].

Üreme gelişimi

Yüksek sıcaklık, üreme gelişimini iki şekilde etkiler ve her ikisi de verimi potansiyel olarak azaltır. İlk olarak, üreme gelişimi hızlanır, meyve olgunlaşma süresini kısaltır [55, 42]. Bunun sonucunda, daha düşük meyve ağırlıkları ve bazı durumlarda meyvedeki çözünür katı madde konsantrasyonlarının azalması meydana gelir. Bir diğer etki ise, birçok ürünün, optimum sıcaklığın, sadece birkaç derece üzerindeki sıcaklıklarda üreme olayını kendi kendine önleyebildiği belirtilmiştir [55]. Genel olarak, antesis (çiçek tomurcuğu çiçeklerinin açılmasından önce) öncesi oluşan stres, polen stigmaya ulaştıktan sonra oluşan strese göre daha zararlı olmaktadır [54]. Üreme gelişiminin özellikle yüksek sıcaklıklara duyarlı olan sebzelerde (fasulye, börülce, bezelye gibi) daha çok etki yaptığı tespit edilmiştir [55].

Ürün kalitesi

Küresel ısınmanın sebzelerde, tohum ve meyve büyüklüğünün azalmasına, meyve renginin azalmasına, şeker içeriğinin, makro element, mikro element besin içeriklerinin ayrıca likopen, karoten gibi kimyasal bileşiklerin de azalmasına neden olacağı fakat antioksidant (antosiyanin, flavonoidler, fenoller, glikozinolatlar), tokoferol (E vitamini) gibi biyokimyasal içeriklerinin ise artacağı belirtilmiştir [13].

Küresel ısınmanın yukarıda belirtilen etkilerine istinaden bazı durumlarda örneğin, daha uzun büyüme mevsimleri, çoklu ürün yetiştiriciliği, daha iyi tohum çimlenmesi ve daha hızlı ürün büyümesi gibi olumlu etkilerinin de olabileceği fakat bu olumlu etkilerin daha yüksek enlemlerdeki bölgelerde geçici faydalar sağlayacağı belirtilmiştir [60]. Aynı araştırıcıların çalışmasından, küresel ısınmanın hem olumlu hem de olumsuz etkilerinin özeti Çizelge 2'de sunulmuştur.

Çizelge 2. Küresel ısınma sonucunda öngörülen olumlu ve olumsuz etkiler
Table 2. Positive and negative effects predicted as a result of global warming

Olumlu etkiler / *Positive effects*	Olumsuz etkiler / *Negative effects*	
Sıcaklık artışından kaynaklı verim artışı	Aşırı sıcaktan kaynaklı ürün hasarı	Nem stresi artışı
CO_2'in artmasına bağlı verim artışı	Böcek istilalarında artış	Ürünlerde hastalık artışı
Yeni ürün gruplarının yetiştirilme potansiyeli	Sağanak yağışlarda artış	Daha güçlü su baskınları ve fırtınalar
Daha uzun yetiştirme sezonları	Kuraklık artışı, yabancı ot büyümesinde artış	Sıcaklık stresi
Olgunlaşma oranlarının artması	Daha çok toprak erozyonu	Pestisit ve herbisit etkinliğinin azalması

KARŞI ADAPTASYON STRATEJİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Yapılan araştırmalar kapsamında, sebze üretiminde biyotik ve abiyotik stres durumlarına karşı, gerek ulusal gerekse uluslararası kapsamda çok sayıda çalışma mevcuttur. Mevcut çalışmalardan özellikle küresel ısınmaya karşı uyum çerçevesinde "geliştirilmesi ön görülen yöntemlerin özeti yapılmış olup bu yöntemlere alt yapı oluşturulacak bazı çalışmalar örneklendirilerek" verilmiştir.

Biyotik Tehditlere Karşı Adaptasyon

İlk olarak karantinanın katı bir şekilde uygulanması yer alır. Yeni patojenlerin ve/veya zararlı türlerinin bir ülkeye, bölgeye veya çiftlik alanına girişini önlemeye yönelik alınan önlemlerdir [46, 77]. Patojen içermeyen tohum ve dikim materyalinin (sertifikalı tohum) kullanılması, dayanıklı veya toleranslı çeşitlerin kullanılması [23]. Ürün rotasyonu [15] veya hastalıklı bitki parçalarının yakılması gibi kültürel uygulamaların yapılması, örneğin patlıcan meyvesi ve sürgün kurdu (*Leucinodes orbonalis*) pratikte sadece patlıcanla beslenen monofag bir zararlıdır; bu nedenle, patlıcan yetiştiriciliğinin birkaç mevsim durdurulması, bu zararlının popülasyonunu önemli ölçüde azaltacağı belirtilmiştir [23].

Farklı bitki aktivatörleri ve biyolojik preparatların kullanılması [19, 6, 4]. Ürünleri sera gibi korumalı ortamlarda yetiştirilmesi yer almaktadır [23]. Sentetik veya mikrobiyal pestisitlerin uygulanması, feromonların ve cezbedicilerin kullanılması [25]. İklim değişikliğinin patojenler üzerindeki kantitatif analizlerinin geliştirilmesi, kimyasal ve biyolojik kontrol yöntemlerinin geliştirilmesi, ekim/dikim planlarının değiştirilmesi, Bitki ıslahı çalışmalarına yer verilmesi [44]. Hastalık ve zararlılara karşı moleküler yöntemlerin kullanılması [57, 66]. Aşılama tekniğinin kullanılması, biyo-pestisitler ve doğal düşmanların, tek başına veya kombinasyon halinde kullanılması sebze üretim sistemlerinde sürdürülebilir hastalık ve zararlı yönetiminde önemli olduğu belirtilmiştir [23].

Abiyotik Tehditlere Karşı Adaptasyon

Gübreleme ve sulama yönetimi stratejilerinin dikkate alınması [13, 45]. Besin yönetiminin uygulanması [89]. Sebzelerin yaşam döngülerinin (Life Cycle Assessment; LCA) değerlendirilmesi [76]. İklimsel index (CLIMatic indEX; CLIMEX) gibi biyoklimatik modellerin kullanılması [68, 69].

Abiyotik faktörlere karşı dayanıklı önemli sebze ürünlerinin gen kaynaklarının tespit edilmesi ve geliştirilmesi [42]. Aşılı fide üretimi [62, 40]. Söz konusu adaptasyonların yanı sıra Peña ve Hughes [56]'in araştırmalarında yer alan Asya Sebze Araştırma ve Eğitim Merkezi'ne (Asian Vegetable Research and Training Center; AVRDC) ait sebzelerde ön görülen adaptasyon stratejileri kapsamında; sebze üretimin arttırılması, su tasarrufu sağlayan sulama yönetimlerinin geliştirilmesi, ürünleri ve suyu koruyabilecek kültürel uygulamalara yer verilmesi, abiyotik tehditlere karşı dayanıklı bitki türlerinin QTL (Quantitative Trait Locus; Kantitatif Karakter Lokus) gibi moleküler yöntemleri kullanılarak geliştirilmesi önem arz etmektedir.

Söz konusu yöntemlerin yanı sıra atıkların doğaya geri dönüşümünün sağlanması ile karbon salınımının azaltılması, bitki tepkimelerine bağlı olarak yenilikçi iklim kontrol sistemlerinin oluşturulması, bitkisel üretimde teknolojilerinin kullanılması, örneğin dikey tarım sistemlerinde otomasyon ve robotik kullanımına olanak sağlanması, arttırılmış ve sanal gerçeklik teknolojilerine yer verilmesi gerekmektedir [35]. Son olarak abiyotik tehditlere karşı proteomik, metabolomik, genomik ve transkriptomik analizlerin geliştirilmesi de uyum stratejileri arasında yer almaktadır [87, 1].

Fizyolojik Adaptasyonlar

Bitkilerde kuraklık koşullarına karşı enerji dağıtımı ve metabolik koruma kapasitesinin mevcut olması [56]. Aniden yüksek sıcaklığa maruz kalma sonrası ısı şoku proteinlerinin üretimi gerçekleşmektedir. Bu proteinler, ürünlerin sıcaklık stresine tolerans kazanmasına, hücre bütünlüğünün korunmasına, protein denatürasyonunu önlemesine ve fotosistem II merkezini korumasına yardımcı olabilmektedir [53]. Yüksek CO_2 nedeniyle stoma kapanması, su kayıplarını azaltabilir, böylece yüksek

sıcaklıklarda artan terlemenin olumsuz etkileri azaltılabilmektedir. Ayrıca, bu kapanma ile fotosentezi ozonun ve muhtemelen diğer kirleticilerin etkilerinden koruduğu belirtilmiştir [61].

Çeşit seçimi ve dikim tarihleri, bazı sebze türlerinde (kereviz, soğan ve lahana gibi) çiçeklenmeyi ya baskılıyor ya da geciktirebiliyor. Bu nedenle, kışların daha ılıman olması durumunda farklı ekim tarihleri ve çeşitler gereksinimi olacağı belirtilmiştir [55]. Sistemik kazanılmış direnç (Systemic Acquired Resistance; SAR) mekanizmasının devreye girmesi [4]. Külleme yapan *Erysiphe cichoracearum*'un, yüksek CO_2 koşulları altında yeni gelişen yapraklarda stoma yoğunluğu, koruyucu hücre uzunluğu ve trikom sayısının arttığı gözlemlenmiştir [43]. Bazı türler aklimasyon (iklim adaptasyonu) sayesinde, kısa zaman içinde oluşan yüksek sıcaklıklara karşı, hızlı bir adaptif düzenlenmeyi de gerçekleştirebilmektedir [41]. ABA'nın yapraklardaki artışı stomaların kapanarak transpirasyonun ve sürgün gelişiminin azalmasına neden olduğu ve ayrıca ABA'nın düşük konsantrasyonları, köklerden alınan suyun artmasına ve böylece sürgünlerdeki su stresinin azalmasını sağladığı da gözlemlenmiştir [41].

SONUÇ

İklim değişikliğinin sebze yetiştiriciliğine olumsuz etkilerini en aza indirebilmek için sebze yetiştiriciliğinde önemli olan bilinçsiz ve aşırı sulamanın engellenmesi bununla beraber su kaynaklarının korunmasının sağlanması amacıyla aşırı sulamayı önlemek için çiftçilere yönelik tarımsal yayım çalışmaları yapılması öneriler arasında önemli yer alacaktır. Ayrıca sulama suyu kullanımını ücretlendirmek, aşırı sulamanın önüne geçecek bir yol olabileceği de çıkarılan sonuçlar arasındadır.

İklim değişikliği ile tarım birbirinden etkilenen iki faktör olarak tarımsal üretim esnasında açığa çıkan sera gazı miktarını azaltabilmek için, kimyasal ilaç ve gübre kullanımına oldukça dikkat edilmesi gerektiği ve yine sebze üreticilerini konu ile ilgili bilinçlendirecek yayım çalışmaları yapılması önerilebilir. Ülkesel tarım politikaları içerisinde mutlaka iklim değişikliği dikkate alınarak, kuraklık için üreticilere kuraklıktan etkilenmiş üretim bölgelerinde tarımsal kredi kullanımında kolaylıklar sağlanabileceği düşünülmektedir. Yine, çiftçileri tarımsal sigorta ve kuraklık sigortası yaptırmaya teşvik edilmesi çıkarılan sonuçlar arasındadır.

Sera gazı oluşumuna sebep olan fosil yakıt kullanımı yerine, yenilebilir enerji kaynaklarının (biyodizel, biyogaz, güneş enerjisi vs.) kullanımının teşvik edilmesi ile beraber, sanayi, ulaşım ve enerji sektörlerinin sera gazı salınımı miktarına kısıtlamalar getirilebileceği bazı noktalarda cezai uygulamalar getirilmesi gerektiği çıkarılan sonuçlar arasındadır.

Küresel ısınmaya karşı sürdürülebilir sebze üretimi amacıyla teknolojiye dayalı üretim sistemlerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılmasının bir gereklilik haline geleceği kanaatindeyiz. Ayrıca stres koşullarına dayanıklı çeşit geliştirilme çalışmalarında, aşılama tekniğinin yanı sıra moleküler yöntemlerin geliştirilmesinin önemli olduğunu söylenebilir. Dayanıklı çeşit geliştirmek sebze yetiştiriciliği açısından oldukça önemli olmakla birlikte sulama, gübreleme yönetimi gibi kültürel faaliyetler ile tedbirlerin de alınabileceği farklı literatürlerce desteklenmektedir. Türkiye'de iklim değişikliği konusunda yapılan çalışmaların sınırlı düzeyde olduğu gözlenmiş farklı ekolojilerde adaptasyon çalışmaları yapılabileceği düşünülmektedir. Bu konuda kontrollü ve açık tarla koşullarında bilimsel çalışmaların sayısının artırılmasının gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Abdelrahman, M., Phan Tran, L.S., Shigyo, M., 2022. Physiological and molecular perspectives of stress tolerance in vegetables. Frontiers in Plant Science 3018.
2. Abid, M., Malik, S.A., Bilal, K., Wajid, R.A., 2002. Response of okra (*Abelmoschus esculentus* L.) to EC and SAR of Irrigation Water. International Journal of Agriculture Biology 4(3):311-314.
3. Agüera, E., Ruano, D., Cabello, P., de la Haba, P. 2006. Impact of atmospheric CO_2 on growth, photosynthesis and nitrogen metabolism in cucumber (*Cucumis sativus* L.) plants. Journal of Plant Physiology 163(8):809-817.
4. Aktepe, B.P., 2021. Domateste bakteriyel benek hastalığının biyolojik mücadelesinde farklı bitki aktivatörleri ve biyolojik preparatların etkisi. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 26(2):355-364.
5. Aloni, B., Pressman, E., Karni, L., 1999. The effect of fruit load defoliation and night temperature on the morphology of pepper flowers and on fruit shape. Annals of Botany 83:529-534.
6. Altinok, H.H., Dikilitas, M., 2014. Antioxydant response to biotic and abiotic inducers for the resistance against fusarium wilt disease in eggplant (*Solanum melongena* L.). Acta Botanica Croatica 73(1):79-92.
7. Ateş, M., Karatepe, A., 2013. Üniversite öğrencilerinin "küresel ısınma" kavramına ilişkin

algılarının metaforlar yardımıyla analizi. Marmara Coğrafya Dergisi 27:221-241.
8. Ayyogari, K., Sidhya, P., Pandit, M.K., 2014. Impact of climate change on vegetable cultivation-a review. International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology 7(1):145-155.
9. Bebber, D.P., Holmes, T., Gurr, S.J., 2014. The global spread of crop pests and pathogens. Global Ecology and Biogeography 23(12):1398-1407.
10. Bebber, D.P., 2015. Range-expanding pests and pathogens in a warming world. Annual Review of Phytopathology 53:335-356.
11. Beed, F. Benedetti, A., Cardinali, G., Chakraborty, S., Dubois, T., Garrett, K., Halewood, M., 2015. Micro-organism genetic resources for food and agriculture and climate change. In Coping with climate change The roles of genetic resources for food and agriculture Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Rome (Italy) pp:87-98.
12. Bezemer, T.M., Knight, K., Newington, E.J., Jones, T.H., 1999. How general are aphid responses to elevated atmospheric CO_2? Annals of the Entomological Society of America 92:724-730.
13. Bisbis, M.B., Gruda, N., Blanke, M., 2018. Potential impacts of climate change on vegetable production and product quality-A review. Journal of Cleaner Production 170:1602-1620.
14. Bustan, A., Sagi, M., Malach, Y.D., Pasternak, D., 2004. Effects of saline irrigation water and heat waves on potato production in an arid environment. Field Crops Research 90(2-3):275-285.
15. Canpolat, S., Maden, S., 2017. Fasulye köşeli yaprak lekesi (*Pseudocercospora griseola* (Sacc.) Crous & Braun) hastalığının inokulum kaynaklarının belirlenmesi. Bitki Koruma Bülteni 57(1):39-47.
16. Chakraborty S, Luck J, Hollaway, G., Freeman, A., Norton, R., Garret, K.A., Percy, K., Hopkins, A., Davis, C., Karnosky, D., 2008. Impacts of global change on diseases of agricultural crops and forest trees. CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources 3(54):1-15.
17. Choi, E.Y., Seo, T.C., Lee, S.G., Cho, I.H., Stangoulis, J., 2011. Growth and physiological responses of Chinese cabbage and radish to long-term exposure to elevated carbon dioxide and temperature. Horticulture, Environment, and Biotechnology 52(4):376-386.
18. Davis, J.H.C., 1997. Phaseolus beans. In: Wien, H.C. (ed.) The Physiology of Vegetable Crops. CAB International, Wallingford, UK, pp:409-428.
19. Dereboylu, A.E., Tort, N., 2010. Bazı aktivatör ve fungisit uygulamalarının *Cucumis sativus* L.(hıyar) bitkisinde verim-kalite üzerine etkisi. Fen Bilimleri Dergisi 31:(1).
20. Desprez-Loustau, M., Marcais, B., Nageleisen, L., Piou, D., Vannini, A., 2006. Interactive effects of drought and pathogens in forest trees. Annals of Forest Science 63:597-612.
21. Desneux, N., Luna, M.G., Guillemaud, T., Urbaneja, A., 2011. The invasive South American tomato pinworm, *Tuta absoluta*, continues to spread in Afro-Eurasia and beyond: The new threat to tomato world production. Journal of Pest Science 84:403-408.
22. Dkhil, B.B., Denden, M., 2010. Salt stress induced changes in germination sugars starch and enzyme of carbohydrate metabolism in *Abelmoschus esculentus* L. (Moench.) seeds. African Journal of Agricultural Research 5(12):1412-1418.
23. Ebert, A.W., 2017. Vegetable production, diseases, and climate change. World Agricultural Resources and Food Security 17:103-124.
24. Ebert, A.W., Kenyon, L., 2017. Ensuring the genetic diversity of tomato. AVRDC -The World Vegetable Center, Taiwan. pp:143-169.
25. Endersby, N.M., Morgan, W.C., 1991. Alternatives to synthetic chemical insecticides for use in crucifer crops. Biological Agriculture Horticulture 8(1):33-52.
26. Erickson, A.N., Markhart, A.H., 2002. Flower developmental stage and organ sensitivity of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) to elevated temperature. Plant Cell Environment 25:123-130.
27. FAO, 2022. Food and Agriculture Organization of the United Nations (https://www.fao.org/faostat/en/#data/qcl; Erişim: 11.08.2022).
28. Flavin, C., 1990. Slowing global warming. Environmental science technology 24(2):170-171.
29. Flexas, J., Barbour, M.M., Brendel, O., Cabrera, H.M., Carriqui, M., Diaz-Espejo A., Douthe, C., Dreyer, E., Ferrio, J., Gago, J., Gallé, A., Galmés, A., Kodama, N., Medrano, H., Niinemets, Ü., Peguero-Pina, J.J., Pou, A., Ribas-Carbó, M., Tomás, M., Tosens, T., Warren C.R., 2012. Mesophyll diffusion conductance to CO_2: an unappreciated central player in photosynthesis. Plant Science 196(31):70-84.
30. Hanson, P.M., Wang, J.F., Licardo, O., Hanudin, M.S.Y., Hartman, G.L., Lin, Y.C., Chen, J.T., 1996. Variable reaction of tomato lines to bacterial wilt evaluated at several locations in Southeast Asia. HortScience 31(1):143-146.
31. Hao, X., Hale, B.A., Ormrod, D.P., 1997., The effects of ultraviolet B radiation and carbon

dioxide on growth and photosynthesis of tomato. Canadian Journal of Botany 75(2):213-219.
32. Heckwolf, M., Pater, D., Hanson, D.T., Kaldenhoff, R., 2011. The Arabidopsis thaliana aquaporin AtPIP1;2 is a physiologically relevant CO_2 transport facilitator. Plant Journal 67(5):795-804.
33. Jaleel, C.A., Manivannan, P., Lakshmanan, G.M.A., Gomathinayagam, M., Panneerselvam, R., 2008. Alterations in morphological parameters and photosynthetic pigment responses of *Catharanthus roseus* under soil water deficits. Colloids Surf. B: Biointerfaces 61(2):298-303.
34. Jones, P.D., Wigley, T.M., 1990. Global warming trends. Scientific American 263(2):84-91.
35. Kacira, M. 2022. Geleceğin tarımına doğru yeni teknolojiler. 13. Sebze Tarımı Sempozyumu, 21-23 Eylül. İzmir.
36. Kaçar, B., Katkat, A.V., Öztürk, Ş., 2013. Bitki Fizyolojisi. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara. pp:558.
37. Karaman, S., Gökalp, Z., 2010. Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin su kaynakları üzerine etkileri. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 3(1):59-66.
38. Karl, T.R., Kukla, G., Razuvayev, V.N., Changery, M.J., Quayle, R.G., Heim, R.R. Jr, Easterling, D.R. Fu, C.B., 1991. Global warming: evidence for asymmetric diurnal temperature change. Geophysical Research Letters 18(12):2253-2256.
39. Kenar, N., Ketenoğlu, O., 2009. Güneş kaynaklı ultraviyole radyasyonunun karasal ekosistemler üzerine etkileri. Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi 2(33):67-77.
40. Kıran, S., Kuşvuran, Ş., Özkay, F., Özgün, Ö., Sönmez, K., Özbek, H., Ellialtıoğlu, Ş.Ş., 2015. Bazı patlıcan anaçlarının tuzluluk stresi koşullarındaki gelişmelerinin karşılaştırılması. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 8(1):20-30.
41. Korkmaz, H., Durmaz, A., 2017. Bitkilerin abiyotik stres faktörlerine verdiği cevaplar. Güfbed/Gustıj 7(2):192-207.
42. Kumari, M., Verma, S.C., Shweta., 2018. Climate change and vegetable crops cultivation: a review. Indian Journal of Agricultural Sciences 88(2):167-174.
43. Lake, J., Wade, R., 2009. Plant-pathogen interactions and elevated CO_2: Morphological changes in favour of pathogens. Journal of Experimental Botany 60(11):3123-3131.
44. Luck, J., Spackman, M., Freeman, A., Tre¸ bicki, P., Griffiths, W., Finlay, K., Chakraborty, S., 2011. Climate change and diseases of food crops. Plant Pathology 60(1):113-121.
45. Machado, R.M.A., Serralheiro, R.P., 2017. Soil salinity: effect on vegetable crop growth. Management practices to prevent and mitigate soil salinization. Horticulturae 3:30.
46. Maloy, O.C., 2005. Plant disease management. The Plant Health Instructor.
47. Mironidis, G.K., Savopoulou-Soultani, M., 2010. Effects of heat shock on survival and reproduction of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) adults. Journal of Thermal Biology 35(2):59-69.
48. Moretti, C.L., Mattos, L.M., Calbo, A.G., Sargent, S.A., 2010. Climate changes and potential impacts on postharvest quality of fruit and vegetable crops: A review. Food Research International 43(7):1824-1832.
49. Natesh, H.N., Abbey, L., Asiedu, S.K., 2017. An overview of nutritional and antinutritional factors in green leafy vegetables. Horticulture International Journal 1(2):58–65.
50. Newton, A.C., Johnson, S.N., Gregory, P.J., 2011. Implications of climate change for diseases, crop yields and food security. Euphytica 179(1):3-18.
51. Pangga, I.B., Hanan, J., Chakraborty, S., 2013. Climate change impacts on plant canopy architecture: Implications for pest and pathogen management. European Journal of Plant Pathology 135:595-610.
52. Park, S.K., Kim, S.H., Park, H.G., Yoon, J.B., 2009. Capsicum germplasm resistant to pepper anthracnose differentially interact with Colletotrichum isolates. Horticulture Environment and Biotechnology 50(1):17-23.
53. Paulsen, G.M., 1994. High temperature responses of crop plants. Physiology and Determination of Crop Yield pp:365-389.
54. Peet, M.M., Sato, S., Gardner, R.G., 1998. Comparing heat stress effects on male-fertile and male-sterile tomatoes. Plant, Cell and Environment 21:225-231.
55. Peet, M.M., Wolfe, D.W., 2000. Crop ecosystem responses to climatic change: vegetable crops. Climate Change and Global Crop Productivity pp:213-243.
56. Pena, R., Hughes, J., 2007. Improving vegetable productivity in a variable and changing climate. SAT e Journal 4(1):1-23.
57. Pınar, H., Atilla, A.T.A., Keleş, D., Mutlu, N., Denli, N., Ünlü, M., 2013. Domates hatlarında *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*'ye dayanıklılığın moleküler markörler yardımıyla belirlenmesi. Derim 30(1):15-23.
58. Picken, A.J.F., 1984. A review of pollination and fruit set in the tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Journal Horticultural Science 59(1):1-13.

59. Pressman, E., Moshkovitch, H., Rosenfeld, K., Shaked, R., Gamliel, B., Aloni, B., 1998. Influence of low night temperatures on sweet pepper flower quality and the effect of repeated pollinations with viable pollen on fruit setting. Journal of Horticultural Science Biotechnology 73(1):131-136.
60. Raza, A., Razzaq, A., Mehmood, S.S., Zou, X., Zhang, X., Lv, Y., Xu, J., 2019. Impact of climate change on crops adaptation and strategies to tackle its outcome: A review. Plants 8(2):34.
61. Reid, C.D., Fiscus, E.L., 1998. Effects of elevated CO_2 and/or ozone on limitations to CO_2 assimilation in soybean (Glycine max). Journal of Experimental Botany 49(322):885-895.
62. Rivero, R.M., Ruiz, J.M., Sanchez, E., Romero, L., 2003. Does grafting provide tomato plants an advantage against H_2O_2 production under conditions of thermal shock. Physiologia Plantarum 117:44-50.
63. Rylski, I., Aloni, B., Karni, L., Zaidman, Z., 1994. Flowering fruit set fruit development and fruit quality under different environmental conditions in tomato and pepper crops. Acta Horticulturae 366:45-56.
64. Sairam, R.K., Kumutha, D., Ezhilmathi, K., Deshmukh, P.S., Srivastava, G.C., 2008. Physiology and biochemistry of water logging tolerance in plants. Biologia Plantarum 52(3):401-412.
65. Samtiya, M., Aluko, R.E., Dhewa, T., Moreno-Rojas, J.M., 2021. Potential health benefits of plant food-derived bioactive components: An overview. Foods 10(4):839.
66. Sarıkamış, G., 2014. Sebze ıslahında moleküler yaklaşımlar. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi (2):80-83.
67. Satar, S., Kersting, U., Uygun, N., 2005. Effect of temperature on development and fecundity of Aphis gossypii Glover (Homoptera: Aphididae) on cucumber. Journal of Pest Science 78:133-137.
68. Shabani, F., Kumar, L., Esmaeili, A., 2013. Use of Climex, land use and topography to refine areas suitable for date palm cultivation in Spain under climate change scenarios. Journal of Earth Science Climatic Change 4:4.
69. Silva, R.S., Kumar, L., Shabani, F., Picanço, M.C., 2017. Assessing the impact of global warming on worldwide open field tomato cultivation through CSIRO-Mk30 global climate model. The Journal of Agricultural Science 155(3):407-420.
70. Singh, A.K., 2010. Climate change sensitivity of Indian horticulture role of technological interventions. Souvenir of Fourth Indian Horticultural Congress HSI, New Delhi. pp:85-95.
71. Singh, S.P., Singh, P., 2015. Effect of temperature and light on the growth of algae species: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews 50:431-444.
72. Spaldon, S., Samnotra, R.K., Chopra, S., 2015. Climate resilient technologies to meet the challenges in vegetable production. International Journal of Current Research and Academic Review 3(2):28-47.
73. Srivastava, A.C., Tiwari, L.D., Pal, M., Sengupta, U.K., 2002. CO_2-mediated changes in mung bean chemistry: Impact on plant herbivore interactions. Current Science 82(9):1148-1151.
74. Sun, Y., Yin, J., Cao, H., Li, C., Kang, L., Ge, F., 2011. Elevated CO_2 influences nematode-induced defense responses of tomato genotypes differing in the JA pathway. PLoS One 6(5):1-9.
75. Steven, M.A., Rudich, J., 1978. Genetic potential for overcoming physiological limitations on adaptability yield and quality in tomato. HortScience 13:673-678.
76. Stone, T.F., Thompson, J.R., Rosentrater, K.A., Nair, A., 2021. A life cycle assessment approach for vegetables in large-, mid-, and small-scale food systems in the Midwest us. Sustainability 13(20):11368.
77. Şevik, M.A., Deligöz, İ., 2016. Ülkemizde domateslerde görülen yeni bir viral etmen: Pepino mosaic virus (PepMV). Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 26(2):300-307.
78. Taiz, L., Zeiger, E., 2008. Bitki Fizyolojisi. 3. Baskıdan Çeviri (Türkkan, İsmail), Palme Yayıncılık, Ankara, 690s.
79. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, İklim değişikliği ve tarım değerlendirme raporu (https://www.tarimorman.gov.tr/trgm/belgeler/ıklım%20degısıklıgı%20ve%20tarım%20degerlendırme%20raporu.pdf).
80. Tartachnyk, I.I., Blanke, M.M., 2007. Photosynthesis and transpiration of tomato and CO_2 fluxes in a greenhouse under changing environmental conditions in winter. Annals of applied biology 150(2):149-156.
81. Terashima, I., Hanba, Y.T., Tholen, D. Niinemets, U., 2011. Leaf functional anatomy in relation to photosynthesis. Plant Physiology 155(1):108-116.
82. Than, P.P., Jeewon, R., Hyde, K.D., Pongsupasamit, S., Mongkolporn, O., Taylor, P.W.J., 2008. Characterization and pathogenicity of Colletotrichum species associated with anthracnose on chili (*Capsicum* spp.) in Thailand. Plant Pathology 57:562-572.

83. Turhan, A., Kuşçu, H., 2019. Tuzluluk stresinin patlıcanda (*Solanum melongena* L.) su kullanım etkinliği, verim bileşenleri, yaprak klorofil ve karotenoid içeriği üzerine etkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 29(1):61-68.
84. TÜİK, 2022. Bitkisel üretim istatistikleri (https://data.tuik.gov.tr/kategori/getkategori?p=tarim-111&dil=1; Erişim:25.07.2022).
85. Türkeş, M., 2012. Türkiye'de gözlenen ve öngörülen iklim değişikliği, kuraklık ve çölleşme. Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi 4(2):1-32.
86. Uysal, Y., 2022. İklim değişikliği ve küresel ısınma ile mücadelede yerel yönetimlerin rolü: tespitler ve öneriler. Kesit Akademisi Dergisi 30:324-354.
87. Ünel, N.M., 2018. Salatalıkta ısı şoku proteinlerinin biyoinformatik analizleri ve abiyotik stres koşullarına tepkisinin omiks yaklaşımlar kullanılarak incelenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Genetik ve Biyomühendislik Anabilim Dalı, Kastamonu, 175s.
88. Yalçın, G.E., Kara, F.Ö., 2014. Küresel iklim değişikliğinin Türkiye'de tarımsal üretime etkileri ve çözüm önerileri. 11. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi 3(5):195-199.
89. Wang, X., Zou, C., Zhang, Y., Shi, X., Liu, J., Fan, S., Liu, Y., Du, Y., Zhao, Q., Tan, Y., Wu, C., Chen, X., 2018. Environmental impacts of pepper (*Capsicum annuum* L) production affected by nutrient management: a case study in southwest China. Journal of Cleaner Production 171:934-943.
90. Wien, H.C., 1997. The cucurbits: cucumber, melon, squash and pumpkin. In: Wien, H.C. (ed.) The Physiology of Vegetable Crops. CAB International, Wallingford, UK, pp:345-386.
91. Xu, C., Wang, M.T., Yang, Z.Q., Zheng, Q.T., 2020. Low temperature and low irradiation induced irreversible damage of strawberry seedlings. Photosynthetica 58(1):156-164.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 322–328 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

BİTKİSEL ÜRETİMDE YAPAY IŞIK KAYNAKLARININ KULLANIMI

Batuhan IRMAK[1]*, Yüksel TÜZEL[2]

[1]Ziraat Müh., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir; ORCID:
[2]Prof. Dr., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir; ORCID: 0000-0001-7825-9379

ÖZ

Işık bitki gelişimi için gerekli olan çevresel faktörlerden birisidir. Doğal ışık bitkideki fotosentez faaliyeti harekete geçirerek bitkinin inorganik maddeleri organik maddelere dönüştürmesini sağlar. Bu temel işleviyle ışık tarımsal üretimde önemli bir role sahip bir üretim girdisi olarak yer alır. Yetersiz ya da düzensiz aydınlatma bitkisel üretimi kısıtlamaktadır. Bu sebeple doğal ışığın üretimi kısıtladığı yerlerde ek aydınlatma olarak yapay ışık kaynaklarının kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. Kapalı ortamlarda da yapay aydınlatma ile bitkisel üretim mümkün hale gelmiştir. Yapay ışık kaynağı ve kaynaktan çıkan ışığın nitelikleri temel alınarak bitkisel üretimde yapay ışıklandırma konusunda daha iyi çözümleri öne sürmek üzerine araştırmalar yapılmaktadır. LED teknolojisi düşük enerji tüketimi ve bitkisel üretim üzerindeki olumlu etkileriyle geleneksel yapay ışık kaynaklarının yerini alarak yaygınlaşmaktadır. Bu çalışmada bitkinin ışık enerjisi ile ilişkisi incelenmiş, yapay ışıklandırma kaynaklarının nitelikleri ve LED ile yapılan aydınlatmanın çeşitli türlerdeki etkileri üzerinde durulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yapay ışıklandırma, sebze yetiştiriciliği, LED, kontrollü çevre

ARTIFICIAL LIGHTING IN VEGETABLE PRODUCTION

ABSTRACT

Light is one of the environmental factors necessary for plant growth. Natural light provides energy for photosynthesis process which plant can convert inorganic substances into organic substances. With this basic function, light plays a crucial role as an important production input in plant production. Insufficient or irregular lighting often limits crop production. Accordingly, artificial light sources have started to become popular since they serve as additional lighting in places where lighting levels should be optimized. With the help of artificial lighting systems, indoor plant production has become possible. Research on the characteristics of sources and light emitted are carried out to suggest better solutions for artificial lighting. LED technology is becoming widespread by replacing traditional artificial light sources with LEDs' low energy consumption and positive effects on crop production. In this review, the relation between plants and light energy was emphasized, the qualities of artificial lighting sources and the effects of LED lighting on various species were examined.

Keywords: Artificial lighting, vegetable cultivation, LED, controlled environment

GİRİŞ

Açık alanlardaki yağış, sıcaklık ve ışık miktarı gibi değişkenler bitkisel üretimde insan kontrolünü sınırlamaktadır. Aynı zamanda tarıma açık arazi alanlarının gün geçtikçe azalması ve artan nüfusun ihtiyacını karşılamak için bitkisel üretimde birim alandan yüksek verim elde etme çalışmaları hızlanmıştır. Seracılığın bitkisel üretimde kontrole ve yönlendirmeye izin vermesi birim alandan yüksek verim arayışına katkı sağlamış ve seracılık geleneksel açık alan yetiştiriciliğine alternatif bir üretim modeli haline gelmiştir. Yirminci yüzyıl boyunca seracılık faaliyetlerindeki uygulamalar gün geçtikçe gelişmiştir. Havalandırma, ısıtma, soğutma ve karbondioksit gübrelemesi gibi uygulamalar bitkisel üretim üzerinde daha yüksek oranda kontrolü mümkün kılmıştır. Damla sulama uygulamalarının gelişmesiyle bitkisel üretimde sulama ve gübreleme yeni bir boyut kazanmıştır. Az miktarlarda, ancak sık aralıklarla yapılan hedef odaklı modern sulama ve gübreleme anlayışı kısa sürede bütün dünyada yaygınlaşmıştır. Yapay ışık kaynaklı üretim konsepti ve uygulamaları gün geçtikçe tarım gündeminde daha fazla yer almaktadır. Doğal ışığın yanında destek olarak yapay ışık kaynaklarının kullanılması ile hibrit ışıklandırmalı sistemler oluşmaktadır. Doğal ışık kaynağının yetersiz olduğu zamanda yapay ışık kaynakları ile ışıklanma ihtiyacı karşılanmaktadır. Bunun yanında tamamen yapay ışık kaynakları ile geleneksel üretime göre yüksek kontrol sağlanan modeller de bulunmaktadır. Ülkemizde de bulunan topraksız ve yapay ışıklandırmalı sistemler, bitki fabrikası, dikey tarım sistemleri gibi isimlerle ilgi

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*:

çekmektedir. Özellikle yapay ışıklandırma ile tamamen kapalı üretim alanları şehirlerin yakınlarında tesis edilmesi ile şehrin lojistik desteklerden faydalanması cazibe oluşturmaktadır. Bitkisel üretim miktarını ve ürün kalitesini fotosentez süreci belirlemektedir. Işık kaynağının nitelikleri fotosentez süreci üzerinde rol oynamaktadır. Yapay ışıklandırma teknolojileri bu değişkenler üzerinde üreticiye kontrol imkânı yaratmaktadır. Özellikle dalga boyu üzerinde değişiklik yapılmasına imkân veren LED sistemler ile bitki türüne göre bitki bünyesinde farklı etkilere sebep olmayı mümkün kılınmaktadır. Bu çalışmada ışığın fotosentez üzerindeki rolü ve LED teknolojisindeki gelişmeler ve uygulamalar ile ilgili bilgiler derlenmiştir.

BİTKİ VE IŞIK

Fotosentez Süreci ve Işık Enerjisi

Bitki organik maddeye çevireceği karbondioksiti ve suyu bulunduğu ortamdan bulabilirken, tepkimenin başarılı bir şekilde gerçekleşmesi için ışık enerjisini dışarıdan sağlaması zorunludur [15, 20]. Ana enerji kaynağı olarak ışık, bitki gelişimi için en önemli çevresel faktörlerden biridir [33]. Işık yoğunluğu ve dalga boyu sadece bitki gelişimi için değil, morfolojik değişimler ve çeşitli fizyolojik tepkiler için de önemli bir etkiye sahiptir [27]. Işık tayfındaki (spektrum) değişimler bitkideki anatomik, fizyolojik ve morfolojik değişkenleri etkiler [18, 29]. Bitkiler yeni ortama uyum sağlayabilmek için yaprak seviyesinde çeşitli morfolojik ve fizyolojik mekanizmalar geliştirmiştir [43]. Net fotosentez oranındaki artış genelde ışık şiddeti ile ilişkilendirilir [28]. Ancak yüksek ışık şiddetinin net fotosentez oranında azalma ile sonuçlandığı [1], düşük ışık seviyelerinin ise spesifik yaprak alanında ve bitki boyunda artışa sebep olabildiği belirtilmiştir. Bu adaptasyonlar fotosentez sürecinde kullanılmak üzere işe yarar ışığın emilimini arttırmak içindir [38]. Bitkiler çeşitli tepkilerle aşırı ışınımdan korunmakta ya da olumsuz etkiyi azaltarak fotosentezin sürmesini sağlamaktadır [14, 40].

Bitkinin yüksek orandaki ışınımdan (radyasyon) korunması için;

- Spesifik yaprak alanını azaltması,
- Yaprak kalınlığını arttırması ve bunun sonucunda artan katman miktarı ve palizat dokusunun gelişmesiyle süngerimsi tabakanın derinleşmesi, örnek olarak verilebilir [5].

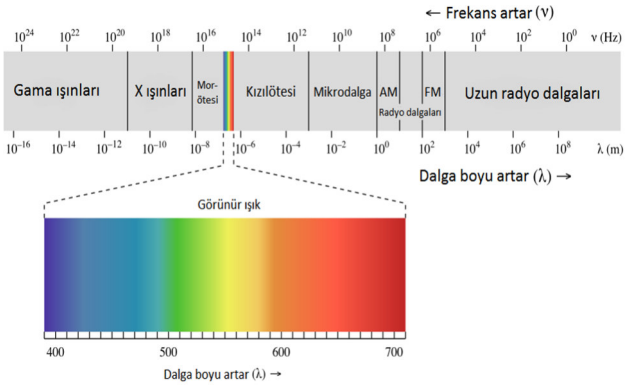
"Bitki gelişiminde ihtiyaç duyulan ışığın kaynağı güneş veya yapay ışıklardır" [34]. Gün ışığı ve yapay ışık kaynaklarının beraber kullanılacağı sistemlerde fizibilite çalışmalarında doğal gün ışığının sera içerisine alınımı ve dağılımı konusu büyük önem taşımaktadır. Üretim yapılan bölgenin gün ışığına bağlı olarak ışık ve gölge yönetimi bitkilerin dengeli bir şekilde ışığa ulaşmasını sağlamaktadır [32]. Bu doğrultuda sera örtü materyallerinin seçimi, perde kullanımı ve perdeleme stratejileri üreticinin doğal ışığı yönetimi konusunda kullanabileceği seçeneklerdir [15, 16]. Zhu [44] güneşten yayılan elektromanyetik ışınların görünür aralıktaki dalga boyuna sahip fotonlarının fotosentez sürecinde yer aldığını ifade etmektedir. Dalga boyu 400 nm ile 700 nm arasında değişen ışık insan gözü ile ayırt edilebilir. Bu aralığa aynı zamanda fotosentetik aktif radyasyon (İng. Photosynthetically Active Radiation) denmektedir (Şekil 1). Bitki tarafından emilimi yapılıp fotosentez sürecinde kullanılabilecek aralığı ifade etmektedir. Mor ve mavi en kısa dalga boylarına sahip olup yüksek enerji düzeyine sahiptir [19]. Kırmızı ise uzun dalga boyu ile düşük enerji düzeyinde bulunmaktadır. Fotosentez sürecinde ışınların emiliminden pigmentler sorumludur. Pigmentler emilimini yapamadıkları dalga boylarına karşılık gelen enerjileri yansıtır ya da iletirler. Bu durumda da ilgili pigment emilimini yapmadığı dalga boyunun rengini almış olur. Örneğin klorofil a ve klorofil b pigmentleri sırasıyla mavi-mor ve kırmızı-mavi aralığındaki dalga boyu aralığının emilimini yapmakta ve yeşil rengi yansıtmaktadır. Bu şekilde klorofil pigmenti yeşil renkte gözükmektedir [39].

Fotoreseptörler ve Işık Tayfı

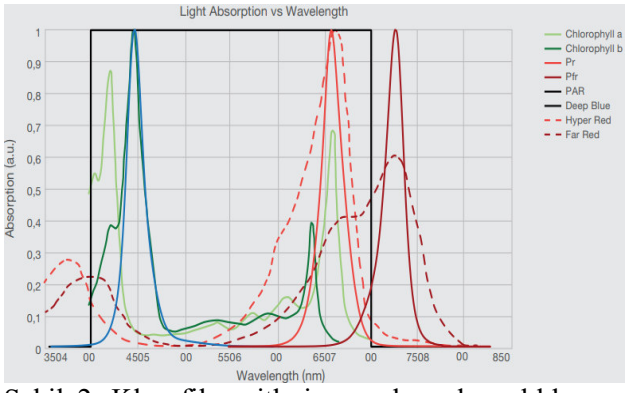
Aydınlanmanın bitki üzerindeki etkisi ışık kaynağının niteliğine ve ışığı algılayan bitki fotoreseptörlerine bağlıdır. Dalga boyu ile ifade edilmek üzere, bitki bünyesindeki fotosentetik aktif pigmentlerin absorbsiyon kapasitesi ve fotonların kuantum enerji düzeylerindeki farklılık ışığa bağlı olaylara yön vermektedir [14]. Bu nedenle üretimde kullanılan aydınlatma kaynağının niteliği bitkinin oluşturacağı tepkilerin belirleyicisidir [7, 10]. Klorofil pigmentlerinin azami oranda ışık emilimi yaptığı dalga boyu ile ifade edilen aralıklar mevcuttur (Şekil 2). Bunun yanında önemli fizyolojik tepkilerin tetiklendiği farklı dalga boyu aralıkları da (kırmızı ötesi) bitki tarafından algılanmaktadır [25, 40]. Bitkideki fizyolojik ve morfolojik değişimlerin dalga boyuna göre değiştiği ifade edilir [29]. Bitki gelişimi bitki yüzeyine ulaşan renk ya da dalga boyu ile ifade edilen ışık niteliğinden şiddetli bir şekilde etkilenir [19]. Yapraklar tarafından mavi ya da kırmızı ışığın emilimi yaklaşık %90'ı bulmaktadır [39].

Bitkide kırmızı kuşaktaki dalga boylarını algılayan reseptör fitokromdur. Kırmızı ve kırmızı ötesi aralıklara düşen dalga boylarını algılayarak çimlenme, çiçeklenme, fotosentez ve bitki gelişimi için bitkiyi uyarır [7]. Mavi ışık bitkide ağırlıklı

olarak vejetatif gelişmeyi tetiklemektedir. Gövde uzaması, fide gelişimi ve meyve besin içeriğinde zenginleşme mavi ışık ile kontrol edilmektedir. Eğer aydınlatma kaynağının tayfında mavi aralık eksik ise bitkinin fototropizma (ışığa doğru yönelim) tepkisi zayıf kalmaktadır [3, 25]. Fitokrom, kriptokrom ve neokrom reseptörü kırmızı ve kırmızı ötesi ışıkların algılanmasına görev almaktadır. Düzenli ve sağlıklı bitki gelişimi için fitokrom ve kriptokromların dengeli şekilde uyarılması gerekmektedir. Fitokrom ve kriptokrom reseptörleri algıladıkları farklı dalga boyu aralıkları ile sırasıyla generatif ve vejetatif gelişmeye yön verirler [22]. Bu reseptörlerin yanında fototropin denilen bir grup fotoreseptörün de uyarılmasıyla bitkinin ışık emilimi artmakta ve fotosentez etkinliği olumlu yönde etkilenmektedir [8].



Şekil 1. Elektromanyetik dalga spektrumu
Figure 1. Electromagnetic spectrum



Şekil 2. Klorofil çeşitleri ve ışık renk aralıklarının dalga boylarına göre absorbsiyon (emilim) değerleri (Osram, 2020)
Figure 2. Absorption values of chlorophyll types and light color ranges according to wavelengths (Osram, 2020)

YAPAY IŞIKLANDIRMA

Geleneksel Aydınlatma Teknolojisi

Doğal aydınlatma koşullarında beklenmeyen değişikler, yetersiz gün ışığı ve iklim değişimi fenomeni dünyanın birçok yerinde ürün gelişiminde eksiklere ve verim kayıplarına sebep olmaktadır. Olumsuz durumların etkilerini azaltmak için örtü altında kontrollü yapay ışıklandırma ile üreticilik konsepti geliştirilmiştir. Yapay ışıklandırma ile bitki yetiştiriciliği ilk olarak 1860'larda ortaya kondu. Ancak yapay ışıklandırma ile bitkisel üretim sistemlerinin ticari uygulamaları yirminci yüzyılın başlarında, sağlam ve uzun ömürlü elektrik lambalarının geliştirilmesinden sonra ortaya çıkmıştır. İlk elektrikli lambalar on dokuzuncu yüzyılın ilk yarısında tasarlanmıştır. İlk ark lambası modeli 1809'da ve ilk akkor lamba 1840'ta geliştirildi. Akkor lamba modellerinin geliştirilmesi lambaların çağını başlatmıştır. Sunulan ilk modeller ticari uygulamalar için oldukça pahalı ve kısa ömürlüydü. On dokuzuncu yüzyılın ortasından itibaren akkor lambalar için karbon flamanlı modeller öne sürülse de tungsten yapılı akkor lambalar yirminci yüzyılın ilk çeyreğinde kabul görmüştür. Elektro-optik gelişmelerin bir sonraki aşamasını ark tüpünün içinde asal gazların bulunduğu ilk olarak 1857'de üretilen gaz deşarjlı lambalar oluşturmaktadır. Floresan lamba en yaygın kullanılan gaz deşarjlı lambadır. Floresan lambalar uygun enerji verimliliği ve yüksek ömrü ile bitkisel üretimde yaygın olarak yer edinmiştir. Cıva ve sodyum metalleri deşarj tüpü modeline dahil edilmesi ve bu metallerin buharı boyunca elektrik akımının kanalize olması aydınlatmayı güçlendirmiştir. Yaygın olarak ilk kabul gören cıva buharlı lamba 1901 yılında tasarlanmıştır. Bu tasarım geliştirilerek ilk modern yüksek basınçlı gaz deşarj lambası piyasaya sürülmüştür. Sonraki süreçte metal halojen lambalar ve yüksek basınçlı sodyum lambalar geliştirilerek daha yüksek aydınlanma elde edilmiştir. Yüksek basınçlı deşarj lambalar kontrollü koşullarda bitkisel üretim için tercih edilen yapay ışık kaynağı olmuştur [2, 13]. PAR aralığı içerisinde nispeten yüksek yüzdede mavi aralık ışıması, uzun kullanım ömrü ve %25-40 aralığında elektrik verimliliği bu lambaların doğal gün ışığına ikame olmasını ya da yanında destek olarak yıl boyunca kullanılabilmesine olanak sağlamıştır [37].

•*Akkor flamanlı lambalar:* Akkor flamanlı lambaların çalışma prensibi bir katının ısıtılması üzerine görünür kuşakta elektromanyetik ışıma yapmasıdır. Zaman içerisinde ısıtılan madde gelişerek değişmiştir. Günümüzde tungsten metali kullanılmaktadır. Telin yaklaşık 2600°C ısıtılması ile ışık elde edilmektedir. Akkor lambalar kullandıkları enerjinin %15'ini PAR (400-700 nm) aralığında yayarken, %75'ini kızıl ötesi (850-2700 nm) olarak yaymaktadır. Geniş aralıkta ışık yayması ve yaydığı sıcaklık ile bitkileri ısıtması avantajına karşılık enerji

kullanım etkinliği düşüktür. Akkor lambalar kullandığı enerji karşılığında yaydığı düşük ışık şiddeti ve kısa ömrü ile günümüzde bitkisel üretimde yapay ışık kaynağı olarak tercih edilen öncü bir ışık kaynağı değildir [13].

Floresan lambalar: Düşük basınçlı cıva buharına elektrik akımı verilerek elde edilen ultraviyole ışıma lambanın iç yüzeyindeki kaplamadan geçerek görünür ışığı yayar. Farklı boyut ve şekillerde bulunmalarına rağmen aynı çalışma prensibine sahiptirler. Yaydıkları ışığın %90'ı PAR aralığındadır. Ancak ışınımın dalga boyu kontrol edilememekte ve kullanım sırasında lambanın yüzeyi nispeten sıcak olmaktadır. UV ışınlarının görünür ışık yayması sırasında her fotonun enerjisinin yaklaşık yarısının ısı olarak kaybolduğu bilinmektedir [13].

•*Yüksek basınçlı deşarj lambalar:* Floresan lambalardaki gibi metal buharının elektrik akımı ile uyarılması sonucu ışıma elde edilir. Yüksek basınç uygulanması nedeniyle metal daha iyi bir iletken rolü oynadığı için floresana göre daha etkin bir aydınlanma elde edilmektedir [37].

Led Aydınlatma Teknolojisi

Epoksi ya da plastik kaplama içerisine yerleştirilmiş elektrik akımını yönlendiren tellere bağlı yarı iletken bir çip içeren yapıdır. Geleneksel LED'ler çift iç hatlı DIP'ler olmuştur. Modern LED'ler DIP-LED'lere göre daha yüksek akımı işleyebildikleri için daha yüksek aydınlık saçabilmektedir. LED teknolojisini diğer yapay ışık kaynaklarından farklı kılan bileşeni yaklaşık 1 mm^2 boyutundaki çiplerdir. Çipte iki türlü katkı maddesi bulunur: n-tipi yani yüksek sayıda değerlik elektronu içeren ve p-tipi yani değerlik kabuğundaki çok sayıda boşluktan oluşmaktadır. Bu iki tip yarı iletken kristaller birbirine kaynaştırılmıştır. Kaynaşmış bu yapıya "p-n heteroeklemi" denilmektedir. Elektrik akımı diyot boyunca p tarafından n tarafına doğru hareket ettikçe n tarafındaki elektronlar p tarafına geçmektedir. Elektronlar p-tipi katkı maddesindeki boş alanlara düşmektedir. Bu olaya "elektron deliği eşleşmesi" adı verilir. Elektronun yeni yerleştiği yörüngenin enerjisi elektronun kendi enerjisinden daha düşük olduğu için fazla enerji, belirli bir dalga boyunda yani ona karşılık gelen bir renkte elektromanyetik ışıma olarak serbest kalmış olur. Bu dalga boyunu (ışığın rengini) belirleyen ise p ve n katkı maddelerinin değerlik kabuklarının arasındaki enerji farkıdır [13]. Floresan lambalar, metal halojen lambalar, yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar ve akkor lambalar bitki yetiştiriciliğinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu ışık kaynakları fotosentetik foton akı seviyelerini yükselterek bitki gelişimini olumlu yönde etkilemektedir. Ancak, bu durumda kaynaktan çıkan enerji PAR aralığının dışında kalan, bitki için etkili emilim görülmeyen dalga boylarını da ışımaktadır [23]. Günümüzde LED aydınlatma yaygın kullanım alanı bulmuştur.

Geleneksel ışık kaynaklarıyla karşılaştırıldığında LED aydınlatma sistemleri, ışık tayfı bileşimini kontrol etme yeteneğine sahiptir. Bunun yanında küçük bir kütle ve hacme sahiptir. Dayanıklılık, uzun çalışma ömürleri, dalga boyu özgünlüğü, ışık yayan yüzeyin nispeten serin olması, en az şekilde ısıtma özelliği ve elektrik giriş akımı ile doğrusal olan foton çıkış özelliği avantaj yaratmaktadır. LED sistemler, bitki fotoreseptörleri ile daha iyi eşleşecek dalga boyları ile bitki morfolojisini ve metabolizmasını etkilemektedir. Daha verimli bir üretime zemin hazırlanmış olurlar [30, 41]. Çağlayan ve Ertekin [9], mavi, yeşil ve kırmızı renk aralıklarında bulunan dalga boylu ışıklandırmaların fotosentez için yeterli enerjiyi barındıklarını ifade etmiştir. Geleneksel yapay ışık kaynakları LED'e göre düşük bir verim ile çalışmaktadır. Çünkü bu ışık kaynaklarından yayılan ışık enerjisinin dalga boyları bitkinin fotosentezinde kullanımı için önemli olan PAR aralığının dışında yer almaktadır. LED'ler ise PAR aralığına optimize edilmiş dalga boylu fotosentez odaklı bir ışıma yaparlar [24]. LED'ler beyaz ışıkta bulunan çeşitli dalga boylarına sahip renk aralıklarının ayrı ayrı ışıma yapılmasına imkân sağlamaktadır. Bu şekilde kaynaktan bitkinin gelişimi için ihtiyacı olan ışıma yapılırken daha az enerji tüketilmektedir. Örnek olarak doku kültürü laboratuvarlarında yaygın olarak kullanılan geleneksel ışık kaynaklarından boru şeklindeki floresan lamba en yüksek oranda elektrik tüketen ışık kaynağıdır. Laboratuvarda harcanan toplam elektriğin %65'ini oluşturmaktadır [42]. Aynı miktardaki domates üretimi için kurulan LED ışıklandırmada kullanılan enerji HPS ışıklandırmada kullanılan enerjinin %25'i kadardır. Bunun yanında, LED teknolojisi geleneksel ışıklandırma kaynaklarına göre yaklaşık %65 daha az enerji tüketimine yol açmaktadır [4]. LED lambaların ömürleri 15.000 ile 50.000 saat arasında değişmektedir. Normal akkor bir ampulün ömrü ise 1000 saat ile sınırlıdır [12]. LED'ler belirli dalga boyunda ışıma yaptıklarından ötürü diğer kaynaklar gibi morötesi ve kızılötesi ışınımlar yapmaz. LED'ler cıva içermezler. Bunun yanında cam ile kaplı olmayıp ve yüzeyleri yüksek sıcaklıkta değildir. Bu nedenle LED'ler ile çalışması daha güvenlidir [42].

Led Aydınlatmanın Etkileri

Kırmızı ve mavi ışıklar fotosentez tepkimelerinde yer alan karbondioksit özümlemesinde ana enerji kaynağı oldukları için bitki gelişiminde önemli etkiye sahiptir. Kırmızı ve mavi aralıklarında pigmentlerin

bu aralıktaki enerji ile yüksek etkileşim görüldüğü bilinmektedir [21]. Kırmızı ve mavi ikili kombine ışıklar (R-B LED), kontrollü ortamlarda marul gibi yeşil yapraklı sebze türlerinin yetiştiriciliğinde etkili bir ışık kaynağı olarak kanıtlanmıştır [26, 35, 36]. Kırmızı ve mavi ışığın beraber kullanılması, bitkisel gelişimi için etkili bir ışık kaynağı olarak öne çıkmaktadır. 1:1 oranındaki kırmızı-mavi ışık zambak (*Lilium candidum*), kasımpatı (*Chrysanthemum*) ve domates (*Solanum lycopersicum*) gibi birçok bitkimim bitkinin taze ve kuru ağırlığını artırmıştır [23]. Bu iki dalga boyundan birinin yokluğu fotosentetik yetersizliklere sebep olabilmektedir [18]. Heo [17] ve Lee [26] yaptıkları çalışmalar sonucunda 1:1 oranında kırmızı-mavi ışık altında yetiştirilen bitkilerde spesifik yaprak alanının güneş ışığı altındaki koşullara göre daha yüksek olduğunu gözlemlemiş ve bu durumum ışık emilimini arttırabileceğini ifade etmişlerdir.

Işık kaynağının bitki üzerindeki etkisi kaynaktan çıkan ışığın dalga boyuna, aydınlanma rejimine, ilgili bitkinin tür ve çeşidinin özelliklerine göre değişmektedir. Işık kaynağının bitki yüzeyinden uzaklığı, ışık yoğunluğu ve lens seçimleri bitki gelişimi için tayf kompozisyonu kadar önemlidir [31]. Bitki gelişim dönemi boyunca yapılan ışıklandırmanın yanında hasat tarihine yakın bir zamandaki aydınlatma uygulamaları üretilen meyvenin kalitesini etkilemektedir [24]. Bliznikas [6] hasat tarihinden üç gün önce başlatılan 640 nm dalga boyundaki aydınlatma uygulamasının çeşitli sebzelerdeki etkilerini incelemiştir. Maydanoz ve dereotunda fenolik bileşiklerde ve C vitamininde artış, antioksidan aktivitesi ve nitrat birikmesinde azalma gözlemlemişlerdir. Roka, ıspanak ve hardal bitkilerinde ise nitrat azalması belirlemişlerdir. PAR aralığının (400-700 nm) dışındaki kırmızı ötesi ışınımlar da bitki tarafından algılanmakta ve bit gelişimini etkilemektedir. Kırmızı ötesi (730-740 nm) ışığın kırmızı ya da kırmızı-mavi aralığı ile aydınlatma yapılması sonucunda marulda yaprak uzunluğunda ve biyokütlesinde artış gözlemlenmiş, bunun yanında pigment (klorofil, karotenoid) yoğunluğunda azalma görülmüştür [11].

Çizelge 1. Çeşitli ışık kaynaklarının farklı uygulamaları ve etkileri
Table 1. Effects of various applications of different lighting sources

Bitki	Işık Kaynağı	Bitki Üzerindeki Etkisi
Domates (*Lycopersicum esculentum*)	Kırmızı, 660 nm LED	Verimde artış [11].
Domates (*Magnus* F1) Tatlı biber (*Capsicum annuum* L.) Hıyar (*Cucumis sativus*)	Yeşil, 505 ve 530 nm LED (15 µmol m-2 s^{-1}) + HPS (90 µmol m-2 s^{-1})	Yalnız hıyarda 530 nm'de gelişim ve fotosentetik pigment toplamında artış, domates ve tatlı biberde 505 nm uygulamasında yaprak alanında, yaş ve kuru madde miktarında artış [6].
Marul (*Lactuca sativa* L. cv. Red Cross	Kırmızı, 638 nm LED (210 µmol m-2 s^{-1}) + HPS (300 µmol m-2 s^{-1})	Fenolik %28.5, Tokoferol %33.5, Şeker 552.5 ve antioksidan kapasitesinde %14.5 artış, fakat C vitamin içeriğinde azalma [6].
Cherry domates fideleri	Mavi + Kırmızı + Yeşil LED (Toplam 300 µmol m-2 s^{-1})	Net fotosentez ve mm^2 başına stoma sayısında artış [11].
Kıvırcık lahana (*Brassica olearacea* L. cv.)	Kırmızı 640 nm LED (ön hazırlık aşamasında soğuk beyaz flüoresan lamba ile)	Lutein ve klorofil a, b toplamında artış [35].
Fesleğen (*Ocimum gratissimum* L.)	Kırmızı, 660 ve 635 nm LED + Mavi, 460 nm LED	Çiçeklenmede gecikme (460 nm + 635 nm birleşime göre) [18].
Yeşil Soğan (*Allium cepa* L.)	Kırmızı, 638 nm LED + Doğal gün ışığı	Nitrat içeriğinde azalma [33].

SONUÇ

Dünya genelinde artan nüfusa besin yetiştirebilme kaygısı, bitkisel üretim üzerindeki kısıtlayıcı faktörlere yönelik çalışmaları yoğunlaştırmaktadır. Tarımsal üretim tarihi boyunca açık tarladan örtü altına doğru giden daha kontrollü yetiştiricilik serüveninde hastalık ve zararlılar, sulama, yetiştirme ortamı niteliği, rüzgâr, sıcaklık gibi streslere karşı çeşitli çözümler ortaya konmuştur. Bitki gelişimi için en önemli ihtiyaçlardan birisi olan yeterli ışıklanma ihtiyacını karşılama konusunda çözümlerin ortaya konması yakın bir zaman içerisinde başlamıştır. Yapay ışık kaynaklarının doğal ışık yanında destek ışık olarak kullanılması ve kapalı ortamlarda bitkisel üretime izin vermesi, bitkisel modern üretim anlayışını oluşturmaktadır. İnsanın uzay serüvenindeki olası bitkisel üretim uygulamalarında da kendine yer bulan yapay ışık kaynakları yaratıcı çözümler sunmaktadır. Yapay ışık kaynaklarının kullanımı ile yetersiz ya da düzensiz aydınlanma rejimine sahip bölgelerde bitki gelişimi desteklenmektedir. Gelişen teknolojiler ile daha düşük enerji kullanarak yüksek etkinlikte bitki gelişimi sağlanabilmektedir. Bu anlamda LED ışıkların gelişimi, bitkisel üretimde yapay ışık kaynakları konusunda bir sıçramadır. Doğrudan bitkinin ihtiyacını duyduğu dalga boyu aralığı ile kaynaktan ışıma yapılması, düşük enerji kullanımı, uzun kullanım ömrü ve yüksek verim ile cezbedici bir ışık kaynağıdır. Fotosentez tepkimeleri sürecinde yer alan reseptörler ve ışık enerjisi arasındaki ilişkilere bağlı olarak bitkinin ışık ile ilişkisine dair çıkarımlar yapmak mümkündür. Bu yöndeki çalışmalar yapay ışık kaynakları kullanımı konusunda eşsiz ipuçları vermektedir. Işık kaynağının ve yayılan ışığın niteliği

ışık kaynağında harcanan enerjiye karşılık bitkiden görülen tepkilere açıklık getirmektedir. Işık kaynağının bitki üzerindeki tepkileri, yapay ışık kaynağı kullanımına dair potansiyelleri ortaya sunmaktadır. Bu teknolojinin başarılı uygulamaları bitkisel üretimde daha yüksek insan kontrolü sunmaktadır.

KAYNAKÇA

1. Al-Khatib, K., Gary, P., 1989. Enhancement of thermal injury to photosynthesis in wheat plants and thylakoids by high light intensity. Plant Physiology 90(3):1041-1048.
2. Bean, R., Spiros, K., 2011. Light Sources Technologies and Applications. Taylor & Francis.
3. Benedetti, M., Vecchi, V., Barera, S., Dall'Osto, L., 2018. Biomass from microalgae: the potential of domestication towards sustainable biofactories. Microbial Cell Factories 17.
4. Blanchard, M., Runkle, E., 2010. Intermittent light from a rotating high-pressure sodium lamp promotes flowering of long-day plants. HortScience 45:236-241.
5. Blankenship, R.E., 1992, Origin and early evolution of photosynthesis. Photosynth Res. 33:91-111.
6. Bliznikas, Z., Arturas, Z., Samuoliene, G., Viršilė, A., Brazaitytė, A., Jankauskienė, J., Duchovskis, P., Novickovas, A., 2012. Effect of supplementary pre-harvest LED lighting on the antioxidant and nutritional properties of green vegetables. Acta Horticulturae 939:85-91.
7. Pinheiro, C., M.M. Chaves, 2011. Photosynthesis and drought: can we make metabolic connections from available data. Journal of Experimental Botany 62:869-882.
8. Christie, J.M., 2007. Phototropin blue-light receptors. Annu Rev Plant Biol. 58:21-45.
9. Çağlayan, N., Ertekin, C., 2016. Sebze üretiminde ilave LED aydınlatma uygulamaları. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi 12(1):27-35.
10. David, M., 1973. Gates, lighting for plant growth. BioScience July 1973, 23(7):450.
11. Demotes-Mainard, S., Péron, T., Corot, A., Bertheloot, J., Gourrierec, J., Travier, S., Crespel, L., Morel, P., Huché-Thélier, L., Boumaza, R., Vian, A., Guérin, V., Leduc, N., Sakr, S., 2015. Plant responses to red and far-red lights, applications in horticulture. Environmental and Experimental Botany 121:4-21.
12. Despommier, D., 2011. The vertical farm: controlled environment agriculture carried out in tall buildings would create greater food safety and security for large urban populations. Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit 6:233-236.
13. Dutta, G.S., Agarwal, A., 2017. Artificial lighting system for plant growth and development: chronological advancement, working principles, and comparative assessment. In: Dutta Gupta S. (eds) Light Emitting Diodes for Agriculture. Springer, Singapore, 334p.
14. Givnish, T.J., Montgomery, R.A., Goldstein, G., 2004. Adaptive radiation of photosynthetic physiology in the Hawaiian lobeliads: light regimes, static light responses and whole-plant compensation points. American J. of Botany 91.
15. Gül, A., 2008. Topraksız tarım. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Hasad Yayıncılık, İzmir, 146s.
16. Hemming, S., 2009. Use of natural and artificial light in horticulture interaction of plant and technology. Acta Horticulturae. 907(1):25-35.
17. Heo, J.W., Lee, C.W., Paek, K.Y., 2006. Influence of mixed LED radiation on the growth of annual plants. J. Plant Biol. 49:286-290.
18. Hogewoning, S.W., Trouwborst, G., Maljaars, H., Poorter, H., Ieperen, W.V., Harbinson, J., 2010. Blue light dose-responses of leaf photosynthesis, morphology, and chemical composition of *Cucumis sativus* grown under different combinations of red and blue light. Journal of Botany 61:3117.
19. Johkan, M., Shoji, K., Goto, F., Hashida, S., Yoshihara, T., 2010. Blue light-emitting diode light irradiation of seedlings improves seedling quality and growth after transplanting in red leaf lettuce. HortScience: a Publication of the American Society for Horticultural Science 45(12):1809-1814.
20. Kacar, B., Katkat, A.V., Öztürk, Ş., 2002. Bitki fizyolojisi. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı, Bursa, 230s.
21. Kasajima, S., Inoue, N., Mahmud, R., Kato, M., 2008. Developmental responses of Wheat cv. Norin 61 to Fluence rate of green light. Plant Production Science 11:76-81.
22. Kianianmomeni, A., 2015. Cell-type specific photoreceptors and light signaling pathways in the multicellular green alga *Volvox carteri* and their potential role in cellular differentiation. Plant Signaling Behavior 10(4):e1010935.
23. Kim, H., Goins, G., Wheeler, R., Sager, J., 2005. Green-light supplementation for enhanced lettuce growth under red- and blue-light-emitting diodes. HortScience: a Publication of the American Society for Horticultural Science 39(7):1617-22.
24. Koç, C., Vatandaş, M., Koç, A.B., 2009. Led aydınlatma teknolojisi ve tarımda kullanımı. 25.

Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi, 01-03 Ekim, Isparta, s:63-70.
25. Kopsell, D.A., Sams, C.E., 2013. Increases in shoot tissue pigments, Glucosinolates, and mineral elements in sprouting broccoli after exposure to short-duration blue light from light emitting diode. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 138(1):31-37.
26. Lee, D., Ko, Y., Shen, I., Chao, C., 2011. Effect of light source, ambient illumination, character size and interline spacing on visual performance and visual fatigue with electronic paper displays. 32(1):1-7.
27. Li, Q., Kubota, C., 2009. Effects of supplemental light quality on growth and phytochemicals of baby leaf lettuce. J. Environmental and Experimental Botany 67.
28. Losos, J.B., Mason, K.A., Singer, S.R., Raven, P.H., Johnson, G.B., 2011. Biology. McGraw-Hill Higher Education, Missouri 1239p.
29. Macedo, A.F., Marcos, V.L., Tavares, E.S., Lage, C.L.S., Esquibel, M.A., 2011. The effect of light quality on leaf production and development of *in vitro* cultured plants of *Alternanthera brasiliana* Kuntze. J. Env. and Experimental Botany 70.
30. Massa, G., Drive, A., Lafayette, W., Kim, H., Wheeler, R., Mitchell, C., 2008. Plant Productivity in Response to LED Lighting. Space Life Sciences 43(1):1951-1956.
31. McKay, M., Hesse, B., Mulder, J., 1982. The influence of illumination levels of day length extension on yield of winter-grown gladioli in Queensland. Scientia Horticulturae 17:277-288.
32. Morais, H., Medri, M.E., Marur, C.J., Caramori, P.H., Ribeiro, A.M., Gomes, J.C., 2004. Modifications on leaf anatomy of *Coffea arabica* caused by shade of Pigeonpea (*Cajanus cajan*). Braz. Arch. Biol. Technol. J. 47:863.
33. Naoya, F., Mitsuko, F., Yoshitaka, O., Sadanori, S., Shigeo, N., Hiroshi, E., 2008. Directional blue light irradiation triggers epidermal cell elongation of abaxial side resulting in inhibition of leaf *Epinastyin geranium* under red light condition. J. Sci. Hortic. 115:182.
34. Ohashi, K., Takase, M., Kon, N., Fujiwara, K., Kurata, K., 2007. Effect of light quality on growth and vegetable quality in leaf lettuce, spinach and Komatsuna. Environment Control in Biology 45:189
35. Pennisi, G., Orsini, F., Blasioli, S., Cellini, A., Crepaldi, A., Braschi, I., Spinelli, F., Nicola, S., Fernandez, J., Stanghellini, C., Gianquinto, G., Marcelis, L.F.M., 2019. Resource use efficiency of indoor lettuce (*Lactuca sativa* L.) cultivation as affected by red: blue ratio provided by Led lighting, Frontiers in Plant Science, 10.
36. Shin, K., Hosakatte, N., Heo, J., Hahn, E., Paek, K., 2008. The effect of light quality on the growth and development of *in vitro* cultured Doritaenopsis plants. Acta Physiologiae Plantarum 30:339-343.
37. Simpson, C., Starr, J., Church, G., Burow, M., Paterson, A., 2003. Registration of 'NemaTAM' peanut. Crop Science 43:1561-1561.
38. Steinger, T., Roy, B.A., Stanton, M.L., 2003. Evolution in stressful environments 2: adaptive value and costs of plasticity in response to low light in *Sinapis arvensis*. Journal of Evolutionary Biology 16(1):313-323.
39. Terashima, I., Fujita, T., Inoue, T., Chow, W., Oguchi, R., 2009. Green light drives leaf photosynthesis more efficiently than red light in strong white light: revisiting the enigmatic question of why leaves are green. Plant Cell Physiology 50(4):684.
40. Wentworth, M., Murchie, E.H., Gray, J.E., Villegas, D., Pastenes, C., Pinto, M., Horton, P., 2006. Differential adaptation of two varieties of common bean to abiotic stress. Journal of Experimental Botany 57:709.
41. Yanagi, T., Okamoto, K., 1997. Utilization of super-bright light emitting diodes as an artificial light source for plant growth. Acta Horticulturae 418:223-228.
42. Yeh, N., Chung, J., 2009. High-brightness LEDs energy efficient lighting sources and their potential in indoor plant cultivation. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Elsevier 13(8):2175-2180.
43. Zhang, S., Ma, K., Chen, L., 2003. Response of photosynthetic plasticity of *Paeonia suffruticosa* to changed light environments. J. Environmental and Experimental Botany 49(2):121-133.
44. Zhu, X.G., Long, S.P., Ort, D.R., 2008. What is the maximum efficiency with which photosynthesis can convert solar energy into biomass? Current Opinion in Biotechnology 19(2):153.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 329–336 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

BAZI YEREL ENGİNAR ÇEŞİTLERİNİN DÖLLENME BİYOLOJİLERİ VE TOHUM VERİMLERİ ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR

Ateş TEKDAL[1]*, Eftal DÜZYAMAN[2]

[1]Ziraat Müh., Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, İzmir; ORCID: 0000-0003-2356-1049
[2]Prof. Dr., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir; ORCID: 0000-0001-8442-2590

ÖZ

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi (EÜZF) Bahçe Bitkileri Bölümü deneme alanlarında yer alan enginar (*Cynara cardunculus* var. *scolymus* L.) koleksiyon parsellerinde yürütülen bu çalışmada; Sakız, Bayrampaşa, Kıbrıs Karası ve Vural 6 klonlarına ait toplam 298 başın döllenme biyolojileri ve tohum verimleri incelenmiştir. Birincil ve ikincil başlar düzeyinde yapılan ilk değerlendirmede, baş pozisyonunun tohum adedi/baş, bin dane ağırlığı ve çimlenme yüzdelerine etkisinin istatistik bakımdan önemli olmadığı tespit edilmiştir. Bundan sonra baş pozisyonu gözetmeksizin yapılan incelemelerde, panmiksi şartlarında açık tozlanmaya bırakılan çeşitlerden Vural 6 ve Bayrampaşa klonlarının sırasıyla 288 (a) ve 273 (a) tohum adedi/baş değeri ile en yüksek tohum verimlerine ulaştıkları belirlenmiştir (ortalama 201 tohum/baş) ($p \leq 0.01$). İzole edilen başlarda çimlenme yeteneğinde olan tohum adedi/baş tüm çeşitlerde önemli ölçüde düşmüştür ($p \leq 0.01$). Tohum bağlamada benzer bir düşüş, baş izolasyonu suni tozlanma ile kombine edildiğinde gözlemlenmiştir. Tohum adedi/baş, bin dane ağırlığı ve çimlenme gücü özelliklerine ilişkin ikili korelasyonlar çeşitler bazında farklılıklar göstermiştir. Bununla beraber, varyasyon kaynağı olarak çeşitler dikkate alınmadan yapılan değerlendirmede en güçlü korelasyonun bin dane ağırlığı ile çimlenme gücü arasında olduğu görülmüştür ($p \leq 0.01$). Bazı Sakız ve Bayrampaşa klonlarının panmiksi şartlarında dahi hiç tohum bağlamadıkları görülmüştür. Islah ve F_1 hibrit tohum üretimi bakımından önem arz edebilecek bu durumun ileriki çalışmalarla incelenmesi öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yerel çeşitler, F_1 hibrit ıslahı, tohum bağlama

RESEARCHS ON REPRODUCTIVE BIOLOGY AND SEED YIELD OF SOME DOMESTIC ARTICHOKE VARIETIES

ABSTRACT

In this study, carried out on the artichoke (*Cynara cardunculus* var. *scolymus* L.) collection plots in the Ege University Faculty of Agriculture (EUZF) Horticultural Department experimental areas; reproductive biology and seed yield of 298 heads belonging to Sakız, Bayrampaşa, Kıbrıs Karası and Vural 6 clones were investigated. In the first evaluation made at the primary and secondary heads, it was determined that the effect of the head position on the number of seeds/head, thousand-seed weight and germination percentage was not statistically significant. Regardless of the head position, Vural 6 and Bayrampaşa clones had the highest seed yields under panmixis conditions with 288 (a) and 273 (a) seeds/head values, respectively (average 201 seeds/head) ($p \leq 0.01$), the number of seeds/head with germination ability decreased significantly in all cultivars when heads were isolated ($p \leq 0.01$). A similar decrease in seed set was observed when head isolation was combined with artificial pollination. Binary correlations of various combinations of number of seeds/head, thousand-seed weight and germination percentage characteristics showed differences on the basis of cultivars. However, when varieties have not been considered as a source of variation, highest correlation was found between thousand-seed weight and germination percentage ($p \leq 0.01$). It was observed that some Sakız and Bayrampaşa clones did not set any seeds even under panmixis conditions. This situation is intended to be investigated in future studies, since it could have importance in breeding and F_1 hybrid seed production.

Keywords: Domestic varieties, F_1 hybrid breeding, seed set

GİRİŞ

Asteracea familyasının bir üyesi olan enginar (*Cynara cardunculus* var. *scolymus* L.), yabancı tozlanma ve döllenme gösteren çok yıllık bir kültür bitkisidir. Akdeniz havzasında yer alan tüm ülkelerde yabani formları bulunan enginarın kültüre alınması ile ilgili kayıtlar M.S. 9. yüzyıla kadar dayanmaktadır. Bazı kaynaklara göre enginarın ilk kez kültüre alındığı ülkelerin Cezayir, Fas ve Tunus olduğu tahmin edilmektedir. Bu ülkelerde "kharcuf", "akkub", "ginariya" gibi adlarla anılan bitkinin, küçük başlara sahip olduğu bilinen ilk kültür formları buralarda ortaya çıkmıştır. Enginarın bu ülkelerden

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*: ates.tekdal@kiwa.com
Ateş Tekdal'ın Yüksek Lisans Tez çalışmasından derlenmiştir.

İspanya'ya getirildiği ve Endülüs Bölgesi'nde bahçıvanlar tarafından yetiştirildiği, burada çiftçilerin yaptığı seleksiyon ile iri başlara sahip formların ortaya çıktığı öne sürülmektedir. Enginarın tüm Akdeniz'e yayılmasında bu yolun esas olduğu düşünülmekle birlikte, farklı kaynaklarda ilk kez Sicilya'da ortaya çıktığı veya fark edildiği buradan İtalya'nın diğer bölgelerine ve Avrupa ülkelerine yayıldığı ifade edilmektedir [6].

Günümüzde hâlen büyük ölçüde vejetatif aksamları ile üretilen enginarın kapitulum olarak bilinen başları tüketilmektedir. Vejetatif üretimde bitkinin toprak altı gövdesinde yer alan tomurcuklardan meydana gelen sürgünler üretim materyali olarak kullanılmaktadır. Yine, ovoli adı verilen yarı uyur durumdaki gözleri taşıyan dinlenme aşamasındaki toprak altı gövdesi de üretim materyali olarak değerlendirilmektedir [1].

Gerek ülkemizde gerek diğer enginar üretici ülkelerde vejetatif üretim yaygın olmasına karşın, bu üretim şekli bazı olumsuzlukları da beraberinde getirir. Öncelikle vejetatif üretimde çoğaltma işlemi, mevcut plantasyonlardan elde edilebilen dip sürgünleri veya ovoli'lerle sınırlıdır. Diğer bir ifadeyle, enginar üretim alanları, istenilen boyutlarda arttırılamamakta, yararlanılabilen mevcut parsellerin izin verdiği ölçüde büyütülebilmektedir. Diğer yandan, anaç bitkilerin zaman içerisinde erkencilik gibi bazı önemli agronomik özelliklerini kaybedebilmekte, bu da çoğaltma işleminde istenen başarının sağlanamamasına yol açmaktadır. Çoğaltma sırasında vejetatif üretim materyali ile birlikte toprak kaynaklı bazı hastalık etmenlerinin de bir üretim alanından diğerine taşınması riski de bulunmaktadır.

Sayılan bu nedenlere bağlı olarak tohumla üretilen ticari enginar çeşitlerinin geliştirilmesi git gide önem kazanmıştır. Tohumla üretilen yabancı enginar çeşitleri ülkemizde 2000'li yılların başından itibaren kullanılmaya başlanmıştır [6]. Yeni geliştirilen birçok ticari enginar çeşidi tohumla üretilmesine karşın, Sakız ve Bayrampaşa gibi yerel çeşitlerimiz halen vejetatif yöntemlerle üretilmektedir [1]. Diğer bir ifadeyle, tohumla üretilmesi mümkün olan yerel bir enginar çeşidi henüz ıslah edilmemiştir. Ancak Sakız ve Bayrampaşa gibi yerel çeşitlerin, iyileştirilmiş ticari çeşitlerin yanında üretim potansiyellerini gelecekte de koruyabilmeleri, kalite ve verim özelliklerinin yanı sıra tohumla üretilebilmelerine de bağlıdır.

Tohumla üretimin yapılabilmesi için, enginar popülasyonları üzerinde bir dizi ıslah çalışmasının yapılması ve homozigotinin sağlanması gerekir. Bununla beraber bu üretim şeklinde aşılması gereken diğer bir sorun, yeterli tohum veriminin sağlanmasıdır. Yerel enginar çeşitlerimizin döllenme biyolojileri ve tohum verimleri ile ilgili deneysel çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu araştırmada amaçlanan, yerel enginarların döllenme biyolojileri ve tohum verimleri ile ilgili yeni bulgulara ulaşmaktır. Bu amaçla çalışmada yer alan bitkiler açık tozlanmaya bırakılmış, izole edilmiş ve izole edilip suni tozlanmışlardır. Bu sayede tohumla üretilebilen yerel bir enginar çeşidinin hangi genetik materyal baz alınarak geliştirilebileceği, bunun tohum verimi konusunda beklentinin ne olması gerektiği hakkında yorum yapılabilecektir.

MATERYAL VE METOT

Çalışma kapsamında yürütülen arazi çalışmaları, 2016 ve 2017 yıllarında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü deneme alanlarında yer alan enginar koleksiyon parsellerinde gerçekleştirilmiştir. Tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlı olarak dikili olan bu enginar koleksiyon bahçesinde Bayrampaşa, Sakız, Yerli gibi farklı yerel enginar çeşitlerinin yanı sıra; Kıbrıs Karası, Kıbrıs Erkenci, Vural 6 ve Vural 8 enginar klonları da yer almaktadır.

Döllenme biyolojisi ve tohum verimini araştırmak amacıyla, parsellerde yer alan Sakız enginarlarından 123 adet, Bayrampaşa'dan 53 adet, Kıbrıs Karası'ndan 31 adet ve Vural 6'dan 91 adet olmak üzere toplam 298 baş üzerinde çalışılmıştır. Diğer bazı başlarda ise yabancı tozlanma ve döllenmeyi önlemek ve bitkilerde kendilemeyi sağlamak amacıyla izolasyon uygulaması yapılmıştır. İzolasyon uygulaması yapılan bu başların bazılarında izolasyon uygulaması suni tozlama ile kombine edilmiştir. Bu amaçla polenler saçıldıktan sonra izolasyon malzemesi kaldırılmış ve fırçalar yardımıyla suni kendileme işlemi yapılmıştır. Tozlama işleminden sonra çiçekler tekrardan kapatılmıştır.

Her baştan elde edilen tohumlarda öncelikle toplam tohum sayısı/baş değeri belirlenmiştir. Ardından tohumların bin dane ağırlıkları tespit edilmiş ve son olarak da ISTA kuralları baz alınarak tohumlarda çimlenme oranı belirlenmiştir. Kâğıda ekim yönteminin uygulandığı çimlenme testinde tohumlar, her tekrarda 100 tohum olmak üzere 4 tekrar halinde ekilmiştir.

Açık tozlanmaya bırakılan klon ve çeşitlerin bin dane ağırlığı (g) ve çimlenme gücü (%) özellikleri ile ilgili karşılaştırmalar bağımsız eşleştirmeli t testi ile yapılmıştır. Enginar genotipleri bazında tohum adedi/baş, bin dane ağırlığı ve çimlenme gücü özelliklerinin karşılaştırılması varyans analizi ile yapılmış, gruplar arasındaki önemli farklılıklar

Duncan testi ile belirlenmiştir. Enginar genotiplerine ilişkin tohum adedi/baş, bin dane ağırlığı ve çimlenme gücü özelliklerinin karşılıklı ilişkilerini belirlemek amacıyla Pearson korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. İzolasyon uygulaması yapılan bitkilere ilişkin tohum adedi/baş, bin dane ağırlığı ve çimlenme gücü özelliklerinin, açık tozlanan bitkilere göre değişimlerinin belirlenmesi için bağımsız eşleştirmeli t testi uygulanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Başlarda Tohum Verimi ve Kalitesi

Açık tozlanmaya bırakılan çeşit ve klonlarda birincil ve ikincil başlar arasında tohum adedi/baş değerleri bakımından genotipler bazında istatistik önem arz eden bir fark bulunmamaktadır (Çizelge 1). Ancak genotiplerin yarattığı varyasyon kaynağı dikkate alınmadan yapılan toplu değerlendirmede, birincil ve ikincil başlar arasında $p \leq 0.05$ önem düzeyinde istatistiki bir fark vardır. Toplamda ikincil başlardan (234.8 adet) birincil başlara göre (186.1 adet) istatistik olarak önemli düzeyde daha fazla tohum elde edilmiştir. Ancak bu birikimli bir yorumdur ve çeşitler bazında geçerliliği yoktur. Standart sapma değerlerinin büyüklüğü dikkate alındığında genotipler bazında bir fark bulunamamasının bir nedeni olarak popülasyon içi varyasyonun büyüklüğü gösterilebilmektedir. Birincil ve ikincil başlar arasında tohum verimi bakımından önemli farklar çıkmayınca, baş pozisyonu gözetmeksizin bir değerlendirme daha yapılmıştır. Buna göre; Çizelge 2'den de görüleceği gibi Bayrampaşa ve Vural 6'nın, Sakız ve Kıbrıs Karası klonlarına göre daha fazla tohum bağladığı tespit edilmiştir ($p \leq 0.001$).

Tohum adedi/baş değeri ortalamasının 200.62 olduğu bu denemede Vural 6 ve Bayrampaşa sırasıyla 288.9 ve 273.2 tohum adedi/baş ortalamalarıyla üst sırada ve aynı istatistik grupta yer almışlardır. Bu iki çeşide göre istatistik olarak daha düşük tohum adedi/baş değerlerin sahip Sakız ve Kıbrıs Karası ise sırası ile 137.9 ve 161.2 tohum adedi/baş değerleri ile birbirleriyle aynı istatistik grupta yer almıştır. Çalışmaya dâhil olan enginar genotiplerinin birincil ve ikincil başlarında oluşan tohumlara ait ortalama bin dane ağırlığı ve ortalama çimlenme gücü değerleri bakımından, birincil ve ikincil başları arasında istatistiksel açıdan hata sınırları içinde kalan önemsiz farklılıklar söz konusudur. Bu nedenle burada bu verilere yer verilmemiştir.

Açık tozlanmaya bırakılan enginarlar klonlarının farklı sayılarda tohum bağladıklarına Basnizki ve Zohary [2]'de dikkat çekmektedirler. Diğer yandan Bianco [3] tarafından açık tozlanma altında, kültüre alınmış çeşitler arasında yapılan incelemede ise her baş için 115 ile 670 arasında tohum olduğu tespit edilmiştir. Benzer rakamlar Martin [10], Ortega [12] ve Pinzauti ve ark. [13] tarafından da telaffuz edilmektedir. Bizim denememizde tespit ettiğimiz değerler bu değerlerin içinde kalmaktadır. Diğer bir ifadeyle, yerel enginar çeşitleri bu özellikler bakımından Dünya genetik kaynakları için bir fark göstermemektedir.

Çizelge 1. Çeşitlerde birincil ve ikincil başlara ait ortalama tohum adedi/baş değerleri

Table 1. Average number of seeds/head values of primary and secondary heads

Genotip *Genotype*	Baş pozisyonu *Head position*	Baş sayısı *Head number*	Tohum sayısı *Number of seeds*	Std. sap. *Std. dev.*	t değeri *t value*	Önem *Sig.*
Sakız	Birincil baş *Primary head*	39	116.56	90.29	-1.84	ö.d.
	İkincil baş *Secondary head*	43	157.16	109.2		*n.s.*
Vural 6	Birincil baş *Primary head*	13	278.38	230.24	-0.21	ö.d.
	İkincil baş *Secondary head*	39	292.33	125.74		*n.s.*
Bayrampaşa	Birincil baş *Primary head*	7	277.14	149.5	0.11	ö.d.
	İkincil baş *Secondary head*	8	269.75	88.76		*n.s.*
Kıbrıs karası	Birincil baş *Primary head*	4	141.25	34.46	-0.69	ö.d.
	İkincil baş *Secondary head*	6	174.5	89.98		*n.s.*
Toplam *Total*	Birincil baş *Primary head*	57	186.14 b	149.99	-2.16	$p \leq 0.05$
	İkincil baş *Secondary head*	91	234.77 a	122.08		

Çizelge 2. Çeşitlerde ortalama tohum adedi/baş değerleri

Table 2. Average number of seeds/head in the cultivars

Genotip *Genotype*	Baş sayısı *Head number*	Tohum sayısı *Number of seeds*	Minimum *Minimum*	Maksimum *Maximum*	Std. sap. *Std. dev.*
Sakız	82	137.85 b	0	352	102.09
Vural 6	52	288.85 a	16	727	155.85
Bayrampaşa	15	273.2 a	62	422	116.33
Kıbrıs karası	10	161.2 b	24	268	72.03
Ortalama *Mean*	159	200.62 b			13.52
Önem düzeyi *Sig.*		$p \leq 0.01$			

Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (Duncan).

Mean separation within columns by Duncan multiple test at 0.05 level.

Denemede karşılaşılan ve literatürde karşılığı bulunamayan bir bulgu, bir Sakız klonuna ait başların, açık tozlandığı halde, hiç tohum bağlamadığıdır. Çizelge 2'den de görülebilen bu durumun, çiçek yapılarının erkek olması, dişilerin

döllenme yeteneğinde olmaması gibi nedenlerle meydana gelmiş olabileceği muhtemeldir. Bu durumun ıslah ve F_1 hibrit tohum üretimi açısından büyük önem arz edebilir. Bu nedenle ileriki çalışmalarda detaylı olarak incelenmesi yerinde olacaktır.

Çizelge 3 incelendiğinde, Kıbrıs Karası'nın denemede yer alan diğer çeşitlere göre istatistik bakımdan çok daha büyük tohumlara sahip olduğu görülmektedir ($p \leq 0.01$). Kıbrıs Karası, 1000 tanesi 55.77 g gelen tohumlara sahipken, istatistik bakımdan birbirleri ile aynı grupta yer alan Sakız, Vural 6 ve Bayrampaşa genotiplerinde bu değer 34.73 g ile 39.90 g arasında değişmektedir. Tüm klonların genel ortalaması ise 38.58 g'dır.

Çizelge 3'de minimum değerler incelendiğinde, bin dane ağırlıklarının 9.38, 10.57, 10.96 g gibi çok düşük değerlere sahip olabildikleri görülmektedir. Foti ve ark. [7], enginar tohumlarının ortalamada 32.5 g bin dane ağırlığına sahip olduklarını bildirmiştir. Bu kıstasa göre bizim elde ettiğimiz minimum değerler oldukça düşüktür. Çizelge 3'de yer almamakla beraber, düşük bin dane ağırlığına sahip klonların, aynı zamanda Çizelge 2'de belirtilen düşük tohum verimine sahip klonlar oldukları belirlenmiştir.

Çizelge 3. Çeşitlere ait tohumlarda 1000 dane ağırlığı değerleri

Table 3. 1000 seed weight in seeds of the cultivars

Genotip *Genotype*	Baş sayısı *Head number*	1000 dane ağırlığı (g) *1000 seed weight (g)*	Minimum *Minimum*	Maksimum *Maximum*	Std. sap. *Std. dev.*
Sakız	71	38.69 b	10.57	70.45	9.24
Vural 6	52	34.73 b	9.38	67.9	10.56
Bayrampaşa	15	39.9 b	10.96	51.57	11.1
Kıbrıs karası	10	55.77 a	43.57	66.67	6.42
Ortalama *Mean*	148	38.58			10.91
Önem düzeyi *Sig.*		p≤0.01			

Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (Duncan).
Mean separation within columns by Duncan multiple test at 0.05 level.

Açık tozlamadan elde edilen tohumların çimlenme gücü değerleri bakımından da çeşitler arasında istatistik bakımdan anlamlı farklar tespit edilmiştir. Bu veriler Çizelge 4'de yer almaktadır. Burada aynı istatistik grupta yer alan Sakız ve Kıbrıs Karası klonlarına ilişkin çimlenme yüzdeleri sırasıyla 70.92 ve 79.71 olarak belirlenmiştir. İstatistik olarak bunlardan daha düşük çimlenme yüzdesine sahip tohumlar üreten Vural 6 ve Bayrampaşa klonlarının, genel ortalamanın (%65.90) altında kalarak sırasıyla %57.56 ve %57.20'lik çimlenme güçlerine sahip oldukları görülmektedir. Enginar tohumları çimlenme yüzdeleri bakımından geniş bir varyasyon göstermektedir ve bu durum fide çıkışındaki tek örnekliği bozmaktadır [4]. De Moraes ve ark. [5], Nobre enginar çeşidinde yaptıkları çalışmada çimlenme yüzdesini %77.5 olarak belirlemişlerdir.

Çizelge 4. Çeşitlere ait tohumlarda çimlenme oranı

Table 4. Germination rate in seeds of the cultivars

Genotip *Genotype*	Baş sayısı *Head number*	Çimlenme oranı *Germination rate*	Minimum *Minimum*	Maksimum *Maximum*	Std. sap. *Std. dev.*
Sakız	46	70.92 a	30	88.5	12.41
Vural 6	27	57.56 b	30	86.5	14.67
Bayrampaşa	10	57.2 b	28	84.0	16.96
Kıbrıs karası	7	79.71 a	58	96.0	12.91
Ortalama *Mean*	90	65.9			15.45
Önem düzeyi *Sig.*		p≤0.01			

Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (Duncan).
Mean separation within columns by Duncan multiple test at 0.05 level.

Tohum Özellikleri Arasında Korelasyonlar

Açık tozlanmaya bırakılan klonlara ilişkin tohum adedi/baş, tohum bin dane ağırlığı ve çimlenme gücü özelliklerinin karşılıklı ilişkileri arasında istatistik bakımdan önemli korelasyonlar tespit edilmiştir. Varyasyon kaynağı gözetmeksizin deneme geneline bakıldığında bu üç özellik arasında, daha doğrusu bu üç özelliğin ikili kombinasyonlarında istatistik bakımdan her biri $p \leq 0.01$ önem düzeyinde anlamlı pozitif korelasyonlar mevcuttur (Çizelge 5). Ancak, varyasyon kaynaklarına, diğer bir ifade ile klonlara göre bir ayrım yapıldığında önem düzeyi $p \leq 0.05$ düzeyine düşebilmekte (Bayrampaşa klonlarında tohum adedi/baş × çimlenme gücü) ya da örneğin Kıbrıs Karası klonlarında olduğu gibi tamamen kaybolmaktadır.

Çizelge 5. Tohum özelliklerine ilişkin korelasyonlar

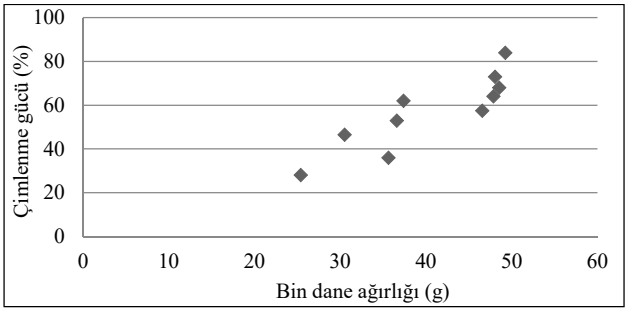
Table 5. Correlations for seed traits

Varyasyon kaynağı *Source of variation*	Tohum adedi / baş *1000 dane ağırlığı *Seed number per head *1000 seed weight*	n *n*	Tohum adedi / baş * çimlenme gücü *Seed number per head *germination rate*	n *n*	Bin dane ağırlığı * çimlenme gücü *1000 seed weight * germination rate*	n *n*
Sakız	0.584**	71	0.567**	46	0.265	46
Vural 6	0.514**	52	0.497**	27	0.701**	27
Bayrampaşa	0.275	15	0.716*	10	0.872**	10
Kıbrıs karası	-0.237	10	0.486	7	0.671	7
Genel *Combined*	0.274**	148	0.307**	90	0.653**	90

Çizelge 5 incelendiğinde beklenildiği üzere en güçlü korelasyonun bin dane ağırlığı ile çimlenme gücü arasında olduğu görülmektedir. Özellikle tüm verilerin kombine edilmesi ile oluşturulan genel durum incelendiğinde bu iki özellik arasında 0.653** olan korelasyon katsayısı $p \leq 0.01$ düzeyinde

anlamlıdır. Diğer bir ifadeyle, klonlarda oluşan tohumların bin dane ağırlıkları arttıkça çimlenme güçleri de artmaktadır. Bu durum aşikardır, çünkü daha iri tohumlar daha fazla endosperm içerdiklerinden embriyoyu daha iyi beslerler. Diğer yandan bu korelasyon, Vural 6 (r=0.701**) ve Bayrampaşa klonlarında (r=0.872**) güçlü bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Bayrampaşa klonlarında bin dane ağırlığı ile çimlenme gücü arasındaki korelasyonlar Şekil 1'de görselleştirilmiştir. Sakız klonlarında bu yönde bir korelasyonun bulunmuyor olması ise ilginçtir (r=0.265). Kıbrıs Karası klonlarında ise bu yönde bir korelasyonun olmaması sayıca az materyalle çalışılmış olmasından kaynaklanabileceği şeklinde de yorumlanabilir (r=0.671).

Tohum adedi/baş değeri arttıkça bin dane ağırlığı artmaktadır. Bu korelasyon güçlü şekilde Sakız çeşidinde ortaya çıkmaktadır (r=0.584**) ve bunu Vural 6 (r=0.514**) izlemektedir. Burada yine Bayrampaşa (r=0.275) ve Kıbrıs Karası'nda (r=-0.237) bu korelasyonların ortaya çıkmaması örnek sayısının az olmasına (sırasıyla 15 ve 10) bağlanabilir. Diğer yandan denemede üzerinde çalışılan klonlar arasında Kıbrıs Karası hariç tohum adedi/baş ile çimlenme gücü arasında da pozitif korelatif ilişkiler saptanmıştır. En yüksek korelasyon ise Sakız klonlarında görülmüştür (r=0.567**).



Şekil 1. Bayrampaşa klonlarının açık tozlanmaya bırakılmasıyla elde edilen tohumların 1000 dane ağırlığı (g) ile çimlenme gücü (%) özellikleri arasındaki korelasyon (r=0.872**)

*Figure 1. Correlation between 1000 seed weight (g) and germination rate (%) characteristics of seeds derived from open pollination of Bayrampaşa clones (r=0.872**)*

Baş İzolasyonu

İzolasyon uygulaması yapılan klonlara ilişkin tohum adedi/baş, bin dane ağırlığı ve çimlenme yüzdesi özelliklerinin, açık tozlanmaya bırakılan klonlar ile karşılaştırıldığı bu çalışmada Sakız'a ait 113, Vural 6'ya ait 91, Bayrampaşa'ya ait 45 ve Kıbrıs Karası'na ait 30 olmak üzere toplam 279 baş kullanılmıştır. Burada verilmemekle birlikte incelenen 279 başın 127'si birincil, 152'si ise ikincil baş niteliğindedir.

Yine belirtmekte yarar vardır ki, birincil başlarla ikincil başlar arasında tohum verimi, bin dane ağırlığı ve çimlenme gücü bakımından çeşitler bazında veya genel anlamda istatistiksel olarak hiçbir fark görülmemiştir. Bu nedenle başın pozisyonu yine göz ardı edilerek çalışmaya devam edilmiştir.

Baş pozisyonu ile ilgili yorumlarımız literatürde de destek bulmaktadır. Baş pozisyonları dikkate alınarak yapılan çalışmada birincil ve yan başlar arasında (ikincil-üçüncül) izolasyon kontrol uygulamaları ve tohum tutumu arasında önemli bir fark bulunmamış, bununla birlikte en yüksek tohum tutum oranının yan baş kontrol uygulamasından elde edildiği bildirilmiştir [8]. Camus, Violet Provence, Spinoso Sardo, Molese ve Globe Green enginar çeşitleri ile yapılan çalışmada ise kendilemeden sonraki tohum üretiminin açık tozlanmadan elde edilenden önemli derecede yüksek olduğu ve birincil başlardaki üretimin ikincil başlardaki ile aynı olduğu bildirilmiştir [8].

Açık tozlanan ve izole edilen başlara ilişkin tohum adedi/baş, bin dane ağırlığı ve çimlenme gücü özelliklerindeki değişimler sırasıyla Çizelge 6, 7 ve 8'de yer almaktadır. Bu çizelgeler incelendiğinde, açık tozlanmaya bırakılan klonlarla kıyaslandığında izole edilen başlardan elde edilen tohumlarda özellikle bin dane ağırlığı ve çimlenme gücü ciddi biçimde düşmektedir. Tohum adedi/baş bakımından bu düşüşler ise Sakız ve Vural 6'da gerçekleşmiştir. Sakız klonlarında açık tozlanmaya bırakılan başlarda ortalama tohum adedi/baş verimi 137.85 iken; izolasyon yapılan klonlarda bu değer 12.06'ya düşmüştür. Vural 6'da ise açık tozlanan klonların ortalama tohum adedi/baş verimi 288.85 iken; izolasyon yapılanlarda 160.62 olmuştur. Bayrampaşa ve Kıbrıs Karası'nda izolasyonla birlikte tohum adedi/baş artmıştır, ancak burada da elde edilen tohumlar çimlenme yeteneğinde olmayan küçük tohumlardır.

Enginar bitkisi, çiçek organlarındaki protandri yani erkek organların dişi organlardan önce olgunlaşması durumundan ötürü ağırlıklı olarak açık tozlanmakta ve bitki bu şekilde yabancı döllenmeye ihtiyaç duymaktadır [9, 11]. Denemede yer alan Sakız ve 6 klonlarında tohum adedi/baş değerlerinde görülen düşüşlerin nedeninin muhtemelen protandriden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bu düşüşler Bayrampaşa ve Kıbrıs Karası klonlarında gerçekleşmemiştir. Ancak burada da izole edilen başlarda oluşan tohumlar sadece rudimenter gelişme göstermeleridir. Diğer bir ifadeyle, bunlarda da döllenme yetersizliklerine yol açan protandri olabilir.

Çizelgeler 7 ve 8'de yer alan değerler incelendiğinde izolasyon yapılan tüm klonlarda açık tozlananlara kıyasla bin dane ağırlığı ve çimlenme gücü değerlerinde istatistik bakımdan önemli düşüşlerin olduğu görülmektedir. Dikkat edilirse izole edilen başlarda birçok durumda tohum oluşmuş olmasına karşın bu tohumların bin dane ağırlıkları çok düşüktür ve buna bağlı olarak tohumların çimlenme yetenekleri de çok zayıftır. Örneğin Sakız klonlarında açık tozlanmaya bırakılan başlarda ortalama bin dane ağırlığı 38.69 g ve bu klonlara ait ortalama çimlenme yüzdesi 70.92 iken; izolasyon yapılan Sakız klonlarında ise ortalama bin dane ağırlığı 15.72 g, çimlenme yüzdesi ise 0 olmuştur.

Çizelge 9'da izole edilen başlarla ilgili bulgular yer almaktadır. Buradaki değerler incelendiğinde, izole edilen başlar çimlenme yeteneğinde tohum verebilse de bunların sayısının oldukça düşük kaldığı görülmektedir. Örneğin Bayrampaşa'da değerleri verilmemekle birlikte, çimlenme yeteneğinde olan tohum sayısı 6 tohum/baş ile 26 tohum/baş arasında değişmiştir. Ayrıca, Bayrampaşa klonlarında izole edilen 30 baştan 27 tanesi tohum bağlamasına karşın bunlardan sadece 5 baş çimlenme yeteneğinde tohumlar vermiştir. Vural 6'da ise izolasyon yapılan 39 baştan sadece 4 baş çimlenme yeteneğinde tohumlar vermiştir. Bunlarda da tohum verimi sırası ile 1, 5, 10, 24 tohum/baş şeklinde olmuştur. Kıbrıs Karası'nda da birçok baş yüzlerce tohum bağlamış ancak bunların çoğu rudimenter yapıdadır. Sakız klonlarında izole edilen başlardan 24 tanesi hiç tohum vermemiş, kalan 7 tanesi ise çimlenme yeteneğinde olmayan yapıda tohum bağlamıştır.

Çizelge 6. Açık tozlanan ve izole edilmiş başlarda ortalama tohum adedi/baş değerleri
Table 6. Average number of seeds/head values in open pollinated and isolated heads

Klon *Clone*	Tozlanma durumu *Pollination*	Baş sayısı *Head number*	Tohum adedi / baş *Seed number / head*	Min. *Min.*	Maks. *Max.*	Std. sap. *Std. dev.*	t değeri *t value*	Önemi *Sig.*
Sakız	Açık tozlanma / *Open pollinated*	82	137.85	0	352	102.1	7.71	p≤0.01
	İzole edilen / *Isolated*	31	12.06	0	366	65.69		
Vural 6	Açık tozlanma / *Open pollinated*	52	288.85	16	727	155.85	2.9	p≤0.01
	İzole edilen / *Isolated*	39	160.62	0	721	254.59		
Bayrampaşa	Açık tozlanma / *Open pollinated*	15	273.2	62	422	116.33	-0.76	ö.d.
	İzole edilen / *Isolated*	30	323.7	0	997	327		n.s.
Kıbrıs Karası	Açık tozlanma / *Open pollinated*	10	161.2	24	268	72.03	-1.15	ö.d.
	İzole edilen / *Isolated*	20	238	0	918	279.3		n.s.
Genel ortalama	Açık tozlanma / *Open pollinated*	159	200.62	0	727	140.98	0.91	ö.d.
General mean	İzole edilen / *Isolated*	120	175.91	0	997	271.15		n.s

Çizelge 7. Açık tozlanan ve izole edilmiş başlarda ortalama bin dane ağırlığı (g) değerleri
Table 7. Average number of 1000 seed-weight values in open pollinated and isolated heads

Klon *Clone*	Tozlanma durumu *Pollination*	Baş sayısı *Head number*	1000 dane ağırlığı *1000 seed-weight*	Min. *Min.*	Maks. *Max.*	Std. sap. *Std. dev.*	t değeri *t value*	Önemi *Sig.*
Sakız	Açık tozlanma / *Open pollinated*	71	38.69	10.57	70.46	9.24	6.41	p≤0.01
	İzole edilen / *Isolated*	7	15.72	6.06	26	6.49		
Vural 6	Açık tozlanma / *Open pollinated*	52	34.73	9.38	67.9	10.56	7.01	p≤0.01
	İzole edilen / *Isolated*	24	15.48	6.89	62	13.83		
Bayrampaşa	Açık tozlanma / *Open pollinated*	15	39.9	10.96	51.57	11.1	4.7	p≤0.01
	İzole edilen / *Isolated*	27	19	6.01	62.5	15.06		
Kıbrıs Karası	Açık tozlanma / *Open pollinated*	10	55.77	43.57	66.67	6.42	21.45	p≤0.01
	İzole edilen / *Isolated*	16	11.29	8.45	15.25	1.72		
Genel ortalama	Açık tozlanma / *Open pollinated*	148	38.58	9.38	70.46	10.91	13.96	p≤0.01
General mean	İzole edilen / *Isolated*	74	15.88	6.01	62.5	12.38		

Çizelge 8. Açık tozlanan ve izole edilmiş başlarda ortalama çimlenme gücü (%) değerleri
Table 8. Average germination rate (%) values in open pollinated and isolated heads

Klon *Clone*	Tozlanma durumu *Pollination*	Baş sayısı *Head number*	Çimlenme oranı (%) *Germination rate (%)*	Min. *Min.*	Maks. *Max.*	Std. sap. *Std. dev.*	t değeri *t value*	Önemi *Sig.*
Sakız	Açık tozlanma / *Open pollinated*	46	70.92	30	88.5	12.41	38.75	p≤0.01
	İzole edilen / *Isolated*	6	0	Yok	Yok	0		
Vural 6	Açık tozlanma / *Open pollinated*	27	57.56	30	86.5	14.67	20.32	p≤0.01
	İzole edilen / *Isolated*	8	0.13	0	1	0.35		
Bayrampaşa	Açık tozlanma / *Open pollinated*	10	57.2	28	84	16.96	7.54	p≤0.01
	İzole edilen / *Isolated*	10	7.28	0	34.61	12.3		
Kıbrıs Karası	Açık tozlanma / *Open pollinated*	7	79.71	58	96	12.91	16.34	p≤0.01
	İzole edilen / *Isolated*	5	0	0	0	0		
Genel ortalama	Açık tozlanma / *Open pollinated*	90	65.9	28	96	15.5	28.84	p≤0.01
General mean	İzole edilen / *Isolated*	29	2.54	0	34.61	7.8		

Çizelge 9. İzole edilen ve suni tozlama gibi herhangi bir işlem yapılmayan başlarda tohum verimine ilişkin klonlar bazında istatistik

Table 9. Statistics on seed yield on the basis of clones, which are isolated and no treatment such as artificial pollination is performed

Özellik *Trait*	Sakız	Oran *Ratio* (%)	Vural 6	Oran *Ratio* (%)	Bayrampaşa	Oran *Ratio* (%)	Kıbrıs Karası	Oran *Ratio* (%)
İzole edilen baş sayısı *Number of isolated heads*	31		39		30		20	
Hiç tohum vermeyen baş sayısı *Head number with no seed set*	24	77.4	15	38.5	3	10	4	20
Rudimenter tohum bağlayan baş sayısı *Head number setting rudimentary seeds*	7	22.6	21	53.8	22	73.3	16	80
Çimlenme yeteneğinde tohum veren baş sayısı *Heads number setting seeds with high germination rate*	0	0	3	7.7	5	16.7	0	0
Çimlenme yeteneğinde tohum/baş sayısı	Yok / *None*		10		13.6		Yok / *None*	
Toplam / *Total*	62	100	88	100	73.6	100	40	100

Çizelge 10. İzole edilen ve suni tozlama gibi herhangi bir işlem yapılmayan başlarda tohum verimine ilişkin klonlar bazında istatistik

Table 10. Statistics on seed yield on the basis of clones, which are isolated and no treatment such as artificial pollination is performed

Özellik *Trait*	Sakız	Vural 6	Bayrampaşa	Kıbrıs Karası
Suni tozlama yapılan baş sayısı *Number of artificially pollinated heads*	10	0	8	1
Elde edilen toplam tohum sayısı *Total number of seeds obtained*	39	0	895	1095
Elde edilen tohum/baş sayısı *Number of seeds/heads*	3.9	Yok	111.9	1095
Çimlenme yeteneğinde olabilecek tohum sayısı *Number of seeds may capable of germination*	4	0	456	0
Çimlenme oranı (%) *Germination rate (%)*	Denenmedi	Yok	11-33-45-60	0
Ortalama tohum / baş *Average seed / head*	4	0	65	Yok

İzole edilen bir Sakız klonu 366 tohum verirken diğerlerinde tohum adedi/baş değeri 1 ila 2 arasında değişmiştir. Sakız'a ait tohumlar rudimenter tohum vermektense hiç tohum bağlamamaya daha meyilli olmuşlardır.

Suni tozlama yapılan klonlardan elde edilen bulgular Çizelge 10'da yer almaktadır. Çizelge incelenirse Bayrampaşa hariç, diğerlerinde önemli bir başarı elde edilemediği aşikârdır. Bayrampaşa klonlarında yapılan suni tozlamalarla baş başına 111.9 tohum elde edildiği görülmektedir. Bu değer, açık tozlamaya bırakılan Bayrampaşa başlarından elde edilen tohumların (273.2 adet/baş) yarısından bile azdır. Ancak suni tozlama ile elde edilen bu tohumların bin dane ağırlıkları (x=38.54 g; n=8), açık tozlama ile elde edilen tohumların bin dane ağırlıkları (x=39.90 g; n=15) ile istatiksel olarak aynı gruptadır (t= -0.250, ö.d.).

Keleş ve Eti [8], Sakız enginarında yaptıkları çalışmada en yüksek tohum sayısını 1996 ve 1997 yıllarında (48.37 ve 22.10 tohum/baş) polen ilaveli kendileme uygulamasından elde etmişler, elde ettikleri bu tohumlarda 1996 yılında %41, 1997 yılında ise %35 oranında çıkış tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Çalışmamızda Bayrampaşa'da çimlenme yeteneğinde tohum sayısı %11 ile %65 arasında değişmektedir ve ortalaması da %37.3 ile Keleş ve Eti [8]'nin bulgularına çok benzemektedir.

SONUÇ

2016-2017 yılları arasında gerçekleştirilen çalışmalarla enginarın, özellikle de Sakız, Bayrampaşa gibi yoğun yetiştiriciliği yapılan yerel enginarların döllenme biyolojisi ile ilgili bulgular elde edilmiştir. Bu bakımdan çalışmada elde edilen bilimsel bulguların pratik anlamda da önemi vardır. Çalışmada elde edilen bulgular özellikle tohumdan yetiştirilebilen yerel enginar çeşitlerinin geliştirilmesi bakımından önem arz etmektedir. Ayrıca F_1 hibrit enginar çeşitlerinin geliştirilmesinde de bu çalışmadan elde edilen bulgulardan yararlanmak mümkün gözükmektedir.

TEŞEKKÜR

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri deneme alanlarında bu denli kapsamlı bir enginar koleksiyon bahçesinin kurulmasında gerçekleştirdiği çalışmalardan dolayı emekli öğretim üyesi, değerli hocamız Prof. Dr. Benian ESER'e teşekkürü bir borç biliriz.

KAYNAKLAR

1. Abak, K. 1987. Enginar ve kuşkonmaz yetiştiriciliği Tav Yayınları, (15), Yalova, 64s.
2. Basnizki, J., Zohary, D. 1994. Breeding of seed planted artichoke, Plant Breed Rev., 12:253-269.
3. Cardarelli, M., Rouphael, Y., Saccardo, F., Colla, G., 2005. An innovative vegetative propagation

system for large-scale production of globe artichoke transplants Part 1. Propagation system setup, HortTechnology, 15(4):812-816.
4. Bianco, V.V., Calabrese, N. 2009. Il carciofo in Puglia, in: Il carciofo e il cardo, coordinamento scientifico di N. Calabrese. Collana Coltura & Cultura, Ed. Script, Bologna, pp:464.
5. Damato, G., Calabrese, N. 2000. Solid matrix priming influences germination on artichoke achenes (www.actahort.org/books/681/681_42; Erişim: 27 Şubat 2018).
6. de Moraes, C.F., Suzin, M., Nienow, A.A., Grando, M.F., Mantovani, N., Calvete, E.O., Donida, B.T. 2010. Germinação in vitro de sementes de alcachofra, Horticultura Brasileira, 28(1):64-69.
7. Eser, B., İlbi, H., Uğur, A. 2006. Enginar yetiştiriciliği. Hasad Yayıncılık, ISBN:975-8337-45-5, İstanbul, 64s.
8. Foti, S., Mauromicale, G., Raccuia, S.A., Fallico, B., Fanella, F., Maccarone, E. 1999. Possible alternative utilization of *Cynara* spp.: I. Biomass, grain yield and chemical composition of grain. Industrial Crops and Products, 10(3):219-228.
9. Keleş, D., Eti, S. 2005. Sakız enginar çeşidinde (*Cynara scolymus* L.) döllenme biyolojisi ve kendileme yoluyla tohum elde edilmesi. Alatarım, 4(2):18-26.
10. Lanteri, S., Acquadro, A., Comino, C., Mauro, R., Mauromicale, G., Portis, E. 2006. A first linkage map of globe artichoke (*Cynara cardunculus* var. *scolymus* L.) based on AFLP, S-SAP, M-AFLP and microsatellite markers. Theoretical and Applied Genetics, 112(8):1532-1542.
11. Martin, F. 1998. Recherches sur l'artichaut. Rapport d'activite 1995-1996 de la Station d'Ameliortion des plantes Maraichéres d'Avignon (INRA-Monfavet), pp:11-15.
12. Mauromicale, G., Ierna, A. 2000. Panorama varietale e miglioramento genetico del carciofo. Inf. Agrario 26:39-45
13. Ortega, R.G. 2002. Effect of head position and climatic conditions on seed yield of globe artichoke (*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus* (L.) Fiori), cv. Imperial Star, Scientia Horticulturae, 93(2):187-192.
14. Pinzauti, M., Frediani, D., Tesi, R. 1981. Osservazini sull'impollinazione entomofila delcarciofo. In Congress Acts. Int. di Studi sul Carciofo, Industria Grafica Laterza, Bari, pp:605-615.
15. Vural, H., Eşiyok, D., Duman, İ. 2000. Kültür sebzeleri (sebze yetiştirme) kitabı. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir, s:394-408.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 337–346 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

KATLANMIŞ DİPLOİD BİBERLERDE MORFOLOJİK, SİTOLOJİK VE DNA MİKTARINA GÖRE YAPILAN İNCELEME SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Büşra YAPICI[1], Emre İPEK[2]*, Süleyman KAVAK[3], Beyza Nur YILDIZ[4], Şeküre Şebnem ELLİALTIOĞLU[5]

[1]PETEKTAR Tohum Sanayi Ticaret Ltd. Şti., Aksu/Antalya; ORCID:
[2]PETEKTAR Tohum Sanayi Ticaret Ltd. Şti., Aksu/Antalya; ORCID:
[3]Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bilecik; ORCID:
[4]PETEKTAR Tohum Sanayi Ticaret Ltd. Şti., Aksu/Antalya; ORCID:
[5]Ankara Üniversitesi, Teknokent, Doqutech Academy Ltd. Şti., Gölbaşı/Ankara; ORCID:

ÖZ

Kapya biberlerde, tohumsuz meyve veren çeşitler geliştirmeye yönelik ıslah programlarında kullanılacak tetraploid ebeveynlerin elde edilmesi amacıyla bir dizi çalışma yapılmıştır. Bu kapsamda gerçekleştirilen kolhisin uygulamaları sonucunda gelişen bitkiler/sürgünler üzerindeki çiçeklerin kendilenmesiyle tohumlar elde edilmiştir. Olası tetraploid tohumlar ekilmiş ve bitkiler fidelikte yetiştirilmiştir. Polikarbon serada yerlerine dikilen bitkiler çeşitli morfolojik özellikleri bakımından gözlemlenmiş (yaprak alanı, çiçek çapı, meyve eni / boyu, tohum oluşumu), bu bitkilerin yapraklarında birim alandaki stoma sayıları ve boyutları kayıt altına alınmış, ayrıca genç fide döneminde alınan örneklerde flow sitometri yöntemi ile ploidi seviyesi belirlenmiştir. Böylece morfolojik, sitolojik ve DNA miktarı bakımından yapılan incelemelerin sonuçları bir arada değerlendirilebilmiştir. Üç farklı yöntemden elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak aralarındaki ilişkiler araştırılmıştır. Çalışma sonucunda en güvenilir bulguları veren flow sitometri yöntemi esas alınarak, morfolojik ve sitolojik tahminlerin tutarlılığı yorumlanmıştır. Morfolojik ve sitolojik yollarla geniş bir bitki popülasyonu içinde ön seleksiyonun yapılabileceği, seçilen bitkilerin ploidi seviyesinin teyit edilmesi için flow sitometri yoluyla analiz yapılmasının gerekli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Capsicum annuum*, flow sitometri, stoma, ploidi

COMPARISON OF THE EXAMINATION RESULTS ACCORDING TO MORPHOLOGICAL, CYTOLOGICAL AND DNA AMOUNT IN DOUBLED DIPLOID PEPPERS

ABSTRACT

A series of studies have been carried out to obtain tetraploid parents to be used in breeding programs to develop seedless fruiting varieties in capia peppers. In this context, the seeds obtained by the selfing of flowers on the plants / shoots developed as a result of colchicine applications were sown and the seedlings were grown in the seedling greenhouse. Seedlings planted in the polycarbonate greenhouse were observed in terms of various morphological characteristics (leaf area, flower diameter, fruit width and length, seed formation) and the number of stoma per unit area and size in the leaves of these plants were determined. Also, the ploidy level of plants was determined by flow cytometry method in the samples taken during the young seedling period. Thus, the results of the examinations made in terms of morphological, cytological and DNA amount could be evaluated together. At the end of the study, the consistency of morphological and cytological predictions was interpreted based on the flow cytometry method, which gave the most reliable result. It has been concluded that preselection can be made in a large plant population by morphological and cytological means, but analysis by flow cytometry is necessary to confirm the ploidy level of the selected plants.

Keywords: *Capsicum annuum*, flow cytometry, stoma, ploidy

GİRİŞ

Dünyada ılıman ve tropikal bölgelerde yetiştirilen önemli bir sebze türü olan biberde dünya üretimi 36 milyon ton civarındadır. Türkiye; üretim miktarı bakımından ilk üç sırayı alan Çin, Meksika ve Endonezya'dan sonra, 2.6 milyon tonluk üretim ve %7.3'lük payla dünya biber üretiminde dördüncü sırada yer almaktadır [5].

Biber, klasik ıslah yöntemlerine ek olarak hızlandırıcı ıslah tekniklerinden doku kültürü, omik teknolojileri ve poliploid ıslahı yöntemlerini kullanılarak geliştirilmesi gereken önemli bir sebze türüdür. Biber çeşitlerine antimitotik ajanlar kullanılmak suretiyle üretilen tetraploid bitkiler, üretim ve ıslah materyali olarak kullanılabilir. Poliploidi hem yabani hem de kültür bitkilerinde evrimsel sürecin içinde yer alan başlıca kaynaklardan

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*: emreipek1992@hotmail.com

biridir. Poliploid organizmalar diploid akrabalarına göre çoğunlukla daha yüksek vigor veya farklı özellikler bakımından daha üstün özellikler gösterir [22]. Zira poliploid bitkilerin morfolojik değişiklikler, genetik uyum ve çevresel streslere karşı diploidlere göre daha toleranslı ve esnek olabildikleri bildirilmektedir [18, 27, 30]. Poliploidler, bitki çeşitlerinin geliştirilmesini sağlamak için doğal veya sentetik yollar ile poliploidiyi teşvik eden birçok bitki ıslahçısının son yüzyılda temel hedefi olmuştur. Poliploidlerin bitki ıslahında sağladığı önemli sonuçlar, bitki organlarındaki artış (gigas etkisi), zararlı mutasyonlardan koruması, heterozigoti ve heterozisi arttırmasıdır. Ayrıca poliploidi ıslahı ile mayotik hatalardan dolayı fertilitede azalmaya neden olunur (triploid genotipler gibi) ve çekirdeksiz (tohumsuz) genotipler elde edilebilir [22]. Bunun diğer bir yolu da poliploidi ıslahı ile tetraploid bitkiler elde ederek bunların diploidlerle melezlenmesi, böylece triploid çeşitlerin elde edilmesidir.

Tüketiciler için partenokarpik (tohumsuz= çekirdeksiz) meyveler oldukça cezbedicidir. Özellikle karpuzda tohum miktarı ve iriliği fazla olan çeşitler tüketiciler tarafından tercih edilmemekte, patlıcanda tohumlar meyve etinde kahverengileşmeye ve acılaşmaya neden olarak tüketim kalitesini düşürmekte ve biberde tohum özellikle endüstriyel amaçlı kullanımda tercih edilmemektedir. Bu nedenle son yıllarda ıslahçı tohum firmaları, tohum miktarı az ve küçük olan ya da çekirdeksiz çeşitler geliştirmeye yönelik çalışmalara ağırlık vermiştir. Doğal partenokarpi yoluyla çekirdeksiz biber çeşitlerinin elde edilmesi günümüze kadar mümkün olmamıştır ve bu yüzden partenokarpiyi teşvik için kimyasal uygulamalar kullanılmaktadır. Birçok sebze türünde partenokarpinin teşvik edilmesi için oksinler, gibberellinler ve sitokininler [24, 14] ve oksin taşınımını engelleyen inhibitörler [14] yaygın ve başarılı bir şekilde kullanılmıştır.

Çekirdeksiz (tohumsuz) meyve elde etmenin pratikte yer edinen diğer bir yolu da poliploidi ıslahı kullanılarak elde edilen tetraploid hatların ana ebeveyn olarak kullanımı ve bunların diploid baba hatlarla melezlenerek triploid çeşitler elde edilmesidir. 1937 yılında kolhisin adı verilen bir alkaloidin antimitotik etki yaptığı anlaşıldıktan sonra, poliploid bitkilerin elde edilmesi için yapılan çalışmalar hızlanmıştır. Triploid (3x) hibrit karpuz, ilk kez Kihara ve Nishiyama tarafından 1939'da üretilmiştir ve çekirdeksiz meyve üretimi için kolhisin kullanımı ile teşvik edilen poliploidlere klasik bir örnektir [6]. Poliploidinin yapay olarak uyartımında çeşitli yöntemler kullanılmakla birlikte birçok türde en yaygın olarak kullanılan kimyasallar, kolhisin ve oryzalin adlı antimitotik maddelerdir. *Colchisum autumnale* (güz çiğdemi) bitkisinden ekstrakte edilen bir alkaloid olan kolhisin, mitoz bölünmenin metafaz aşamasından sonra mikrotübül sentezini etkileyerek iğ iplikçiklerinin oluşumunu bloke eder ve böylece kromozom sayısının katlanmasını sağlar [2]. Poliploidi, kolhisin uygulamaları ile sağlanabilmekte ve bitki ıslahçılarının ihtiyaç duyduğu bitki materyallerine sadece bir üretim sezonunda ulaşılabilmektedir [20].

Tetraploid bitki elde etmede kolhisin uygulamaları nispeten hızlı, pratik ve güvenilir bir yöntemdir [19]. Kolhisin kullanılarak kromozom sayısının katlanması (ploidi seviyesinin artırılması) uygulamalarında, tohumların kolhisin çözeltisine daldırılması veya çimlenen tohuma uygulama (%0.001 ile %1 arasında, %0.2 daha yaygın), genç fidelerin sürgün uçlarına ve koltuk tomurcuklarına kolhisin uygulanması (%0.1 ile %1 arası), kotiledon aşamasında büyüme ucu uygulaması (%10'luk gliserin içinde %0.2 ile %0.4 kolhisin) ve *in vitro* besin ortamlarına kolhisin ilavesi (%0.05 ile %1.0 arası) gibi çok farklı yöntemler kullanılmaktadır [7, 16, 13, 2]. Bununla birlikte en yaygın ve etkili uygulama şekli fide aşamasında sürgün uçlarına uygulamadır [3].

Kolhisin uygulamaları sonrası ploidi seviyesinin belirlenmesinde morfolojik, sitolojik ve flow sitometri analizleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Compton ve ark. [4] karpuzda tetraploid bitkilerde kloroplast yoğunluğu, yumurtalık çapı, erkek çiçeklerin taç yaprak genişliği, anter çapı ve yaprak boy/genişlik oranlarının ploidi belirlemede iyi göstergeler olduğunu bildirmişlerdir. Sarı ve ark. [21] karpuzda ploidi düzeyin belirlenmesinde kromozom sayımları ve morfolojik gözlemlerin uzun zaman alması, flow sitometri için pahalı bir cihaza ihtiyaç duyulması nedeniyle stoma ve kloroplast sayımı ve ölçümlerinin pratik ve alternatif bir yöntem olduğunu rapor etmiştir. Koh [15] tetraploid karpuz bitkilerinde her bir meyve başına düşen tohum miktarının diploidlere göre yaklaşık 1/10'u kadar daha az olduğunu ve birçoğunun da boş embriyo oluşturduğunu bildirmiştir. Yine tetraploid karpuz bitkilerin diploid bitkilere göre yapraklarının daha geniş ve erkek çiçeklerinin daha büyük [10], meyve kabuğunun daha kalın, meyve başına tohum sayısının daha düşük, tohumlarının boş ve zayıf embriyolu ve kotiledon yapraklarının daha hacimli (kalın) olduğu belirtilmiştir [11]. Poliploid bitkilerin daha büyük, daha geniş ve koyu yeşil yapraklara sahip olduğu aynı zamanda abiyotik stres koşullarına karşı daha toleranslı olduğu rapor edilmiştir [23, 16]. Alsahlany ve ark. [1] patateste ploidi seviyesinin belirlenmesinde kloroplast sayımı, SNP (Single

Nucleotide Polymorphism) ve flow sitometri yöntemleri ile benzer sonuçlar elde edildiğini, bu bakımdan kloroplast sayım tekniğinin ıslahçılar için diploid ve tetraploid bitkileri belirlemede, ucuz ve kullanışlı bir metot olduğunu ifade etmişlerdir. Tetraploid biberlerin diploid eşdeğerlerine göre daha büyük ve geniş çiçeklere sahip olduğu, diploid çiçeklerde tipik olarak 6 stamen ve petal olduğu, buna karşın tetraploid çiçeklerde 7 stamen ve petal bulunduğu, yine tetraploid bitkilerin %20 daha büyük ovaryum ve %25 daha büyük polen çapına sahip olduğu bildirilmiştir [8]. Tetraploid biberlerde yaprak alanı ve kalınlığının arttığı, diploid olanlara göre meyve uzunluğu ve ağırlığının daha düşük olmasına rağmen, artan meyve yükünde daha homojen meyveler elde edildiği belirtilmektedir [26]. Yine tetraploid patlıcan bitkilerinde yaprak alanı ve fotosentez ürünlerinde artışla birlikte meyve yüküne bakılmaksızın küçük ama daha homojen meyvelerin elde edildiği rapor edilmiştir [28].

Flow sitometri 1980'li yıllardan bu yana bitki DNA içeriğinin tahminlenmesinde, bitki ıslahında özellikle genom büyüklüğü ve ploidi seviyesinin belirlenmesinde (özellikle poliploid ve hibrit ıslahında) yaygın olarak kullanılmaktadır. Doku kültüründen elde edilen bitkilerde somaklonal varyasyonlar sonucunda DNA'nın stabil olmaması nedeniyle flow sitometri analizi tavsiye edilmektedir [25]. Domateste tetraploid bitkilerin doğrulamasında flow sitometri ve kök uçları preparasyonlarında sitogenetik analizlerin başarılı bir şekilde kullanılabileceği belirtilmiştir [19]. Yine karpuzda kromozom sayım yönteminin tetraploid belirlemede diğer yöntemlere göre daha fazla zaman aldığı, flow sitometri analiz yönteminin tetraploid bitkilerin tespit edilmesinde daha hızlı ve elverişli olduğu rapor edilmiştir [12, 9].

Bu çalışmada, ıslah çalışmalarında kullanılmak üzere belirlenen kapya biber ıslah hatlarına ait tohumlarda veya bu tohumlardan yetiştirilen genç bitkilerde kolhisin uygulamaları yapılarak poliploidin teşvik edilmesi planlanmıştır. Kapya biber genotiplerin tohum ve koltuk tomurcuklarına farklı doz ve sürelerde kolhisin uygulaması sonrasında elde edilen bitki ve sürgünlerde ploidi seviyesinin belirlenmesinde, morfolojik, sitolojik ve flow sitometri analizlerinin karşılaştırılması yapılmış ve sonuçları bir arada değerlendirilmiştir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Bu araştırma 2020 ve 2021 yıllarında Petektar Tohum San. Tic. Ltd. Şti., Aksu/Antalya, fidelikleri ve üretim seralarında yürütülmüştür. Çalışmada, firmanın kapya biber ıslah çalışmalarında kullanılmak üzere gen havuzunda bulunan 12 farklı kapya biber hattı kullanılmıştır.

Metot

Kapya biber hatlarında ploidi artışının teşvik edilmesi amacıyla kolhisin uygulamaları, biber tohumlarının kolhisin çözeltisine daldırılması ve genç fidelerin koltuk tomurcuklarına kolhisin uygulaması şeklinde iki farklı yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

•Tohumların Kolhisin Çözeltisine Daldırılması: Kapya biber hatlarının her birinden 10'ar adet tohum × 4 tekerrür olacak şekilde; içinde %0.1 ve %0.2'lik 10 ml kolhisin çözeltisi bulunan amber renkli şişelerde (100 ml'lik) 24 ve 48 saat süresince 25°C sıcaklığındaki iklim dolabında uygulamaya tâbi tutulmuştur [17]. Uygulamalar sonrası kolhisin çözeltisi süzüldükten sonra (atıklar güvenli şekilde muhafaza edilmiştir) tohumlar önce çeşme suyu ile ve daha sonra saf suda 10 dk. süresince durulanmıştır. Tohum uygulaması tamamlandıktan hemen sonra, tohumlar hiç bekletilmeden viyollere ekilmiştir. Kontrol olarak saf su içinde bekletilen tohumlar da aynı zamanda ekilmiştir. Kolhisin uygulaması görmüş tohumlar ile birlikte fide dönemi kolhisin uygulamaları için hiç uygulama görmemiş tohumlar, ayrı bir set halinde ekilmiştir. Ekim yapılan viyoller 24°C sıcaklığındaki çimlendirme odasında 3 gün tutulmuş ve kökçük çıkışı başlar başlamaz firmaya ait fide serasına alınmışlardır. Fideler dikim büyüklüğüne gelene kadar gerekli kültürel işlemler fidelikte gerçekleştirilmiştir.

•Genç Fidelerin Koltuk Tomurcuklarına Kolhisin Uygulaması: Kolhisin uygulanmamış tohumlardan meydana gelen fideler, 3-4 gerçek yapraklı hale gelince 15 cm çapında içinde fide harcı bulunan saksılara dikilmiştir. Saksılardaki fideler 4-5 yapraklı döneme ulaştığında tepe budaması yapılmış ve hemen ardından koltuk tomurcuklarına %0.3 ve %0.5 dozlarında 12 ve 24 saat süre boyunca kolhisin uygulaması yapılmıştır. Fidelerde tepe kesimi yapıldıktan sonra, küçük pamuk topları kolhisin solüsyonlarına daldırılarak pamukların bu çözeltiyi emmesi sağlanmış, bir pens yardımı ile alınan kolhisin emdirilmiş pamuk topları, biber fidelerinin koltuk tomurcukları üzerine tutturulmuştur. Daha sonra koltuk tomurcukları üzerindeki pamuk toplarının ışıktan etkilenmemesi ve uygulama süresince kurumaması amacıyla, üzerleri alüminyum folyo ile tomurcuklara zarar vermeyecek şekilde sarılmıştır. Uygulama sürelerinin sonunda alüminyum folyo sökülmüş, tomurcuklar saf su ile

yıkanmış ve uygulama yapılan tomurcuğun bulunduğu yaprağa plastik halka etiketler takılmıştır. Uygulama sonrası fideler seralardaki yerlerine dikilmeden önce bir hafta daha fidelikte bekletilmiştir. Gerek tohumlara kolhisin uygulamasından elde edilen fideler gerekse de koltuk tomurcuklarına kolhisin uygulanmış fideler ve kontrol grubu fideler 2020 bahar döneminde seralardaki yerlerine dikilmiştir. Yetiştiricilik süresince tüm bitkilerde gerekli her türlü kültürle işlemler, hastalık ve zararlılar ile mücadele işlemleri gerçekleştirilmiştir. Tohum uygulamalarından meydana gelen bitkilerde ve kolhisin uygulanmış koltuk tomurcuklarından meydana gelen sürgünlerdeki çiçeklerde kendilemeler yapılmış ve kendilenmiş meyveler hasat edilerek tohumları elde edilmiştir.

•Morfolojik, Sitolojik ve DNA Miktarına (Flow Sitometri) Göre Yapılan İncelemeler: 2020 bahar döneminde elde edilen kendilenmiş tohumlar ve kontrol olarak 12 genotipin tohumları 2020 güz döneminde viyollere ekilmiş ve fideler fidelikte yetiştirildikten sonra seralardaki yerlerine dikilmiştir. Serada yerlerine dikilmiş yaklaşık 4500 adet bitkide, çiçek çapı, yaprak alanı, meyve eni / boyu ve tohum oluşumu gibi morfolojik karakterler bakımından değerlendirilmiştir. Çiçek çapı, meyve eni ve boyu bir kumpas yardımı ile ölçülmüştür. Meyvelerde tohum oluşumu ise hasat olgunluğuna gelmiş meyvelerde, meyvedeki tohum sayısına göre çok fazla (50 ve üzeri), çok (30-50 arası), az (10-30 arası), çok az (0-10) ve yok (0) olarak belirlenmiştir. Yaprak alanı ölçümleri için her bir uygulamaya ait bitkilerden alınan yaprak (büyüme ucundan itibaren 4. yaprak) örnekleri alüminyum folyo arasına konulmuş ve uygulama kodu folyo üzerine yazılmıştır. Daha sonra her bir uygulama grubundan yapraklar ayrı ayrı sarılarak kuru buz kutularına sarılarak ölçüm için hazırlanmıştır. Yaprak alanı ölçümleri, Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ndeki LI-COR, LI-3000C model yaprak alanı ölçer cihazında yapılmıştır.

Yine bu bitkilerin yapraklarında sitolojik gözlem olarak birim alandaki stoma sayısı, stoma eni ve boyu belirlenmiştir. Bitkilerin büyüme ucundan itibaren 4. yaprak alınmış ve her yaprakta bir preparat hazırlanarak, Saptop, CX40-T marka trinoküler mikroskopta 3 farklı bölgede birim alanda (0.08 mm²) alanda sayım ve ölçümler yapılmıştır. Preparat hazırlanırken yaprağın alt kısmından bir miktar epidermis lam üzerine konulup, üzerine 1 damla saf su damlatılarak lamel kapatılmıştır. Hazırlanan preparatlarda stoma sayısı, stoma eni ve boyu belirlenmiştir. Ölçümler 40 büyütmeli objektif ve 10 büyütmeli okülerde yapılmıştır.

2020 güz döneminde morfolojik ve sitolojik gözlem/ölçümlerle olası poliploid adayı olarak belirlenen bitkilerin kendilenmiş meyvelerinden alınan tohumlar 2021 bahar döneminde viyollere ekilmiş ve firmaya ait fidelikte fideler yetiştirilmiştir. Genç fidelerden 4-5 yapraklı dönemde alınan yaprak örneklerinde flow sitometri analizi gerçekleştirilmiştir. Flow sitometri analizi için her bir olası poliploid bitkiden yaprak büyüklüğüne bağlı olarak 1 veya 2 adet yaprak alınmış, nemli kaba filtre kağıtları arasına yerleştirilerek dip tarafından delinmiş olan 60x90 mm kilitli örnek poşeti içine yerleştirilmiş ve örnek poşetleri, içinde buz kasetleri bulunan (örneklerin buzla temasını önlemek için araya strafor konulmuştur) mini soğutmalı buz kutusu içine yerleştirilmiştir. Tüm olası poliploid bitkilerden örnek alımı gerçekleştirildikten sonra flow sitometeri analizi, Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'ndeki, Partec Cyflow Space marka flow sitometri cihazında gerçekleştirilmiştir [29].

BULGULAR

Tohumlara kolhisin uygulamalarından elde edilen olası tetraploid bitkilerin ve kontrol bitkilerinin morfolojik karakterler olan ortalama çiçek çapı, yaprak alanı, meyve eni ve boyu üzerine etkileri Çizelge 1'de ve sitolojik incelemeler olan yaprakta birim alandaki stoma sayısı, stoma eni ve boyu değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Olası tetraploid bitkilerde ortalama çiçek çapı (3 no.lu hat hariç), yaprak alanı, meyve eni ve boyu değerlerinin kontrol bitkilerine kıyasla daha fazla olduğu belirlenmiştir. Olası tetraploidlerin çiçek çapı değerleri, 25.0 mm ile 29.5 mm arasında, yaprak alanı 23.8 cm² ile 62.3 cm², meyve eni 3.0 cm ile 4.9 cm ve meyve boyu 6.7 cm ile 19.0 cm arasında değişmiştir (Çizelge 1).

Kontrol bitkilerinde birim alandaki stoma sayısı 8.3 ile 13.0 adet arasında değişirken, olası poliploid bitkilerde 4.3 ile 8.3 adet arasında değişmiştir. Kontrol bitkileri ile kıyaslandığında stoma eni 1, 3, 7 ve 10 no.lu hatlar hariç olası tetraploid bitkilerde daha düşük olarak belirlenirken, stoma boyu 4 ve 10 no.lu hatlar hariç kontrol bitkilerine göre daha yüksek olarak belirlenmiştir. Genel olarak bir değerlendirme yapıldığında, olası tetraploid bitkilerde birim alandaki stoma sayısının aynı hat içinde kontrol bitkisine göre daha az olduğu belirlenmiş ve stomaların özellikle boyunun kontrole göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Koltuk tomurcuğuna kolhisin uygulamalarının ardından seçilerek, olası poliploid olarak belirlenen bitkilerde ortalama çiçek çapı (3 no.lu hat hariç),

yaprak alanı ve meyve eninin kontrol bitkilerine göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Meyve boyu bakımından bir değerlendirme yapıldığında 3, 5, 6, 7, 9, 10 ve 11 no.lu hatlarda kontrol bitkilerinin daha uzun meyvelere sahip olduğu, diğer hatlarda ise olası tetraploidlerin (1, 2, 4, 8 ve 12 no.lu hatlar) daha uzun meyveye sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 1. Tohum uygulamalarında ortalama çiçek çapı, yaprak alanı, meyve eni ve boyu değerleri

Table 1. Mean flower diameter, leaf area, fruit width and length values of seed treatments

Hat no *Inbred line number*	Çiçek çapı (mm) *Flower diameter*		Yaprak alanı (cm²) *Leaf area*		Meyve eni (cm) *Fruit width*		Meyve boyu (cm) *Fruit length*	
	Kontrol *Control*	Olası tetraploid *Putative tetraploid*	Kontrol *Control*	Olası tetraploid *Putative tetraploid*	Kontrol *Control*	Olası tetraploid *Putative tetraploid*	Kontrol *Control*	Olası tetraploid *Putative tetraploid*
1	24.3	26.3	24.4	43.5	2.3	4.1	7.8	14.7
2	23.7	25.3	42.4	50.0	3.3	4.9	8.1	16.6
3	27.6	26.5	40.7	50.9	2.7	4.4	11.4	19.0
4	25.2	26.7	45.9	56.1	3.0	4.7	10.5	17.0
5	25.3	27.3	30.3	33.7	1.7	3.0	6.3	9.5
6	19.7	27.5	19.1	23.8	1.5	3.0	3.9	6.7
7	22.1	28.7	29.1	40.0	3.2	4.8	8.2	9.7
8	24.0	27.9	35.8	58.7	3.1	4.5	7.1	10.5
9	26.7	29.0	40.9	62.3	3.2	4.2	12.7	17.7
10	26.3	29.5	53.7	60.6	2.7	4.5	11.1	15.9
11	24.9	25.9	53.8	54.7	3.0	4.5	10.0	14.8
12	22.2	25.0	26.7	38.8	2.4	4.7	7.5	10.9

Çizelge 2. Tohum uygulamalarından elde edilen bitkilerin yapraklarında birim alandaki ortalama stoma sayısı, stoma eni ve boyu değerleri

Table 2. Mean stoma number in unit of area, stoma width and stoma length values in leaf of plants obtained from seed treatments.

Hat no *Inbred line number*	Stoma sayısı (adet) *Stoma number*		Stoma eni (µm) *Stoma width*		Stoma boyu (µm) *Stoma length*	
	Kontrol *Control*	Olası tetraploid *Putative tetraploid*	Kontrol *Control*	Olası tetraploid *Putative tetraploid*	Kontrol *Control*	Olası tetraploid *Putative tetraploid*
1	11.0	6.9	21.5	24.0	30.4	32.6
2	12.3	6.1	27.3	25.0	33.0	34.8
3	13.0	6.3	23.2	23.4	30.6	33.3
4	9.0	6.6	28.7	26.9	33.4	32.6
5	11.0	5.9	26.7	23.3	29.3	32.6
6	9.7	5.4	27.7	25.4	34.1	37.4
7	8.3	4.3	24.0	27.3	30.9	45.3
8	12.7	7.6	26.4	24.3	33.2	34.9
9	8.7	6.6	24.6	24.1	32.2	34.8
10	10.3	7.5	23.7	24.4	33.2	31.2
11	11.0	8.0	26.1	24.6	33.0	35.5
12	12.3	8.3	30.2	29.1	36.0	39.7

Sitolojik incelemeler olarak değerlendirilen parametrelerden birim alandaki stoma sayısı, olası tetraploidlerde kontrol bitkilerine göre daha düşük olarak belirlenmiştir. Stoma eni (3, 5, 8 ve12 no.lu hatlar hariç) ve stoma boyu bakımından (8 no.lu hat hariç) olası poliploidlerin kontrol bitkilerine kıyasla daha yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, olası tetraploid bitkilerdeki stomaların kontrol bitkilerine göre daha iri olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 4).

Çizelge 3. Koltuk tomurcuğu uygulamalarında ortalama çiçek çapı, yaprak alanı, meyve eni ve boyu değerleri

Table 3. Mean flower diameter, leaf area, fruit width and length values of axillary bud treatments

Hat no *Inbred line number*	Çiçek çapı (mm) *Flower diameter*		Yaprak alanı (cm²) *Leaf area*		Meyve eni (cm) *Fruit width*		Meyve boyu (cm) *Fruit length*	
	Kontrol *Control*	Olası tetraploid *Putative tetraploid*	Kontrol *Control*	Olası tetraploid *Putative tetraploid*	Kontrol *Control*	Olası tetraploid *Putative tetraploid*	Kontrol *Control*	Olası tetraploid *Putative tetraploid*
1	24.3	27.0	24.4	37.0	2.3	2.9	7.8	9.0
2	23.7	26.0	42.4	60.3	3.3	3.9	8.1	10.4
3	27.6	27.0	40.7	56.7	2.7	2.9	11.4	11.2
4	25.2	25.8	45.9	61.2	3.0	3.8	10.5	12.7
5	25.3	29.0	30.3	60.0	1.7	2.2	6.3	5.8
6	19.7	21.0	19.1	35.2	1.5	1.9	3.9	3.3
7	22.1	29.5	29.1	40.5	3.2	3.8	8.2	6.2
8	24.0	28.3	35.8	49.5	3.1	3.9	7.1	9.0
9	26.6	28.5	40.9	55.6	3.2	3.6	12.7	8.3
10	26.3	29.0	53.7	67.5	2.7	3.2	11.1	9.5
11	24.9	27.5	53.8	66.6	3.0	3.6	10.0	6.8
12	22.2	24.0	26.7	37.1	2.4	2.8	7.5	8.1

Çizelge 4. Koltuk tomurcuğu uygulamalarından elde edilen sürgünlerin yapraklarında birim alandaki ortalama stoma sayısı, stoma eni ve boyu değerleri

Table 4. Mean stoma number in unit of area, stoma width and stoma length values in leaf of shoots from axillary bud treatments.

Hat no *Inbred line number*	Stoma sayısı (adet) *Stoma number*		Stoma eni (µm) *Stoma width*		Stoma boyu (µm) *Stoma length*	
	Kontrol *Control*	Olası tetraploid *Putative tetraploid*	Kontrol *Control*	Olası tetraploid *Putative tetraploid*	Kontrol *Control*	Olası tetraploid *Putative tetraploid*
1	11.0	6.3	21.5	23.4	30.4	34.7
2	12.3	6.5	27.3	28.5	33.0	38.5
3	13.0	8.0	23.2	22.1	30.6	32.3
4	9.0	6.9	28.7	29.4	33.4	38.8
5	11.0	4.6	26.7	25.0	29.3	37.4
6	9.7	-	27.7	-	34.1	-
7	8.3	5.0	24.0	24.5	30.9	38.4
8	12.7	8.5	26.4	23.6	33.2	32.1
9	8.7	4.8	24.6	26.5	32.2	38.5
10	10.3	8.0	23.7	24.2	33.2	37.9
11	11.0	7.0	26.1	26.2	33.0	40.8
12	12.3	7.3	30.2	27.7	36.0	40.5

Kontrol bitkileri ile olası tetraploid bitkilerin meyve başına tohum sayıları kontrol bitkilerinde ‘çok fazla’ (50 ve üzeri; 1, 2, 4, 7, 9 10 ve 12 no.lu hatlar)

ve 'çok' (30 ile 50 arası; 3, 5, 6, 8 ve 11 no.lu hatlar) olarak belirlenirken, hem tohumlara kolhisin uygulaması hem de koltuk tomurcuğu kolhisin uygulamalarından elde edilen bitkilerde tohum sayısı 'az' (10 ile 30 arası) veya 'çok az' (0 ile 10 arası) olarak belirlenmiştir (Çizelge 5).

Morfolojik ve sitolojik gözlemler sonucunda tohum veya koltuk tomurcuğu uygulamalarından elde edilen olası tetraploid bitkilerin, gerçekten tetraploid kromozom yapısına sahip olup olmadıklarının doğrulanması için gerçekleştirilen flow sitometri analiz sonuçları Çizelge 6 ve 7'de verilmiştir. Tohum uygulamalarından sitolojik gözlemler sonucunda 89 adet ve morfolojik gözlemeler sonucunda 176 adet, koltuk tomurcuğu uygulamalarından ise sitolojik gözlemlerde 34 adet ve morfolojik gözlemlerden ise 117 adet olmak üzere, her iki uygulamadan toplamda 416 adet 'olası tetraploid bitkide flow sitometri analizi gerçekleştirilmiştir. Flow sitometri analizi sonrasında toplam 416 adet olası tetraploid bitkiden, 56 tanesi (%13.46) tetraploid kromozom miktarını net olarak göstermiştir. Bu tetraploidlerden 27 tanesi (%10.19) tohum uygulamaları, 29 tanesi (%19.21) koltuk tomurcuğu uygulamalarından elde edilmiştir (Çizelge 6 ve 7).

Çizelge 5. Tohum ve koltuk tomurcuğu kolhisin uygulamalarından elde edilen olası tetraploid bitkilerde ve kontrol bitkilerinde meyve başına tohum sayısı

Table 5. Seed number per fruit in putative tetraploid and control plants obtained from seed and axillary bud colchicine treatment

Hat no *Inbred line number*	Meyve başına tohum sayısı (adet) / *Seed number per fruit*		
	Kontrol *Control*	Tohum uygulamalarından elde edilen olası tetraploidler *Putative tetraploids from seed treatments*	Koltuk tomurcuğu uygulamasından elde edilen olası tetraploidler *Putative tetraploids from axillary bud treatments*
1	66	17	15
2	52	23	22
3	47	28	24
4	71	16	19
5	37	6	5
6	32	9	7
7	83	24	18
8	41	20	25
9	55	10	8
10	69	29	23
11	44	27	23
12	68	19	21

Sitolojik ve morfolojik gözlemler bazında değerlendirme yapıldığında tohum ve koltuk tomurcuğu uygulamalarından toplamda 17 adet tetraploid bitkinin sitolojik gözlemlerle uyumluluk gösterdiği, 39 adet tetraploidin ise morfolojik gözlemlerle birebir uyuştuğu görülmüştür. Elde edilen tetraploidlerin genotiplere göre dağılımına bakıldığında, en fazla sayıda tetraploid bitki sayısı tohum uygulamalarında 7 no.lu genotipte 22 adet, koltuk tomurcuğu uygulamalarında ise 5 no.lu genotipte 9 adet olarak belirlenmiştir. Gerek tohum gerekse koltuk tomurcuğu kolhisin uygulamaları sonrası 1 ve 8 no.lu genotiplerde tetraploid bitki saptanamaz iken, diğer genotiplerde en az birer adet tetraploid bitki belirlenmiştir.

Çizelge 6. Tohum uygulamalarında sitolojik, morfolojik gözlemler ve flow sitometri analizine göre tetraploid bitki sayıları

Table 6. Tetraploid plant numbers according to cytological, morphological examinations and flow cytometry analysis in seed treatments

Hat no *Inbred line number*	Sitolojik gözlemler *Cytological examination*		Morfolojik gözlemler *Morphological examination*	
	Sitolojik gözlemlere göre olası tetraploid bitki sayısı (adet) *Putative tetraploid plant numbers according to cytological examination*	Flow sitometri analizlerine göre tetraploid bitki sayısı (adet) *Tetraploid plant numbers according to flow cytometry*	Morfolojik gözlemlere göre olası tetraploid bitki sayısı (adet) *Putative tetraploid plant numbers according to morphological examinations*	Flow sitometri analizlerine göre tetraploid bitki sayısı (adet) *Tetraploid plant numbers according to flow cytometry*
1	7	-	*	-
2	13	-	53	-
3	9	1	2	2
4	1	-	2	-
5	22	1	3	-
6	12	-	15	-
7	8	6	20	16
8	5	-	47	-
9	5	1	7	-
10	2	-	6	-
11	3	-	13	-
12	2	-	8	-
Toplam Total	89	9	176	18

*Olası tetraploid belirlenememiştir.

**Putative tetraploid was not determined.*

Biber tohumlarına ve genç biber fidelerinin koltuk tomurcuğuna farklı doz ve sürelerde kolhisin uygulamalarının tetraploid bitki sayısı üzerine etkileri Şekil 1 ve Şekil 2'de verilmiştir. Tohum uygulamalarında flow sitometri analizi sonrası en fazla tetraploid bitki sayısı 14 adet ile %0.2-24 saat uygulamasından, en az ise 6 adet ile %0.1-24 saat uygulamasından elde edilmiştir. Koltuk tomurcuğuna kolhisin uygulamalarında ise en fazla tetraploid bitki 14 adet ile %0.3-24 saat uygulamasında meydana gelirken, en az ise 6 adet ile %0.3-12 saat uygulamasından elde edilmiştir. Tohum uygulamalarında %0.1-48 saat ve koltuk tomurcuğu uygulamalarında ise %0.5-24 saat uygulamasından tetraploid bitki elde etmek mümkün olamamıştır.

Çizelge 7. Koltuk tomurcuğu uygulamalarında sitolojik, morfolojik gözlemler ve flow sitometri analizine göre tetraploid bitki sayıları

Table 7. Tetraploid plant numbers according to cytological, morphological examinations and flow cytometry analysis in axillary bud treatments

Hat no *Inbred line number*	Sitolojik gözlemler *Cytological examination*		Morfolojik gözlemler *Morphological examination*	
	Sitolojik gözlemlere göre olası tetraploid bitki sayısı (adet) *Putative tetraploid plant numbers according to cytological examination*	Flow sitometri analizlerine göre tetraploid bitki sayısı (adet) *Tetraploid plant numbers according to flow cytometry*	Morfolojik gözlemlere göre olası tetraploid bitki sayısı (adet) *Putative tetraploid plant numbers according to morphological examinations*	Flow sitometri analizlerine göre tetraploid bitki sayısı (adet) *Tetraploid plant numbers according to flow cytometry*
1	4	-	5	-
2	3	1	20	1
3	1	-	1	-
4	3	1	17	1
5	5	2	7	7
6	*	-	6	1
7	4	2	18	2
8	2	-	16	-
9	5	2	1	1
10	1	-	3	3
11	1	-	4	4
12	5	-	19	1
Toplam Total	34	8	117	21

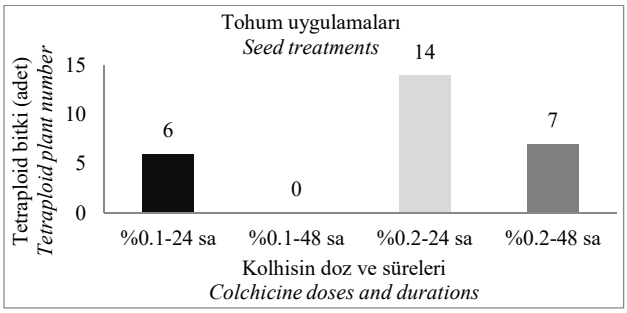
*Olası tetraploid belirlenememiştir.

**Putative tetraploid was not determined.*

TARTIŞMA

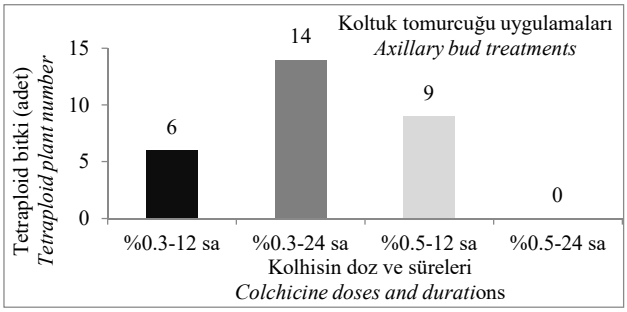
Bu çalışmada 12 farklı kapya biber genotipinde tohum ve koltuk tomurcuğu kolhisin uygulamalarından elde edilen bitkilerde, morfolojik ve sitolojik gözlemler ile flow sitometri analizlerinin tetraploid bitkileri belirlemede etkinliklerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Tohum ve koltuk tomurcuğu kolhisin uygulamalarından elde edilen olası tetraploid bitkiler ile kontrol bitkileri arasında kıyaslama yapıldığında, morfolojik karakterler olan çiçek çapı, yaprak alanı, meyve eni/boyu ve meyve başına tohum miktarı bakımından önemli farklılıklar belirlenmiştir. Hem tohum uygulamaları hem de koltuk tomurcuğu uygulamalarında olası tetraploid olarak belirlenen bitkilerde 3 no.lu hat hariç çiçek çapının kontrol bitkilerinden daha fazla olduğu, yani olası tetraploid bitkilerin daha iri çiçeklere sahip olduğu tespit edilmiştir. Daha önceki yapılan çalışmalarda da tetraploid karpuz [4, 10], biber [8] ve patlıcan [13] bitkilerinde çiçeklerin daha büyük olduğu belirtilmiştir. Sattler ve ark. [22] poliploid bitkilerin organlarında gigas etkisi ile artış olduğunu ve diploid akrabalarına göre yüksek vigor ve üstün özellikler gösterdiğini; Shao ve ark. [23] gibi Kulkarni ve ark. [16] da, poliploid bitkilerin daha büyük, daha geniş ve koyu yeşil yapraklara sahip olduğunu bildirmişlerdir. Yaprak boyutlarında olduğu gibi 'yaprak alanı' bakımından da her iki kolhisin uygulama yönteminden elde edilen olası tetraploid bitkilerde kontrol bitkilerine göre daha yüksek sayısal değerler elde edilmiştir.



Şekil 1. Tohumlara farklı doz ve sürelerde kolhisin uygulamalarının tetraploid bitki sayısı üzerine etkileri

Figure 1. Effects of colchicine applications on seeds at different doses and durations on the number of tetraploid plants



Şekil 2. Biber fidelerinin koltuk tomurcuklarına farklı doz ve sürelerde kolhisin uygulamalarının tetraploid bitki sayısı üzerine etkileri

Figure 2. The effects of different doses and durations of colchicine applications on the axillary buds of pepper seedlings on the number of tetraploid plants

Benzer bulgular tetraploid karpuzlarda [4, 10], tetraploid biberlerde [26] ve tetraploid patlıcanlarda [28] elde edilmiştir. Meyve eni ve boyu olası tetraploid bitkilerin bazılarında kontrol bitkilerine göre daha yüksek değerlere sahip olduğu halde, özellikle koltuk tomurcuğu uygulamalarından elde edilen olası tetraploidlerde meyve boyu özelliği kontrol bitkilerine göre genotiplere bağlı olarak bazen yüksek bazen düşük bulunmuştur. Tetraploid biber bitkilerinde diploid olanlara göre meyve uzunluğu ve ağırlığının daha düşük olduğu [26], yine patlıcanda küçük ama homojen meyvelerin elde edildiği başka çalışmalarda da bildirilmektedir [28]. Meyve

boyutlarının ploidi seviyesi ile birlikte verdiği sonuçların genotip bazında farklılık gösterdiği gözlenmiş ve genotip etkisi bu konuda oldukça önemli bulunmuştur. Tetraploid bitkilerde meyve başına tohum sayısı ile ilgili daha önceki çalışmalar incelendiğinde; karpuzda tohum sayısının diploid olanlara göre 1/10 daha az olduğu ve birçok tohumun embriyosunun az gelişmiş veya olmadığı [15, 11] bilgisine ulaşılmıştır. Sonuçları sunulan bu çalışmada da benzer bulgular elde edilmiş olup kontrol bitkilerinde meyve başına tohum miktarı 'çok' (30 ile 50 arası) veya 'çok fazla' (50 ve üzeri) olarak belirlenirken, olası tetraploidlerde 'az' (10 ile 30 arası) veya 'çok az' (0 ile10 arası) olarak belirlenmiştir.

Hem tohum hem de koltuk tomurcuğu kolhisin uygulamaları sonrası olası tetraploid bitkilerin yapraklarında birim alandaki stoma sayısının kontrol bitkilerine göre azaldığı, genel olarak stoma boyunun daha fazla olduğu belirlenirken, stoma eninin hatlara bağlı olarak farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Benzer şekilde, Khan ve ark. [13] patlıcanda tetraploid bitkilerde stomaların ve stomalardaki bekçi hücrelerinin diploid F_1'lere göre daha büyük olduğunu, yine Kulkarni ve Borse [17] biberde birim alandaki stoma sayısının daha az, stomaların en ve boyunun diploidlere kıyasla daha fazla olduğunu belirtmişlerdir.

Kolhisin veya oryzalin kullanılarak kromozom sayısı katlanmış poliploid bitkilerde ploidi seviyesinin belirlenmesi ile ilgili birçok türde yapılan daha önceki çalışmalarda morfolojik gözlemler, sitolojik yöntemler, kromozom sayımları ve DNA içeriğinin belirlenmesi (flow sitometri) gibi yöntemler kullanılmıştır. Karpuzda ploidi seviyesinin belirlenmesinde stoma ve kloroplast sayımı ve ölçümlerinin pratik ve alternatif yöntemler olduğu [21], yine karpuzda çiçek, yaprak, meyve ve meyvedeki tohum miktarı gibi morfolojik karakterlerin kullanılabileceği [10, 11], domateste flow sitometeri ve kök ucu kromozom sayımlarında sitogenetik analizlerin başarılı bir şekilde kullanılabildiği [19], patateste kloroplast sayımı, SNP (Single Nucleotide Polymorphism) ve flow sitometri yöntemleri ile benzer sonuçlar elde edildiği, bu bakımdan kloroplast sayım tekniğinin ıslahçılar için diploid ve tetraploid bitkileri belirlemede, ucuz ve kullanışlı bir metot olduğu rapor edilmiştir [1]. Bununla birlikte, karpuzda kromozom sayım yönteminin tetraploid belirlemede diğer yöntemlere göre daha fazla zaman aldığı, flow sitometri analiz yönteminin tetraploid bitkilerin tespit edilmesinde daha hızlı ve elverişli olduğu rapor edilmiştir [12, 9]. Bu çalışmada, tohum ve koltuk tomurcuğu kolhisin uygulamaları sonrası elde edilen çok geniş bir bitki popülasyonu içerisinden morfolojik gözlemlere göre 293 ve sitolojik gözlemlere göre 123 olmak üzere toplamda 416 olası tetraploid bitki belirlenmiştir. Olası tetraploid olarak belirlenen bu 416 bitkide gerçekleştirilen flow sitometri analizi sonrası ise 56 adet (%13.46) bitki, tetraploid kromozom miktarını göstermiştir. Tetraploid bitki elde etme oranı tohum uygulamalarında %10.19 olarak belirlenirken, koltuk tomurcuğu uygulamalarında ise %19.21 olmuştur. Kulkarni ve Borse [17], biberde tohumlara ve sürgün uçlarına kolhisin uygulaması sonrası elde edilen bitkilerde sitolojik gözlemler ile belirlen 313 olası poliploid bitkide gerçekleştirdikleri flow sitometri analizinde 31 adet (%9.9) tetraploid bitki belirlemişlerdir. Yine benzer bir çalışmada Ishikawa ve ark. [7], biber tohumlarına kolhisin uygulamaları sonrası meydana gelen bitkilerde yapılan flow sitometri analizi sonrasında %20 oranında tetraploid bitki elde etmişlerdir.

SONUÇ

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, kapya biberde tetraploid bitki elde etmede hem tohum hem de koltuk tomurcuğu kolhisin uygulamalarının etkin bir şekilde kullanılabileceğini ortaya koymuştur. Kolhisin uygulamaları sonrası elde edilen geniş bir bitki popülasyonu içinde tetraploid bitkilerin belirlenmesinde, sitolojik/morfolojik ölçüm ve gözlemlerin ön seleksiyon yöntemleri olarak kullanılabileceği belirlenmiştir. Tetraploid bitkilerin belirlenmesinde flow sitometri analizi (DNA içeriğinin belirlenmesi) DNA'nın stabil olmasından kaynaklı olarak kesinlik ortaya koyan bir yöntem olmakla birlikte, flow sitometri cihazının ve analiz ücretinin pahalı olması nedeniyle kolhisin uygulamaları sonrası tüm bitkilerde bu analizin gerçekleştirilmesi mümkün olmayabilmektedir. Bu bakımdan özellikle ploidi ıslahıyla uğraşan ıslahçıların, yoğun iş gücü ve zaman gerektirmesine rağmen morfolojik/sitolojik gözlem ve ölçümler ile geniş bitki popülasyonu içinden olası tetraploid bitkileri belirlemesi ve tetraploidi kromozom seviyesinin kesinliği için aday bitkilerde flow sitometri analizi gerçekleştirmesi tavsiye edilebilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, TÜBİTAK TEYDEB tarafından desteklenmiş olan 7190921 no.lu projenin bir bölümünden hazırlanmıştır. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkürlerimizi sunarız. Çalışmamızda yaprak alanı ölçümlerinde destek sağlayan Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'nden Dr. Öğr. Üyesi Kenan

SÖNMEZ'e ve Flow Sitometri analizleri için hizmet alımı kapsamında laboratuvar olanaklarından yararlanmamızı mümkün kılan Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Metin TUNA'ya teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Alsahlany, M., Zarka, D., Coombs, J., Douches, D.S. 2019. Comparison of methods to distinguish diploid and tetraploid potato in applied diploid breeding. American Journal of Potato Research 96 (3):244-254.
2. Amanah, H.A., Arumingtyas, E.L., Indriyani, S. 2016. Chromosome analysis of cayenne pepper (*Capsicum frustescens* L.) in colchicine induced mutation. Journal of Applied Horticulture 18(3):217-220.
3. Badu, M., Tripathy, B., Sahu, G.S., Kumar, Jena, A.K. 2017. Role of doubled haploids in vegetable crop improvement. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 6(6):384-389.
4. Compton, M.E., Gray, D.J., Elmstrom, G.W. 1996. Identification of tetraploid regeneration from cotyledons of diploid watermelon cultured in vitro. Euphytica 87:165-172.
5. FAO, 2020. FAOSTAT (https://www.fao.org/faostat/en/#data/qcl; Erişim: 30.07.2022
6. Grimball, P.C. 1971. Production of seedless water melons. USDA, Technical Bulletin, No:1425.
7. Ishikawa, K., Mishiba, K., Yoshida, H., Nunomura, O. 1997. Establishment of tetraploid plants of *Capsicum annuum* L. by colchicines treatment with the analysis of flow cytometry. Capsicum and Eggplant Newsletter 16:44-47.
8. Ishikawa, K., Kuboki, H., Mishiba, K. 2001. Tetraploid bell pepper shows high in vitro pollen germination at 15°C. HortScience 36(7):1336.
9. İnan, S. 2007. Karpuz (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum ve Nakai)'da *in vivo* ve *in vitro* yöntemlerle tetraploid bitki elde edilmesi (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 80s.
10. Jaskani, M.J., Kwon, S.W., Koh, G.C., Huh, Y.C., Ko, B.R. 2004-a. Induction and characterization of tetraploid watermelon. Journal of The Korean Society for Horticultural Science 45:60-65.
11. Jaskani, M.J., Kwon, S.W., Kim, E.J., Ko, B.R. 2004-b. Polyploidy affects fruit characteristics, seed morphology and germination in watermelon (*Citrullus lanatus*). Journal of The Korean Society for Horticultural Science 45(5):233-237.
12. Jaskani, M.J., Kwon, S.W., Dae, H.K. 2005. Flow cytometry of DNA contents of colchicine treated watermelon as a ploidy screening method at M1 stage. Pakistan Journal of Botany 37(3):685-696.
13. Khan, M.R., Hasnunnahar, M., Isshiki, S. 2013. Production of amphidiploids of the hybrids between *Solanum macrocarpon* and eggplant. HortScience 48(4):422-424.
14. Kim I.S. Okubo, H., Fujieda, K. 1992. Endogenous levels of IAA in relation to parthenocarpy in cucumber (*Cucumis sativus* L.). Scientia Horticulturae 52:1-8.
15. Koh, G. 2002. Tetraploid production of Moodeungsan watermelon. Korean Society for Horticultural Science 43(6):671-676.
16. Kulkarni, M., Borse, T., Chaphalkar, S. 2008. Mining anatomical traits: a novel modeling approach for increased water use efficiency under drought condition in plants. Czech Journal of Genetics. Plant Breeding 44:11-21.
17. Kulkarni, M., Borse, T. 2010. Induced polyploidy with gigas expression for root traits in *Capsicum annuum* (L.). Plant Breeding 129(4):461-464.
18. Mears, J.A. 1980. Chemistry of polyploids: a summary with comments on Parthenium (Asteraceae-Ambrosiinae). In: Lewis WH (ed.) Polyploidy: biological relevance. New York: Plenum Press 13:77-102 (https://doi.org/10.1007/978-1-4613-3069-1_5).
19. Praça, M.M., Carvalho, C.R., Clarindo, W.R. 2009. A practical and reliable procedure for in vitro induction of tetraploid tomato. Scientia Horticulturae 122(3):501-505.
20. Rey, H.Y., Sansberro, P.A., Collavino, M.M., Daviña, J.R., González, A.M., Mroginski, L.A. 2002. Colchicine, trifluralin and oryzalin promoted development of somatic embryos in Ilex paraguariensis (Aquifoliaceae). Euphytica 123:49-56.
21. Sarı, N., Abak, K., Pitrat, M. 1999. Comparison of ploidy level screening methods in watermelon: *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. and Nakai. Scientia Horticulturae 82:265-277.
22. Sattler, M.C., Carvalho, C.R., Clarindo, W.R. 2016. The polyploidy and its key role in plant breeding. Planta 243(2):281-296.
23. Shao, J., Chen, C., Deng, X. 2003. *In vitro* induction of tetraploid in pomegranate (*Punica granatum*). Plant Cell Tissue Organ Culture 75:241-246.
24. Sjut, V., Bangerth, F. 1982. Induced parthenocarpy: a way of changing the levels of endogenous hormones in tomato fruits (*Lycopersicon esculentum* Mill.): 1. Extractable hormones. Plant Growth Regulatuors 1:243-251.

25. Sliwinska, E. 2018. Flow cytometry - a modern method for exploring genome size and nuclear DNA synthesis in horticultural and medicinal plant species. Folia Horticulturae 30(1):103-128.
26. Takizawa, K., Ishikawa, K., Nunomura, O., Ito, T. 2008. Ploidy level effect on physiology of pepper plant as affected by fruit loading. ISHS Acta Horticulturae 779: International Symposium on Growing Media. Acta Horticulturae 779:689-697.
27. Tal, M. 1980. Physiology of polyploids. In: Lewis WH (ed.). Polyploidy: biological relevance. New York: Plenum Press. 13:61-76. PMID: 550845.
28. Tanaka, M. 1950. Studies on artificial polyploid egg plants. I. The production of tetra-ploid eggplants by means of colchicine. Reports Kihara Institute of Biological Research 4:59-65.
29. Tuna, M. 2014. Flow sitometri ve tarımsal araştırmalarda kullanımı. II. flow sitometri ve tarımsal araştırmalarda kullanımı eğitim programı notları, 16-17 Ocak 2014, Tekirdağ.
30. Xiong, Y.C., Li, F.M, Zhang, T. 2006. Performance of wheat crops with different chromosome ploidy: root-sourced signals, drought tolerance, and yield performance. Planta 224:710-718 (doi:10.1007/s00425-006-0252-x).

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 347–352 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

YÜZEN SU KÜLTÜRÜNDE ISPANAK (*Spinacia oleracea* L.) ÜRETİMİNDE İKİ FARKLI BESİN SOLÜSYONU UYGULAMASININ ETKİLERİ

Esra OKUDUR[1]*, Zeynep KAÇAR[2]

[1]Öğr. Gör., Batman Üniversitesi, Sason MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Batman; ORCID: 0000-0002-8658-016X
[2] Zir. Yük. Müh., Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya; ORCID: 0000-0002-9296-483X

ÖZ

Bu çalışma yüzen su kültüründe iki farklı besin solüsyonunda ıspanak bitkisinin verim ve verim bileşenleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla ısıtmasız sera koşullarında Antalya'da yürütülmüştür. Matador ıspanak çeşidi yüzen su kültüründe, Hoagland (1. uygulama) ve Cornell besin solüsyonlarında (2. uygulama) yetiştirilmiştir. Çalışma, tesadüf blokları deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak ve her tekerrürde 36 bitki bulunacak şekilde düzenlenmiştir. Uygulamalardan alınan ıspanak bitkilerinde bitki morfolojik özellikleri, verim ve yaprak renk değerleri (L, a, b, kroma ve hue değeri) belirlenmiştir. İncelenen parametreler arasında sadece gövde çapı ve yaprak renk (L, a) değerleri açısından test edilen besin çözeltilerinin etkisi istatistiksel önem seviyesinde bulunmuştur. Araştırmada elde edilen sonuçlar, su kültüründe ıspanak üretiminde her iki besin solüsyonun kullanılabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Topraksız tarım, Hoagland, Cornell, gübre, su kültürü

THE EFFECTS OF TWO DIFFERENT NUTRIENT SOLUTIONS ON SPINACH (*Spinacia oleracea* L.) PRODUCTION IN FLOATING CULTURE

ABSTRACT

This study was carried out in an unheated greenhouse conditions in Antalya in order to determine the effects of two different nutrient solutions on yield and yield components of spinach plants grown in floating culture. Matador spinach variety was grown in floating culture in Hoagland (1st treatment) and Cornell nutrient solution (2nd treatment). The study was arranged according to a randomized block design with 3 replications and 36 plants in each replicate. Plant growth characteristics, yield and leaf color (L, a, b, chroma and hue values) were determined. The differences between the tested nutrient solution were statistically significant in respect to stem diameter and leaf color (L, a) The results obtained in the study showed that both nutrient solutions can be used in the production of spinach in floating culture.

Keywords: Soilless culture, Hoagland solution, Cornell solution, hydroponics

GİRİŞ

Giderek artan nüfus ile birlikte artan besin ihtiyacını karşılamada birim alandan maksimum verim alınan topraksız tarım sistemleri ön plana çıkmaktadır. Bu sistemlerin temel amacı, toprak kaynaklı hastalıklar, zayıf toprak verimliliği, tuzluluk vb. toprak ile ilgili sorunların ortadan kaldırılmasıdır [25]. Hatta tatlı suyun bulunmadığı alanlarda, deniz suyu tuzdan arındırılarak bu sistemlerde kullanılabilir [9].

Son yıllarda topraksız tarım tekniklerinden biri olan hidroponik sistemler, seralarda yaprağı yenen bitkiler için popüler bir üretim teknolojisi haline gelmiştir. Yaprağı yenen sebzeleri üretmek için seralarda hidroponik sistemlerin kullanımı dünya çapında yaygınlık kazanmakta ve dünyanın taze sebze üretim sisteminin önemli bir bileşeni haline gelmektedir. Bu sistemlerde su ve bitki besin elementleri sirküle edildiğinden tasarruf sağlanmaktadır [10].

Topraksız tarım su ve katı ortam kültürü olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Su kültürü ya da hidroponik sistem; derin su kültürü, yüzen su kültürü, NFT, derin akış tekniği ve aeroponik olmak üzere 5'e ayrılmaktadır [24]. Bitkilerin, besin solüsyonu üzerinde serbest bırakılan köpük levha benzeri hafif bir materyalin üzerine yerleştirildiği ve bu şekilde sabit kalabildikleri yönteme yüzen su kültürü denmektedir [17].

Yüzen su kültürü yatırım masrafının düşük olması ve besin solüsyonun izlenmesi ve ayarlanması için ayrıntılı otomasyon gerektirmemesi nedeniyle özellikle ilgi çekici görünmektedir. 0.20-0.30 m derinliğinde, düşük maliyetli malzemeden (beton, tuğla, ahşap plakalar) hazırlanan yetiştirme havuzları PE film ile kaplanarak sızdırmaz hale getirilmektedir. Yetiştiricilik boyunca, besin solüsyonundaki O_2 konsantrasyonu 5-6 mg L^{-1} arasında değişmelidir.

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*: esra.okudur@batman.edu.tr

Yüzen su kültüründe yaprağı yenen sebzelerden marul başta olmak üzere ıspanak, roka, fesleğen, nane, kekik vb. bitki üretimi yapılmaktadır [24].

Kazayaklılar olarak adlandırılan *Chenopodiaceae* familyasında sebze olarak kullanılan ıspanak (*Spinacia oleracea* L.), ülkemizin hemen hemen her yerinde kış aylarında yetiştirilebilmektedir. Yaprakları 2-30 cm uzunluğunda ve 1-15 cm genişliğinde olabilmektedir. Genellikle dünyada 3 tip ıspanak yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bunlar; kıvırcık kabartılı yapraklara sahip taze tüketim için üretilenler, düz yapraklı kıvrımsız genellikle gıda sanayine yönelik üretilenler ve son olarak da bebek mamaları ve salatalarda hoş tadı ve nazik yapısı için kullanılmak üzere üretimi yapılanlardır [33]. Hidroponik sistemde yetiştirilen ıspanağın veriminin tarlada yetiştirilen ıspanaktan çok daha yüksek olduğu tespit edilmiştir [27]. Bitkinin tohumlarının çimlenmesi için optimum sıcaklık 12°C'dir [31].

Hidroponik sistemde bitki gelişimi için gerekli elementler besin solüsyonu ile sağlanır. Besin alımını ve bitki büyümesini arttırmak için temel makro ve mikro besinlerin çeşitli formülasyonlar geliştirilmiştir. Hidroponik sistemde yetiştirilen bitkilerde aşırı düşük besin konsantrasyonları genellikle büyümenin engellenmesine yol açar. Öte yandan, aşırı yüksek besin solüsyonu konsantrasyonu ozmotik strese, iyonik toksisiteye ve büyümenin engellemesine neden olur [23]. Halihazırda kullanılan en yaygın besin solüsyonları, iklim koşullarına ve suya bağlı olarak değiştirilen Hoagland ve Arnon, Hewitt, Cooper ve Steiner tarafından önerilenlerdir [4].

Bu çalışma yüzen su kültüründe Hoagland ve Arnon (1950) ve Cornell Üniversitesi CEA grubunun (2013) hazırladıkları besin solüsyonlarının ıspanak bitkisinde verim ve verim bileşenlerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL VE METOT

Araştırma, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi arazisinde kurulu olan ısıtmasız cam serada (30 m²) 1 Ocak 2017-15 Şubat 2017 tarihleri arasında yürütülmüştür. Bitki materyali olarak Matador F_1 (Geniş yapraklı, koyu yeşil renkli, pürüzsüz ve yaprak uçları oval, orta derecede dik büyüyen, kısa saplı verimli bir çeşit) ıspanak çeşidi kullanılmıştır. Ispanak tohumları 3-4 gerçek yapraklı fide aşamasında gelince yüzen su kültürü düzeneğine aktarılmıştır. Çalışma 200×50×20 cm (boy × en × yükseklik) ölçülerinde 200 litre hacme sahip polyester tankta yapılmıştır. Strafor plakalar sıra arası 12 cm ve sıra üzeri 15 cm olacak şekilde 5 cm genişliğinde delikli plastik saksılara yerleştirilmiştir. Saksıların içerisine perlit konularak bitkinin sağa sola yatması engellenerek dik durması sağlanmıştır. Kurulan çalışmada tesadüf blokları deneme deseninde 2 uygulamalı, 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 36 adet bitki olacak şekilde toplam 216 adet ıspanak bitkisi yetiştirilmiştir (Şekil 1). Bitkilerin beslenmesinde Hoagland besin solüsyonu (Çizelge 1) ve Cornell Üniversitesi CEA grubu (2013) tarafından hazırlanan solüsyonlar kullanılmıştır (Çizelge 2). Bitkinin köklerine oksijen sağlamak amacıyla hava motoru kullanılmıştır. Hava motorundan çıkan oksijen homojen dağılmasını sağlamak amacıyla 60 cm boyutundaki hava taşı bağlanmıştır. Oksijen metre ile sürekli oksijen kontrol edilmiş ve 4 mgL^{-1}'nin altına düşürülmeden hava motoru çalıştırılmıştır.

Çizelge 1. Hoagland besin solüsyonu reçetesi (1950)
Table 1. Hoagland nutrient solution prescription (1950)

Besin elementleri *Nutrient elements*	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	B	Mn	Zn	Cu	Mo
Konsantrasyon *Concentration* (mgL^{-1})	210	31	234	200	48	64	2.5	0.5	0.5	0.05	0.02	0.01

Çizelge 2. Cornell besin solüsyonu reçetesi (2013)
Table 2. Cornell nutrient solution prescriptions (2013)

Besin elementleri *Nutrient elements*	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	B	Mn	Zn	Cu	Mo
Konsantrasyon *Concentration* (mgL^{-1})	125	31	215	84	24	35	0.94	0.16	0.14	0.13	0.03	0.03



Şekil 1. Yüzen su kültüründe ıspanak bitkileri
Figure 1. Spinach plant in floating culture

Her tekerrüründen rastgele seçilen 10 bitkide bitki gelişimi ile ilgili ölçümler yapılmıştır. Bitki ağırlığı; kökleri kesilen bitkinin hassas terazide tartılması ile belirlenmiş sonuçlar g olarak kaydedilmiştir. Bitki boyu olarak köklerin kesildiği noktadan yaprakların en uç noktasına kadar olan kısım cetvel (cm) ile ölçülmüştür. Kök uzunluğu için, kök boğazlarının üzerinden kesildikten sonraki kalan kök kısmı cetvel yardımı ile ölçülmüş ve sonuçlar cm olarak

kaydedilmiştir. Kök ağırlığı, bitki köklerinin hassas terazide (g) tartılması ile elde edilmiştir. Toplam yaprak sayısı, pazarlama değeri olmayan (çürük, sararmış, kararmış vb.) yapraklar dahil tüm yapraklar sayılarak kaydedilmiştir. Pazarlanabilir yaprak sayısı, toplam yaprak sayısından pazarlama değeri olmayan (çürük, sararmış, kararmış vb.) yaprak sayısının çıkarılması ile belirlenmiştir. Gövde çapı, dijital kumpas yardımıyla ölçülmüş, mm olarak kaydedilmiştir. Gövde ağırlığı, hassas terazide (g) tartılmıştır. Yaprak ayası boyu, yaprak sap boğumundan itibaren yaprak ucuna kadar olan kısmın cetvel (cm) yardımıyla, yaprak ayası ağırlığı; yaprak ayası sapından kesilerek hassas teraziyle (g), yaprak ayası eni, yaprağın en geniş kısmının cetvel (cm) yardımı ölçülmesiyle belirlenmiştir.



Şekil 2. Verim ve verim bileşenlerin ölçümü
Figure 2. Measurement of yield and yield components

Toplam verim, tüm bitkiler tartılarak g m^{-2} olarak kaydedilmiştir. Sap çapı dijital kumpas (mm) yardımıyla orta kısmından, sap uzunluğu, yaprak sap boğumundan sap ucuna olan kısmının cetvel (cm) yardımıyla, yaprak sap ağırlığı hassas terazide (g) tartılması ile elde edilmiştir. Yaprak yaş ağırlığı için bitkinin en gelişmiş yaprağı (yaprak ayası + sap) hassas terazi (g) ile tartılmıştır. Yaprak kuru ağırlığı bitkinin en gelişmiş yaprağının kurutma kağıdı üzerinde kurutma dolabına yerleştirilmesi ve 65°C'de tamamen kuruyuncaya kadar bekletilmesi ile elde edilmiştir. Kurutma dolabında kuru ağırlıklar sabit hale geldiğinde örnekler dolaptan tek tek çıkarılarak tartılmıştır ve kuru ağırlıklar g olarak kaydedilmiştir. Yaprak renk analizi için renk ölçüm cihazı (Konica Minolta kroma metre CR-400) kullanılmış ve L, a, b, hue ve kroma değerleri tespit edilmiştir. L değeri parlaklığı, a değeri yeşil rengi, b değeri sarı rengi, kroma değeri rengin doygunluğunu ve hue değeri rengin açısını belirlemektedir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Yüzen su kültüründe test edilen iki farklı besin solüsyonu uygulaması arasında ıspanak bitkisinin verim ve verim bileşenleri arasında gövde çapı ve yaprak renk analizleri (L, a) haricinde istatistiki önemde fark saptanmamıştır (Çizelge 3-6). Ortalama bitki yaş ağırlığı Hoagland ve Cornell solüsyonlarında sırasıyla 59.96 ve 61.5 g olmuştur (Çizelge 3). Türkkan ve Kibar [29] farklı gübre uygulamalarına bağlı olarak ıspanakta bitki yaş ağırlığının, 11.07-8.88 g arasında değiştiğini rapor etmektedir. Kaçmaz [12] su kültüründe ıspanak yetiştiriciliğinde mineral gübre kullanımının biyo-gübrelerle azaltılması ile ilgili yaptıkları çalışmada bitki ağırlığını 117.98-55 g $bitki^{-1}$ arasında bulduğunu bildirmiştir. Islam ve ark. [11], ıspanak bitki yaş ağırlığını en yüksek 3.838 g $bitki^{-1}$ tespit ettiklerini bildirmiştir. Toksoy [28] ıspanak üzerine yaptığı çalışmada bitki yaş ağırlığı ortalamalarının 6.70-34 g arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir. Değerlerimizdeki farklılık, yetiştirme ortamı [29], hasat süresi [11], yetiştirme mevsimi [28], farklı çeşit [11] ile açıklanabilir.

Ortalama bitki boyu bakımından her iki uygulamada yakın sonuçlar tespit edilmiştir (Çizelge 3). Literatürde ıspanak, istenilen zamanda hasat edilmekte (bebek ıspanaklar) [21] ve yetiştirme dönemi (güneş radyasyonu nedeniyle) bitki boyu değerlerinde farklılıklara sebep olmaktadır [6]. Bitki boyunu etkileyen bir diğer faktör de dikim sıklığıdır [8, 22]. Birim alandaki bitki sayısı arttıkça gelişim olumsuz etkilenmektedir. Elde edilen sonuçlarımız önceki çalışmalarla [3, 11, 13, 28] uyumlu bulunmuştur.

Ortalama kök uzunluğu-ağırlığı verileri incelendiğinde önceki çalışmalarla [3, 12] uyumludur (Çizelge 3). Kök uzunluğu-ağırlığının topraklı yetiştiriciliğe [14, 28, 29] kıyasla su kültüründe yapılan yetiştiricilikte [12] daha yüksek değer olması bitkinin beslenme stresi koşullarında bitki besinlerini almak istemesinden kaynaklanmaktadır [7, 21]. Yetiştirme mevsimi kök ağırlığını da etkilemektedir. Lenzi ve ark. [15] ıspanağın yaz sezonunda 169-134 g m^{-2}, sonbahar sezonunda 93.3-84 g m^{-2} arasında değişen kök ağırlığı değerleri elde ettiklerini rapor etmişlerdir.

Ortalama toplam yaprak sayısı ve pazarlanabilir yaprak sayısı önceki çalışmalarda [13, 28, 32] rapor

edilen değerler içerisinde kalmıştır (Çizelge 3). Kalkan [13] ortalama yaprak sayısını 18.75-38, Xu ve Mou [32], 14.0-19.8 adet bitki^{-1} olarak bildirmişlerdir. Toksoy [28], ıspanakta ortalama pazarlanabilir yaprak sayısının ise bitki başına 4.67-23 adet arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir.

Ortalama gövde çapına uygulamaların etkisi istatistiki önemde bulunmuştur (Çizelge 4). Hoagland besin solüsyonunda en yüksek gövde çapı değeri 10.8 mm olmuştur. Toksoy [28], ıspanak gövde çapını 2.0-11.97 mm arasında rapor etmiştir ve değerlerimiz bu aralıkta olmuştur. Toksoy [28], ıspanak yaprak eninin 2.67-10.43 cm; yaprak boyunun 4.53-21.70 cm; yaprak ağırlığının 5.74-29.9 g arasında değişim gösterdiğini bildirmiş, çalışmamızda elde edilen verilerle paralellik göstermiştir.

Yetiştirme şekline, yetiştirme döneminin uzunluğuna, hasat büyüklüğüne ve çeşide bağlı olmak üzere ıspanakta dekara verim 1.5-3 ton arasında değişir [3]. Çalışmadan elde edilen verim değerleri dekara çevrildiğinde, dekara en yüksek verim 2.9 ton Hoagland solüsyonundan elde edilmiştir (Çizelge 4). Alberici ve ark. [1] ıspanak verimini Haziran ayında 932-832 g m^{-2}, Eylül ayında 1569-1280 g m^{-2}, Ekim-Kasım ayında 1748-1357 g m^{-2} olarak bildirmişlerdir. Cocetta ve ark. [5] toplam verimi 1130 g m^{-2} ile 1500 g m^{-2}, Brandenberger ve ark. [2] pazarlanabilir verimin 1107-2093 g m^{-2} arasında olduğunu bildirmişlerdir. Verimi etkileyen faktörler; bitki sayısı, yetiştirme ortamı, yetiştirme mevsimi, bitki besleme ve bitki çeşidi olarak sıralanabilir.

Ortalama sap çapı-uzunluğu-ağırlığı sırasıyla Hoagland solüsyonunda 4.98 mm-11.43 cm-2.05 g, Cornell solüsyonunda 4.94 mm-11.64 cm-1.97 g olarak elde edilmiş ve önceki çalışma [3] ile paralellik göstermiştir (Çizelge 5). Hoagland ve Cornell solüsyonlarından alınan ortalama bitki başına yaprak ayası ağırlığı-bitki başına sap ağırlığı değerleri sırasıyla 41.17-14.73 g ve 43.74-19.20 g olmuştur. Bostancı [3], bitki başına yaprak ayası ağırlığını serada 15.86 g, açıkta 13.61 g olarak belirlediklerini rapor etmiştir, değerlerimiz daha yüksek olmuştur.

Uygulamalarda ortalama yaprak yaş ve kuru ağırlığı yakın değerler göstermiştir (Çizelge 5). Oztekin ve ark. [21], ıspanak yaprak yaş ağırlığını 6.87-0.94 g, Kovacs ve ark. [14], yaprak ağırlığını 23.80-6.98 g saksı$^{-1}$, Xu ve Mou [32], bitki başına yaprak yaş ağırlığını 8.7-33 g olarak bulduklarını bildirmiştir. Lenzi ve ark. [15] ıspanak yaprak yaş ağırlığını yaz sezonunda 1.8-1.5 kg m^{-2} sonbahar sezonunda 2.9-2.5 kg m^{-2} olarak rapor etmektedir. Oztekin ve ark. [21] yaprak kuru ağırlığını 0.78-0.16 g arasında bildirmişlerdir. Lenzi ve ark. [15], ıspanağın yaprak kuru ağırlığını yaz sezonunda 94.5-80 g m^{-2},sonbahar sezonunda 130.2-109.7 g m^{-2} arasında bildirmişlerdir. Ortalama yaprak kuru madde oranı %10.14 ve %9.45 olmuştur. Oztekin ve ark. [21], ıspanak yaprak kuru madde oranını %8.2-18.4, Conte ve ark. [6], %9.7-10.7 arasında bulduklarını bildirmiş olup, çalışma literatürdeki değerler arasında kalmıştır.

Çizelge 3. Farklı besin solüsyonların verim ve verim bileşenlerine etkisi

Table 3. Effect of nutrient solution difference on yield and yield components

Uygulamalar *Applications*	Bitki ağırlığı (g) *Plant weight (g)*	Bitki boyu (cm) *Plant height (cm)*	Kök uzunluğu (cm) *Root length (cm)*	Kök ağırlığı (g) *Root weight (g)*	Toplam yaprak sayısı (adet) *Total number of leaves (number)*	Pazarlanabilir yaprak sayısı (adet) *Number of marketable leaves (number)*
1.uygulama *1.application*	59.96	23.13	52.1	18.03	22.2	18.8
2.uygulama *2.application*	61.50	22	46.97	19.1	21.3	19.13
Önemlilik	Ö.D. *N.S.*	Ö.D. *N.S.*	Ö.D. *N.S.*	Ö.D. *N.S.*	Ö.D. *N.S.*	Ö.D. *N.S.*

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

Çizelge 4. Farklı besin solüsyonların verim ve verim bileşenlerine etkisi

Table 4. Effect of nutrient solution difference on yield and yield components

Uygulamalar *Applications*	Gövde çapı *Stem diameter* (mm)	Gövde ağırlığı *Stem weight* (g)	Yaprak ayası eni *Leaf blade width* (cm)	Yaprak ayası boyu *Leaf blade length* (cm)	Yaprak ayası ağırlığı *Leaf blade weight* (g)	Toplam verim *Total yield* (gm^{-2})
1.uygulama *1.application*	10.8	1.47	10.64	14.21	5.40	2920.16
2.uygulama *2.application*	7.42	1.66	11.45	13.59	5.28	2841.61
	0	Ö.D. *N.S.*	Ö.D. *N.S.*	Ö.D. *N.S.*	Ö.D. *N.S.*	Ö.D. *N.S.*

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

Çizelge 5. Farklı besin solüsyonların verim ve verim bileşenlerine etkisi

Table 5. Effect of nutrient solution difference on yield and yield components

Uygulamalar *Applications*	Sap çapı (mm) *Stem diameter (mm)*	Sap uzunluğu (cm) *Stem length (cm)*	Sap ağırlığı (g) *Stem weight (g)*	Bitki başına yaprak ayası ağırlığı *Leaf blade weight per plant (g)*	Bitki başına sap ağırlığı (g) *Stem weight per plant (g)*	Yaprak yaş ağırlığı (g) *Leaf fresh weight* (g)	Yaprak kuru ağırlığı (g) *Leaf dry weight (g)*	Yaprak kuru madde (%) *Leaf dry matter (%)*
1. uygulama *1.application*	4.98	11.43	2.05	41.17	14.73	8.11	0.79	10.14
2.uygulama *2.application*	4.94	11.64	1.97	43.74	19.20	8.22	0.80	9.45
	Ö.D. *N.S.*	Ö.D. *N.S.*	0.03	Ö.D. *N.S.*	Ö.D. *N.S.*	Ö.D. *N.S.*	Ö.D. *N.S.*	Ö.D. *N.S.*

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

Yaprak renk analizlerine (L, a, b, kroma ve hue değeri) yapılan istatistik analizi sonucunda uygulamaların L ve a değerine etkisi istatistiki önemde bulunurken, b, kroma ve hue değerleri üzerine etkisi istatistiki önemde bulunmamıştır (Çizelge 6). Bu sonuç, önceki çalışmalarla [6, 13, 29] paralellik göstermiştir.

Çizelge 6. Farklı besin solüsyonların renk değerlerine etkisi

Table 6. Effect of nutrient solution difference on color values

Uygulamalar *Applications*	L	a	b	Kroma *Chroma*	Hue değeri *Hue values*
1.uygulama *1.application*	44.68	-14.21	24.07	27.95	120.59
2.uygulama *2.application*	45.44	-15.06	24.96	29.16	121.13
	0.03	0.003	Ö.D *N.S*	Ö.D *N.S*	Ö.D *N.S*

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

SONUÇ

Yapılan çalışma genel olarak değerlendirildiğinde besin solüsyonları arasında fark istatistiki anlamda önemli bulunmamıştır. Ancak her iki solüsyonda da başarılı bir yetiştiricilik yapılmıştır. Birçok çalışma, hidroponik sistemin geleneksel tarıma göre avantajlar sağladığını kanıtlamıştır. Geleneksel tarım ile yetiştirilen ıspanak bitkilerini toprak ile bulaşık olmasından dolayı tüketiciler tercih etmemektedir. Hem yıkama zorluğu hem de yıkama için fazla su kullanılması gibi dezavantajlar ortaya çıkmaktadır. Yüzen su kültürü ile yapılan bu çalışmada daha temiz ürün elde edilmesi ve su tasarrufu sağlaması önemlidir. Su kültüründe önceki çalışmalarda Hoagland besin solüsyonu [19, 20, 26, 30] ve Cornell besin solüsyonu [18] uygulamaları başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Daha sonraki çalışmalarda, su kültüründe ıspanak yetiştiriciliğinde farklı reçetelerin konsantrasyonları değiştirilerek test edilmesinin uygun olacağı düşünülmektedir. Seçilen iki solüsyonda Hoagland besin solüsyonun N değerinin Cornell besin solüsyonun yaklaşık iki katı kadar olması, solüsyonlar arasında verim ve verim bileşenleri bakımından fark olmaması ve yaprağı yenen sebzelerde nitrat birikim riskinden dolayı Cornell solüsyonunun başarılı ile kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

1. Alberici A., Quattrini E., Penati, M., Martinetti, L., Gallina, P.M., Ferrante, A., Schiavi, M. 2008. Effect of the reduction of nutrient solution concentration on leafy vegetables quality grown in floating system. Acta Horticulturae 801:1167-1175.
2. Brandenberger, L., Cavins, T., Payton, M., Wells, L., Johnson, T. 2007. Yield and quality of spinach cultiva”rs for greenhouse production in Oklahoma. HortTechnology, 17(2):269-272.
3. Bostancı, K.B. 2018. Açıkta ve örtüaltında yetiştirilen ıspanağın verim ve kalitesi üzerine durgun su kültürü tekniği ile topraklı yetiştiriciliğin etkilerinin araştırılması (Yüksek Lisans Tezi). Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Antalya, 102s.
4. Cifuentes-Torres, L., Mendoza-Espinosa, L.G., Correa-Reyes, G., Daesslé, L.W. 2021. Hydroponics with wastewater: a review of trends and opportunities. Water and Environment Journal, 35(1):166-180.
5. Cocetta, G., Quattrini, E., Schiavi, M., Martinetti, L., Spinardi, A., Ferrante, A. 2007. Nitrate and sucrose content in fresh-cut leaves of spinach plants grown in floating system. Agricultural Medicine, 137:79-85.
6. Conte, A., Conversa, G., Scrocco, C., Brescia, I., Laverse, J., Elia, A., Del Nobile, M.A. 2008. Influence of growing periods on the quality of baby spinach leaves at harvest and during storage as minimally processed produce. Postharvest Biology and Technology, 50(2-3):190-196.
7. Ekren, S., Tuncer, A.Y. 2021. Tütün bitkisinde su havuzu yöntemi ile yetiştirilen fidelerin tarla performanslarının belirlenmesi. ISPEC Journal of Agricultural Sciences, 5(1):73-80.
8. Ercan, N., Okudur, E., Şensoy, F.A. 2012. Durgun su kültüründe yetiştirilen salatada (*Lactuca sativa* L.) iki farklı dikim aralığının karşılaştırılması. 9. Ulusal Sebze Tarımı Sempozyumu, s:175-178.
9. Ghoneam, K.H., El Beshbeshy, T.R.A., Elsaka, M.S., El Shal, R.M. 2022. Studies on the fertilizer requirements of spinach plants growing in soilless cultivation. Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering, 13(6):171-176.
10. Hooks, T., Sun, L., Kong, Y., Masabni, J., Niu, G. 2022. Effect of nutrient solution cooling in summer and heating in winter on the performance of baby leafy vegetables in deep-water hydroponic systems. Horticulturae, 8(8):749.
11. Islam, M.M., Akther, S.M., Sujon, S.A., Karim, M.A., Rahman, M.K. 2020. Effects of vermicompost and PK on growth and protein content of spinach (*Spinacia oleracia* L.). Bangladesh Journal of Botany, 49(1):141-146.
12. Kaçmaz, S. 2021. Su kültüründe ıspanak yetiştiriciliğinde mineral gübre kullanımının biyo-gübrelerle azaltılması (Yüksek Lisans Tezi).

Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Adana, 80 s.
13. Kalkan, P. 2019. Topraksız tarımda farklı katı ortamların ıspanak yetiştiriciliği üzerine etkileri (Yüksek Lisans Tezi). Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, 52s.
14. Kovacs, A.B., Kremper, R., Kincses, I., Leviczky, Á. 2016. Influences of different organic fertilizers on nutrients of humic sandy soil and on the growth of spinach (*Spinacia oleracea* L.). Acta Agraria Debreceniensis, (70):23-28.
15. Lenzi, A., Baldi, A., Tesi, R. 2011. Growing spinach in a floating system with different volumes of aerated or non-aerated nutrient solution. Advances in Horticultural Science, pp:21-25.
16. Nguyen, T., Tran, T., Nguyen, Q. 2019. Effects of light intensity on the growth, photosynthesis and leaf microstructure of hydroponic cultivated spinach (*Spinacia oleracea* L.) under a combination of red and blue LEDs in house. Int. J. Agric. Tech. 15(1):75-90.
17. Okudur E., Ercan N. 2016. Farklı gübre uygulamalarının durgun su kültüründe yetiştirilen marullarda verim ve kaliteye etkileri. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi TARGİD, 69-78.
18. Okudur, E. 2016. Durgun su kültüründe yetiştirilen marulda ozon uygulamasının solüsyonun besin kompozisyonu ile bitkinin verim ve kalitesi üzerine etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 69s.
19. Okudur, E., Ercan, N. 2016. Farklı gübre uygulamalarının durgun su kültüründe yetiştirilen marullarda verim ve kaliteye etkileri. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5:69-78.
20. Okudur, E. 2018. Durgun su kültüründe yetiştirilen marulda üç farklı şekilde verilen gübrelemenin verim ve kaliteye etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 1:394-399.
21. Oztekin, G.B., Uludağ, T., Tüzel, Y. 2018. Growing spinach (*Spinacia oleracea* L.) in a floating system with different concentrations of nutrient solution. Appl. Ecol. Environ. Res. 16:3333-3350.
22. Özgür, M., Şeniz, V., Demirel, F., Tokatlı N. 1995. Ispanakta ekim sıklığının verim üzerine etkisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 11(1):11-19.
23. Sakamoto, M., Suzuki, T. 2020. Effect of nutrient solution concentration on the growth of hydroponic sweet potato. Agronomy 10(11):1708.
24. Savvas, D., Gianquinto, G., Tuzel, Y., Gruda, N. 2013. 12. Soilless culture. Good Agricultural Practices for Greenhouse Vegetable Crops, 303.
25. Savvas, D., Gruda, N. 2018. Application of soilless culture technologies in the modern greenhouse industry-a review. Eur. J. Hortic. Sci. 83(5):280-293.
26. Spehia, R.S., Devi, M., Singh, J., Sharma, S., Negi, A., Singh, S., Sharma, J.C. 2018. Lettuce growth and yield in hoagland solution with an organic concoction. International Journal of Vegetable Science, 24(6):557-566.
27. Tidke, S. 2017. Comparative cultivation and biochemical analysis of *Spinacia oleraceae* grown in aquaponics, hydroponics and field conditions. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 6:1007-1013.
28. Toksoy, E. 2019. Ispanakta vermikompost (solucan gübresi) ve karaizopot (*Porcellio laevis*) gübresi uygulamalarının bitki gelişimi ve besin içerikleri üzerine etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Tekirdağ, 134s.
29. Türkkan, Ö.Y., Kibar, B. 2022. Effects of different organic fertilizers on plant growth, yield, quality properties and element contents in spinach. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 8(2):208-222.
30. Uludağ, T., Öztekin, G.B., Tüzel, Y. 2017. Farklı besin solüsyonu konsantrasyonlarının yüzen su kültüründe yetiştirilen kuzukulağının verim ve kalitesi üzerine etkileri. Akademia Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 62-77.
31. Von Rosen, G. 2022. Effects of temperature on germination and juvenile growth in spinach (*Spinacia oleracea* L.) (Master thesis in Biology). Swedish University of Agricultural Sciences, SLU, 48p.
32. Xu, C., Mou, B. 2016. Responses of spinach to salinity and nutrient deficiency in growth, physiology, and nutritional value. Journal of the American Society for Horticultural Science, 141(1):12-21.
33. Yavaş, Ö. 2017. Flow sitometri ile bazı ıspanak aksesyonlarının çekirdek DNA içeriklerinin belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 51s.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 353–357 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

MicroRNA'LARIN DOMATES BİTKİSİNDE ABİYOTİK STRES FAKTÖRLERİNE KARŞI TOLERANTLIĞA ETKİSİ

Halim Can KAYIKÇİ[1]*, Adem KABA[2], İnanç SOYLU[3], Nedim MUTLU[4]

1. Zir. Yük. Müh., Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya; ORCID: 0000-0003-1587-8601
2. Yük. Mol. Biyolog, Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Antalya; ORCID 0000-0003-3362-0997
3. Dr., Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Antalya; ORCID: 0000-0001-6546-4242
4. Prof. Dr., Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Antalya; ORCID: 0000-0001-7252-5883

ÖZ

21-24 nt uzunluğunda kodlanmayan RNA'lar arasında bulunan mikro RNA'lar çeşitli gen regülasyonların da aktif bir şekilde rol almaktadırlar. Bu husus özellikle stres anlarında meydana gelmekte olup bitki tolerantlığında/dayanımında olumlu veya olumsuz olarak rol oynamaktadırlar. Bu sebeple bitki ıslahında kullanımı önemli bir potansiyele sahiptir. Özellikle biyoteknolojinin de gelişmesiyle mikro RNA aracılığı ile genomda çeşitli düzenlemeler yapılabilmekte olup CRISPR, Prime editing gibi teknolojiler ile beraber direkt olarak MIR geneleri hedeflenip düzenleme de yapılabilmektedir. Bu sayede model bitkilerin yanında ekonomik değeri yüksek bitkilerin ıslahında da önemli bir araç olarak da kullanılabilmektedir. Dünya üzerinde en çok üretilen sebzelerin başında gelen domates bu türlerden birisidir. Bu makalede mikro RNA moleküllerinin abiyotik stres faktörleri özelinde domates bitkisinde kullanım olanakları tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Domates, abiyotik stres faktörleri, mikro RNA, kısa kodlanmayan RNA'lar

THE EFFECTS OF MicroRNAs ON TOLERANCE OF ABIOTIC STRESS FACTORS IN TOMATO PLANT

ABSTRACT

Micro RNAs are among the 21-24 nt long non-coding RNAs, playing an active role in various gene regulation. This happens especially when plants are exposed to stress factors, leading to positive or negative regulations. Therefore, miRNAs have an important potential. Nowadays, micro RNA based gene regulation can be manipulated in the genome. Furthermore, through the today's technological tools such as CRISPR and prime editing, Micro RNA coding genes (MIR) can be up or down regulated. Thus, in addition to model crops, economically important crops can also be improved easily thanks to these tools. Tomato, one of the most produced vegetable is among these plants. In this article, the possibilities of using micro RNA molecules in tomato plants will be discussed in terms of abiotic stress factors.

Keywords: Tomato, abiotic stress factors, micro RNAs, small non-coding RNAs

GİRİŞ

Domates Dünyada en çok üretilen sebzelerden bir tanesi olup yoğun temel araştırmaya konu olan ekonomik önemi çok yüksek bir tarımsal üründür. Bu çalışmaların yelpazesi çok geniş olup çeşitli stres faktörlerine karşı dayanım konusu bu çalışmalar arasında önemli bir yer tutmaktadır. Bu çalışmalar biyotik ve abiyotik stres faktörleri olarak ikiye ayrılabilirler. Biyotik stres faktörleri olarak; virüsler, funguslar, bakteriler ve nematodlar sayılabilirken abiyotik stres faktörleri olarak; sıcaklık, kuraklık, tuzluluk ve ağır metaller sayılabilir [15].

Domates bitkisine yönelik stres faktörlerine dayanıklılık veya toleranslık konularında birçok çalışma bulunmaktadır. Klasik ıslah yöntemleri kullanılarak elde edilen gelişmeler farklı stres faktörleri ile farklı mücadele imkânı sunmuştur. Biyoteknolojinin gelişmesi ve moleküler biyoloji alanındaki yenilikler klasik bitki ıslahına büyük ivme kazandırmıştır. Özellikle klasik bitki ıslahının gelişmiş biyetknolojik metotlar ile kombine edilmesi bu alanda büyük bir avantaj sağlamış olup seleksiyon konusunda ve zaman tasarrufunda büyük adımların atılmasına vesile olmuştur.

Özellikle gen haritalama çalışmaları ve majör genler için güvenilir moleküler markırların geliştirilmesi yaygın hastalık ve zararlılara karşı dayanıklı çeşit geliştirilmesini kolaylaştırmış ve moleküler markır destekli ıslah yaygın bir kullanıma ulaşmıştır. Yeni nesil biyoteknolojik yöntemler; CRISPR, TALENs, ZFN ve RNAi gibi teknolojiler bitki ıslahına büyük yenilik getirmiştir. Bu teknolojiler istenen gen bölgesinde genom düzenlemesi yapılmasına olanak sağladığı gibi çeşitli biyolojik yolakların nasıl çalıştığının

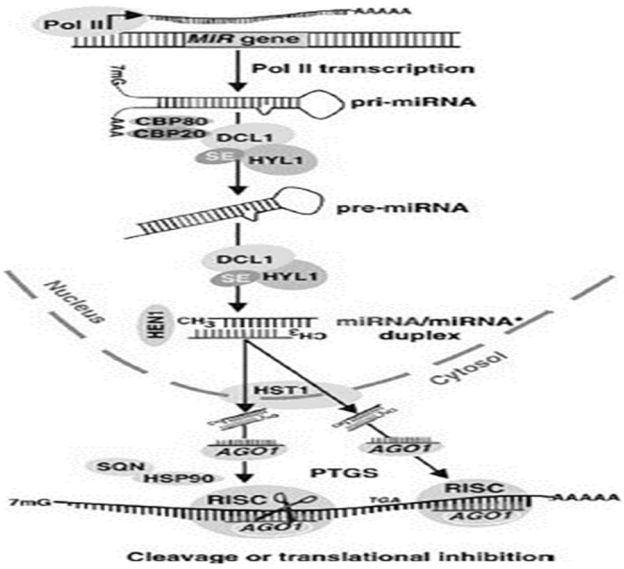
*Sorumlu yazar / *Corresponding author*: halimcan.kayikci@tarimorman.gov.tr

aydınlatılmasında önemli bir araç olmuştur. Bu ve benzeri teknolojiler sayesinde bitki moleküler biyolojisinde birçok mekanizmadan haberdar olunmuş olup bu mekanizmaların ıslah çalışmalarına entegrasyonu sağlanmıştır. Bu mekanizmalar arasında gen ifadesinde önemli bir yer tutan epigenetik faktörler, transkripsiyonel faktörler ve kodlanmayan RNA'lar sayılabilir. Bu faktörler bitki ıslahının geleceğinde önemli bir yere sahip olup aynı zamanda bitkilerin çeşitli stres faktörlerine karşı cevap mekanizmalarında önemli roller üstlenmeleri nedeniyle aydınlatılması önem kazanmıştır.

Bu faktörler arasında mikro RNA'lar önemli bir yer tutmaktadır. Mikro RNA'lar kodlanmayan RNA'lar olup genlerin transkripsiyonuna mRNA düzeyinde etki etmektedir. Özellikle stres faktörlerine cevap mekanizması olarak nitelendirilebilecek transkripsiyonel faktörlerin düzenlenmesinde ve aktivasyonunda da önemli bir yer tutmaktadırlar. Bu sebeple MIR genlerinin veya miRNA'ların düzenlenmesi ekonomik öneme sahip tarımsal ürünlerde abiyotik veya biyotik streslere dayanıklılık geliştirmek için güçlü bir biyoteknolojik stratejidir. Özelikle genom düzenleme metotları ile yapılacak yukarı veya aşağı regülasyonlar bitkilerde hem stres faktörlerine karşı olan dayanıklılık/toleranslığı arttırabileceği gibi çeşitli agronomik özelliklerin düzenlenmesinde de aktif bir şekilde kullanımını sağlayabilir. Fakat günümüzde mikro RNA'lar ile yapılabilecek şeyler nihai noktaya ulaşmamış olup potansiyelleri tam olarak biliniyor denemez [3].

Bitki miRNA'ları, yaklaşık 20-24 nükleotid uzunluğunda ve MIR genleri tarafından kodlanan bir tür küçük RNA'dır. Micro RNA'lar ökaryotlarda gen ekspresyonunun negatif düzenleyicisi olarak rol oynadıkları gibi protein biyosentezinde de rol oynamaktadırlar. Bu durum protein-protein interaksiyonlarının meydana gelmesi ile rekombinasyona sebep olabilir. Bitki miRNA'larının aktivasyonu çekirdekte gerçekleşir. Bitki MiRNA'larını kodlayan spesifik genleri ve Pri-miRNAlar oluşturmak için RNA polimeraz II enzimi tarafından işlenir. Pri-miRNA'lar ve Pre-miRNA'lar olarak adlandırılan kısa tamamlanmamış çift sarmallı yapı oluşturulması için DCL1 tarafından Pre-miRNA'ya çevrilir. Daha sonra DCL1 veya DCL4 tarafından bölünüp miRNA × miRNA dimeri oluşturulur ardından HEN1 tarafından 3'ucundan metillenir ve HASTY çift sarmallı dimer I sitoplazmaya taşır. Son olarak AGO proteini ile beraber mRNA'e bağlanarak RISC yapısını oluşturulur ve bu sayede mRNA'nın degrede olması ya da ifadesinin kısıtlanması sağlar [8]. Micro RNA'ların mekanizması Şekil 1'de gösterilmektedir.

Arabidopsis thaliana bitkisi kullanılarak, miRNA'nın promotörleri düzenleyebildiği ve bazı durumlarda, genin promotörüne doğrudan bağlanarak belirli genlerin ekspresyonunu aktive ettiği de gösterilmiştir [18]. miRNA'lar DNA metilasyonu gibi epigenetik değişiklikleri yönlendirerek gen ekspresyonunu düzenleyebilmektedir [17, 2, 9]. Histon asetiltransferazın miRNA geninin biyogenezine müdahale edebileceği ve böylece miRNA üretimini modüle edebileceği [10] tarafından da gözlemlenmiştir. Ayrıca miRNA transkripsiyonunun, miRNA genlerini çevreleyen epigenetik işaretler tarafından değiştirildiği de rapor edilmiştir [14]. MiRNA'lar, bitkilerde genom bütünlüğünün, gelişimin, metabolizmanın korunmasını içeren çeşitli biyolojik süreçlerin düzenlenmesine yardımcı olur ve çevresel streslere karşı uyarlanabilir tepkiler verir [6].



Şekil 1.Mikro RNA'ların mekanizması [8]

MİCRO RNA'LARA DAYALI BİTKİ ISLAHI STRATEJİLERİ

Mikro RNA'ların fonksiyonları anlaşıldıkça onların manipülasyonları sonucu bitki ıslahı bakımından önemli sonuçlar alınmıştır. Bu alanda birçok çalışma bulunmasına karşın özellikle çeşitli stres faktörlerine yönelik biyoteknolojik metotlar kullanılmış ve olumlu sonuç alınmıştır.

Micro RNA'ların aşırı ekspresyonu

Yüksek miktarda olgun miRNA'nın üretilmesiyle, negatif düzenleyici genlerin ifadeleri stres altında bastırılır ve bu da sonunda bitkileri strese dirençli hale getirir. Günümüzde bu stratejilere dayalı olarak birçok başarılı transgenik bitki üretilmektedir. Ancak bazı durumlarda miRNA genlerinin aşırı ekspresyonu nedeniyle bazı yan etkiler ortaya çıkabilir. Bu tür bir

problemden kaçınmak için RNA enterferansı (RNAi) teknolojisi faydalı olabilir. RNAi tarafından miRNA hedef genlerinin baskılanması, miRNA'nın aşırı ekspresyonu nedeniyle bulunan pleiotropik etkileri önlenebilir [20].

Micro RNA'ların Aşağı Regülasyonu

Bilindiği üzere miRNA'lar hedef genler açısında negatif düzenleyici olarak görev almaktadırlar. Bunun anlamı hedef bölgeler stresin veya üstün özelliklerin pozitif düzenleyicileri olduğunda, miRNA'nın aşağı regülasyonu hedef gen/genlerinin yukarı regülasyonuna sebebiyet verir ve üstün karakterlerin elde edilmesine katkıda bulunabilir [11].

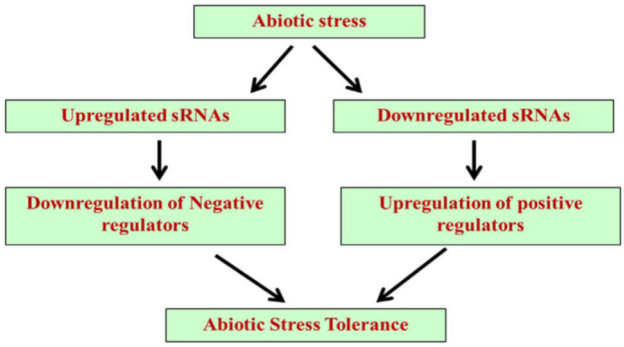
MİCRO RNA LARIN DOMATES BİTKİSİNDE STRES FAKTÖRLERİNE KARŞI MEKANİZMASI

MiRNA genlerinin ekspresyonu, abiyotik (kuraklık, sıcaklık, tuzluluk) ve biyotik (virüsler, bakteriler ve mantarlar gibi patojenler) stresler dahil olmak üzere dış uyaranlarla düzenlenir. Patojen saldırısı sırasında, bitki deseni tanıma reseptörleri tarafından microbe-associated molecular patterns (MAMP'ler) tanınması, pattern-triggered immunity (PTI) yol açar ve bu da gen ekspresyonunda, hormon ve metabolit düzeylerinin değişmesiyle sonuçlanacak değişikliklere neden olur. Patojenler, PTI'yi sabote etmek için efektörler geliştirmiştir. Buna karşılık bitkiler, doğrudan veya dolaylı olarak spesifik efektörlerin varlığını veya etkisini tanımak ve hızlı ve güçlü bir bağışıklık şekli olan effector-triggered immunity (ETI) aktive etmek için dayanıklılık genlerine (R) sahiptir.

Bitki savunması için önemli olan genlerin düzenlenmesinde miRNA'ların bir rolü, birkaç patojene yanıt için belirlenmiştir. Domateste (*Solanum lycopersicum*), miR319/miR159 ve miR172 seviyeleri, Domates yaprak kıvrılması Yeni Delhi virüsü (ToLCNDV) hastalığının ilerlemesi sırasında indüklenir. miR393, miR160 ve miR167, virülant bakteriyel patojen *Pseudomonas syringae* pv. ile enfekte edilen yapraklarda yukarı regülasyon gözlemlenmiştir [12].

MİCRO RNA LARIN DOMATES BİTKİSİNDE ABİYOTİK STRES FAKTÖRLERİNE KARŞI YANITI

Kuraklık, tuzluluk, soğuk, oksidatif stres ve ısı gibi abiyotik stresler, tarımsal ürünlerde ciddi verim kaybına neden olarak dünya çapında her yıl büyük ekonomik kayıplara neden olur. Sabit organizmalar olarak bitkiler, çevrelerindeki bu stresler ve değişikliklerle mücadele etmek için çeşitli koruyucu mekanizmalar geliştirmiştir. Su stresi ve kuraklık sırasında bitkiler stomalarını kapatarak yaprak yüzeyinden terlemeyle su kaybını en aza indirirler. Absisik asit (ABA), terlemeyi önleyici olarak görev yapan ve stoma kapanmasını indükleyen ve terlemeyle su kaybını azaltan bir bitki hormonudur [16]. Moleküler düzeyde, gen ekspresyonunun etkili bir şekilde yeniden programlanmasına yol açan ilgili genlerin yukarı veya aşağı düzenlenmesi, çeşitli abiyotik streslere karşı uygun direnç sağlamada önemlidir özellikle son yıllarda yapılan çalışmalar açıkça göstermiştir ki küçük kodlanmayan RNA'lar (sRNA) bitkilerin stres faktörlerine karşı verdiği yanıtlarda önemli görevler üstlenmektedir. sRNA'lar genellikle 20-30 nükleotit uzunluğundadır ve bir grup olarak bunlar bir hücredeki genlerin %30'undan fazlasının düzenlenmesinde doğrudan rol oynayabilir. Şekil 2'de Mikro RNA'ların abiyotik stres faktörlerine karşı verdiği yanıtın diyagramı verilmiştir.



Şekil 2. Mikro RNA'ların abiyotik stres faktörlerine karşı verdiği yanıtın diyagramı [1]

Küresel iklim değişikliği birçok ürünün yetiştiriciliğinde negatif bir etkiye sahiptir. Domates bitkisi gibi birçok ürün iklim değişikliğinden direkt olarak etkilenmektedir. Tanımlanmış bazı mikro RNA bitkinin abiyotik stres faktörlerine karşı toleranslığında olumlu ya da olumsuz yönde etkiye sahiptir. Örnek vermek gerekirse miR396'nın aşağı regülasyonunda bitkide transpirasyon azalmakta olup bu durum su kullanım etkinliğini arttırmaktadır [4].

Bir başka mikro RNA olan miR169'un aşağı regülasyonu farklı türlerde farklı sonuçlar ortaya koymaktadır. Bu molekül *Arabidopsis thaliana*'da kuraklığa karşı pozitif regülatör olarak görev alırken domates bitkisinde bu durum tam tersidir. Bu durumun temel sebebi miR169 arabidopsis bitkisinde kuraklığa toleranslıkta rol oynayan NFYA 5 düzenleyicilerinin yukarı regülasyonunu sağlamasına karşı domates bitkisinde bu durumun tam tersi olduğu ileri sürülmüştür [13].

Bununla beraber bazı mikro RNA'lar bitkide bulunan bazı stres hormonlarının birikiminde de rol oynamaktadırlar. Örneğin miR399 ve miR165/166 gibi bu RNA molekülleri ABA yolağında aktif rol üstlenmiş olup bitkinin stres anında oksidatif stresten korunmasını ve stoma açıklığının düzenlemesini sağlayan Jasmonic asit ve farklı abiyotik stres koşulları altında farklı roller oynayan GABA'nın birikiminde rol oynamaktadır [19, 5]

Aynı şekilde miR319 ve miR156'da JA yolağında aktif olarak rol oynamaktadırlar. Bununla beraber büyüme düzenleyici faktörlerde (GRF) rol oynayan miR396'nın keza aynı şekilde JA yolağında rol üstlendiği belirlenmiş olup bu micro RNA'nın aşağı regülasyonunda arabidopsis bitkisinde bir dizi R geninin ifadesinde aktif olduğu gözlemlenmiştir [7].

SONUÇ

Sonuç olarak mikro RNA'lar bitkilerde birçok biyolojik süreçte önemli bir yer tutmakta olup gerek moleküler biyolojide biyogenesis araştırmaları için gerekse domates gibi ekonomik değeri yüksek bitkilerin ıslahında önemli bir yer tutmaktadır. Bu noktadan hareketle denebilir ki mikro RNA'ların potansiyeli bu moleküllerin işlevleri çözüldükçe artacaktır. Fakat günümüzde bu çalışmalar hala devam etmekte olup mikro RNA'ların potansiyeli tam olarak açıklığa kavuşturulamamıştır. Bu nedenden dolayı görece yeni sayılabilecek bu moleküllerin fonksiyonu hakkında hem birçok araştırma potansiyeli bulunmakta olup, hem de bu moleküllerin düzenlenmesi bitki ıslahı alanında önemli fırsatlar sunabilir.

KAYNAKLAR

1. Banerjee, S., Sirohi, A., Ansari, A.A., Gill, S.S. 2017. Role of small RNAs in abiotic stress responses in plants. Plant Gene, 11:180-189.
2. Bao, N., Lye, K.W., Barton, M.K., 2004. MicroRNA binding sites in Arabidopsis class III HD-ZIP mRNAs are required for methylation of the template chromosome. Dev. Cell 7:653-662. (https://doi.org/10.1016/j.devcel.2004.10.003).
3. Basso, M.F., Ferreira, P.C.G., Kobayashi, A.K., Harmon, F. G., Nepomuceno, A. L., Molinari, H. B.C., Grossi-de-Sa, M.F. 2019. Micro RNAs and new biotechnological tools for its modulation and improving stress tolerance in plants. Plant Biotechnology Journal, 17(8):1482-1500.
4. Cao, D., Wang, J., Ju, Z., Liu, Q., Li, S., Tian, H., Fu, D., Zhu, H., Luo, Y., Zhu, B. 2016. Regulations on growth and development in tomato cotyledon, flower and fruit via destruction of miR396 with short tandem target mimic. Plant Science: An International Journal of Experimental Plant Biology 247:1-12 (https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2016.02.012).
5. Cardoso, T.C.D.S., Alves, T.C., Caneschi, C.M., Santana, D.D.R.G., Fernandes-Brum, C.N., Reis, G.L.D., ... de Souza Gomes, M. 2018. New insights into tomato microRNAs. Scientific Reports 8(1):1-22.
6. Djami-Tchatchou, A.T., Sanan-Mishra, N., Ntushelo, K., Dubery, I.A., 2017. Functional roles of microRNAs in Agronomically important plants-potential as targets for crop improvement and protection. Front. Plant Sci. 8 (https://doi.org/10.3389/ fpls.2017.00378).
7. Fracasso, A., Vallino, M., Staropoli, A., Vinale, F., Amaducci, S., Carra, A. 2021. Increased water use efficiency in miR396-downregulated tomato plants. Plant Science 303:110729.
8. Kar, M.M., Raichaudhuri, A. 2021. Role of microRNAs in mediating biotic and abiotic stress in plants. Plant Gene 26:100277.
9. Khraiwesh, B., Arif, M.A., Seumel, G.I., Ossowski, S., Weigel, D., Reski, R., Frank, W., 2010. Transcriptional control of gene expression by microRNAs. Cell 140:111-122 (https://doi.org/10.1016/j.cell.2009.12.023).
10. Kim, W., Benhamed, M., Servet, C., Latrasse, D., Zhang, W., Delarue, M., Zhou, D.X., 2009. Histone acetyltransferase GCN5 interferes with the miRNA pathway in Arabidopsis. Cell Res. 19:899-909 (https://doi.org/10.1038/cr.2009.59).
11. Mandal, K., Boro, P., Chattopadhyay, S. 2021. Micro-RNA based gene regulation: A potential way for crop improvements. Plant Gene 27:100312.
12. Ouyang, S., Park, G., Atamian, H.S., Han, C.S., Stajich, J.E., Kaloshian, I., Borkovich, K.A. 2014. MicroRNAs suppress NB domain genes in tomato that confer resistance to *Fusarium oxysporum*. PLoS Pathogens 10(10):e1004464.
13. Rao, S., Balyan, S., Jha, S., Mathur, S. 2020. Novel insights into expansion and functional diversification of MIR169 family in tomato. Planta 251(2):1-17.
14. Rodriguez-Enriquez, J., Dickinson, H.G., Grant-Downton, R.T., 2011. MicroRNA misregulation: an overlooked factor generating soma clonal variation? Trends Plant Sci. 16:242-248 (https://doi.org/10.1016/j.tplants.2011.03.002).
15. Wang, W., Luan, Y. 2015. The advance of tomato disease-related microRNAs. Plant Cell Reports, 34(7):1089-1097.

16. Wilkinson, S., Kudoyarova, G.R., Veselov, D.S., Arkhipova, T.N., Davies, W.J. 2012. Plant hormone interactions: innovative targets for crop breeding and management. Journal of Experimental Botany 63(9):3499-3509.
17. Wu, L., Zhou, H., Zhang, Q., Zhang, J., Ni, F., Liu, C., Qi, Y., 2010. DNA methylation mediated by a microRNA pathway. Mol. Cell 38:465-475. (https://doi.org/10.1016/j.molcel.2010.03.008).
18. Yang, G., Li, Y., Wu, B., Zhang, K., Gao, L., Zheng, C., 2019. MicroRNAs transcriptionally regulate promoter activity in Arabidopsis thaliana. J. Integr. Plant Biol. 61:1128-1133. (https://doi.org/10.1111/jipb.12775).
19. Yang, X., Luan, Y.S. 2021. Preliminary study of Sly-miR399 in tomato resistance to late blight. China Biotechnology 41(11):23-31.
20. Zhou, M., Li, D., Li, Z., Hu, Q., Yang, C., Zhu, L., Luo, H., 2013. Constitutive expression of a miR319 gene alters plant development and enhances salt and drought tolerance in transgenic creeping bentgrass. Plant Physiol. 161(3):1375-1391 (https://doi.org/ 10.1104/pp.112.208702).

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 358–364 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

ADAY DOMATES ÇEŞİTLERİNDE VERİM VE BAZI MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİN BELİRLENMESİ

İbrahim ÇELİK[1]*, Serkan AYDIN[2], Halim Can KAYIKÇİ[3], Abdullah ÜNLÜ[4]

[1]Zir. Yük. Müh., Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya; ORCID:
[2]Zir. Yük. Müh., Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya; ORCID: 0000-0001-6513-3005
[3]Zir. Yük. Müh., Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya; ORCID: 0000-0003-1587-8601
[4]Dr., Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya; ORCID: 0000-0002-6294-6032

ÖZ

Domates dünyada en fazla üretilen ve üzerinde en fazla ıslah çalışması yapılan sebzelerin başında gelir. Domates ıslahının en önemli amacı örtüaltı ve açık alanda verimli ve meyve kalitesi yüksek yeni çeşitlerin geliştirilmesidir. Bu çalışma Enstitü gen havuzunda bulunan kendilenmiş hatlarla yapılan melezleme ile elde edilen 12 aday ve iki ticari çeşit ile 2020 yılında yürütülmüştür. Çalışma tesadüf blokları deneme deseninde 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 10 bitki olacak şekilde kurulmuştur. Fideler sıra arası 0.9 m ve sıra üzeri 0.6 m aralıkla dikilmiştir. Çalışmada verim ile birlikte erkenci verim, ilk meyve tutumundan olgunluğa gün sayısı, bitki başına verim, erkenci verim, bitki başına meyve sayısı, ortalama meyve ağırlığı, meyve eni ve boyu, yaprak eni ve boyu, Briks, ilk çiçek salkımına kadar gövde yüksekliği, boğum arası uzunluk olmak üzere 10 bitkisel özellik incelendi. %50 çiçeklenme 22 ile 31 gün arasında tespit edilirken, en erken olgunlaşma gün sayısı 73 gün olarak bulunmuştur. Aday hibritlerden en erkenci çeşit 14-219 olurken, en düşük erkenci verime 14-92 nolu aday çeşitte tespit edilmiştir. Bitki başına verim 2315,3 ile 3790 g arasında değişmiştir. Ayrıca meyve eni bakımından 14-216 (95.8 mm), 14-218 (94.6 mm) ve 14-219 (91.6 mm) ilk grubu oluştururken, meyve boyu için 63.7 mm ile 14-191 adayı ilk grupta yer almıştır. Sonuçta bitki başına verim ve verimle bağlantılı morfolojik özellikler yönünden üstün hibritler tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Domates, aday hibrit, verim, morfolojik özellik

DETERMINATION OF YIELD AND SOME MORPHOLOGICAL TRAITS IN CANDIDATE TOMATO VARIETIES

ABSRACT

Tomato is one of the most produced vegetables in the World as well it is one of the most studied vegetables. The one of the most popular topics are improvement of new varieties with both good fruit quality and high yield in the tomato breeding. This study was carried out with 12 hybrid candidates that was obtained from BATEM gene pool and 2 commercial varieties in 2020. The experimental design was a randomized blocks design and the study was carried out in 3 replications with 10 tomato plants in each replication. The intrarow in planting was 0.9 m and the row spacing was 0.6 m. In the study, yield, early yield, number of days from first fruit set to maturity, yield per plant, early yield, number of fruits per plant, average fruit weight, fruit width and length, leaf width and length, Brix, stem height to first inflorescence and internode 10 vegetative features, including length, were observed. 50% flowering was detected between 22 and 31 and the earliest maturation days were determined as 73 days. While 14-219 was the earliest hybrid candidate, the lowest early yield was determined in 14-92 coded candidate variety. Yield per plant varied between 2315,3 and 3790 g. In addition, 14-216 (95.8 mm), 14-218 (94.6 mm) and 14-219 (91.6 mm) form the first group in terms of fruit width, while the 14-191 candidates with 63.7 mm in fruit length are in the first group has taken place. As a result, superior hybrids were identified in terms of yield per plant and many morphological traits associated with yield.

Keywords: Tomato, candidate hybrid, yield, morphological trait

GİRİŞ

Domates dünyada en fazla üretilen ve tüketilen sebzelerin başında gelir. Dünyada 2021 yılı itibari ile 186 milyon ton domates üretilirken ilk üç sırada yer alan ülkemizin üretimi 13.2 milyon tondur [6]. Bu miktar domates üretiminde başta verimli çeşitlerin ıslahı ve akabinde yetiştirme tekniğinde kaydedilen gelişmelerin önemli payı bulunmaktadır.

Dünyada domates üretiminde ilk olarak yerel genotipler kullanılmaya başlamış ve yerel genotiplerin yetersiz olduğu anlaşılınca melezleme yolu ile yeni çeşitler geliştirilmiştir. Domateste heterozisin varlığı ortaya konulduktan sonra hibrit çeşitler kullanılmaya başlanmıştır. Benzer süreç

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*: ibrahim.celik@tarimorman.gov.tr

Ülkemiz içinde geçerli olmuştur. Bugün Türkiye'de örtüaltı yetiştiriciliğinin tamamında ve açıkta yetiştiriciliğin önemli kısmında hibrit çeşitler kullanılmaktadır.

Hibrit çeşitlerin pek çok avantajları bulunmaktadır. Bunlar: F_1 hibrit çeşitler genellikle standart çeşitlerden daha verimlidirler. Bu verimlilik heterosis (melez azmanlığı veya hibrit gücü) özelliğinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca F_1 hibrit çeşitler daha geniş adaptasyon yeteneğine sahiplerdir. Bir diğer önemli avantajı ise F_1 hibrit gücü ıslahı ile çeşitli hastalıklara dayanıklı, tarımsal özellikleri üstün çeşitler elde edilebilmektedir.

Domateste hibrit çeşit geliştirme üzerine dünyada ve ülkemizde pek çok çalışma yapılmış ve sonuçları alınmıştır. Hibrit çeşit geliştirmede en önemli aşama hatların seçimi ve morfolojik özellikler belirlenmesidir. Sonrasında hatların genel ve özel kombinasyon yeteneklerinin ortaya konması gerekir. Genel kombinasyon yeteneği yüksek hatlar arasında yapılan melezlemeler sonrasında F_1 çeşit adayların özelliklerin kalıtımı ile hibritlerin alan testi ve tohum üretimi aşamaları yer almaktadır. Nitekim Georgiev [8] F_1 domates ıslahını hetorosis ve hetorosise nedenler başlığı altında incelemişlerdir. İnceledikleri konular: materyal toplama, bunun sürdürülmesi, ebeveynlerin özelliklerinin çıkartılması, F_1'de karakterlerin kalıtımı, F_1 hibrit modelleri, ebeveynlerinin seçimi, F_1 hibritlerin testi ve sonunda hibrit tohum üretimi olarak belirlemişlerdir.

Chishti ve ark. [3], 12 adet domates hattı ile yürüttüğü denemede, ilk çiçeklenmeye kadar geçen gün sayısı, salkımdaki çiçek sayısı, salkımdaki meyve sayısı, bitki başına pazarlanabilir meyve verimi, meyve boyu, meyve eni, meyve ağırlığı, bitki başına meyve sayısı, meyve eti sertliği, meyve eti kalınlığı, toplam çözünebilir kuru madde miktarı ve meyve suyunun pH açısından değerlendirilmiştir. Varyans analizi sonucu bütün özellikler bakımından genotipler arasında önemli derecede farklılık bulunmuştur.

Ülkemizde hibrit çeşit geliştirme çalışmaları 1970'li yıllardan itibaren Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsünde başlamış ve ilk hibrit çeşit 1995 yılında kayıt altına alınmıştır. Hibrit çeşit geliştirmede hatların genel ve özel kombinasyon yetenekleri bilmek ıslahçıya büyük kolaylık sağlamaktadır. Nitekim Zengin ve ark. [19], melez (hibrit) kombinasyonlardaki genetik yapıyı incelemek ve hatların genel uyum (kombinasyon) yetenekleri belirlemek için yaptığı çalışmada 30 F_1 melez kombinasyon ve 17 ebeveyn, ilkbahar yetiştiricilik döneminde, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü seralarında, tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak denemeye almışlar ve hatların genel uyum yetenekleri 8 özellik için araştırmışlardır. Bitki başına toplam verimde BH-135, bitki başına erkenci verimde BH-28, dikimden %50 çiçeklenmeye kadar geçen gün sayısında BH-135, dikimden olgunlaşmaya kadar geçen gün sayısında BH-93, ortalama meyve ağırlığında G-8, meyve suyu pH'sında BH-28, 60. gündeki bitki boyunda G-8 ve bitki gövde çapında G-8 no.lu hatlar en iyi genel uyum yeteneği veren hatlar olarak belirlenmiştir. Genellikle Tester 2 hattı Tester 1 hattına göre daha iyi uyum göstermiştir. Bütün özelliklerde eklemeli olmayan gen etkisinin daha baskın olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma sonucunda bütün özellikler dikkate alındığında BH-4, BH-28, BH-37, BH-135, BH-53, BH-102, G-8 no.lu hatlar ile Tester 2 no.lu testleyici hat ileriki ıslah çalışmaları için ümit var hatlar olarak belirlenmiştir. Kabaş ve ark. [10], tane ve iri tipteki 100 adet saf domates hatlarının genel kombinasyon yeteneklerini ve heterotik gruplarını belirlemek amacıyla 2 adet tester (baba) ile melezlemişlerdir. Bu çalışma sonucunda hatların genel kombinasyon yetenekleri değerlendirilmiş her iki tester grubuna giren 25, hiçbir gruba girmeyen 28, sadece tester 1 grubuna giren 26, sadece tester 2 grubuna giren 21 hat tespit etmişlerdir. Kabaş ve ark. [9], tarafından yürütülen başka bir çalışmada ise yeni domates melezleri elde etmek için iki ana hattı dört tester (baba) hat ile çaprazlamışlardır. Elde edilen sekiz F_1 hibriti ve iki ticari hibrit, örtüaltında tesadüf blokları deneme desenine göre iki tekerrürlü olarak denemeye alınmıştır. Hibritlerin ve hatların toplam suda çözünür kuru madde, meyve sertliği, likopen içeriği ve meyve renk parametreleri incelenmiştir. Çeşitlerin ve hatların suda çözünür kuru madde değerleri 4.5 ila 9.5 briks, meyve sertliği 7.94 ila 11.85 kg/cm², likopen 52.10 ila 55.88 mg/kg, verim 554.3 ila 1336.7 g/bitki arasında değişmiştir. Hibrit AK0020, hem verim hem de kalite açısından ümitvar bulunmuştur.

Tescilli yerli çeşitlerimizin birçok özellikleri iyi olmakla birlikte yerli çeşitlerimizin rekabet edilebilirliğinin düşük olduğu bildirilmiştir [11]. Buna göre, Türkiye'de yerel genotiplerin geliştirilmesi başta olmak üzere yeni çeşitlerin geliştirilmesi ile ilgili çalışmalara daha fazla önem verilmesi gerekmektedir. Bu çalışma örtüaltında verimli, önemli hastalıklara dayanıklı ve meyve kalitesi yüksek yeni çeşitlerin geliştirilmesi projesi kapsamında Enstitü gen havuzunda bulunan saf hatlar arasında yapılan melezleme ile geliştirilen aday hibritlerin verim ve bazı morfolojik özelliklerin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Denemede kullanılan materyal Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsünde yürütülen "Domates Islahı Programları için Nitelikli Genitörlerin (Yarıyol Materyali) Geliştirilmesi ve Tohum Teknolojisi Projesi" projesi sonucunda elde edilen hatlardan seçilmiştir. Hatlar önce kendi aralarında melezlenmiş ümitvar görülen melezlerin tohumları çoğaltılarak aday hibritler elde edilmiştir. Aday hibritlerin ana baba ve melez kodları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Denemede kullanılan saf hatlar ve aday hibritlere ait bazı özellikler

Table 1. Some characteristics of pure lines and candidate hybrids used in the experiment

Ana *Female*	Baba *Male*	Melez kodu *Hybrid code*	Dayanıklılık *Resistant to*
150 BH	TY	14-92	Ty3
TY 96	DT512	14-191	Tswv +Mi+Frl+Ty3
TY129	DT141	14-193	Ts tswv + Frl + Ty3
TY129/2	DT233	14-206	Frl+Ty3
TY16	DT257	14-216	Tswv+Ty3
TY16	DT270	14-217	Frl+Ty)
TY16	DT622	14-218	Tswv+frl+Ty3
TY16	DT630	14-219	Mi+Frl+Ty3
DT204	101BH	14-288	Tswv
DT622	TY32	14-324	Tswv+Frl+Ty3
DT622	101BH	14-328	Tswv+Frl
DT630	TY129/2	14-330	Mi+Frl+Ty3
Kontrol		404	
Kontrol		405	

Melezlemede kullanılan ve Enstitüye ait saf hatlar sırık tipte ve güçlü bitki yapısına sahiptir. Hatlar arasındaki melezlemeler 2019 yılı sonbahar döneminde yapılmıştır. Melezlemelerde anthesis safhasından bir gün önce ana olarak kullanılacak bitkilerin çiçek tomurcukları, anterleri patlamadan pens yardımı ile kopartılarak bitkiler kısırlaştırılmıştır. Baba bitkiden çiçek tozları vibratör yardımıyla tüplere toplanmış ve bu çiçek tozları ana bitkilerin dişicik tepesine sürüldükten sonra melez numarasını içeren etiketler takılmıştır. Meyveler olgunlaşma aşamasına gelince hasat edilmiş ve tohum çıkartma işleminden sonra tohumlar tekrar ekime kadar +4-8°C sıcaklık ve %30 nemli depoda muhafaza edilmiştir.

Metot

Hibrit verim denemesi Serik/Antalya'da bulunan Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü seralarında gerçekleştirilmiştir. İstasyon denize 8 km mesafede ve deniz seviyesinden 18 m yüksekliktedir. Toprak hafif, tınlı-killi bir yapıdadır.

Çalışmada BATEM tarafından geliştirilen 12 hibrit çeşit adayı ve iki adet popüler hibrit çeşit kontrol olarak kullanılmıştır. Sonbahar döneminde elde edilen hibrit çeşit adayları ile kontrol olarak kullanılan iki çeşide ait tohumların ekimi ilkbahar döneminde plastik viyoller içerisinde yapılmıştır. Üç hafta sonra fideler 4-5 yapraklı olduğu dönemde sıra aralıkları 0.9 m ve sıra üzeri 0.6 m mesafelerle her parselde 10 bitki olacak şekilde Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre üç tekerrürlü olarak sıralara dikilmiştir. Sulama ile birlikte gübreleme haftada iki kez olacak şekilde planlanmıştır. Bitkileri hastalık ve zararlılardan korumak için önerilen pestisitler ve feromonlu yapışkan tuzaklar kullanılmıştır. Hasat dikimden yaklaşık 3 ay sonra başlamış ve toplamda 4 hasat yapılmıştır. Bitkisel gözlemler her parseldeki 10 bitkiden alınmıştır.

Alınan gözlemler %50 çiçeklenmeye kadar gün sayısı, meyve tutumundan olgunluğa gün sayısı, bitki başına verim, erkenci verim, ortalama meyve ağırlığı, ortalama meyve sayısı, meyve eni, meyve boyu, yaprak eni, yaprak boyu, boğumlar arası uzunluk, ilk döle kadarki gövde uzunluğu ve Briks (suda çözünür kuru madde) değeridir.

•%50 çiçeklenme zamanı (gün): Dikimden itibaren, bitkilerin %50'sinde en az bir çiçeğin görüldüğü tarihe kadar geçen gün sayısı alınmıştır. Çiçeklenme zamanını tespit etmek için haftada 3 gün parseller takip edilmiştir. Parseldeki bitkilerin yarısında çiçeklenmenin başladığı tarih kaydedilmiştir. Böylece dikimden çiçeklenmeye kadar olan geçen süre gün olarak hesaplanmıştır.

•%50 çiçeklenmeden meyve tutumuna kadar geçen gün sayısı (gün): Parsellerdeki her bitkideki çiçeklerde gözlem yapılmıştır. Parseldeki bitkilerin yarısında meyve tutumunun gerçekleştiği tarih kaydedilmiştir. Sonrasında olgunluk seviyeleri izlenmiş ve ilk hasadın yapıldığı tarihe kadar gün sayıları hesaplanmıştır.

•%50 çiçeklenmeden hasat olgunluğa kadar geçen gün sayısı (gün): Çiçeklenmeden itibaren ilk hasat tarihine kadar geçen süre hesaplanarak gün sayısı olarak kaydedilmiştir.

•Bitki başına toplam verim (g/bitki): Her parselde yapılan tüm hasatların ağırlıkları alınmış ve parseldeki bitki sayısına bölünerek elde edilmiştir.

•Bitki başına erkenci verim: Tüm genotiplerin ilk iki hasat verilerinin toplanmasıyla elde edilmiş ve parseldeki bitki sayısına bölünerek g cinsinden kaydedilmiştir.

•Ortalama meyve sayısı ve meyve ağırlığı: Tüm genotipler için parseldeki tüm hasatlarda toplanan domatesler sayılmış ve parseldeki bitki sayısına bölünmüş ve bitki başına ortalama meyve sayısı hesaplanmıştır. Benzer şekilde tüm hasatlarda

domatesler tartılmıştır. Parseldeki bitki sayısına ve meyve sayısına bölünerek ortalama meyve ağırlığı g cinsinden kaydedildi.

•Meyve eni ve meyve boyu: Tüm genotiplerden ilk hasatta 10'ar meyve alınarak kumpas yardımıyla meyve eni ve meyve boyu ölçümü yapılmıştır. Değerler mm cinsinden verişmiştir.

•Yaprak eni ve yaprak boyu ölçümü: Dikim tarihinden sonra 80. günde, her parseldeki bitkilerin yarısının 5. boğumun üstündeki yaprakların en ve boyları cetvelle ölçümleri yapıldı ve cm cinsinden kaydedilmiştir.

•Boğumlar arası uzunluk: Her parseldeki bitkilerin yarısında ölçüm yapılmıştır. Bunun için ilk çiçek salkımının üstündeki boğum arası tercih edilmiştir. Veriler cm cinsinden kaydedilmiştir.

•İlk çiçek salkımına kadar gövde yüksekliği: Her parselde ilk çiçek salkımlarının oluşumu gözlemlenmiştir ve toprak seviyesinden salkım sapının gövdeye bağlandığı noktaya kadar cm cinsinden ölçülmüştür.

•Briks (suda çözünür kuru madde): Hasat sonrasında 20℃ sıcaklıkta Reflaktometre ile üç meyveden ölçüm yapılmış ve çıkan değerler kaydedilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çeşitlerin dikimden ilk çiçeğe gün sayısı, çiçekten ilk meyveye gün sayısı, ilk meyveden olgunluğa gün sayısı, bitki başına verim (g), bitki başına erkenci verim (g), erkencilik (%) ortalama meyve ağırlığı (g), meyve eni (cm), meyve boyu (cm), yaprak eni ve boyu,

İlk çiçek salkımına kadar gövde uzunluğu ve suda çözünebilir kuru madde miktarı (%)'na ait veriler Çizelge 2'de yer almaktadır.

Dikimden ilk çiçeklenmeye kadar gün sayısı yönünden aday çeşitler arasında istatistiki anlamda önemli farklılıklar tespit edilmiştir. En erken %50 çiçeklenme 14-218 no.lu adayda (22 gün) tespit edilirken en geç çiçeklenme dikimden itibaren 31 gün sonra 14-193 no.lu aday hibritte gözlenmiştir. Hannan ve ark. [7] ve Chishti ve ark. [3] tarafından yapılan çalışmalarda çiçeklenmeye kadar geçen süreleri daha fazla bulunmuştur. Çiçeklenme genotipe ve yetiştirme dönemlerinde göre farlılık gösteren bir faktördür. Çalışmada Eylül ayının ilk günlerinde yüksek sıcaklık değerleri erken çiçeklenmeyi teşvik etmiş olabileceği düşünülmektedir. Örtüaltı yetiştiriciliğinde bulunan bu süreler normal değerler içinde yer almaktadır. Bazı araştırıcılar domates bitkilerinde ilk çiçek taslakları görülünceye kadar geçen süreyi, erkencilik ve verimi etkileyen önemli bir bitki gelişme parametresi olarak bildirmişlerdir [1, 16].

En erken meyve tutumu kontrol olarak denemede yer alan 404 no.lu çeşitte (30 gün) tespit edilirken en geç meyve tutumu (39.6 gün) 14-193 no.lu aday hibritte kaydedilmiştir.

%50 çiçeklenmeden hasat olgunluğuna kadar gün sayısı bakımından aday çeşitler arasındaki fark istatistiki anlamda önemlidir. En erken olgunlaşan aday çeşitler 14-216, 14-217, 14-218 ve kontrol 405 no.lu çeşitler 73 günde olgunluğa ulaşmıştır. Doğanlar ve ark. [5] tarafından erkencilik çalışmalarının 4 aşaması olduğu bildirilmiştir. Bunları sırasıyla; ekim veya dikimden ilk çiçeklenmeye kadar geçen gün sayısı, ilk çiçeklenmeden meyve tutumuna kadar geçen gün sayısı, meyve tutumundan olgunlaşmaya kadar geçen gün sayısı ve olgunlaşmadan olgunlaşma sonuna kadar geçen gün sayısı olarak belirtilmiştir.

Çalışmada ilk iki hasat değerleri erkenci verim olarak alınmıştır. Aday hibritlerden en erkenci çeşit 14-219 olurken, en düşük erkenci verime sahip çeşit ise 14-92 aday çeşididir. Çeşitlerin erkenci verim değerlerinin %39.86 ile %69.18 arasında değiştiği görülmüştür (P 0.05). Verimli adayların erkenci verim yüzdeleri de yüksek bulunmuştur. Şen ve ark. [17], tarafından yapılan çalışmada erkenci verim 1105-1741 g/bitki arasında bulunmuştur. Erkenci verim değerleri hasat sayısı, vejetasyon süresi ve erkenci hasat sayılarına göre farklılık göstermektedir. Bulunan değerler literatürle uyumludur.

Bitki başına en yüksek verim 14-218 no.lu hibrit adayından alınırken, en düşük verim ise 14-92 no.lu hibritten alınmıştır. Bitki başına ortalama verim 3276.6 g'dır. Domates verimi ile ilgili daha önce yapılan çalışmalarda, genotiplerin bulundukları yere, iklim koşullarına ve bitki beslenmesine göre farklı tepkilere sahip olabileceği bildirilmiştir [20, 15, 4]. Chishti ve ark. [3] tarafından yapılan çalışmada en yüksek verim 4670 g/bitki, Saleem ve ark. [16], tarafından yapılan çalışmada 1500-4400 g/bitki arasında bulunmuş olup, araştırma sonuçları benzerlik göstermektedir.

Bitki başına meyve sayısı 11.1 ile 30.0 arasında değişim göstermiştir. Meyve sayısı meyve ağırlığına bağlı olarak değişmekte birlikte verimleri yüksek olan adayların meyve sayıları da yüksek bulunurken, verim değerleri ortalamanın altında kalan adayların meyve sayıları da düşük olduğu tespit edilmiştir. Denemede bitki başına ortalama meyve sayısı 19 adet olarak bulunmuştur.

Ortalama meyve ağırlığı dikkate alındığında 14-219 no.lu aday hibrit çeşidi 279.6 g ile en iri meyveli çeşit olarak ilk sırada yer almış, bunu diğer aday çeşit

olan 14-218 takip etmiştir. Denemenin ortalama meyve ağırlığı 179.9 g'dır.

Çizelge 2. Araştırmada kullanılan çeşitlerin dikimden %50 çiçeklenme gün sayısı (gün), dikimden meyve tutumuna kadar geçen süre (gün), dikimden olgunluğa kadar gün sayısı (gün), bitki başına verim (g) erkenci verim (g), bitki başına meyve sayısı (ad) ortalama meyve ağırlığı (g) değerleri

Table 2. 50% flowering days (days), time from planting to fruit set, number of days from planting to maturity (days), yield per plant (g), early yield per plant (g), number of fruits per plant (pc) and average fruit weight (g) grouping according to analysis results of the cultivars used in the study

Hibrit adayları *Hybrids candidates*	Dikimden %50 çiçeklenme gün sayısı (gün) *50%flowering days (days)*	Dikimden meyve tutumuna kadar geçen süre (gün) *Time from planting to fruit set*	Dikimden olgunluğa kadar gün sayısı (gün) *Number of days from planting to maturity (days)*	Bitki başına verim (g) *Yield per plant (g)*	Erkenci verim (g) *Early yield per plant*	Bitki başına meyve sayısı (ad) *Number of fruits per plant*	Ortalama meyve ağırlığı g *Average fruit weight g*
14-92	28.5 ab	35.5 bc	73.0 d	2315.3 e	1161.4 e	11.3 d	198.5bc
14-191	25.5 bd	36.0 b	77.5 ab	3758.7 ab	1805.3 bc	30.1 a	124.9 f
14-193	31.0 a	39.5 a	74.0 cd	2746.1 de	1899.8 ac	16.5 c	166.2 ce
14-206	26.0 bc	33.5 be	73.0 d	3117.4 ad	1917.2 ac	19.8 bc	160.3de
14-216	22.5 de	33.0 ce	73.0 d	3643.5 ac	1792.6 bc	18.3 bc	199.4bc
14-217	25.5 bd	34.5 bd	73.0 d	3534.5 ac	1591.2 cd	18.5 bc	190.2bc
14-218	22.0 e	31.0 ef	73.0 d	3790.0 a	2061.0 ab	17.1 bc	221.6 b
14-219	25.0 ce	33.5 be	76.5 ac	3248.7 ad	2218.7 a	11.7 d	279.6 a
14-288	26.0 bc	35.0 be	75.0 bd	2967.7 ce	1636.5 cd	18.5 bc	159.8de
14-324	22.5 de	33.5 be	76.5 ac	3390.6 ad	1877.3 ac	27.8 a	122.5 f
14-328	23.0 ce	33.5 be	79.5 a	3059.0 bd	1787.3 bc	18.1 bc	168.9 ce
14-330	23.0 ce	32.0 df	73.0 d	3758.0 ab	1705.3 c	18.4 bc	203.4 b
404	22.0 e	30.0 f	74.0 cd	3280.9 ad	1684.8 c	19.7 bc	167.8 ce
405	23.0 ce	33.0 ce	73.0 d	3262.8 ad	1300.4 de	21.0 b	155.3 ef
Ort.	24.7	33.8	74.5	3276.6	1745.6	19.07	179.9
LSD	3.2**	2.6**	3.2**	717.5*	342.3**	4.05**	34.23**
CV%	3.8	4.8	2.6	13.11	11.73	12.73	11.43

Domates verimi ile ilgili daha önce yapılan çalışmalarda, genotiplerin genetik yapılarına, yetiştirildikleri ekolojiye, iklim koşullarına ve bitki beslenmesine göre meyve ağırlığında farklı tepkilere sahip olabileceği bildirilmiştir [18, 13, 4]. Çolak ve ark. [2], yaptıkları çalışmada dört domates çeşidi arasında en yüksek ortalama meyve ağırlığı A-48 (166.07 g/meyve) genotipinde gözlemişlerdir. Ayrıca BATEM'den alınan üç domates genotipinden en yüksek ortalama meyve ağırlığı B26 (163.57 g/meyve) genotipinde, en düşük ortalama meyve ağırlığı ise B178 (98.70 g/meyve) genotipinde elde edilmiştir. Sera denemelerinde elde edilen bazı bulgular çeşitli çalışmalarla paralellik gösterse de, Özdemir ve Özer [14]'ya göre çeşitler, ekolojik koşullar, bitki beslenmesi, sulama ve hasat olgunluk dönemlerindeki farklılıklar nedeniyle bazı farklılıklar gözlemlenebilmektir.

Çalışmada meyve eni ve meyve boyu ölçüm sonuçları değerlendirildiğinde, meyve eni bakımından 14-216 (95.8 mm), 14-218 (94.6 mm) ve 14-219 (91.6 mm) ilk grubu oluştururken, meyve boyu için 63.7 mm ile 14-191 adayı ilk grupta yer almıştır. Chishti ve ark. [3] bitki başına pazarlanabilir meyve verimi, meyve boyu, meyve eni bakımından genotipler arasında önemli derecede farklılıklar tespit etmişlerdir.

Yaprak eni ve boyu birlikte değerlendirildiğinde yaprak eni ve boyu bakımından en yüksek değerler 14-193 ve 14-206 no.lu adaylarda tespit edilmiştir. İlk çiçek salkımına kadar gövde yüksekliği açısından çeşitler arasında önemli farlılık tespit edilmiştir (P 0.05) (Çizelge 2).

Çizelge 3. Araştırmada kullanılan çeşitlerin meyve eni (mm), meyve boyu (mm), yaprak eni (cm), yaprak boyu (cm), ilk çiçek salkımına kadar gövde uzunluğu (cm) ve briks (SÇKM) değerleri

Table 3. Fruit width (mm), fruit size (mm), leaf width (cm), leaf length (cm), leaf length (cm), stem length to first inflorescence (cm) and water soluble dry matter grouping according to analysis results of the cultivars used in the study

Hibrit adayları *Hybrids candidates*	Meyve eni (mm) *Fruit width (mm)*	Meyve boyu (mm) *Fruit size (mm)*	Yaprak eni (cm) *Leaf width (cm)*	Yaprak boyu (cm) *Leaf length (cm)*	İlk çiçek salkımına kadar gövde uzunluğu (cm) *Stem length to first inflorescence (cm)*	Briks (SÇKM) *Water soluble dry matter*
14-92	83.2 df	60.9 cd	27.8 cd	34.4 be	42.8 ab	3.3 c
14-191	77.6 g	67.3 a	30.5 b	35.5 b	39.8 bc	3.0 f
14-193	83.4 df	59.9 d	33.9 a	40.4 a	47.2 a	3.5 b
14-206	85.7 ce	65.8 ac	34.7 a	41.9 a	27.1 g	4.1 a
14-216	95.0 a	65.8 ac	27.4 cd	32.5 de	32.2 f	3.1 e
14-217	90.4 ac	63.2 ad	29.1 b	35.8 b	35.0 df	3.2 d
14-218	94.6 a	64.6 ad	28.2 cd	35.0 bc	32.6 f	3.0 g
14-219	91.0 ab	66.8 ab	26.4 d	32.4 de	38.6 bc	3.2 d
14-288	86.5 be	60.8 cd	27.0 cd	32.3 e	36.5 cf	3.3 c
14-324	79.9 fg	61.7 cd	27.9 bc	34.9 bc	36.2 cf	3.2 d
14-328	86.1 be	62.3 bd	26.4 d	33.2 ce	33.7 ef	3.3 c
14-330	87.6 bd	63.5 ad	28.9 bc	34.6 bd	24.5 g	3.2 d
404	86.5 be	65.4 ac	32.9 a	39.8 a	37.2 ce	3.1 e
405	82.3 eg	64.8 ac	29.1 bc	36.6 b	32.8 ef	2.9 g
Ortalama	46.4	63.5	29.3	35.66	35.44	3.2
LSD	5.0**	5.0 ns	2.1**	3.8**	7.6**	0.1*
CV%	3.5	4.7	4.4	3.8	4.47	2.3

Çeşitlerin suda çözünebilir kuru madde içeriği (briks) arasındaki fark istatistiki anlamda önemlidir

(P 0.05) (Çizelge 2 ve 3). Hatlar arasında °Briks değeri 2.9 ile 4.1 arasında değişim göstermiştir. En yüksek değerler, 14-206 (4.1), 14-193 (3.5) ve 14-328 (3.3) no.lu hatlarda ölçülmüştür. Kontrol çeşitlerde °Briks 3.2 ile 2.9 arasında ölçülmüş olup, denemde kullanılan adayların birçoğu kontrol çeşitlerinden daha yüksek kuru maddeye sahiptir. Zengin ve ark. [19], tarafından yapılan çalışmada briks değeri 2.5 ile 5.0 arasında tespit edilmiş, Kabaş ve ark. [10] briks değerini 2.55 ile 5.45 arasında belirlemişlerdir. Rodriguez ve ark. [15] tarafından yapılan çalışmada domates genotiplerinde briks değeri 3.7 ile 5.8 arasında değişmiştir. Sonuçlar kuru madde açısından literatürle uyumludur.

SONUÇ

Türkiye domates üretiminde Çin ve Hindistan'dan sonra üçüncü sırada yer almaktadır. Üretici açısından iyi bir gelir elde etmek için yüksek verimli, bölgede yaygın olan hastalık ve zararlılara tolerant çeşitlerin geliştirilmesi önemlidir. Islah programlarının birincil hedefi, yalnızca verimli çeşitler geliştirmek değil aynı zamanda hastalık ve zararlılara dayanıklı, meyve kalitesi yüksek, adaptasyonu iyi çeşitlerin ıslah edilerek üreticinin hizmetine sunulmasıdır.

Melez çeşit geliştirmenin en önemli aşaması, en iyi ebeveynlerin seçimidir. Pazar talepleri, kalite özellikleri ve meyvelerdeki farklılıklara bağlı olarak, en iyi performansa sahip aday çeşitler ıslah programlarına dahil edilebilir. Bu çalışmada seçilen ebeveynlerle yapılan melezlerde dikimden %50 çiçeklenmeye kadar geçen gün sayısı, %50 çiçeklenmeden ilk meyve tutumuna kadar geçen gün sayısı, 50 çiçeklenmeden olgunluğa kadar geçen gün sayısı, bitki başına verim (g), bitki başına erkenci verim (g), erkencilik (%) ortalama meyve ağırlığı (g), meyve eni (cm), meyve boyu (cm), yaprak eni ve boyu, ilk çiçek salkımına kadar gövde uzunluğu ve suda çözünebilir kuru madde miktarı (%)'na ait değerleri analiz edilmiştir. %50 çiçeklenme 22 ile 31 arasında tespit edilirken, en erken olgunlaşma gün sayısı 73 gün olarak bulunmuştur. Aday hibritlerden en erkenci çeşit 14-219 olurken, en düşük erkenci verim 14-92 kodu ile yer alan aday hibrit çeşididir. Bitki başına verim 2315.3 ile 3790.0 g arasında değişim göstermiştir. Ayrıca meyve eni bakımından 14-216 (95.8 mm), 14-218 (94.6 mm) ve 14-219 (91.6 mm) ilk grubu oluştururken, meyve boyu için 63.7 mm ile 14-191 adayı kontrollere göre daha üstün bulunmuştur. Suda çözünür kuru madde miktarı 2.9 ile 4.1 arasındadır. Sonuçta bitki başına verim ve verimle bağlantılı morfolojik özellikler yönünden hibritlerin kontrol çeşitleri kadar üstün özellikler verdikleri tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

1. Atherton, J.G., Harris, G.P. 1986. Flowering. In: Atherton J.G., Rudich J. (Eds), The Tomato Crop. A Scientific Basis for Improvement, London, England, pp:167-200.
2. Colak, A., Fidan, H., Karacaoğlu, M., Daşgan, H.Y. 2020. The identification of the resistance levels of *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* and Tomato yellow leaf curl viruses in different tomato genotypes through traditional and molecular methods, Applied Ecology and Environmental Research 17(2):2203-2218.
3. Chishti, S.A.S., Khan, A.A., Sadia, B., Khan, I.A. 2008. Analysis of combining ability for yield components and quality characters in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). J. Agric. Res. 46(4):325-332.
4. Demirtaş, E.I., Arı, N., Özkan, C.F., Öktüren, A.F. 2016. Determination of residual effect of urban solid waste compost on tomato grown under greenhouse condition. Derim 33(1):144-158.
5. Doganlar, S., Tanksley, S.D., Mutschler, M.A. 2000. Identification and molecular mapping of loci controlling fruit ripening time in tomato. Theor. Appl. Genet. 100(2):249-255.
6. FAO, 2022. https://www.fao.org/faostat/en/#data/qcl (Erişim: 10.08.2022).
7. Hannan, M.M., Biswas, M.K., Ahmed, M.B., Hossain, M., Rafiul Islam, R. 2007. Combining ability analysis of yield and yield components in tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.). Turk J. Bot. 31:559-563.
8. Georgiev, H. 1991. Heterosis in tomato breeding. In Genetic improvement of tomato (pp:83-98). Springer, Berlin, Heidelberg.
9. Kabas, A., Ersoy, A., Zengin, S., Golukcu, M. 2021. Assessment of quality attributes of hybrids developed from pure lines of cherry and cocktail-type tomatoes. Acta Alimentaria 50(1):65-73.
10. Kabaş, A., Zengin, S., Oğuz, A., İlbi, H., Gölükçü, M., Tokgöz, H., Ünlü, A. 2018. Bazı domates hatlarının verim ve kalite özellikleri bakımından genel kombinasyon yeteneklerinin ve heterotik gruplarının belirlenmesi. Akademia Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi 1(4):36-46.
11. Kasapoğlu, A. 1996. Tohum politikası. Hasad Dergisi, 3:17-21
12. North, C. 1979. Plant breeding and genetics in horticulture. Sweetish Horticultural Research Institute Scotland.
13. Ozbay, N., Ateş, K. 2015. Evaluation of fresh market tomato cultivars for climatic conditions of Bingöl. Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences 2(2):226-236.

14. Özdemir, A., Özer, H. 2016. Effect of different doses of fertilizer on yield and quality of organically grown tomato. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 11(1):17-26.
15. Rodriguez, G.R., Pratta, G.R., Zorzoli, R., Picardi, L.A. 2006. Evaluation of plant and fruit traits in recombinant inbred lines of tomato obtained from a cross between *Lycopersicon esculentum* and *L.pimpinellifolium*. Cien. Inv. Agr. 33(2):111-118.
16. Saleem, M.Y., Asghar, M., Haq, M.A., Rafique, T., Kamran, A., Khan, A.A. 2009. Genetic analysis to identify suitable parents for hybrid seed production in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Pak. J. Bot. 41(3):1107-1116.
17. Şen, F., Uğur, A., Bozokalfa, M.K., Eşiyok, D., Boztok, K. 2004. Bazı sera domates çeşitlerinin verim kalite ve depolama özelliklerinin belirlenmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 41(2):9-17.
18. Uzun, S., Demir, Y. 1996. Sıcaklık ve ışığın bitki büyüme, gelişme ve verime etkileri (2. Gelişme). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 11:201-212.
19. Zengin, S., Kabaş, A., Oğuz, A., Eren, A., Polat, E. 2015. Determining of general combining ability for yield, quality and some other traits of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) inbred lines. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 28(1):1-4

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 365–371 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

SOĞAN TOHUMLARINDA TOHUM GÜCÜNÜN BELİRLENMESİNDE RADİSİL ÇIKIŞ TESTİNİN KULLANIMI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

İlkay DİNÇ[1]*, Özlem ALAN[2]

[1]Zir. Yük. Müh., MTN Tohum, Bandırma/Balıkesir; ORCID: 0000-0002-6554-846X
[2]Doç. Dr., Ege Üniversitesi, Ödemiş Meslek Yüksek Okulu, Ödemiş/İzmir; ORCID: 000-0002-7207-5488

ÖZ

Radisil çıkış (RÇ) testi, mısır, turp, buğday ve kanola türleri için ISTA (Uluslararası Tohum Testleri Birliği) tarafından onaylanmış bir tohum gücü testidir. Soğan için onaylanmış tohum gücü test yöntemi bulunmamakta ve küçük tohumlu türler için tavsiye edilen kontrollü bozulma (KB) testi kullanılmaktadır. Bu çalışmada, 9 farklı soğan tohum partisinde, 20°C ve 12°C'de yapılan RÇ testlerinin soğan tohum partilerinin tohum gücünün belirlenmesinde etkinliğinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla, tohum partilerinde, standart çimlenme testi (20°C), düşük sıcaklık çimlenme testi (12°C), 20°C ve 12°C'de RÇ testi ve KB testi gerçekleştirilmiş ve tarla çıkış testi ile korelasyona tabi tutulmuştur. 20°C RÇ testinde, 138. (r=0.516**) ve 146. saat sayımlarının (r=0.529**) tarla çıkışlarındaki varyasyonun sırasıyla %41.7 ve %43.3'ünü; 12°C RÇ testinde, 162. (r=0.600**) ve 170. saat sayımlarının (r=0.599**) tarla çıkışlarında ki varyasyonun sırasıyla %46.6 ve %50.6'sını açıklayabildiği tespit edilmiştir. KB testi normal çim (r=0.714**) oranlarının tarla çıkışlarındaki varyasyonun %81.8'ini açıkladığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, hızlı ve pratik bir yöntem olması açısından, soğan tohum partilerinin tarla çıkışlarının tahmininde ve tohum lotları arasındaki tohum gücü farklılıklarının belirlenmesinde, 20°C RÇ testinde, 138. ve 146. saat sayımlarının; 12°C RÇ testinde 162. ve 170. saat sayımlarının kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Soğan, tohum gücü, tarla çıkışı, kontrollü bozulma, radisil çıkış testi

A RESEARCH ON USING THE RADICLE EMERGENCE TEST TO DETERMINE SEED VIGOUR IN ONION SEED LOTS

ABSTRACT

The radicle emergence (RE) test is validated as vigour test by ISTA (International Seed Testing Association) for maize, radish, wheat and oil seed rape. There is no validated vigor test for onions and controlled deterioration (CD) test (recommended for small-seeded species) is used. This study was conducted to determine effectiveness of RE test (20°C and 12°C) in prediction of field emergence (FE) of nine onion seed lots. Standard germination test (20°C), low temperature germination test (12°C), RE test (20°C and 12°C), CD test were done at seed lots and correlated with FE. FE was highly correlated with the counts of RE (at 20°C) for 138 and 146 hours (r=0.516** and r=0.529**) and accounted for 41.7 and 43.3%of the variation in FE, respectively. A single count of RE taken after 162 (r=0.600**) and 170 hours (r=0.599**) at 12°C were predictive of FE (R^2=46.6 and 50.6, respectively). Germination after CD for the onion seed lots was highly correlated (r=0.714, p≤0.01) with FE (R^2=81.8). Consequently at 20°C a 138- or 146- hour count of RE; at 12°C a 162- or 170-hour count could be used for a quick evaluation to estimate FE and determining the seed vigor differences between seed lots for onion seed lots.

Keywords: Onion, seed vigour, field emergence, radicle emergence test, controlled deterioration test

GİRİŞ

Alliaceae familyasına ait bir tür olan soğan (*Allium cepa* L.), zengin vitamin, mineral içeriği ve aynı zamanda antiseptik özelliği nedeniyle insan beslenmesinde önemli yeri olan bir türdür. Soğanın dünyada 5 milyon hektar alanda, 100 milyon ton üretiminin yapıldığı belirtilmektedir. Ülkemizde ise, 2020 yılında 685 bin dekar alanda 2.3 milyon ton kuru soğan, 75.3 bin dekar alanda 129 bin ton taze soğan olmak üzere toplam 760 bin dekar alanda, 2.4 milyon ton üretimi yapılmaktadır [15]. Ülkemiz, dünya soğan üretiminde, üretim miktarı bakımından 5. sırada, üretim alanı olarak 12. sırada, yer almaktadır [9]. Belirtilen üretim rakamları ile soğan, ülkemiz sebze üretiminde domates, karpuz ve biberden sonra dördüncü sırada yer almaktadır. Ülkemizde belirtilen üretimlerin gerçekleştirilmesi için gerekli tohumluk ihtiyacı yaklaşık 400 ton'dur (ortalama 800 g/da). Türkiye'de 2020 yılında soğan tohumu üretim miktarı 259 tondur [3]. Bu üretime ek olarak 2020 yılında 26.9 ton soğan tohumu ithalatı,

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*: ilkay@mtntohum.com

ayrıca 137.1 ton soğan tohumu ihracatı yapılmıştır [16]. Bu verilerden, çiftçinin kendi tohumluğunu kendisi aldığı ve tohum kalitesinin göz ardı edilerek tohumluk sağlandığı anlaşılmaktadır.

Ülkemizde kuru soğan üretimi, yüksek oranda direkt tohum ekimi ile yapılırken, arpacık ve fide ile yetiştiriciliği daha az oranda yapılmaktadır. Doğrudan tohum ekimi yoluyla yapılan soğan üretimlerinde tohum ekim zamanı; kısa gün soğan çeşitlerinde Ekim ayı, orta gün soğan çeşitlerinde Şubat ayı ve uzun gün soğan çeşitlerinde Şubat-Mart aylarıdır. Belirtilen tohum ekim zamanları bölgelere ve yıllara göre düşük sıcaklık ve yüksek yağış riskinin fazla olduğu dönemlerdir. Soğan tohumları, bu tip stres koşulları (düşük sıcaklık, ağır karakterli toprak, tuzlu toprak) ile karşılaştıkları zaman düşük oranda, geç veya düzensiz tarla çıkışı göstermektedirler [17-5]. Baş soğan dekar başına verimine bakıldığında, oldukça düşük olduğu görülmektedir. Üretimin başlangıç noktasında yer alan tohum, verimi etkileyen önemli bir unsurdur. Bitkisel üretimde ilk girdi olan tohumun, kalitesinin belirlenmesi, yıldan yıla yapılan çalışmaların katkısıyla hak ettiği önemi kazanmaya başlamıştır. Kalite testlerinde, standart laboratuvar testlerinin tarla çıkışlarını yeteri kadar gösteremediği belirlenirken, tohum gücü kavramının oluşmasıyla güç testlerine verilen önem artmaya başlamıştır. Tohum partilerinin, yüksek tohum gücü (vigor) değerlerine sahip olması, özellikle ekstrem tarla şartlarında çıkış kayıplarının daha az olacağı anlamına gelmektedir. Üretimin ilk adımının az kayıpla başlaması, verime doğrudan pozitif katkı sağlayacaktır. Soğan tohumlarında, tohum gücünün belirlenmesi, hem üreticiler hem de rekabetin yaşandığı tohum ticaretinde tohum üreten firmalara tohum depolama stratejilerinin yanı sıra ciddi bir pazarlama avantajı sağlaması açısından kritik önemdedir.

Soğanda tohumluk partileri arasındaki performans farklılıklarını belirlemede ISTA (Uluslararası Tohum Testleri Birliği) tarafından onaylanmış herhangi bir tohum gücü test yöntemi bulunmamaktadır. Her tür tohum için onaylanmış tohum gücü testlerinin olmaması, bu türlerde tohum gücü testleri için yöntem çalışmalarını beraberinde getirmektedir. Bununla birlikte, ISTA küçük tohumlu türlerde tohum gücünün belirlenmesinde kontrollü bozulma testinin kullanılabileceğini tavsiye etmektedir. Soğan gibi küçük tohumlu türler için tavsiye edilen kontrollü bozulma testi, alt yapı, yatırım maliyeti ve uzun zamana ihtiyaç göstermektir. Bu noktada hızlı ve pratik bir yöntem olarak ISTA tarafından buğday, mısır, turp ve kanolada onaylanmış radisil çıkış testi karşımıza çıkmaktadır. Radisil çıkış testi, partiler arasındaki ortalama çimlenme zamanı arasındaki farkların kullanılarak tohum gücünün belirlenmesi esasına dayanmaktadır. Tohum kalitesinin belirlenmesine yönelik kullanılan yöntemler, özellikle test edilecek tohum partilerinin sayısı fazla olduğunda, sadece zamandan değil, aynı zamanda emekten de tasarruf etmek için önemlidir. Belirtilen avantajların yanında, radisil çıkış testinde, standart çimlenme testi sırasında uygulanması nedeniyle alt yapı ve ekipman gerektirmemesi de diğer bir avantajı olarak belirtilebilir. Bu çalışmada, soğan tohum partilerinde, radisil çıkış testinin tohum gücünün belirlenmesinde ki etkinliğini, düşük sıcaklıkta çimlenme testi, kontrollü bozulma testi ve tarla çıkış testleri ile karşılaştırarak belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Bu çalışma, soğan tohum partilerinde, tarla çıkışının tahminlenmesinde ve tohum lotları arasındaki tohum gücü farklılıklarının belirlenmesinde, radisil çıkış testinin etkinliğinin araştırılması amacıyla, MTN Tohum Ltd. Şti. Ar-Ge sahası ve laboratuvarı ile EGE Üniversitesi Tohum Teknolojisi Uygulama ve Araştırma Merkezi Laboratuvarlarında 2021 yılında yürütülmüştür. Çalışmada, MTN Tohum Ltd. Şti. tarafından temin edilen, farklı gün uzunluğu (kısa, orta ve uzun gün soğan), farklı üretim yılı ve farklı soğan rengine sahip (beyaz, kırmızı, sarı ve taze soğan) çeşitlerden (%75 ve üzeri canlılığa sahip) 9 farklı soğan tohumluk partisi kullanılmıştır.

Metot

Tohumların nem içerikleri "Düşük Sabit Sıcaklık Fırın" yöntemine göre belirlenmiştir [9]. Tohum partilerinin nem içerikleri belirlendikten sonra, yapılacak kalite testlerinde tohum neminden kaynaklanabilecek olan kayıpları azaltmak için tüm tohum partilerinin nem içerikleri ağırlık kaybı [10] esasına göre %8 nem içeriğine kalibre edilmiştir.

Standart çimlenme testinde, tüm tohum partilerinden 4×50 adet tohum petri kaplarına kağıt arasına ekilmiş ve 3 gün 7°C sıcaklığında ön üşütmede bekledikten sonra, 20°C sıcaklıktaki iklim dolabında, 12 gün tutulmuştur [9]. Standart çimlenme testi esnasında 20°C Radisil çıkış testi sayımları için 18, 26, 42, 50, 66, 74, 90, 98, 114, 122, 138, 146, 162 ve 170. saatlerde 2 mm radisil çıkışını tamamlayan tohumlar sayılarak kaydedilmiştir [4]. Test sonunda çimlenme, normal ve anormal çim oranları belirlenmiştir.

Düşük sıcaklık çimlenme testinde tüm tohum partilerinden 4×50 adet tohum, ülkemizde çoğunlukla soğan tohumlarının ekim dönemindeki sıcaklıklardan yola çıkarak 12℃ sıcaklıkta, 18 gün süreyle düşük sıcaklık çimlenme testine alınmıştır. Düşük sıcaklık çimlenme testi esnasında 12℃ Radisil çıkış testi sayımları için 18, 26, 42, 50, 66, 74, 90, 98, 114, 122, 138, 146, 162 ve 170. saatlerde radisil çıkışını tamamlayan tohumlar sayılarak kaydedilmiştir. Test sonunda çimlenme, normal ve anormal çim oranları belirlenmiştir. Standart çimlenme ve düşük sıcaklıkta çimlenme testlerinden elde edilen günlük sayım değerleri ile ortalama çimlenme zamanı hesaplanmıştır [6].

Soğanda önerilen kontrollü bozulma testi prosedürü; %19 nem içeriği, 45℃'de 24 saat olarak belirtilmiştir (ISTA 2009). Tüm tohum partilerinde, tohumlar %19 nem içeriğine kalibre edilmiştir. Daha sonra, alüminyum folyo paketlere 500 adet tohum × 2 tekerrürlü olarak konan tohumlar 24 saat 4℃ buzdolabında bekletilerek denge nemine ulaşması sağlanmıştır. Buzdolabından çıkarılan alüminyum paketler bir süre ortam sıcaklığında bekletildikten sonra 24 saat 45℃'de sıcak su banyosuna alınmıştır. Sıcak su banyosundan çıkan paketler kurulanıp açılarak tohumlar tekrar tartılmış ve herhangi bir nem alış verişi yaşayıp yaşamadığı teyit edilmiştir. Daha sonra tohumlar, 4×100 adet tohum olacak şekilde kağıt arası standart çimlenme testine alınmış ve test sonunda toplam çimlenme, normal çim ve anormal çim oranları belirlenmiştir.

Tarla çıkış testi, sonbahar (Kasım-Aralık) ekim döneminde, MTN Tohum Ltd. Şti. Bandırma Ar-Ge sahasında yapılmıştır. Her bir tohum partisinden 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 100 adet olacak şekilde, tesadüf blokları deneme desenine göre sıra arası 10 cm, sıra üzeri 1-2 cm olacak şekilde ekilmiştir. Tarla çıkışlarında, 7, 10, 15, 20, 25, 30 ve 35. günlerde sayımlar yapılmıştır. Soğan tohumlarının arazi şartlarında 3 ile 4 haftada çıkışlarını tamamlamasından yola çıkarak 25.gün verileri değerlendirmeye alınmıştır.

Çalışmada elde edilen veriler, TARİST istatistik paket programı kullanılarak [1] varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farkların belirlenmesinde LSD testi kullanılmıştır. Radisil çıkış testi, standart çimlenme testi, düşük sıcaklık çimlenme testi ve kontrollü bozulma testi ile tarla çıkış testleri arasında korelasyon analizi SPSS (26.0 for Windows) paket programı kullanılarak (Pearson Korelasyon Analizi) yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Soğan tohum partilerinin standart çimlenme testi sonuçları %80.0 ile %90.0 arasında, düşük çimlenme testi sonuçları %53.0 ile %83.5 arasında, kontrollü bozulma testi sonuçları %76.8 ile %93.0 arasında belirlenirken, tarla çıkışları %40.0 ile %81.3 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 1-4). Standart çimlenme testinde, en yüksek grupta yer alan S1 ve S2 partilerinin diğer testlerde de en yüksek grupta yer alması beklenirken, 12℃'de S1, S9, S4 ve S2 partileri; kontrollü bozulma testinde S1 ve S9 partileri; tarla çıkış testinde ise S1, S9 ve S7 partileri en yüksek gruplamada yer almıştır (Çizelge 5). Bu sonuçlar, tohum partileri arası vigor farklılıklarının olduğunu ortaya koymakta ve standart çimlenme testlerinin tarla çıkış oranını tam olarak tahminleyemediğini göstermektedir. Benzer bir amaçla Aka [2]'nın ıspanak tohum partileri arasındaki tohum gücü farklılıklarının belirlenmesi konusunda yaptığı çalışmada, standart çimlenme testi, düşük sıcaklık ve yüksek sıcaklık çimlenme testi, kontrollü bozulma testi ve tarla çıkış testleri arasında sonuçların farklılık gösterdiği, tarla çıkışlarını standart çimlenme testinin, düşük sıcaklık çimlenme testinin ve yüksek sıcaklık çimlenme testinin belirleyemediği, 43℃ %24 nemde 24 saatlik kontrollü bozulma testi ile tarla çıkışının en iyi oranda açıklanabildiği ifade edilmiştir.

Çizelge 1. Soğan tohum partilerinin toplam çimlenme, normal çim, anormal çim yüzdeleri ile ortalama çimlenme zamanındaki değişimler (20℃)

Table 1. Changes in total germination, normal and abnormal seedlings and mean germination time of onion seed lots (20℃)

Parti no *Lot no*	Toplam çimlenme *Total germination (%)*	Normal çim *Normal seedlings (%)*	Anormal çim *Abnormal seedlings (%)*	Ortalama çimlenme süresi (gün) *Mean germination time (day)*
S1	99.5 a	96.0 a	3.5 d	3.3 cd
S2	97.5 ab	94.0 ab	3.5 d	2.7 e
S3	91.5 e	86.5 d	5.0 bcd	4.0 a
S4	96.7 bc	92.0 bc	4.7 cd	3.8 ab
S5	94.0 cde	86.0 d	8.0 b	3.6 abc
S6	88.0 f	80.7 e	7.3 bc	3.5 bc
S7	95.5 bcd	92.5 bc	3.0 d	3.0 de
S8	93.5 de	81.5 e	12.0 a	2.7 e
S9	92.0 e	90.0 c	2.0 d	2.8 e
Ortalama *Average*	94.2**	88.8**	5.4**	3.3**

**Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark LSD ($p \leq 0.01$) testine göre istatistiki olarak önemlidir.

***The difference between the means with different letters in the same column is statistically significant compared to the LSD ($p \leq 0.01$) test.*

Çizelge 2. Soğan tohum partilerinin toplam çimlenme, normal çim, anormal çim yüzdeleri ile ortalama çimlenme zamanındaki değişimler (12°C)

Table 2. Changes in total germination, normal and abnormal seedlings and mean germination time of onion seed lots(12°C)

Parti no *Lot no*	Toplam çimlenme *Total germination (%)*	Normal çim *Normal seedlings (%)*	Anormal çim *Abnormal seedlings (%)*	Ortalama çimlenme süresi (gün) *Mean germination time (day)*
S1	98.5 a	83.5 a	15.0 e	7.1 cd
S2	97.3 ab	76.0 ab	21.3 cde	7.5 bc
S3	84.5 d	53.5 d	31.0 ab	9.1 a
S4	96.7 ab	79.3 ab	17.3 de	8.0 b
S5	96.0 abc	66.0 c	30.0 abc	7.5 bc
S6	94.0 bc	57.0 d	37.0 a	9.6 a
S7	96.7 ab	73.3 bc	23.3 bcde	7.2 cd
S8	92.7 c	66.7 c	26.0 bcd	6.6 d
S9	96.0 abc	80.0 ab	16.0 e	6.0 e
Ortalama *Average*	94.7**	70.6**	24.1**	7.6**

Çizelge 3. Soğan tohum partilerinin kontrollü bozulma testi sonrası toplam çimlenme, normal çim ve anormal çim yüzdeleri

Table 3. Percentages of total germination, normal and abnormal seedlings after controlled deterioration test of onion seed lots

Parti no *Lot no*	Toplam çimlenme *Total germination (%)*	Normal çim *Normal seedlings (%)*	Anormal çim *Abnormal seedlings (%)*
S1	97.3 a	93.0 a	4.3 de
S2	93.3 bc	86.8 bc	6.5 cde
S3	89.0 d	77.0 de	12.0 ab
S4	93.5 bc	84.3 c	9.3 bc
S5	91.3 cd	76.8 e	14.5 a
S6	91.8 bcd	84.0 c	7.8 bcd
S7	95.0 ab	87.0 bc	8.0 bcd
S8	93.5 bc	82.0 cd	11.5 ab
S9	92.5 bc	89.5 ab	3.0 e
Ortalama	93.0**	84.5**	8.5**

**Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark LSD (p≤0.01) testine göre istatistiki olarak önemlidir.

***The difference between the means with different letters in the same column is statistically significant compared to the LSD (p≤0.01) test.*

Çizelge 4. Soğan tohum partilerinin tarla çıkış yüzdeleri

Table 4. Field emergence percentages of onion seed lots

Parti no / *Lot no*	Tarla çıkışı (%) / *Field emergence (%)*
S1	81.3 a
S2	56.7 c
S3	40.0 d
S4	70.0 b
S5	48.7 cd
S6	57.3 c
S7	72.0 ab
S8	56.3 c
S9	73.3 ab
Ortalama	61.7**

**Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark LSD (p≤0.01) testine göre istatistiki olarak önemlidir.

***The difference between the means with different letters in the same column is statistically significant compared to the LSD (p≤0.01) test.*

Çizelge 5. Soğan tohum partilerinin standart çimlenme, düşük sıcaklık çimlenme, kontrollü bozulma ve tarla çıkış testlerine göre sınıflandırılması

Table 5. Classification of onion seed lots according to standard germination, low temperature germination, controlled deterioration and field emergence tests

Testler *Tests*	Yüksek grup *High group*	Orta grup *Middle group*	Düşük grup *Low group*
Standart çimlenme testi-20°C (%)	S1>S2	S7>S4>S9>S3>S5	S8>S6
Düşük sıcaklık çimlenme testi-12°C (%)	S1>S9>S4>S2	S7>S8>S5	S6>S3
Kontrollü bozulma testi (%)	S1>S9	S7>S2>S4>S6>S8	S3>S5
Tarla çıkış testi (%)	S1>S9>S7	S4>S6>S2>S8	S5>S3

Soğan tohum partileri arasındaki tohum gücü farklılıklarını belirleme ve tarla çıkışını tahminlemede radisil çıkış testinin etkinliğinin belirlenmesi amacıyla tarla çıkışları ile radisil çıkış testi (20°C ve 12°C) arasındaki korelasyonlar Çizelge 6 ve 7'de verilmiştir. Çizelge 6 incelendiğinde, 20°C gerçekleştirilen standart çimlenme testi sırasında yapılan radisil çıkış sayımlarından 114 (r=0.370*) ve 122. saat (r=0.390*) sayımlarının p≤0.05 düzeyinde, 138. (r=0.516**), 146. (r=0.529**), 162. (r=0.524**) ve 170. saat (r=0.594**) sayımlarının p≤0.01 seviyesinde tarla çıkışı ile artan oranda korelasyona sahip olduğu, standart çimlenme testindeki toplam çimlenme ile tarla çıkışı (r=0.430**), normal çim oranı ile tarla çıkışı (r=0.511**) arasında p≤0.01 seviyesinde korelasyona sahip olduğu belirlenmiştir. R^2 değerleri, radisil çıkış testi 114. saat çıkış oranları ile tarla çıkışında varyasyonun %21.5'inin, 122. saat ile %25.0'ının, 138. saat ile %41.7'sinin, 146. saat ile %43.3'ünün, 162. saat ile %48.8'inin ve 170. saat radisil çıkış oranı ile de varyasyonun %49.5'inin açıklanabildiğini göstermektedir. Ayrıca standart çimlenme testindeki toplam çimlenme, normal çim ve anormal çim ile tarla çıkışı arasındaki R^2 değerleri, tarla çıkışlarındaki varyasyonun %25.6'sının toplam çimlenme ile %37.7'sinin normal çim ile ve %25.0'ının anormal çim oranı ile açıklanabildiğini göstermiştir. Çalışmamızda, 20°C radisil çıkış testinde 138. ve 146. saat sayımlarının tarla çıkışlarının tahminlenmesinde kullanılabileceği belirlenmiştir. Pırasa tohumlarında yürütülen benzer bir çalışmada 20°C' de 120. saat sayımları ile fide çıkışı, ortalama çıkış zamanı ve fide taze ve kuru ağırlığı ile yüksek oranda (r=0.717-0.839, P≤0.001) korelasyon göstermiştir. 120. saat radisil çıkış sayımlarının güç göstergesi olarak kullanılabileceği ifade edilmiştir [7].

Çizelge 6. Radisil çıkış testi ile tarla çıkışı arasında ve farklı çimlenme periyotlarından sonraki radisil çıkışı, normal çim ile tarla çıkışı arasında ki korelasyonlar ve R² değerleri (20°C)

Table 6. Correlation coefficient (r) and R² values for the relationship between the field emergence of onion seed lots and both their radicle emergence assessment after different periods during germination and their normal germination (20°C)

20°C radisil çıkış testi sayım saatleri *20°C time (hours) of radicle emergence assessment*	Tarla çıkışı *Field emergence*	R² *R²*
18	0.126	
26	-0.019	
42	0.189	
50	0.266	
66	0.228	
74	0.261	
90	0.276	
98	0.299	
114	0.370*	0.215
122	0.390*	0.250
138	0.516**	0.417
146	0.529**	0.432
162	0.574**	0.487
170	0.594**	0.494
Toplam çimlenme-20°C	0.430**	0.255
Normal çim-20°C	0.511**	0.377
Ortalama çimlenme zamanı-20°C	-0.304	

Çizelge 7 incelendiğinde 12°C Radisil çıkışı sayım saatleri ile tarla çıkışı arasında 114. saatte (r=0.359*) p≤0.05 düzeyinde, 122. saatte (r=0.428**), 138. saatte (r=0.566**), 146. saatte (r=0.551**), 162. saatte (r=0.600**) ve 170. saatte (r=0.599**) p≤0.01 seviyesinde korelasyon belirlenmiştir. Tarla çıkış testleri ile düşük sıcaklık (12°C) toplam çimlenme oranı ile (r=0.674**), normal çim oranı ile (r=0.702**) p≤0.01 seviyesinde pozitif korelasyona sahip olduğu da gözlemlenmektedir. R² değerleri, radisil çıkış testi 114. saat çıkış oranları ile tarla çıkışında varyasyonun %15.9'unun, 122. saat ile %22.4'ünün, 138. saat ile %39.9'unun, 146. saat ile %37.1'inin, 162. saat ile %46.6'sının ve 170. saat radisil çıkış oranı ile de varyasyonun %50.6'sının açıklanabildiğini göstermektedir. Ayrıca düşük sıcaklık çimlenme testindeki toplam çimlenme, normal çim, anormal çim ve ortalama çimlenme zamanı ile tarla çıkışı arasındaki R² değerleri, tarla çıkışlarındaki varyasyonun %55.2'sinin toplam çimlenme ile %72.2'sinin normal çim ile açıklanabildiğini göstermiştir. Çalışmamızda, 12°C radisil çıkış testinde 162. ve 170. saat sayımlarının tarla çıkışlarının tahminlenmesinde uygulanabilir olduğu belirlenmiştir. Çalışmamızla benzer şekilde fasulyede yapılan standart çimlenme testinde sonuçlar %80'in üzerinde çıkarken, düşük sıcaklık (10°C) çimlenme testinde sonuçlar %0 ile %99 arasında değişmiş, fasulyede düşük sıcaklık testlerinin tarla çıkışlarını daha iyi belirleyebileceği ortaya konmuştur [11]. Matthews'in kışlık kolzada yaptığı çalışmasında, çalışmamızla benzer sonuçlar elde edilmiş olup optimum sıcaklıklarda yapılan radisil testlerinde erken saatler ifade edilirken, düşük sıcaklık radisil testlerinde ileri saatler bildirilmiştir. 20°C radisil çıkış testinde 30. saat (R²=0.713) radisil çıkış sayımlarının, 13°C düşük sıcaklık testinde ise daha ileri saatlerden 48. saat (R²=0.930) radisil çıkış sayımlarının tarla çıkışını tahminlemede kullanılabileceğini belirlemiştir [13].

Çizelge 7. Radisil çıkış testi ile tarla çıkışı arasında ve farklı çimlenme periyotlarından sonraki radisil çıkışı, normal çim ile tarla çıkışı arasında ki korelasyonlar ve R² değerleri (12°C)

Table 7. Correlation coefficient (r) and R² values for the relationship between the field emergence of onion seed lots and both their radicle emergence assessment after different periods during germination and their normal germination (12°C)

12°C radisil çıkış testi sayım saatleri *12°C time (hours) of radicle emergence assessment*	Tarla çıkışı *Field emergence*	R² R²
18	.a	
26	.a	
42	-0.005	
50	-0.005	
66	-0.005	
74	0.139	
90	0.050	
98	0.123	
114	0.359*	0.159
122	0.428**	0.224
138	0.566**	0.399
146	0.551**	0.371
162	0.600**	0.466
170	0.599**	0.505
Toplam çimlenme-12°C	0.674**	0.552
Normal çim-12°C	0.702**	0.722
Anormal çim -12°C	-0.531**	0.592
Ortalama çimlenme zamanı -12°C	-0.430**	0.278

Çizelge 8. Kontrollü Bozulma testi ve tarla çıkışı arasında ki korelasyon ve R² değerleri

Table 8. Correlation coefficient (r) and R² values for the relationship between the field emergence of onion seed lots and controlled deterioration test

Kontrollü bozulma testi *Controlled deterioration test*	Tarla çıkışı *Field emergence*	R² *R²*
Toplam Çimlenme	0.575**	0.743
Normal Çim	0.714**	0.818
Anormal Çim	-0.560**	0.588

Kontrollü bozulma testi ile tarla çıkışı korelasyonları (Çizelge 8) incelendiğinde; toplam çimlenme değerlerinin (r=0.575**), normal çim değerlerinin (r=0.714**) ve anormal çim değerlerinin

(r=-0.560**) p≤0.01 seviyesinde tarla çıkışı ile en yüksek korelasyona sahip olduğu belirlenmiştir. R^2 değerleri, kontrollü bozulma testi toplam çimlenme oranı ile tarla çıkışında varyasyonun %74.3'ünü açıklayabilirken, normal çim oranı ile %81.8'ini ve anormal çim oranı ile %58.8'ini açıklayabildiğini göstermiştir. ISTA tarafından küçük tohumlu sebze türlerinde tavsiye edilen ve birçok çalışmada soğan için en kullanılabilir test olarak bildirilen kontrollü bozulma testi tarla çıkışlarındaki varyasyonu oldukça fazla oranda açıklamaktadır [12, 14]. Aka [2]'nın ıspanak tohum partileri arasındaki tohum gücü farklılıklarının belirlenmesi konusunda yaptığı çalışmada, tarla çıkışlarını standart çimlenme testinin, düşük sıcaklık çimlenme testinin ve yüksek sıcaklık çimlenme testinin belirleyemediği, 43°C %24 nemde 24 saatlik kontrollü bozulma testi ile tarla çıkışının en iyi oranda açıklanabildiği ifade edilmiştir.

SONUÇ

Bu çalışmada soğanda ISTA tarafından onaylanmış bir tohum gücü testi olmamasından yola çıkarak, soğan için önerilen kontrollü bozulma testi ve güç testlerinden yaygın olarak kullanılan düşük sıcaklık çimlenme testi ile karşılaştırmalı olarak tarla çıkışını tahminlemede veya tohum gücü farklılıklarını belirlemede radisil çıkış testinin kullanılabilirliği araştırılmıştır. Soğan tohum partilerinin tarla çıkışının tahminlemesinde ve tohum gücü farklılıklarının belirlenmesinde kontrollü bozulma testi oldukça yüksek oranda etkinliği tespit edilmiştir. Fazla sayıda tohum partilerinde, hızlı ve pratik bir tohum gücü test yöntemine ihtiyaç duyulduğu dönemlerde çalışmamızda elde edilen, 20°C radisil çıkış testinde 138. ve 146. saat sayımlarının, 12°C radisil çıkış testinde 162. ve 170. saat sayımlarının uygulanabilir olduğu düşünülmektedir. Çalışmada elde edilen sonuçların, farklı tohum partilerinde ve farklı laboratuvarlarda tekrarlanmasının testin güvenirliliğinin arttırması açısından yararlı olacağı sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

1. Açıkgöz, N.. Akbaş, M.E., Moghaddam A., Özcan, K., 1994, PC'ler için veritabanı esaslı Türkçe istatistik paketi: Tarist. 1. Tarla Bitkileri Kongresi, 24-28.04.1994, İzmir, s:264-267.
2. Aka, K., 2015. Ispanak tohumluklarında tohum gücünün (vigor) belirlenmesinde kontrollü bozulma testinin kullanımı (Yüksek Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, 49s.
3. Dinç, İ., 2022. Soğan tohumlarında tohum gücünün (vigour) belirlenmesinde radisil çıkış testinin kullanımı (Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tohumluk Bilimi ve Teknolojisi Anabilim Dalı, İzmir, 71s.
4. Demir, İ., Özden, E., Gökdaş, Z., Njie, E.S., Aydin, M., 2020. Radicle emergence test predicts normal germination percentages of onion seed lots with different cultivars and genotypes. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 25(3):434-442.
5. Duman, I., 2002. Soğan (*Allium cepa* L.) tohumlarının çimlenmesini iyileştirici farklı osmotik uygulama yöntemlerinin karşılaştırılması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 39(2):1-8.
6. Ellis, R.H., Roberts, E.H., 1980. Towards a rational basis for testing seed quality. In Seed Production (ed.P.D.Hebblethwaite), Butterworths, London, pp:605-635.
7. Ermis, S., Karslıoglu, M., Ozden, E., Demir, I., 2015. Use of a single radicle emergence count as a vigour test in prediction of seedling emergence potential of leek seed lots. Seed Science and Technology, 43:308-312.
8. FAO, 2019. https://www.fao.org/home/en (Erişim: 10 Ekim 2021).
9. ISTA, 2009. International Rules for Seed Testing. The International Seed Testing Association, Zurichstr 50, CH-8303, Bassesdorf, Switszerland.
10. Küçükhüseyin, E.B., 2019. Etanolün sebze tohumlarında güç testi olarak kullanımının fide kalitesi ve diğer güç testleri ile ilişkilendirilmesi (Doktora Tezi). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 143s.
11. Kolasinska, K., Szyrmer, J., Dul, S., 2000. Relationship between laboratory seed quality tests and field emergence of common bean seed, Crop Science, 40:470-475.
12. Matthews, S., Powell, A.A., 1981. Electrical conductivity test. In: Perry DA (Ed), Handbook of vigour test methods, International Seed Testing Association, Zurich.
13. Matthews, S., Wagner, M.H., Kerr, L., McLaren, G., Powell, A.A., 2012. Automated determination of germination time courses by image capture and early counts of radicle emergence lead to a new vigour test for winter oilseed rape (*Brassica napus*). Seed Science and Technology 40:413-424.
14. Poyraz, N., 1997. Bazı soğan çeşitlerinde tohum gücü (vigor) özelliklerinin saptanması (Yüksek Lisans Tezi). Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitiüsü, Tekirdağ, 52s.

15. TÜİK, 2020. Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim İstatistikleri (https://data.tuik.gov.tr/bulten/ındex?p=bitkisel-uretim-ıstatistikleri-2020-33737; Erişim: 10 Kasım 2021).
16. TÜİK, 2020. Türkiye İstatistik Kurumu Dış Ticaret İstatistikleri (https://data.tuik.gov.tr/kategori/getkategori?p=dis-ticaret-104&dil=1; Erişim: 20 Kasım 2021).
17. Vural, H., Eşiyok, D., Duman, İ., 2000. Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir, 440s.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 372–378 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

MARUL (*Lactuca sativa* L.) POLENLERİNİN CANLILIK ORANLARI ÜZERİNDE SAKLAMA KOŞULLARI VE SÜRESİNİN ETKİLERİ

Şahan TEZCAN[1]*, Kenan SÖNMEZ[2], Ayşe ŞEKER[3], Şeküre Şebnem ELLİALTIOĞLU[4]

[1]Zir. Yük. Müh., United Genetics Turkey Fide Tohum A.Ş., Bursa; ORCID: 0000-0002-2305-1818
[2]Dr. Öğr. Üyesi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Böl., Eskişehir; ORCID: 0000-0003-4040-4555
[3]Yük. Biyolog, United Genetics Turkey Fide Tohum A.Ş., Bursa; ORCID: 0000-0002-5098-5413
[4]Prof. Dr., Ankara Üniversitesi Teknokent, Doqutech Academy Ltd. Şti., Gölbaşı/Ankara; ORCID: 0000-0002-3851-466X

ÖZ

Bu araştırmada marul polenlerinin muhafazasında uygun koşul ve sürenin belirlenmesi amacıyla, donör bitkilerden hasat edilen marul polenleri oda (+24°C) ve buzdolabı (+4°C) koşullarında saat camında 1, 3, 5, 7, 10, 15 ve 30 gün süre ile muhafaza edilmiş ve bu süre sonunda 12 farklı ortamda canlılık ve çimlenme gücü kontrolleri yapılmıştır. Çalışma United Genetics Turkey Tohum Fide A.Ş. firmasının Mustafakemalpaşa işletmesinde bulunan AR-GE merkezinde yürütülmüş olup, şirkete ait LW16 kodlu ıslah hattı donör bitki olarak kullanılmıştır. Araştırma sonucunda en uygun polen saklama koşul ve süresinin; buzdolabı sıcaklığında saklanan marul polenlerinin, 5. güne kadar %53.5 oranında canlı, %33.33 oranında çimlenme gücüyle saklanabileceği tespit edilmiştir. İstatistiki olarak ($P \leq 0.01$) seviyesinde oda sıcaklığı ve buzdolabı koşulları olarak iki farklı muhafaza ortamı arasındaki farklılığın, muhafaza süresinin ve çimlenme testlerinde kullanan çimlenme ortamlarının arasındaki farkların önemli olduğu ortaya koyulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Salatalar, çiçek tozu, polen çimlenmesi, muhafaza

EFFECTS OF STORAGE CONDITIONS AND TIME ON VITALITY OF LETTUCE (*Lactuca sativa* L.) POLLENS

ABSTACT

In this study, lettuce pollen harvested from donor plants was used for 1, 3, 5, 7, 10, 15 and 30 days in a watch glass at room (+24°C) and refrigerator (+4°C) conditions in order to determine the appropriate conditions and duration for the storage of lettuce pollen. It was preserved for a period of time and at the end of this period, viability and germination power were checked in 12 different environments. Study United Genetics Turkey Tohum Fide A.Ş. was carried out in the R&D center of the company's Mustafakemalpaşa enterprise, and the company's LW16 coded breeding line was used as a donor plant. As a result of the research, the most appropriate pollen storage conditions and time; It has been determined that lettuce pollen stored at refrigerator temperature can be kept alive with 53.5% and 33.33% germination power until the 5th day. It has been revealed that statistically ($P \leq 0.01$) the difference between two different storage media as room temperature and refrigerator conditions, the differences between the storage time and the germination media used in the germination tests are significant.

Keywords: Lettuce, pollen, pollen germination, storage

GİRİŞ

Marul, *Asterales* takımına ait, *Asteraceae* (*Compositeae*) familyası, *Lactuca* cinsi, *L.sativa* türüne ait yaprağı veya türüne göre gövde ve sürgünleri yenen tek yıllık bir bitkidir. Dünya genelinde geniş üretim ve tüketim potansiyeline sahip olan marul, başta Avrupa menşeili olmak üzere pek çok ıslahçı firmanın, yoğun bir şekilde marul ıslahı çalışmasına neden olmaktadır [11]. Marulda ıslahı gerekli kılan en büyük nedenler olarak çeşitli hastalık dayanımları, çeşitli ekolojik koşullara adaptasyon, biyotik ve abiyotik stres koşullarına dayanım, erkencilik, şekil ve rengin pazara uygunluğu gibi kriterler gösterilebilir [6]. Marul ıslah çalışmalarında tüm bu özellikler bakımından hedeflenen ürünün elde edilmesi için en etkili yöntem klasik ıslah yöntemleridir. Marul ıslahında etkin ve amaca yönelik varyasyon oluşturmak, en önemli aşamadır. Marulda varyasyon oluşturma amacıyla klasik melezlemelerin yanı sıra mutajenik kimyasal ya da gamma ışını uygulamaları kullanılabilse de [7], oluşan mutasyonlar tesadüfi olduğu için, fazla miktarda uygulama, deneme ve gözlem gerektirmektedir. Bu nedenle türler arası veya tür içi klasik melezlemeler, varyasyon oluşturmanın temelidir. Ancak marulda melezleme işlemleri diğer pek çok kültür bitkisine göre daha zor ve

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

meşakkatlidir. Bu durum marul bitkisinin çiçek yapısı ve döllenme biyolojisi açısından ortaya koyduğu çalışma güçlüğünden kaynaklanmaktadır. Marul melezlemesinde işlemler hassas el becerisinin yanında, uygun polenin, ana ebeveyn ile uygun zamanda temin edilmesi için kültürel yetiştiricilik takvimi hesaplaması gerektirmektedir. Özellikle bitkinin generatif döneme geçmesi için ihtiyaç duyduğu sıcaklık toplamı düşük olan çeşitler ile yüksek olan çeşitlerin tam olarak ihtiyaç duydukları sıcaklık toplamları bilinmiyorsa, çiçeklenme dönemlerini birbirine denk getirmek zor olabilmektedir. Marulda çiçeklenmeye teşvik edici bir uygulama olan GA_3 uygulamasının bu sorunu çözmekte kullanılabilmektedir [9]. Bununla birlikte ana ve baba ebeveynin çiçeklenme tarihleri uymasa dahi, baba ebeveynden elde edilen polenlerin uzun süre saklanarak, daha ileri tarihte açacak olan ana ebeveyne ait çiçeklerin tozlanmasına olanak sağlanmasıyla aşılması büyük kolaylık ve farklı avantajlar sağlayacaktır. Çalışmamız bu hedefe yönelik olarak, marul polenlerinin muhafazası için en pratik ve uygun yöntemi belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Çalışmada bitkisel materyal olarak United Genetics Turkey Tohum Fide A.Ş.'ne ait LW16 kodlu marul ıslah hattı polen donörü olarak kullanılmıştır. LW16, batavia tip salata grubunda, yaprak rengi parlak yeşil, orta geççi sapa kalkma özelliğine sahiptir.

Metot

Marul bitkileri böcek koruma tülleriyle örtülü alçak tünellere sıra üzeri 40 cm, sıra arası 40 cm olacak şekilde 2021 yılının Şubat ayında dikilmiş ve gerekli kültürel işlemler yapılarak bitkilerin generatif döneme geçtiği çiçeklenme safhası takip edilmiştir. LW16 hattına ait polen hasadı Haziran ayı içerisinde gerçekleştirilmiştir. Bitkiler %60 oranında çiçeklenme gösterdiğinde çiçeklerin en hacimli olduğu safhada ve polen veriminin en yüksek olduğu öğlenden önce saat 10.00 ilâ 11.00 aralığında, vibratör yardımı ile saat camlarına sağılarak yapılmıştır. Çiçekler koparılmadan ve hasar oluşturmamaya dikkat edilmiştir.

Hasat edilen polenler laboratuvarda 2 adet 8 santimetrelik saat camlarına konulmuş, içerisinde silikajel bulunan iki farklı desikatöre yerleştirilmiştir. Desikatörlerin içerisindeki hava vakum pompalarıyla alınmış, bir saatlik beklemenin ardından polenlerdeki nem oranı silikajel yardımıyla düşürülmüş ve dehidrasyona (su kaybı ve kurumaya) yol açmayacak şekilde, hızlıca ortamdan silikajeller uzaklaştırılarak desikatörlerin ağızları kapatılmıştır. Desikatörlerden biri +4°C sıcaklıktaki buzdolabına, diğeri ise +24°C'deki oda sıcaklığında karanlık koşullarda muhafazaya alınmıştır. Desikatörler depolama ortamına yerleştirilmeden önce içerilerindeki hava tekrar vakum pompası ile alınmıştır.

Aynı polenlerden herhangi bir işlem yapmadan, muhafaza öncesinde hasat edildiği tarihte kontrol numunesi olarak belli bir miktar polen ayrılmış ve bu polenlerde IKI boyama yöntemiyle [4] canlılık testi ve 12 farklı ortamda çimlenme testine alınmıştır.

Çimlenme testlerinde kullanılan ortamlar Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Marul polenlerinin çimlenme gücünün belirlenmesinde kullanılan çimlendirme ortamlarının içeriği

Table 1. The content of germination media used to determine the germination power of lettuce pollen

Ortam Numarası *Medium number*	Besi Ortamı *Medium*	Sakkaroz *Sucrose*	Agar	Kap Tipi *Container type*
1	100 ppm H_3BO_3 + 100 ppm $Ca(NO_3)_2.4H_2O$	0%	1%	6 cm petri
2	100 ppm H_3BO_3 + 100 ppm $Ca(NO_3)_2.4H_2O$	40%	1%	6 cm petri
3	100 ppm H_3BO_3 + 100 ppm $Ca(NO_3)_2.4H_2O$	45%	1%	6 cm petri
4	100 ppm H_3BO_3 + 100 ppm $Ca(NO_3)_2.4H_2O$	0%	0%	10 ml şişe
5	100 ppm H_3BO_3 + 100 ppm $Ca(NO_3)_2.4H_2O$	40%	0%	10 ml şişe
6	100 ppm H_3BO_3 + 100 ppm $Ca(NO_3)_2.4H_2O$	45%	0%	10 ml şişe
7	-	0%	1%	6 cm petri
8	-	40%	1%	6 cm petri
9	-	45%	1%	6 cm petri
10	-	0%	0%	10 ml şişe
11	-	40%	0%	10 ml şişe
12	-	45%	0%	10 ml şişe

Hem çimlendirme ortamlarına polen serpme ekimi ile polen çimlenme oranları belirlenmiş hem de IKI (iyotlu potasyum iyodür) boyama yöntemi ile polenlerdeki canlılık oranları incelenmiştir. Bu amaçla yapılan incelemeler 3 tekerrürlü olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Çalışma boyunca canlılık ve çimlenme testlerinin yapıldığı saklama süreleri Çizelge 2'deki gibidir.

1, 2 ve 3 numaralı ortamlar %1'lik agar ortamına 100 ppm H_3BO_3 + 100 ppm $Ca(NO_3)_2.4H_2O$ olacak şekilde borik asit (Sigma Aldrich, CAS: 10043-35-3) ve kalsiyum nitrat tetrahidrat (Sigma Aldrich, CAS: 13477-34-4) ilave edilerek ve ortam sırasıyla %0,

%40 ve %45 oranlarında sakkaroz ilave edilerek hazırlanmıştır. 7, 8 ve 9 numaralı ortamlarsa sadece ortam sırasıyla %0, %40 ve %45 oranlarında sakkaroz ilave edilerek hazırlanmıştır. Polenler petri kaplarına fırça yardımıyla serpilmiş ve kapakları kapatılarak 24°C sabit sıcaklıktaki iklim dolabına yerleştirilmiştir. Petri kaplarında 12, 16, 20, 24, 36 ve 48 saat sonra yapılan çimlenme sayımlarının ön çalışmasında en uygun bekleme süresi 24 saat olarak belirlenmiştir ve sonraki tüm sayımlar 24 saat sonrasında gerçekleştirilmiştir. Polen çimlenme borusu polen çapı kadar uzayan polenler çimlenmiş olarak kabul edilmiştir [8].

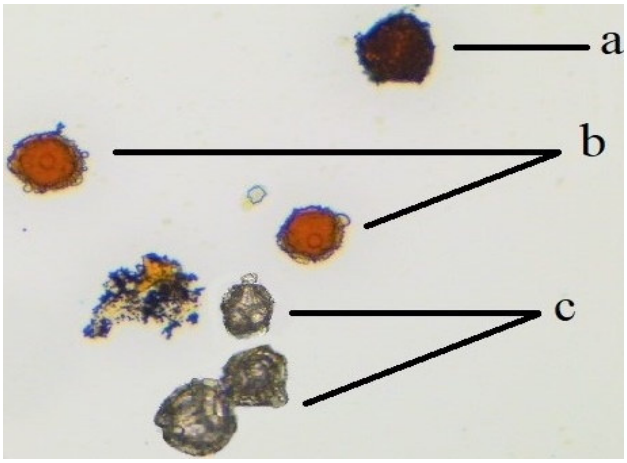
Asılı damla yönteminde solüsyon, 100 ml saf suya %20 şeker (Carlo Erba, CAS: 57-50-1) ve 10 ppm borik asit (Sigma Aldrich, CAS: 10043-35-3) ilave edilerek hazırlanmıştır. Hazırlanan çözeltiden lamların üzerine 1'er damla damlatılmış ve fırça yardımıyla polenler lamlardaki damlaların üzerine serpiştirilmiştir. Daha sonra lamlar ters çevrilip küçük petrilerin üzerine solüsyon damlası asılı kalacak şekilde yerleştirilmiştir. Ardından petriler uygun genişlikteki plastik kaplara yerleştirilmiş ve kaplar nem oranını korumak için streç filmle kaplanmış ve 24°C'deki iklimlendirme dolabına yerleştirilmiştir. Sayımlar lamlar ters çevrilip üzerlerine lamel yerleştirilerek yapılmıştır. Sayımlarda çimlenmiş polen sayısı toplam polen sayısına oranlanarak polen çimlenme gücü yüzde olarak belirlenmiştir [8].

Çizelge 2. Marul polenlerinin saklama koşul ve süreleri

Table 2. Storage conditions and times of lettuce pollen

Depolama sıcaklığı *Storage temperature*	Depolama kabı *Storage container*	Saklama süresi, gün *Retention period, days*
+4°C	Saat Camı	0, 1, 3, 5, 7, 10, 15, 30
+24°C	Saat Camı	0, 1, 3, 5, 7, 10, 15, 30

İyotlu potasyum iyodür (IKI) çözeltisi; 100 ml saf suya 1 g potasyum iyodür (Sigma-Aldrich, CAS: 7681-11-0) ve 0.5 g iyot (Sigma-Aldrich, CAS: 7553-56-2) kullanılarak hazırlanmıştır. Hazırlanan çözeltiden lam üzerine 1'er damla damlatılıp, damla üzerine polenler basit fırça ile serpilmiş ve 5 dakika beklemeden sonra Laica DM2500 LED marka mikroskopta 10× mercek kullanılarak sayım yapılmıştır. Sayımda siyah ve koyu kahverengi boyanan polenler "mutlak canlı", açık kahverengi, turuncu ve kırmızı boyanan polenler "yarı canlı", sarı ve renksiz olan polenler ise "cansız" olarak kabul edilmiştir. Polenlere ait görseller Şekil 1'de verilmiştir. Sayım sırasında ayrıca morfolojik olarak anormal görünümdeki polen miktarları da sayılmıştır [5].



Şekil 1. IKI boyama testinde canlı, yarı canlı ve cansız polenler, a. Canlı polen, b. Yarı canlı polen, c. Cansız polen

Figure 1. Live, semi-live and dead pollen in IKI staining tests, a. Live pollen, b. Semi-live pollen, c. dead pollen

Tüm çalışma hem canlılık testlemeleri hem de çimlenme güçlerinin belirlenmesi çalışmaları 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Mikroskop altında belirlenen bölgelerde canlılık testlemeleri için canlı, yarı canlı, cansız; çimlenme testlemeleri için çimlenmiş, anormal ve çimlenmemiş polen sayımları yapılmıştır.

Elde edilen verilerin istatistik analizleri "IBM SPSS Statistics 22" paket programı kullanılarak yapılmıştır.

BULGULAR

Polen Canlılık Testlemeleri

Canlılık testlemesi için yapılan kontrol çalışmasında polenlerin %99'unun canlı, %0.7'sinin yarı canlı ve %0.3'ünün cansız olduğu belirlenmiştir. Saat camında 4°C'de 1 gün saklanan polenlerde IKI boyama yöntemiyle %0 oranında cansız polen, %3.77 yarı canlı polen ve %96.2 oranında canlı polen sayımı yapılmıştır. 24°C'de 1 gün saklanan polenlerdeyse canlı polen oranı %90.2, yarı canlı polen oranı %9.76, cansız polen oranıysa %0 olmuştur.

3. saklama gününde 4°C'de saklanan polenlerde IKI boyama testine göre %86.3 canlı, %11.8 yarı canlı ve %1.96 cansız polen, 24°C'de saklanan polenlerdeyse %88.9 oranlarında canlılıklarını korudukları, %9.26 yarı canlı oldukları, %1.85 oranında cansız oldukları belirlenmiştir.

Saat camında 4°C'de saklanan polenlerde 5. günde yapılan IKI boyama testinde %53.5 oranında canlı, %27.9 oranında yarı canlı, %18.6 oranında cansız, 24°C'de saklanan polenlerdeyse 5. Günde yapılan IKI

testinde %56.4 canlı, %23.1 yarı canlı, %20.5 cansız polen sayımı yapılmıştır.

7. gündeyse IKI boyama testine göre 4°C'de saklanan polenlerde %60 canlı, %23.6 yarı canlı, %16.4 cansız polen sayılmıştır. Saat camında 4°C'de saklanan polenlerde 5., 7. ve 10. günler arasında canlılık oranları hemen hemen aynı kalmıştır. 10. Günde yapılan IKI boyama testinde saat camında canlılık oranı %48.4, yarı canlı oranı %22.6, cansız polen oranı %29 olarak sayılmıştır. 4°C'de saklanan polenlerde canlılık oranı 10. Günden sonra çok hızlı bir şekilde azalmıştır.

Saat camında 24°C'de 7. Günde IKI testine göre %24.1 canlı, %33.3 yarı canlı, %42.6 cansız oldukları ve bu sonuçlara göre saat camı içerisinde oda sıcaklığında bekletilen polenlerin Saat camında 24°C'de bekletilen polenlerde 10. günde yapılan IKI boyama testinde %8.82 canlı, %35.3 yarı canlı, %55.9 cansız polen gözlemi yapılmıştır. 10. günden itibaren saat camında oda sıcaklığında saklanan polenlerin canlılık oranlarının çok hızlı bir şekilde düştüğü görülmüştür.

4°C'de saklanan polenlerde 15. günde IKI boyama testiyle %9.3 canlı, %32.6 yarı canlı, %58.1 oranında cansız polen belirlenmiştir. 30. gündeyse neredeyse bütün polenlerin öldüğü görülmüştür. 30. Günde IKI testine göre %0 canlı, %3.45 yarı canlı, %96.6 cansız polen sayımı yapılmıştır.

Oda sıcaklığında saat camında bekletilen örneklerde ise 15. günde polenlerin renklerini kaybettikleri, sarıdan beyaza renk dönüşlerinin olduğu görülmüştür (Şekil 2). Yapılan canlılık testlemelerinde IKI boyama ile canlılık oranı %1.69, yarı canlı oranı %22, cansız polen oranıysa %76.3 olarak tespit edilmiştir. Oda sıcaklığında saat camı içerisinde 30 gün muhafaza edilen polenlerde yapılan canlılık testlerindeyse hiç canlı polen gözlemlenmemiştir. Polenlerinde neredeyse tamamı cansız, yaklaşık %1'lik kısmıysa yarı canlı olarak görülmüştür. Polenlerin gün bazında canlı, yarı canlı ve cansız %değerleri Şekil 3'de gösterilmiştir.

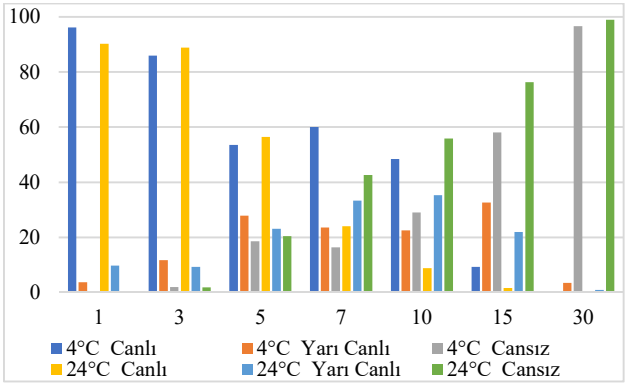
Polen Çimlenme Testlemeleri

Polenlerin çimlenme gücünü belirlemek için yapılan kontrol çalışmasında (0. gün) 100 ppm H_3BO_3 + 100 ppm $Ca(NO_3)_2.4H_2O$ ve %45 sakkaroz içeren 6 numaralı ortamda 5.67±0.58 ortalama ile en iyi çimlenme sonucu elde edilmiştir. Polenlerde en çok anormal gelişimin gözlemlendiği ortam 3.67±1.15 ortalama anormal polen sayımı ile 5 numaralı ortam olmuştur. En çok çimlenmemiş polen sayımıysa 2.67±0.58 ortalama polen sayımıyla yine 6 numaralı ortamda olmuştur.



Şekil 2. Oda sıcaklığında 15 günlük muhafazanın ardından polenlerde gerçekleşen renk değişimi

Figure 2. Color change in pollen after 15 days of storage at room temperature



Şekil 3. Polenlerin gün bazında %canlılık oranları

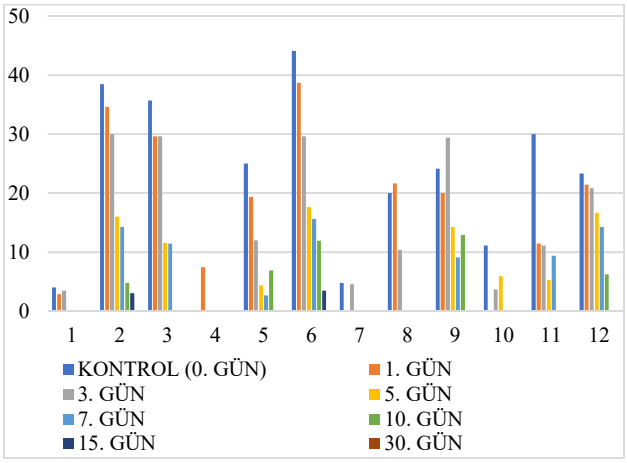
Figure 3. Viability rates (%) of pollens on a day-by-day basis

4°C'de 1 günlük muhafazanın ardından saat camından alınan polenlerde de 4.00±1.00 çimlenme ortalamasıyla en başarılı ortam 6 numaralı çimlendirme ortamı olmuştur. 7 ve 10 numaralı ortamlarda hiç çimlenme gerçekleşmemiştir. En yüksek anormal polen gelişimi ortalaması 2.00±1.00 olarak 11 numaralı ortamda sayılmıştır. Yine en çok çimlenmeyen polen ise 8.33±1.15 ortalama ile 11 numaralı ortamda olmuştur.

Saat camında 4°C'de 3 günlük muhafazanın ardından yapılan sayımlarda en yüksek çimlenme ortalaması görülen ortam 2.67±0.58 ortalama ile 3 numaralı ortam olmuştur. En çok anormal polen gelişimlerinin gözlemlendiği ortamlar ise 2.67±0.58 ile 6 ve 8 numaralı ortamlar olmuştur. En çok çimlenmemiş polen sayılı 8.33±0.58 ortalama ile 10 numaralı ortamda yapılmıştır.

Saat camında 4°C'de 5 günlük muhafazanın artından en yüksek çimlenme ortalaması 6 numaralı ortamda 2.00±1.00 olmuştur. Saat camında 3.33±0.58 ortalama ile en çok anormal polen gelişimi yine 6 numaralı ortamda olmuştur. En çok çimlenmemiş polen ise 5.67±0.58 ortalama ile 9 numaralı ortamda sayılmıştır.

4°C'de 7. günden itibaren saat camında bekletilen polenlerde ortalama çimlenme en yüksek 1.67±0.58 olarak 6 numaralı ortamda belirlenmiş, çimlenme gücünün 7. günde ciddi oranda azaldığı gözlemlenmiştir. En yüksek anormal polen gelişimi de yine 6 numaralı ortamda 4.33±0.58 olarak sayılmıştır. En çok çimlenmemiş polen sayımı 1 numaralı ortamda 9.00±2.00 olmuştur. Polenlerin yoğun olarak sakkaroz içermeyen ortamlarda hiçbir faaliyet göstermemesi yine polen çimlenmesi için şeker ihtiyacını göstermektedir. Saat camındaki polenlerde çimlenmiş polen ortalamaları için 6 numaralı ortamda 10. günde de 7. günle aynı sonuçlar elde edilmiş diğer çimlenme ortamlarındaki çimlenmeler 10. günde 7. güne göre çok daha az olmuştur. 10. günde 1, 3, 4, 7, 8, 10 ve 11 numaralı ortamların hiçbirinde çimlenme olmamıştır. En yüksek anormal polen gelişimi ise 8 numaralı ortamda 6.00±1.00 olmuştur. 10. günde en çok çimlenmemiş polen ise 3 numaralı ortamda 7.00±1.73 olmuştur.



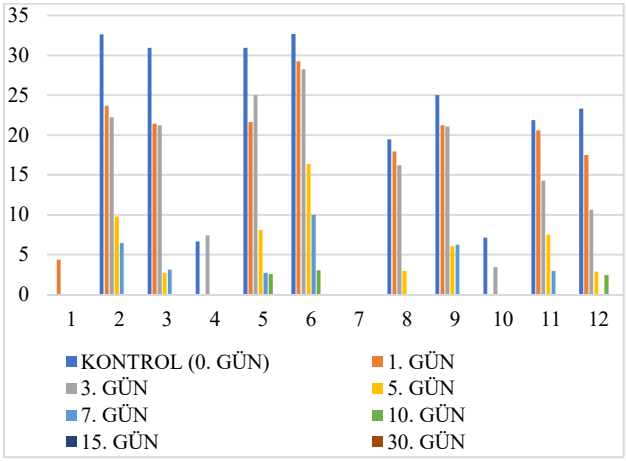
Şekil 4. 4°C'de muhafaza edilen polenlerin çimlenme gücü grafiği

Figure 4. Graph of germination power of pollen stored at 4°C

Saat camında 4°C'de muhafaza edilen polenlerde ise 15. günden itibaren neredeyse hiçbir çimlenmenin olmadığı, polenlerin tamamının canlılıklarını yitirdiği gözlemlenmiştir. En yüksek anormal polen gelişimi ortalaması 6 numaralı ortamda 5.67±1.53 olmuştur.

Saat camında oda sıcaklığında 1 günlük muhafazanın ardından en yüksek çimlenme ortalaması 6 numaralı ortamda 4.00±1.00 olarak gözlemlenmiştir. Anormal polen gelişiminin en çok olduğu ortamsa 4.00±1.00 ortalama anormal polen ile 2 numaralı ortam olmuştur. Herhangi bir değişimin gözlemlenmediği çimlenmemiş polen ortalaması en yüksek 1 numaralı ortamda 11.67±2.52 olmuştur.

Saat camında bekletilen polenlerdeyse 3 günlük saklamanın ardından ortalama 4.33±0.58 çimlenme ortalamaları gözlemlenmiştir. 3. günde 1. günden daha fazla çimlenme ortalaması gözlemlenmesi polenlerin bir süre muhafaza edildikten sonra çimlenme güçlerinde kısmi bir artış olabileceğini bir kez daha göstermiştir. 3. günde en fazla anormal polen gelişimi 8 numaralı ortamda ortalama 4.33±1.53 olmuştur.



Şekil 5. 24°C'de farklı sürelerde saat camında bekletilen polenlerin çimlenme gücü

Figure 5. Germination power of pollen kept in a watch glass for different times at 24°C

Saat camında 24°C'de bekletilen polenlerdeyse 5, 7 ve 10 günlük muhafazaların ardından en yüksek çimlenme oranları 5. günde 3.00±1.00 olarak 6 numaralı ortamda, 7. günde 1.33±1.15 yine 6 numaralı ortamda, 10. günde 0.33±0.58 5, 6 ve 12 numaralı ortamlarda olmuştur. Saat camında bekletilen polenler çimlenme güçlerini 5. günden itibaren hızla yitirmişlerdir. 10. günden itibaren saat camında bekletilen polenler çimlenme gücünü neredeyse tamamen yitirmişlerdir. 24°C ve 4°C'de bekletilen polenlerin aynı saklama sürelerinde farklı sonuçlar vermesi düşük sıcaklıkta muhafazanın daha başarılı olduğunu göstermektedir. Saat camında bekletilen polenlerdeyse 10., 15. ve 30. günlerde polenlerin tamamı çimlenme güçlerini yitirmiştir. 4°C'de muhafaza edilen polen çimlenme güçlerini gösteren grafik Şekil 4'te, 24°C'de muhafaza edilen polenlerin çimlenme güçlerini gösteren grafik Şekil 5'te verilmiştir.

TARTIŞMA

Çalışmamızda, polen muhafazası ve polen canlılığının belirlenmesi amacıyla pek çok türde yürütülen çalışmaların ışığında uygun protokolleri belirlenmesi amacı hedeflenmiştir. Bu amaçla marul poleni oda ve buzdolabı koşullarında saat camında farklı sürelerde muhafaza edilmiş, sonucunda da en uygun koşul ve sürenin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Marul poleni hasadı için en uygun zaman aralığı hava şartlarına bağlı olarak sabah saat 09.00 ile 11.00 arası olarak belirlenmiştir. Ancak kapalı hava koşullarında yeterli ışık ve sıcaklık olmadığında çiçeklerin polen hasadı için uygun pozisyona geçmeleri gecikebilmektedir. Polen hasadı yapılacak olan çiçek koparılmamalı bitki üzerindeyken vibratör yardımıyla sağılmalıdır. Aksi taktirde çiçekler kapanmakta ve polen verimi düşmektedir. Eenink [2]'in, 1983'te yaptığı çalışma ile marul poleninin hasat edildiği saatteki sıcaklığın, polen çimlenme gücü üzerinde doğrudan etkili olduğunu belirlemiştir. Öğle saatlerinden önce hava sıcaklığının 17°C civarında olduğu saatlerde hasat edilen polenlerin öğleden sonra 26°C sıcaklık civarlarında hasat edilen polenlere göre daha yüksek oranda çimlendiğini tespit etmiştir. Ayrıca muhafaza edilen polenlerin çimlenme yeteneğinin korunması nem, sıcaklık ve hava basıncı gibi saklama koşullarına bağlıdır [10].

Polenlerin çimlendirilmesi için hazırlanan ortamlar arasında istatistiki olarak önemli farkların bulunduğu anlaşılmıştır. Sonuçlar neticesinde çimlenme ortamlarının sakkaroz içeriğinin büyük önem taşıdığı anlaşılmış, sakkaroz içermeyen ortamlarda herhangi bir çimlenme gözlemlenmemiştir. Ayrıca çimlendirme ortamının borik asit (H_3BO_3) + 100 ppm ve kalsiyum nitrat tetrahidrat ($Ca(NO_3)_2.4H_2O$) ihtiva etmesi de polenlerin çimlenme gücünün desteklenmesi için önem taşımaktadır. Zira 100 ppm H_3BO_3 + 100 ppm $Ca(NO_3)_2.4H_2O$ içeren ortamların herhangi bir besi maddesi içermeyen ortamlara göre %51 daha başarılı olduğu gözlemlenmiştir. Bu çimlenme testi verilerine göre çimlendirme ortamında sakkaroz ihtiva etmeyen 1, 4, 7 ve 10 numaralı ortamlarda polenler ya hiç çimlenmemiş ya da anormal gelişimler meydana gelmiştir. Bu sonuç, Eenink [2]'in 1983'te yaptığı çalışmada çimlendirme ortamında şeker tipi fark etmeksizin (sakkaroz, glikoz, maltoz vd.) ortamda şeker bulunması gerektiğini, aksi taktirde çimlenmenin gerçekleşmediğini ya da polenlerin çok zayıf kaldıklarını doğrulamıştır.

Çimlenme testlerinin kontrollü ve sayım çalışmaları için polen ekimlerinden sonraki 24 saat en uygun süre olarak belirlenmiştir. Daha uzun sürelerde yapılan sayımlarda polenler veya polen tüpleri gözükmeyecek şekilde deforme olmaktadır. Daha erken yapılan sayımlarda da çimlenmeler tamamlanmamış olabilmektedir [8].

Saklama ortamı sıcaklığının canlılık ve çimlenme testi sonuçlarına göre istatistiki farklar göstermesi ve ortalama canlılık ve çimlenme değerlerinin 4°C'de daha uzun süre yüksek sonuçlar vermesi nedeniyle muhafaza sıcaklığının oda sıcaklığından daha düşük olmasının polen ömrünü olumlu etkileyeceği anlaşılmıştır. Bu sonuçlar Erbaş vd. [3], 2015'te gül polenleriyle yaptıkları çalışmaya benzer olarak düşük sıcaklıklardaki polen muhafazasının daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

Saat camınsa 24°C'de bekletilen polenlerde 7. günden sonra canlılıklarını büyük oranda yitirdikleri gözlemlenmiştir. Erbaş vd. [3], 2015'te gül polenleriyle yaptıkları çalışmaya benzer olarak düşük sıcaklıklardaki polen muhafazasının daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Saat camı içerisinde 4°C'de bekletilen polenlerin 10. güne kadar %48 oranında canlı kaldıkları gözlemlenmiştir. Ancak çimlenme güçlerini 10. günden itibaren neredeyse yitirmişlerdir. Canlılık oranlarıyla çimlenme gücü ortalamaları arasında görülen bu fark, Aşkın vd. [1], 2018'de biber polenlerinde yaptıkları canlılık ve çimlenme gücü testlemelerinde gözlemledikleri %87.44 polen canlılığına karşılık %14.05 çimlenme oranı arasındaki farka benzer bir sonuç vermiştir.

SONUÇ

Marul ve salatalar, dünya genelinde en çok tüketilen sebze türlerinden biridir. Hemen hemen her coğrafyada salata ve marul üretimi ve tüketimi mevcuttur. Ülkemizde ve dünyada marul üretimi yıldan yıla yükseliş göstermektedir. Özellikle vejetasyon süresinin kısa oluşu, üretim maliyetlerinin düşük ve tüketiminin yoğun olması nedeniyle üreticiler için de cazip bir ürün halini almaktadır. Islah ve tohum üretimi yapan şirketler bu nedenle marul ıslahı çalışmalarına önem vermektedir. Bu amaçla ıslah ile ilgili çalışmalar yapan araştırmacılar pazarda talep edilen morfolojik özellikleri farklı, biyotik ve abiyotik stres faktörlerine dayanıklı, yüksek verimli yeni çeşitlerin geliştirilmesi üzerine çalışmalarını yoğunlaştırmaktadırlar. Islah çalışmalarında pratik ve etkin çözüm arayışı sürekli devam etmektedir. Klasik marul ıslahındaki melezlemelerde kullanılan polenlerin toplanarak muhafazası işgücünde önemli tasarruf sağlayacağından özellikle ıslah çalışmaları ve ıslahçılar için avantaj sağlayabilmektedir.

Sonuç olarak; marul polenlerinin saat camları içinde desikatörlere yerleştirilerek vakum yapılan koşullarda hem 4°C'de hem de oda sıcaklığında

(24°C'de) canlılıklarını ilk üç gün %80'lerin üzerinde koruduğu, 4°C'deki buzdolabında 5. güne kadar %53.5 oranında canlılık ve %33.33 oranında çimlenme gücü gösterebildikleri belirlenmiştir.

KAYNAKÇA

1. Aşkın, M.A., İlhan, G., Aktaş, H. 2018. Kumluca bölgesinde biyolojik ve kimyasal mücadele yapılan üç farklı biber çeşidinin çiçek tozlarında biyolojik ve morfolojik incelemeler. Ziraat Fakültesi Dergisi, 13(1):52-59.
2. Eenink, A.H. 1983. Preliminary results of research on storage and in vitro germination of lettuce pollen as an aid in lettuce breeding. Euphytica, 32(2):521-526.
3. Erbaş, S., Alagöz, M., Baydar, H. 2015. Yağ gülü (*Rosa damascena* Mill.)'nün çiçek morfolojisi ve polen canlılığı üzerine bir araştırma. Ziraat Fakültesi Dergisi 10(2):40-50.
4. Ercişli, S. 2007. Determination of pollen viability and in vitro pollen germination of *Rosa dumalis* and *Rosa villosa*. Bangladesh Journal of Botany 36(2):185-187.
5. Eti, S., 1990. Çiçek tozu miktarını belirlemede kullanılan pratik bir yöntem. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 5(4):49-58.
6. Hartman, Y., Hooftman, D.A., Uwimana, B., Schranz, M.E., Van de Wiel, C.C., Smulders, M.J., Van Tienderen, P.H. 2014. Abiotic stress QTL in lettuce crop-wild hybrids: comparing greenhouse and field experiments. Ecology and Evolution 4(12):2395-2409.
7. Hassan, M.N., Mekkawy, S. A., Mahdy, M., Salem, K.F., Tawfik, E. 2021. Recent molecular and breeding strategies in lettuce (*Lactuca* spp.). Genetic Resources and Crop Evolution 68(8):3055-3079.
8. Macovei, A., Caser, M., Mattia, D.O.N.À., Valassi, A., Giovannini, A., Carbonera, D., Balestrazzi, A. 2016. Prolonged cold storage affects pollen viability and germination along with hydrogen peroxide and nitric oxide content in *Rosa hybrida*. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca 44(1):6-10.
9. Miceli, A., Moncada, A., Sabatino, L., Vetrano, F. 2019. Effect of gibberellic acid on growth, yield, and quality of leaf lettuce and rocket grown in a floating system. Agronomy 9(7):382.
10. Snope, A.J., Ellison, J.H. 1963. Storage of asparagus pollen under various conditions of temperature, humidity and pressure. J. Am. Soc. Hort. Sci. 83:447-452.
11. Wageningen, PGR Portal, 2022. https://research.wur.nl/en/publications/pgr-lettuce-lettuce-crop-portal.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 379–389 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

DEĞİŞİK VEJETASYON DÖNEMLERİNDE UYGULANAN FARKLI TUZ KONSANTRASYONUNA SAHİP SULAMA SULARININ ALABAŞTA BÜYÜME VE GELİŞMEYE OLAN ETKİLERİ

Murat DEVECİ[1], Sena GÜRKAN[2]*

[1]Prof. Dr., Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Tekirdağ; ORCID: 0000-0003-3675-9062
[2]Zir. Yük. Müh., Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Bölümü, Tekirdağ; ORCID: 0000-0001-5402-3206

ÖZ

Bu araştırmada materyal olarak Kolibri F_1 ve Korist F_1 alabaş (*Brassica oleracea* var. *gongylodes* L.) çeşitleri kullanılmıştır. Bitkiler, ısıtmasız plastik serada sera toprağında yetiştirilmiştir. Tohumlar torf doldurulmuş multipotlara ekilmiş ve ilk gerçek yapraklar görülünceye kadar standart bakım işlemleri yürütülmüştür. Fideler ilk 4-5 yapraklı olduğu dönemden itibaren seraya dikilmiş ve iki farklı vejetasyon döneminde farklı konsantrasyonlarda hazırlanan tuzlu su ile sulama yapılmıştır. Bu amaçla alabaşın iki farklı vejetasyon döneminin başından (genç fide döneminden gövde başlangıcına kadar, gövde başlangıcından hasada kadar) itibaren sulama suyuna dört farklı dozda NaCl tuzu (Kontrol, 5 dS m^{-1}, 10 dS m^{-1} ve 20 dS m^{-1}) ilave edilmiştir. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Tüm denemede toplam 48 parsel, her parselde 10 bitki ve tüm denemede toplam 480 bitki kullanılmıştır. Sonuç olarak, sulama suyundaki NaCl konsantrasyonundaki artışa paralel, yaprak hasar indeksinde artış gözlenirken, yaprak sayısı (adet), yaprak alanı (cm^2), gövde çapı (cm), gövde yaş ağırlığı (g) ve pazarlanabilir verim (kg da^{-1}) özelliklerinde düşüş gözlenmiştir. Bitkilerin genç fide döneminden gövde başlangıcına kadar tuz stresinden daha fazla etkilendiği, ayrıca Korist F_1'in tuz stresinden Kolibri F_1'e göre daha az zarar gördüğü belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Brassica oleracea* var. *gongylodes* L., tuz konsantrasyonu, NaCl, vejetasyon dönemi, sulama suyu

THE EFFECTS OF IRRIGATION WATERS WITH DIFFERENT SALT CONCENTRATIONS APPLIED IN DIFFERENT VEGETATION PERIODS ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF KOHLRABI

ABSTRACT

In this study, Kolibri F_1 and Korist F_1 (*Brassica oleracea* var. *gongylodes* L.) kohlrabi cultivars were used as material. Plants were grown in the soil of an unheated plastic greenhouse. Seeds were sown in peat-filled multipots and standard cultural practices were done until the first true leaves appeared. The seedlings were transplanted into the greenhouse starting from the period when they had the first 4-5 leaves and were irrigated with salt water prepared at different concentrations in two different vegetation periods. For this purpose, four different doses of NaCl salt (Control, 5 dS m^{-1}, 10 dS m^{-1} and 20 dS m^{-1}) were added to the irrigation water from the beginning of two different vegetation periods (from the young seedling period to the beginning of the stem, from the beginning of the stem to the harvest period). The experiment design was randomized plot with 3 replications. A total of 48 plots, 10 plants in each plot, thus a total of 480 plants in the whole experiment were used. As result, in parallel with the increase in NaCl concentration in irrigation water, an increase was observed in leaf damage index, while number of leaves (pieces), leaf area (cm^2), stem diameter (cm), stem fresh weight (g) and marketable yield (kg da^{-1}) characteristics decreased. It was determined that plants were more affected by salt stress from the young seedling period to the stem beginning, also Korist F_1 was less damaged by salt stress than Kolibri F_1.

Keywords: *Brassica oleracea* var. *gongylodes* L., salt concentration, NaCl, vegetation period, irrigation water

GİRİŞ

Alabaş, *Brassicacea* familyası içerisinde yer alan serin iklim sebzesidir. Kısa vejetasyon süresine sahip olması, ısıtmasız seralarda yetiştirilebilmesi ve ihracat potansiyelinin varlığı, bu sebze türünü ülkemiz yetiştiricileri için alternatif bir ürün haline getirmektedir [1]. Aynı familyada yer alan diğer sebze türlerine göre sıcağa ve kuraklığa toleransının daha yüksek olması da [2] değişen iklim koşullarında alabaş yetiştiriciliğini avantajlı kılmaktadır.

Alabaş; ülkemizde henüz fazla bilinmeyen ancak fazla sayıda metabolit içermesi ile birlikte diğer *Brassica* türlerinde olduğu gibi sağlık açısından oldukça faydalı özelliklere sahip bir diyet sebzesidir. Yağ oranı düşük, vitamin ve mineral bakımından zengin bir sebze türü olan alabaş, taze, pişirilmiş ya da turşu olarak değerlendirilmektedir. Antioksidan

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*: senagelisli@gmail.com
Bu makale Sena GÜRKAN'nın Yüksek Lisans Tezinden üretilmiştir.

içeriğe sahip olması ve düşük yağ içermesi, son yıllarda diyet sebzesi olarak da dikkat çekmesini sağlamıştır [3]. Yeşil ve mor alabaşların organik asitler, amino asitler, şekerler ve bir amin dahil olmak üzere toplam 45 metabolit içerdiği yapılan çalışmalarda ortaya konmuştur. Yeşil çeşitlerde herhangi bir antosiyanidine saptanmamış, mor olan çeşitlerde ise 11 antosiyanin içerdiği bulunmuştur. Mor çeşitlerde en baskın antosiyanin siyanidin olarak belirlenmiştir [4].

Ülkemiz için oldukça önem arz eden alabaş; besleyici değerinin yüksek olması, düşük sıcaklıklara dayanıklılık göstermesi, fazla işgücü gerektirmemesi, çeşitli şekillerde değerlendirilebilmesi, kısa vejetasyon süresi ve kışın ısıtma yapılmaksızın seralarda üretiminin yapılması gibi özellikleriyle üreticiler için alternatif bir üründür. Keza alabaş, ihracat potansiyeli yüksek bir sebzedir [5].

Bitkisel üretimde stres, abiyotik (tuzluluk, kuraklık, düşük ve yüksek sıcaklıklar, besin elementlerinin eksiklik veya fazlalıkları, ağır metaller, hava kirliliği, radyasyon gibi) ve biyotik (hastalık oluşturan mantar, bakteri, virüs vb. ve zararlılar) kökenli etmenler nedeniyle bitkinin büyüme ve gelişmesinde olumsuzluklara, bunlara bağlı olarak verim düşüklüğü ile sonuçlanan bir dizi gerilemeye neden olması biçiminde tanımlanabilir [6].

Abiyotik stres faktörlerinden biri olan tuzluluk hem tarım yapılan toprakları olumsuz etkilemekte hem de tuzluluk tehdidi altındaki topraklarda yetişen bitkilerde pek çok olumsuzluklara neden olmaktadır [7]. Yurdumuz tarım topraklarının yaklaşık 1.5 milyon hektarı (bunun %32.5'i sulanabilir alanlardır) tuzluluk sorunuyla karsı karsıyadır [8]. Dünya üzerinde ise 800 milyon hektardan fazla karasal alan tuzluluktan etkilenmektedir ve bu alan dünyanın tüm karasal alanlarının %6'sından fazladır. Kuru tarım yapılan 150 milyon hektarlık alanın 32 milyon hektarı çeşitli oranlarda ikincil tuzluluk tehdidi altındadır. 230 milyon hektar sulama yapılmış alanların 45 milyon hektarı ise tuzdan etkilenmektedir [9]. Ekilebilir alanlardaki böylesi tuz birikiminin, küresel çerçevede daha da harap edici boyutlara ulaşacağı tahmin edilmektedir. Bu durum, ürün verimi ve kalitesindeki azalmaya bağlı olarak büyük ekonomik kayıplara da neden olacaktır [10].

Bitki kök bölgesinde depolanan suyun bir kısmı bitki tarafından kullanılırken bir kısmı da toprak yüzeyinden buharlaşarak ve derine sızarak kaybolur. Yıkama yapılmıyorsa tuzların küçük bir kısmı topraktan uzaklaşır, kalan kısmı ise zamanla bitki kök bölgesinde birikir. Ülkemizin kurak ve yarı kurak bölgelerinde drenaj koşullarının iyi olmadığı topraklarda sulama suları ile gelen tuzlar, yağışlar ve sulama suları ile yeterli bir yıkama sağlanamadığı durumlarda, zamanla toprakların tuzlulaşmasına neden olmaktadır [11].

Brassicacea familyasının en önemli üyelerinden biri olan alabaş için ne yazık ki ülkemizde yeteri sayıda araştırma bulunmamaktadır. Bu araştırma farklı vejetasyon dönemlerinde alabaş çeşitlerine uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının büyümeye ve gelişmeye olan etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Tarımsal üretimde en önemli abiyotik stres faktörlerinden biri sayılan tuzluluk stresinin bu sebze türü için araştırılmasının literatüre önemli katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Bu araştırmada materyal olarak Kolibri F_1 (*Brassica oleracea* var. *gongylodes* L.) ve Korist F_1 (*Brassica oleracea* var. *gongylodes* L.) alabaş çeşitleri kullanılmıştır.

Araştırmada kullanılan Kolibri F_1 ve Korist F_1 alabaş çeşitlerine ait tohumlar PAK tohumculuk San. ve Tic. Ltd. Şti, Yalova-Türkiye firmasından tedarik edilmiştir. Denemede kullanılan çeşitlere ait bazı özellikler Çizelge 1'de verilmiştir.

Metot

•Denemenin Kuruluşu: Denemede tohumların multipotlara ekilmesi kapalı ortamda yapılmıştır. Sonrasında fideler asıl deneme yeri olan İstanbul ili Pendik İlçesinde bulunan Mehmet Akif Ersoy Ortaokulu'na (40°54'15.1" Kuzey, 29°15'38.7" Doğu) ait ısıtmasız plastik seraya dikilmiştir.

Çizelge 1. Denemede kullanılan alabaş çeşitlerinin bazı özellikleri[z]

Table 1. Some characteristics of kohlrabi varieties used in the experiment[z]

Alabaş Çeşitleri / *Kohlrabi Varieties*	
Kolibri F_1	Korist F_1
Mor çeşittir	Yeşil çeşittir
65-70 günlüktür	60-65 günlüktür
Bitki boyu 30-35 cm'dir	Sofralık ve endüstri kullanımı için uygundur
Gövdesi mor renklidir	Gövde; basık, yuvarlak ve yumuşaktır
Gövde 200-240 gram ağırlığındadır	Olgunlaşması uniformdur
Kök çürüklüğüne karşı dayanıklıdır	*Xanthomonas*'a ve yalancı mildiyö'ye karşı dayanıklıdır

Hasat sonrası taze ağırlıkları tartıldıktan sonra bitki kısımları Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Laboratuvarı'nda ölçülmüştür.

Denemeden elde edilen verilerin istatistiki analizleri MSTAT versiyon 3.00/EM paket programı kullanılarak yapılmıştır. Önemli bulunan farklılıklar için LSD kontrol yöntemiyle farklılığı oluşturulan gruplar tespit edilmiştir [12].

•Yetişme Ortamı: Tohumlar 19 Ekim 2021 tarihinde, 45 gözlü (5×9) plastik multipotlara (30×50×5.8 cm ebatlarında, gözlerin ağız çapı: 5 cm, derinlik: 5.8 cm, hacim: 150 cc) torf içerisine ekilmiş ve standart bakım işlemleri uygulanmıştır. Tohumların %50'si 25 Ekim 2021 tarihinde, tamamı ise 30 Ekim 2021 tarihinde çıkış göstermiştir. Bu esnada esas deneme yerindeki toprağın analizi yapılmış ve toprak analiz sonuçlarına göre (Çizelge 2) denemenin kurulacağı sera arazisinin, yapısı ve besin elementi içerikleri belirlenmiş ve bu sonuçlara göre organik madde ve besin elementlerinin miktarlarının yeterli görüldüğünden herhangi bir gübreleme yapılmamıştır. Tohum ekiminden hasada kadar tüm ekim, dikim bakım ve kültürel işlemleri Şalk vd. [13]'e ve Arın [5]'a göre yapılmıştır.

Fideler 20 Kasım 2021 tarihinde, 4-5 yapraklı olduğu dönemde plastik serada esas yerlerine sıra arası 35 cm, sıra üzeri 20 cm olacak şekilde dikilmiştir [14, 15]. Vejetasyon dönemlerinin ayrılması için 30 bitkiden sonra 1 metre boşluk bırakılmıştır. Bitkilerin ilk gelişim döneminde serada yabancı ot kontrolü yapılarak bitki gelişimi gözlenmiştir.

Esas yerlerine dikilen alabaş fideleri ısıtmasız plastik serada damla sulama sistemi ile tuz uygulamasının yapılacağı döneme kadar 3 gün ara ile sulanmıştır. Alabaş fideleri ilk 4-5 yapraklı olduğu dönemden itibaren hasada kadar sulama dönemlerinde farklı konsantrasyonlarda hazırlanan tuzlu su ile sulaması yapılmıştır. Tuzlu sulama iki farklı vejetasyon döneminde uygulanmıştır. Uygulamaya ilk olarak genç fide döneminde başlanmış ve sulama zamanlarında kovalara 5 dS m^{-1} tuz konsantrasyonu için 2.4 g l^{-1}, 10 dS m^{-1} tuz konsantrasyonu için 5.2 g/l ve dS m^{-1} tuz konsantrasyonunu için 11.2 g l^{-1} NaCl ilave edilerek gövde başlangıcına kadar uygulanmıştır. Diğer dönemde ise bitkilere gövde başlangıcından itibaren hasada kadar aynı uygulama yapılmıştır.

Deneme sonucunda tuz konsantrasyonunun artışıyla birlikte bitkilerde fizyolojik ve morfolojik olarak gözle görülür derecede farklılıklar meydana gelmiştir.

Çizelge 2. Deneme toprağının fiziksel ve kimyasal özellikleri
Table 2. Physical and chemical properties of the trial soil

Parametre / *Parameter*	Birim / *Unit*	Sonuç / *Result*	Metot / *Method*
Su ile Doygunluk / *Saturation with Water*	%	70.00	TS 8333:1990
pH / *pH*		7.29	Saturasyon
EC / *Electrical Conductivity*	µmhos cm^{-1}	591	Saturasyon
Tuz / *Salt*	%	0.02	TS 8334:1990
Kum Oranı / *Sand Ratio*	%	64	Bouyocus Hidrometre Metodu
Silt Oranı / *Silt Ratio*	%	20	Bouyocus Hidrometre Metodu
Kil Oran / *Clay Ratio*	%	16	Bouyocus Hidrometre Metodu
Toprak Sınıfı / *Soil Class*		Kumlu-tınlı	Bouyocus Hidrometre Metodu
Kireç / *Lime*	%	4.46	TS 8335 ISO 10693:1996
Organik Madde / *Organic Matter*	%	5.01	TS 8336:1990
Yarayışlı Fosfor / *Useful Phosphorus*	P_2O_5 kg da^{-1}	98.98	TS 8340:1990
Yarayışlı Potasyum / *Useful Potassium*	K_2O kg da^{-1}	100.7	TS 8341:1990 / (Amonyum Asetat Metodu)
Yarayışlı Kalsiyum / *Available Calcium*	mg kg^{-1}	4956	TS 8341:1990 / (Amonyum Asetat Metodu)
Yarayışlı Magnezyum / *Available Magnesium*	mg kg^{-1}	498.5	TS EN ISO 14870:2004
Yarayışlı Sodyum / *Useful Sodium*	mg kg^{-1}	74.72	TS EN ISO 14870:2004
Yarayışlı Demir / *Useful Iron*	mg kg^{-1}	30.42	TS EN ISO 14870:2004
Yarayışlı Bakır / *Useful Copper*	mg kg^{-1}g	3.45	TS EN ISO 14870:2004
Yarayışlı Mangan / *Useful Manganese*	mg kg^{-1}	14.02	TS EN ISO 14870:2004
Yarayışlı Çinko / *Useful Zinc*	mg kg^{-1}	14.02	TS EN ISO 14870:2004
Toplam Azot / *Total Nitrogen*	mg kg^{-1}	0.816	Kjeldahl Metodu
Aktif Kireç / *Active Lime*	mg kg^{-1}	1.08	Özgümüş, A. (1999)

Ölçüm, Tartım ve Gözlemler

•Yaprak Hasar İndeksi: Bitkilerde morfolojik olarak ortaya çıkan hasarların derecesini ortaya koyabilmek amacıyla bir skala oluşturulmuştur. Bunun için zararlanma derecesine göre bitkilere 0-5 arasında puan verilmiştir. Tuza tolerans denemesinde aşağıda belirtilen semptomlara göre 0'dan 5'e kadar puan verilmiştir [6].

0: Bitkilerin tuz stresinden hiç etkilenmemesi,

1: Yapraklarda lokal sararma ve kıvrılma,

2: Yapraklarda sararma ve %25 oranında nekrotik leke,

3: Yapraklarda %25-50 arasında nekrotik leke göstermesi ve dökülme başlaması,

4: Yapraklarda %50-75 oranında nekrozlar ve ölümlerin görülmesi,

5: Yapraklarda %75-100 oranında şiddetli nekrozlar ve/veya bitkinin tamamen ölmesi.

Gözlem ve puanlama her parselden 3 bitki olmak üzere toplam 144 bitkide yapılmıştır.

•Yaprak Sayısı (adet): Hasat döneminde her vejetasyon döneminde (genç fide döneminden gövde başlangıcına kadar, gövde başlangıcından hasada kadar) bitkilerin 2 cm'den fazla uzunluğa sahip olan tüm yaprakları sayılmıştır.

•Yaprak Alanı (cm²): Hasat döneminde her vejetasyon döneminde (genç fide döneminden gövde başlangıcına kadar, gövde başlangıcından hasada kadar) 2 cm'den daha fazla uzunluğa sahip tüm yapraklar tarayıcıdan geçirilip bilgisayar programı aracılığı ile alanları ölçülmüştür [16, 17].

•Gövde Çapı (cm): Hasat döneminde her vejetasyon döneminde (genç fide döneminden gövde başlangıcına kadar, gövde başlangıcından hasada kadar) alabaş gövdeleri tam orta bölgeden dijital kumpas ile gövde çapı ölçülmüştür.

•Gövde Yaş Ağırlığı (g): Hasat döneminde alabaş gövdeleri 0.001 g'a duyarlı hassas terazide tartılarak taze ağırlıkları belirlenmiştir.

•Pazarlanabilir Verim (kg da^{-1}): Hasat döneminde parsellerden elde edilen pazarlanabilir bitki başına verim metre kare verim ve dekara verime çevrilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Yaprak Hasar İndeksi

Denemede kullandığımız Korist F$_1$ ve Kolibri F$_1$ çeşit alabaş bitkilerine değişik vejetasyon dönemlerinde uygulanan farklı tuz miktarlarının yaprak hasar indeksi üzerine etkileri Çizelge 3'de gösterilmektedir. Çizelge 3'e göre ortalamalarda çeşit ana etkisi, tuz ana etkisi, zaman × tuz dozları interaksiyonu ile zaman × tuz dozları interaksiyonu istatistik olarak %1 hata seviyesinde önemli çıkmıştır. Dönem ana etkisi, çeşit × dönem, çeşit × dönem × doz interaksiyonu istatistiki olarak önemsiz önemsizdir.

Çizelge 3 incelendiğinde; çeşit ana etkisi bakımından ele alınan Korist F$_1$ çeşidinin yaprak hasar indeksi Kolibri F$_1$ çeşidinin yaprak hasar indeksinden daha düşük bulunmuştur.

Tuz dozu ana etkisi bakımından yaprak hasar indeksi en yüksek sonucunu sırasıyla 20 dS m^{-1}, 10 dS m^{-1}, 5 dS m^{-1} ve kontrol dozumuz olan 0 dS m^{-1} vermiştir.

Denemedeki bitkilerde, sulama suyundaki tuz konsantrasyonu arttıkça skala değerinin artarak yapraklarda zararlanma derecesinin arttığı gözlemlenmiştir.

Deneme sonucunda elde edilen zararlanma derecesi değerleri incelendiğinde, sulama suyu tuz konsantrasyonu 20 dS m^{-1} olan bitkilerin 3 skala değeri ile en fazla zarar gördüğü, sulama suyunda tuz konsantrasyonunun azalmasıyla zararlanmanın azaldığı ve kontrol bitkilerinde zararlanmanın olmadığı saptanmıştır.

Bitkilerin Na toksisitesi altında göstermiş oldukları ilk karakteristik tepki, yeşil aksam büyümesindeki yavaşlamadır. Bu noktadan hemen sonra ortaya çıkan semptomlar, genellikle bitkinin yaşlı yapraklarının uç ve kenar kısımlarının sararmasıyla başlamakta, yaprak kınına doğru ilerleyen kloroz şeklinde devam etmekte ve daha ileri safhalarda klorozların nekrozlara dönüşmesi ve yaprağın kuruması şeklinde kendini göstermektedir [18].

Küçükkömürcü [19], tuzluluk ve kuraklık stresi sonucunda bamyada meydana gelen zararlanmanın görsel değerlendirmesini içeren "1-5 skalası" oluşturmuş, stres karşısında skala değerinde artış olduğunu gözlemlemiştir.

Çizelge 3. Değişik vejetasyon dönemlerinde uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarına sahip sulama sularının alabaşta yaprak hasar indeksi üzerine etkisi ve LSD testine göre gruplar[z]

Table 3. The effect of irrigation waters with different salt concentrations applied in different vegetation periods on leaf damage index of kohlrabi and groups according to LSD test[z]

Tuz Dozları / *Salt Doses* Çeşit ve Dönemler / *Variety and Periods*		0 dS m^{-1}	5 dS m^{-1}	10 dS m^{-1}	20 dS m^{-1}	Ana Etki ve İnter. *Main Impact and Inter.*
Kolibri F$_1$		0.00 d	1.02 c	2.33 c	3.33 a	1.70 a
Korist F$_1$		0.00 d	0.25 d	1.00 c	2.00 b	0.84 b
Genç fide döneminden gövde başlangıcına kadar *From the young seedling period to the stem beginning*		0.00 e	0.40 de	1.83 bc	3.00 a	1.33
Gövde başlangıcından hasada kadar *From stem start to harvest*		0.00 e	0.87 d	1.50 c	2.33 b	1.20
Kolibri F$_1$	Genç fide döneminden gövde başlangıcına kadar	0.00	0.70	2.67	3.67	1.78
	Gövde başlangıcından hasada kadar	0.00	1.33	2.00	3.00	1.61
Korist F$_1$	Genç fide döneminden gövde başlangıcına kadar	0.00	0.00	1.00	2.33	0.88
	Gövde başlangıcından hasada kadar	0.00	0.40	1.00	1.67	0.79
Tuz Dozları Ana Etkisi / *Salt Doses Main Effect*		0.00 d	0.63 c	1.67 b	2.67 a	1.27
LSD$_{0.01}$		Tuz ana etkisi= 0.42 Çeşit × Tuz İnt.= 0.59 Zaman × Tuz İnt.= 0.59 *(Salt main effect) (Variety × Salt iner.) (Time × Salt inter.)*				

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %düzeyinde farklılık vardır (LSD)
[z]*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 level;* Ö.D.: Önemli değil *N.S.: Nonsignificant*

Daşgan vd. [20]'nın domateste ve Koç [21]'un fasulyede yaptıkları tuz stersine tarama çalışmalarında skala değerlerinin genotiplerin seçiminde önemli olabileceği ifade edilmiştir.

Araştırmacılar sebzelerde tuz stresi ile yapılan çalışmalarda artan tuz stresinin yaprak hasar indeksini arttırdığını belirlemişlerdir. Denemede elde edilen sonucu destekler sonuçlar bulmuşlardır [22, 23].

Yaprak Sayısı (adet)

Hasat zamanında Kolibri F_1 ve Korist F_1 alabaş çeşidine ait bitkilerde ortalama yaprak sayısı değişimleri Çizelge 4'de görüldüğü gibidir. Çizelgede tuz dozları ana etkisi ile çeşit × tuz dozları interaksiyonu istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli bulunurken diğer ana faktör ve interaksiyonlar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelgeden 4'den görüldüğü üzere yaprak sayısı ortalamaları 18.25-26.33 adet arasında değişiklik göstermektedir. Tuz ana etkisi bakımından en fazla yaprak sayısını kontrol uygulaması verirken tuz miktarının artması ile beraber yaprak sayısı azalmıştır.

Çeşit × tuz dozları interaksiyonu olan ikili interaksiyon bakımından en fazla yaprak sayısı Korist F_1 çeşidinde genç kontrol uygulamasında (28.33 adet) görülürken, en az yaprak sayısı Korist F_1 çeşidinde 20 dS m^{-1} tuz konsantrasyonu uygulamasından (16.33 adet) elde edilmiştir. Deneme sonucunda tuz konsantrasyonu artışıyla her iki çeşitte de yaprak sayısı azalmıştır.

Deveci vd. [24], farklı tuz konsantrasyonlarına sahip sulama sularının pazının büyüme ve gelişimine olan etkisini incelediği çalışmada en fazla yaprak sayısını kontrol uygulamasında, en az yaprak sayısını 32 dS m^{-1} uygulamasında gözlemlemiştir. Yapılan çalışmada NaCl uygulamasının artışıyla birlikte yaprak sayısının azaldığı ve tuz stresinin yaprak sayısı üzerine olumsuz etkileri olduğu görülmüştür.

Bildiren [25] çalışmasında; tuzluluk anında bitki köklerinin toprakta bulunan suyu kullanamadığı için oluşan su stresinden dolayı yaşam fonksiyonlarının düştüğünü ve ilerleyen dönemlerde bitkilerin ölümüne neden olduğunu bildirmiştir.

Alabaşta, çeşit özelliğine bağlı olarak yaprak sayılarında farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Araştırmacılar yapılan denemelerde yaprak sayılarını; 9.9-11.3 adet [26]; 11.8-29.4 adet [1]; 16.6 adet [2]; 8.17-17.56 adet [27] olarak belirlemişlerdir.

Çizelge 4. Değişik vejetasyon dönemlerinde uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarına sahip sulama sularının alabaşta yaprak sayısı (adet) üzerine etkisi ve LSD testine göre gruplar[z]

Table 4. The effect of irrigation waters with different salt concentrations applied in different vegetation periods on the number of leaves (number) of kohlrabi and groups according to LSD test[z]

Tuz Dozları / *Salt Doses* Çeşit ve Dönemler / *Variety and Periods*		0 dS m^{-1}	5 dS m^{-1}	10 dS m^{-1}	20 dS m^{-1}	Ana Etki ve İnter. *Main Impact and Inter.*
Kolibri F_1		23.83 bc	23.67 bc	21.50 cd	20.17 d	22.29
Korist F_1		28.33 a	25.83 ab	20.67 cb	16.33 e	22.92
Genç fide döneminden gövde başlangıcına kadar *From the young seedling period to the stem beginning*		26.50	23.83	21.83	19.33	22.87
Gövde başlangıcından hasada kadar *From stem start to harvest*		26.17	25.67	20.33	17.17	22.33
Kolibri F_1	Genç fide döneminden gövde başlangıcına kadar	24.00	22.33	22.67	21.33	22.58
	Gövde başlangıcından hasada kadar	23.67	25.00	20.33	19.00	22.00
Korist F_1	Genç fide döneminden gövde başlangıcına kadar	29.00	25.33	21.00	17.33	23.17
	Gövde başlangıcından hasada kadar	28.67	26.33	20.33	15.33	22.67
Tuz Dozları Ana Etkisi / *Salt Doses Main Effect*		26.33 a	24.75 a	21.08 b	18.25 b	22.604
$LSD_{0.01}$		Tuz ana etkisi=2.33 Çeşit × Tuz İnt.=3.30 *(Salt main effect) (Variety × Salt iner.)*				

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %düzeyinde farklılık vardır (LSD)
[z]*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 level;* Ö.D.: Önemli değil *N.S.: Nonsignificant*

Yaprak Alanı (cm²)

Kolibri F_1 ve Korist F_1 çeşit alabaşların tuz stresine karşı yaprak alanına (cm²) ait ortalama değişimler Çizelge 5'de gösterilmektedir.

Farklı tuz konsantrasyonlarının alabaşın yaprak alanı üzerine etkisi Çizelge 5'de incelendiğinde istatiksel olarak çeşit, zaman, tuz dozları ana etkileri ile çeşit × tuz interaksiyonu %1 hata seviyesinde önemli çıkmıştır.

Çizelge 5'de çeşit ana etkisi bakımından Korist F_1 çeşidine ait yaprakların (3182.67 cm²) Kolibri F_1 çeşidine ait yapraklara (1349.83 cm²) kıyasla daha büyük olduğu görülmüştür. Aynı şekilde tuz uygulamaların zamanlaması bakımından Çizelge 5 incelendiğinde, gövde başlangıcından hasada kadar tuz uygulanmış dönemde (2504.46 cm²), genç fide dönemden gövde başlangıcına kadar olan döneme (2028.04 cm²) kıyasla daha büyük yapraklar gözlemlenmiştir. Ortalamalar sadece uygulanan tuz

dozları bakımından karşılaştırıldığında toplam yaprak alanı kontrol, 5, 10 ve 20 dS m^{-1} şeklinde sıralanmış ve artan NaCl dozuna karşılık yaprak alanından azalma meydana gelmiştir.

Patil vd. [28], alabaşta gelişme ve verim üzerine dikim mesafesi ve azot seviyesinin etkilerini incelemişlerdir. 2001-2002 yıllarında White Vienna alabaş çeşidinde bitki başına en yüksek yaprak alanını 1927.23 cm^2, bulmuşlardır.

Tuz stresi altındaki bitkiler, stomalarını kapatarak yaprak alanlarının da küçülmesi ile transpirasyonu azaltarak su kaybını önlemeye çalışmaktadır. Ancak yaprak alanının azalmasıyla birim alandaki CO_2 fiksasyonu da azalır. Bu süre içerisinde respirasyon artar, bu durum birim yaprak yüzey alanı başına düşen günlük net CO_2 asimilasyonunda bir azalışa neden olur. Yaşamak için yoğun enerji harcayan bitki, ihtiyacından daha az fotosentez yapmakta ve gerekli enerjiyi sağlayamamaktadır. Sonuç olarak büyüme ve gelişme gerilemektedir [18, 29].

Kuşvuran [22], kavunda yapmış olduğu denemede, 200 mM tuz uygulamasının yaprak sayısı bakımından olumsuzluklara neden olduğunu belirtmiştir. Tuz uygulamasından 16 gün sonra hasat edilen stres bitkilerinde kontrol bitkilerine oranla yaprak sayısı ve alanı bakımından azalma meydana geldiği belirlemiştir.

Değişik vejetasyon dönemlerinde uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarına sahip sulama sularının alabaşın büyüme ve gelişimine olan etkileri isimli çalışmamızda sudaki tuz konsantrasyonunun artmasına paralel olarak yaprak alanının azaldığı tespit edilmiştir. Bulunan bu sonuçları farklı sebzelerde çalışan araştırılarda destekler nitelikte sonuçlar elde etmişlerdir [22, 30, 31].

Çizelge 5. Değişik vejetasyon dönemlerinde uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarına sahip sulama sularının alabaşta yaprak alanı (cm^2) üzerine etkisi ve LSD testine göre gruplar [z]

Table 5. The effect of irrigation waters with different salt concentrations applied in different vegetation periods on leaf area (cm^2) of kohlrabi and groups according to LSD test [z]

Tuz Dozları / *Salt Doses* Çeşit ve Dönemler / *Variety and Periods*		0 dS m^{-1}	5 dS m^{-1}	10 dS m^{-1}	20 dS m^{-1}	Ana Etki ve İnter. *Main Impact and Inter.*
Kolibri F_1		1889.67 cd	1679.78 d	1018.56 ef	811.30 f	1349.83 b
Korist F_1		5144.96 a	3673.61 b	2446.43 c	1465.69 de	3182.67 a
Genç fide döneminden gövde başlangıcına kadar *From the young seedling period to the stem beginning*		3464.46	2193.12	1427.13	1027.45	2028.04 b
Gövde başlangıcından hasada kadar *From stem start to harvest*		3570.17	3160.27	2037.86	1249.55	2504.46 a
Kolibri F_1	Genç fide döneminden gövde başlangıcına kadar	1867.84	1624.38	867.70	721.22	1270.29
	Gövde başlangıcından hasada kadar	1911.49	1735.19	1169.41	901.38	1429.37
Korist F_1	Genç fide döneminden gövde başlangıcına kadar	5061.07	2761.86	1986.56	1333.68	2785.79
	Gövde başlangıcından hasada kadar	5228.85	4585.36	2906.30	1597.71	3579.56
Tuz Dozları Ana Etkisi / *Salt Doses Main Effect*		3517.32 a	2676.69 b	1732.49 c	1138.49 d	2266.25
$LSD_{0.01}$		Tuz ana etkisi=413.21 Çeşit × Tuz İnt.=584.36 *(Salt main effect)(Variety × Salt iner.)*				

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %düzeyinde farklılık vardır (LSD)
[z]*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 level;* Ö.D.: Önemli değil *N.S.: Nonsignificant*

Gövde Çapı (mm)

Farklı tuz konsantrasyonlarının farklı dönemlerde uygulandığı Kolibri F_1 ve Korist F_1 çeşit alabaş bitkilerinin gövde çapları kumpas yardımıyla ölçülmüştür. Ortalama gövde çapına (mm) ait değişimler Çizelge 6'da gösterildiği gibidir.

Ortalamalara göz attığımızda gövde çapının 37.98-78.39 mm arasında değiştiği görülmektedir. Çizelge 6'nın incelenmesi sonucunda çeşit ana etkisi, zaman × tuz interaksiyonu ile çeşit × zaman interaksiyonu %5 istatistiki önem seviyesinde bulunmuştur. Tuz dozları ana etkisi ise istatistiki olarak %1 hata sınırları içerisinde kalmıştır.

Çeşit × zaman interaksiyonu bakımından Kolibri F_1 çeşidine uygulanan 2 ayrı zaman aynı istatistiki önem gruba altında gruplandırılmıştır. Korist F_1 çeşidinde de farklı zamanlarda alınan ortalamaları aynı istatistik grubu altında kalmıştır. Kolibri F_1 çeşidinde gövde çapı Korist F_1 çeşidine göre daha geniş çıkmış ve faklı istatistik grupta yer almıştır.

Sümbül [32], bazı kardeş bitkilerin alabaşın verim ve kalitesine etkisini incelediği çalışmasında en yüksek gövde çapını alabaş ve baklayı kardeş bitki olarak yetiştirdiği parseldeki alabaşlarda 54.64 mm olarak bulmuştur. Kontrol uygulamasındaki gövde çapı ortalamaları ise en küçük değeri vererek 47.18 mm olmuştur.

Yumru basık yuvarlak, yuvarlak, oval şekle sahiptir ve geçci ve endüstriyel amaçlı kullanılan çeşitlerde 20 cm ve daha fazla çapa ulaşabilir. Hasattaki gecikmeye ve özellikle topraktaki nem yetersizliği ve yüksek sıcaklığa bağlı olarak yumrularda koflaşma, odunlaşma ve çatlama görülür, kalite düşer [5].

Arın [1], sonbahar yetiştiriciliğinde çeşitlere göre gövde çapının 42.3-88.4 mm, Arın vd. [14],

yürüttükleri çalışmada serada çeşit ve dikim tarihine bağlı olarak gövde çapının 36.5-70.5 mm, ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde ısıtma yapılmaksızın serada yetiştirilen alabaş çeşitlerinde gövde çaplarının 81.2-112.8 mm, arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Alabaşın verimi genel olarak yumru büyüklüğünün sonucu olarak değerlendirilmektedir. Taze tüketim için asgari yumru çapının 40 mm olduğu vurgulamaktadır [1].

Osman ve Salim [33], alabaşların 3000 ppm'lik NaCl'e maruz kaldıktan sonra gövdenin büyümesinin önemli ölçüde azaldığını hem yaprak hem de gövde büyümesinde azalmanın kaydedildiğini, alabaşın orta derecede tuzluluğa duyarlı bir bitki olduğunu belirtmiştir.

Denememizde elde edilen ortalamalar neticesinde Kolibri F_1 çeşidinin gövde çapı olarak tuzdan Korist F_1 çeşidine göre daha az etkilendiği, tuz konsantrasyonları artan sulama sularının gövde çapını azalttığı, tuz uygulama zamanlarının çeşitlerin gövde çapı üzerine çok etkisi olmadığı anlaşılmıştır.

Çizelge 6. Değişik vejetasyon dönemlerinde uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarına sahip sulama sularının alabaşta gövde çapı (mm) üzerine etkisi ve LSD testine göre gruplar[z]

Table 6. The effect of irrigation waters with different salt concentrations applied in different vegetation periods on the stem diameter (mm) of kohlrabi and groups according to LSD test[z]

Tuz Dozları / *Salt Doses* / Çeşit ve Dönemler / *Variety and Periods*		0 dS m⁻¹	5 dS m⁻¹	10 dS m⁻¹	20 dS m⁻¹	Ana Etki ve İnter. *Main Impact and Inter.*
Kolibri F_1		78.36	73.74	50.68	46.31	62.28 a
Korist F_1		72.46	64.84	50.79	42.67	57.69 b
Genç fide döneminden gövde başlangıcına kadar *From the young seedling period to the stem beginning*		75.51 a	64.91 b	54.17 c	43.61 d	59.55
Gövde başlangıcından hasada kadar *From stem start to harvest*		75.30 a	73.67 a	47.31 cd	45.37 d	60.42
Kolibri F_1	Genç fide döneminden gövde başlangıcına kadar	78.39	69.77	59.42	49.24	64.20 a
	Gövde başlangıcından hasada kadar	78.34	77.72	41.95	43.38	60.35 a
Korist F_1	Genç fide döneminden gövde başlangıcına kadar	72.65	60.06	48.92	37.98	54.90 b
	Gövde başlangıcından hasada kadar	72.27	69.63	52.67	47.37	60.48 b
Tuz Dozları Ana Etkisi / *Salt Doses Main Effect*		75.41 a	69.29 a	50.74 b	44.49 b	59.985
$LSD_{0.01}$		Tuz dozları ana etkisi= 6.86 Çeşit × Zaman İnt.= 5.11 Zaman × Tuz İnt.= 7.22 *(Salt main effect) (Variety × Time iner.) (Time × Salt inter.)*				

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %düzeyinde farklılık vardır (LSD)
[z]*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 level;* Ö.D.: Önemli değil *N.S.: Nonsignificant*

Gövde Yaş Ağırlığı (g)

Farklı vejetasyon dönemlerinde farklı tuz konsantrasyonlarının uygulandığı Kolibri F_1 ve Korist F_1 çeşit alabaş bitkilerinin gövde ağırlıkları hassas terazide ölçülmüştür. Ortalama gövde ağırlığına (g) ait değişimler Çizelge 7'de sunulmuştur. Denemede ele alınan Kolibri F_1 ve Korist F_1 çeşit alabaş bitkilerinin farklı tuz konsantrasyonlarına karşı ortalama gövde kuru ağırlığına (g) ait değişimler Çizelge 7'de gösterilmektedir.

İstatistiki bakımdan çizelge incelendiğinde denemeye konu olan 3 ana faktörümüz önemli bulunmuştur (Çizelge 7). Çeşit ve zaman ana etkisi %5, tuz dozları ana etkisinin %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. İkili ve üçlü interaksiyonlar arasındaki farkların istatistiksel olarak önemsiz olduğu saptanmıştır. Ortalamaların 28.21-257.22 g arasında olduğu anlaşılmıştır.

Çeşit ana etkisi bakımından, Korist F_1 (146.14 g), zaman ana etkisi bakımından gövde başlangıcından itibaren hasada kadar olan dönem (145.66 g) tuz dozları bakımından kontrol sulama suyu uygulamasından (224.73 g) en yüksek gövde ağırlık değerleri alınmıştır.

Kurtar vd. [27], Korist F_1 ve Kolibri F_1 çeşit alabaşlarda, gövde ağırlığının 83.90-402.61 g arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Özbakır [28]'a göre, taze tüketimde değerlendirilen kısmın daha çok yumru olması nedeniyle de yumru ağırlığı, alabaş çeşitlerinin kullanımında büyük bir önem taşımaktadır. Alabaş çeşitlerinin farklı ekim dönemlerine göre yumru ağırlıklarının 206.24-390.47 g arasında olduğunu bildirmiştir.

Farklı gübrelerin denendiği farklı çalışmalarda gövde ağırlıkları maksimum 366.60 g ve 430.80 g olarak bulunmuştur [28, 35].

Pazarlanabilir Verim (kg da⁻¹)

Farklı vejetasyon dönemlerinde farklı tuz konsantrasyonlarının alabaşta pazarlanabilir verim üzerine etkileri Çizelge 8'de incelenmiştir.

Deneme sonuçlarına göre pazarlanabilir verim Çizelge 8'de belirtildiği gibi 322.45 kg da⁻¹ile 2939.73 kg da⁻¹ arasında bulunmuştur.

Bu sonuçlara göre üç ana faktör (çeşit, zaman ve tuz dozları) istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bunlardan çeşit ve zaman ana etkileri istatistiki olarak

%5 önem seviyesinde tuz dozları ana etkisi istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli çıkmıştır.

Çeşit ana etkisi bakımından ortalamalar incelendiğinde pazarlanabilir verim bakımından Korist F_1 çeşidine ait alabaşların (1670.19 kg da^{-1}) Kolibri F_1 çeşit alabaşlardan (1367.24 kg da^{-1}) daha yüksek verime sahip olduğu görülmektedir.

Çizelge 8'de diğer bir ana faktör olan zaman ana etkisi incelendiğinde gövde başlangıcından itibaren yapılan tuz uygulaması (1664.71 kg da^{-1}), genç fide döneminden itibaren yapılan tuz uygulamasına göre (1372.71 kg da^{-1}) pazarlanabilir verim bakımından daha yüksek sonuçlar verdiği saptanmıştır.

Tuzların diğer faktörler göz ardı edilerek tek başına alabaş çeşitleri üzerine olan etkileri incelendiğinde kontrol uygulamasından 20 dS m^{-1} tuz konsantrasyonuna gidildikçe pazarlanabilir verimin gözle görülür şekilde azaldığı, 10 ve 20 dS m^{-1} uygulamalarının istatistiki olarak aynı önem grubu içerisinde olduğu anlaşılmıştır (Çizelge 8).

Çizelge 7. Değişik vejetasyon dönemlerinde uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarına sahip sulama sularının alabaşta gövde yaş ağırlığı (g) üzerine etkisi ve LSD testine göre gruplar [z]

Table 7. The effect of irrigation waters with different salt concentrations applied in different vegetation periods on the fresh stem weight (g) of kohlrabi and the groups according to the LSD test [z]

Tuz Dozları / *Salt Doses* / Çeşit ve Dönemler / *Variety and Periods*		0 dS m^{-1}	5 dS m^{-1}	10 dS m^{-1}	20 dS m^{-1}	Ana Etki ve İnter. *Main Impact and Inter.*
Kolibri F_1		193.74	160.77	74.06	49.95	119.63 b
Korist F_1		255.72	204.39	81.73	42.70	146.14 a
Genç fide döneminden gövde başlangıcına kadar *From the young seedling period to the stem beginning*		224.25	167.17	54.05	34.96	120.11 b
Gövde başlangıcından hasada kadar *From stem start to harvest*		225.21	197.99	101.74	57.69	145.66 a
Kolibri F_1	Genç fide döneminden gövde başlangıcına kadar	194.27	149.27	40.71	41.70	106.49
	Gövde başlangıcından hasada kadar	193.20	172.27	107.41	58.19	132.77
Korist F_1	Genç fide döneminden gövde başlangıcına kadar	254.23	185.07	67.39	28.21	133.73
	Gövde başlangıcından hasada kadar	257.22	223.71	96.06	57.19	158.55
Tuz Dozları Ana Etkisi / *Salt Doses Main Effect*		224.73 a	182.58 b	77.89 c	46.33 c	132.882
$LSD_{0.01}$		Tuz ana etkisi=38.40 Çeşit×Tuz int.=Ö.D. Çeşit×Zaman İnt.=Ö.D. Zaman×Tuz İnt.=Ö.D. *(Time × Salt inter.) (Variety × Salt İnt.) (Variety × Time inter.) (Time × Salt inter.)*				

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %düzeyinde farklılık vardır (LSD)
[z]*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 level;* Ö.D.: Önemli değil *N.S.: Nonsignificant*

Çizelge 8. Değişik vejetasyon dönemlerinde uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarına sahip sulama sularının alabaşta pazarlanabilir verim (kg da^{-1}) üzerine etkisi ve LSD testine göre gruplar [z]

Table 8. The effect of irrigation waters with different salt concentrations applied in different vegetation periods on marketable yield (kg da^{-1}) of kohlrabi and groups according to LSD test [z]

Tuz Dozları / *Salt Doses* / Çeşit ve Dönemler / *Variety and Periods*		0 dS m^{-1}	5 dS m^{-1}	10 dS m^{-1}	20 dS m^{-1}	Ana Etki ve İnter. *Main Impact and Inter.*
Kolibri F_1 Tuzlulukta kontrole göre % azalış *% Decrease in salinity compared to control*		2214.21	1837.44 -17.02	846.43 -61.77	570.86 -74.22	1367.24 b
Korist F_1 Tuzlulukta kontrole göre %azalış		2922.64	2335.01 -20.11	934.05 -68.04	488.05 -83.30	1670.19 a
Genç fide döneminden gövde başlangıcına kadar Tuzlulukta kontrole göre %azalış		2562.95	1910.61 -25.45	617.73 -75.90	399.56 -84.41	1372.71 b
Gövde başlangıcından hasada kadar Tuzlulukta kontrole göre % azalış		2573.91	2262.85 -12.09	1162.75 -54.83	659.36 -74.38	1664.71 a
Kolibri F_1	Genç fide döneminden gövde başlangıcına kadar	2220.35	1706.01 -23.16	465.27 -79.05	476.67 -78.53	1217.07
	Gövde başlangıcından hasada kadar	2208.08	1968.88 -10.83	1227.59 -44.40	665.05 -69.88	1517.40
Korist F_1	Genç fide döneminden gövde başlangıcına kadar	2905.56	2115.2 -27.20	770.19 -73.49	322.45 -88.90	1528.35
	Gövde başlangıcından hasada kadar	2939.73	2556.82 -13.03	1097.91 -62.65	953.66 -67.65	1812.03
Tuz Dozları Ana Etkisi / *Salt Doses Main Effect*		2568.43 a	2086.73 b	890.24 c	529.46 c	1518.71
$LSD_{0.01}$		Tuz ana etkisi= 455.79 Çeşit Ana Etkisi=321.21 Zaman Ana Etkisi= Ö.D. *(Time × Salt inter.) (Variety Main Effect) (Time Main Effect)* Çeşit × Tuz int.= Ö.D. Çeşit × Zaman İnt.= Ö.D. Zaman × Tuz İnt.= Ö.D. *(Variety × Salt İnt.) (Variety × Time iner.) (Time × Salt inter.)*				

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %düzeyinde farklılık vardır (LSD)
[z]*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 level;* Ö.D.: Önemli değil *N.S.: Nonsignificant*

Diğer araştırmacıların bulduğu sonuçlar şu şekildedir; Samsun'da alabaş ile ilgili yapılan çalışmada alabaş verimi 711 kg da^{-1} ile 4211 kg da^{-1}arasında bulunmuştur [27]. Başka bir çalışmada

alabaş veriminin 969.12 kg da^{-1} ile 2958.90 kg da^{-1} arasında değiştiği bildirilmiştir [36]. Kardeş bitkilerle alabaşın birlikte yetiştirildiği araştırmada verim 670.8 kg da^{-1} ile 1074 kg da^{-1} arasında değişmiştir [32]. Farklı N, P, K oranlarının denendiği çalışmada ise gövde verimi 25850 kg ha^{-1} olarak kaydedilmiştir [35].

SONUÇ

Toprakta bulunan çözünebilir tuzların artmasıyla birlikte bitkilerde meydana gelen tuz stresi verim ve kaliteyi olumsuz yönde etkilemekte ve bu durum ciddi ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Araştırmacılar ekonomik öneme sahip birçok türde tuzluluğun zararlarını ve bitkilerde meydana gelen değişimleri incelemişlerdir. Ülkemizde ve dünyada yoğun olarak üretimi yapılan *Brassicacea* familyasına ait sebze türlerinin abiyotik stres faktörlerine karşı dayanıklılığı farklı araştırmacılar tarafından incelenmiş fakat bu familya içerisinde önemli bir yere sahip olan alabaş türü için tuzluluk stresine dayanıklılık konusu ele alınmamıştır.

Denemede sulama suyundaki NaCl konsantrasyonu artışına paralel olarak yaprak sayısı, yaprak alanı, gövde çapı, gövde yaş ağırlığının azaldığı, yaprak hasar indeksinin arttığı gözlemlenmiştir. Deneme sonucunda bitkilerin genç fide döneminden gövde başlangıcına kadar olan dönemde tuz stresinden daha fazla etkilendiği ve çeşitler arasında kıyaslama yapıldığında ise Korist F_1 çeşidinin Kolibri F_1 çeşidine göre tuz stresinden daha az zarar gördüğü saptanmıştır.

Bitkisel üretimde en önemli kriter olan 'Pazarlanabilir verim' açısından çalışmamız incelendiğinde sulama suyuyla verilen tuzun etkisi şu şekilde özetlenebilir; kontrol uygulamasından 20 dS m^{-1} tuz konsantrasyonuna gidildikçe pazarlanabilir verimin sırasıyla %17.02 (5 dS m^{-1}), %61.77 (10 dS m^{-1}) ve %74.22 (20 dS m^{-1}) oranında azaldığı, 10 ve 20 dS m^{-1} uygulamalarının istatistiki olarak aynı önem grubu içerisinde olduğu anlaşılmıştır.

Alabaşın tüketilen kısmı genellikle şişkinleşmiş toprak üstü gövdesidir. Denemeden elde edilen gövde ağırlık ortalamalarının 28.21-257.22 g arasında olduğu anlaşılmıştır. Denememizde elde edilen ortalamalar neticesinde Kolibri F_1 çeşidinin gövde çapı olarak tuzdan Korist F_1 çeşidine göre daha az etkilendiği, tuz konsantrasyonları artan sulama sularının gövde çapını azalttığı, tuz uygulama zamanlarının çeşitlerin gövde çapı üzerine çok etkisinin olmadığı anlaşılmıştır. Çeşit ana etkisi bakımından, Korist F_1 (146.14 g) zaman ana etkisi bakımından gövde başlangıcından itibaren hasada kadar olan dönem (145.66 g) tuz dozları bakımından kontrol sulama suyu uygulamasından (224.73 g) en iyi sonuçlar alınmıştır.

Denememizin sonucunda farklı konsantrasyonlara sahip sulama suyuyla sulanan alabaşların tuz stresi altında bazı fizyolojik kriterlerde zararlanmalar meydana geldiği ancak bu zararlar sonucu oluşan stresin bitkilerin ölümüne sebep olmadığı sonucuna varılmıştır. Denemede ele alınan kriterler dikkate alındığında, uygulama zamanlarına göre bitkilerin genç fide döneminde tuzluluk zararına karşı daha hassas olduğu gözlemlenmiştir. Tuzluluk problemi olan yerlerde ortam koşullarına göre tür ve çeşit seçimi göz önünde bulundurulmalıdır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı imkânlarıyla yürütülen NKUBAP.03.DPÖ.22.412 numaralı projenin bir bölümüdür. Desteklerinden dolayı Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine teşekkürlerimi sunarım.

KAYNAKLAR

1. Arın, L. 2002. Trakya'da alabaş (*Brassica oleraceae* var. *gongylodes* L.) yetiştirme olanağı ve uygun çeşitlerin belirlenmesi. Bahçe 31(1-2): 59-64.
2. Park, C., Yeo, H., Kim, N., Eun, P., Kim, S., Arasu, M., Al-Dhabi, N., Park, S., Kim, J., Park, S. 2017. Metabolic profiling of pale green and purple kohlrabi (*Brassica oleracea* var. *gongylodes* L.). Appl Biol Chem 60(3):249-257.
3. Ulukapı, K., Kacar, Y. 2020. The effects of water deficiency on plant and tuber growth of kohlrabi (*Brassica oleracea* var *gongylodes* L.). Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology 8(2):416-420.
4. Akagün, G. 2009. Alabaş (*Brassica oleracea* var. *gongylodes* L.) bitkisinin antioksidan aktivitesinin incelenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
5. Arın, L. 2005. Alabaş (*Brassica oleraceae* var. *gongylodes* L.) yetiştiriciliği. Alatarım 4(2):13-17.
6. Kuşvuran, Ş., Yaşar, F., Abak, K., Ellialtioğlu, Ş. 2008. Tuz stresi altında yetiştirilen tuza tolerant ve duyarlı *Cucumis* sp.'nin bazı genotiplerinde lipid peroksidasyonu, klorofil ve iyon miktarlarında meydana gelen değişimler. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi 18(1):14.

7. Yılmaz, E., Tuna, A.L., Bürün, B. 2011. Bitkilerin tuz stresine karşı geliştirdikleri tolerans stratejileri. C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi 7:47-66.
8. Kalefetoğlu, T., Ekmekçi, Y. 2000. Bitkilerde kuraklık stresinin etkileri ve dayanıklılık mekanizmaları, G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi 18(4):723-740.
9. Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell and Environment 25:239-250.
10. Mahajan, S., Tuteja, N. 2005. Cold, salinity and drought stress: an overview, Archives of Biochemistry and Biophysics 444:139-158.
11. Uygan, D., Hakgören, F., Büyüktaş, D. 2006. Eskişehir sulama şebekesinde drenaj sularının kirlenme durumu ve sulamada kullanma olanaklarının belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 19(1):47-58.
12. Akdemir, B., Kayışoğlu, B., Kavdır, İ. 1994. MSTAT istatistiki paket programı kullanımı (No: 203). Tekirdağ Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tekirdağ.
13. Şalk, A., Arın, L., Deveci, M., Polat, S. 2008. Özel sebzecilik. (488s.), Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Tekirdağ.
14. Arın, L., Salk, A., Deveci, M., Polat, S., 2003-a. Kohlrabi growing under unheated glasshouse conditions in Turkey. Acta Agric. Scand., Sect. B, Soil and Plant Sci. 53:38-41.
15. Arın, L., Salk, A., Deveci, M., Polat, S., 2003-b. Investigations on yield and quality of kohlrabi (*Brassica oleraceae* var. *gongylodes* L.) in the Trakya region of Turkey. Trakya Univ. J. Sci. 4(2):187-194.
16. Kraft, A., 1995. Flachenberechnung einer SW-Grafik Flaeche packing programme.
17. Deveci, M., Arın, L., Polat, S. 2006. Quicksta F_1 ve Rapidstar F_1 alabaş (*Brassica oleraceae* var. *gongylodes* L.) çeşitlerinin özellikleri üzerine, farklı büyüme dönemlerindeki düşük sıcaklığın etkileri. 6. Sebze Tarımı Sempozyumu, Kahramanmaraş.
18. Karanlık, S. 2001. Değişik buğday genotiplerinde tuz stresine dayanıklılık ve dayanıklılığın fizyolojik nedenlerinin araştırılması (Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bil. Enstitüsü, Adana.
19. Küçükkömürcü, S., 2011. Tuzluluk ve kuraklık streslerine tolerans bakımından bamya genotiplerinin taranması (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.
20. Dasgan, H.Y., Bayram, M., Kusvuran, S., Coban, G.A., Akhoundnejad, Y. 2018. Screening of tomatoes for their resistance to salinity and drought stress. Screening, 8(24).
21. Koç, S. 2005. Fasulyelerde tuzluluğa tolerans bakımından genotipsel farklılıkların erken bitki gelişimi aşamasında belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.
22. Kuşvuran, Ş. 2010. Kavunlarda kuraklık ve tuzluluğa toleransın fizyolojik mekanizmaları arasındaki bağlantılar (Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.
23. Fidan, E., Ekincialp, A. 2017. Bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin farklı seviyelerdeki tuz stresine gösterdikleri tepkilerin incelenmesi. Van Yüzüncü Yıl Tarım Bilimleri Dergisi 27(4):558-568.
24. Deveci, M., Öztürk, Ş., Altıntaş, S., Arın, L. 2019. The effect of irrigation water salinity on the morphological and physiological traits of Swiss chard (*Beta vulgaris* L. var. *cicla* Moq), Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi 7:903-907.
25. Bildiren, Ş. 2019. Tuz stresi altındaki farklı buğday (*Triticum aestivum* L.) genotiplerinde bor uygulamalarının iyileştirici etkisinin araştırılması (Yüksek Lisans Tezi). Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Sakarya. 121s.
26. Sritharan, R. Lenz, F. 1992. Effect of light regime on growth, carbohydrates and nitrate concentration in kohlrabi (*Brassica oleracea* var. *gongylodes* L.). Angewandte Botanik 66(3-4):130-134.
27. Kurtar, E.S., Özbakır, M., Balkaya, A. 2010. Samsun ekolojik koşullarında ilkbahar dönemi alabaş (*Brassica oleracea* var. *gongylodes*) yetiştiriciliğinde farklı uygulamaların etkileri. Bahçe 39(1):9-20.
28. Patil, B.N., Ingle, V.G., Patil, S.S. 2003. Effect of spacings and nitrogen levels on growth and yield of knol-knol (*Brassica oleraceae* var. *gongylodes* L.) cv. white vienna. Annals of Plant Physiology 17(2):110-113.
29. Yaşar, F. 2003. Tuz stresi altındaki patlıcan genotiplerinde bazı antioksidant enzim aktivitelerinin *in vitro* ve *in vivo* olarak incelenmesi (Doktora Tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
30. Deveci, M., Bora, M. 2016. Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının biberde meydana getirdiği fizyolojik değişikliklerin belirlenmesi. IMCOFE 2016, International Multional Multidisciplinary Congress of Eurasia, Ukraine.

31. Kalyoncu, Ö. 2013. Hümik asitin tuz stresi altında yetişen maş fasulyesi (*Vigna radiata* L. *wilczek*) gelişimine ve iyon alımına etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
32. Sümbül, D. 2020. Bazı kardeş bitkilerin alabaşın (*Brassica oleracea* var. *gongylodes* L.) verim ve kalitesine etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
33. Osman, H., Salim, B. 2016. Improving yield and quality of kohlrabi stems growing under NaCl salinity using foliar application of urea and seaweed extract. Journal of Horticultural Science Ornamental Plants 8(3):149-160.
34. Uddin, J., Sharmin, S., Afrin, F., Dina, A., Rakibuzzaman, M. 2021. Influence of gypsum fertilizer on growth and yield of kohlrabi. International Journal of Business, Social and Scientific Research 9(2):40-45.
35. Ahmed, S., Ahmed, F., Hussain, M. 2003. Effect of different NPK levels on the growth and yield of kohlrabi (*Brassica oleracea* var. *gongylodes* L.) at northern areas of Pakistan. Asian Journal of Plant Sciences 2(3):336-338.
36. Özer, M., Özer, H., Balkaya, A., Uzun, S. 2015. Serada alabaş (*Brassica oleracea* var. *gongylodes* L.) yetiştiriciliği üzerine farklı tohum ekim zamanı ve malç uygulamalarının etkisi. Akademik Ziraat Dergisi 4(2):49-58.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 390–395 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

SEL BASKINI STRESİ ŞARTLARINDA SOĞANA UYGULANAN GLİSİN BETAİN VE PROLİN UYGULAMALARININ BESİN ELEMENTİ İÇERİKLERİNE ETKİSİ

Abdullah Şamil ŞAHİN[1], Ömer Burak TANRIVERDİ[2], Musa SEYMEN[3]*

[1]Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Selçuklu/Konya; ORCID: 0000-0001-8915-9816
[2]Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Selçuklu/Konya; ORCID: 0000-0003-3827-662X
[3]Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Selçuklu/Konya; ORCID: 0000-0002-2742-137X

ÖZ

Prolin ve glisin betain uygulamaları kuraklığın olumsuz etkisini azaltan sonuçlar ortaya koymuştur. Bu uygulamaların sel baskını stresindeki sonuçları çok fazla irdelenmemiştir. Bu amaçla saksılarda yetiştirilen soğanlar tesadüf parselleri deneme desenine göre, bir tam sulama konusu (I_{100}) ve bir sel baskını stres konusu olmak üzere iki sulama konusu belirlenmiştir. Diğer taraftan üç farklı prolin dozu (1, 2 ve 3 µM) ve üç farklı glisin betain (50, 100 ve 150 µM) uygulaması ve hiçbir uygulama yapılmayan kontrol çalışmanın diğer konusunu oluşturmuştur. Çalışma 7×2=14 farklı çalışma konusundan oluşup, 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Sel baskını stresine kadar saksılara uygulanan sulama suyu miktarları gravimetrik toprak nemi ölçme metoduna göre uygulanmıştır. Prolin ve glisin betain uygulamaları ise, tartılan örnekler saf suda çözündürüldükten sonra bitki yapraklarına sprey yöntemiyle bütün bitki kaplanacak şekilde 26 Nisan ve 9 Mayıs tarihlerinde iki defa uygulanmıştır. 10 gün sel baskını stresine maruz bırakılan bitkiler hasat edilmiştir. Hasat edilen bitkilerden alınan yaprak örneklerinde bitki besin elementi analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda, makro ve mikro elementlerin bütünü incelendiğinde 1 µM prolin uygulaması ve 100 µM glisin betain uygulaması stres şartlarında besin elementi alınımına katkıda bulunmuşlardır. Mevcut uygulamalar insan sağlığı ve çevre dostu uygulamalar olup, stresin olumsuz etkisini azaltmada önemli uygulamalardır.

Anahtar Kelimeler: Abiyotik stres, besin içeriği, biostimulant, sel baskını stresi, soğan

THE EFFECT OF GLYCINE BETAINE AND PROLINE APPLICATIONS ON NUTRITIONAL CONTENTS IN FLOODING STRESS CONDITIONS

ABSTRACT

Proline and glycine betaine applications have shown results that reduce the negative effects of drought. The consequences of these practices on flood stress have not been studied much. For this purpose, two irrigation subjects, one full irrigation subject (I_{100}) and one flood stress subject, were determined according to the randomized plot design of onions grown in pots. On the other hand, three different proline doses (1, 2 and 3 µM) and three different glycine betaine (50, 100 and 150 µM) applications and a control that did not receive any application were the other subjects of the study. The study consisted of 7×2=14 different study subjects and was carried out with 3 replications. The amount of irrigation water applied to the pots until the flood stress was applied according to the gravimetric soil moisture measurement method. Proline and glycine betaine applications were applied to the plant leaves twice on April 26 and May 9, after the weighed samples were dissolved in pure water, by spraying the whole plant. Plants exposed to flood stress for ten days were harvested. Plant nutrient analyzes were carried out on leaf samples taken from harvested plants. As a result of the analysis, when the macro and micro elements were examined, 1 µM proline application and 100 µM glycine betaine application contributed to nutrient uptake under stress conditions. Current practices are human health and environmentally friendly practices and are important practices in reducing the negative effects of stress.

Keywords: Abiotic stress, nutrient content, biostimulant, flooding stress, onion

GİRİŞ

Bitkiler tüm yaşam dönemleri boyunca kuraklık, tuz stresi, yüksek-düşük sıcaklıklar, mineral beslenme bozuklukları, sel baskınları gibi birçok abiyotik stres koşullarına maruz kalmaktadır [23]. Abiyotik stres, dünya çapında tarımsal üretimde ciddi kayıplara neden olan ve tarım alanların miktarını azaltan, tarımın şu anda karşı karşıya olduğu en önemli sorunlardan biridir ve stres koşulları bitkilerde %50'lere varan verim kaybına sebep olmaktadır [16, 6, 17].

İklim değişikliği, etkili olduğu geniş alanlarda abiyotik stresin yaygınlığını ve bitkilere olumsuz etkilerini her geçen gün artırmaktadır. FAO tarafından elde edilen veriler ışığında dünyadaki

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*: mseymen@selcuk.edu.tr

tarım alanların %95'inden fazlası küresel ısınma nedeniyle abiyotik stres koşullarından etkilendiği görülmektedir. Atmosferde bulunan sera gazlarının yoğun miktarda artışı nedeniyle yüzey sıcaklığı artmakta ve yağış düzeni de değişmektedir [7]. Yüzey sıcaklıklarında meydana gelen 1°C'lik artış bitkilerin su ihtiyacını %4-4.5 oranında artırdığı yapılan çalışmalarla ortaya koyulmuştur [24]. Diğer taraftan, küresel iklim değişikliği kuraklık olarak karşımıza çıkmasının yanı sıra, kısa zamanda meydana gelen yoğun yağışlar sel baskını riskin artırmaktadır. Gün geçtikçe sel baskını olaylarının artması sonucu sel baskını stresi bitki gelişimini sınırlandıran önemli stres faktörü haline gelmektedir.

Sel baskını, meydana gelme sıklığı ve zamanlaması açısından değişken olmasına rağmen, ekosistemlerdeki toprak yapısını ve besin dinamiklerini değiştirir [5, 13]. Küresel boyutta incelendiğinde, günümüzde tarım arazilerinin %10'u sel baskınlarından etkilenmekte ve bu durum tarımsal üretime getirilen en önemli kısıtlamalardan biridir. Sel baskınları nedeniyle yaşanan verim kayıpları tür, toprak tipi ve strese maruz kalınan süreye bağlı olarak %15 ile %80 arasında değişmektedir [15, 19].

Sel baskınlarının bitkiler üzerindeki metabolik ve fizyolojik etkileri, esas olarak aerobik kök solunumunun bozulmasından ve ardından oksijen yoksunluğundan kaynaklanmaktadır. Toprakta bulunan fazla su, toprak redoks potansiyelinde büyük ölçüde düşüşe sebep olarak toprak element profilinde önemli değişikliklere neden olur. Serbest oksijen tükendiğinde, azot, toprak mikroorganizmaları tarafından solunumda alternatif bir elektron alıcısı olarak kullanılır. İlerleyen aşamalarda manganez (Mn) oksitler, demir ve sülfat elektron alıcısı olarak görev yapar. Bunun sonucunda da genellikle toprak çözeltisindeki çözünür demir (Fe^{2+}) ve Mn^{2+} miktarında toksik seviyelerin üzerinde bir artış meydana gelir. Ayrıca sel baskını sırasında toprakta engellenen gaz değişimi nedeniyle kök bölgesinde yüksek kısmi CO_2 basıncı oluşur (pCO_2) ve bu da kök büyümesi ve metabolizma için bazı ciddi sonuçlar doğurur [15]. Biostimulant olarak kullanılan prolin ve betain uygulamaları stres şartlarında bitki gelişiminde önemli katkı sağladığı birçok araştırmacı tarafından ortaya konmuştur [3, 18]. Uygun dozda uygulanan prolinin su kullanım etkinliğini artırmasının yanı sıra bitki gelişiminde önemli katkılar sağladığı bilinmektedir [10].

Prolin, bir ozmolit olarak işlevine ek olarak, reaktif oksijen türlerinin (ROS) birikmesine karşı hücre korunmasında görev alır ve böylece hücrenin redoks homeostazını modüle edebilir ve bir enerji kaynağı olarak ve stres dönemlerinde diğer metabolik yollar ile etkileşime giren bir sinyal molekülü olarak çalışabilir [12, 14, 20, 22]. Prolinin aksine, glisin betain (GB) abiyotik stresler boyunca doğrudan ROS süpürülmesinde görevli değildir [2]. Ancak, GB abiyotik stresler sırasında oksidatif hasara karşı hücreleri korumaktadır. GB stres sırasında kloroplastlarda bol miktarda bulunur ve tilakoid membranın ayarlanması ve korunmasında görev alarak fotosentes etkinliğinde rol alır [4].

Soğan (*Allium cepa* L.) taze ve kuru olarak insan beslenmesinde tüketilen önemli sebze türlerindendir. 2020 yılı kayıtlarına göre dünyada 208.347 ha alanda 4.452.347 ton yeşil soğan üretiminin yapıldığı bildirilmektedir. Türkiye'de ise 7.797 ha alanda 129.023 ton yeşil soğan üretimi yapılmıştır. Türkiye'de taze soğan olarak kış dönemlerinde örtü altı yetiştiriciliği şeklinde, bahar dönemlerinde ise geçiş ikliminin olduğu bölgelerde kaliteli olarak yetiştirilmektedir. Bu dönemlerde yağışların yoğun yağması soğan yetiştiriciliği yapılan arazilerde sel baskını stresini ortaya çıkarmaktadır. Bu sebeple bu dönemlerde oluşabilecek sel baskını stresine karşı uygulanabilecek prolin ve glisin betain uygulamalarının stresinin olumsuz etkisini azaltmasına yönelik uygulamalar önemli yaklaşımlardır. Soğanda sel baskını stresi şartlarında prolin ve glisin betain uygulamalarının etkisinin belirlenmiş olduğu bilimsel çalışmalar kısıtlıdır. Bu sebeple mevcut çalışmada, prolin ve glisin betain uygulamalarının soğanda sel baskını stresi şartlarında yapraktaki besin elementi içerikleri belirlenerek beslenme açısından etkilerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Deneme 24 Şubat-19 Mayıs 2022 tarihleri arasında Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ne ait cam seralarda yürütülmüştür. Denemede yaklaşık hacmi 13 litre olan plastik saksıların her birine 10 kg toprak dijital tartı ile tartılarak konulmuştur. Kullanılan fide harcı karışım olarak hazırlanmış olup, yapılan analizler sonucunda organik maddesinin iyi ve killi tınlı yapıda olduğu ortaya çıkmıştır. Diğer taraftan toprak pH 8.05, EC 1050 µS/cm, $CaCO_3$ %13 ve besin içeriği yönünden iyi bir karışım olduğu ortaya çıkmıştır. Tarla kapasitesi ve solma noktası sırası ile %25.12 ve %12.4 olarak belirlenen deneme toprağının soğan yetiştiriciliği açısından herhangi bir kısıtlayıcı etkinin olmadığı görülmektedir. Bitkisel materyal olarak Bursa Tohum firmasına ait olan BT-BUR-TOP soğan çeşidi kullanılmıştır.

Tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulan çalışmada, bir tam sulama konusu (I_{100}) ve bir stres konusu (I_{150}) olmak üzere iki sulama konusu oluşturulmuştur. Diğer taraftan üç farklı prolin dozu

(1, 2 ve 3 µM) ve üç farklı glisin betain (50, 100 ve 150 µM) uygulaması ve kontrol çalışmanın diğer konusunu oluşturmuştur. Çalışma 7×2=14 farklı çalışma konusundan oluşmuş olup, 3 tekrarlamalı ve her tekrarda toplam 2 saksı yer almıştır. Saksılara belirli aralıklarla toplam on tohum elle ekilmiştir. Belirli büyüklüğe ulaşan soğan fideleri her saksıda beş bitki kalacak şekilde seyreltme yapılmıştır.

Tohum ekiminden sel baskını stresi uygulanana kadar tüm saksılara eşit miktarda sulama suyu uygulanmıştır. Saksılara uygulanan sulama suyu miktarları gravimetrik toprak nemi ölçme metoduna göre belirlenmiştir. Bu amaçla, tanık konu olarak seçilen kontrol I_{100} konusundaki faydalı su kapasitesi %40-45'e düştüğünde sulama yapılmış ve her defasında toprak nemi tarla kapasitesine ulaştırılmıştır. Sel baskını stresi 9 Mayıs tarihinde uygulanmış olup stres konusunda bulunan tüm saksıların drenaj kanalları kapatılmıştır. Tam sulama konularına normal programlı sulamalar yapılır iken stres konularındaki saksılara ise her gün eksilen su tamamlanarak sel baskını stresi oluşturulmuştur. Sel baskını stresi saksılarında toprak yüzeyinde 2-3 cm su kalacak şekilde sulama suyu uygulanmıştır.

Sel baskını stresi uygulanmadan önce 26 Nisan ve sel baskını uygulamasından sonra 9 Mayıs tarihlerinde iki sefer prolin ve glisin betain uygulamaları yapılmıştır. Hesaplanan uygulama dozları saf suda çözündürüldükten sonra bitki yapraklarına sprey yöntemiyle bütün bitkiyi kaplayacak şekilde uygulanmıştır. Deneme sürecinde toprağın havalandırılması, yabancı ot kontrolü gibi kültürel işlemler zamanında ve usulüne uygun şekilde yapılmıştır. Taze soğan hasat büyüklüğüne ulaşan bitkiler 19 Mayıs tarihinde hasat edilmiştir.

Hasat edilen soğan yaprakları gölgede kurutulduktan sonra etüve bırakılarak eşit ağırlığa gelene kadar kurutulmaya devam edilmiştir. Her uygulamadan kurutulan yaprak örnekleri analiz için öğütücüde öğütülmüştür. Öğütülen örnekler, balonjojeler içerisine alınarak üzerine 15 ml HNO^{3-}, 5 ml $HClO^{4}$ eklenerek mikrodalga sistemde (CEM-Mars-5 model) yakılmıştır. Yakımı yapılan örnekler ICP-AES cihazında okunarak toplam P, K, S, Mg, Ca, B, Cu, Fe, Mn, Na ve Zn tayinleri yapılmıştır [22]. Tam sulama ve sel baskını şartlarında uygulanan prolin ve glisin betain uygulama dozlarından alınan besin elementi sonuçları JMP-14 istatistik programında analize tabi tutularak uygulamalar arasındaki önemli farklar belirlenmiş ve harflendirmeleri yapılarak yorumlanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Sel baskını stresi ve uygulanan prolin ve glisin betain dozlarının soğan yapraklarındaki P, K, Ca, Mg, S ve Na içeriği üzerine istatistiki anlamda önemli etkilerinin olduğu görülmüştür (Çizelge 1). Çizelge incelendiğinde sel baskını stresi P, K, Ca, Mg ve S içeriğinde önemli azalmalara sebep olurken Na içeriğini artırdığı görülmüştür. P içeriği incelendiğinde prolin dozlarının hepsi kontrol uygulamasına göre daha yüksek bulunmuştur. Bunun yanı sıra, GB 100 dozu da kontrole göre daha yüksek P içeriğine sahip olarak en yüksek P içeren uygulamalar arasında yer almıştır. K içeriği ise Pro 3 ve GB 100 uygulamalarında kontrolle beraber en yüksek K içeren uygulamalar olmuştur. Ca içeriği incelendiğinde Pro 1 ve GB 100 dozu en yüksek değerlere sahip olmuşlardır. Mg içeriği incelendiğinde Ca benzer şekilde Pro 1 ve GB 100 uygulamaları en yüksek Mg içeriğini veren uygulamalar olmuşlardır. S içeriğinde sadece GB 150 dozu içeriği düşürerek diğer uygulamalardan istatistiki anlamda ayrılmıştır. Na içeriği ise Pro 1 ve GB 100 uygulamalarından en yüksek elde edilmiştir.

Her iki faktörün interaksiyonu incelendiğinde, P içeriği en yüksek S_{100}×Pro 1 ve S_{100}×Pro 2 uygulamalarından sırası ile 3139 ve 3292 ppm olarak elde edilmiştir. En yüksek K içeriği ise S_{100}×kontrol, S_{100}×Pro 3 ve S_{100}×GB 100 uygulamalarından elde edilmiştir. Ca içeriği incelendiğinde, S_{100}×Pro 1 ve S_{100}×GB 100 uygulamaları en yüksek değerleri vermişlerdir. En yüksek Mg içerikleri ise, S_{100}×kontrol, S_{100}×Pro 1, S_{100}×Pro 3, S_{100}×GB 100 ve SB×Pro 1 uygulamalarından elde edilmiştir. S içeriklerine bakıldığında, S_{100}×kontrol, S_{100}×Pro 2, S_{100}×Pro 3, S_{100}×GB 50 ve S_{100}×GB 100 uygulamaları en yüksek değerleri vermişlerdir. Na içerikleri incelendiğinde, SB×Pro 1 ve SB×GB 100 uygulamaları en yüksek Na içeriklerine sahip uygulamalar olmuştur.

Sel baskınlarının bitkiler üzerindeki metabolik ve fizyolojik etkileri, esas olarak aerobik kök solunumunun bozulmasına ve oksijen yoksunluğundan dolayı besin elementlerinin alınımını engellemektedir [15]. Yapılan birçok çalışmada sel baskını stresi şartlarında besin elementi alınımının olumsuz etkilendiği bildirilmiştir [1, 8, 9]. Yaptığımız çalışmada uygulanan sel baskını stresinin soğanda makro besin elementi içeriğinde önemli kayıplar ortaya çıkarmıştır. Biostimulant olarak kullanılan prolin ve glisin betain uygulamaları stres şartlarında bitki gelişiminde önemli katkı sağladığı birçok araştırmacı tarafından ortaya konmuştur [3, 18]. Uygulanan uygun dozdaki prolinin su kullanım etkinliğini artırmasının yanı sıra besin elementi alınımına katkı sağlayarak bitki gelişimine katkı sağlamaktadır [10]. Yaptığımız çalışmada uygulanan prolin ve glisin betain uygulamalarının da besin elementi alınımına katkı sağladığı görülmüştür.

Sel baskını stresi ve uygulanan prolin ve glisin betain dozlarının soğan yapraklarındaki Fe, Cu, Mn, Zn ve B içeriği üzerine istatistiki anlamda önemli etkilerinin olduğu görülmüştür (Çizelge 2). Çizelge incelendiğinde sel baskını stresi Fe, Cu, Zn ve B içeriğini önemli düzeyde azaltmıştır. Fe içeriği incelendiğinde, en yüksek Fe içeriği 497 ppm ile GB 100 uygulamasından elde edilmiştir. Cu içeriği ise, Pro 1, Pro 2 ve GB 50 uygulamalarından en yüksek elde edilmiştir. Mn içeriğine bakıldığında, GB 100 uygulaması kontrol uygulaması ile birlikte en yüksek Mn değerlerini vermişlerdir.

Çizelge 1. Sel baskını stresi şartlarında soğana uygulanan prolin ve glisin betain uygulamalarının P, K, Ca, Mg, S ve Na içeriği üzerine etkileri (ppm)

Table 1. Effects of proline and glycine betaine applications applied to onions under flooding stress conditions on P, K, Ca, Mg, S and Na content (ppm)

Uygulamalar		P	K	Ca	Mg	S	Na
Sulama (S)							
S_{100} (tam sulama)		2974A	42196A	10895A	2085A	5660A	1458B
SB (sel baskını)		1858B	24988B	8839B	1859B	2760B	2193A
Prolin (Pro) ve Glisin Betain (GB)							
Kontrol		2371bc	34354a	9559b	1956b	4447a	1683c
Pro 1		2531a	32196b	10684a	2174a	4080a	2089a
Pro 2		2471abc	32943b	9386b	1860c	4334a	1623c
Pro 3		2498ab	35058a	9511b	1862bc	4344a	1721bc
GB 50		2345cd	32166b	9657b	1884bc	4275a	1890b
GB 100		2483abc	35417a	10729a	2166a	4470a	2082a
GB 150		2215d	33013b	9545b	1904bc	3520b	1687c
S × Pro ve GB (*Interactions*)							
S_{100}	Kontrol	2975bc	44416a	10775bc	2172ab	6093a	1390hı
	Pro 1	3139ab	38856c	11417ab	2209ab	5169bc	1514gh
	Pro 2	3292a	39910c	10539cde	2007cd	5829a	1142ı
	Pro 3	3004bc	45685a	10721c	2016cd	5781ab	1448gh
	GB 50	2843c	39753c	10662c	1940de	5914a	1459gh
	GB 100	2973bc	44275ab	11578a	2239a	6022a	1683fg
	GB 150	2592d	42480b	10576cd	2012cd	4808c	1598fgh
SB	Kontrol	1767fg	24259ef	8344f	1741f	2801de	1976de
	Pro 1	1924ef	25535de	9951de	2138abc	2990d	2665a
	Pro 2	1649g	25976de	8233f	1712f	2838de	2105cd
	Pro 3	1991e	24431ef	8300f	1707f	2906d	1994de
	GB 50	1846efg	24578ef	8653f	1828ef	2637de	2321bc
	GB 100	1993e	26559d	9881e	2094bc	2918d	2481ab
	GB 150	1837efg	23547f	8515f	1796f	2232e	1807ef
LSD							
S		77	698	254	51	237	96
Pro ve GB		144	1307	476	96	444	180
S × Pro ve GB (*Interactions*)		204	1847	674	136	628	254

Çizelge 2. Sel baskını stresi şartlarında soğana uygulanan prolin ve glisin betain uygulamalarının Fe, Cu, Mn, Zn ve B içeriği üzerine etkileri (ppm)

Table 2. Effects of proline and glycine betaine applications applied to onions under flooding stress conditions on Fe, Cu, Mn, Zn and B content (ppm)

Uygulamalar		Fe	Cu	Mn	Zn	B
Sulama (S)						
S_{100} (tam sulama)		305A	12.82A	60.92	24.22A	12.39A
SB (sel baskını)		256B	9.68B	58.19	18.30B	10.33B
Prolin (Pro) ve Glisin Betain (GB)						
Kontrol		230bc	11.23bc	74.85a	21.96abc	11.98a
Pro 1		249bc	11.47abc	54.58cd	22.19ab	11.22a
Pro 2		205c	11.71ab	45.60d	20.43d	11.72a
Pro 3		296b	11.22bc	58.13bc	21.70bcd	11.73a
GB 50		219bc	11.97a	58.85bc	20.69cd	10.97ab
GB 100		497a	10.95cd	65.98ab	23.16a	11.96a
GB 150		267bc	10.23d	58.87bc	18.71e	9.98b
S × Pro ve GB (*Interactions*)						
S_{100}	Kontrol	205bcd	12.48abc	75.41a	25.97a	12.98ab
	Pro 1	250bcd	13.47a	54.87b-e	25.44a	11.97bcd
	Pro 2	265bc	12.95ab	48.31de	24.41ab	13045ab
	Pro 3	317b	12.97ab	62.38abc	24.95a	13.97a
	GB 50	256bc	12.47abc	58.88bcd	22.95b	11.98bc
	GB 100	537a	13.44a	58.73bcd	20.93c	12.95ab
	GB 150	305b	11.97bc	67.86ab	20.46cd	9.48e
SB	Kontrol	255bcd	9.97e	74.30a	17.95efg	10.97cde
	Pro 1	248bcd	9.47ef	54.30b-e	18.94de	10.47de
	Pro 2	144d	10.48de	42.90e	16.46g	9.98e
	Pro 3	276bc	9.48ef	53.89cde	18.46ef	9.48e
	GB 50	182cd	11.46cd	58.83bcd	18.44ef	9.97e
	GB 100	458a	8.47f	73.24a	20.93c	10.96cde
	GB 150	229bcd	8.48f	49.89cde	16.96fg	10.48cde
LSD						
S		42.41	0.39	Ö.D.	0.68	0.57
Pro ve GB		79.35	0.73	9.74	1.28	1.06
S × Pro ve GB (*Interactions*)		112	1.03	13.77	1.82	1.50

En yüksek Zn içerikleri ise, kontrol, Pro 1 ve GB 100 uygulamalarından elde edilmiştir. B içerikleri incelendiğinde GB 150 uygulaması en düşük B içeriğine sahip olarak diğer uygulamalardan istatistiki anlamda ayrılmıştır.

İnteraksiyonlar incelendiğinde, en yüksek Fe içerikleri, S_{100}×GB 100 ve SB×GB 100 uygulamalarından sırası ile 537 ve 458 ppm elde edilmiştir. Cu içerikleri incelendiğinde, S_{100}×kontrol, S_{100}×Pro 1, S_{100}×Pro 2, S_{100}×Pro 3, S_{100}×GB 50 ve S_{100}×GB 100 uygulamalarından en yüksek değerler elde edilmiştir. Mn içerikleri incelendiğinde, S_{100}×kontrol, S_{100}×GB 150 ve SB×GB 100 uygulamaları en yüksek Mn içeren uygulamalar olmuştur. Zn içerikleri incelendiğinde, S_{100}×Kontrol, S_{100}×Pro 1, S_{100}×Pro 2 ve S_{100}×Pro 3, uygulamaları en yüksek değerleri alan uygulamalar olmuşlardır. B içeriklerine bakıldığında, S_{100}×Kontrol, S_{100}×Pro 2, S_{100}×Pro 3 ve S_{100}×GB 100 uygulamaları en yüksek B içeriğine sahip uygulamalar olmuştur.

Toprakta bulunan fazla su, toprak redoks potansiyelinde büyük ölçüde düşüşe sebep olarak toprak element profilinde önemli değişikliklere neden olur. Serbest oksijen tükendiğinde, azot, toprak mikroorganizmaları tarafından solunumda alternatif bir elektron alıcısı olarak kullanılır. İlerleyen aşamalarda manganez (Mn) oksitler, demir ve sülfat elektron alıcısı olarak görev yapar. Bunun sonucunda

da genellikle toprak çözeltisindeki çözünür demir (Fe^{2+}) ve Mn^{2+} miktarında toksik seviyelerin üzerinde bir artış meydana gelir [15]. Yaptığımız çalışmada ise sel baskını stresi soğanda Fe, Cu ve Zn içeriğinde azalma meydan getirmiştir. Fakat Mn içeriğinde önemli bir değişim görülmemiştir. Yapılan bir çalışmada *Alnus subcordata* fidelerinin sel baskını stresi şartlarında Zn içeriğini azaltırken, Mn ve Fe içeriğinde artış sağlayarak zararlı düzeye yükseldiği bildirilmiştir [11]. Benzer şekilde marulda yapılan bir çalışmada sel baskını stresi şartlarında Mn ve Fe içeriğinde önemli seviyede artış meydana geldiği bildirilmiştir [9]. Uygulanan prolin ve glisin betain dozları ise Fe ve Cu içeriğini artırırken, MN ve Zn içeriğinde azalmalara sebep olmuştur.

SONUÇ

Soğanda uygulanan sel baskını stresi, bitki besin elementleri alınımını önemli derecede azaltmıştır. Sel baskını stresinin olumsuz etkisini azaltmak için uygulanan prolin ve glisin betain dozlarının besin elementi alınımına katkıları olmuştur. Makro ve mikro elementlerin bütünü incelendiğinde 1 µM prolin uygulaması ve 100 µM glisin betain uygulaması stres şartlarında besin elementi alınımına katkıda bulunmuşlardır. Mevcut uygulamalar insan sağlığı ve çevre dostu uygulamalar olup, stresin olumsuz etkisini azaltmada önemli uygulamalardır. Sel bakını stersine maruz kalan soğan tarımı arazilerinden bu tip biostimulantların kullanılmasının verim ve kaliteye katkı sağlayacağı aşikârdır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Selçuk Üniversitesi BAP Ofisi tarafından “22201006” no.lu proje ile desteklenmiş olup, Abdullah Şamil ŞAHİN’in yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

KAYNAKLAR

1. Bacanamwo, M., Purcell, L.C. 1999. Soybean dry matter and N accumulation responses to flooding stress, N sources and hypoxia. Journal of Experimental Botany, 50(334):689-696.
2. Chen, T.H., Murata, N. 2008. Glycinebetaine: an effective protectant against abiotic stress in plants. Trends in Plant Science 13:499-505.
3. Du Jardin, P. 2015. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. Scientia Horticulturae, 196:3-14 (https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021).
4. Genard, H., Le Saos, J., Billard, J.P., Tremolieres, A., Boucaud, J. 1991. Effect of salinity on lipid composition, glycine betaine content and photosynthetic activity in chloroplasts of *Suaeda maritima*. Plant physiology and biochemistry (Paris) 29:421-427.
5. Glazebrook, H.S., Robertson, A.I. 1999. The effect of flooding and flood timing on leaf litter breakdown rates and nutrient dynamics in a river red gum (*Eucalyptus camaldulensis*) forest. Australian Journal of Ecology 24(6):625-635 (https://doi.org/10.1046/j.1442-9993.1999.00992.x).
6. Godoy, F., Olivos-Hernández, K., Stange, C., Handford, M. 2021. Abiotic Stress in Crop Species: Improving Tolerance by Applying Plant Metabolites. Plants 10(2):186 (https://doi.org/10.3390/plants10020186).
7. Gray, S.B., Brady, S.M. 2016. Plant developmental responses to climate change. Developmental Biology 419(1):64-77 (https://doi.org/10.1016/j.ydbio.2016.07.023).
8. Huang, D., Wang, D., Ren, Y. 2019. Using leaf nutrient stoichiometry as an indicator of flood tolerance and eutrophication in the riparian zone of the Lijang River. Ecological Indicators, 98:821-829.
9. Kal, Ü., Kayak, N., Dal, Y., Yavuz, D., Türkmen, Ö., Seymen, M. 2023. Application of Nitrogen to Mitigate of Adverse Effect of Flooding Stress in Lettuce. Journal of Plant Nutrition (In press).
10. Kayak, N., Kal, Ü., Dal, Y., Yavuz, D., Seymen, M. 2022. Do Proline and Glycine Betaine Mitigate the Adverse Effects of Water Stress in Spinach? Gesunde Pflanzen, pp:1-17.
11. Kianmehr, A., Ghanbary, E., Parad, G., Tabari, M., Boor, Z. 2021. Variations of Macro and Micro Nutrient Concentration in Soil and Leaf of Alnus subcordata (L.). Seedlings under Flooding Stress. Forest Research and Development 7(3):477-492.
12. Kishor, P.B.K., Sangam, S., Amrutha, R.N., Laxmi, P.S., Naidu, K.R., Rao, K.R.S.S., Rao, S., Reddy, K.J., Theriappan, P., Sreenivasulu, N. 2005. Regulation of proline biosynthesis, degradation, uptake and transport in higher plants: its implications in plant growth and abiotic stress tolerance. Current Science 88.
13. Martínez-Alcántara, B., Jover, S., Quiñones, A., Forner-Giner, M.Á., Rodríguez-Gamir, J., Legaz, F., Primo-Millo, E., Iglesias, D.J. 2012. Flooding affects uptake and distribution of carbon and nitrogen in citrus seedlings. Journal of Plant Physiology, 169(12):1150-1157 (https://doi.org/10.1016/j.jplph.2012.03.016).

14. Nathalie, V., Christian, H. 2008. Proline accumulation in plants: a review. Amino Acids 35:753-759.
15. Patel, P.K., Singh, A.K., Tripathi, N., Yadav, D., Hemantaranjan, A. 2014. Flooding: abiotic constraint limiting vegetable productivity. Advances in Plants and Agriculture Research, 1(3):00016 (http://dx.doi.org/10.15406/apar.2014.01.00016).
16. Rockström, J., Williams, J., Daily, G., Noble, A., Matthews, N., Gordon, L., Wetterstrand, H., DeClerck, F., Shah, M., Steduto, P., de Fraiture, C., Hatibu, N., Unver, O., Bird, J., Sibanda, L., Smith, J. 2017. Sustainable intensification of agriculture for human prosperity and global sustainability. Ambio, 46(1):4-17 (doi:10.1007/s13280-016-0793-6).
17. Sachdev, S., Ansari, S.A., Ansari, M.I., Fujita, M., Hasanuzzaman, M. 2021. Abiotic stress and reactive oxygen species: generation, signaling, and defense mechanisms. Antioxidants, 10(2):277 (https://doi.org/10.3390/antiox10020277).
18. Semidaa, W. M., Abdelsattar Abdelkhalika, Radyb, M.O.A., Mareyc, R.A., El-Mageedd, T.A.A., 2020. Exogenously applied proline enhances growth and productivity of drought stressed onion by improving photosynthetic efficiency, water use efficiency and up-regulating osmoprotectants. Scientia Horticulturae, 272. (doi:10.1016/j.scienta.2020.109580).
19. Seymen, M. 2021. Comparative analysis of the relationship between morphological, physiological, and biochemical properties in spinach (*Spinacea oleracea* L.) under deficit irrigation conditions. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 45(1):55-67.
20. Sharma, S., Villamor, J.G., Verslues, P.E. 2011. Essential role of tissue-specific proline synthesis and catabolism in growth and redox balance at low water potential. Plant physiology 157:292-304.
21. Soltanpour, P.N., Workman, S.M. 1981. Use of Inductively-Coupled Plasma Spectroscopy for the Simultaneous Determination of Macro and Micro Nutrients in NH_4HCO_3-DTPA Extracts of Soils. In Barnes R.M. (ed). Developments in Atomic Plasma Analysis, USA, pp:673-680 (https://doi.org/10.2136/sssaj1979.03615995004300010013x).
22. Szabados, L., Savouré, A. 2010. Proline: a multifunctional amino acid. Trends in plant science 15:89-97.
23. Teklić, T., Parađiković, N., Špoljarević, M., Zeljković, S., Lončarić, Z., Lisjak, M. 2021. Linking abiotic stress, plant metabolites, biostimulants and functional food. Annals of Applied Biology, 178(2):169-191 (https://doi.org/10.1111/aab.12651).
24. Ye, Q., Yang, X., Dai, S., Chen, G., Li, Y., Zhang, C. 2015. Effects of climate change on suitable rice cropping areas, cropping systems and crop water requirements in southern China. Agricultural Water Management 159:35-44 (https://doi.org/10.1016/j.agwat.2015.05.022).

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 396–402 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

KÜLTÜR MANTARINDA (*Agaricus bisporus* L.) SIVI SOLUCAN GÜBRESİNİN FARKLI UYGULAMA ZAMANLARI VE DOZLARININ VERİM ÜZERİNE ETKİLERİ

Necdettin SAĞLAM[1]*, Kadriye EROĞLU[2]

[1]Prof. Dr., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tokat; ORCID: 0000-0002-1414-1141
[2]Zir. Yük. Müh., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bit. ABD, Tokat; ORCID:0000-0003-2963-937X

ÖZ

Bu çalışma 2018 yılı Ekim-Aralık ayları arasında Tokat iline bağlı Turhal ilçesindeki Üstün mantar işletmesinde *Agaricus bisporus* yetiştiriciliğinde sıvı vermikompost uygulamasının farklı uygulama zamanları (örtü toprağından 2, 4 ve 6 gün sonra) ve dozlarının (kontrol, 1 ml, 1.5 ml, 2 ml, 2.5 ml, 3 ml ve 3.5 ml) verim parametreleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Bazı verim parametreleri sıvı vermikompost uygulama süresi ve dozlarından önemli ölçüde etkilenmiştir. En yüksek ortalama mantar ağırlığı (36.62 g) ve en yüksek verim (16.82 kg/m²) ile 3.5 ml/L doz uygulamasından elde edilmiştir. Ortalama mantar ağırlığı ve verim uygulama sürelerinden önemli ölçüde etkilenmemiştir. Ancak mantar şapka ağırlığı uygulama sürelerinden önemli ölçüde etkilenmiştir. En yüksek mantar şapka ağırlığı değeri örtü toprağı serildikten 6 gün sonrasında (21.86 g) belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Agaricus bisporus*, sıvı vermikompost, verim

THE EFFECTS OF DIFFERENT APPLICATION TIMES AND DOSES OF LIQUID VERMICOMPOST ON YIELD IN CULTIVATED MUSHROOM (*Agaricus bisporus* L.)

ABSTRACT

This study was carried out to determine the effects of liquid vermicompost application times (2, 4, and 6 days after the cover soil) and doses (control, 1 ml, 1.5 ml, 2 ml, 2.5 ml, 3 ml, and 3.5 ml per liter) on yield and quality of *Agaricus bisporus* L. cultivation at Ustun Mushroom Farm in Turhal district of Tokat between October and December 2018. In the experiment, yield parameters (average mushroom weight, yield etc. of *Agaricus bisporus* L. were investigated. Some yield parameters were significantly affected by liquid vermicompost application times and doses. The highest average mushroom weight was obtained at 3.5 ml/L dose (36.62 g) and the best yield was found out at same dose (16.82 kg/m²). The average mushroom weight and yield were not significantly affected by application times, but mushroom cap weight was significantly affected by application times. The most mushroom cap weight was determined at 6 days after the cover soil (21.86 g).

Keywords: *Agaricus bisporus*, liquid vermicompost, yield

GİRİŞ

Mantarlar hem karada hem de sularda yaşar. Gıda ürünü olarak tüketilmesinin yanı sıra topraktaki organik maddelerin parçalanmasında rol alır. Hastalık oluşturan formları da bulunmaktadır. Klorofil içermedikleri için renksiz olup beslenme açısından heteretrof veya parazit olarak yaşamaktadırlar [1].

Yüzlerce yıldan beri halk arasında bilinen ve doğadan toplanarak tüketilen mantarlar beslenme konusunda insanların daha da bilinçlenmesi, doğada kendiliğinden ve mevsimlere bağlı olarak yetişen yenilebilir mantarlar ile zehirli mantarların ayırt edilememesinin zehirlenmelere ve ölümlere sebep olması nedeniyle bir kültür bitkisi olarak ilk defa 16. YY'da Fransa'da yetiştirilmeye başlanmıştır. 1900'lü yıllardan sonra ABD, İngiltere, Macaristan, Danimarka, Almanya gibi ülkelerin kültür mantarı üretimine başlamışlardır [2, 3].

Kültür mantarı yetiştiriciliği taş ocakları, mağara, depo, ahır, kiler, bodrum gibi serin ve nemli alanlarda başlamıştır. Günümüzde ise bir sektör haline gelen mantar yetiştiriciliği modern koşullarda fabrikasyon usulü kompost üreten, misel üreten ve mantar üreten işletmeler haline gelmiştir.

Dünya'da 1950 yılına kadar *Agaricus*, *Lentinula*, *Pleurotus*, *Auricularia*, *Volvariella*, *Flammulina* ve *Tramella* cinsleri dünya mantar üretim miktarının %90'ını oluştururken, 1950'li yıllardan sonra mantar pazarlarına yeni türler dahil olmuştur. *Pholiota nameko* 1958 yılında, *Hericium erinaceus* 1958 yılında, *Hypsizigus marmerous* 1973 yılında ve *Pholiota limonella* 1995 yılında kültüre alınmıştır. 2000'li yıllara gelindiğinde yaklaşık olarak 35 mantar türünün ticari olarak üretiminin yapıldığı ve bunların

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*: necdettin.saglam@gop.edu.tr

içerisinden 20'ye yakınının endüstriyel alanda büyük bir öneme sahip olduğu gözlemlenmektedir [1].

Dünyada 2019 yılı mantar üretim miktarı toplam 10.2 milyon tondur. Üretimde Asya kıtası 8.3 milyon ton ile lider durumdadır. Çin, Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri'nin üretim miktarları toplam dünya mantar üretiminin yaklaşık %95'ini oluşturmaktadır. Çin %77'lik üretim payı ile birinci sırada yer alırken onu Amerika Birleşik Devletleri, Polonya, Hollanda ve İspanya takip etmektedir [4].

Türkiye'de 1960'lı yıllarda başlayan kültür mantarı üreticiliği 1990'lı yıllardan itibaren ticari olarak önem kazanmış ve bu tarihten itibaren sektör hızlı bir gelişim süreci içerisine girmiştir. Ülkemiz mantar üreten ülkeler arasında ilk 20'de yer almakla beraber son 10 yıl içerisinde mantar üretim miktarını %100 artırmayı başarmıştır. Ülkemizde yetiştiriciliği yapılan mantar türleri arasında en fazla paya sahip olan kültür mantarı *Agaricus bisporus* L türüdür. Bunu son 10 yılda toplam üretim içerisindeki payını %400 artıran kayın mantarı (*Pleurotus ostreatus*) izlemektedir. Shiitake (*Lentinula edode*) mantarının toplam üretimdeki payı sürekli artmakla beraber 3. sırada yer almaktadır. 1973 yılında Türkiye'de kültür mantarı üretim miktarı 80 ton iken, 2014 yılında 45.000 tona ulaşmıştır. Mantar üretim miktarı 2018 yılında 65.000 ton iken bu miktarın 2020 yılında 75.000 olması öngörülmektedir.

Küresel ölçekte, mantar tüketimine bakıldığında 1997 yılında kişi başına 1.0 kg olan mantar tüketimi, 2013'te 4.7 kg'a çıkmıştır. Mantar üretiminde 1. sırada olan Çin'de ise kişi başına düşen yıllık tüketimin 10 kg civarında olduğu tahmin edilmektedir. Türkiye'de kültür mantarı üretiminin artmasına paralel olarak tüketim miktarının da arttığı görülmektedir. 2018 yılı verilerine göre kişi başına düşen mantar tüketim miktarı yaklaşık 0.8 kg civarındadır.

Türkiye'de bölgelere göre kültür mantarı üretiminde %61.5 ile Akdeniz Bölgesi birinci sırada yer almaktadır. Tüketimde ise %60'lık bir oran ile Marmara Bölgesi 1.sırada yer almaktadır.

Mantar üreticiliğinin yoğun olarak yapıldığı illerimiz; 22 bin ton üretim ile Antalya/Korkuteli, 5 bin ton üretim ile Burdur, 4 bin ton üretim ile Konya ve 3 bin ton üretim ile Kocaeli'dir [5].

Ülkemizde mantar yetiştiriciliği hızla gelişmekle birlikte gelişmiş ülkelerle karşılaştırıldığında istenilen düzeye henüz ulaşamamıştır.

Kültür mantarı yetiştiriciliğinde verimin artırılması için sürekli yeni çalışmalar yürütülmektedir. Bu çalışmalar kompost tip ve karışımları üzerine yoğunlaşmış olmakla birlikte sebze ve meyve yetiştiriciliğinde kullanılan yaprak gübreleri gibi kültür mantarı yetiştiriciliğinde farklı materyaller uygulanarak verim artırılmaya çalışılmaktadır. Son yıllarda vermikompost (solucan gübresi) son yıllarda hem dünyada hem de ülkemizde en fazla çalışma yapılan konulardan biridir. Verimi artırmak amaçlı hem katı hem de sıvı formu ile birçok sebze türü ve diğer bitkilerde denenmiştir.

Vermikompost besin maddeleri (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu ve B vb. mineral maddeler, hümik asit, amino asitler, vitaminler), mikroorganizmalar ve bitki büyümesini destekleyen (oksin ve sitokinin) materyallerin kombinasyonudur [6, 7, 8, 9]. Vemikompost ayrıca antosiyaninlerin ve fenolojik bileşiklerin sentezini teşvik ederek bitki kalitesini olumlu yönde etkilerken Rhizoctonia, Fusarium, Pythium ve Verticillium gibi toprak kökenli mantari ve bakteriyel hastalıklara karşı etkilidir [10, 11, 12, 13].

Agaricus bisporus yetiştiriciliğinde örtü toprağı olarak kullanılan turbaya alternatif olarak vermikompostun kullanılanımı ile mantar sayısının azalmasına rağmen mantar birim ağırlığı ve çapının önemli ölçüde arttığını ve beyaz şapkalı mantar yetiştiriciliğinde örtü toprağı olarak turbanın yerine vermikompostun alternatif bir ürün olarak kullanılabileceği belirtilmiştir [14].

Pleurotus ostreatus yetiştiriciliğinde sıvı vermikompost uygulamalarının mantarın biyolojik verimliliği ve kuru mantar ağırlığını artırmıştır [15]. Sıvı vermikompostun tatlı mısırda nitrojen, fosfor ve potasyum alımlarını artırdığını ve bitki boyu, yaprak alanı, taze ve kuru sürgün ağırlığını artırdığı belirtilmektedir [16].

Vermikompost ıspanakta verim, bitki boyu, yaprak boyu ve eni, kök ağırlığı parametrelerinin önemli seviyede artırmıştır [17]. Eşit oranlarda oluşturulan toprak ve perlit karışımına ilave edilen farklı dozlardaki vermikompostun 5 BB ve Trakya İlkeren asma fidanlarının fosfor alım miktarını artırmıştır [18]. Vermikompost beyaz baş kalite özellikleri, mineral beslenme durumu ve dekara verim değerlerini kontrole göre istatistiksel açıdan olumlu yönde etkilemiş ve ayrıca lahana baş kuru ağırlığı ile vitamin C değeri arasında ve lahana baş çapı ile yaprakların azot ve potasyum konsantrasyonları arasında önemli pozitif ilişki bulunmaktadır [19]. Kırmızı baş lahana yetiştiriciliğinde vermikompostun ortalama baş ağırlığı ile dekara verim arasında ve lahana baş kuru ağırlığı ile C vitamini değeri ile verim arasında pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir [20]. Vermikompostun domateste %70 toprak + %30 vermikompost karışımında çimlenme yüzdesinin maksimum olmaktadır [21]. Domates fidelerinde vermikompost uygulamasının yaprak sayısı, gövde çapı, yaprak kuru

maddesi, kök yüksekliği, kök ağırlığı ve kök kuru madde içeriklerini artırmıştır [22].

Vermikompost ve mikorizanın biberde bitki başına mikoriza (2 g) ve vermikompost (10 g) daha iyi bir gelişme sağlanmıştır [23]. Karnabaharda yetiştiriciliğinde kimyasal gübrelemeye ek olarak 200 ila 400 kg/da vermikompost uygulanmasının kalite özelliklerini, mineral beslenme durumunu ve dekara verim değerlerini kontrole göre istatistiksel düzeyde olumlu yönde etkilemiştir [24]. Vermikompostun kıvırcık yapraklı salatanın erkencilik özelliği üzerine etkisinin önemli derecede olduğunu, genel olarak besin elementlerinin alınması konusunda vermikompost uygulamaları olumlu sonuçlar göstermiştir [25]. Vermikompost ve tavuk gübresinin yazlık kabağın verim ve kalitesi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışma sonucunda vermikompostun ve tavuk gübresinin birlikte uygulanması kabak verimi (toplam verim, erkenci verim, bitki sayısı, meyve sayısı, ortalama meyve ağırlığı) ve kalitesi üzerinde önemli pozitif etkiler göstermiştir [26]. Karpuzda bitki başına verim ve çimlenme gücü bakımından en yüksek değeri vermikompost uygulamasında elde edilmiştir [27]. Vermikompostun, fasulyede tuzluluk stresinin olumsuz etkilerini azalttığı, fasulye bitkilerinin gelişimini olumlu yönde etkilemiştir [28]. Agrimol örtü ve sıvı solucan gübresinin farklı uygulama sayısı ve dozlarının kıvırcık yapraklı salatada toplam ve pazarlanabilir verim (g/bitki), baş boyu ve çapı (cm), pH değeri, suda çözünebilir kuru madde miktarı (%) ve toplam asit değeri parametrelerinin bazılarında artış meydana geldiği ve bazı özellikler arasında da interaksiyonlar belirlenmiştir [29]. Vermikompost ve mikorizanın biber bitkisinin yaş ağırlığı, kuru ağırlığı ve besin içerikleri üzerine olumlu etkisi bulunmaktadır [23].

Bu çalışmada örtü toprağı serildikten sonra farklı zaman ve dozlarda sıvı solucan gübresi uygulamanın kültür mantarının (*Agaricus bisporus*) verim parametreleri üzerine etkilerini belirlemek amaçlanmıştır. Sıvı vermikompost diğer sebze ve bitki türlerinde uygulanırken kültür mantarı (*Agaricus bisporus*) yetiştiriciliğinde uygulandığı konusunda bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışma bu nedenle özgün bir çalışmadır. Mantar yetiştiriciliğinde sıvı solucan gübresinin en uygun zaman ve en uygun dozun belirlenmesi, birim alana verimin artırılması, pazar değeri daha yüksek ürün elde edilmesi bakımından önem arz etmektedir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Bu çalışma 2018 yılı Ekim-Aralık ayları arasında Tokat ili Turhal ilçesinde bulunan Üstün Mantar işletmesinde kapalı alan ve ranza sisteminde 493 m rakımda gerçekleştirilmiştir. Turhal ilçesi Orta Karadeniz bölgesinde yer almakta olup 40°50' kuzey enlemi 36°06' doğu boylamının kesiştiği yerdedir. Kuzeyinde Amasya ili, doğusunda Tokat ili yer almaktadır.

Kompost Antalya/Korkuteli'ndeki Sms Ersanlar kompost firmasından temin edilmiştir. Kompostun nem içeriği %70.8, kül içeriği %5.2, lif içeriği 9.8, asit deterjan lifi %11.6, nötr deterjan lignini %15.2, asit deterjan lignini %3.4 iken pH değeri 7.79 olarak belirtilmiştir.

Örtü toprağı olarak kullanılan torf Antalya/Kepez de bulunan Pey-Paz Peyzaj tarım ürünleri firmasından temin edilmiştir. Torfun pH değeri 5.6'dır. EC değeri 454 Ms/cm, kireç oranı %2.7, nem oranı %62 organik madde oranı %40, toplam kül ve azot oranı sırasıyla %60 ve %0.361'dir. Mevcut eriyebilir fosfor 0.585, potasyum 6.51, kalsiyum 18.53 ve magnezyum miktarı 41.67'dir.

Miseller komposta ekili halde Sms Ersanlar kompost firmasından temin edilmiş olup miselin ismi Amycel'dir.

Sıvı solucan gübresi Antalya'da faaliyet gösteren özel bir firmadan temin edilmiştir. Sıvı solucan gübresinin kimyasal analizi sonucu pH değeri 7.78 nem %43.92, toplam azot %0.80, toplam fosforik asit %0.30, suda çözünür potasyum oksit %0.39'dur. Karbon azot oranı %12.06, kadmiyum 0.03, bakır 31, nikel 12.5, kurşun 7.11, çinko 123.5, krom 7.55 ve kalay 0.74 mg/kg'dır.

Metot

Denemede kullanılan kompostolar pres halde ve poşetlerin içerisine miseller ekili şekilde getirilmiş ve 13 Ekim 2018 tarihinde klimalı odaya nakledilmiştir. Kompost odaya nakledilmeden önce oda kireçlenmiş ve formaldehit ile dezenfeksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Oda bu şekilde bir gün bekletilmiştir. Odaya yerleştirilen kompostun 22°C olan sıcaklığının azalmaması ve kompost içerisindeki miselin gelişiminin üniform ve ideal bir şekilde sarmasını sağlamak amacıyla kompost yüzeyindeki poşetler açılmamıştır. Kompost poşetleri ranzalara üniform bir şekilde yerleştirilmiştir. Odadaki ranzalar iki blok halinde olup her blokta 5 ranza olmakla birlikte toplam 12 ranza bulunmaktadır. Odadaki ranza yüksekliği 8 metre olup her bir ranza eni 150 cm'dir. Ranzalar parsellere ayrılmış, her bir parsel 150 cm'ye 67 cm olarak bölünmüştür.

Kompost içerisindeki misel gelişiminden bir hafta sonra kompost yüzeyindeki naylon poşetlerin kesimi yapılarak ranzaların kenarlarına ipler çekilmiş kesilen poşet parçaları bu ipin arasına sıkıştırılmıştır. Bu

sayesinde üniform bir kompost yüzeyi oluşumu hedeflenmiştir. Miseller tamamen sardıktan sonra 26 Ekim tarihinde 3.5-4 cm kalınlığında örtü materyali olan torfun serim işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada kompost sıcaklığı 21°C olarak ölçülmüştür.

Örtü toprağı serildikten iki gün, dört gün ve altı gün sonra uygulamalar yapılmıştır. Uygulama 1 lt su içerisine ilave edilen sıvı solucan gübresinin farklı dozlarda ilavesi sonucu oluşan karışımın belirlenen parsellere belirlenen dozlarda püskürtme şeklinde uygulanmıştır. Uygulanan dozlar kontrol, 1 ml, 1.5 ml, 2 ml, 2.5 ml, 3 ml ve 3.5 ml uygulamasıdır. Kontrol uygulamasında 1 litre su püskürtülmüştür.

Örtü toprağının serilmesinden sonra misel gelişimi kompostu geçerek örtü toprağını sarmaya yönelmiştir. Bu aşamada 3 Kasım'da örtü toprağında misel gelişiminin üniform bir şekilde oluşumunu sağlamak amacıyla elle tırmıklama işlemi gerçekleştirilmiştir.

Tırmıklamadan sonra 7 Kasım'da bir saatte 15 dakika olmak üzere temiz hava verilmiştir. Böylece kompost sıcaklığı yavaş yavaş düşürülmüştür. Hava açma işleminden 6 gün sonra mantar taslakları oluşmaya başlamıştır. Mantarlar ceviz büyüklüğüne geldikten sonra sulama işlemi yapılmamıştır. 17 Kasım tarihinde 7 numaralı odanın ilk hasadı gerçekleştirilmiştir. Parsellerden alınacak olan mantar örnekleri belirlenen parselinin orta noktasından ve 25'e 25 cm olacak şeklinde hazırlanan kare bir çerçeve konularak o karenin içerisindeki mantarlar alınarak gerekli gözlemler yapılmıştır. Hasat 17-19 Kasım'da gerçekleşmiştir. Hasat yapılan günün sonunda odanın temizlik işlemi gerçekleştirilmiştir. Hasat işleminden sonra kompost yüzeyinin temizlik işlemi yapılmıştır. İkinci Flaşta ilk uygulama 03 Aralık 2018 tarihinde 1 ml, 1.5 ml, 2 ml, 2.5 ml, 3 ml, 3.5 ml ve 3.5 ml ve kontrol uygulaması olarak gerçekleştirilmiştir. İkinci Flaşın hasadı 12-13 Aralık 2018 tarihinde yapılmıştır. Yapılan her hasat sonrası oda temizliği yapılmıştır.

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Diğer sulama, ilaçlama, temiz hava verme gibi işlemler üretici şartları altında gerçekleşmiştir. Veriler değerlendirilmesinde SPSS istatistik programı kullanılmıştır. Ortalamaların karşılaştırılması Duncan testine göre $P \leq 0.05$ düzeyinde yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Ortalama Mantar Ağırlığı (g)

1. flaşta ortalama mantar ağırlığı üzerine sıvı solucan gübresinin dozları anlamlı düzeyde etkili olmuş ve dozlar arttıkça ağırlık artışı da artmaya devam etmiştir. 3.5 ml uygulamasında kontrole göre ortalama mantar ağırlığı yaklaşık 16 g daha fazla olmuştur.

Buna karşın sıvı solucan gübresinin uygulama zamanının ortalama mantar ağırlığı üzerine etkisi istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır. Ancak uygulama zamanı doz interaksiyonu istatistiki olarak önemli olup en fazla ortalama mantar ağırlığı üzerine 6 gün sonra ve 3.5 ml dozunda belirlenmiştir (Çizelge 1).

2. flaştaki ortalama mantar ağırlığı üzerine uygulama zamanı, uygulama dozu ve uygulama zamanı × doz interaksiyonu istatistiki olarak önemli bulunmuş ve değerler 1. flaş ile benzerlik arz etmektedir (Çizelge 2). 1. ve 2. flaşta sıvı solucan gübresinin ortalama mantar ağırlığı artışı üzerine etkileri Arancon ve ark. (2008), Muktamar ve ark. (2016), Tavalı ve ark. (2014) ve Zakaei ve ark. (2011)'nın bildirdikleri ile uyum halindedir [8, 14, 16, 19].

Çizelge 1. Ortalama mantar ağırlığının (g) 1. flaşta farklı uygulama zamanı ve dozlara göre değişimi

Dozlar	Uygulama Zamanı			Ortalama **
	2 gün sonra	4 gün sonra	6 gün sonra	
Kontrol	20.00	20.45	21.00	20.48 g
1 ml	22.00	22.00	23.14	22.38 f
1.5 ml	24.00	24.63	24.18	24.27 e
2 ml	25.26	25.52	28.73	26.50 d
2.5 ml	26.12	27.35	30.25	27.90 c
3 ml	29.85	30.00	35.00	31.61 b
3.5 ml	35.00	36.50	38.46	36.62 a
Ortalama öd	26.03	26.63	28.68	

Uygulama Zamanı × Doz: **

Çizelge 2. Ortalama mantar ağırlığının (g) 2. flaşta farklı uygulama zamanı ve dozlara göre değişimi

Dozlar	Uygulama Zamanı			Ortalama **
	2 gün sonra	4 gün sonra	6 gün sonra	
Kontrol	23.12	23.26	24.02	23.46 g
1 ml	23.52	24.10	25.13	24.25 f
1.5 ml	26.00	25.52	26.32	25.94 e
2 ml	27.55	29.25	29.67	28.82 d
2.5 ml	29.65	32.00	35.00	32.21 c
3 ml	32.00	33.46	35.45	33.63 b
3.5 ml	36.14	35.75	40.00	37.29 a
Ortalama **	28.28 c	29.04 b	30.79 a	

Uygulama Zamanı × Doz: **

Şapka Ağırlığı (g)

Sıvı solucan gübresinin şapka ağırlığı üzerine etkisi 1. ve 2. flaşta uygulama zamanına göre anlamlı olarak değişirken dozların etkisi önemli olmamıştır. İnteraksiyon sadece 2. flaşta anlamlı düzeyde etkili bulunmuştur. Hem 1. flaş ve hem de 2. flaşta 6 gün sonra sıvı solucan gübresi uygulaması etkili olmuştur.

Uygulama zamanına göre en fazla şapka ağırlığı 1. flaşta 21.86 g ve 2. flaşta 21.16 g ile 6 gün sonra sıvı solucan gübresi uygulamasından elde edilmiştir

(Çizelge 3, 4). Şapka ağırlığı verileri Arancon ve ark. (2008), Muktamar ve ark. (2016), Zakaei ve ark. (2011) ve Sağlam ve ark. (2015)'nın bildirdikleri ile paralellik göstermektedir [8, 14, 16, 29].

Çizelge 3. Şapka ağırlığının (g) 1. flaşta farklı uygulama zamanı ve dozlara göre değişimi

Dozlar	Uygulama Zamanı			Ortalama öd
	2 gün sonra	4 gün sonra	6 gün sonra	
Kontrol	22.44	18.26	19.00	19.09
1 ml	19.56	22.00	21.00	20.85
1.5 ml	20.86	22.10	22.00	21.65
2 ml	20.00	22.52	23.00	21.83
2.5 ml	22.00	23.00	22.56	22.52
3 ml	21.13	24.00	22.86	22.66
3.5 ml	22.80	19.25	22.66	21.57
Ortalama**	21.13 c	21.59 b	21.86 a	

Uygulama Zamanı × Doz: öd

Çizelge 4. Şapka ağırlığının (g) 2. flaşta farklı uygulama zamanı ve dozlara göre değişimi

Dozlar	Uygulama Zamanı			Ortalama öd
	2 gün sonra	4 gün sonra	6 gün sonra	
Kontrol	17.72	19.50	29.55	22.25
1 ml	20.68	19.60	17.31	19.20
1.5 ml	21.49	20.95	20.75	21.06
2 ml	21.42	20.56	20.00	20.66
2.5 ml	19.99	21.71	18.14	19.95
3 ml	21.46	19.75	19.19	20.13
3.5 ml	20.42	22.82	23.21	22.15
Ortalama**	20.45 c	20.70 b	21.16 a	

Uygulama Zamanı × Doz:**

Toplam Verim (kg/m²)

Toplam verim üzerine sıvı solucan gübresinin etkisi dozlara göre anlamlı olurken uygulama zamanına göre etkili bulunmamıştır. En yüksek toplam verim 16.82 kg/m² ile 3.5 ml uygulama dozunda elde edilmiştir. Toplam verim üzerine interaksiyonların etkisi de anlamlı olup en yüksek toplam verim 18.81 kg/m² ile 6 gün sonra uygulaması ve 3.5 ml dozunda belirlenmiştir (Çizelge 5). Denemede elde edilen veriler Muktamar ve ark. (2016), Müftüoğlu ve ark. (2016), Maltaş ve ark. (2017), Tavalı ve ark. (2013) ve Sağlam ve ark. (2015)'nın bildirdikleri ile uyum halindedir [16, 17, 20, 24, 29].

100 kg Komposttaki Toplam Verim (kg)

Sıvı solucan gübresinin hem uygulama zamanı hem de dozlarının 100 kg komposttaki toplam verim üzerine etkisi anlamlı olup en yüksek verim 23.19 kg ile 6 gün sonra ve 26.73 kg ile 3.5 ml dozunda belirlenmiştir. İnteraksiyonların etkisi de anlamlı olup 27.59 kg ile 6 gün sonra ve 3.5 ml dozunda gözlemlenmiştir (Çizelge 6). Elde edilen sonuçlar Maltaş ve ark. (2017), Tavalı ve ark. (2014) ve Özkan ve ark. (2016)'nın bildirdikleri tarafından desteklenmektedir [20, 26, 30].

Çizelge 5. 1. ve 2. flaştaki toplam verimin (kg/m²) farklı uygulama zamanı ve dozlara göre değişimi

Dozlar	Uygulama Zamanı			Ortalama**
	2 gün sonra	4 gün sonra	6 gün sonra	
Kontrol	12.35	15.77	13.52	13.88 d
1 ml	16.90	12.98	14.17	14.69 c
1.5 ml	14.74	17.12	13.41	15.09 bd
2 ml	12.21	13.68	11.81	15.16 bc
2.5 ml	13.44	17.00	16.99	15.81 b
3 ml	18.26	17.15	14.93	16.78 ab
3.5 ml	16.48	15.17	18.81	16.82 a
Ortalama öd	14.91	15.55	15.71	

Uygulama Zamanı × Doz:**

Çizelge 6. 1. ve 2. flaştaki toplam 100 kg komposttaki toplam verimin (kg) farklı uygulama zamanı ve dozlara göre değişimi

Dozlar	Uygulama Zamanı			Ortalama**
	2 gün sonra	4 gün sonra	6 gün sonra	
Kontrol	10.72	23.25	19.47	17.85 f
1 ml	18.23	20.16	26.77	21.72 e
1.5 ml	25.38	20.26	21.13	22.26 d
2 ml	22.43	25.88	19.80	22.70 c
2.5 ml	19.36	24.82	25.05	23.08 b
3 ml	23.74	22.95	22.56	23.08 b
3.5 ml	27.12	25.48	27.59	26.73 a
Ortalama*	21.00 c	23.17 b	23.19 a	

Uygulama Zamanı × Doz:**

SONUÇ

Sonuç olarak kültür mantarı yetiştiriciliğinde örtü toprağı serildikten 6 gün sonra 3.5 ml doz vermikompost uygulaması *Agaricus bisporus* yetiştiriciliğinde verim ve kalitede artışlar sağladığı için önerilebilir.

KAYNAKLAR

1. Altuner, Z. 1998. Tohumsuz bitkiler sistematiği-2. Özyurt Ofset & Tipo Matbaacılık, Ankara.
2. Şen, S., Yalçın, M. 2010. Dünya ve Türkiye'de kültür mantarcılığı ve geliştirilmesi. 3. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs 2010, 3:1208-1216.
3. Günay, A., Abak, K., Koçyiğit, A.E. 1984. Mantar yetiştirme. Çağ Matbaası, Ankara.
4. Anonim, 2019-a. http://www.fao.org (Erişim: Kasım 2019).
5. Anonim, 2019-b. Türkiye İstatistik Kurumu (www.tuik.gov.tr/veritabanlari.do?vt_id=null; Erişim: Kasım 2019).
6. Gopal, M., Gupta, A., Palaniswami, C., Dhanapal, R., Thomas, G.V. 2010. Coconut leaf vermiwash: a bio-liquid from coconut leaf vermicompost for improving the crop production capacities of soil. Cur. Sci. India 98:1202-1210.

7. Suthar, S. 2010. Evidence of plant hormone like substances in vermiwash: an ecologically safe option of synthetic chemicals for sustainable farming. August 2010 Ecological Engineering 36(8):1089-1092.
8. Arancon, N.A., Edwards Clive, A.E., Andrei, B., John, C., Paola, G., James, D.M. 2008. Influences of vermicompost, produced by earthworms and microorganisms from cattle manure, food waste and paper waste, on the germination, growth, and flowering of petunias ın the greenhouse. Applied Soil Ecology 39:91-99.
9. Sarı, S., Aksal, E.L., Angın, İ., 2017. Influence of vermicompost application on soil consistency limits and soil compatibility. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 41:357-371.
10. Tutar, U., 2013. Toprak solucanlarından elde edilen vermikompostun bazı bitki patojenleri üzerindeki antimikrobiyal aktivitelerinin araştırılması. Cumhuriyet Üniversitesi Fen Fakültesi 34(2).
11. Theunissen, J., Ndakidemi, P.A., Laubscher, C.P., 2010. Potential of vermicompost produced from plant waste on the growth and nutrient status in vegetable production. (https://www.researchgate.net/publication/228469588) Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology 4(3):189-196.
12. Şimşek Erşahin, Y., 2007. Vermikompost ürünlerinin eldesi ve tarımsal üretimde kullanım alternatifleri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 24(2):99-107.
13. Edwards, C.A., Arancon, N.Q. 2004. Interactions among organic matter earthworms and microorganisms in promoting plant growth. In Functions and Management of Organic Matter in Agro Ecosystems. C.A. Edwards (Editor in Chief), F. Magdoff, R. Weil (Eds.) Crc Press, Boca Raton, pp:327-376.
14. Zakaei, M., Bazyar, S., Khanehbad, M. 2011. Post technology casing soil with use of the vermicompost in mushroom (*Agaricus bisporus* (L.) Sing.) cultivation the quarterly. Journal of Animal Physiology and Development (Quarterly Journal of Biological Sciences) 4(12):19-26.
15. Olfati, J.A., Rasouli, F. 2016. Casing with leached vermicompost improve oyster mushroom biological efficiency. Iran Agricultural Research (2016) 35(1):95-99.
16. Muktamar, Z., Sudjatmiko, S., Chozin, M., Setyowati, N. 2017. Sweet corn performance and its major nutrient uptake following application of vermicompost supplemented with liquid organic fertilizer. International Journal on Advanced Science Engineering and Information Technology 7(2) ISSN: 2088-5334.
17. Müftüoğlu, N.M., Ünser, E., Özkan, N., Dağlıoğlu, M. 2016. Vermikompostun ıspanak (*Spinacia oleracea* L.) verimi ve bazı toprak özellikleri üzerine etkisi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 4(1):1-5.
18. Açıkbaş, B. 2016 Vermikompostun 5 BB üzerine aşılı Trakya İlkeren asma fidanlarının bitki besin Elementi içerikleri ve vejetatif gelişmesine etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.
19. Tavalı, İ., Maltaş, A., Uz, İ., Kaplan, M. 2014. Vermikompostun beyaz baş lahananın (*Brassica oleracea* var.) verim, kalite ve mineral beslenme durumu üzerine etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 27(1):61-67.
20. Maltaş, A., Tavalı, İ., Uz, İ., Kaplan, M. 2017. Kırmızı başlahana (*Brassica Oleracea*) yetiştiriciliğinde vermikompost uygulaması. Akdeniz Tarım Dergisi 30(2):155-161.
21. Goel, S., Kaur, N. 2012. Impact of vermicompost on growth, yield and quality of tomato plant (*Lycopersicum esculentum*). Journal of Advanced Laboratory Research in Biology 3(4).
22. Şahin, S., Gebeloğlu, N., Ataklı, S., Ceritoğlu, M. 2018. Vermikompost uygulamasının domates fidelerinde fide büyümesine ve fide kalitesine etkisi. Uluslararası Tarım Bilimleri Kongresi, 9-12 Mayıs, Van.
23. Küçükyamuk, Z., Gültekin, M., Erdal, İ. 2014. Vermikompost ve mikorizanın biber bitkisinin gelişimi ile mineral beslenmesi üzerine etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 9(1):51-58.
24. Tavalı, İ., Maltaş, A., Uz, İ., Kaplan, M. 2013. Karnabaharın verim, kalite ve mineral beslenme durumu üzerine vermikompostun etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 26(2):115-120.
25. Hınıslı, N. 2014. Vermikompost gübresinin kıvırcık bitkisinin gelişmesi üzerine etkilerinin belirlenmesi ve diğer bazı organik kaynaklı gübrelerle karşılaştırılması. (Yüksek Lisans Tezi) Namık Kemal Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Tekirdağ.
26. Chinsamy, M., Kulkarni, M.G., Van Staden, J. 2014. Vermicompost leachate reduces temperature and water stress effects in tomato seedlings. Amer. Soc. Horticultural Science.
27. Tavalı, İ., Uz, İ., Orman, Ş. 2014. Vermikompost ve tavuk gübresinin yazlık kabağın (*Cucurbita pepo* L.) verim ve kalitesi ile toprağın bazı kimyasal özellikleri üzerine etkileri. Akdeniz

Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 27(2):119-124.

28. Göksu, G., Kuzucu, C. 2017. Karpuzda (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai) farklı dozlardaki vemikompost uygulamalarının verim ve bazı kalite parametrelerine etkisi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, s:48-58.
29. Beykkhormizi, A., Abrishamchi., Ganjeali, A., Mahdi, P. 2016. The effect of vermicompost on some morphological, physiological and biochemical properties of beans under salinity stress. Journal of Plant Nutrition 39(6):883-893.
30. Sağlam, N., Doksöz, S., Gebeloğlu, N., Şahin, S., Yılmaz, E. 2015. Agrimol örtü ve sıvı solucan gübresinin farklı uygulama sayısı ve dozlarının kıvırcık yapraklı salatada verim, kalite ve bitki gelişimine etkileri. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 8(1):59-61.
31. Özkan, N., Dağlıoğlu, M., Ünser, E., Müftüoğlu, N., 2016. Vermikompostun ıspanak verimi ve bazı toprak özellikleri üzerine etkisi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü 4(1):1-5.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 403–409 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

HUMİK-FULVİK ASİT İLE AMİNO ASİTİN KIVIRCIK YAPRAKLI BAŞ SALATANIN VERİM VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Necdettin SAĞLAM[1]*, Yusuf ASLAN[2]

[1]Prof.Dr., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tokat; ORCID: 0000-0002-1414-1141
[2]Zir. Yük. Müh., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Tokat; ORCID:

ÖZ

Bu çalışma; humik-fulvik asit ile amino asidi ayrı ayrı ve birlikte uygulama ile farklı dozlar (kontrol, 2000, 4000, 6000 ve 8000 ml/1000 m²)'da uygulamanın kıvırcık yapraklı baş salatanın verim ve kalitesi üzerine etkisini belirlemek amacıyla Antalya ili, Finike ilçesinde çiftçi serasında 2018 yılı Eylül-2019 yılı Ocak ayları arasında yürütülmüştür. Denemede bitkisel materyal olarak Bombola (AG Tohum) kıvırcık yapraklı baş salata çeşidi kullanılmıştır. Tohum ekimi 15 Eylül 2018, fide dikimi 15 Ekim 2018, hasat 13 Ocak 2019 tarihinde yapılmıştır. Çalışmada kıvırcık yapraklı baş salatanın bazı verim ve kalite özellikleri incelenmiştir. Araştırma bulgularına göre, humik-fulvik asit ile amino asidi ayrı ayrı ve birlikte uygulamaları ile dozlarının etkisi titre edilebilir asit hariç bütün parametrelerde istatistiki olarak önemli bulunmuştur. En yüksek toplam bitki ağırlığı (1164.33 g) humik-fulvik asit + amino asidin birlikte uygulamasının 4000 ml/da dozunda elde edilmiştir. En yüksek pazarlanabilir bitki ağırlığı (854.67 g), baş boyu (27.67 cm) ve baş çapı (22.33 cm) 8000 ml/da aminoasit uygulamasında belirlenmiştir. En yüksek pH (6.32) kontrol uygulamasında belirlenirken, en yüksek suda çözünebilir kuru madde miktarı (%3.73) humik-fulvik asit ve amino grup asit uygulamasından elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Baş salata, humik, fulvik, aminoasit, verim, kalite

THE EFFECT OF HUMIC-FULVIC ACID AND AMINO ACID ON THE YIELD AND QUALITY OF CURLY LEAF HEAD SALAD

ABSTRACT

This study; humic-fulvic acid and amino acid separately and together with the application at different doses (control, 2000, 4000, 6000 and 8000 ml/1000 m²) in order to determine the effect on the yield and quality of curly-leaf head salad in farmer greenhouse conditions in district of Finike, Antalya between September 2018 and January 2019. Bombola (AG Seed) curly leaf head salad variety was used as plant material in the experiment. The Seeds were sown on 15 September 2018 and, seedlings were transplanted at October 2018, and they were harvested on 13 January 2019. In this study, some yield and quality characteristics of curly leaf head salad were investigated. According to the findings of the study, the effect of humic-fulvic acid and amino acid separately and together with the doses and the effect of doses were found to be statistically significant in all parameters except titratable acid. The highest total plant weight (1164.33 g) was obtained from a dose of 4000 ml/da of humic-fulvic acid + amino acid application. The highest marketable plant weight (854.67 g), head length (27.67 cm) and head diameter (22.33 cm) were determined at 8000 ml/da amino acid application. The highest pH (6.32) was determined in the control application, while the highest amount of soluble solid dry matter (%3.73) was obtained from humic-fulvic acid and amino acid application.

Keywords: Curly head salad, humic, fulvic, amino acid, yield, quality

GİRİŞ

Son yıllarda çiğ köftenin zincir şubeler halinde sektör haline gelmesi ile kıvırcık yapraklı baş salata (iceberg) (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*)'ya olan talep yıl boyu her geçen gün artmaya devam etmektedir. 2004 yılından itibaren ülkemiz istatistiklerde yer almaya başlayan kıvırcık yapraklı baş salatanın 2004 yılında 15000 ton olan üretim miktarı 2021 yılında 94.430 tona yükselmiştir [1].

Kıvırcık yapraklı baş salata yetiştiriciliğinde verim değerleri; iklim koşulları, çeşit, yetiştirme dönemi, kültürel uygulamalar, birim alanda bulunan bitki sayısı vb. kriterlere bağlı olarak değişmekle birlikte, 3-4 kg/m² arasında yer alan verim değerinin iyi kabul edildiği bildirilmektedir [2].

Marul ve salata grubu sebzelerin yetiştiriciliği Türkiye'de ılıman bölgelerimizde sonbahar, kış veya erken ilkbahar dönemlerinde yapılmaktadır [3].

Bu sebzeler özellikle azotlu gübrelemeye oldukça hassas bir tür olup gübreleme, diğer şartlar eşit

* Sorumlu yazar / *Corresponding author*: necdettin.saglam@gop.edu.tr

olduğunda verim ve kaliteyi etkileyen en önemli faktördür. Bununla birlikte, aşırı ve bilinçsiz kullanılan azotlu kimyasal gübreler bitki bünyesinde insan sağlığına zararlı etki yapan nitrat birikimi oluşturmaktadır [4]. Marul grubu sebzeler özellikle nitrat birikiminin çok fazla olduğu sebze türlerindendir [5]. İnorganik yapılan gübrelemenin, organik olarak yapılan gübrelemeye göre marul ve salatalarda üç kat daha fazla nitrat birikimine neden olduğu bildirilmiştir [6].

Organik yapılı gübrelerin kullanılmasıyla topraktaki mikroorganizma faaliyetleri arttırılarak, fiziksel ve kimyasal yapı iyileştirilebilmektedir [7]. Bu nedenle, Marul ve salata grubu sebzelerin yetiştiriciliğinde kimyasal olarak kullanılan gübrelerin yanında, organik yapılı gübrelerinde kullanımının yaygınlaştırılmaktadır. Dünya genelinde oldukça fazla yetiştiriciliği yapılan birçok sebze gibi marul ve kıvırcık yapraklı baş salatanın da verim ve kalitesini arttırabilmek için uygun bir gübreleme programının yapılması gerekmektedir.

Günümüz kıvırcık baş salata üretiminde bitki besleme uygulamaları sadece yüksek ürün sağlayan işlemler şeklinde değil, kaliteli ve sağlıklı tarımsal üretim, çevre ve doğal kaynakları koruyarak, gıda güvenliğini ön planda tutacak şekilde düzenlenmekte ve uygulanmaktadır. Ülkemizdeki sebze alanlarında rotasyon genellikle hiç yapılmamakta ve bunun sonucu olarak da toprak yorgunluğundan dolayı verimler bir hayli düşmektedir [8, 9]. Verimdeki bu düşüşü engelleyebilmek için üreticiler gübreleme yapmaktadır. Ancak, kullanılan aşırı miktarlardaki gübreler ülke ekonomisine ve insan sağlığına zarar vermesinin yanında yer altı ve yer üstü sularının kirlenmesine de sebep olmaktadır.

Toprağın yapısı bozulmakta, tuzlanma ve çoraklaşma gibi önemli çevre sorunlarına neden olunmaktadır. Bilinçsiz bir şekilde uygulanan kimyasal ilaç ve gübreler birim alandaki verimde bir yere kadar artış sağlamakta, belirli bir süre sonra da olumsuz etkileri açığa çıkmaya başlamaktadır [10]. Tarımda kalite ve verim artışı sağlamak için aşırı ve yoğun kimyasal kullanımı yerine organik kaynaklı ürünlerden faydalanma teknikleri önem kazandırılarak, zararlı etki en aza indirilmeye çalışılmaktadır. Topraktaki organik madde eksikliğini giderebilmek için değişik türde bitkisel artıklar, çiftlik ve tavuk gübreleri, kompostlar ve organik yapıdaki sanayi atıkları kullanılabilmektedir. Bu tarz maddeler toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirip, toprağa besin elementleri sağlayarak üretimde verim ve kaliteyi arttırmaktadır.

Tarım topraklarının zamanla kimyasal gübrelerle kirletilerek verimden düşmesi, bu toprakların ilerde terk edilmesine yol açacaktır. Ayrıca toplumsal sorunların büyüyerek, gıda ihtiyacının daha da artmasına sebep olacaktır. Dünyadaki besin ihtiyacı dengesini etkileyen faktörler toprağın ve suyun sürdürülebilir kullanımıdır. Gelecek de bu problemlere çözüm bulabilmek için, tarımı destekleyen doğal sistemlerin bozulmasını, toprakların verimden düşmesini ve kimyasallarla kirletilmesini önleyecek akılcı yatırımlar yapılarak, gereken tedbirleri ivedilikle almak gerekmektedir.

Birçok güzelliğe ve berekete sahip olan ülkemizin coğrafi yapısı çok geniş toprak ve iklim çeşitliliği sağlamaktadır. Bu çeşitlilik, sebzelerde dahil olmak üzere, birbirinden çok farklı isteklere sahip olan bitkilerin değişik bölgelerde ve farklı mevsimlerde kolayca yetiştirilebilmesine imkan sağlamaktadır. Bu güzellikleri her zaman en iyi şekilde değerlendirerek, tarımsal üretim için avantaja dönüştürme gayreti içinde olunmalıdır.

Milyonlarca yıl önce; tropik bitkilerin, canlı organizmaların tatlı su göllerinde çökelmesi, basınç ve sıcaklık altında jeolojik aktivitelerle kömürleşme sürecini oluşturmaktadır. Leonardit; linyitin kömürleşme sürecinden etkilenmeyerek oksitlenmesiyle oluşan veya humustan süzülen humik asitle zenginleşmiş tortuların oluşturduğu bir kömürdür. Bitki beslenmesi için gerekli besin elementlerince zengin olmasının yanında en iyi humus kaynaklarından birisidir. Leonardit'in, humifikasyon şiddetine bağlı olarak humik asit içeriği %35-80 arasında değişirken, nem oranı da %25-40 arasında değişebilmektedir. Kahverengi görünümlü, elle parçalanabilecek bir sertliktedir. Yoğunluğu 0.75-0.85 gr/cm^3, pH değeri ise 3-5 arasında değişmektedir. %1'lik potasyum hidroksit ve %1'lik sodyum hidroksit solüsyonlarında çözünürlüğü yüksek, sudaki çözünürlüğü ise düşüktür. Leonardit çözeltisi siyah parlak renkli, yağlı ve köpük görünümündedir. 8-9 pH'ya sahip bir toprakla hazırlanan saturasyon çamurunda kolaylıkla çözünebilmektedir [11].

Humifikasyon; toprağın yüzeyinde mevcut olan organik kalıntıların mikrobiyal olarak mineralleşmesi ve kimyasal bakımdan katı ve gazlara dönüşüm yaparak nitel ve nicel olarak değişim göstermesidir. Sürekli ve yavaş gelişen bu süreç 'ağır ve dengeli reaksiyon' olarak da adlandırılır ve son ürün humustur. Humus; kahverengiden siyaha kadar değişen, kompleks yapıda, amorf ve oldukça kararlı bir maddedir. Humus maddelerin organik içerikleri iki önemli türe ayrılmaktadır.

Humik yapıda olmayan organik maddeler olan aminoasitler, karbonhidratlar ve lipitler, diğeri ise humik maddeler olan fulvik ve humik asit gibi kahverengi siyah renkteki maddelerdir. Bu iki grup

birbirlerinden kolay bir şekilde ayrıştırılamazlar. Çünkü non-humik yapıda olan maddeler, humik olan maddelere kovalent bağla bağlıdırlar ve sadece kimyasal maddeler ile birbirlerinden ayrışırlar.

Humik olan maddeler genellikle üç temel şekilde gruplandırılır. Alkali yapıdaki ekstrakt asitleştirilirken çözelti içinde bulunan fulvik asit, alkali çözücüde ekstrakte edildikten sonra HCl (hidroklorik asit) gibi kuvvetli asitler ile ancak çöktürülebilen humik asit ile derişik yapıdaki asit ve bazlar tarafından humik maddelerden ekstrakte edilemeyen humin maddesidir [12]. Humik asitler kahverengi-siyah renkli polimerik, fulvik asitler ise sarı-kahverenkli renkte polimerik yapılı bileşiklerdir. Humik asitler ile fulvik asitler humik maddelerin üstünde en çok çalışılan gruplarıdır. Humik maddelerin tüm saflaştırma işlemlerinde, elde edilen küçük yapılı parçaların oldukça kompleks bir yapıda olduğu fark edilmiştir [13]. Bu sebeple humik yapılı maddelerin düzenli şekilde devam eden ve tekrarlayan yayılmış bir moleküler iskeletten mahrum olduğu anlaşılmıştır [14].

Kimyasal olarak kararlı ve yüksek moleküler ağırlıklı yapıya sahip olan humik maddelerin yapısında %44-58 oranında Karbon (C), %42-46 Oksijen (O), %6-8 Hidrojen (H) ve %0.5-4 Nitrojen (N) bulunmaktadır [15]. Kimyasal bakımdan tam aydınlatılamamış olmasına rağmen, humik yapıdaki maddeler tabiatta parçalanmış kümeler halinde yer almaktadır [16]. Humik-fulvik asidin; toprak tuzluluğunu azalttığı [17], bitki besin maddeleri alımını iyileştirdiği, tuzlu toprakların kullanılabilirliğini arttırdığı [18], metallerle kıleytler oluşturduğu [19], ağır yapılı metallerin toksikolojik etkisini azalttığı [20], toprağın rengini etkilediği [21] ve dolayısıyla da bitki gelişimi ve verimi arttırdığı belirlenmiştir.

İyi bir tohum çıkışı ile birlikte kuvvetli bir filiz oluşumu sağlayan humik-fulvik bileşikler, bitkide güçlü bir kök sistemi oluşturmakta, meyve ve sebzelerde şeker birikimini artırmaktadırlar. Toprağın biyolojik aktivitesini yükseltmek suretiyle toprak strüktürünü geliştirmekte ve toprağın su tutma kapasitesini artırmaktadır [22, 23, 24, 25].

Önemli bir kıvırcık yapraklı baş salata ve marul üreticisi olan ülkemizde, ticari olarak kullanılan oldukça fazla kimyasal gübre yer almaktadır. Bu kimyasalların insan ve çevre sağlığına olumsuz etkileri düşünüldüğünde, toprak düzenleyici olarak humus ve organik madde içerikli birçok ürünün kullanımı kaçınılmaz olmaktadır.

Ülkemiz coğrafyasında humik-fulvik asit ve aminoasit uygulaması ile yapılan çalışmalar olmasına rağmen, özellikle verim ve kalite unsurları bakımından güncel çalışmalara çok ihtiyaç duyulmaktadır. Bu hedefler doğrultusunda örtü altı koşullarında artan seviyelerle uygulanan humik-fulvik asit ve aminoasit dozlarının kıvırcık yapraklı baş salata üzerinde verim ve kalite içeriğine etkilerinin ortaya konulması gerekmektedir.

Bu çalışmada; Humik-fulvik asit ile aminoasit içerikli organik yapılı materyallerin toprak yapısının iyileştirilmesi, su tutma kapasitesinin arttırılması, tuzluluk gibi farklı stres koşullarına dayanımın sağlanması, mikro flora içeriğinin arttırılması, güçlü bir kök sisteminin oluşturulması ve topraktaki besin elementlerinden daha fazla yararlanılarak kıvırcık yapraklı baş salatanın verim ve kalitesinde artış sağlanması amaçlanmaktadır.

Bu araştırmanın sonuçları doğrultusunda kimyasal gübrelerin bazı olumsuz etkileri en aza indirilerek, humik-fulvik asit ve aminoasidin tarımsal alandaki kullanımı teşvik edilmesi, dolayısıyla dünya ve ülkemizdeki kıvırcık yapraklı baş salata yetiştiriciliğinde kullanımının yaygınlaştırılması hedeflenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Deneme; 2018 yılı Eylül ile 2019 yılı Ocak ayları arasında Antalya ili, Finike ilçesinde örtü altı polietilen serada çiftçi koşullarında yürütülmüştür. Çalışma, çiftçi şartlarında yürütüldüğü için gerekli ortam, alet, ekipman ve sarf malzemeleri mevcut ortamdan kullanılmıştır. Tohum ve fide temini; Antalya ili, Kumluca ilçesinde yer alan Deniz Fide Tic. Ltd. Şti. firmasından sağlanmıştır. Humik-fulvik asit ile aminoasit materyalleri; Antalya'da yer alan Akademik Tarım Tic. Ltd. Şti. firmasından temin edilmiştir.

Denemede bitkisel materyal olarak yörede yaygın olarak yetiştirilen vanguard tipi Bombola AG Tohum) Iceberg kıvırcık yapraklı baş salata (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*) çeşidi kullanılmıştır. Bu çeşit, sonbahar ve kış yetiştiriciliğine uygun iri ve sıkı baş yapmaktadır. Olgunluk süresi yetiştirme dönemi ve iklim koşullarına bağlı olarak 85-95 gün civarındadır. Renk biraz koyu yeşil, iri kabarcıklı ve kalın etlidir. Baş iri, uygun iklim ve yetiştirme koşullarında ortalama 900-1 100 g'dır [26]. Dikimden önce toprak pulluk ile sürülerek, rotatiller ile dikime hazır hale getirilmiştir. Bitkileri sulama işlemi, damla sulama ile gübreleme ise toprak analiz sonuçları dikkate alınarak fertigasyon yöntemi ile yapılmıştır. Denemede tohum ekim işlemi 15 Eylül 2018 tarihinde yapılmıştır. Fidelerin dikimi ise; 15 Ekim 2018 tarihinde fideler 5-6 yapraklı olduklarında polietilen seraya, sıra arası

ve sıra üzeri 40 cm × 40 cm olacak şekilde tava sırtlarına yapılmıştır.

Metot

Denemede Humik-fulvik asit ve amino asidin kontrol hariç 2000, 4000, 6000 ve 8000 ml/da olmak üzere 4 farklı dozu ayrı ayrı ve birlikte uygulanmıştır. Uygulamalara bitki başına verilecek doz miktarları hesaplanarak, dikimden 10 gün sonra başlanmış ve haftalık olarak devam ettirilmiştir. Hasattan 10 gün öncesine kadar toplamda 12 uygulama yapılmıştır. Kontrol parsellerine su uygulanmıştır. Deneme başlangıcında yapılan toprak analiz sonuçları dikkate alınarak, uygulanması gereken gübre dozlarından, toprakta kullanılabilir düzeydeki gübre miktarları çıkarılarak 20 kg/da N, 12 kg/da P_2O_5 ve 20 kg/da K_2O kullanılmıştır [27].

Gübreleme işleminde ihtiyaç duyulan besin elementleri bitkinin gelişim safhalarına göre ayrılarak tüm vejetasyon süresi boyunca 2 kez bitkilere uygulanmıştır. NPK'lı gübrelerin yanında bitkinin ihtiyaç duyduğu kükürt, magnezyum, kalsiyum ve mikro element ihtiyaçları da bitkilere uygulanmıştır. Kültürel işlemler aksatılmadan yapılarak, kapalı alandaki hastalık ve zararlılar ile tohumla taşınan muhtemel enfeksiyonlara karşı koruyucu ilaçlamalar yapılmıştır.

Hasat; 13 Ocak 2019 tarihinde uygun yöntemler kullanılarak, kıvırcık yapraklı baş salatalar piyasa koşullarında satılacak hale gelince yapılmıştır. Laboratuvar analizleri; Antalya ilinde, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Laboratuvarında yapılmıştır.

Deneme; tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü yürütülmüştür. Her parsele 10 bitki dikilerek, 5 bitki üzerinde gözlem yapılmıştır.

Verilerin değerlendirilmesi safhaları ile varyans analizleri aşamalarında; (ANOVA) SPSS (Version 12.00; Chicago, IL, USA) istatistik yazılım programı kullanılmıştır. Ortalamaların karşılaştırılması ise Duncan testine göre $P \leq 0.05$ düzeyinde yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Toplam Bitki Ağırlığı (g)

Humik-fulvik asit, aminoasit ve humik-fulvik asit + aminoasit ile dozlar toplam bitki ağırlığı üzerine istatistiki olarak anlamlı düzeyde etkili olmuştur. En yüksek toplam bitki ağırlığı 1107.03 g ile Humik-fulvik asit + aminoasit uygulamasından elde edilmiştir. 1083.37 g ile aminoasit uygulaması ikinci sırada yer alırken, humik-fulvik asit uygulamasına ait 1059.00 g'dır. Dozlara göre en yüksek toplam bitki ağırlığı 1120.06 g ile 4000 ml/da dozunda elde edilmiştir. İnteraksiyonlar arasında ise anlamlı bir ilişki ortaya çıkmamıştır. Humik-fulvik asit + aminoasit uygulamasının 4000 ml/da dozu toplam bitki ağırlığını, humik-fulvik asit uygulamasının 990.50 g kontrol dozuna göre %17.55 oranında artırmıştır (Çizelge 1).

Humik-fulvik asit, aminoasit ve humik-fulvik asit + aminoasit uygulamalarının kontrole göre kıvırcık yapraklı baş salatanın toplam bitki ağırlığı üzerine olumlu bir etkisi olmuştur. Diğer uygulamalara göre; humik-fulvik asit + aminoasitten en yüksek değerler elde edilmiştir. Dozlarda ise, ekonomik açıdan en yüksek bitki ağırlığını sağlayan değer 4000 ml/da dozu olarak tespit edilmiştir. Denemede elde edilen veriler, ıspanak ve marul üzerine yapılan çalışmalar ile benzerlik göstermektedir [28, 29].

Çizelge 1. Humik-fulvik asit ile aminoasidin farklı dozlarının kıvırcık yapraklı baş salatanın toplam bitki ağırlığı (g) üzerine etkileri

Dozlar	Humik-Fulvik Asit	Aminoasit	Humik-Fulvik Asit + Aminoasit	Ortalama**
Kontrol	990.50	1000.67	991.17	994.11 c
2000 ml/da	1061.50	1060.33	1123.67	1081.83 b
4000 ml/da	1077.83	1118.00	1164.33	1120.06 a
6000 ml/da	1091.83	1106.83	1131.00	1109.89 a
8000 ml/da	1073.33	1131.00	1125.00	1109.78 a
Ortalama**	1059.00 c	1083.37 b	1107.03 a	

Materyal × Doz İnteraksiyonu: öd

Pazarlanabilir Bitki Ağırlığı (g)

Humik-fulvik asit, aminoasit ve humik-fulvik asit + aminoasit uygulamaları ve dozları anlamlı düzeyde farklılık göstermiştir. En yüksek pazarlanabilir bitki ağırlığı aminoasit ve humik-fulvik asit + aminoasit uygulaması (802.77-817.27 g) elde edilmiştir. Dozlara göre ise bütün dozlar kontrole göre pazarlanabilir bitki ağırlığını anlamlı düzeyde artırmıştır ancak kendi aralarındaki fark ve interaksiyonlar anlamlı çıkmamıştır (Çizelge 2).

Humik-fulvik asit, aminoasit ve humik-fulvik asit + aminoasit uygulamalarının kontrole göre kıvırcık yapraklı baş salatanın pazarlanabilir bitki ağırlığı üzerine olumlu bir etkisi olmuştur. Diğer uygulamalara göre; humik-fulvik asit + aminoasit gübresinden en yüksek değerler elde edilmiştir. Dozlarda ise en yüksek değeri 8000 ml/da dozu vermiş olmasına rağmen, istatistiksel bakımdan aralarında fark bulunmadığından dolayı ekonomik açıdan en uygun değer 000 ml/da dozu olarak tespit edilmiştir. Deneme sonuçları benze çalışmalarda elde edilen bulgularla uyum halindedir [30, 31].

Baş Boyu (cm)

Humik-fulvik asit, aminoasit ve humik-fulvik asit + aminoasit ile dozların kıvırcık yapraklı salatanın

baş boyu üzerine etkisi anlamlı olup en yüksek değer 25.80 cm ile aminoasit uygulamasında belirlenmiştir. Uygulama dozları kontrole göre baş boyunu artırmıştır (Çizelge 3). Bulgular farklı sebze türleri ile yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir [30, 32, 33].

Baş Çapı (cm)

Humik-fulvik asit, aminoasit ve humik-fulvik asit + aminoasit ile dozların kıvırcık yapraklı salatanın baş çapı üzerine etkisi anlamlı olup en yüksek değer 20.53 cm ile aminoasit uygulamasında belirlenmiştir. Uygulama dozları kontrole göre baş çapını da artırmıştır (Çizelge 4). Bulgular farklı sebze türleri ile yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Denemede elde edilen baş çapı değerleri Öztürk (2011)'ün bildirdiği değerlerden daha düşük bulunmuştur. çeşit, yetiştirme şekli, ekoloji, toprak ve çevresel etkenlerden kaynaklanmış olabilir [30].

Çizelge 2. Humik-fulvik asit ile aminoasidin farklı dozlarının kıvırcık yapraklı baş salatanın pazarlanabilir bitki ağırlığı (g) üzerine etkileri

Dozlar	Humik-Fulvik Asit	Aminoasit	Humik-Fulvik Asit + Aminoasit	Ortalama**
Kontrol	717.83	742.00	717.50	725.78 b
2000 ml/da	773.17	786.83	835.17	798.39 a
4000 ml/da	798.00	808.50	852.67	819.72 a
6000 ml/da	802.00	821.83	849.50	824.44 a
8000 ml/da	798.17	854.67	831.50	828.11 a
Ortalama **	777.83 b	802.77 a	817.27 a	

Materyal × Doz İnteraksiyonu: öd

Çizelge 3. Humik-fulvik asit ile aminoasidin farklı dozlarının kıvırcık yapraklı baş salatanın baş boyu (cm) üzerine etkileri

Dozlar	Humik-Fulvik Asit	Aminoasit	Humik-Fulvik Asit + Aminoasit	Ortalama**
Kontrol	21.17	22.83	21.83	21.94 b
2000 ml/da	24.50	25.67	25.17	25.11 a
4000 ml/da	23.83	26.00	23.67	24.50 a
6000 ml/da	23.50	26.83	26.83	25.72 a
8000 ml/da	24.33	27.67	24.67	25.56 a
Ortalama**	23.47 b	25.80 a	24.43 b	

Materyal × Doz İnteraksiyonu: öd

Çizelge 4. Humik-fulvik asit ile aminoasidin farklı dozlarının kıvırcık yapraklı baş salatanın baş çapı (cm) üzerine etkileri

Dozlar	Humik-Fulvik Asit	Aminoasit	Humik-Fulvik Asit + Aminoasit	Ortalama **
Kontrol	17.00	17.83	16.83	17.22 b
2000 ml/da	18.67	20.33	19.50	19.50 a
4000 ml/da	19.17	20.67	19.50	19.78 a
6000 ml/da	19.33	21.50	21.67	20.83 a
8000 ml/da	19.83	22.33	19.67	20.61 a
Ortalama *	18.80 b	20.53 a	19.43 b	

Materyal × Doz İnteraksiyonu: öd

pH Değeri

Humik-fulvik asit, aminoasit ve humik-fulvik asit + aminoasit ile dozların kıvırcık yapraklı salatanın pH değeri üzerine etkisi anlamlı olup en yüksek değer 6.27 ile humik-fulvik asit + aminoasit uygulamasında belirlenmiştir. Uygulama dozları kontrole göre pH değerini artırmış ve en yüksek değer 4000-6000 ml/da dozlarında tespit edilmiştir (Çizelge 5).

Dozlar arttıkça pH değeri düşmeye başlamıştır. Denemede elde edilen veriler Kütük ve ark. (1999)'nın bildirdikleri ile benzerlik göstermektedir [34].

Titre Edilebilir Asit (g/lt)

Humik-fulvik asit, aminoasit ve humik-fulvik asit + aminoasit ile dozların kıvırcık yapraklı salatanın titre edilebilir asit değeri üzerine etkisi istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır. Uygulama materyalleri ile dozlara göre 0.07-0.08 g/lt arasında değişmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 5. Humik-fulvik asit ile aminoasidin farklı dozlarının kıvırcık yapraklı baş salatanın pH değeri üzerine etkileri

Dozlar	Humik-Fulvik Asit	Aminoasit	Humik-Fulvik Asit + Aminoasit	Ortalama**
Kontrol	6.18	6.15	6.32	6.22 c
2000 ml/da	6.26	6.20	6.19	6.22 c
4000 ml/da	6.27	6.27	6.28	6.27 a
6000 ml/da	6.23	6.28	6.29	6.27 a
8000 ml/da	6.20	6.24	6.29	6.24 b
Ortalama**	6.23 b	6.23 b	6.27 a	

Materyal × Doz İnteraksiyonu: **

Çizelge 6. Humik-fulvik asit ile aminoasidin farklı dozlarının kıvırcık yapraklı baş salatanın titre edilebilir asit (g/lt) üzerine etkileri

Dozlar	Humik-Fulvik Asit	Aminoasit	Humik-Fulvik Asit + Aminoasit	Ortalama öd
Kontrol	0.08	0.07	0.07	0.07
2000 ml/da	0.07	0.07	0.07	0.07
4000 ml/da	0.09	0.07	0.06	0.07
6000 ml/da	0.09	0.08	0.06	0.08
8000 ml/da	0.07	0.08	0.08	0.08
Ortalama öd	0.08	0.08	0.07	

Materyal × Doz İnteraksiyonu: öd

Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı (%)

Humik-fulvik asit, aminoasit ve humik-fulvik asit + aminoasit, dozlar ve interaksiyon kıvırcık yapraklı salatanın suda çözünebilir kuru madde miktarı üzerine etkisi anlamlı olup en yüksek değer humik-fulvik asit ile humik-fulvik asit + aminoasit uygulamasında (%3.61-3.62) belirlenmiştir. Uygulama dozlarına göre en suda çözünebilir kuru madde miktarı %3.76 ile 4000 ml/da dozunda (Çizelge 7). Dozlar arttıkça pH değeri düşmeye başlamıştır. Denemede elde edilen veriler

literatürlerle uyum benzerlik göstermektedir [34, 35, 36, 37, 38].

Çizelge 7. Humik-fulvik asit ile aminoasidin farklı dozlarının kıvırcık yapraklı baş salatanın suda çözünebilir kuru madde miktarı (%) üzerine etkileri

Dozlar	Humik-Fulvik Asit	Aminoasit	Humik-Fulvik Asit + Aminoasit	Ortalama **
Kontrol	3.63	3.70	3.57	3.63 b
2000 ml/da	3.47	3.13	3.37	3.32 d
4000 ml/da	3.73	3.80	3.73	3.76 a
6000 ml/da	3.70	3.67	3.70	3.69 ab
8000 ml/da	3.53	3.27	3.73	3.51 c
Ortalama öd	3.61 a	3.51 b	3.62 a	

Materyal × Doz İnteraksiyonu: **

SONUÇLAR

Humik-fulvik asit ve aminoasidin bitkilere topraktan uygulanmasıyla, topraktaki mikro flora içeriği iyileşerek kuvvetli bir kök sistemi oluşmakta, inorganik formda yer alan bitki besin maddelerinin organik forma dönüşmesiyle kıvırcık yapraklı baş salatalar da verimi artırmaktadır. Kıvırcık yapraklı baş salata yetiştiriciliğinde daha yüksek verim elde etmek amacıyla Humik-fulvik asit ile aminoasidin 2000 ml/da dozu uygulanabilir.

KAYNAKLAR

1. Anonim, 2022. Türkiye İstatistik Kurumu (https://data.tuik.gov.tr; Erişim: Eylül 2022).
2. Aybak, H.Ç., 2002. Salata-marul yetiştiriciliği. Hasad Yayıncılık, İstanbul, s:96.
3. Eşiyok, D., Özen, Ş. ve Özzambak, E., 1996. Salata-marul çeşitlerinde dikim mesafesinin verim ve kaliteye etkisi. GAP 1. Tarım Sempozyumu, Şanlıurfa, s:79-83.
4. Şensoy, S., Abak, K., Daşgan, H.Y., 1996. Eşdeğer miktarda mineral ve organik gübre uygulamalarının marul nitrat birikimi, verim ve kaliteye etkileri. GAP 1. Sebze Tarımı Sempozyumu, 7-10 Mayıs, Şanlıurfa.
5. Santamaria, P., 2006. Nitrate in vegetables, toxicity, content, intake and EC regulation. Journal of the Science of Food and Agriculture, 86(1):10-17.
6. Özgen, Ş., Şekerci, Ş., Karabıyık, T., 2011. Organik ve inorganik gübrelemenin marul ve salataların nitrat birikimi üzerine etkisi. 6. Türkiye Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 4-8 Ekim, Şanlıurfa.
7. Özer, H., 2016. Organik domates yetiştiriciliği. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi 2(1):43-53.
8. Tüzel, Y., Gül, A., Daşgan, H.Y., Öztekin, G.B., Engindeniz, S., Boyacı, H.F., Ersoy, A., Tepe, A., Uğur, A., 2010. Örtü altı yetiştiriciliğinin gelişimi. 7. Teknik Kongresi, 1:559-576, Ankara.
9. Uğur, A., Ekbiç, E., Zambi, O., Uyar, M., Aksoy, R., 2014. Azot ve humik asit uygulamalarının marulda verim ve kalite üzerine etkisi. 10. Sebze Tarımı Sempozyumu, Tekirdağ, Bildiriler s:402-407.
10. Ceylan, Ş., Yoldaş, F., Mordoğan, N., Çakıcı, H., 2000. Domates yetiştiriciliğinde farklı hayvansal gübrelerin verim ve kaliteye etkisi. 3. Sebze Tarımı Sempozyumu, Isparta, s:51.
11. Olivella, M.A., Del Rio, J.C.J., Palacios, M.A., Vairavamurthy, de las heras., 2002. Characterization of humic acid from leonardite coal: an integrated study of PY-GC-MS-XPS and XANES techniques, Journal of Analytical and Applied Prolyses, pp:59-68.
12. Schachtschabel, P., Blume, H.P., Brümmer, G.B., H.Hartge, K., Schwertmann, U., 1993. Toprak bilimi. Çevirenler (Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M., Kaptan, H.). Ç.Ü. Ziraat Fak. Genel Yay. No:73. Adana, s:816.
13. Ghabbour, E.A., 2001. Davies G., Humic substances: structures, models and function, royal society of chemistry, England, 21p.
14. Mac Carthy, P., 2001. The principles of humic substances. Soil Science. 11:738-751. Madejon. Management for Beter Yield and Quality in Mild Winter Climates, 3-5 November 1997, Antalya.
15. Larcher, W., 2003. Physiological plant ecology: ecophysiology and stress physiology of functional groups, 4. Edition, Springer, New York, 513p.
16. Wilson, M.A., Tran, N.H., Milev, A.S., Kannangara, G.S.K., Volk, H., Lu, G.M., 2008. Nanomaterials in soils. Geoderma 146:291-302.
17. Gumuzzio, J., Polo, A., Diaz, M.A., Ibanez, J.J. 1985. Ecological aspects of humification in saline soils in central Spain. Reuved Ecologie et de Biologie du Sd, 22(2):193-203.
18. Wallace, A., Wallace, G.A., Abouzamzam, A.M., Cha, J.W., 1986. Soil tests to determine application rates for polymeric soil conditioners. Soil Science. 141(5):390-394.
19. Meisel, T., Lakatos, B., Mady, G., 1977. Biopolymer-metal complex systems. 7. ion exchange and redox capacity of peat humic substances. Agrokémia és Talajtan 26(3/4):269-280.
20. Gerzabek, M.H., Ullah, S.M. 1990. Influence of fulvic and humic acids on Cd and Ni-toxicity to *Zea mays* (L.). Boden Cultur 41(2):115-124.
21. Schulze, D.G., Nagel, J.L., Scoyoc, G.E. Van., Henderson, T.L., Baumgardner, M.F., Stott, D.E.,

1993. Significance of organic matter in determining soil colors. Soil Color Proceedings of Symposium, San Antonia, Texas, 21-26 October, 1990.
22. Russo, R.O., Berlyn, G.P., 1990. The use of organic biostimulants to help low input sustainable agriculture. Journal of Sustainable Agriculture, 2:19-42.
23. Frank, K.D., Roeth, F.W., 1996. Using soil organic matter to help make fertilizer and pesticide recommendations ın: analysis and ınterpretation. Soil Science Society of America, 677 S. Seoge Rd., Madison, WI 53711, USA.
24. Kunç, Ş., 2002. Humik asitlerin tarımda kullanımı. Hasad Dergisi, (7):46-58.
25. Anonim, 2018. AG tohum çeşit kataloğu (http:// www.agtohum.com.tr; Erişim: Mayıs 2018).
26. Vural H., Eşiyok, D., Duman, İ., 2000. Kültür sebzeleri (sebze yetiştirme). Ege Üniversitesi, İzmir, ISBN: 975-97190-0-2, 440s.
27. Zengin, M., Gökmen, F., Gezgin, S., 2010. Kimyasal gübreler ile humik asit uygulamasının ıspanak da verim ve verim unsurlarına etkileri. Türkiye 4. Organik Tarım Sempozyumu, 28 Haziran-1 Temmuz 2010, Erzurum.
28. Çimrin, K.M., Yılmaz, İ., 2005. Humic acids applications to lettuce do not improve yield but do improve phoshorus availability. Department of Soil Science Agriculture Faculty, Yüzüncü Yıl University TR-65080. Van, Turkey.
29. Öztürk, B., 2011. Farklı dikim zamanlarında kıvırcık yapraklı salata (*Lactuca sativa* var. *crispa*)'nın organik ve konvansiyonel yetiştiriciliğinin verim, kalite ve toprak özelliklerine etkisi. (Yüksek Lisans Tezi), Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Tokat, s:56.
30. Tattini, M., Chiarini, A., Tafani, R. and Castagneto, M., 1990. Effect of humic acids on growth and nitrogen uptake of container grown olive. Actahorti Culturae, 286:125-128.
31. Bozkurt, M.A., Turkmen, O., Yıldız, M., Cimrin, K.M., 2004. The ınfluence of humic acid application in high nitrogen levels on the yield, nitrate and nutrient contents in lettuce. International Soil Congress, 7-10 June 2004 Erzurum-Turkey.
32. Padem, H., Ocal, A., Alan, R., 1999. Effect of humic acid added foliar fertilizer on seedling quality and nutrient content of eggplant and pepper. Acta Horticulture, 487:164-169.
33. Selçuk, R., Tüfenkçi, Ş., 2009. Artan dozlardaki çinko ve humik asit uygulamalarının mısırın verim ve besin içeriğine etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bil. Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Van.
34. Kütük. C., Çaycı, G., Baran. A., Baksan, O., 1999. Effect of humic acid on some soil properties. Soil Science Department, Agricultural Faculty, Ankara University, Ankara, 161p.
35. Sözüdoğru, S., Kütük, A.C., Yalçın, R., Usta, S., 1996. Humik asitin fasulye bitkisinin gelişimi ve besin maddeleri alımı üzerine etkisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1452, Ankara, 800s.
36. Peyamlı, M., Çave, B., Karslı, F., 1997. Toprağa uygulanan humik asitin bitkilerin Fe alımına etkisi. (Bitirme Tezi) Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Ankara.
37. Tan, K.H., Tantiwiramanond, D., 1983. Effect of humic acid on nodulation and dry matter production of soybean, peanut and clover. Soil Science Society of America Journal 47:1121-1124.
38. Şivka, Y., 1988. Humik asit (Herbex)'in pamuğun NP gübrelemesine etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Ankara.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 410–419 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

BAZI TİCARİ SEBZE TÜRLERİNİN FİDE GELİŞİMİ ÜZERİNE FARKLI VERMİKOMPOST ORANLARININ ETKİLERİ

Osman Nuri ÖCALAN[1]*, Necdettin SAĞLAM[2]

[1]Arş. Gör., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tokat; ORCID: 0000-0001-6242-4667
[2]Prof. Dr., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tokat; ORCID: 0000-0002-1414-1141

ÖZ

Bu çalışma; torf ve perlit (2:1) içerisine farklı oranlarda (normal kontrol (NK), konvansiyonel kontrol (KK) (gübreli su ile sulanan), %5, %10, %20, %40 ve %50) vermikompost (VK) ilave etmenin bazı ticari sebze türleri (domates, hıyar, lahana ve kıvırcık marul)'nde fide gelişimine etkilerini belirlemek amacıyla Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi'ne ait serada 2019 yılı Nisan-Mayıs ayları arasında yürütülmüştür. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş, her tekerrürde 10 bitki yetiştirilmiştir. Tohumlar 150 hücreli viyollere 4 Nisan 2019 tarihinde ekilmiştir. Sulama, konvansiyonel kontrol için gübreli su, normal kontrol ve vermikompost uygulamaları için gübresiz su ile yapılmıştır. Fidelerin boylanmasını engellemek amacıyla durdurucu uygulanmıştır. Domates ve hıyar fideleri 4 yapraklı, lahana fideleri 4-6 yapraklı, kıvırcık marul fideleri 6-8 yapraklı olduklarında; biyokütle, gerçek yaprak sayısı, fide uzunluğu, gövde uzunluğu, gövde çapı, fide yaş ağırlığı, fide kuru ağırlığı, kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlığı gözlemleri yapılmıştır. Çalışma sonucunda, farklı vermikompost oranlarının etkisi domates, hıyar, lahana ve kıvırcık marul fidelerinde değişkenlik göstermiştir. Özellikle kök uzunluğu ve kök kuru ağırlığı parametrelerinde vermikompostun etkisi belirgin olmuştur. Genel itibari ile konvansiyonel kontrolden sonra (gübreli su ile sulanan) en etkili ortamlar %40 ve %50 vermikompost içeren ortamlar olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Torf, perlit, fide kalitesi, konvansiyonel

EFFECTS OF DIFFERENT VERMICOMPOST RATIOS ON SEEDLING GROWTH OF SOME COMMERCIAL VEGETABLE SPECIES

ABSTRACT

This study; in order to determine the effects of adding different proportions (normal control, conventional control (watered with fertilizer), 5%, 10%, 20%, 40% and 50%) of vermicompost to peat and perlite (2:1) mixture on seedling development in some commercial vegetable species (tomato, cucumber, cabbage and crispy lettuce) was carried out between April-May 2019 in greenhouse belonging to Tokat Gaziosmanpasa University Agricultural Research and Application Center. Seeds were sown in 150-cell viols on April 4, 2019. Conventional control was irrigated with fertilizer water. Normal control and vermicompost applications were irrigated with normal water without fertilizer. Plant growth retardant was applied to prevent for seedling length. Biomass, true leaf number, seedling length, stem length, stem diameter, seedling fresh weight, seedling dry weight, root length, root fresh weight and root dry weight were observed in the experiment. In addition, true leaf number parameter in cabbage and curly lettuce was examined. As a result of the study, the effect of different vermicompost ratios varied in tomato, cucumber, cabbage and lettuce seedlings. In particular, the effect of vermicompost on root length and root dry weight parameters was evident. In general, after the conventional control (watered with fertilizer), the most effective environments were those containing 40% and 50% vermicompost.

Keywords: Peat, perlite, seedling quality, conventional

GİRİŞ

Günümüzde başarılı bir sebze yetiştiriciliğinde, uygun nitelikli çeşit seçiminin yanında kaliteli fide kullanımı büyük önem arz etmektedir [1]. Kaliteli ve sağlıklı bir fidenin yetiştirilebilmesinde fide yetiştirme ortamlarının önemi çok büyüktür. Ülkemizde sebze üretiminde fide harçları ve tohum ekimi için standartlara uygun bir harcın geliştirilememiş olması, üreticilerin karşılaştığı problemlerden birisidir. Bu amaç doğrultusunda değişik araştırıcılar tarafından hazırlanan birçok farklı oranlardaki harç karışımları, farklı sebze türlerinin yetiştiriciliğinde denemeye alınmış ve bitki gelişimi, erkencilik, verim ve kalite üzerine olumlu etki yaptığı gözlemlenen harç ortamları üreticilere önerilmiştir. Bunun yanında fide ile yetiştiricilikte de bazı sıkıntılar yaşanmaktadır. Geleneksel

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*: osmannuri.ocalan@gop.edu.tr

yöntemlerle fide üretimi, bitkiler için stres oluşturabilmektedir [2]. Torfun maliyetinin yüksek oluşu sebebi ile gelecekte kullanımına yönelik kaygılar vardır ve dolayısıyla alternatif ortamlara gereksinim duyulmaktadır [3]. Bu ortamlardan birisi olan vermikompost, topraktaki canlı organizmalar arasında önemli bir yeri olan, solucanların beslenme amacıyla sindirim sistemlerinden geçirmesi sonucu oluşan besin değeri yüksek organik gübrelerdir. Bu doğrultuda daha çok Kaliforniya solucanı, *Humbricus rubellis*, *Eisenia foetida* ve *Dendrobena veneta* türleri tercih edilmektedir [4]. Vermikompost, solucan ve mikroorganizmaların ortak işlevlerini içeren bir ayrışma sürecidir. Solucanların aktivitesi ile üretilen vermikompost, makro ve mikro besin maddeleri, vitaminler, büyüme hormonları, proteazlar, amilazlar, lipaz, selüloz ve kitinaz ve immobilize mikro flora gibi enzimler açısından zengindir [5]. Mikroorganizmalar, organik maddenin biyokimyasal bozunmasından sorumlu olsalar da solucanlar, organik maddenin parçalanması, yumuşatılması ve biyolojik aktivitesini etkili bir şekilde değiştirerek sürecin hayati öneme sahip unsurlarıdır [6]. Vermikompost içindeki humik asitlerin varlığı bitki sağlığına olumlu katkıda bulunur, çünkü bitki kalitesini artırabilen ve zararlılara ve hastalıklara karşı caydırıcı bir etki yapan antosiyaninler ve flavonoidler gibi fenolik bileşiklerin sentezini teşvik etmektedir [7]. Farklı organik atıkların kullanımında güvenilir, ekonomik ve sürdürülebilir bir etken olan vermikompost yöntemleri, bitki gelişimini artırıcı, bitki besleme ve de hastalık ve zararlı etmenler üzerinde biyolojik mücadele verdiği düşünülen "vermikest" diye adlandırılan ürünlerin meydana gelmesini sağlarlar. Küçük ve orta ölçekli tarım üreticileri bakımından oldukça değerli olan vermikompost, düşük girdili üretim modeline olanak sağlar ve gelenekselden organik tarıma geçiş sürecinde ilk aşamalarda belirlenen ürün düşüşünü tolere edebilir. Vermikompost teknikleri, insan ve hayvanlarda besin güvenliğini temin eden, çevre sağlığı açısından güvenilir ve yüksek ekonomik değere sahip sürdürülebilir tarımsal üretim modelini desteklemektedir [8]. Yapılan çalışmalar, vermikompostun bitki tarafından gereksinim duyulan bitki besin maddelerini elverişli bir şekilde bulundurduğu ve bu besin maddelerinin bitki tarafından alınabilirliğini artırdığını göstermektedir [9]. Bu çalışmanın amacı, torf ve perlit içerisinde farklı vermikompost oranlarının bazı ticari sebze türlerinde fide gelişimine etkilerini belirlemektir. Fidecilik son yıllarda sağladığı yararlardan dolayı vazgeçilmez bir faktör haline gelmiştir. Fide yetiştirmede yaygın olarak torf ve perlit karışımı kullanılmaktadır. Kullanılan torf genellikle ithal edilmektedir. Ülkemizde son yıllarda vermikompost üretimi artmaktadır. İthal edilen torf yerine vermikompost kullanımı ile hem ülkemizin torf ithalatı azalacak hem de elde edilecek sonuçlara göre vermikompost kullanım alanlarının artması ile vermikompost ihracatı mümkün olabilecektir. Yapılan bu çalışma; ithalatımızın azalması, ihracat kalemlerimizin artması ve daha sağlıklı fidelerin yetiştirilmesi bakımından önem arz etmektedir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Deneme 2019 yılı Nisan ayında Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait kontrollü atmosfer ortamında yarı otomasyonlu serada yürütülmüştür Vermikompost yerel, torf ve perlit ticari firmalardan temin edilmiştir. Denemede bitkisel materyal olarak Alsancak RN F1 sırık domates çeşidi, Beith Alpha hıyar çeşidi, Yalova 1 lahana çeşidi ve Vaidosa kıvırcık salata çeşidi kullanılmıştır. Ekim öncesi yetiştirme ortamları, torf ve perlit (2:1) ile hazırlanan harç içerisine ayrı ayrı %5, %10, %20, %40 ve %50 vermikompost ilave edilerek hazırlanmıştır. Normal ve konvansiyonel kontrol uygulamaları sadece torf ve perlit (2:1) karışımıdır. Hazırlanan harç 150 hücre içeren viyollere doldurulmuştur. Domates, hıyar, lahana ve kıvırcık marul tohumları 4 Nisan 2019 tarihinde ekilmiştir. Konvansiyonel kontroldeki bitkiler normal sulama suyu ile sulanmıştır. Sulamalar 2. haftadan itibaren 20:20:20 NPK + 2MgO + TE (tüm elementler), kalsiyum nitrat $(NO_3)_2$ içeren gübreli su ile yapılmıştır. EC değeri 7-15 günler arası 1.6 EC, 16-22 günler 1.8 EC, 23-30 günler arası 2.0 EC olarak ayarlanmıştır.

Metot

Her tekerrürde 10 bitki yetiştirilmiştir. Domates ve hıyar fideleri 4 yapraklı, lahana fideleri 4-6 yapraklı, kıvırcık marul fideleri 6-8 yapraklı olduklarında; biyokütle, gerçek yaprak sayısı, fide uzunluğu, gövde uzunluğu, gövde çapı, fide yaş ağırlığı, fide kuru ağırlığı, kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlığı gözlemleri yapılmıştır. Domates fidelerinin söküm olgunluğuna gelme zamanı, konvansiyonel kontrolde 33, diğer uygulamalarda 44 günde olmuştur. Hıyar ve lahana fidelerinin söküm olgunluğuna gelme zamanı, konvansiyonel kontrolde 29, diğer uygulamalarda 44 günde olmuştur. Kıvırcık marul fidelerinin söküm olgunluğuna gelme zamanı, konvansiyonel kontrolde

29, %50 VK uygulamasında 36, diğer uygulamalarda ise 44 günde olmuştur.

Denemede yapılan gözlemler ve yöntemleri

•Biomass (g): Temizlenen fideler kökleri ve yapraklarıyla birlikte tartılarak ağırlıkları kaydedilmiştir.

•Gerçek Yaprak Sayısı (adet/fide): Bitkinin kotiledon yapraklarından sonra meydana gelen ve gelişimini tamamlayan yaprakların sayısı kaydedilmiştir.

•Fide Uzunluğu (cm): Köklenmenin başladığı nokta ile yapraklanmanın bittiği yer arasındaki uzunluk kaydedilmiştir.

•Gövde Uzunluğu (cm): Köklenmenin başladığı nokta ile gerçek yaprakların başladığı yer arasındaki uzaklık kaydedilmiştir.

•Gövde Çapı (mm): Bitkide ilk yaprağın başladığı nokta kumpas ile ölçülerek elde edilen değer kaydedilmiştir.

•Fide Yaş Ağırlığı (g): Köklenmenin başladığı noktadan kesilen fideler 0.1 g hassasiyete sahip terazi ile tartılmıştır.

•Fide Kuru Ağırlığı (g): Yaş ağırlığı belirlenen fideler, etüv içerisinde 65-70°C' de ağırlık değişimi durana kadar bekletilip, tartımlar 0.001 g hassasiyetindeki terazide yapılmıştır.

•Kök Uzunluğu (cm): Bitkilerde köklenmenin başladığı nokta ile kökün uç noktası arasında kalan kısım kaydedilmiştir.

•Kök Yaş Ağırlığı (g): Köklenmenin başladığı noktadan kesilen kökler, 0.1 g hassasiyetindeki terazide tartılarak kaydedilmiştir.

•Kök Kuru Ağırlığı (g): Yaş ağırlığı belirlenen kökler, etüv içerisinde 65-70°C'de ağırlık değişimi durana kadar bekletilip, tartımlar 0.001 g hassasiyetine sahip hassas terazide gerçekleştirilmiştir.

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Verilerin değerlendirilmesi ve varyans analizlerinde (ANOVA) SPSS (Version 12.00; Chicago, IL, USA) istatistik yazılım programı kullanılmıştır. Ortalamaların karşılaştırılması Duncan testine göre $P \leq 0.05$ ve $P \leq 0.01$ düzeyinde yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Domates

•Biyokütle: Ortalama biyokütle değeri bakımından ortamlar arasındaki fark istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Biyokütle değerleri 6.55-21.49 g arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek biyokütle değeri 21.49 g ile KK ortamından elde edilmiştir. Bu ortamı 9.01 g ile NK ortamı ve 8.81 g ile %40 VK içeren ortam izlemiştir. En düşük biyokütle değeri ise 6.55 g ile %20 VK içeren ortamda gözlemlenmiştir.

•Gövde Çapı (mm): Gövde çapı parametresi incelendiği vakit ortamlar arasındaki fark istatistiki açıdan %1 seviyesinde önemli çıkmıştır. Ortalama gövde çapı 2.15-3.53 mm arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek gövde çapı değeri 3.53 mm ile KK ortamından elde edilmiştir. Bu ortamı 2.56 mm ile NK ortamı ve 2.45 mm ile %40 VK içeren ortam izlemiştir. En düşük ortalama gövde çapı 2.15 mm ile %20 VK içeren ortamda gözlemlenmiştir.

•Gövde Uzunluğu: Ortalama gövde uzunluğu bakımından ortamlar arasındaki fark istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Bunun yanında ortalama gövde uzunluğu 4.70 cm ile en yüksek %40 VK içeren ortamda görülmüştür. Bu ortamı 4.50 cm ile %50 VK içeren ortam takip etmiştir. En düşük ortalama gövde uzunluğu 4.13 cm ile KK ortamında belirlenmiştir.

•Fide Uzunluğu: Ortalama fide uzunlukları incelendiğinde ortamlar arasındaki fark istatistiki açıdan %5 seviyesinde önemli bulunmuştur. Fide uzunlukları 9.53-11.95 cm arasında değerler almıştır. En yüksek fide uzunluğu 11.95 cm ile KK ortamında görülmüştür. Bu ortamı 11.04 cm ile %40 VK içeren ortam ve 10.95 cm ile %50 VK içeren ortam izlemiştir. En düşük fide uzunluğu ise 9.53 cm ile %5 VK içeren ortamda gözlemlenmiştir.

Çizelge 1. Domates fidelerinde biyokütle (g), gövde çapı (mm), gövde uzunluğu (cm) ve fide uzunluğu (cm) üzerine vermikompostun farklı oranlarının etkisi

Table 1. The effect of different ratios of vermicompost on biomass (g), stem diameter (mm), stem length (cm) and seedling length (cm) in tomato seedlings

Vermikompost oranları *Vermicompost ratios*	Biyokütle *Biomass* (g)**	Gövde çapı *Stem diameter* (mm)**	Gövde uzunluğu ö.d. *Stem length* (cm) *N.S.*	Fide uzunluğu *Seedling length* (cm)*
Konvansiyonel kontrol (KK) *Conventional control (CC)*	21.49 a	3.53 a	4.13	11.95 a
Normal kontrol (NK) *Normal control* (*NC*)	9.01 b	2.56 b	4.34	10.94 ab
%5 VK	7.04 cd	2.39 b	4.39	9.53 c
%10 VK	7.05 cd	2.41 b	4.36	10.06 bc
%20 VK	6.55 d	2.15 c	4.39	9.99 bc
%40 VK	8.81 b	2.45 b	4.70	11.04 ab
%50 VK	8.53 bc	2.44 b	4.50	10.95 ab

*%5 seviyesinde istatistiki olarak önemli, **%1 seviyesinde istatistiki olarak önemli, ö.d.: Önemli değil.

**Statistically significant at 5%, **Statistically significant at 1%, N.S.: Not significant.*

•Fide Yaş Ağırlığı: Ortalama fide yaş ağırlığı bakımından ortamlar arasındaki fark istatistiki olarak

%1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Ortalama fide yaş ağırlığı 5.42-16.20 g arasında değerler almıştır. En yüksek fide yaş ağırlığı 16.20 g ile KK ortamında görülmüştür. Bu ortamı 7.20 g ile %50 VK içeren ortam ve 7.13 g ile %40 VK içeren ortam izlemiştir. En düşük fide yaş ağırlığı 5.42 g ile %20 VK içeren ortamdan elde edilmiştir.

•Fide Kuru Ağırlığı: Fide kuru ağırlıklarına bakıldığında ortamlar arasındaki fark istatistiki açıdan %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Ortalama fide kuru ağırlığı 0.89-1.73 g arasında değişiklik göstermiştir. Ortalama fide kuru ağırlığı 1.73 g ile en yüksek KK ortamında görülmüştür. Bu ortamı 1.04 g ile %10 VK içeren ortam ve 1.03 g ile NK ortamı izlemiştir. En düşük fide kuru ağırlığı ise 0.89 g ile %20 VK içeren ortamda görülmüştür.

•Kök Uzunluğu: Ortalama kök uzunluğu bakımından ortamların etkisi %5 seviyesinde önemli bulunmuştur. Ortalama kök uzunluğu 12.21-16.51 cm arasında değerler almıştır. En yüksek kök uzunluğu 16.51 cm ile %10 VK içeren ortamda görülmüştür. Bu ortamı 14.25 cm ile %5 VK içeren ortam ve 13.97 cm ile %20 VK içeren ortam izlemiştir. En düşük ortalama kök uzunluğu ise KK ortamında görülmüştür (12.21 cm).

•Kök Yaş Ağırlığı: Ortalama kök yaş ağırlığı incelendiğinde ortamlar arasındaki fark istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Kök yaş ağırlığı değerleri 0.73-5.15 g arasında değişiklik göstermiştir. Ortalama kök yaş ağırlığı 5.15 g ile en yüksek KK ortamında görülmüştür. Bu ortamı 1.28 ile %5 VK içeren ortam ve 1.25 g ile NK ortamı izlemiştir. En düşük ortalama kök yaş ağırlığı 0.73 g ile %20 VK içeren ortamda gözlemlenmiştir.

•Kök Kuru Ağırlığı: Ortalama kök kuru ağırlığı bakımından ortamlar arasındaki fark istatistiki açıdan %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Ortalama kök kuru ağırlıkları 0.10-0.63 g arasında değerler almıştır. En yüksek kök kuru ağırlığı 0.63 g ile KK ortamından elde edilmiştir. Diğer ortamların birbiri ile arasında oluşan farklar istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur.

Genel itibari ile konvansiyonel kontrol ile daha kaliteli domates fideleri elde edilmiştir. Yalnızca kök uzunluğu parametresi açısından diğer uygulamalar ile karşılaştırıldığında, konvansiyonel kontrolde en kısa kök uzunluklarına rastlanmıştır. Burada en uzun kök uzunluğu %10 vermikompost içeren ortamdan elde edilmiştir. Bu şu şekilde açıklanabilir: KK ortamında bitkinin ihtiyaç duyduğu besin elementleri düzenli olarak verildiği için bitki köklerini uzatmak zorunda kalmamıştır, fakat vermikompost içeren ortamlarda ve NK ortamında bitki ihtiyaç duyduğu besin elementlerine ulaşabilmek için köklerini daha derinlere uzatmıştır. Ek olarak, KK ortamından sonra %40 VK ve %50 VK ortamları da fide kalitesine olumlu yönde katkı sağlamıştır.

Literatür incelendiğinde Olle [5], vermikompost içeren ortamların domates fidelerinin daha fazla sap çapına sahip olduğunu, bitkilerin yüksekliğinin ve gerçek yaprak sayısının daha fazla olduğunu tespit etmiştir. Yılmaz ve ark. [10], domateste fide kalitesini inceledikleri çalışmada %65 torf, %15 zeolit ve %20 vermikompost içeren ortamın fide boyu, fide gövde çapı, fide yaş ağırlığı, kök uzunluğu ve kök ağırlık bakımından en iyi sonuç veren ortam olduğu ifade edilmiştir. Namal [11] ise domates bitkisinde %70 Torf + %10 Zeolit + %10 Diatomit + %10 Vermikompost içeren ortamın fide yaş ağırlığı, kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlığı bakımından en uygun ortam olduğunu belirtmiştir. Ahirwar ve Hussain [12], vermikompostta yetişen sebze fidelerinin (domates, patlıcan, biber, patates, tatlı mısır melezleri, Çin lahanası, ıspanak, şalgam) tutma kalitesini ve saha performansını değerlendirmek amacıyla yürütmüşlerdir. Denemenin sonunda domateste fide kalitesinin biraz azaldığını belirtmişlerdir. Denemede elde ettiğimiz veriler literatürde bildirilenlerle tam uyuşmamakla birlikte benzerlik göstermektedir. Oluşan farklılıkların sebebi çeşit farklılığından ve bitkilerin bakımının farklı olmasından kaynaklanmış olabilir.

Çizelge 2. Domates fidelerinde fide yaş ağırlığı (g), fide kuru ağırlığı (g), kök uzunluğu (cm), kök yaş ağırlığı (g) ve kök kuru ağırlığı (g) üzerine vermikompostun farklı oranlarının etkisi

Table 2. The effect of different ratios of vermicompost on seedling fresh weight (g), seedling dry weight (g), root length (cm), root fresh weight (g) and root dry weight (g) in tomato seedlings

Vermikompost oranları *Vermicompost ratios*	Fide yaş ağırlığı *Seedling fresh weight* (g)**	Fide kuru ağırlığı *Seedling dry weight* (g)**	Kök uzunluğu *Root length* (cm)*	Kök yaş ağırlığı *Root fresh weight* (g)**	Kök kuru ağırlığı *Root dry weight* (g)**
Konv. kont. (KK) *Conv. cont. (CC)*	16.20 a	1.73 a	12.21 b	5.15 a	0.63 a
Normal kontrol (NK) *Normal control (NC)*	6.88 bc	1.03 b	13.30 b	1.25 b	0.13 b
%5 VK	5.48 d	0.92 b	14.25 ab	1.28 b	0.17 b
%10 VK	5.79 cd	1.04 b	16.51 a	1.12 b	0.11 b
%20 VK	5.42 d	0.89 b	13.97 ab	0.73 b	0.10 b
%40 VK	7.13 b	0.96 b	12.45 b	1.51 b	0.21 b
%50 VK	7.20 b	1.01 b	12.58 b	1.10 b	0.15 b

*%5 seviyesinde istatistiki olarak önemli **%1 seviyesinde istatistiki olarak önemli.

**Statistically significant at 5%, **Statistically significant at 1%.*

Hıyar

•Biyokütle*:* Ortalama biyokütle değeri bakımından ortamlar arasındaki fark istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Hıyar

fidelerinde biyokütle değerleri 16.66-37.45 g arasında değişiklik göstermiştir. Ortalama biyokütle değeri 37.45 g ile en yüksek KK ortamında belirlenmiştir. Bu ortamı, 22.31 g ile %50 VK içeren ortam ve 22.10 g ile %40 VK içeren ortam izlemiştir. En düşük ortalama biyokütle değeri 16.66 g ile NK ortamında gözlemlenmiştir.

•Gövde Çapı: Ortalama gövde çapları incelendiğinde ortamlar arasındaki fark istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Gövde çapları 3.46-4.72 mm arasında değerler almıştır. En yüksek gövde çapı 4.72 mm ile KK ortamında görülmüştür. Bu ortamı 3.73 mm ile %5 VK içeren ortam ve 3.71 mm ile %20 VK içeren ortam izlemiştir. En düşük gövde çapı 3.46 mm ile %10 VK içeren ortamdan elde edilmiştir.

•Gövde Uzunluğu: Ortalama gövde uzunluklarında ortamlar arasındaki fark istatistiki olarak %5 seviyesinde önemli bulunmuştur. Gövde uzunluğu değerleri 2.63-3.55 cm arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek gövde uzunluğu 3.55 cm ile %40 VK içeren ortamdan elde edilmiştir. Bu ortamı 3.42 cm ile KK ortamı ve 3.26 cm ile %20 VK içeren ortam izlemiştir. En düşük ortalama fide uzunluğu 2.63 cm ile NK ortamında görülmüştür.

•Fide Uzunluğu: Fide uzunluğu parametresinde ortamlar arasındaki fark istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli olmuştur. Ortalama fide uzunluğu 8.18-10.45 cm arasında değerler almıştır. Fide uzunluğu en yüksek değerine 10.45 cm ile KK ortamında ulaşmıştır. Bu ortamı 10 cm ile %50 VK içeren ortam ve 9.84 cm ile %40 VK içeren ortam izlemiştir. En düşük fide uzunluğuna 8.18 cm ile NK ortamında rastlanmıştır.

•Fide Yaş Ağırlığı: Fide yaş ağırlıklarına bakıldığında ortamlar arasındaki fark istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Fide yaş ağırlığı değerleri 12.26-26.27 g arasında değişiklik göstermiştir. Fide yaş ağırlığı 26.27 g ile en yüksek KK ortamında görülmüştür. Bu ortamı 17.38 g ile %50 VK içeren ortam ve 17.33 g ile %40 VK içeren ortam izlemiştir. En düşük ortalama fide yaş ağırlığı 12.26 g ile NK ortamında görülmüştür.

•Fide Kuru Ağırlığı: Ortalama fide kuru ağırlığı bakımından ortamlar arasındaki fark istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli olmuştur. Fide kuru ağırlıkları 1.78-2.64 g arasında değerler almıştır. En yüksek fide kuru ağırlığına 2.64 g ile %50 ve %40 VK içeren ortamlardan ulaşılmıştır. Bu ortamları 2.22 g ile KK ortamı ve 2.09 g ile %5 ve %20 VK içeren ortamlar izlemiştir. En düşük ortalama fide kuru ağırlığı ise 1.78 g ile NK ortamında görülmüştür.

•Kök Uzunluğu: Kök uzunlukları incelenirse ortamlar arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Bunun yanında ortalama kök uzunluğu 12.15 cm ile en yüksek KK ortamında görülmüştür. Bu ortamı 11.84 cm ile %20 VK içeren ortam takip etmiştir. En düşük ortalama kök uzunluğu 10.41 ile %50 VK içeren ortamda belirlenmiştir.

Çizelge 3. Hıyar fidelerinde biyokütle (g), gövde çapı (mm), gövde uzunluğu (cm) ve fide uzunluğu (cm)üzerine vermikompostun farklı oranlarının etkisi

Table 3. The effect of different ratios of vermicompost on biomass (g), stem diameter (mm), stem length (cm) and seedling length (cm) in cucumber seedlings

Vermikompost oranları *Vermicompost ratios*	Biyokütle *Biomass* (g)**	Gövde çapı *Stem diameter (mm)***	Gövde uzunluğu *Stem length* (cm)*	Fide uzunluğu *Seedling length (cm)***
Konvansiyonel kontrol (KK) *Conventional control (CC)*	37.45 a	4.72 a	3.42 a	10.45 a
Normal kontrol (NK) *Normal control (NC)*	16.66 c	3.58 b	2.63 c	8.18 d
%5 VK	19.34 bc	3.73 b	2.91 bc	8.85 cd
%10 VK	19.57 bc	3.46 b	2.85 bc	8.87 cd
%20 VK	20.46 b	3.71 b	3.26 ab	9.29 bc
%40 VK	22.10 b	3.56 b	3.55 a	9.84 ab
%50 VK	22.31 b	3.51 b	3.09 ac	10.00 ab

*%5 seviyesinde istatistiki olarak önemli, **%1 seviyesinde istatistiki olarak önemli.
**Statistically significant at 5%, **Statistically significant at 1%.*

•Kök Yaş Ağırlığı: Kök yaş ağırlıklarında ortamlar arasındaki fark istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli olmuştur. Ortalama kök yaş ağırlığı değerleri 4.17-9.51 g arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek kök yaş ağırlığına 9.51 g ile KK ortamından ulaşılmıştır. Bu ortamı 5.07 ile %10 VK içeren ortam ve 5.03 g ile %20 VK içeren ortam izlemiştir. En düşük ortalama kök yaş ağırlığı 4.17 g ile NK ortamında gözlemlenmiştir.

•Kök Kuru Ağırlığı: Kök kuru ağırlıkları incelendiğinde ortamlar arasındaki fark istatistiki olarak %5 seviyesinde önemli bulunmuştur. Kök kuru ağırlığı 0.26-0.55 g arasında değerler almıştır. En yüksek kök kuru ağırlığı 0.55 g ile %40 VK içeren ortamdan elde edilmiştir. Bu ortamı 0.52 ile KK ortamı ve 0.50 g ile %50 VK içeren ortam izlemiştir. En düşük ortalama kök kuru ağırlığı 0.26 g ile %10 VK içeren ortamda belirlenmiştir.

Vermikompostun etkisi domatese kıyasla hıyar fidelerinde daha belirgin olmuştur: Gövde uzunluğu, fide kuru ağırlığı ve kök kuru ağırlığı parametrelerinde en yüksek değerler %40 VK içeren ortamda görülmüştür. Kök uzunluğunda istatistiki olarak önemli farklılıklar görülmezken diğer parametrelerde KK ortamı daha etkili olmuştur. Bunun dışında %50 VK içeren ortam da fide kalitesine olumlu etki etmiştir. Atmaca [13]'nın vermikompostun (VK) fide yetiştirme ortamı olarak

kullanılma olanağını ve sonrasında fidelerin yetiştiricilikteki performanslarını belirlemek amacıyla yürüttüğü çalışmasında, domates ve hıyar fidelerini organik ve konvansiyonel olarak; torf (%100) ve VK (%100) ile bunların değişik oranlarda karışımlarından elde edilen ortamlarda yetiştirmiştir. Çalışma sonunda yüksek VK oranının sonbaharda domates, ilkbaharda ise hıyarda daha yüksek bitki biyomasına neden olduğu; kök biyomaslarının ise artan VK oranları ile arttığını belirtmiştir. Yapılan bu çalışmanın sonuçları, elde ettiğimiz bulgularla benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4. Hıyar fidelerinde fide yaş ağırlığı (g), fide kuru ağırlığı (g), kök uzunluğu (cm), kök yaş ağırlığı (g) ve kök kuru ağırlığı (g) üzerine vermikompostun farklı oranlarının etkisi

Table 4. The effect of different ratios of vermicompost on seedling fresh weight (g), seedling dry weight (g), root length (cm), root fresh weight (g) and root dry weight (g) in cucumber seedlings

Vermikompost oranları *Vermicompost ratios*	Fide yaş ağırlığı *Seedling fresh weight* (g)**	Fide kuru ağırlığı *Seedling dry weight* (g)**	Kök uzunluğu ö.d. *Root length N.S.* (cm)	Kök yaş ağırlığı *Root fresh weight* (g)**	Kök kuru ağırlığı *Root dry weight* (g)*
Konv. kont. (KK) *Conv. cont. (CC)*	26.27 a	2.22 b	12.15	9.51 a	0.52 ab
Normal kontrol (NK) *Normal control (NC)*	12.26 d	1.78 c	10.84	4.17 b	0.27 bc
%5 VK	14.23 c	2.09 bc	10.59	4.93 b	0.41 ac
%10 VK	13.90 c	1.79 c	10.55	5.07 b	0.26 c
%20 VK	14.90 c	2.09 bc	11.84	5.03 b	0.27 bc
%40 VK	17.33 b	2.64 a	10.48	4.34 b	0.55 a
%50 VK	17.38 b	2.64 a	10.41	4.67 b	0.50 ac

*%5 seviyesinde istatistiki olarak önemli,**%1 seviyesinde istatistiki olarak önemli, öd: Önemli değil.
**Statistically significant at 5%, **Statistically significant at 1%, N.S.: Not significant.*

Lahana

•Biyokütle: Ortalama biyokütle değeri bakımından ortamlar arasındaki fark istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Biyokütle değerleri 9.37-18.53 g arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek biyokütle değeri 18.53 g ile KK ortamında belirlenmiştir. Bu ortamı 15.31 g ile %50 VK içeren ortam ve 11 g ile NK ortamı izlemiştir. En düşük ortalama biyokütle değeri 9.37 g ile %40 VK içeren ortamda gözlemlenmiştir.

•Gerçek Yaprak Sayısı: Ortalama gerçek yaprak sayılarında ortamlar arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Gerçek yaprak sayıları 4.53-5 adet/fide arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek gerçek yaprak sayısı 5 adet ile %20 VK içeren ortamda belirlenmiştir. En düşük ise 4.53 adet ile %50 VK içeren ortamda görülmüştür.

•Gövde Çapı: Ortalama gövde çapları incelenirse ortamlar arasındaki fark istatistiki olarak %5 seviyesinde önemli olmuştur. Gövde çapı değerleri 2.20-2.59 mm arasında değerler almıştır. En yüksek gövde çapına 2.59 mm ile %50 VK içeren ortamdan ulaşılmıştır. Bu ortamı 2.36 mm ile %5 VK içeren ortam ve 2.30 mm ile %40 VK içeren ortam izlemiştir. En düşük ortalama gövde çapı 2.20 mm ile NK ortamında gözlemlenmiştir.

•Fide Uzunluğu: Ortalama fide uzunluğu bakımından ortamlar arasındaki fark istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Ortalama fide uzunlukları 4.97-9.79 cm arasında değerler almıştır. En yüksek fide uzunluğu 9.79 cm ile KK ortamında görülmüştür. Bu ortamı 7.10 cm ile %50 VK içeren ortam ve 5.64 cm ile %40 VK içeren ortam izlemiştir. En düşük ortalama fide uzunluğu 4.97 cm ile %10 VK içeren ortamda görülmüştür.

•Fide Yaş Ağırlığı: Ortalama fide yaş ağırlıklarına bakıldığında ortamlar arasındaki fark istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli olmuştur. Fide yaş ağırlığı değerleri 8.10-15.50 g arasında değişmiştir. Fide yaş ağırlığı 15.50 g ile en yüksek KK ortamında görülürken, bu ortamı 13.44 g ile %50 VK içeren ortam ve 9.38 g ile %20 VK içeren ortam izlemiştir. En düşük fide yaş ağırlığı ise 8.10 g ile NK ortamında görülmüştür.

Çizelge 5. Lahana fidelerinde biyokütle (g), gerçek yaprak sayısı (adet/fide), gövde çapı (mm) ve fide uzunluğu (cm) üzerine vermikompostun farklı oranlarının etkisi

Table 5. Effect of different ratios of vermicompost on biomass (g), number of true leaves (number/seedling), stem diameter (mm) and seedling length (cm) in cabbage seedlings

Vermikompost oranları *Vermicompost ratios*	Biyokütle *Biomass* (g)**	Gerçek yaprak sayısı (adet/fide) öd *Number of true leaves (number/ seedling) N.S.*	Gövde çapı *Stem diameter* (mm)*	Fide uzunluğu *Seedling length* (cm)**
Konv. kont. (KK) *Conv. cont. (CC)*	18.53 a	4.67	2.24 b	9.79 a
Normal kontrol (NK) *Normal control (NC)*	11.00 c	4.80	2.20 b	5.18 c
%5 VK	10.02 c	4.67	2.36 ab	5.31 c
%10 VK	10.28 c	4.60	2.27 b	4.97 c
%20 VK	10.99 c	5.00	2.29 b	5.39 c
%40 VK	9.37 c	4.67	2.30 b	5.64 c
%50 VK	15.31 b	4.53	2.59 a	7.10 b

*%5 seviyesinde istatistiki olarak önemli,**%1 seviyesinde istatistiki olarak önemli, öd: Önemli değil.
**Statistically significant at 5%, **Statistically significant at 1%, N.S.: Not significant.*

•Fide Kuru Ağırlığı: Ortalama fide kuru ağırlığı bakımından ortamlar arasındaki fark istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Fide kuru ağırlıkları 1.16-2.50 g arasında değerler almıştır. En

yüksek fide kuru ağırlığı 2.50 g ile %50 VK içeren ortamda görülmüştür. Bu ortamı 1.57 g ile %20 VK içeren ortam ve 1.56 g ile %5 VK içeren ortam izlemiştir. En düşük ortalama fide kuru ağırlığı 1.16 g ile KK ortamında görülmüştür.

•Kök Uzunluğu: Kök uzunluğu parametresinde ortamlar arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Ortalama kök uzunlukları 12.40-14.41 cm arasında değerler almıştır. Kök uzunluğu en yüksek 14.41 cm ile %5 VK içeren ortamda görülürken, en düşük 12.40 cm ile %20 VK içeren ortamda görülmüştür.

•Kök Yaş Ağırlığı: Kök yaş ağırlığı parametresinde ortamlar arasındaki fark istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli olmuştur. Ortalama kök yaş ağırlığı değerleri 1.06-2.86 g arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek kök yaş ağırlığı 2.86 g ile NK ortamında görülürken bu ortamı 2.15 ile KK ortamı ve 1.83 g ile %50 VK içeren ortam izlemiştir. En düşük ortalama kök yaş ağırlığı ise 1.06 g ile %40 VK içeren ortamdan elde edilmiştir.

•Kök Kuru Ağırlığı: Kök kuru ağırlıklarında ortamlar arasındaki fark istatistiki açıdan %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Ortalama kök kuru ağırlıkları 0.14-0.52 g arasında değerler almıştır. En yüksek kök kuru ağırlığı 0.52 g ile %50 VK içeren ortamdan elde edilmiştir. Bu ortamı 0.37 g ile %40 VK içeren ortam ve 0.30 g ile KK ortamı izlemiştir. En düşük ortalama kök kuru ağırlığı ise 0.14 g ile NK ortamında görülmüştür.

Elde edilen bulgular ışığında, vermikompost lahana fidelerinin kalitesine olumlu yönde etki etmiştir. Özellikle %50 VK ortamında, gövde çapı, fide kuru ağırlığı ve kök kuru ağırlığı parametrelerinde en yüksek değerlere ulaşılmıştır. %50 VK, kuru madde miktarını artırarak fide kalitesine olumlu etkide bulunmuştur. Normal kontrolde ise bu etkinin zıttı görülmektedir. NK ortamında en yüksek yaş kök ağırlığı görülürken aynı zamanda en düşük kök kuru ağırlığı tespit edilmiştir. Bunun nedeni NK ortamında lahana fideleri, köklerine fazla su alımı yaparak kök yaş ağırlığını artırmış fakat kuru madde biriktiremediği için kurutulduğunda en düşük kök kuru ağırlığına sahip olmuş olabilir. Ayrıca biyokütle, fide uzunluğu ve fide yaş ağırlığı parametrelerinde KK ortamından sonra en etkili ortam %50 VK içeren ortam olmuştur. Gerçek yaprak sayısı ve kök uzunluğu parametrelerine ise ortamların istatistiki açıdan önemli bir etkisi olmamıştır. Pour ve ark. [14], vermikompost dozlarının lahana (*Brassica oleracea* var. *capitata*) fidelerinde gerçek yaprak sayısı, yaprak alanı, taze ve kuru ağırlık dahil yaprak özelliklerini etkilediğini ve farklı vermikompost seviyelerinin bitki büyüme ve gelişmesine etkisinin olduğunu belirtmiştir. Tavalı ve ark. [15]'nın tarla şartlarında karnabahar üretiminde vermikompostun etkinliğini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada ortaya çıkan sonuçlara göre vermikompostun, karnabaharın kalite özelliklerini ve dekara verim değerlerini olumlu yönde etkilediğini ancak yüksek vermikompost dozunun karnabahar verimine olumsuz etki yaptığını belirtmişlerdir. Maltaş ve ark. [16] ise vermikompost dozlarının artmasıyla birlikte kırmızı baş lahananın kalite özellikleri, mineral beslenme durumu ve dekara verim değerlerinin de arttığını ifade etmişlerdir. Literatür ve elde ettiğimiz sonuçlara göre vermikompostun lahana yetiştiriciliğine faydalı olabileceği görülmektedir.

Çizelge 6. Lahana fidelerinde fide yaş ağırlığı (g), fide kuru ağırlığı (g), kök uzunluğu (cm), kök yaş ağırlığı (g) ve kök kuru ağırlığı (g) üzerine vermikompostun farklı oranlarının etkisi

Table 6. The effect of different ratios of vermicompost on seedling fresh weight (g), seedling dry weight (g), root length (cm), root fresh weight (g) and root dry weight (g) in cabbage seedlings

Vermikompost oranları *Vermicompost ratios*	Fide yaş ağırlığı *Seedling fresh weight* (g)**	Fide kuru ağırlığı *Seedling dry weight* (g)**	Kök uzunluğu ö.d. *Root length N.S.* (cm)	Kök yaş ağırlığı *Root fresh weight* (g)**	Kök kuru ağırlığı *Root dry weight* (g)**
Konv. kont. (KK) *Conv. cont. (CC)*	15.50 a	1.16 c	13.65	2.15 b	0.30 bc
Normal kontrol (NK) *Normal control (NC)*	8.10 c	1.35 bc	13.25	2.86 a	0.14 d
%5 VK	8.45 c	1.56 b	14.41	1.52 bd	0.18 d
%10 VK	8.60 c	1.41 b	13.55	1.66 bd	0.19 cd
%20 VK	9.38 c	1.57 b	12.40	1.49 cd	0.19 cd
%40 VK	8.29 c	1.54 b	13.21	1.06 d	0.37 b
%50 VK	13.44 b	2.50 a	13.54	1.83 bc	0.52 a

**%1 seviyesinde istatistiki olarak önemli, öd: Önemli değil.
***Statistically significant at 1%, N.S.: Not significant.*

Kıvırcık Marul

•Biyokütle: Ortalama biyokütle değeri bakımından ortamlar arasındaki fark istatistiki olarak %5 seviyesinde önemli bulunmuştur. Biyokütle değerleri 23.89-30.63 g arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek biyokütle değeri 30.63 g ile KK ortamında belirlenmiştir. Bu ortamı 28.57 g ile NK ortamı ve 25.90 g ile %5 VK içeren ortam izlemiştir. En düşük ortalama biyokütle değeri ise 23.89 g ile %10 VK içeren ortamda gözlemlenmiştir.

•Gerçek Yaprak Sayısı: Ortalama gerçek yaprak sayılarında ortamlar arasındaki fark istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Gerçek yaprak sayıları 6.53-8.67 adet/fide arasında değişiklik göstermiştir. Ortalama gerçek yaprak sayısı en yüksek 8.67 adet/fide ile %5 VK içeren ortamda görülmüştür. Bu ortamı 8.40 adet ile %20 VK içeren

ortam ve 8.20 adet ile NK ortamı izlemiştir. En düşük ortalama gerçek yaprak sayısı ise 6.53 adet ile KK ortamından elde edilmiştir.

•Fide Uzunluğu: Fide uzunlukları incelendiğinde ortamlar arasındaki fark istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli olmuştur. Ortalama fide uzunluğu değerleri 5.40-8.97 cm arasında değişiklik göstermiştir. Ortalama fide uzunluğu 8.97 cm ile en yüksek KK ortamından elde edilmiştir. Bu ortamı 7.19 cm ile %50 VK içeren ortam ve 6.41 cm ile %40 VK ortamı izlemiştir. En düşük ortalama fide uzunluğu ise 5.40 cm ile %10 VK içeren ortamda görülmüştür.

•Fide Yaş Ağırlığı: Ortalama fide yaş ağırlığı bakımından ortamlar arasındaki fark istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Fide yaş ağırlığı 16.78-28.36 g arasında değerler almıştır. En yüksek fide yaş ağırlığına 28.36 g ile KK ortamında ulaşılmıştır. Bu ortamı 21.08 g ile NK ortamı ve 19.72 g ile %40 VK içeren ortam izlemiştir. En düşük ortalama fide yaş ağırlığı ise 16.78 g ile %10 VK içeren ortamda görülmüştür.

•Fide Kuru Ağırlığı: Ortalama fide kuru ağırlığı bakımından ortamlar arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Fide kuru ağırlığı değerleri 1.31-1.69 g arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek fide kuru ağırlığı 1.69 g ile %5 VK içeren ortamda görülürken, en düşük 1.31 g ile %20 VK içeren ortamda görülmüştür.

•Kök Uzunluğu: Ortalama kök uzunluğu bakımından ortamlar arasındaki fark istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Kök uzunluğu değerleri 7.98-11.39 cm arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek kök uzunluğu 11.39 cm ile %50 VK içeren ortamda görülmüştür. Bu ortamı 10.97 cm ile NK ortamı ve 9.68 cm ile %5 VK içeren ortam izlemiştir. En düşük kök uzunluğu ise 7.98 cm ile %20 VK içeren ortamda görülmüştür.

•Kök Yaş Ağırlığı: Kök yaş ağırlıkları incelendiğinde ortamlar arasındaki fark istatistiki açıdan %1 seviyesinde önemli olmuştur. Ortalama kök yaş ağırlığı 1.56-6.85 g arasında değerler almıştır. En yüksek kök yaş ağırlığı 6.85 g ile NK ortamında görülmüştür. Bu ortamı 6.67 ile %5 VK içeren ortam ve 6.49 g ile %10 VK içeren ortam izlemiştir. En düşük kök yaş ağırlığı ise 1.56 g ile KK ortamından elde edilmiştir.

•Kök Kuru Ağırlığı: Kök kuru ağırlığı parametresine bakılırsa ortamlar arasındaki fark istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Kök kuru ağırlığı değerleri 0.32-0.71 g arasında olmuştur. En yüksek kök kuru ağırlığı 0.71 g ile %5 VK içeren ortamda görülmüştür. Bu ortamı 0.70 g ile %40 VK içeren ortam ve 0.68 g ile %10 VK içeren ortam izlemiştir. En düşük ortalama kök kuru ağırlığı 0.32 g ile KK ortamında gözlemlenmiştir.

Farklı vermikompost ortamlarının etkisi kıvırcık marul fidelerinde değişkenlik göstermiştir. Kök uzunluğu parametresinde en yüksek değer %50 VK içeren ortamdan elde edilirken, gerçek yaprak sayısı ve kök kuru ağırlığı parametrelerinde en yüksek değerlere %5 VK ortamında ulaşılmıştır. KK uygulaması ise biyokütle, fide uzunluğunu ve yaş ağırlığını artırmıştır. Literatür incelenirse Karademir [17], Maritima marul çeşidinde, bitki boyu, bitki yaş ve kuru ağırlığı ve pazarlanabilir gerçek yaprak sayısı bakımından vermikompost uygulamalarının kontrole kıyasla daha iyi sonuç verdiğini ifade etmiştir. Benzer sonucu Kibar [18] çalışmasında belirtmiştir; vermikompost uygulamalarının marulda bitki gelişimi ve kalite üzerine olumlu etkilerinin olduğunu saptamıştır. Sağlam ve ark. [19] ise agrimol örtü uygulaması ve solucan gübresinin kıvırcık yapraklı salatada verim, kalite ve bitki gelişimine olumlu yünde etkilediğini bildirmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlar literatürle uyuşmaktadır.

Çizelge 7. Kıvırcık marul fidelerinin biyokütle (g), gerçek yaprak sayısı (adet/fide), fide uzunluğu (cm), fide yaş ağırlığı (g) ve fide kuru ağırlığı (g) üzerine vermikompostun farklı oranlarının etkisi

Table 7. The effect of different ratios of vermicompost on biomass (g), number of true leaves (number/seedling), seedling length (cm), seedling fresh weight (g) and seedling dry weight (g) of curly lettuce seedlings

Vermikompost oranları *Vermicompost ratios*	Biyokütle *Biomass (g)**	Gerçek yaprak sayısı (adet/fide) *Number of true leaves (number/ seedling)***	Fide uzunluğu *Seedling length (cm)***	Fide yaş ağırlığı *Seedling fresh weight (g)***	Fide kuru ağırlığı ö.d. *Seedling dry weight (g) N.S.*
Konv. kont. (KK) *Conv. cont. (CC)*	30.63 a	6.53 c	8.97 a	28.36 a	1.53
Normal kont. (NK) *Normal cont. (NC)*	28.57 ab	8.20 ab	5.99 c	21.08 b	1.56
%5 VK	25.90 ab	8.67 a	5.44 c	18.90 b	1.69
%10 VK	23.89 b	8.13 ab	5.40 c	16.78 b	1.45
%20 VK	25.06 b	8.40 a	6.15 bc	18.53 b	1.31
%40 VK	25.83 ab	7.60 b	6.41 bc	19.72 b	1.42
%50 VK	24.58 b	6.87 c	7.19 b	18.05 b	1.51

*%5 seviyesinde istatistiki olarak önemli,**%1 seviyesinde istatistiki olarak önemli, öd: Önemli değil.

**Statistically significant at 5%, **Statistically significant at 1%, N.S.: Not significant.*

Çizelge 8. Kıvırcık marul fidelerinin kök uzunluğu (cm), kök yaş ağırlığı (g) ve kök kuru ağırlığı (g) üzerine vermikompostun farklı oranlarının etkisi

Table 8. The effect of different ratios of vermicompost on root length (cm), root fresh weight (g) and root dry weight (g) of curly lettuce seedlings

Vermikompost oranları *Vermicompost ratios*	Kök uzunluğu *Root length (cm)***	Kök yaş ağırlığı *Root fresh weight (g)***	Kök kuru ağırlığı *Root dry weight (g)***
Konvansiyonel kontrol (KK) *Conventional control (CC)*	8.71 c	1.56 c	0.32 b
Normal kontrol (NK) *Normal control (NC)*	10.97 a	6.85 a	0.62 a
%5 VK	9.68 b	6.67 a	0.71 a
%10 VK	8.50 c	6.49 ab	0.68 a
%20 VK	7.98 c	6.17 ab	0.63 a
%40 VK	8.54 c	5.34 b	0.70 a
%50 VK	11.39 a	6.07 ab	0.57 a

**%1 seviyesinde istatistiki olarak önemli.
***Statistically significant at 1%.*



Şekil 1. Gözlem büyüklüğüne gelmiş kıvırcık marul fidelerinin görünümü

SONUÇ

Sonuç olarak vermikompostun fide gelişimi üzerine herhangi bir olumsuz etkisinin olmadığı ve kısmen olumlu etkilerinin olduğu görülmüştür. Çalışmada, içerisinde torf ve perlit bulunan konvansiyonel kontrol ortamı diğer ortamlara göre daha etkili olmuştur. Bunun en büyük nedeni konvansiyonel kontrol ortamının gübreli su ile sulanmasıdır. KK ortamından sonra en etkili uygulamalar ise %40 VK ve %50 VK ortamları olmuştur. Vermikompost, hem bünyesinde bitki besin elementlerini barındırabilmekte hem de toprağa aktarılan ve toprakta bulunan bitki besin elementlerini bitkinin alabileceği forma dönüştürebildiğinden bitkilerin gelişimi daha sağlıklı olmaktadır. Dolayısıyla bu ortamlara cüzi miktarlarda gübre verildiği vakit fide gelişimi için daha elverişli ortam oluşabilecektir. Bu sayede maliyeti yüksek olan gübre kullanımı da azalmış olacak ve üreticiler daha çok kar edebilecektir.

KAYNAKLAR

1. Balkaya, A., Kandemir, D., Sarıbaş, Ş., 2015. Türkiye sebze fidesi üretimindeki son gelişmeler. TÜRKTOB Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi, 4(13):4-8.
2. Markovic, V., Takac, A., Ilin, Z., 1994. Enriched zeolite as a substrate component in the production of pepper and tomato seedlings. Hydroponics and Transplant Production 396:321-328.
3. Bachman, G.R., Metzger, J.D., 2008. Growth of bedding plants in commercial potting substrate amended with vermicompost. Bioresource technology, 99(8):3155-3161.
4. Karaçal, İ., Tüfenkçi, Ş., 2010. Bitki beslemede yeni yaklaşımlar ve gübre-çevre ilişkisi. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası 7. Teknik Kongresi, 11-15 Ocak 2010, Ankara.
5. Olle, M., 2016. The Effect of vermicompost based growth substrates on tomato growth. Agraarteadus: Journal of Agricultural Science: Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi väljaanne, 1.
6. Dominguez, J., Edwards, C.A., 2004. Vermicomposting organic wastes: a review. Soil zoology for sustainable development in the 21. century. Cairo, 369-395.
7. Theunissen, J., Ndakidemi, P. A., Laubscher, C.P., 2010. Potential of vermicompost produced from plant waste on the growth and nutrient status in vegetable production. International Journal of Physical Sciences 5(13):1964-1973.
8. Erşahin, Y.Ş., 2007. Vermikompost ürünlerinin eldesi ve tarımsal üretimde kullanım alternatifleri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2007(2):99-107.
9. Peyvast, G., Olfati, J.A., Madeni, S., Forghani, A., 2007. Effect of vermicompost on the growth and yield of spinach (*Spinacia oleracea* L.). J. Food, Agriculture & Environment 6(1):132-135.
10. Yılmaz, E., Nil, O.Z.E.N., Ozen, M.O., 2017. Farklı topraksız yetiştirme ortamlarında domatesin (*Solanum lycopersicon* cv. Sedef F_1) fide verim ve kalitesindeki değişimin belirlenmesi. Mediterranean Agricultural Sciences 30(2):163-168.
11. Namal, E.R., 2019. Fide yetiştiriciliğinde kullanılan farklı ortamların bazı fizikokimyasal özellikleri ile domates fide kalite

parametrelerindeki değişimlerin belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi), Antalya.

12. Ahirwar, C.S., Hussain, A., 2015. Effect of vermicompost on growth, yield and quality of vegetable crops. International Journal of Applied and Pure Science and Agriculture 1(8):49-56.
13. Atmaca, L., 2012. Fide yetiştirme ortamı olarak vermikompost kullanımının etkileri. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi).
14. Pour, A.A., Moghadam, A.R.L., Ardebili, Z.O., 2013. The effects of different levels of vermicompost on the growth and physiology of cabbage seedlings. International Research Journal of Applied and Basic Sciences 4(9):2726-2729.
15. Tavalı, İ. E., Maltaş, A.Ş., Uz, İ., Kaplan, M., 2013. Karnabaharın (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) verim, kalite ve mineral beslenme durumu üzerine vermikompostun etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 26(2):115-120.
16. Maltaş, A.Ş., Tavalı, İ.E., İlker, U.Z., Kaplan, M., 2017. Kırmızı baş lahana (*Brassica oleracea* var. *capitata* F.Rubra) yetiştiriciliğinde vermikompost uygulaması. Mediterranean Agricultural Sciences, 30(2):155-161.
17. Karademir, S., 2019. Farklı oranlarda vermikompost uygulamalarının marulda (*Lactuca sativa* L.) bitki gelişimi, kalite özellikleri ve besin elementi içeriği üzerine etkilerinin belirlenmesi. Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi).
18. Kibar, B., 2018. Marulda bitkisel özellikler, bazı kalite özellikleri ve besin elementleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi 4(2):149-160.
19. Sağlam, N., Doksöz, S., Geboloğlu, N., Şahin, S., Yılmaz, E., 2015. Agrimol örtü ve sıvı solucan gübresinin farklı uygulama sayısı ve dozlarının kıvırcık yapraklı salatada verim, kalite ve bitki gelişimine etkileri. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi (1):59-61.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 420–424 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

BİBER BİTKİLERİNİ ENFEKTE EDEN TOBAMOVIRUSLER'İN SİMPTOMATOLOJİSİ VE L4 GENİNİ TANILAYAN FARKLI MARKIRLAR İLE REALTIME PCR SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Pelin SARIKAYA[1]*, Tuğba TOKSÖZ[2], Sevgül ÇOBAN[3], Hakan FİDAN[4]

[1]AD Rossen Tarım San. ve Tic. A.Ş., Antalya; ORCID: 0000-0002-6133-6128
[2]AD Rossen Tarım San. ve Tic. A.Ş., Antalya; ORCID: 0000-0003-3356-0832
[3]AD Rossen Tarım San. ve Tic. A.Ş., Antalya; ORCID: 0000-0001-5287-3661
[4]Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Antalya; ORCID: 0000-0002-0384-9486

ÖZ

Biber (*Capsicum annuum* L.) dünyada en yaygın olarak yetiştirilen ve ekonomik olarak önemli yere sahip sebzelerden gruplarından biridir. Biber yetiştiriciliği yapılan açık alanlar ve seralarda üretim girdilerini sınırlandıran faktörlerin başında virüs hastalıkları gelmektedir. Tohumla ve mekanik yollarla taşınabilen Tobamovirus grubuna ait virüslerden özellikle Pepper mild mottle virus (PMMoV) ve son yıllarda özellikle domates üretiminde ciddi problemlere sebep olan Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV) biber yetiştiriciliği yapılan alanlarda ciddi enfeksiyonlara sebep olmaktadır. Bu iki virüs de biber bitkilerinde benzer simptomlar meydana getirmeleri sebebiyle simptomatolojik olarak ayırt etmek oldukça zordur. Teşhis için virüslere spesifik primerler ile RT-PCR yapılması gerekmektedir. Virüs enfeksiyonlarından korunmanın en etkili yöntemi dayanıklı çeşit kullanmaktır. Bu çalışmada biber bitkilerinde L4 dayanıklılık genini tanılayan farklı klasik markırlar ve DYN firmasına ait 'simple probe' teknolojisiyle çalışan L4 RealTime kiti kullanılarak, MAS (Marker-Assisted Selection) çalışmalarıyla L4 geni tanılaması hem klasik PCR hem de qPCR (quantitative PCR) sonuçlarıyla kıyaslanmıştır. MAS analizlerinde ise L4 genini tanılamak için kullanılan markırlar ile kıyaslama çalışması yapılmıştır. RealTime PCR ile uyumlu çalışan, beklenen-gözlenen sonuçlarını doğrulayan klasik PCR markırı da belirlenmiştir. Laboratuvar imkanları elverişli olduğu sürece L4 klasik markırlarının qPCR kitleri ile doğrulanması gerektiği, tek markıra bağlı kalınarak alınan sonuçların güvenilir olmadığı ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: MAS, L4 dayanıklılık geni, PMMoV, ToBRFV, virüs

SYMPTOMATOLOGY OF TOBAMOVIRUSES INFECTING PEPPER PLANTS AND THE COMPARISON OF REALTIME PCR RESULTS WITH DIFFERENT MARKERS DIAGNOSING THE L4 GENE

ABSTRACT

Pepper (*Capsicum annuum* L.) is one of the most widely grown and economically important vegetable groups in the world. The primary factors limiting production inputs in open fields and greenhouses where pepper is cultivated are virus infections. Major infections in pepper growing areas are caused on by the PMMoV, one of the Tobamovirus group's viruses that can spread mechanically and by seeds, and the ToBRFV, which has recently caused serious issues with tomato production. It is quite difficult to diagnose these two viruses symptomatologically, requiring RT-PCR with virus-specific primers for complete diagnosis. The usage of resistant cultivars is the best defense against viral infections. In this study, the results of MAS analyze performed with both classical PCR and qPCR using various markers identifying the L4 gene in pepper plants were compared. The markers used to identify the L4 gene were compared with the results of the MAS analysis. Additionally, a traditional PCR marker was identified, which enhances RealTime PCR and supports the observed results. As long as there are laboratory facilities available, it has been revealed that L4 classical markers should be confirmed using qPCR kits and that the results from using only one marker are unreliable.

Keywords: MAS, L4 resistance gene, PMMoV, ToBRFV, virus

GİRİŞ

Biber (*Capsicum annuum* L.) dünyada ve ülkemizde yaygın olarak üretilen ve tüketilen, aynı zamanda ekonomik olarak önemli yere sahip sebze gruplarından biridir. Ülkemizde Kapya, Dolmalık, Sivri ve Çarliston çeşitleri olarak farklı biber genotiplerinin üretimleri gerçekleştirilmektedir. Biber yetiştiriciliği yapılan açık alan ve seralarda üretim verilerini sınırlandıran birçok faktör bulunmaktadır. Biber yetiştiriciliğinde hem kaliteyi hem de üretim miktarını etkileyen en önemli parametrelerin başında kimyasal mücadelesi mümkün olmayan virüs hastalıkları gelmektedir. Üretim alanlarında en sık karşılaşılan vektörler; yaprak bitleri (*Myzus persica*), thripsler (*Thrips*

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*: pelinsarikaya75@gmail.com

tabaci, *Frankliniella occidentalis*) ve beyazsinekler (*Bemisia tabaci*) olarak bilinmektedir ve bu vektörler önemli verim kayıplarına sebep olan virüslere vektörlük yapma özellikleriyle etkin rol oynamaktadır. Bazı araştırmacılar biber üretim alanlarında sık rastlanan ve önemli olan ilk üç virüs olarak; Potato virus Y (PVY), Tomato spotted wilt virus (TSWV) ve Pepper mild mottle virus (PMMoV) olduğunu belirtmişlerdir. Pepper mild mottle virus (PMMoV) ve Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV)'ün de dahil olduğu Tobamovirus'lerin bilinen bir böcek vektörü olmamasına rağmen mekanik yollarla ve temas ile bulaşabilmeleri nedeniyle üretim alanlarının en önemli problemlerindendir. Virüs hastalıkları ile mücadelede en başarılı yönetim modeli, dayanıklı çeşitlerin ıslahı ve bu hastalıklara vektörlük yapan böceklere karşı kültürel-kimyasal mücadele yöntemlerinin kullanılmasıdır. Birçok virüs vektörü ile kimyasal-kültürel mücadeleler yapılarak hastalık kontrol altında tutulabilmektedir. Ancak Tobamovirus'ler gibi temas yoluyla bulaşabilen ve şu ana kadar vektörü tespit edilmeyen virüslerin varlığı büyük bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Virülensliği çok yüksek olan bu virüslerin mücadelesinde dayanıklı çeşitlerin kullanılmasının önemi daha da artmaktadır [9].

Biber bitkisinin genomundaki I2C ve R3a lokuslarının pozisyonu, birkaç kantitatif özellik lokusuna (QTL) sahip bir R-gen kümesini ve ayrıca baskın bir direnç geni olan L'yi içermektedir. L lokusunda, *Capsicum annuum* (L1), *Capsicum frutescens* (L2), *Capsicum chinense* (L3) ve Capsicum chacoense (L4) [2, 3]. Dayanıklılığı kontrol eden dört genin allelizmi, TMV direncinin erken bir genetik çalışmasında gösterilmiştir [3]. L geninin, Tobacco mosaic virus (TMV), Tomato mosaic virus (ToMV), Paprika mild mottle virus (PaMMV) ve Pepper mild mottle virus (PMMoV) dahil olmak üzere biberi enfekte eden birkaç Tobamovirus'e dayanıklılık kazandırdığı gösterilmiştir [6, 18]. Bu Tobamovirus'ler, patojenitelerine ve muadili direnç L genleri ile etkileşimlerine bağlı olarak farklı patotipler -P0, P1, P1,2 ve P1,2,3- olarak sınıflandırılmıştır. P1,2,3 olarak sınıflandırılan birkaç PMMoV izolatının en agresif olduğu gösterilmiştir, L4 hariç tüm L geni aracılı dayanıklılık, sistemik enfeksiyonun meydana geldiği yerlerde etkisiz kalmaktadır [14, 11]. L4, aşırı duyarlı tepkiyi (HR) indükleyerek Tobamovirus'lerin çoğu patotipine karşı direnç sağlar. Tobamovirus'ün kılıf proteini, belirgin bir HR oluşturarak L gen aracılı direnci ortaya çıkardığı gösterilmiştir [2].

Dünyada bulunan PMMoV izolatları P1.2 veya P1.2.3 olarak adlandırılmıştır [15]. L3 genini taşıyan bitkiler patotip P1.2'ye dayanıklı, fakat P1.2.3'e karşı hassas olduğu belirtilmiştir [14]. L4 genine sahip bitkiler ise her iki patojene karşıda dayanıklılık sağlamaktadır [14, 11].

Biber kromozomu 11'in alt kolunda haritalanan L geni için çeşitli DNA markörleri ve haritalama popülasyonları kullanılarak birkaç markör geliştirilmiştir. Sugita ve ark. [16] tarafından L3 lokusundan 4.0 cM'de bulunan Random amplified polymorphic DNA (RAPD) markörleri geliştirilmiştir. L3 lokusuna (\0.1 cM uzaklıkta) daha yakın konumlanan markırlar, bulked segregant analysis-amplified fragment length polymorphism (BSA-AFLP) ve resistance gene analog (RGA) haritalaması kullanılarak geliştirilmiştir [17]. Matsunaga vd. [14], birkaç L4 bağlantılı işaretleyici geliştirilmiştir. L4 lokusundan 1.5 cM uzaklıkta bulunan RAPD belirteçlerinden biri (WA31-1500), AP7-AP8 adıyla bir SCAR markırına dönüştürülmüştür. Başka bir haritalama çalışması, L4 ile bağlantılı üç AFLP markırı oluşturmuş ve en yakın markır (L4SC340) bir SCAR markırına dönüştürülmüştür. [11]. Bu işaretleyici iki popülasyonda test edildiğinde, işaretleyici L4'ten 0.9 ve 1.8 cM uzakta haritalanmıştır ve bu belirteçlerin varlığı, L4 geninin iyi haritalanması ve L3 ile L4 arasındaki alelik ilişkinin aydınlatılması için büyük bir fırsat sağlamıştır. Daha sonraki yıllarda L4 genini tanılamak için çeşitli klonlama ve haritalama çalışmaları Yang vd. [19] tarafından 060I2END dominant markırı ve 087H3T7 co-dominant markırı geliştirilmiştir. Lee vd. [12] tarafından L4 genini tanılayan bir SCAR co-dominant markır da literatüre geçmiştir. TG036 [13] markırından türetilen Tm3-DRS markırı, PCR primer çifti P118 ve primer P119 olarak tanımlanmış ve PCR ürünlerinin, Tru1I (MseI) enzimiyle kesilmesi sonucu L4 alelinin varlığını gösteren bir markır olarak patenti alınmıştır [1]. L4 geni için araştırılan markırların sekans dizilimleri Çizelge 2.'de özetlenmiştir.

Yapılan bu çalışmada biber bitkilerinde Tobamavirus grubuna karşı dayanıklılık sağlayan L4 geninin tanılamasında kullanılan altı farklı markır ve bir adet RealTime kiti kullanılarak markırların sonuçları kıyaslanmıştır. Heterozigot ve hassas kontrollerin eklendiği klasik ve RealTime PCR çalışmalarının sonuçlarındaki farklılıklar kaydedilerek L4 geni için kullanılacak en uygun markırın belirlenmesi amaçlanmıştır. Ek olarak biber bitkilerini enfekte eden ve ülkemizde rapor edilmiş olan iki farklı Tobamovirus hastalığının simptomatolojisi de bu çalışmaya dahil edilmiştir. ToBRFV'nin L4 geni taşıyan dayanıklı biber bitkilerinde sebep olduğu simptomların, PMMoV ile

karıştırılmaması için simptomatolojinin öneminin vurgulanması da amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Çalışmada piyasada satılan tescilli çeşitleri kontrol grubu olarak kullanılmıştır (Çizelge 1). Bu çeşitler dolmalık tiplerden oluşan Sobek F1 (Syngenta Tohum), Doddo RZ F1 (Rijk Zwaan), Torpido F1 (Multi Tohum), Kanije F1 (Multi Tohum), Zafer F1 (Yüksel Tohum), ASG 407 F1 (Asgen Tarım) ; Çarliston tipi Nicole F1 (ADRossen Tohum), Dolma tipi Egeli F1 (ADRossen Tohum). İki adet homozigot dayanıklı sentetik kontrol de çalışmaya dahil edilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan hibrit çeşitler ve L4 dayanımları

Table 1. Hybrid varieties and their L4 resistances

Çeşit İsmi	L4 Dayanımı
Sobek F1	+
Doddo RZ F1	+
Torpido F1	-
Kanije F1	-
Zafer F1	+
Asg 407 F1	+
Egeli F1	+
Nicole F1	+

Metot

•Total Nükleik Asit Ekstraksiyonu: Materyal olarak kullanılan çeşitlerden yaprak örnekleri alınarak CTAB [8] metodu modifiye edilerek uygulanmıştır. Elde edilen nükleik asit örnekleri, PCR çalışmalarında kalıp olarak kullanılmıştır.

•Klasik ve Real Time PCR Çalışmaları: Çalışmadaki 9 farklı kontrol bitkinin nükleik asitleri, Çizelge 2'de belirtilen primer dizilimleri kullanılarak klasik PCR çalışmalarına tabii tutulmuştur. Bu çalışmalarda GRS Hotstart Taq Mastermix (2X) (GRISP, Portekiz) kiti kullanılarak 12.5 µl Mastermix, 1.5 µl forward primer,1.5 µl Reverse primer, 2 µl DNA ve 7.5 µl steril su eklenerek totalde 25 µl hacimde PCR reaksiyonları gerçekleştirilmiştir. PCR koşullarında ise Çizelge 2.'deki annealing sıcaklıkları takip edilerek 95'de 5 dk 1 döngü, 95°C'de 30 sn, 53-64°C'de 30 sn ve 72°C'de 30 sn-1 dk 40 döngü ve 72°C'de 10 dk 1 döngü olacak şekilde uygulanmıştır.

Klasik PCR çalışmalarının sonuçlarından elde edilen amplikonlar baz %1.5'luk agaroz jel hazırlanarak ve Xpert Green DNA Stain (20.000X) (GRISP, Portekiz) boyanmıştır ve ürünler 70-100 V arasında yürütülmüş ve UV ışık altında görüntüleri kaydedilmiştir. Realtime PCR için DYN Firmasının L4 SimpleProbe kiti kullanılmış ve sonuçları Roche LightCycler 480 cihazında analiz edilmiştir.

Çizelge 2. L4 geni için çalışılan markır listesi ve özellikleri

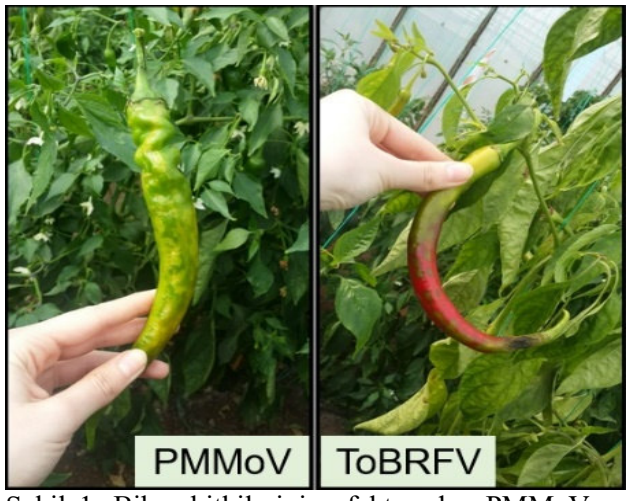
Table 2. List of markers studied for the L4 gene and their properties

Markır Adı	Dizilimi	Tm (°C)
AP-7 AP-8	CGTACTGTGGCTCAAAACTC ATTCGCACCGTTTAGCCCGT	58
L4SC340-F L4SC340-R	AAGGGGCGTTCTTGAGCCAA TCCATGGAGTTGTTCTGCAT	53
060I2END-2F 060I2END-2R	GCACATCAGCAGGTTTAGTACG CCAACTGTCAAACCTCGG	62
087H3T7-F 087H3T7-R	CCTTTGCCTGCATTATTCTTG GCCCAAATTTATTCCCAAATGC	62
P118 P119	AATCCTTCAACTGCCATTTC ATTGGGACATGAGGTGTGTA	58
L4SCAR-F L4SCAR-R	ATCGATGCACCCCTCGTTTTAATC GAGCAGTGTGGAGTGTCTATTGCTCA	64

BULGULAR VE TARTIŞMA

Simptomatojik Bulgular

Biber bitkilerini enfekte eden Tobamoviruslerin gösterdiği simptomlar Şekil 1'de gösterilmiştir. Tobamovirus'lerin tipik özelliği olarak yaprak simptomu vermeyen enfeksiyonların, biber meyvelerinde meydana getirdiği simptomlar birbirine benzemektedir. Dolayısıyla spesifik bir tanılama istediğinde PMMoV için P12/3(F) ve P12/3A(R) primer çifti [5] ve ToBRFV için ToBRFVF1 ToBRFV R1 primer çifti [10] kullanılarak RT-PCR çalışması ile teşhis yapılması gerekmektedir.



Şekil 1. Biber bitkilerini enfekte eden PMMoV ve ToBRFV hastalıklarının simptomları

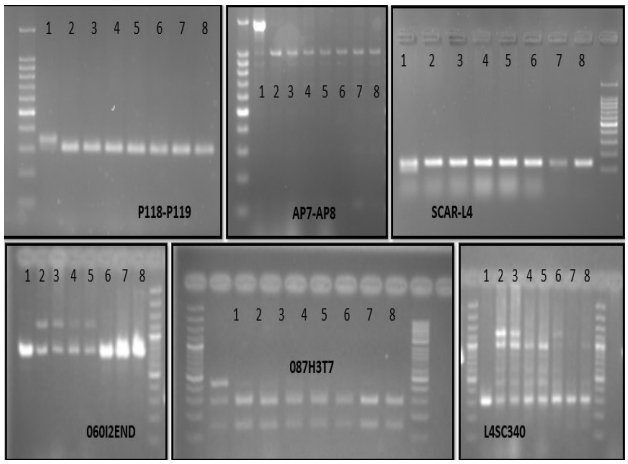
Figure 1. Symptoms of PMMoV and ToBRFV diseases that infect pepper plants

Moleküler Bulgular

L4 geni için kullanılan markırlar ile yapılan klasik PCR analizlerinin sonuçları kıyaslanarak çalışılmış

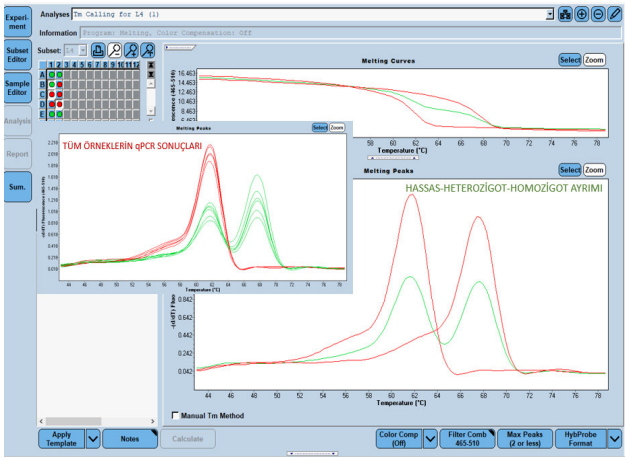
ve kalıtımdaki farklılıkları belirten sonuçlar tek jel resminde toplanmıştır (Şekil 2).

Real time kiti ile yapılan çalışmada elde edilen pik görüntüleri Şekil 3'te paylaşılmıştır.



Şekil 2. L4 geni markırları ile Klasik PCR ile yapılan örneklerin agaroz jel görüntüleri

Figure 2. Agarose gel images of samples made by classical PCR with L4 gene markers



Şekil 3. qPCR ile yapılan L4 geni sonuçları

Figure 3. Results of the L4 gene performed by qPCR

TARTIŞMA

PMMoV ve özellikle son yıllarda ToBRFV biber üretim alanlarında büyük problemler oluşturmaktadır. Özellikle Çağlar ve ark. [7]'nın yılında yapılan çalışmada L3 geni vasıtasıyla PMMoV için sağlanan dayanıklılığın kırılmasının rapor edilmesi ve Fidan vd. [10]'nin yaptıkları çalışmada biber bitkilerindeki dayanıklılık genlerinin ToBRFV'ye karşı etkinliğinin henüz anlaşılamadığını belirtmeleriyle birlikte bu Tobamovirus hastalıkları ile mücadelede kullanılacak tek dayanıklılık kaynağı olarak Capsicum chacoense'den elde edilen L4 geni ile çalışılması önem kazanmıştır. L4 geni vasıtasıyla sadece PMMoV'ye karşı değil aynı zamanda Tobamovirus grubuna ait ToMV (Tomato mosaic virus), TMV (Tobacco mosaic virus) gibi diğer virüslere karşı da dayanıklılık sağlanabildiği belirtilmiştir [4]. Simptomatolojik, fenotipik özelliklerin haricinde bitkilerin genotiplerinin araştırılmasında yardımcı olan genetik markırlar ile yapılan bu kıyaslama çalışmasında farklı sonuçlar elde edilmiştir.

Moleküler markırların tanılamadaki yetkinliğini etkileyen unsurlardan biri de bu primerlerin aday gen olan L4 genine yakın konumlanmasıyla ilgilidir. Denemede kullanılan L4SC340 L4 genine 1.8 cM yakınında konumlandığı [11], AP7/AP-8 primerlerinin L4 genine olan yakınlığının 1.5 cM yakınında olduğu [14], 087H3T7 [19] primerinin ise gene olan uzaklığının 0.7 cM yakınında konumlandığı rapor edilmiştir.

Allersma vd. [1], P118-P119 markırı için, söz konusu bitkinin genomunda L4 direnç alelinin mevcudiyeti nedeniyle Pepper mild mottle virus'ü (PMMoV) patotip 1.2.3'e direnç gösteren Capsicum cinsinin bir bitkisini sağladığını ve burada söz konusu L4 alelinin yaklaşık 0.001 ila 10 cM, tercihen 0.001 ila 10 cM'lik bir genetik mesafe boyunca nükleotit dizilerinin çıkarılmasını içermesi gerektiğini belirtmişlerdir. TM-3 direnç genini içeren Grup 1'in markıları ile grup 3'ün markırları arasında gözlemlenen rekombinasyon frekansın, yaklaşık 2 cM'lik bir mesafeye eşdeğer olduğunu ve Grup 1'in markırları ile Grup 2'nin markırları arasında gözlemlenen rekombinasyon sıklığının da yaklaşık 2 cM'lik bir mesafeye eşdeğer olduğunu paylaşmışlardır.

Simpleprobe teknolojisiyle hazırlanmış olan ve bu çalışmada kullandığımız RealTime L4 kiti ise hassas ve dayanıklı allelleri, dizilimlerindeki farklı nükleotidlerin erime sıcaklığının farklı olması mantığına dayanarak birbirinden ayırt etmektedir. Reaksiyon sonrasında elde edilen pikler incelendiğinde 67°C'de elde edilen pik hassas genotipi, 73°C'de elde edilen pik dayanıklı genotipi, her iki sıcaklıkta da pik veren örneklerin ise heterozigot dayanıklı genotip olduğunu belirlemede oldukça kolay ve hızlı sonuç sağlamaktadır. Laboratuvar imkanları elverişli olduğu sürece L4 klasik markırlarının, real time kitler ile doğrulanması gerektiği ve tek markıra bağlı kalınarak alınan sonuçların yanıltıcı olabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

SONUÇ

Yapılan çalışma sonuçlarına göre L4 geni için kullanılan markırların sonuçlarında farklılıklar gözlenmiştir. L4SC340 markırı [11] SCAR dominant bir markır olup tüm kontrollerde bant verdiğinden

kalıtım belirlemede etkin bulunmamıştır. AP7-AP8 [14] markırı, L4 alleli taşıyan genotiplerde bant verip olmayanlarda vermeyerek L4 geni için yorum yapılmasına olanak sağlamıştır fakat heterozigot genotipleri belirleyememektedir. 060I2END [19] markırı dayanıklı olan bitkilerde bant vermesinin yanı sıra heterozigot olarak sonuçlar vermediğinden ıslah çalışmaları için eksikliği belirlenmiştir. P118-P119 [1], patentli bir markır olup MseI enzimiyle kesim işlemi sonrası Sobek F1 çeşidinin heterozigot karakterde olduğunu doğrulamış fakat diğer tüm bitkileri hassas olarak göstermiştir. L4SCAR [12] markırı da P118-P119 ile aynı sonuçları vermiştir. Benzer şekilde 087H3T7 [19] markırı da SspI enzimiyle kesim sonrası hassas/heterozigot ayrımını göstermiştir. Real time PCR simpleprobe kit sonuçları değerlendirildiğinde yüksek oranda doğru sonuçlar alınmıştır. Bu çalışmada, L4 geni analizi için klasik markırları ve realtime kitleri karşılaştırmalı olarak test edilmesinin önemi vurgulanmıştır.

KAYNAKLAR

1. Allersma, A.P., Hofstede, R.J.M., Vreugdenhil, D. 2011. PMMoV resistant capsicum plants. New European Patent Specification, Bulletin 2017/4. U.S. Patent No:7, 943, 831.
2. Berzal-Herranz, A., de la Cruz, A., Tenllado, F., Díaz-Ruíz, J.R., López, L., Sanz, A.I., Vaquero, C., Serra, M.T., García-Luque, I. 1995. The Capsicum L3 gene-mediated resistance against the Tobamoviruses is elicited by the coat protein. Virology 209:498-505.
3. Boukema, I.W. 1980. Allelism of genes controlling resistance to TMV in *Capsicum* L. Euphytica 29:433-439.
4. Boukema, I.W. 1984. Resistance to TMV in *Capsicum chacoense* Hunz. is governed by an allele of the L-locus. Capsicum Newsletter 3:47-48.
5. Buzkan, N., Yüzer, D. 2009. Molecular detection of seed-borne viruses in Kahramanmaraş red peppers. Alatarım, 8(1):1-7.
6. Csillery, G., Tobias, I., Rusko, J. 1983. A new pepper strain of tomato mosaic virus. Acta Phytopathologica Academiae Scientiarum Hungaricae 18:195-200.
7. Çağlar, B.K., Fidan, H., Elbeaino, T. 2012. Detection and molecular characterization of pepper mild mottle virus from Turkey. Journal of Phytopathology 161(6):434-438.
8. Doyle, J.J., Doyle, J.L. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. Phytochemical Bulletin 19:11-15.
9. Fidan, H., Barut, M. 2019. Biber hafif benek virüsüne (PMMoV) karşı L4 dayanıklılık durumunun taranması ve moleküler yöntemlerle karakterizasyonu. Mediterranean Agricultural Sciences 32(3):297-305.
10. Fidan, H., Sarikaya, P., Yildiz, K., Topkaya, B., Erkis, G., Calis, O. 2021. Robust molecular detection of the new Tomato brown rugose fruit virus in infected tomato and pepper plants from Turkey. Journal of Integrative Agriculture 20(8):2170-2179.
11. Kim, H.J., Han, J.H., Yoo, J.H., Cho, H.J., Kim, B.D. 2008. Development of a sequence characteristic amplified region marker linked to the L4 locus conferring broad spectrum resistance to Tobamoviruses in pepper plants. Molecules and Cells 25:205-210.
12. Lee, J.D., Han, J.H., Yoon, J.B. 2012. A set of allele-specific markers linked to L locus resistant to Tobamovirus in *Capsicum* spp. Horticultural Science & Technology, 30(3):286-293.
13. Lefebvre, V., Pflieger, S., Thabuis, A., Caranta, C., Blattes, A., Chauvet, J.C., Daubeze, A.M., Palloix, A. 2002. Towards the saturation of the pepper linkage map by alignment of three intraspecific maps including known-function genes. Genome 45(5):839-854.
14. Matsunaga, H.T., Saito, M., Hirai, T., Yoshida, T. 2003. DNA markers linked to pepper mild mottle virus (PMMoV) resistant locus (L4) in Capsicum. Japanese Society for Horticultural Science 72:218-220.
15. Rast, A.T.B. 1988. Pepper Tobamoviruses and pathotypes used in resistance breeding. Capsicum Newsletter 7:20-23.
16. Sugita, T., Yamaguchi, K., Sugimura, Y., Nagata, R., Yuji, K., Kinoshita, T., Todoroki, A. 2004. Development of SCAR markers linked to L3 gene in Capsicum. Breed. Sci. 54:111-115.
17. Tomita, R., Ken-Taro, S., Hiroyuki, M., Sakamoto, M., Murai, J., Kiba, A., Hikichi, Y., Suzuki, K., Kobayashi, K. 2011. Genetic basis for the hierarchical interaction between Tobamovirus spp. and L resistance gene alleles from different pepper species. Molecular Plant Microbe Interactions 24:108-117
18. Wetter, C., Conti, M., Altschuh, D., Tabillion, R., Van Regenmortel, M.H.V. 1984. Pepper mild mottle virus, a Tobamovirus infecting pepper cultivars in Sicily. Phytopathology 74(4):405-410.
19. Yang, H.B., Lıu, W.Y., Kang, W.H., Jahn, M., Kang, B.C. 2009. Development of SNP markers linked to the L locus in Capsicum spp. by a comparative genetic analysis. In Molecular Breeding 24(4):433-446.

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 425–434 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

KENTSEL TARIM: TARİHTEN GÜNÜMÜZE İZMİR ÖRNEKLERİ

Çiğdem Asiye ARTIK[1]*, Yüksel TÜZEL[2], Pelin TOPÇU[3]

[1]Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, İzmir; ORCID: 0000-0002-1075-2703
[2]Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir; ORCID: 0000-0001-7825-9379
[3]Dokuz Eylül Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Film Tasarımı ve Yönetmenliği Böl., Buca/İzmir; ORCID: 0000-0002-2773-2864

ÖZ

Türk Dil Kurumuna (TDK) göre kent "nüfusunun çoğunun ticaret, sanayi, hizmet veya yönetimle ilgili işlerle uğraşan, genellikle tarımsal faaliyetlerin yapılmadığı yerleşim alanları" olarak tanımlanmıştır. Kırsal bölge ise ekonomik ve sosyal faaliyetlerin tarım ve hayvancılığa bağlı olduğu, ürün fazlasının kentlere gönderildiği yerleşim alanlarıdır. Sanayi Devrimi sonrası yaşanan köyden kente göç neticesinde kentsel nüfusta artış ve kent çeperinin genişlemesi gerçekleşmiştir. 2007 yılında Birleşmiş Milletler Tarım ve Gıda Örgütü (FAO)'nün hazırladığı rapora göre, tarihte ilk kez kent nüfusu kır nüfusunu geçmiştir. Aynı raporda yer alan tahminlere göre ise 2050 yılında nüfusun üçte ikisinden fazlası kentlerde yaşayacaktır. Tarımsal üretim açısından, özellikle bahçe bitkileri üretiminin kentlere taşınacağı, farklı kentsel tarım modellerinin gelişeceği öngörülmektedir. İzmir 4.5 milyona yakın nüfusu ile Türkiye'nin 3. büyük kentidir ve TÜİK verilerine göre geçtiğimiz yıllarda İzmir, 107.172 kişi göç almıştır. İzmir kent merkezi çeperinde ve ilçelerinde hala tarım faaliyetleri devam ettiği ve bu bölgelere ulaşım daha kolay olduğu için İstanbul'daki kentsel tarım örneklerinin benzerlerini şimdilik İzmir'de bulmak çok daha zorlaşmaktır. Ancak balkon bahçeciliği, topluluk bahçeleri, belediye tarafından kurulan tesisler gibi örnekler ile karşılaşmak mümkündür. Kent merkezi ve çeperlerindeki "kentsel tarım" kapsamına giren faaliyetler daha çok belediyeler tarafından koordine edilmektedir. Bu çalışmada, İzmir ve çevresindeki en önemli kentsel tarım uygulamaları (Yakaköy Bornova Doğal Tarım Merkezi, Efes Tarlası Kent Bostanı, Maqius Project, Darağaç Bostan, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Bostanı ve Kemeraltı Komşu Bostanları) verilecek ve uygulamaların daha fazla artması için ne tür çalışmalar yapılması gerektiği değerlendirilecektir.

Anahtar Kelimeler: İzmir, kentsel tarım, beslenme, kent hakkı, sürdürülebilirlik

URBAN AGRICULTURE: EXAMPLES OF IZMIR FROM HISTORY TO PRESENT

ASTRACT

According to the Turkish Language Association (TDK), the city is defined as "settlement areas where most of the population is engaged in trade, industry, service or administration, and generally where agricultural activities are not carried out". Rural areas, on the other hand, are settlements where economic and social activities depend on agriculture and animal husbandry, and where surplus products are sent to cities. As a result of the migration from the village to the city after the Industrial Revolution, an increase in the urban population and the expansion of the city periphery took place. According to the report prepared by FAO in 2007, the urban population exceeded the rural population for the first time in history. According to the projections in the same report, more than two-thirds of the population will live in cities by 2050. In terms of agricultural production, it is foreseen that the production of horticultural crops will be carried to the cities and different urban agriculture models will develop. İzmir is the 3rd largest city in Turkey with a population of close to 4.5 million, and according to TUIK data, 107.172 people have migrated to İzmir in the past years. Since agricultural activities still continue in the periphery and districts of Izmir city center and transportation to these regions is easier, it is much more difficult to find similar urban agriculture examples in Istanbul for now. However, it is possible to encounter examples such as balcony gardening, community gardens, facilities established by the municipality. Activities within the scope of "urban agriculture" in the city center and its peripheries are mostly coordinated by municipalities. In this study, the most important urban agricultural practices in İzmir and its surroundings (Yakaköy Bornova Natural Agriculture Center, Ephesus Field Urban Garden, Maqius Project, Darağaç Garden, İzmir Institute of Technology Garden and Kemeraltı Neighboring Gardens) will be given and what kind of studies should be done to increase the applications. will be evaluated.

Keywords: İzmir, urban agriculture, nutrition, city right, sustainability

GİRİŞ

İnsanlığın yerleşik hayata geçmesiyle beraber yerleşim yerlerinin su kaynaklarına ve özellikle tarımsal alanlara yakın olması tercih edilmiştir. 18. ve 19. yüzyılda gerçekleşen Sanayi Devrimi'yle beraber pek çok alanda insanlığın öncelikleri ve tercihleri değişmeye başlamıştır. Sanayi Devrimi'yle beraber

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*:

kentlerin çekim merkezi haline gelmesi kır-kent dengesini de etkilemeye başlamış ve tarım alanları şehir çeperinin dışında kalmıştır. Kır ve kent arasına çekilen hattın keskinleşmesi 20. yüzyılda geldiğimizde daha net bir şekilde gözlemlenebilmiştir. Özellikle 1980'li yıllardan sonra uygulanan neo-liberal ekonomi politikaları kırdan kente yoğun göç yaşanmasına neden olmuştur. Kır ve kent arasında tanımsal olarak çizilen hat; sanayi, enerji, tarım ve kent politikalarıyla beraber günden güne muğlaklaşmaya başlamıştır. Köylerin tanımının mahalle olarak değişmesini sağlayan Büyükşehir Belediye Yasası, Türkiye'de kırsal nüfusun önemli oranda azalmasına sebep olmuştur. Yaşanan bu teorik düşüşün yanında; 1950'li yıllarda tarımda makineleşme ve 1980'lerden itibaren sanayi ve hizmet sektöründeki gelişmeler kırdan kente göçü artırmış, tarımda izlenen devletçi politika, yerini özel sektöre bırakmaya başlayınca da köylü nüfusun kente göçü kaçınılmaz olmuştur [22].

Dünyadaki kırsal nüfus ile kent nüfusu istatistikleri karşılaştırıldığında ise, tarihte ilk kez 2007 yılında kent nüfusunun kır nüfusunu geçtiği görülmektedir [27]. Bu veriyi birçok bilim dalı farklı bir açıdan inceleyebilecekken, bu metnin ana konusu olan "kentsel tarım" çerçevesinde ele aldığımızda, "kent nüfusu için değişen üretim ve tüketim alışkanlıkları" odaklandığımız konu olacaktır.

Kentsel tarım kavramı, literatürde son dönemde sıkça anılmasına rağmen kendine tarih boyunca yer bulmuş bir faaliyettir. Basit anlamıyla, kent içi ve kent çeperinde yapılan, halka istihdam olanağı tanıyan, şehirde yaşayan insanların sağlıklı gıdaya güvenilir ve aracısız bir şekilde erişimini sağlayan, ekonomik getirisi sanıldığından fazla olan ekonomik bir faaliyettir (Menteş, 2019).

Kentsel tarıma dair farklı disiplinlerdeki araştırmalar incelendiğinde, özellikle düşük gelirli gruplar için gıda güvenliği ve beslenme için bir araç olarak kullanıldığı gözlemlenmektedir. Ayrıca bu bölgelerde, kent bahçeciliği kentlerde tüketilen gıdanın önemli bir bölümünü sağlayan ve özellikle kadınlara gelir ve istihdam sunan önemli bir ekonomik sektördür [26].

Dünya metropollerinde aktif olarak yapılmaya başlanan tarımsal faaliyetleri iklim değişikliği özelinde de ele almak mümkündür. İklim değişikliğinin etkisiyle sürdürülebilir yaşam yolları aranırken, kent-kır arasındaki gıda temininde salınan karbon ayak izini azaltmada bir alternatif oluşturduğu düşünülmektedir. Birleşmiş Millet raporlarına göre; dünya genelinde kent nüfusunun hızla artmasına bağlı olarak kentlerde gıdaya erişim konusu her geçen gün endişeleri artırmakta ve kentsel tarımın önemini ortaya koymaktadır [26].

Hem akademide hem de iş dünyasında şehir planlamasından inşaat sektörüne kadar pek çok alanda yeni bir eğilim oluşmasının sebebi de benzerdir. Şehirleşme olgusu doğayı ve tarım alanlarını talan eden bir uygulama iken, iklim ve gıda krizini çözmeye yönelik bütüncül yaklaşımlarda rol alabilecek bir aktör haline gelmeye başlamıştır.

Türkiye'deki kentsel tarım incelemelerine bakıldığında, farklı sosyo-ekonomik sınıfların kentsel tarıma dair çalışmaları olduğu görülmektedir. Kentin daha dış çeperinde yer alan, düşük gelirli gruplar arasında yaygınlaşan tarımsal faaliyetlerin yanında, özellikle 2013 yılından itibaren kentli entelektüel kesim arasında yaygınlaşmaya başlayan ve farklı tarım yöntemlerine dair eğitimlerin ve çalışma sahalarının olduğu uygulamalar da (kent bostanları gibi) görülmektedir. Günümüz itibarıyla kent nüfusu ne denli büyürse kentsel tarım pratiklerinde de o denli çeşitlenme yaşandığı gözlemlenmiştir.

Bu çalışmada, makalenin odak noktası olan İzmir kentinin; farklı demografik, iklimsel ve coğrafi özelliklerden kaynaklı, farklı türde kentsel tarım uygulamalarının tarihsel ve güncel örnekleri ele alınmıştır.

Bu makaleye konu olan Kentsel Tarımın teorik tartışmaları, yerli ve yabancı kaynaklardaki literatürler incelenerek oluşturulmuş, ayrıca İzmir kentsel tarım tarihine dair çalışmalar için APİKAM (Ahmet Piriştine Kent Arşivi Müzesi) kitaplığında yer alan basılı kaynakların yanında, fotoğraflar görsel arşivden elde edilmiştir. İzmir tarihine dair çalışmalar yapan Rauf Beyru'nun 19. Yüzyılda İzmir'de Yaşam ve 19. Yüzyılda İzmir Kenti kitaplarında yer alan satır aralarındaki İzmir kent içi tarımına dair verilerden faydalanılmıştır. Ayrıca 1938 yılında basılan 15. Yıl Kent Yıllığı bazı tarihsel veriler anlamında önemli bir yer tutmaktadır. Güncel kentsel tarım örneklerine ise, İzmir Büyükşehir Belediyesi Tarımsal İşler çalışanlarından, ayrıca Dokuz Eylül Üniversitesi Film Tasarımı ve Yönetmenliği Bölümü'nden mezun Pelin Topçu'nun belgeselinden ulaşılmıştır.

KENT VE KIR KAVRAMLARI

TDK'daki tanımlara baktığımızda kent, "nüfusunun çoğu ticaret, sanayi, hizmet veya yönetimle ilgili işlerle uğraşan, genellikle tarımsal etkinliklerin olmadığı yerleşim alanı, site" iken, kırsal bölge ise, "üretim etkinlikleri tarıma dayalı olan, hayvancılık yapılan, kırsal nüfusun yaşadığı ve çalıştığı alan, kırsal alan" olarak geçmektedir. Bu tanımlar, 18. ve 19. yüzyıllarda gerçekleşen Sanayi Devrimi ile şekillenmiş, kentler; sanayi ve hizmet merkezi haline gelmiştir. Bu dönemde, tarımdaki ekonomik getirisinin dengesizliği, kırsal kesimde

yaşayan insanların daha iyi yaşam standardı beklentisi ile kentlere göç etmesinin temel sebeplerinden biri olarak karşımıza çıkmaktadır [26].

Kentleşmenin en yoğun olduğu, yani kent nüfusunun kırsal nüfusu geçtiği zamanlara ulaşılmıştır. FAO verilerine göre, toplam dünya nüfusunun 2050 yılında 9.3 milyara, kentlerde yaşayanların nüfusunun ise 6.4 milyara ulaşılacağı tahmin edilmektedir [15].

Bununla birlikte, gelişmiş ülkelerdeki kentleşme oranı için %80 gibi rakamlar telaffuz edilirken [8], gelişmekte olan ülkelerde bu oranın daha düşük seviyelerde seyrettiği, ancak hızının beş kat daha fazla olduğu öngörülmektedir [21]. Genel anlamda nüfus artışı ve bu artışın tüketim odaklı olan kentlerde olması, beraberinde açlık ve yetersiz beslenmeyi getireceğinden, son dönemde kent ve tarım kavramları sık sık beraber anılmaya başlanmış ve bu ekolojik, ekonomik ve sosyolojik sıkışmışlık arasında çözüm önerisi olarak sunulmaya başlanmıştır.

Bugün gitgide artan ekolojik krizin temelini tanımlayan metabolik yarılma (çatlak), bir yandan tarımın biyolojik temellerinden diğer yandan da insanların doğadan kopmasını yani iki uçlu ayrılmayı işaret etmektedir [20]. Bu Marx'ın yeryüzünün bütün zenginliklerinin asıl kaynağına dikkat çekerek kapitalist toplum ile doğanın ekolojik çelişkisini anlatan 'metabolizma' kavramı ile ilişkilendirilebilir [13]. Doğa ile toplum arasındaki yarılmayı ifade eden bu kavram, kapitalist büyüme, tarımın sanayileşmesi ve kentleşmeyle doğrudan ilgilidir. Kent ve tarım kavramlarının tekrar birlikte ele alınması ve tarımsal faaliyetlerin kente entegre edilmesi, bu yarığı azaltarak insanın yarattığı doğa ve toplum ikilemini azaltacaktır.

Kentsel tarım kavramı Birleşmiş Milletler tarafından, "Geniş yelpazede bitkisel ve hayvansal ürün sağlamak için, yoğun üretim metotlarının uygulanmasıyla, doğal kaynakları ve kentsel atıkları yeniden kullanarak, karada ve su kenarlarına yayılmış kentsel ve yarı kentsel alan, kasaba, şehir ve metropollerdeki tüketicilerin çoğunlukla günlük ihtiyaçlarına cevaben gıda ve yakıt üreten, işleyen bir endüstri" olarak tanımlanmaktadır (Smit vd. 1996).

Kentsel tarım, çeşitli tarım faaliyetlerini ve birçok fonksiyonu birlikte sunan dinamik bir süreçtir. Kent sisteminin gıda, ekonomi ve ekoloji alanlarında etkili olan kentsel tarım, kırsal alanlar, kent çeperleri, banliyöler, gecekondu mahalleleri, rekreasyon alanları ve yüksek binaların bulunduğu plaza alanlarını bütünleştirebilecek bir potansiyele sahiptir. Ayrıca geçim ekonomisi sağlayarak yoksulluğun azaltılması, kentte gıda erişimi hakkı ve gıda güvenliği, biyoçeşitliliğin sürdürülmesi ve kentsel atıkların ve atık suların tekrardan kullanıma dahil edilmesine dair imkanlar sunmaktadır [9].

Kentsel tarım kent içi ve kent çeperinde yapılan tarım faaliyeti olarak bir şemsiye altına toplansa da ölçek ve özellikler bakımından geniş kapsamlı aktiviteleri içermektedir ve yapıldığı mekâna göre değişiklik gösterdiği için tanımı bileşenleri ile yapmak mümkündür. Dar gelirli ailelerin kendi tüketimleri için yaptıkları gıda üretiminden topluluk ve hobi bahçelerine, büyük ölçekli tarım işletmelerinden eğitim ve turizm temelli üretim alanlarına kadar çeşitlilik göstermektedir. Aynı zamanda, yapılan üretim çeşidine göre de farklılıklar göstermekte, topraksız tarım ve dikey tarımdan, balkon ve çatı bahçeciliğine uzanan üretim sistemlerini içermektedir [1].

Konunun önemli başvuru kaynaklarını yazan Mogueot, kentsel tarımı, "kent içindeki alanlarda kentin kaynaklarının kullanımıyla kentin ihtiyacı olan gıda ürünlerinin yetiştirilmesi, işlenmesi ve dağıtılması" şeklinde tanımlamaktadır [25]. Bir ürünün üretilmesinden dağıtımına kadar olan bütün aşamaları kapsayan bu tanımın yanında, FAO kapsamı biraz daha daraltarak kavramı "kent nüfusunun ihtiyacını karşılamak üzere toprak, su, enerji ve emek gibi kaynakların kullanılarak kent içinde ve çevresinde yapılan tarım faaliyetleri" olarak ifade etmektedir [14]. Ancak kentsel tarım sadece bahçe ve bahçecilik faaliyetleri değil, aynı zamanda hayvancılık, gıda toplama ve hatta avcılık gibi farklı türde tarım uygulamalarını da kapsamaktadır.

Daha geniş bir bakış açısıyla, kent sisteminin gıda, ekonomi ve ekoloji alanında gerekli bir parçası olarak düşünülebilir. Yerel ölçekte ekonomik kalkınmaya, yoksulluğun azaltılmasına, gıda güvencesine, kentsel atıkların tekrar kullanımına, kentlerin yeşillendirilmesine ve biyolojik çeşitliliğin sürdürülmesine kadar birçok boyutu bulunan kentsel tarım, bir anlamda kentte yaşayan insanların satın alma gücünün düşük olmasına verdiği cevaptır. Çünkü kentte yapılan tarım kent insanına hem güvenilir gıda hem de bir ölçüde gelir sağlamaktadır. Kentin ekonomi ve ekoloji sistemine entegrasyonu bağlamında kırsal tarımdan ayrılan kentsel tarım, ulusal gıda arzını da destekleyerek yabancı gıda arzına olan bağımlılığın azaltılmasına yardımcı olmaktadır [25].

Kentsel tarım faaliyetleri mevcut arazi özelliklerine göre topluluk bahçelerinden ev bahçelerine, parklara, yol kenarlarına dikilmiş meyve ağaçlarına, yeşil çatılara, duvarlara ve seralara kadar farklılık göstererek çeşitli alanlarda yapılabilmektedir. Ticari, ticari olmayan ve hibrit uygulamalar olarak üç grupta ele alınan tarım faaliyetleri kentsel nüfusun yetenekleri ile birlikte

iklim ve coğrafi şartlara göre değişmektedir. Ticari olmayan uygulamalar, özel, topluluk, kurumsal, gösteri ve gerilla bahçeleri, yenilebilir peyzaj uygulamaları, hobi olarak yapılan arıcılık ve kümes hayvancılığını kapsarken, ticari uygulamalar ise daha çok pazara yönelik yapılan faaliyetler ile kent ve kent çeperlerinde bulunan çiftlikleri, arıcılığı, gıda ürünlerinin işlenme, dağıtım ve satışı için gerekli donanım, malzeme ve alt yapıyı kapsamaktadırlar. Hibrit uygulamalar ise gıdanın üretimi, işlenmesi, dağıtımı ve pazarlamasından oluşan sosyal ve ücretsiz eğitim faaliyetlerini kapsamaktadır. Bunlarla birlikte; mahalle ve komşuluk gelişimi, dayanışma ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması gibi sosyal konuları da içine almaktadır [23].

KENTSEL TARIMIN TARİHÇESİ

Kent ve tarım arasında açılan makas son birkaç yüzyıldır, sanayi devrimi ile birlikte hız kazanmıştır. Uzak ve yakın tarih incelendiğinde, birçok kentin nehir hattı boyunca kurulduğu gözlemlenmektedir. Eski uygarlıklardan Mezopotamya, Çin, Aztek, İnka, Hint ve Mayaların besin ihtiyaçlarını karşılamak için tarıma dayalı şehirler kurdukları, gıdaya erişimin kolay olması için en yakın bölgelerde tarım yaptıkları, hatta evlerinin önünde tarım arazisi bulundurdukları bilinmektedir. Roma döneminde devlet politikası olarak kentsel tarıma öncelik verdiği bilinen Pompei şehri en önemli örneklerden biridir. Her ailenin 100 m²'lik kendine ait bahçesi bulunmakta, bu da kent içi tarım faaliyetlerinin Akdeniz havzasında yapıldığını göstermektedir [26]. Mezopotamya'ya baktığımızda ise Hevsel Bahçeleri yedi bin yıldan uzun süredir devam eden, Dicle Nehri ve Diyarbakır Kalesi arasında bulunan, yerel halkın geçimini sağladığı kentsel tarımın en iyi örneklerinden biridir. 2015 yılında Almanya Bonn'da düzenlenen Dünya Miras Komitesi 39. Dönem Toplantısı'nda "Diyarbakır Surları ve Hevsel Bahçeleri Kültürel Peyzaj Alanı"nın UNESCO Dünya Miras Listesi'ne kaydedilmesine karar verilmiştir (Kültür ve Turizm Bakanlığı, 2015).

Coğrafya ve iklim koşullarına göre şekillenen kentsel tarım faaliyetleri farklı ülkelerde farklı yöntemler ile yapılmaktadır. Buna örnek olarak Avrupalı sömürgecilerin Afrika kolonilerinde antik yöntemlerle kurduğu bostanlar, Çin'de uygulanan ve yüzlerce yıllık tarihi olan insan atığının gübre olarak değerlendirildiği çiftlikler ve Meksika şehrinin "chinampasları" gösterilebilir. 20. yüzyılda ise dünya savaşlarında yaşanan gıda krizine çözüm için kentsel yoksullara taze yiyecek sağlamak amacıyla birçok şehirde sebze bahçeleri tekrar kurulmuştur [26].

Kırsaldan kente göçlerin yoğun olarak yaşandığı sanayi devrimi sonrasında ise kentler plansız büyümüş, tarım alanları kentleşme baskısı altında kalmıştır. Bu niteliksiz şehirleşmeyi ortadan kaldırmak için birçok kentte ve ülkede önlemler alınmaya çalışılmıştır. "Bahçe Şehir" modeli bu girişimlerden yalnızca bir tanesidir. Ebenezer Horward tarafından 1892 yılında geliştirilen model, kırla kentin avantajlarını birleştirmektedir. Bahçe şehirleri ve çeperdeki tarımsal alanda üretimin yapılmasını temel alan modelde kır ve kent arasında karşılıklı ilişki kurulması planlanmıştır. Horward'dan sonra yapılan diğer bir çalışma ise 20. yüzyılda Le Corbousier tarafından oluşturulmuş ve "İşlevsel kent" fikri ortaya konulmuştur. Bu fikirde de kent çevresi ve kent içi tarım önemli bir yere sahiptir. Banliyölerde konut alanları dışında topluluk bahçeleri ve meyve bahçelerini öneren Corbousier kent çevresindeki alanları da tarımsal üretim alanı olarak tasarlamıştır [12].

Amerika'da 1917 yılında 3 milyon, 1918 yılında ise 5 milyondan fazla kent içinde üretim ve gıda güvencesi sağlayan bahçeler kurulmuştur. İngiltere'de ise 1.300.000 - 1.500.000 ton arasında kent içinde gıda üretimi yapılmıştır. Savaş sonrasında kentsel tarım ivmesini kaybetse de Büyük Buhran (Great Depression) zamanı tekrar gündeme gelmiş ve her ekonomik kriz döneminde de bu tekrar etmiştir [26].

1970'li yıllarda yenilenebilir enerji, çevresel sorunlar, alternatif yaşam tartışmalarıyla birlikte kentsel gıda üretimi itibarını tekrar kazanmış, bugünkü anlamda kentsel tarım faaliyetleri ABD'de metropol alanlarda topluluk bahçelerinin yaygınlaşması ile şekillenmiştir. Avrupa'da ise Zafer Bahçeleri (Victory Gardens) yaygın olarak görülmektedir ve boş arazilerde ekim yapan halkın kendi gıdasını üretmesi ve temin etmesi sağlanmıştır [24].

1990'lı yıllarda Sovyetler'in çöküşüyle beraber Küba'ya petrol temini sağlanamamış, Amerika'nın ambargosuyla Küba büyük bir krizin içine girmiştir. Makineleşme ve dış girdiye bağlı olan ülkede kişi başına yaklaşık 12 kg kilo kaybı yaşanmıştır [2]. Bu da Küba'da kentsel tarım faaliyetlerinin başlamasına ve yaygınlaşmasına neden olmuştur.

Yukarıda belirtilen tarihi örnekler de gösteriyor ki kentsel tarım sistemli bir gıda temin etme biçimidir. Kent nüfusu için sağlıklı ve güvenli gıda sağlamaktan, kent sakinlerinin hayatlarını tamamlayan çeşitli doyum olanaklarının sunulmasına kadar genişletilebilir.

KENTSEL TARIMIN AMAÇLARI

Toprak farklı işlevlerde kullanılsa dahi gerek kentlerde rantsal araç olarak gerek kırsalda tarım arazisi olarak, her daim değerli bir varlık olagelmiştir. Artan kent nüfusuyla birlikte kent çevresindeki kırsal alanlar kente dahil olurken ve tarımsal üretim azalırken gıda ihtiyacı artmaktadır. Gelişmiş ülkelerde daha sosyal amaçlarla yapılan kentsel tarım, gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerde ekonomik kaygılarla yapılmaktadır. Genel olarak yedi farklı amaç çerçevesinde kentsel tarım yapılmaktadır [9]:

•Ekonomik gelir sağlamak,
•Bahçecilik faaliyet sağlamak,
•Toprağın iyileştirici etkisinin uyandırılması,
•Tıbbi bahçelerin kurulması,
•Halkın bir araya gelerek sosyalleşme ihtiyacının giderilmesi,
•Mülteci ve göçmenlere istihdam sağlanması,
•Kentsel ısı etkisinin azaltılması,

Özellikle ekonomik gelir sağlanması ve bahçecilik faaliyetleri ile mutfak tüketiminin bir kısmının sağlanması kentsel tarımın en önemli amaçlarındandır. Çizelge 1'de kentsel tarımın dünya genelinde yapılış amaçları sıralanmıştır [9].

Çizelge 1. Kentsel tarımın yapılış amaçları
Table 1. Purposes of urban agriculture

Ülke	Yapılış Amacı
Küba	Ekonomik gelir sağlanması
ABD (Detroit)	Bahçecilik faaliyetlerinin sağlanması
İngiltere (Londra)	Tıbbi bahçelerin kurulması
İngiltere (Londra)	Toprağın iyileştirici etkisinin uyandırılması
İspanya (Girona)	Sosyalleşme amaçlı
ABD (Kansas City)	Mültecilere ve göçmenlere istihdam
Hong Kong	Kentsel ısı adası etkisi hafifletilmesi
Endonezya (Cakarta)	Ekonomik kriz

KENTSEL TARIMIN FAYDALARI

Kent ekosistemi içerisinde var olan kentsel tarım faaliyetlerinin sosyal, gıda güvenliği ve ekolojik faydalar başlığı altında incelemek mümkündür.

Ekolojik Faydaları

Kentsel tarımın çevresel yararları aşağıdaki gibi özetlenebilir [15]:

•Biyoçeşitliliği artırır.
•Yaban hayatı için habitat oluşturur.
•Mikro klima oluşturur.
•Isı adası etkisini azaltır.
•Nemi artırır.
•Hava kalitesini artırır.
•Doğal afetlere karşı hassasiyeti düşürür.
•Kent peyzajını iyileştirir.
•İnsan sağlığını olumlu etkiler.
•Fiziksel egzersiz alanları oluşturur.
•Güneşten ve yağmurdan korunma sağlar.
•Gürültüyü azaltır.
•Tozu azaltır.
•Atıl alanların ve çatıların değerlendirilmesini sağlar.
•Ekolojik ayak izini küçültür.
•Rekreasyon olanakları sunar.

Gıda Güvenliği

Sağlıklı gıdaya erişim bir insan hakkı meselesidir. Yerleşim yerine yakın gıdanın varlığı ise gıda güvenliğini sağlamakta; özellikle düşük gelirli aileler için daha uygun fiyata gelebilmektedir.

Sosyal Faydaları

Farklı yaşta, etnik kökende ve ekonomik sınıfta yer alan kişilerin yan yana gelmesini sağlar. Aynı zamanda üretici ve tüketici arasında bağlantı oluşturur ve sadece sosyal açıdan değil ekonomik açıdan da karşılıklı olarak bir güvence yaratır.

KENTSEL TARIMIN SINIFLANDIRILMASI

Kentsel tarım üzerinde yapılan çalışmalar yeryüzündeki sınırlı kaynaklar yani toprak, su, temiz hava gibi yenilenemeyen kaynakların kullanımının optimum verimini araştırmaktadır. Bu anlamda da kentsel tarım yöntemlerini, kontrollü ve kontrolsüz ortam tarımı olarak ikiye ayırıp, kaynak kullanımı ve atık değerlendirmesi anlamında karşılaştırma yapılmaktadır [2]. Kontrolsüz ortam tarımı, tarihsel olarak da kentsel tarım faaliyetleri arasında önemli bir yere sahiptir ve çağımızda da topluluk bahçeleri, sebze bahçeleri ve çatı bahçelerini kapsarken, kontrollü ortam tarımı ise ışık, sıcaklık, nem, radyasyon gibi çevresel şartları kontrol eden tarım faaliyetlerini içermektedir. Kontrollü ortama seralar, dikey tarım ve topraksız tarım örnek olarak gösterilebilir [26].

Kontrolsüz ortam tarımında, toprak fiyatlarını pahalı olması, toprak veriminin düşük olması ve çeşitli çevresel sorunlar sebebiyle geleneksel toprak tarımının yanında farklı teknolojilerin de dahil olduğu kontrollü çiftliklere yönlenmiştir.

Kentsel tarım uygulamaları ticari olanlar ve ticari olmayanlar olmak üzere de iki gruba ayrılmaktadır (Çizelge 2) [19]. Kentsel tarım küçük çiftlikler, hobi bahçeleri, çatı bahçeciliği gibi farklı üretim alanlarında seracılık, hidroponik ve akuaponik üretimler ve kapalı alan üretimi gibi çeşitli yöntemler ile topluluk destekli tarım gibi sosyal yaklaşımlarla gerçekleştirilmektedir.

Çizelge 2. Kentsel tarım tipolojileri
Table 2. Urban agriculture typologies

Ticari Olmayan	Ticari
Özel Bahçeler	Market Bahçeleri
Topluluk Bahçeleri	Kentsel Çiftlikler
Kurumsal Bahçeler	Yarı-Kentsel (Çeper) Çiftlikler
Sunum Bahçesi	Arıcılık
Yemeklik/Sofralık Peyzaj	
Gerilla Bahçeler	
Hobi Arıcılığı	
Hobi Tavukçuluk	

İZMİR'DE TARIM

Ege Denizi'nin iç körfez kesiminde yer alan İzmir'de topraklar, doğu batı doğrultusunda birbirine paralel ve denize dik inen dağlar ile bu dağlar arasında uzanan Bakırçay, Gediz, Küçük Menderes nehirlerinin aktığı vadiler ve ovalardan oluşmaktadır. İlin doğal bitki örtüsünü Akdeniz bitkileri oluşturmakta ve tipik Akdeniz iklimi il genelinde seyretmektedir [18].

İzmir'in topraklarının yaklaşık %28.4'ünü tarım alanları oluşturmaktadır. Toplam 343 bin hektarlık tarım arazilerinin; %41.8'i tarla, %28.1'i zeytin, %11'i sebze, %9.7'si meyve ve %3.6'sı bağ alanıdır. İzmir, Türkiye genelinde üretim alanı sıralamasında süs bitkileri üretim alanında %30.9 ile 1. sırada, sebze üretim alanında %5.4 ile 3. sırada, meyve alanında %4.4 ile 4. sırada ve zeytin alanında %11.5 ile 4. sırada yer almaktadır. 2019 yılı itibarıyla, İzmir'de toplam tarımsal üretim değeri 19.9 milyar TL olup bitkisel üretim değeri 8.43 milyar TL, hayvansal ürünler üretim değeri 9.28 milyar TL ve su ürünleri üretim değeri 2.19 milyar TL olarak gerçekleşmiştir [17].

İzmir'deki toplam tarım alanı büyüklüklerine bakıldığında; Bergama, Ödemiş, Torbalı, Bayındır, Tire, Menderes ve Menemen ilçeleri öne çıkmaktadır. Bu makaleye konu olan kentsel tarım incelemesinde, kent merkezi olarak Konak, Bornova, Karşıyaka ve Buca ilçeleri baz alınacaktır.

Bornova, yüzölçümünün %5.3'ü tarla alanı olarak kullanılan bir ilçedir. İlçede; mısır, buğday, arpa, yulaf, börülce ve fasulye üretimi yapılmaktadır. İlçe genelinde sofralık domates, kıvırcık marul ve maydanoz gibi sebzelerin üretiminin yanında; zeytin, nar ve kiraz üretimi de yapılmaktadır. Son dönemlerde ise belediyenin teşvikleri ile Bornova Kınalı Bamyası coğrafi işaret almıştır [18].

Buca, İzmir'in en kalabalık ilçesi olmanın yanında dört büyük köy muhtarlığına da sahiptir. Tüm ilçe ovada kurulmuş, verimli topraklara sahiptir. Tarımsal alanı içinde %29.7 zeytin, %17.1 tarla, %4.4 meyve alanı, %3.4'ü bağ alanı ve %4.1 sebze alanı bulunmaktadır. Razakı ve çekirdeksiz sultaniye üzümleriyle tanınan Buca'da her yıl eylül ayında düzenlenen geleneksel bağ bozum şenlikleri yapılmaktayken, günümüzde bağ bozumu, yerini kiraz festivaline bırakmıştır [18].

Yirminci yüzyılın başlarında ormanlık ve zeytinlik alanların bulunduğu Karşıyaka, günümüzde tarım alanları yerleşim alanları ile kaplanmıştır. Kalan tarım alanlarının ise %3.8'i tarla alanı, %3.2'si sebze alanı ve %23.2'si zeytin alanıdır. Boş bulunan tarım alanları ise %67.5'tir. Sebze üretiminde fasulye, barbunya ve sofralık domatesin yanında hıyar, patlıcan, biber gibi türler de yetiştirilmektedir [18].

Konak; İzmir'in yönetsel, sanatsal, kültürel ve ticari merkezidir ve tarımsal anlamda kayıtlar bulunmamaktadır. Ancak mahalle bostanları, balkon bahçeciliği gibi faaliyetler kapsamında kentsel tarım uygulamaları yapılmaktadır.

İZMİR KENTSEL TARIM TARİHİ

"Ateşin Gelini" olarak isimlendirilen İzmir'in, 1922 yılında yaşadığı büyük yangın felaketinden sonra birçok arşive ulaşmak imkansız hale gelmiştir. Bazı yabancı kaynaklarda yer alan haberlerde şehrin çehresinin tamamen değişmesinin yanında, yerli arşivlerde yer alan birçok belge ve resim/fotoğrafın yok olduğu düşünülmektedir.

Rauf Beyru'nun "19. Yüzyılda İzmir Kenti" isimli kitabında yer alan İzmir'de Tarımsal Etkinlikler ve Tarım Alanları bölümü, İzmir ekonomisinde kent içi ve kent çeperi tarımsal faaliyetlerinin yerine değinmiş, tarımın sosyo-kültürel ve kent yaşamındaki kültürel etkilerini ele almıştır [10].

İzmir ve çevresinden elde edilen, incir, üzüm, tütün gibi tarımsal ürünler işlendikten sonra ihraç edilmekte olup, üzüm işleme evlerinin büyük bir kısmı kent merkezinde yer almıştır [10].

İzmir'in önemi, kıyı şehri olarak tarımsal ürünlerin ticaretinde deniz yolu ile ihracat olanağı sağlayan bir limanının ve tarımsal açıdan zengin bir hinterlandının olmasından kaynaklanmıştır. 19. yüzyılın başlarında, kentin bu özelliklerinden ve yetiştirdiği ürünlerin nefasetinden söz eden bir yapıta göre 'İzmir'in üzüm ve incirleri, Fransa'da çok tanınmıştır ama Narlıköy'ün narları, Nif'in (Kemalpaşa) kirazları da bunlardan hiç aşağı kalmaz. İzmir'den altı fersah ötedeki Kasaba'nın (Turgutlu) kavunları ise Küçük Asya'nın en iyi türü olarak bilinir. Kadifekale'nin eteklerinde yer alan bahçelerden olağanüstü güzellikte sebze ve meyveler alınır. İzmir çevresinde toprağın, bütün bu ürünlere özel bir lezzet verdiği anlaşılmaktadır" [2].

Ayrıca hasat sonrası muhafaza teknikleri henüz o dönemlerde gelişmediği için Sultan'a gönderilen gıda ürünlerinden, özellikle de hıyardan bahsedilmiş,

kürekli ve hızlı kayıklar ile sultana iletildiği, bunun duyurusunun ise kaleden atılan toplarla yapıldığı bildirilmektedir [2].

Bölüm içerisinde belli tarımsal ürünlere odaklanılmış, incir bunun başat meyvesi olmuştur. "İzmir ve incir, birbirine o kadar bağlı ki, buna değinmeden geçmek olanaksız" cümleleri sarf edilmiştir. O dönemin incir işçilerinin gündelik ücretinden, muhafazada kullanılan basit tekniklere kadar bilgiler yer almıştır [10].

Bir diğer ürün olarak ise "İzmir'de kadınların dışında, üzümler de güzellikleri ile ünlüdür" tanımlaması ile kullanılmıştır [10].

Yukarıda bahsi geçen cümlelerden anlaşılacağı üzere İzmir'in kent içi ve çeperinde tarımsal faaliyetlerin devam ettiğinden, ancak sonrasında ise nizami bir eğitimin olmadığından bahsedilmiştir. Bu amaçla Seydiköy'de Ziraat Okulu tesis edilmiş, bu bölge sonraki yıllarda asma fidanlığı için aşı okuluna çevrilmiştir [10].

Bütün bu tarımsal faaliyetlerin kültüre yansıması ise pazar ve panayırlarda hayat bulmuştur. İzmir ve çevresindeki kentlerde tarımsal ve hayvansal ürünlerin pazarlandığı ve satıldığı Pazar ve panayırların düzenlendiği bilinmektedir. Bahsi geçen panayırlardan birisi ise Bornova panayırıdır. Richard Chandler'ın 1764 yılında İzmir seyahati sırasında Halkapınar tarafından Bornova Panayır çizimi bu panayırların eğlence noktası olduğunu göstermektedir (Şekil 1). Ağustos sonunda halkın buraya gelip geç saatlere kadar eğlendiği bilinmektedir [10].



Şekil 1. İzmir'in Halkapınar-Bornova İskelesi yönünden görünümü [11]

Figure 1. View of Izmir from Halkapinar-Bornova Pier

Diğer bir referans metni olarak ele aldığımız kaynak ise, 1938 yılında, Cumhuriyet'in 15. Yılına Özel Kent Yıllığı'dır. "İzmir Vilayeti Zirai Durumu" başlıklı bölümde İzmir kentinin genel toprak ve iklim özellikleri, kent kır nüfus dağılımı, arazilerde bulunan tarımsal ürünlerin yıllık ortalama rakamlarına yer verilmiştir. İzmir özelinde ele alınan ürünler sırasıyla; tütün, asma, incir, zeytin, farklı meyve ve sebze türleridir.

Bu bölümde ismi geçen ve tarımsal üretimde araştırma geliştirme çalışmalarını yürütmek maksadıyla Bornova'daki kurum ve kuruluşlar yer almıştır:

"Bağcılığı tetkik ve bağları ıslah ve yabancı piyasalarda bütün dünya üzümleri için miyar tutulan İzmir üzümlerinin yüksek nefasetini ve durumunu korumak maksadı ile 1932 yılında Bornova'da Bağcılık İstasyonu açılmıştır" [3].

"Pek dağınık bir hem de bulunan varyetelerin vasıflarını tetkik ve ona göre tamim etmek ve aynı zamanda zeytinciliğin diğer teknik işleri ile uğraşmak üzere Bornova şosesi üzerinde 1937 yılında 212 dekarlık geniş bir sahada bir zeytincilik istasyonu kurulmuştur" [3].

Fide teminatı için Bornova'da 65 dekarlık bir araziye de fidanlık kurulmuştur.

1922 yılında ise Bornova'da 420 dönümlük bir çiftliği de ihtiva etmek üzere Ziraat Mektebi kurulmuş, 1932 yılından sonra da öğrencilerin kullanımına 600 dönümlük bir arazi mektebe tahsis edilmiştir.

İzmir merkez ilçelerine dair ürün bazında üne dair ise "Vilayetin sebzeciliği öteden beri tanınmıştır. Balçova'nın turfandacılığı birçok yerlere örnek olacak kadar ilerlemiştir. Karşıyaka'nın patlıcanı gittikçe nefasetini artırmaktadır. Bornova'nın bamyası konservecilik için daima aranır. Diğer sebzelerin hepsi de vilayetin her yerinde bol bol yetiştirilir ve memleketin her tarafına yollanır ve İzmir sebzecilik cihetinde daima ileri bir cephe gösterir" sözleri yer almıştır [3].

GÜNCEL KENTSEL TARIM MODELLERİ

Söylencelere göre İzmir'in eski adı, Symrna Amazon kraliçesinden gelmektedir. Diğer bir rivayet ise, İzmir'in Pagos (Kadifekale) Dağı eteklerinde uyuyakalan İskender'e rüyasında iki su perisi İzmir'i burada kurmasını öğütlemişlerdir. Kuruluşunda rüyalardaki peri kızlarına, destanlardaki savaşçı kadınlara ev sahipliği yapan İzmir kenti, her daim dişil özellikleri ve kadınları ile ünlü olagelmiştir. Günümüz İzmir'ine de baktığımız zaman kentsel tarım faaliyetlerinde de topluluk temelli kent bostanlarında ağırlıklı olarak kadınların yer aldığı gözlemlenmiştir. Aşağıda ismi geçen kent tarımı projelerinin bir kısmı halkın kendi inisiyatifi ile kurulmuş bostanlardır; büyük bir kısmı ise yerel yönetimler tarafından desteklenen ve yürütülen projelerdir.

Bornova Doğal Tarım Merkezi ve Çiftliği

2019 yılında Bornova'da farklı meslek ve yaş gruplarından insanların gönüllü olarak bir araya geldikleri bir oluşumdur. Bornova Belediyesi'nden arazi talebinde bulunan topluluğa belediye, Yakaköy'de bulunan belediyenin arazisini tahsis etmiştir. Toprak kalite olarak tarım arazisi statüsünde olmadığı için toprak iyileştirme yöntemleri benimsenmiş, bitki yetiştiriciliğinde ise organik tarım yöntemleri kullanılmıştır. Ege Üniversitesi ile gönüllüleri arasında bir bağ olmasının dışında Tarla Bitkileri bölümü ile buğday üzerine Bilimsel Araştırma Projesi (BAP) projesi yapılmakta, aynı zamanda belediyenin coğrafi işaret aldığı bamya üzerine de çalışmalar yürütülmektedir. Gönüllülerin birçoğu tarım alanında çalışmayan kentli insanlardır ve bundan dolayı sosyalleşme temelinde yan yana gelmiş bir kentsel tarım çeşididir [4].

Efes Tarlası Kent Bostanı

İzmir'in Selçuk ilçesinde Belediye'ye bağlı olan kurum, bünyesinde Efes Tarlası Tohum Merkezi, Toprak Okulu Binası, Toprak Kafe, Toprak Kütüphanesi, İsmail Hakkı Tonguç Tarım Müzesi, Çevre Duvarı ve Tesis Giriş Kapısı, Saha Düzenlemeleri, Sera ve Plantasyon Alanları, İçme Suyu, Pissu ve Yağmur Suyu Drenajı Altyapı Sistemleri'ni bulundurmaktadır. Toprak okulu eğitimleri, ücretsiz toprak analizi hizmeti, tarımsal faaliyetler, okullarla yapılan protokoller çerçevesinde birçok önemli çalışma yürütmektedirler. Kırsal kesimde istihdamı hedeflemesinin yanında, kentli insanlar için de eğitim modelleri oluşturmayı hedeflemektedir [6].

İzmir Tarımı Geliştirme Merkezi / Sasalı Biyolab

Avrupa Birliği'nin Urban GreenUp Programı kapsamında çalışma alanı akademi-yerel yönetim-yüklenici işbirliğinde 2019 yılında projelendirilmiştir. Horizon 2020 kapsamında hazırlanan, Mert Uslu Mimarlık tarafından tasarlanan proje, hem eğitim hem de üretim odaklı bir araştırma enstitüsüdür. İzmir'in Çiğli İlçesi, Sasalı mevkiinde yer alan proje, eğitim ve üretim odaklı olacak şekilde kurgulanmıştır. Bu amaçla tasarlanan proje kapsamında, normal ve akıllı toprak uygulamalı tarım alanları, yüksek sıra dikim uygulamalı tarım alanı, seralar, eko pazar, çok amaçlı salon, eğitim sınıfları, yönetim, laboratuvar, kütüphane, teknik servis ve ıslak hacim alanları oluşturulmuştur [16].

Kadifekale Mahalle Bostanı

İzmir Büyükşehir Belediyesi'nin "Başka Bir Tarım Mümkün" vizyonuyla yola çıktığı, Acil Çözüm Ekibi, Sosyal Projeler Dairesi Başkanlığı, İZDOĞA, Fen İşleri Dairesi Başkanlığı, Tarımsal Hizmetler Dairesi Başkanlığı ve Park ve Bahçeler Dairesi Başkanlığı ortaklığında kurulan bostan için çalışmalar Mayıs 2022 tarihinde başlamış ve Kadifekale'de yaşayan kadınlarının istihdamını hedeflemiştir. Haziran ayında ise domates, biber, patlıcan, bamya, salatalık ve kabak olmak üzere 2 bin 196 fide dikilmiştir. 54 parselde 51 kadın üretici, ekim ve dikim faaliyetleriyle ilgilenmiş ve ürünlerin satışı ise belediyeye yapılmıştır [7].

Karşıya Çatı Çiftliği / Karşıyaka Kent Ormanı

Henüz hayata geçirilmemiş, ancak proje çizimleri ve anlaşmaları tamamlanmış bir projedir. Karşıyaka Belediyesi Tarımsal İşler Daire Başkanlığı ile Çatı Çiftliği şirketinin ortak yürüttüğü bir çalışmadır. Gıda Merkezi olarak tasarlanan proje dört ayrı alandan oluşmaktadır: Bahçelievler Katlı Pazar Yeri, Mavişehir'de bulunan iki alan ve Yamanlar Doğa Koruma Alanı'nın eteklerinde bulunan Kent Ormanı. Karşıyaka'nın kentsel tarımı ve gıdası ile yeşil alanlarını birbirine bağlamayı hedefleyen bir master plan olarak düşünülmüş ve ilk uygulama alanı ise Bahçelievler Katlı Pazar Yeri'nde hayata geçirilmesi olarak düşünülmüştür. Bina içerisinde Pazar yeri, kontrollü üretim bölümleri ve tüketim alanlarının bulunması planlanmıştır. Atıl halde bulunan alanlara dair çalışmalar yapan belediye, 7 bin metrekareye kadar ulaşan atıl alan olduğunu tespit etmiş ve bu alanlarda kentsel tarımdan kent ormanına kadar birçok projeyi hayata geçirmeyi hedeflemiştir [5].

Bostan - Başka Bir Kent Talebi Belgeseli

Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi, Film Tasarımı ve Yönetmenliği Bölümü'nde tez çalışması kapsamında Pelin Topçu, tarafından İzmir'de yer alan bostanlar üzerine belgesel çekimi yapmıştır. Bu makalenin çıkış noktası olarak buradaki bostanlar baz alınmış, araştırmalar ile de bostan çeperi genişletilmiştir. Belgesele linkten ulaşabilirsiniz (https://www.youtube.com/watch?v=gb1exsdhlbe&feature=youtu.be).

SONUÇ VE TARTIŞMA

Kentsel tarım kent içi ve kent çeperinde yapılan tarım faaliyetleri olarak bir şemsiye altına toplansa da ölçek ve özellikler bakımından geniş kapsamlı aktiviteleri içermektedir ve yapıldığı mekâna göre değişiklik gösterdiği için tanımı bileşenleri ile yapmak mümkündür. Yukarıda ismi geçen projelerin geçim ekonomisinden, sosyalleşme faydasına, kentin yeşillendirilmesinden rehabilitasyon alanı olarak kullanılmasına kadar değişen amaçları bulunmaktadır. Aynı zamanda, yapılan üretim

çeşidine göre de farklılıklar göstermekte, topraksız tarım ve dikey tarımdan, balkon ve çatı bahçeciliğine uzanarak üretim sistemleri değişmektedir.

Pandemi ile birlikte daha popüler bir hale gelen kentsel tarım, aslında yerleşik hayata geçen insanlığın tarihi boyunca var olagelmiştir. İzmir ise geniş verimli bir kırsal alana sahip olmasının yanında, liman kenti olmasından kaynaklı gıda ürünlerinin alım satım merkezi konumunda da yer almaktadır. Birçok açıdan ve bilimsel disiplinden ele alınabilecek bu konumu, tarım ve özellikle sebze yetiştiriciliği üzerine odaklamak ve daha çok çalışmayı gün yüzüne çıkarmak oldukça önemli bir yere sahiptir. Mevcut proje ve çalışmaların en büyük eksiğinin zirai bilim olduğu gözlemlenmiştir. Ziraat Fakültesi'nin böyle çalışmalara danışmanlık ve destek veriyor olması elzemdir.

Ayrıca;

•Kentsel tarım, resmi anlamda kentsel arazi kullanımı kapsamına alınmalı ve elverişli bir politika ortamı oluşturulmalıdır.

•Boş ve açık kentsel alanlara erişim artırılmalıdır.

•Kentsel çiftçi örgütlerinin kurulması ve güçlendirilmesi desteklenmelidir.

•Kent çiftçiliği eğitiminde, teknik danışmanlık desteği ve krediye kolay erişim ile kentsel tarımın üretkenliği ve ekonomik uygulanabilirliği artırılmalıdır.

•Kentsel tarımın sağlık ve çevresel risklerinin azaltılmasını sağlayan tedbirlerin alınması (sağlık riskleri ve ilgili yönetim uygulamaları, imar, sulama suyunun ve ürünlerin kalite kontrolüyle ilgili çiftçi eğitimi) gerekmektedir.

KAYNAKÇA

1. Açıksöz, S., Dal, İ., Özbek, M.Ö., 2019. Kentsel tarımın seyri ve yenilikçi uygulamalar. Plant Peyzaj ve Süs Bitkiciliği Dergisi 9(31-32):48-52.
2. Akyol, M., 2011. Evolution of urban agriculture concept and determination of design criteria. (M.Sc.). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı. 121s.
3. Anonim, 1938. İzmir vilayeti zirai durumu. Cumhuriyet'in 15. yılına özel kent yıllığı. Nefaset Matbaası, 153s.
4. Anonim, 2020. Bornova Yakaköy'de belediye ve gönüllüler el ele: toprak doğal tarımla canlanıyor. Seferi Keçi Dergisi (http://seferikeci.com/bornova-yakakoyde-belediye-ve-gonulluler-el-ele-toprak-dogal-tarimla-canlaniyor/; Erişim: Temmuz 2022).
5. Anonim, 2022-a. Karşıyaka kentsel gıda stratejisini çiziyor. Öncü Şehir Gazetesi. (https://www.oncusehir.com/karsiyaka-kentsel-gida-stratejisini-ciziyor/81065/; Erişim: Temmuz 2022).
6. Anonim, 2022-b. Efes tarlası hayata geçti: belediyecilik sadece inşai faaliyetlerden ibaret değil. Gazete Duvar (https://www.gazeteduvar.com.tr/turkiye/2020/06/01/efes-tarlasi-hayata-gecti-belediyecilik-sadece-insai-faaliyetlerden-ibaret-degil; Erişim: Temmuz 2022).
7. Anonim, 2022-c. Kadifekale mahalle bostanında ilk ürün sevinci. İzmir Belediyesi (https://www.izmir.bel.tr/tr/haberler/kadifekale-mahalle-bostaninda-ilk-urun-sevinci/46965/156; Erişim: Eylül 2022).
8. Antrop, M., 2004. Landscape change and the urbanization process in Europe. Landscape and Urban Planning, 67:9-26.
9. Bahçeci, D. 2019. Kentsel alanda iklim değişikliği ile toplumsal temelli mücadele: bir yöntem olarak kent bahçeleri. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Anabilim Dalı. 175s.
10. Beyru, R., 2011. 19. Yüzyılda İzmir kenti. Literatür Yayıncılık, İstanbul, 420s.
11. Chandler, R., 1971. Travels in Asia minor 1764-1765. British Museum, London, 253p.
12. Çınar, T. 2000. Bahçekent modelinin düşünsel kökenleri ve kent bilime katkısı. Ankara Üniversitesi Dergisi, 55:27-5 (http://www.politics.ankara.edu.tr/dergi/pdf/55/1/tayfuncinar.pdf; Erişim: Temmuz 2022).
13. Demirer, T. 2012. Kapitalizmin ekolojik sorunları. Kaldıraç Yayınevi, İstanbul, 634s.
14. FAO, 1999. Spotlight issues in urban agriculture studies suggest that up to two-thirds of city and peri-urban households are involved in farming. (http://www.fao.org/ag/magazine/9901sp2.htm; Erişim: 20.08.2015).
15. FAO, 2007. World and regional review: a longer-term perspective. State of Food and Agriculture. FAO Agriculture Series, Roma, Italia, 38:120-134.
16. İtez, Ö., 2022. İzmir Tarımı Geliştirme Merkezi - Sasalı Biolab. (https://www.arkitera.com/proje/izmir-tarimi-gelistirme-merkezi-sasali-biolab/; Erişim: Ağustos 2022).
17. İzmir Ticaret Odası, 2020. Tarım (https://www.izto.org.tr/tr/tg/tarim; Erişim: Temmuz 2022).
18. Kaymakçı, M., 2014. İzmir ilçelerinin tarımsal görünümü. İzmir Kent Ansiklopedisi Tarım, İzmir, 1:13-48.
19. Kaufmann, J., Bailkey M., 2000. Farming inside cities: entrepreneurial urban agriculture in the United States. Lincoln Institute of Land Policy.

Lincoln Institute Press. Massachusetts, ABD. 124p.
20. Keyder, Ç., Yenal, Z., 2013. Bildiğimiz tarımın sonu, küresel iktidar ve köylülük. İletişim Yayınları, İstanbul, 237s.
21. Lopez, E., Bocco, G., Mendoza, M., Duhau. E., 2001. Predicting land cover and land use change in the urban fringe: a case in Morelia city Mexico. Landscape and Urban Planning. Mexico. 55:271-285.
22. Sönmez, M., 2013. 90 yıllık sermaye birimi sürecinin kilometre taşları (1923-2013). Türkiye'de Tarımın Ekonomi-Politiği 1923-2013. 488s.
23. Rasouli, S. 2012. Sürdürülebilir kentsel tasarımda kentsel tarımın rolü, "İstanbul örneği" (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 135s.
24. Rüveyda, B., 2020. Kentsel tarımın ortaya çıkışı ve kentsel tarım tipolojileri. Peyzaj Dergisi (https: //peyzax.com/kentsel_tarim/; Erişim: Ağustos 2022).
25. Mougeot, L.J.A., 2000. Urban agriculture: definition, presence, potentials and risks, growing cities, growing food: urban agriculture at the policy agenda: a reader on urban agriculture, Havana, Cuba. Urban Agriculture: Food, Jobs and Sustainable Cities. New York, ABD.
26. Yılmaz, Ç. 2015. Kentsel tarımın Avrupa Birliği ve Türkiye'deki geleceği. Ankara: Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Avrupa Birliği ve Dış İlişkiler Genel Müdürlüğü, 98s.
27. World Urbanization Prospects, 2014. Department of Economic and Social Affairs (https://www.un.org/en/development/desa/publications/2014-revision-world-urbanization-prospects.html; Erişim: Ağustos 2022).

BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 435–447 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

TÜRKİYE PATLICAN ÜRETİMİNİN MEVCUT DURUMU

Edip ALAS[1]*, Gölgen Bahar ÖZTEKİN[2], Hatice Filiz BOYACI[3]

[1]Dr., GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Diyarbakır; ORCID: 0000-0001-5242-7952
[2]Prof. Dr., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir; ORCID: 0000-0001-6023-013X
[3]Doç. Dr., Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Sebze Yetiştirme ve Islahı Bölümü, Antalya; ORCID: 0000-0002-3799-4673

ÖZ

Anavatanı Hindistan olan patlıcan, *Solanaceae* familyasının, *Solanum* cinsinden olup yenilebilir patlıcan türü botanik olarak *Solanum melongena* L. olarak isimlendirilmektedir. Sıcağı seven patlıcan bitkisi 15-35°C arasındaki sıcaklıklarda ticari üretimlerde 6 aylık bir vejetasyon süresinde yetiştirilmektedir. Türk damak zevkinin sevilen bir ürünü olan patlıcan taze, kurutularak ve işlenerek tüketilmektedir. 2020 yılı FAO verilerine göre dünya patlıcan üretimi 56.618.843 ton olup, Çin %64.6'lik üretimde ilk sırayı alırken, bunu %22.6 ile Hindistan ve %2.4 ile Mısır izlemektedir. Türkiye, dünya patlıcan üretiminin %1.5'ini karşılayarak 4. sırada yer almaktadır. 2021 yılı TÜİK verilerine göre Türkiye patlıcan üretimi 172.851 da alanda 832.938 tondur. Bu üretimin %46.7'si örtüaltı üretiminde gelmektedir. Ülkemizde ticari olarak birçok hibrit uzun silindirik, topan ve yarı topan meyve tiplerine sahip patlıcanlar üretilmektedir. Bunun yanında uzun silindirik tipte koyu mor renge sahip Aydın Siyahı 55, Halep 18, Pala 49, Kemer 27 çeşitleri ile alacalı renge sahip Çizgili veya Alaca patlıcan ile topan tipte Topan-374 standart patlıcan çeşitlerinin çok tercih edildiği görülmektedir. Diyarbakır patlıcanı ve coğrafi işaretli Birecik patlıcanı (Urfa) ve Yamula patlıcanı (Kayseri)'da yöresel olarak üretilen genotiplerdir. Bununla birlikte üniversitelerde, araştırma enstitülerinde veya özel kuruluşlarda açıkta ve örtüaltında üretime uygun, stres faktörlerine dayanıklı, verim ve kalitesi yüksek patlıcan çeşit ıslah çalışmaları da yapılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Solanum melongena*, uzun, topan, standart, F_1

RECENT SITUATION OF EGGPLANT PRODUCTION IN TURKEY

ABSTRACT

Eggplant, whose homeland is India, is in the *Solanum* genus of the *Solanaceae* family and is botanically named as *Solanum melongena* L. The heat-loving eggplant plant is grown in commercial productions at temperatures between 15-35°C for a vegetation period of 6 months. Eggplant, which is a popular product of Turkish taste, is consumed fresh, dried and processed. According to the 2020 FAO data, world eggplant production is 56.618.843 tons, while China takes the first place in production with 64.6%, followed by India with 22.6% and Egypt with 2.4%. Turkey is in the 4th place by meeting 1.5% of the world eggplant production. According to TUIK data for 2021, eggplant production in Turkey is 832.938 tons in an area of 172.851 decares. 46.7% of this production comes from greenhouse production. In our country, eggplants with many hybrid long cylindrical, ball and semi-ball fruit types are produced commercially. In addition, it is seen that the long cylindrical type, Aydın Siyahı 55, Halep 18, Pala 49 and Kemer 27 varieties with a dark purple color, and varieties Çizgili and Alaca with a variegated color and variety Topan-374 with a ball type are preferred. Diyarbakır eggplant and geographically indicated Birecik eggplant (Urfa) and Yamula eggplant (Kayseri) are also locally produced genotypes. In addition, breeding studies are carried out in universities, research institutes or private institutions for eggplant varieties suitable for open and greenhouse production, resistant to stress factors, high yield and quality.

Keywords: *Solanum melongena*, long, ball, standard, F_1

GİRİŞ

Solanaceae familyasının, *Solanum* cinsinden olan patlıcan botanik olarak *Solanum melongena* L. olarak isimlendirilmektedir. Ilık iklimlerde tek yıllık, tropik iklimlerde ise ufak bir ağaç şeklinde büyüyen birkaç yıllık bir kültür bitkisidir [2]. Sıcağı seven patlıcan bitkisi 15-35°C arasındaki sıcaklıklarda yetiştirilmektedir. Örtüaltında tek ürün veya çift ürün şeklinde neredeyse tüm yıl yetiştirilebilen patlıcan, açıkta Nisan-Ekim aylarında 6 aylık bir vejetasyon süresinde yetiştirilmektedir.

Patlıcanın dünya üzerindeki menşei konusunda fikir birliği yoktur. Tarih öncesinden beri güney ve doğu Asya'da yetiştirildiği; ilk kültüre alındığı yerin Hindistan olduğu ve buradan çevresindeki coğrafyaya yayıldığı kayıtlarda yer almakta olup 2. yy'dan itibaren ise ikinci anavatanı olan Çin'de yetiştirilmeye başlandığı belirtilmektedir [28, 9]. Bitkinin bilinen ilk yazılı kaydı, MS 544'te tamamlanan eski bir Çin tarım incelemesi olan

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*: edip.alas@tarimorman.gov.tr

'Qimin Yaoshu'da bulunmaktadır [3]. Güneydoğu Asya'da patlıcanın çeşitli formları, renkleri ve şekillerinin bulunması bu bölgenin önemli bir gen merkezi olduğunu göstermektedir [73, 76]. Patlıcan daha sonra Afrika, Yakın Doğu ve Avrupa'ya yayılmıştır. Orta çağın başlarında Akdeniz bölgesinde yetiştirilmeye başlanan patlıcan, 8. yy'da İspanya'ya tanıtılmıştır. 12. yüzyılda Arap İspanya'sında İbn Al-Awwam'ın tarım üzerine yazdığı bir kitapta patlıcanın nasıl yetiştirildiği anlatılmıştır [3]. Anadolu'ya gelişinin ise 16 ve 17. yy'da Avrupalıların Hindistan'a ticaret amacıyla yaptıkları geziler sırasında olduğu tahmin edilmektedir [26].

Patlıcanın atası Asya ve Afrika'da yetişen *S.incanum*'dur ve *S.melongena* bundan evcilleştirilmiştir. Bitkinin yabani akrabaları büyük dikenli yapraklara ve küçük, sert, beyaz veya yeşil yumurta şeklinde meyvelere sahiptirler. Bu nedenle de ilk olarak 1763 yılında yumurta bitkisi anlamına gelen "eggplant" ismi ile kayıtlara geçmiştir. Patlıcanın diğer çeşitli Avrupa isimlerinin çoğu Arapça "bāḏinjān" kelimesinden türemiştir ve zamanla "brinjal" ismine evrilmiştir. Bitki ayrıca Batı Afrika ile ilişkilendirildiği gerçeğini ifade eden "Gine kabağı" olarak; meyvenin Batı Hint Adaları'na ilk kez Yahudiler tarafından ithal edildiği inancıyla bağlantılı olarak da 'Yahudi elması' olarak da bilinmektedir. Latin dilinde ve dolayısıyla bilimsel sınıflandırmada kullanılan "melongena" ismi ise Avrupa dillerinde farklı türevleri olmasına rağmen "bāḏinjān" kelimesinin ilk defa MS 11. yy'da Yunanca diline aktarılması ile ortaya çıkmıştır. Yunanca melas (siyah) anlamına gelen bir kelime ile ifade edildikten sonra 11. yy'da "matizanion", 14. yy'da "melintzana" olarak ifade edilmiştir [3].

Dünyada tarımsal açıdan kültürü yapılan 3 patlıcan türü mevcuttur: Brinjal patlıcanı olarak adlandırılan, yemeklik patlıcan olarak bilinen ve en yaygın üretilen tür olan *Solanum melongena* L.; Scarlet patlıcanı olarak bilinen *S.aethiopicum* L. ve Gboma patlıcanı olarak bilinen *S.macrocarpon* L. *aethiopicum* ve *S.macrocarpon* Afrika'da yaygın olarak yetiştirilmekte ve tüketilmektedir. *S.aethiopicum* Aculeatum, Gilo, Kumba ve Shum olmak üzere 4 farklı tipe sahiptir. Gilo grubu, büyük ve yuvarlak yenilebilir meyvelerle en önemli grubu oluşturmaktadır. Aculeatum tipi bitki ve meyveleri ile süs bitkisi için, Kumba tipi meyve ve yaprakları için ve Shum tipi yaprakları için üretilmektedir. *S.macrocarpon* da meyvesi ve yaprakları için üretilen iki farklı tipe sahiptir [74]. *S.melongena*, yabani akrabalarından meyve rengi ve şekli bakımından ayrılmaktadır. Meyve rengi koyu mordan siyaha kadar farklı renklerde olabilmekte kremsi beyaz, yeşil tiplerde de olabilmektedir [12]. *S.melongena* meyve şekli bakımından üç farklı varyeteye sahiptir. Beyaz ve mor renkleri de içeren uzun silindirik meyvelere sahip en bilindik tür olan *S.melongena* var. *esculentum*; topan meyvelere sahip olan ve cüce patlıcan olarak da adlandırılan *S.melongena* var. *depressum* ile çok uzun meyvelere sahip olan ve yılan patlıcanı olarak da adlandırılan *S.melongena* var. *serpentium* [2].

Türk damak zevkinin sevilen bir ürünü olan patlıcan taze ve kuru olarak tüketiminin yanında turşu, közleme ve reçel yapılarak da değerlendirilebilmektedir. Patlıcan, meyve kabuğunda bulunan yüksek lif oranı, düşük kalorisi, kolesterol içermemesi, yüksek potasyum ve antioksidan (antosiyaninler ve fenolik maddeler) içeriği ile (Çizelge 1) iyi bir diyet sebzesi olarak tüketilmektedir. Diğer besinlerin yanı sıra toplam suda çözünür şekerler, serbest indirgeyici şekerler, amid proteinleri bakımından da zengindir [46]. Bununla birlikte, patlıcan meyveleri, flavonoidler, steroid saponosidler ve glikoalkaloidler (solasonin) gibi çeşitli biyoaktif bileşikleri içerir ve antioksidan, antikanserojen, antiinflamatuar özelliği ile antiobezite, kalp ve sinir sistemi koruyucu ve analjezik etkileri bulunmaktadır [31, 41]. Şeker hastalığı, kolera, bronşit, dizüri, dizanteri, kulak iltihabı, diş ağrısı, cilt enfeksiyonları ve hemoroid gibi rahatsızlıkların tedavisinde toz veya kül olarak çeşitli bitki parçaları kaynatılarak kullanılmaktadır [30]. Olgunlaşmamış patlıcan meyveleri çiğ yenirse içeriğindeki yüksek solanin miktarı nedeni ile zehirleyici olabilmektedir. Ayrıca patlıcan ile uğraştıktan veya yedikten sonra ciltte veya ağızda kaşıntı, hafif baş ağrısı veya mide rahatsızlığı olabilmektedir. Bununla birlikte patlıcan yapraklarından kontakt dermatit ve çiçek polenlerinden de alerjik reaksiyonlar oluşabilmektedir. Atopik cilt yapısına sahip bireylerin patlıcana reaksiyon gösterme olasılığı daha yüksektir, bunun nedeni patlıcanda histamin içeriğinin yüksek olması olabilir. Patlıcanın iyice pişirilmesi bazı kişilerde reaksiyonları engelliyor olsa da alerjik proteinlerin tamamının pişirilme süresinde kaybolmadığı unutulmamalıdır [3].

DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE PATLICAN ÜRETİMİ

2020 yılı FAO verilerine göre dünya sebze üretimi 1.148.446.252 ton olup, bunun 56.618.843 ton ile %4.9'u patlıcan üretiminden gelmektedir. Dünya 92 ülkede patlıcan üretimi yapılmaktadır ve Çin %64.6'lık ve açık ara bir üretimle (36.593.224 ton) ilk sırayı alırken, bunu %22.6 ile (12.777.000 ton)

Hindistan ve %2.4 ile (1.341.312 ton) Mısır izlemektedir. Daha sonra sırası ile Türkiye, Endonezya, İran, İtalya, Japonya, İspanya, Filipinler, Irak, Suriye, Cezayir, Sri Lanka, Kazakistan, Meksika, Kotdivuar Cumhuriyeti (Fildişi Sahili), Mali, Pakistan ve Amerika Birleşik Devletleri gelmektedir [38].

Türkiye, dünya patlıcan üretiminin yaklaşık %1.5'ini karşılayarak 4. sırada yer almaktadır. Patlıcan Türkiye'de üretilen sebze türleri içerisinde 7. sırada yer almaktadır. 2021 yılı TÜİK verilerine göre Türkiye patlıcan üretimi 172.851 da alanda yapılmakta olup üretim miktarı 832.938 tondur. Yıllar içerisinde patlıcan üretim değerlerinde dalgalanmaların olduğu görülmektedir. Bu dalgalanmanın nedeni girdi fiyatlarındaki değişkenliğe bağlı olarak üretim miktarının etkilenmesine, talep dengesizliğine, ürün fiyatları nedeniyle çiftçi üretim tercihlerine ve iklim şartları nedeniyle stres faktörlerinin oluşturduğu verim kayıplarına bağlanmaktadır. 2004-2021 yılları arasında ülkemiz patlıcan üretimi Şekil 1'de görülmektedir [78].

Patlıcan üretimin %46.7'si örtüaltı üretiminde gelmektedir. Örtüaltında üretimin büyük çoğunluğunun 155.853 ton ile plastik seralardan (%40.1) geldiği; bunu 119.875 ton ile yüksek plastik tünel (%30.8), 108.827 ton ile cam sera (%28) ve 4.414 ton ile alçak plastik tünellerin (%1.13) izlediği görülmektedir.

Çizelge 1. 100 g patlıcan meyvesinde bulunan besin maddeleri [79]

Table 1. Nutrients in 100 g of eggplant fruit

Besin içeriği *Nutrient content*	100 g başına miktarı *Per 100 g amount*	Besin içeriği *Nutrient content*	100 g başına miktarı *Per 100 g amount*	Besin içeriği *Nutrient content*	100 g başına miktarı *Per 100 g amount*
Su	92.3 g	Magnezyum	14.0 mg	Vitamin C	2.20 mg
Enerji	25.0 kcal	Fosfor	24.0 mg	Vitamin B6	0.084 mg
Protein	0.98 g	Potasyum	229.0 mg	Vitamin B12	0.00 µg
Toplam yağ	0.18 g	Sodyum	2.00 mg	Vitamin A	1.00/23.0 µg/IU
Karbonhidrat	5.88 g	Çinko	0.16 mg	Vitamin E	0.30 mg
Lif	3.00 g	Niacin	0.649 mg	Vitamin D	0.00 µg
Toplam şeker	3.53 g	Folat	22.0 mg	Vitamin K	3.50 µg
Kalsiyum	9.00 mg	Tiamin	0.039 mg	Doymuş yağ asidi	0.034 g
Demir	0.23 mg	Riboflavin	0.037 mg	Kolesterol	0.00 mg

Türkiye'nin 7 bölgesinde de patlıcan üretimi yapılmaktadır. Ancak, 2021 yılında gerek açıkta ve gerekse örtü altı patlıcan yetiştiriciliğinde en çok üretimin 474.403 ton ile Akdeniz Bölgesi'nde yapıldığı, bunu sırası ile Güneydoğu Anadolu, Ege, Marmara, Karadeniz, İç Anadolu ve Doğu Anadolu Bölgelerinin izlediği görülmektedir [78] (Çizelge 2). Bu dağılımdan da patlıcan yetiştiriciliğinin ılıman iklimin hakim olduğu yerlerde yapıldığı anlaşılmaktadır.

Çizelge 2. Türkiye patlıcan üretiminin bölgelere göre dağılımı

Table 2. Distribution of Turkish eggplant production by regions

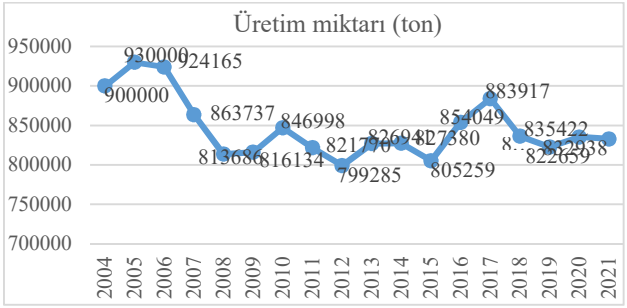
Bölgeler *Regions*	Üretim miktarı (ton) *Production amount (tons)*	Yüzde dağılım (%) *Percent distribution*
Akdeniz	474.403	57.0
Güneydoğu	99.583	12.0
Ege	93.512	11.2
Marmara	67.914	8.2
Karadeniz	45.335	5.4
İç Anadolu	33.547	4.0
Doğu Anadolu	18.644	2.2
Toplam	832.938	100

Çizelge 3. İl bazında açıkta patlıcan üretim değerleri

Table 3. Open field eggplant production values on the basis of provinces

Sıra *Number*	İl *Province*	Üretim miktarı (ton) *Production amount (tons)*	Yüzde dağılım (%) *Percent distribution*
1	Antalya	246993	27.94
2	Mersin	152491	17.25
3	Adana	43270	4.90
4	Muğla	35120	3.97
5	Gaziantep	33128	3.75
6	Bursa	28036	3.17
7	Şanlıurfa	25573	2.89
8	Balıkesir	25507	2.89
9	Diyarbakır	23990	2.71
10	Aydın	20772	2.35
11	Hatay	19412	2.20
12	Samsun	19202	2.17
13	Karaman	15161	1.72
14	İzmir	14954	1.69
15	Manisa	14803	1.67
16	Tokat	11535	1.30
	Diğer*	102991	17.42
	TOPLAM	832.938	100

*%1'in altında üretim miktarı olan iller "Diğer" içerisinde toplam olarak belirtilmiştir.



Şekil 1. Türkiye'de yıllar içerisinde patlıcan üretimi

Figure 1. Eggplant production in Turkey over the years

İl bazında ise Türkiye'de 76 ilde patlıcan üretimin yapıldığı; açıkta ve sera üretiminde ilk ve açık ara Antalya ilinin birinci sırada geldiği, bunu Mersin,

Adana ve Muğla illerinin izlediği görülmektedir [78]. Açıkta üretimde sırasıyla Gaziantep, Bursa, Şanlıurfa, Balıkesir ve Diyarbakır illeri (Çizelge 3), örtüaltı üretiminde İzmir, Samsun, Şanlıurfa ve Hatay illeri de dikkat çekmektedir (Çizelge 4).

Çizelge 4. İl bazında örtüaltı patlıcan üretim değerleri
Table 4. Greenhouse eggplant production values on the basis of provinces

Sıra *Number*	İl *Province*	PE	YPT	Cam	APT	Toplam	Dağılım (%) *Distribution*
		(ton)					
1	Antalya	117309	15420	83781	3038	219548	56.44
2	Mersin	21130	64956	13688		99774	25.65
3	Adana		37200			37200	9.56
4	Muğla	12656	50	11280	603	24589	6.32
5	İzmir	2773		30		2803	0.72
6	Samsun	66	1180			1246	0.32
7	Şanlıurfa	1100				1100	0.28
8	Hatay		132		710	842	0.22
9	Bartın		377		63	440	0.11
10	Erzincan	300				300	0.08
	Diğer*	519	560	48		1127	0.289
	Toplam	155853	119875	108827	4414	388969	100

*%0.05'in altında üretim miktarı olan iller "Diğer" içerisinde toplam olarak belirtilmiştir.

KULLANILAN ÇEŞİTLER

Meyve şekli ve rengi geniş bir varyasyon gösteren patlıcanların, ticari çeşitlerinin büyük çoğunluğunu Çin ve Hindistan kökenli uzun tipler oluşturmaktadır [30, 23, 22]. Yuvarlak, oval, kısa-silindirik ve uzun silindirik meyve şekline sahip genotipler de olabilmektedir [73]. Renk bakımından ise mor, siyah, beyaz, yeşil, menekşe ve alacalı renklerde patlıcanlar bulunmaktadır.

Ülkemizde ticari olarak genellikle uzun silindirik, topan ve yarı topan meyve tiplerinde hibrit, standart ve yerel patlıcan genotipleri üretilmektedir (Çizelge 5). Bu tiplerin özelikleri aşağıda, ülkemizde en çok kullanılan çeşitleri ise Çizelge 5'de, meyve tipleri Şekil 2'de ve meyve ucu şekilleri Şekil 3'te verilmiştir.

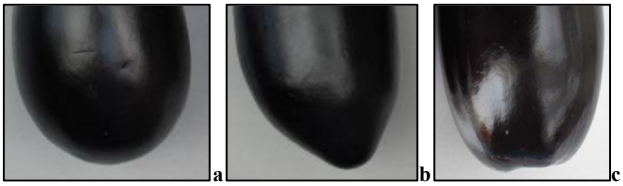
•Uzun-silindirik tip: Meyve boyunun uzunluğu, meyve eninden çok daha fazla olan, silindirik meyve şekline sahip patlıcanlardır. Meyveleri farklı ağırlıkta, uzunlukta, renkte ve uç şekline sahip patlıcan genotipleri bulunmaktadır. Ülkemizde en fazla yetiştiriciliği yapılan patlıcan tipidir.

•Topan tip: Meyve eni genişliğinin, meyve boyuna yakın olan ve küre meyve şekline sahip patlıcanlardır. Ülkemizde "Bostan patlıcan" olarak da adlandırılmaktadır.

•Yarı-topan tip: Meyve boyunun, eninden daha uzun olduğu patlıcan tipidir. Uzun silindirik tipte patlıcanlara oranla daha kısa meyve boyuna ve topan tipte patlıcanlara oranla daha küçük meyve enine sahip, oval ve armudi meyve şeklinde patlıcanlardan oluşmaktadır.



Şekil 2. Meyve tipleri; a)Topan meyve b)Yarı topan meyve c-d)Uzun meyve [47]
Figure 2. Fruit types; a) Round fruit b) Semi-long fruit c-d) Long fruit [47]



Şekil 3. Meyve ucu şekli; a)Yuvarlak b)Sivri c)Küt [4]
Figure 3. Fruit tip shape; a) Round b) Pointed c) Indented

Ülkemizde yöresel (Şekil 4) olarak üretilen ve severek tüketilen genotipler yanında, coğrafi işaretli (Şekil 5) patlıcan genotipleri de bulunmaktadır. Bu genotiplerin özellikleri ise şöyledir:

Yöresel Genotipler

•Diyarbakır patlıcanı: Diyarbakır ili orjinli siyah-koyu mor renkli, uzun-silindirik tipte, uzunluğu 20-30 cm, meyve eni 4-6 cm genişliğinde ve genellikle yuvarlak meyve ucuna sahip patlıcanlardır.

•Koçaş patlıcanı: Eskişehir/Sivrihisar orjinli olup, uzun-silindirik meyve şeklinde, sivri meyve uçlu, 16-18 cm uzunlukta ve 4.0-5.0 cm meyve eninde ve menekşe meyve rengindedir.

•Tophan patlıcanı: Şanlıurfa, Akçakale ili orjinli, meyve şekli küre, topan patlıcan grubunda yer alır. Meyve uzunluğu 8 cm, eni 9.5 cm, küt meyve ucuna sahip ve menekşe rengindedir.

•Zabaran patlıcanı: Kilis ili orjinli olup, yarı topan patlıcan grubunda yer alan Zabaran patlıcanı yumurtamsı meyve şekline, küt meyve ucuna, menekşe meyve rengine sahip olup, meyve uzunluğu 8 cm, meyve genişliği 4 cm'dir.

Coğrafi İşaretli Genotipler

•Birecik patlıcanı: Meyveleri silindirik şeklinde, meyve kabuğu mor renkli, 25-30 cm uzunluğunda, meyve et rengi beyazımsı olup, tohum sayısı çok az ve meyve eti yumuşaktır.

•Nizip patlıcanı: 15-20 cm uzunlukta, 8-10 cm çapa sahip olup, meyve kabuğu rengi paralel hatlar şeklinde mor, beyaz ve yeşilimsi renkler barındırmaktadır.

•Yamula patlıcanı: Silindirik meyve şeklinde, sivri meyve uçlu, 13-15 cm uzunluk ve 5.0-5.5 cm meyve enine sahip alacalı renkli patlıcanlardır.

2022 yılında ülkemizde sertifikasyon sistemine dahil olmayan sadece standart tohumluk olarak üretilebilecek 1'i anaç toplam 23 adet çeşit (Çizelge 6) mevcutken, sertifikalı tohumluk özelliğinde 11 adeti anaç olan toplam 90 adet çeşit mevcuttur (Çizelge 7). Üretim izni olan çeşit sayısı ise 1 adet anaç ile beraber 27 adettir (Çizelge 8) [77].

Çizelge 5. Ülkemizde patlıcan üretiminde kullanılan ticari çeşitler, yerel ve coğrafi işaretli genotipler ve özellikleri

Table 5. Commercial varieties, local and geo-marked genotypes used in eggplant production in our country and their propoerties

Patlıcan *Eggplant*	Tip *Type*	Renk *Color*	Meyve ucu *Fruit tip*	Meyve şekli *Fruit tip shape*	Meyve boyu *Fruit length*	Meyve çapı *Fruit diameter*	Orijini *Origin*
Ticari çeşitler / *Commercial varieties*							
Aydın Siyahı 55	Uzun	Siyah	Küt	Silindirik	25-30 cm	4-6 cm	İzmir
Balıkesir 76	Uzun	Siyah	Sivri	Silindirik	27 cm	7 cm	Yalova
Halep 18	Uzun	Siyah	Sivri	Silindirik	22 cm	4-5 cm	İzmir
Kemer 27	Uzun	Siyah	Küt	Silindirik	20-25 cm	5-6 cm	İzmir
Corsica F_1	Uzun	Siyah	Yuvarlak	Silindirik	23-25 cm	6-6.5 cm	İspanya
Yıldırım	Uzun	Siyah	Küt	Silindirik	22-24 cm	4-5 cm	Antalya
Karbeyaz F_1	Uzun	Beyaz	Yuvarlak	Silindirik	22-25 cm	4-5 cm	Bursa
Topan 374	Topan	Siyah	Küt	Küre	13 cm	10 cm	İzmir
Sare F_1	Topan	Siyah	Küt	Küre	14 cm	10 cm	Antalya
18-010 F_1	Yarı topan	Siyah	Yuvarlak	Küre	20 cm	10 cm	Antalya
Cristal F_1	Yarı topan	Koyu mor	Yuvarlak	Küre	21-22 cm	7-8 cm	İspanya
Yerel Genotipler / *Local genotypes*							
Diyarbakır patlıcanı	Uzun	Koyu mor siyah	Yuvarlak	Silindirik	20-30 cm	4-5 cm	Diyarbakır
Koçaş patlıcanı	Uzun	Menekşe	Sivri	Silindirik	16-18 cm	4-5 cm	Eskişehir
Tophan patlıcanı	Topan	Menekşe	Küt	Küre	8 cm	9.5 cm	Şanlıurfa
Yamula patlıcanı	Uzun	Alacalı	Sivri	Silindirik	13-15 cm	5-5.5 cm	Kayseri
Zabaran patlıcanı	Yarı topan	Menekşe	Küt	Yumurtamsı	8 cm	4 cm	Kilis
Coğrafi işaretli genotipler / *Geographical indication genotypes*							
Birecik patlıcanı	Uzun	Mor	Sivri	Silindirik	25-30 cm	5-6 cm	Şanlıurfa
Nizip patlıcanı	Uzun	Alacalı	Yuvarlak	Silindirik	15-20 cm	8-10 cm	Şanlıurfa
Yamula patlıcanı	Uzun	Alacalı	Sivri	Silindirik	13-15 cm	5-5.5 cm	Kayseri



Şekil 5. Coğrafi işaretli patlıcanlar: a) Birecik, b)Nizip, c)Yamula patlıcanı [5, 6, 77]

Figure 5. Geo-marked eggplants: a)Diyarbakır, b)Koçaş, c)Tophan, d)Zabaran eggplants

Çizelge 6. Sadece standart tohumluk olarak üretilebilecek çeşitler

Table 6. Varieties that can only be produced as standard seeds

Başvuru Sahibi / *Applicant*	Çeşit Adı / *Variety Name*
AG Tohum San. Tic. A.Ş.	Destan
Altın Tohumculuk Tic. San. A.Ş.	Okyanus, Togo
Biotek Toh. Tarım Ürünleri San. Tic. Ltd. Şti.	Gümüşay
Bursa Tohumculuk Ziraat ve Tic. A.Ş.	Karaman, BT Nazilli Karası 016, BT Bıldırcın, BT Manisa Çizgili, BT Ala Çizgili, BT Karabaş
Metgen Tohumculuk San. Tic. Ltd. Şti.	Dobar
Mtn Toh. Tar. Ür. Hay. Paz. San. Tic. Ltd. Şti	Tan 35
Rijk Zwaan Tarım Tic. Ltd. Şti.	Anamur 10-704
Rito Tohumculuk A.Ş.	AGR-703 anc
Semillas Fito Tarım San. Tic. A.Ş.	Lima, Cristal, Seven
Vilmorin Mikado Tohumculuk A.Ş.	Tasca, Picola, Tanyeli
Yüksel Tohum Tarım San. Tic. A.Ş.	Y-98 Yakut, Sülün, Y-33-10 Vezir

anc:anaç

Transgenik patlıcan çeşitleri "Bt" ile belirtilmektedir ve toprak bakterisi *Bacillus thuringiensis*'den bir gen içermektedir. Bu tür çeşitler bitkiyi lepidoptera türü meyve ve sürgün kurdu (*Leucinodes orbonalis*) ile meyve kurduna (*Helicoverpa armigera*) karşı direnç kazandırmak

için tasarlanmışlardır. Bt patlıcanlar Hindistan, Bangladeş gibi ülkelerde ticari olarak kullanılmaktadır. Ancak ülkemizde transgenik patlıcan çeşitleri bulunmamaktadır.

Çizelge 7. Sertifikalı tohumluk üretimi yapılabilecek çeşitler

Table 7. Varieties that can produce certified seeds

Başvuru Sahibi / *Applicant*	Çeşit Adı / *Variety Name*
Ad Rossen Tarım San. ve Tic. A.Ş.	Clasita
AG Tohum San. ve Tic. A.Ş.	Mabel, Amadeo
Alboran Tarım Ltd. Şti	Cargo
Altın Tohumculuk Tic. ve San. A.Ş.	Karası, Kuzgun, Alparslan
Anamas Tarım Üretim Pazarlama San. Tic. Ltd. Şti.	Fırtına
Antalya Tarım A.Ş.	Berceste, AT 7041
Argeto Sebze Tohumları Islah Üretim ve Paz. Ltd. Şti.	Altındağ
Asgen Tarım Ticaret A.Ş.	Zeusanc, Gören 1530
Asos Tarım Toh. Tur. İnş. San. Paz. İth. İhr. Tic. Ltd. Şti.	Afrodit
Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü	Pala-49op, Balıkesir-76 op
Ayer Tarım San. Tic. A.Ş.	Doyran anc
Balıkesir Toh. Tarım San. Tic. A.Ş.	Alya op
Batı Akdeniz Tarımsal Arşt. Enst.Müd.	Batem Filizi, Yıldırım
Bursa Tohumculuk Ziraat ve Tic. A.Ş.	BT Karanta, BT Malkara, BT Karaok, BT Çantalı, BT Zebra, BT Bostinat, BT Karateke, BT Kebabi, BT Kobra, BT Karaefe, Aykara, Karnaz
Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü	Topan 374op, Aydın Siyahı-55op, Halep-18op, Fenert, Hisar, Karun, Karya
E-Z Tohumculuk Ltd. Şti.	Tatlıcan
Genta Genel Tarım Ürünleri Paz. A.Ş.	GNT Kozmos
Graines Voltz Turkey Tohumculuk Tic. Ltd. Şti.	Pulsar
Hasel Tarım Ürünleri San. Tic. Ltd. Şti.	Artuk
Iag Tarım İthalat İhracat San. Tic. A.Ş.	Lady Rootanc
İzmir Armağan Tarım Ltd. Şti.	AR 8110
Lider Tohum Üretim ve Paz. Ltd. Şti.	Karahan, Görkem, Noyan o, Toraman
Lotus Tarım Tohumculuk ve Gübre San. A.Ş	Merdan, Doğuşbey, Lotus Karagöl, LT Pasifik, Poyraz
Monsanto Gıda ve Tarım Tic. Ltd. Şti.	Faselis (T-26)
NGS Tohumculuk Tarım İth. İhr. San Tic. Ltd. Şti.	Yula anc
Rijk Zwaan Tarım Tic. Ltd. Şti.	Brigitte RZ, Angela, Fantastic, 10 904 RZ, Sabelle, Hayal, Sally, Conan anc
Rito Tohumculuk A.Ş.	RTLE 01, RTTE 03, Foreveranc
Semillas Fito Tarım San. Tic. A.Ş.	Corsica, Darko, Estela, Sicilia
SRC Tarımsal Araş. Ür. ve Pazar. San. Tic. Ltd. Şti.	Panaç anc
Syngenta Tarım San. Tic. A.Ş.	Hünkar
Tasaco Tarım San. Tic. A.Ş.	Kadife, Tascon
Trakya Tarımsal Araştırma Enst. Müd.	Kemer 27
United Genetics Turkey Tohum Fide A.Ş.	Hikyakuanc, Hercules anc,op
UPL Ziraat ve Kimya Ltd. Şti.	ADV 368
Vilmorin Mikado Tohumculuk A.Ş.	Esmeray, Nouma, A117, Karizma, Hawk anc
Yüksel Tohum Tarım San. Tic. A.Ş.	Çelebi, Karcan, Karagül, Kırçıl, Babacan, Köksal anc

anc:anaç, op:açık tozlanan, o: oval, t: topan



Şekil 4. Yöresel patlıcanlar: a)Diyarbakır, b)Koçaş, c)Tophan, d)Zabaran patlıcanı [77]

Figure 4. Regional eggplants: a)Diyarbakır, b)Koçaş, c)Tophan, d)Zabaran eggplant

Çizelge 8. Üretim izni olan çeşitler

Table 8. Varieties with production permit

Başvuru Sahibi / *Applicant*	Çeşit Adı / *Variety Name*
AG Tohum San. Tic. A.Ş.	Necef
Altın Tohumculuk Tic. ve San. A.Ş.	Sufi, Kül
Anamas Tarım Ür. Paz. San. Tic. Ltd. Şti.	Timuçina, Keykubat
Anamas Tarım Ür. Paz. San. Tic. Ltd. Şti.	Keykubat
Antalya Tarım A.Ş.	Safari öa
Az Tohum Tar. San. Tic. Ltd. Şti.	Şehzade
Bursa Tohumculuk Ziraat ve Tic. A.Ş.	BT Karbeyaz
Flores Ziraat San. Tic. Ltd. Şti.	33 102 öa,at
Hibrit Tohumculuk Üretim San. İth. İhr. Paz. Tic. Ltd. Şti.	Karadayı, Batuhanop
İstanbul Tarım A.Ş.	Partner
Kocameşe Tarım Fide Ltd. Şti.	Stellar
Küçük Çiftlik Tohum. San. Tic. Ltd. Şti.	Vanta
Manier Tohumculuk Ltd. Stl.	Simya
Metgen Tohumculuk San. Tic. Ltd. Şti.	Tomarla öa,at
Multi Tohum Tarım San. Tic. A.Ş.	Sardes 16E0984
Rijk Zwaan Tarım Tic. Ltd. Şti.	Aretussa, Babetto
Rito Tohumculuk A.Ş.	Samuray
SFT Tarım San. Tic. A.Ş.	Elmur
Yara Zaden Company Ltd. Şti.	Jalamuta, Basilty
Yüksel Tohum Tarım San. Tic. A.Ş.	Boğaçanc, Kano, Kartal, Güveç

anc:anaç, op:açık tozlanan, öa:örtüaltı, at:açıkta, s:silindirik, a:armudi, ty:ters yumurtamsı

PATLICAN ISLAH ÇALIŞMALARI

Kültüre alınması yaklaşık 1500 yıl öncesine dayanan patlıcanın [43] botanik özellikleri, doğal nedenler ve insan faktöründen kaynaklı olarak evrimleşme süreci içerisinde önemli ölçüde değişiklik göstermiştir [40, 42]. Bu sürece eşlik eden evrimsel değişikliklerin yalnızca birkaç büyük gen tarafından kodlanması, kültür formunu biyotik ve abiyotik streslere karşı daha savunmasız hale getirmiştir [34]. Patlıcanda ıslah çalışmalarının başlatılmasında temel nedenler, En Zaadhandel ve Van der Have [37]'in bitki ıslah çalışmalarının

başlangıcı için bahsettiği dünya nüfusunun yüksek büyüme hızı, gıda dağılımındaki yetersizlikler ve hasat sonrası kayıplar ile aynıdır. Patlıcan üretiminde başlangıçta üreticiler kendi tohumluklarını kendileri üretirken ilerleyen dönemlerde yerel popülasyonların seleksiyonu ile birlikte ıslah çalışmaları başlatılmıştır [16]. Bunu takiben heterozis özelliklerinin keşfedilmesi ile hibrit çeşitler de geliştirilebilmiştir [52, 42]. Günümüzde patlıcan ıslah programlarının hedefini yüksek kaliteli ve verimli, uzun raf ömürlü, hastalık ve zararlılara karşı dayanıklı, abiyotik streslere karşı yüksek adaptasyon yeteneği olan çeşitlerin geliştirilmesi oluşturmaktadır [32]. Patlıcanda görülen en yaygın hastalıklar; bakteriyel solgunluk, Verticillium solgunluğu, Fusarium solgunluğu, Antraknoz, Alternaria ve Phytophthora'dır [69, 53]. Patlıcan başta akarlar, beyaz sinekler, yaprak bitleri ve thripsler olmak üzere birçok sayıda zararlı tarafından saldırıya maruz kalmaktadır [67, 56]. Ayrıca yüksek veya düşük sıcaklıklar, kuraklık, tuzluluk, su basması ile ön görülemeyen hava koşulları bitkinin büyümesi ve gelişmesini etkileyerek verimi ve meyve kalitesini düşüren en önemli faktörlerdendir [26]. Patlıcanda önemli biyotik ve abiyotik streslere toleranslı/dayanıklı bazı çeşitler geliştirilmiştir. Bu çeşitlerden hibrit olanlar en çok talep edilenler olmakta birlikte bazı ülkelerde F_2 popülasyonlarının da satışının gerçekleştirildiği bilinmektedir [70].

Patlıcan, Türkiye'de 17. yy'dan itibaren üretilmektedir [81, 42]. Dünyada ilk hibrit patlıcan çeşidi 1961 yılında Japonya'da geliştirilirken, Türkiye'de ıslah çalışmalarına oldukça geç başlanmıştır. İlk patlıcan çeşidimiz yerel popülasyonların seleksiyonu ile Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nce geliştirilmiş ve 1964 yılında tescil edilmiştir. Örtüaltı yetiştiriciliğine uygun ilk hibrit çeşitler ise Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nce geliştirilmiş ve 1999 yılında tohumluk kaydı yapılmıştır [66, 16]. Özel sektörün patlıcan ıslah çalışmaları konusunda faaliyetiyle birlikte patlıcan ıslah çalışmaları daha da hız kazanmıştır. Günümüzde kullanılan çeşitlerin çoğunluğu yerli çeşitlerdir.

Ülkemizde 58 yıl önce ıslah edilmiş çeşitlerin günümüzde hala güncelliğini koruması, üreticilerin ihtiyaç duyduğu çeşitlerin bazı özellikler yönünden yerel popülasyonların önemini ortaya koymaktadır. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) yerel sebze çeşitlerinin geliştirilmesine yönelik ıslah çalışmalarını desteklemektedir. Nitekim bu destekler ile Koçaş patlıcanı [39] ve Diyarbakır patlıcanı [1] projeleri yürütülmüştür.

Patlıcanda örtüaltı yetiştiriciliğine uygun oval tipte ilk yerli hibrit çeşit yine kamuda geliştirilmiş ve 2013 yılında ticari kayıt altına alınmıştır [18]. Ayrıca, Mutlu ve ark. [63] tarafından yürütülen ıslah çalışmaları ile hem oval hem de yerel genotipler benzerinde açık tarla yetiştirme koşullarına uygun hibrit çeşitler geliştirilerek üreticilerin kullanımına sunulmuştur.

Türkiye'de patlıcan üretiminde önemli ekonomik kayıplara neden olan solgunluk hastalıklarına karşı ıslah çalışmaları yoğun şekilde devam etmektedir. Kamu-özel sektör iş birliği kapsamında yürütülen çalışmalarda şimdiye 264 adet solgunluk hastalığına dayanıklı hat geliştirilerek özel sektörün kullanımına sunulmuştur [17, 19, 20]. Patlıcanda gen piramitleme çalışmaları ile hastalık ve zararlılara karşı çoklu dayanıklılık ıslah çalışmaları da yürütülmektedir [17]. Fusarium'a [14, 68], Verticillium'a [11, 45], nematoda [64, 65, 8] ve kırmızı örümceğe [58] karşı yapılan ıslah çalışmalarında değerlendirilebilecek önemli materyaller tanımlanmıştır ve bu materyaller hâlihazırda ıslah çalışmalarında kullanılmaktadır. Fusarium'a dayanıklılık sağlayan genleri tespiti edebilecek moleküler markırlar da geliştirilmiştir [62].

Patlıcan ıslah amaçları arasında diğer bir güncel konu da abiyotik streslere tolerans çeşitlerin geliştirilmesidir. Ülkemizde bu konuda da çalışmalar zaman kaybedilmeden başlatılmış, kuraklık, tuzluluk ve ağır metal streslerine tolerant genotiplerin ve hatların tespitine yönelik çalışmalar kamu ve üniversitelerde yürütülmüştür [57, 75]. Tuzluluk ve kuraklık koşullarına toleransı yüksek hatların geliştirilmesi konusunda önemli aşamalar kaydedilmiş olup, çalışmalar devam etmektedir [24, 25].

Patlıcanın kültür formları aynı anda birden çok biyotik ve abiyotik strese maruz kalabilmektedir ve ticari olarak yetiştirilen çeşitler bu streslere karşı hassastır. Bu streslere dayanıklılığı sağlayabilmek için yabani türler ıslah çalışmalarında yararlanılabilecek önemli genitörlerdir. Ülkemizde üniversitelerimiz ve kamu kurumlarımızda türler arası melezlemelere ıslah çalışmalarına dahil edilebilecek popülasyonlar üretilebilmiştir. *S.torvum*, *S.macrocarpon*, *S.aethiopicum*, *S.insanum*, *S.incanum* türleri ile yapılan melezlemelerde başarılı sonuçlar ve ıslah çalışmalarında kullanılabilecek hatlar elde edilmiştir [87, 29, 72, 21, 7]. Bu çalışmaların bazılarından yerli anaçlar da geliştirilmiştir [70, 71].

Klasik ıslah yöntemlerinin uzun zaman alması, maliyetinin yüksek olması nedeniyle biyoteknolojik yöntemler hızlı bir şekilde ıslah çalışmalarına entegre edilmiştir. Ancak patlıcan ıslah çalışmalarında diğer

türlere göre entegrasyon oldukça geç başlamıştır. İlk olarak 1973 yılında başlatılan patlıcanda anter kültürü çalışmalarında, katlanmış haploid bitki elde edilebilecek bir protokol 1982'de INRA tarafından geliştirilebilmiştir. Ülkemizde 1991 yılında yapılan çalışmalarla bazı patlıcan çeşitlerinin anter kültürüne tepkileri araştırılmış ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir [54, 55]. Ancak besin ortamı, kültüre alım metotları, genotip vb. gibi başarıyı etkileyen faktörler için modifikasyon çalışmaları günümüzde de devam etmektedir [36, 44, 35, 81, 82, 83]. Bu çalışmaların sürdürülmesinde en önemli faktörler, özel sektör kuruluşlarımızın bu konuda yatırım yapmaya istekli olması ve üniversite-kamu-özel sektör iş birliğinin başarılı bir şekilde tesis edilmiş olmasıdır. Son yıllarda patlıcan ıslah çalışmaları yürüten özel sektör kuruluşların birçoğu laboratuvar alt yapılarını geliştirmişlerdir. Bu ülkemiz için önemli bir ilerlemedir. Anter kültürü yanında mikrospor kültürünün de patlıcanda ıslah çalışmalarına entegre edilmesine yönelik uygulamalar başarılı bir şekilde yürütülmektedir [27].

Ülkemizde diğer ülkelere ve diğer türlere göre oldukça geç başlayan patlıcan ıslah çalışmalarında önemli aşamalar kaydedilmiş, hatta yukarıda da bahsedildiği gibi bazı çalışmalar dünyada ilk kez ülkemizde gerçekleştirilmiştir. Ülkemizde özel sektör tohumculuk kuruluşlarının bu konuda önemli yatırımlar yapması ve oluşturulan kamu-üniversite-özel sektör iş birliği sayesinde bugün dünyada patlıcan ıslahında ülkemiz söz sahibi olacak seviyelere ulaşmıştır.

AŞILI PATLICAN FİDESİ

Ülkemizde patlıcan yetiştiriciliğinde biyotik ve abiyotik stres faktörlerine dayanım için aşılı fide kullanımının giderek yaygınlaştığı; domates ve karpuzdan sonra en çok üretilen aşılı fidenin patlıcanda olduğu görülmektedir. Aşılama, benzer veya farklı iki türe ait bitkilerin hipokotillerinin (gövdelerinin) değişik kesim yöntemleri ile kesilmesi ve özel ortamlarda birleştirilmesi sonucu tek bir bitki halinde büyümelerini sağlayan vejetatif bir üretim şeklidir [51]. Benzer türlerin aşılaması "interspesifik aşılama (tür içi)" olarak tanımlanırken, farklı türlerin aşılanması "intraspesifik (türler arası, heteroaşı)" aşılama olarak tanımlanmaktadır. Aşılı bir bitkide aşı noktası altında kalan kısım "anaç", üstünde kalan kısım "kalem" olarak adlandırılmaktadır.

Sebzelerde aşılama M.S. 5. yüzyılda Çinli çiftçilerin, 17. yüzyılda Koreli çiftçilerin pirinç depolamak için iri kabaklar elde etme amacı ile doğal yolla keşfettikleri kabak/kabak aşılaması ile başlamıştır [13]. Başlangıçta sebzelerde aşı uygulamaları *Cucurbitacae* (Kabakgiller) familyası üyelerinden karpuz ve kabaklarda, kök sistemini, bitki gelişimini ve meyve iriliğini arttırmak amacıyla yapılmıştır. Ancak 1920'li yılların başlarında Japon çiftçilerin türler arası aşılamayı keşfi ile karpuz kabak üzerine aşılanmış ve verim azalmasına neden olan topraktaki Fusarium sorununa çözüm bulmuşlardır. 1930'lü yılların başlarında karpuz su kabağı üzerine aşılanarak toprak kaynaklı sorunlar çözülerek artık geniş çaplı üretimler yapılmaya başlanmıştır [59]. *Solanaceae* (Patlıcangiller) familyası üyelerinde aşılamanın daha sonraki yıllarda yapılmaya başlanmış ve bu familyada ilk aşılama 1940'lı yıllarda Amerika'da domatesin, boru çiçeği olarak bilinen *Datura stramonium* üzerine aşılanması ile gerçekleşmiştir [48]. Aşılamanın avantajlarının görülmesinden sonra o zaman için yabancı ot olarak kabul edilen ancak günümüzde patlıcan için yaygın bir anaç olarak kullanılan Hindi otu, dut otu veya bezelye patlıcanı olarak adlandırılan *Solanum torvum*'un domatese anaç olarak kullanılmasına başlanmıştır. Patlıcan aşılamasına ait ilk kayıt 1959 yılına dayanmaktadır. İsrail'de patlıcan, Akanasu (Scarlet) patlıcanı (*S.integrefolium*) üzerine aşılanmış ve Verticillium, Fusarium, bakteriyel solgunluk ve nematod gibi toprak kaynaklı hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılık sağlanmıştır. Aynı zamanda verim artışı elde edilmiştir [60]. 1960'lı yıllarda plastiğin seralarda kullanılmaya başlanması ile birlikte Japonya ve Kore'de seracılık faaliyetleri artmaya başlamış ve sera toprağının yoğun kullanımı ile ortaya çıkan toprak kaynaklı hastalık ve zararlıların artmasına bağlı olarak sera sebze üretiminde aşılı fide kullanımı yoğunlaşmıştır [60]. Bu yıllarda aşılı domates ve patlıcan fidesi kullanımının yaygınlaştığı [13]; aynı yıllarda Japonya ve Kore'de *Solanaceae* familyası türleri için ticari aşılı fide üretiminde eğimli kesik şeklinde yapılan ve aşılama hızı 2-3 kat arttıran tüp aşılama yöntemi ile aşı sonrası kaynaştırma yöntemleri tanıtılmış [50, 49] ve aşı sonrası kaynaştırma sorununun çözümlenmesi ile 1990'lı yıllarda meyvesi yenilen sebzelerin üretiminde aşılı fide kullanım yüzdesi oldukça yükselmiştir. Aşılı fidelerin kullanımındaki asıl artış 2005 yılında Montreal Protokolü ile gelişmiş ülkelerde toprak kaynaklı hastalıkların kontrolünde Metil Bromür (MeBr) kullanımının yasaklanmasından sonra olmuştur. Aşılı fideler MeBr kullanımına alternatif uygulamalar arasında çevreci, etkin ve pratik bir teknik olması nedeni ile öne çıkmıştır [13].

Sebze üretiminde aşılı fide kullanımı bugün dünyanın birçok bölgesinde, gerek açıkta ve gerekse serada, konvansiyonel ve organik üretimde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Türkiye'de aşılı fide kullanımı ile ilgili ilk kayıtların bilimsel çalışmalar

olduğu ve ilk defa 1985 yılında [33] karşımıza çıktığı görülmektedir. Bundan sonraki yıllarda da farklı türlerde bilimsel çalışmalarda kullanımı devam etmiştir. Diğer türlerde aşılı fide kullanımı daha eskilere dayansa da patlıcanda ilk aşılı fide çalışmaları 2009 yılında olmuştur [84] ve bugüne kadar patlıcanda 15 adet uluslararası bilimsel çalışma yapılmıştır. Türkiye'de aşılı patlıcan konusunda ilk yüksek lisans tezi 2014 yılında; ilk doktora tezi ise 2018 yılında yapılmış; toplam yüksek lisans tez sayısı sırası 4 adet iken doktora tez sayısı 3 adet olmuştur [86].

Çizelge 9. Patlıcanın aşılanabileceği türler ve 2020-2021 üretim sezonunda piyasada ticari olarak bulunabilen patlıcan anaçları

Table 9. Rootstock species for eggplant and commercially available eggplant rootstocks in Turkey in the 2020-21 production season

Patlıcanın aşılanabileceği türler *Species in which eggplant can be grafted*	*S.lycopersicon, S.lycopersicum × S.lycopersicum, S.torvum, S.melongena, S.melongena × S.melongena, S.habrochaites, S.lycopersicon × S.habrochaites, S.incanum, S.incanum × S.melongana, S.melongena × S.aethiopicum, S.torvum × S.sanitwongsei, S.integrifolium, S.integrifolium × S.melongena, S.integrifolium × S.sanitwongsei, S.integrifolium, S.sisymbriifolium, S.aculeatissimum, S.capsicoides, S.linnaeanum, S.viarum, S.khasianum, S.indicum ve S.mammosum*
Türkiye'de kullanılan ticari patlıcan anaçları *Commercial eggplant rootstocks used in Türkiye*	Köksal, Vista, AGR-703, King Kong, Yedi, Doyran, Spirit, Yula, Conan (67-403), Embajador, Emperador, Endam, Hawk, Boğaç, Brutus, Beaufort ve Maxifort

Türkiye'de ticari olarak ilk kez aşılı fide üretimi 1998 yılında Antalya'da satışa sunulmuştur ve ilk aşılanan fide domates olmuştur. 2020 yılı sonu itibari ile aşılı fide toplam üretim miktarı 196.410.000 adede yükselmiştir ve bunun %11'ini aşılı patlıcan fidesi oluşturmuştur (Y. İpek, 2021 "şahsi görüşme"). Patlıcan aynı familyadan benzer botanik özellik gösteren domates, patlıcan ve patates üzerine aşılanabilmektedir. Ancak ticari olarak daha çok domates ve patlıcan anacı üzerine aşılandığı görülmektedir. Çizelge 9'da patlıcanın aşılanabileceği türler ve 2020-2021 üretim sezonunda piyasada ticari olarak bulunabilen patlıcan anaçları verilmiştir. Ülkemizde henüz transgenik özellikte ticari anaçların kullanımının olmadığı görülmektedir. Tür bazında en çok *S.torvum*, *S.lycopersicum* × *S.habrochaites*, *S.integrifolium* anaçlarının; ticari olarak da patlıcan türünde AGR-703 ve Köksal, domates türünde Beaufort ve Maxifort anaçlarının kullanımının daha yaygın olduğu görülmektedir. Uygun anaç kullanıldığında kalem genotipleri arasında güçlü bir vasküler bağlantı sonucu hidrolik iletimin gerçekleştiği ve dolayısıyla bitki gelişimi için besinler, karbonhidratlar, destekleyiciler ve fitohormonların taşınabildiği; uyuşma sorunlarının olmadığı görülmektedir [10]. Söz konusu anaçların bitki gelişimi ve gücü ile meyve verimi ve kalitesini arttırmak, besin element alımını arttırmak, erkencilik sağlamak, tuz ve yüksek sıcaklık stresine dayanımı arttırmak, Fusarium, Verticillium ve bakteriyel solgunluklara dayanım ile nematoda ve kök çürüklüğüne dayanımı arttırmak için değişik çalışmalarda kullanıldığı görülmektedir [67].

PATLICAN VERİMİ

Patlıcan sıra arası 80-100 cm, sıra üzeri 40-60 cm olarak yetiştirilmekte ve çeşide bağlı olarak verim ortalama 3-6 ton/da arasında değişmektedir [80]. Örtüaltında patlıcanın verim değerleri 6-12 ton/da olarak bildirilmiştir [4]. Aşılı fide kullanımı ile daha yüksek verim alınabilmektedir. Nitekim Balkaya [9] bitki başına verimi aşısız bitkilerde 5.4 kg, aşılı bitkilerde 6.4-6.9 kg olarak tanımlamıştır. Mancak [61] ise bitki başına pazarlanabilir verimin anaçlara göre değiştiğini ve aşılı patlıcanlarda verimin 12.18-15.52 kg arasında değiştiğini, aşısız ve kendine aşılı bitkilerde sırasıyla 12.24 ve 12.25 kg olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde Yarşi ve Rad [85] aşısız patlıcan bitkilerinde verimin 3.35 kg/m² olduğunu, aşılı bitkilerde ise 5.93 kg/m²'ye yükseldiğini bildirmişlerdir.

SONUÇ

Patlıcan üretim alanı ve üretim miktarı yıllara göre değişkenlik göstermektedir. Ülkemizde patlıcan üretim miktarının yurtiçi talebi karşılama oranı %104.4 olmuştur ve tüketim taleplerinin tamamı yurtiçi üretimle karşılanmıştır [78]. Bu üretim miktarı açıkta ve örtüaltı yetiştiricilikten elde edilmiştir. Patlıcan türü ıslahında klasik ıslahın yanı sıra yakın zaman içerisinde geliştirilen ve yaygınlaşan doku kültürü ve moleküler ıslah yöntemlerinin de uygulanmasıyla, yeni hibrit ve standart patlıcan çeşitlerinin geliştirilmesinde oldukça önemli ilerlemeler sağlanmıştır. Küresel ısınma tehdidi nedeniyle verimin azalmasına karşı, çeşitli biyotik ve abiyotik stres faktörlerine dayanıklı olabilecek yerel genotiplerin ve yeni çeşitlerin kullanımlarının da yaygınlaştırılmasıyla üretim miktarında son yıllarda ciddi bir azalma görülmemektedir. Ayrıca patlıcan bitkilerinin özellikle hastalıklara dayanımlarını arttıran aşılı fide üretimi ve kullanımının da artması, üretim miktarı üzerinde etki yapmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Alas, E., Kaya M., Çiçek, M., Ateş, Ş., Öcal, Y., Kızgın Özcengiz, C., Pirinç, V., Öztekin, G.B., 2022. Diyarbakır yerel patlıcan popülasyonlarının toplanması, tanımlanması ve seleksiyon yoluyla ıslahı. Projesi Gelişme Raporu, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Proje No: TAGEM/BBAD/17/A09/P02/01.
2. Anonim, 2022-a. https://tr.wikipedia.org/wiki/patlıcan (Erişim: Haziran 2022).
3. Anonim, 2022-b. https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/files/eggplant_calibration_manual_fomalized.pdf (Erişim: Haziran 2022).
4. Anonim, 2022-c. https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/fikretoz/95307/13.14.hafta%20%c3%96rt%c3%bcalt%c4%b1nda%20patl%c4%b1can%20yeti%c5%9ftiricili%c4%9fi.docx (Erişim: Haziran 2022).
5. Anonim, 2022-d. https://ci.gaziantep.bel.tr/urunler/nizip-patlicani-1021 (Erişim: Haziran 2022).
6. Anonim, 2022-e. https://www.gaptimes.com/kebabiyla-damaklari-costuran-lezzet-birecik-patlicani/ (Erişim: Haziran 2022).
7. Ata, A., Denli, N., Mücahitoğlu, A., Alp, H.A., Köksalan, E., Çelen., H. 2021. Bazı yabani patlıcan türlerinin *Solanum melongena* ile üçüncül gen havuzu türleri arasında köprü olma potansiyellerinin belirlenmesi. Proje Gelişme Raporu, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Proje No: TAGEM/BBAD/Ü/22/A1/P1/5536.
8. Ateş, A.Ç. 2020. Investigation of resistance to Verticillium wilt disease (*Verticillium dahliae* Kleb.) in eggplant genotypes, Plant Protection Bulletin, 60(4):5-11.
9. Balkaya, A. 2016. Aşılı patlıcan üretiminde kullanılan anaçların verim ve kalite üzerine etkileri. Tarım Gündem Dergisi, 6:24-28.
10. Baron, D. Amaro, A.C.E. Pina, A. Ferreira, G. 2019. An overview of grafting re-establishment in woody fruit species. Scientia Horticulturae, 243:84-91.
11. Başay, S. 2006. Patlıcan (*Solanum melongena* L.)'da *Verticillium dahliae* Kleb.'e Dayanıklı Hatların Geliştirilmesi. Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Türkiye.
12. Bayrak, A. 2019. Patlıcan nedir? Sağlığa yararları ve biyoaktif bileşenleri nelerdir? https://www.birbes.com/patlican-nedir-sagliga-yararlari-ve-biyoaktif-bilesenleri-nelerdir-18891/ (Erişim: Haziran 2022).
13. Bletsos, F.A. Olympios, C.M. 2008. Rootstocks and grafting of tomatoes, peppers and eggplants for soil-borne disease resistance, improved yield and quality. The European Journal of Plant Science and Biotechnology, 2:62-73.
14. Boyacı, H.F. 2007. Patlıcanlarda Fusarium solgunluğuna dayanıklılık kaynakları ve dayanıklılığın kalıtımı. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 96s., Adana.
15. Boyacı, H.F. 2020. Development of new valuable introgression lines from the interspecific cross in eggplant (*Solanum melongena* L.). Applied Ecology and Environmental Research 18(1):1771-1781.
16. Boyacı, H.F. 2021. Patlıcan ıslahı. (Ed. Eren, A.) yazlık sebze ıslahı (domates, biber, patlıcan, hıyar, kavun). TAGEM, 292s., Nobel Akademik Yayıncılık, s:155-188.
17. Boyacı, H.F., Cebeci, E., Gümrükçü, E., Çalışkan, S., Kırışık, M., Sülü, S.M., Doğan, Y., Ellialtıoğlu, Ş.Ş. 2021. Patlıcan ıslahı programları kapsamında nitelikli hat ve çeşit geliştirilmesi-2. Proje Gelişme Raporu, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Proje No: TAGEM/BBAD/B/20/A1/P1/1758.
18. Boyacı, H., Topçu, V. 2014. Development of eggplant hybrid cultivar 'Batem Filizi' and determination of yield performance. Derim, 31(2):11-22.
19. Boyacı, H., Topçu, V., Dündar, M., Ünlü, A., Gümrükçü, E. 2008. Patlıcanda Fusarium'a dayanıklı F_4 kademesinde yarıyol materyali geliştirilmesi. Proje Sonuç Raporu. Proje No: DPT-2004K120170.
20. Boyacı, H., Topçu, V., Ünlü, A., Gümrükçü, E., İkten, H. 2013. Patlıcanda *Fusarium oxysporum* f.sp. *melongenae*'ya dayanıklı ve *Verticillium dahliae*'ye tolerant hatların geliştirilmesi. Proje Sonuç Raporu. Proje No: DPT-2004K120170.ç
21. Boyaci, H.F., Prohens, J., Unlu, A., Gumrukcu, E., Oten, M., Plazas, M. 2020. Association of heterotic groups with morphological relationships and general combining ability in eggplant. Agriculture, 10(6):203.
22. Cakir, Z., Balkaya, A., Saribas, S., Kandemir, D. 2017. The morphological diversity and fruit characterization of Turkish Eggplant (*Solanum melongena* L.) populations. Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics, 3(2):34-44.
23. Caruso, G., Pokluda, R., Sękara, A., Kalisz, A., Jezdinský, A., Kopta, T., Grabowska, A. 2017. Agricultural practices, biology and quality of eggplant cultivated in central Europe. Horticultural Science, 44:201-212.
24. Cebeci, E., Boyacı, H.F., Kıran, S., Ellialtıoğlu, Ş.Ş. 2021-a. Patlıcanda türler arası melezleme ile

tuz ve kuraklık streslerine tolerant hat geliştirilmesi. Proje Gelişme Raporu, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Proje No: TAGEM/BBAD/B/20/A1/P1/1476.
25. Cebeci, E., Boyacı, H.F., Doğan, Y., Turgut, D.Y., Hanci, F. 2021-b. Değişim için ürünler: bitkilerde küresel ısınmanın etkileri mücadele etme. AB-ERANET-FOSC Projesi Sonuç Raporu. Proje No: 220N246.
26. Chapman, M.A. 2020. Eggplant breeding and improvement for future climates. In Genomic Designing of Climate-Smart Vegetable Crops (pp:257-276). Springer, Cham.
27. Çelik, B., Onus, A.N. 2019. Patlıcanda (*Solanum melongena* L.) mikrospor kültürü üzerine bir ön araştırma. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 23:61-66.
28. Çetinkaya, Ş., Yılmaz, S., Arı, N., Ünlü, A., Fırat, A.F., Tekşam, İ., Zengin, S., Çelik, İ., Öztop, A. Devran, Z., Kaya, N., Sayın, B., Çelikyurt, M.A., Aktaş, A. 2009. Örtüaltı patlıcan yetiştiriciliği. Batı Akdeniz Araştırma Enstitüsü, Antalya, 104s.
29. Çürük, S. 2019. Farklı interspesifik Solanum hibritlerinin (*S.melongena* × *S.incanum*, *S.melongena* × *S.macrocarpon*, *S.melongena* × *S.aethiopicum*) ve türlerinin (*S.incanum*, *S.linnaeanum*, *S.macrocarpon* ve *S.aethiopicum*) *Solanum torvum*'la melezlenebilirliğinin araştırılması. Proje Sonuç Raporu, Proje No: TÜBİTAK TOVAG 118O009, 45s.
30. Daunay, M.C., Janick, J. 2007. History and iconography of eggplant. Chronica Horticulturae, 47:16-22.
31. Daunay, M.C. 2008. Eggplant, handbook of plant breeding: vegetables II. Springer, New York, USA, (Eds), Prohens, J. Nuez, F. pp:163-220.
32. Daunay M.C., Hazra P. 2012. Eggplant, in handbook of vegetables, Eds. Peter K.V., Hazra P. (Houston, TX: StudiumPress), pp:257-322.
33. Dizdaroğlu, A. 1985. Sera domates üretiminde aşı uygulaması ile elde edilen çift kök sistemine sahip domateslerin verim ve kalite yönünden üstünlükleri üzerine bir araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü (Yüksek Lisans Tezi), İzmir.
34. Doganlar, S., Frary, A., Daunay, M.C., Lester, R.N., Tanksley, S.D. 2002. Conservation of gene function in the Solanaceae as revealed by comparative mapping of domestication traits in eggplant. Genetics, 161(4):1713-1726.
35. Doksöz Boncukçu, S., Geboloğlu, N. 2018. Effect of genotype, stress conditions and media on androgenic performance of eggplant. In 30. International Horticultural Congress IHC2018: II International Symposium on Micropropagation and in Vitro Techniques 1285 (pp:185-192).
36. Ellialtıoğlu, Ş., Başay, S., Kuşvuran, Ş. 2012. Patlıcanda polen dimorfizmi ve anter kültürü ilişkisinin incelenmesi. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, (1):149-152.
37. En Zaadhandel, K.K., Van der Have, D.J. 1979. Plant breeding perspectives. Journal of Plant Foods. 3:275-277.
38. FAOSTAT, 2020. Crops and livestock products. https://www.fao.org/faostat/en/#data/qcl (Erişim: Haziran 2022)
39. Fidan, S., Lökoğlu, N. 2017. Yerel sebze çeşitlerinin geliştirilmesi-seleksiyon yoluyla koçaş patlıcanı ıslahı. Proje Sonuç Raporu, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Proje No: TAGEM/BBAD/12/A09/P02/02.
40. Frary, A., Doganlar, S., Daunay, M.C. 2007. Eggplant. In Vegetables (pp:287-313). Springer, Berlin.
41. Friedman, M. 2015. Chemistry and anticarcinogenic mechanisms of glycoalkaloids produced by eggplants, potatoes, and tomatoes. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 63:3323−3337.
42. Geboloğlu, N., Ellialtıoğlu, Ş.Ş., 2022. Patlıcan ıslahı. Sebze Islahı Cilt III Solanaceae (Patlıcangiller) In: Abak, K., Balkaya, A., Ellialtığolu, Ş.Ş., Düzyaman, E.) Gece Kitaplığı, s:319-446.
43. Gebhardt, C. 2016. The historical role of species from the Solanaceae plant family in genetic research. Theoretical and Applied Genetics, 129(12):2281-2294.
44. Geboloğlu, N., Boncukçu, S.D., Durna, P., Bayram, M. 2017. Patlıcanda şeker, bal ve büyüme düzenleyicilerin anter kültüründe embriyoid oluşumuna etkisi. Akademik Ziraat Dergisi, 6:275-280.
45. Gümrükcü, E., Ünlü, A., Boyacı, H.F., Topçu, V., Karatekin, N. 2014. Verticillium solgunluk hastalığına (*Verticillium dahliae* Kleb.) karşı patlıcan hatlarının reaksiyonlarının belirlenmesi. Türkiye 5. Bitki Koruma Kongresi, 3-5 Şubat, 2014, Antalya, Bildiriler Kitabı, 253s.
46. Holland, B. Unwin, I.D. Buss, D.H. 1991. Vegetables, herbs and spices. Fifth Supplement to McCance and Widdowson's the Composition of Foods, Royal Society of Chemistry, Cambridge, 172p.
47. Hurtado, M., Vilanova, S., Plazas, M., Gramazio, P., Herraiz, F.J., Andújar, I., Prohens, J. 2013. Phenomics of fruit shape in eggplant (*Solanum*

melongena L.) using tomato analyzer software. Scientia Horticulturae, 164:625-632.
48. Isbell, C.L. 1944. Pass the word to gardeners: Graft tomatoes onto weeds. Southern Seedsman, April:14, 42.
49. Itagi, T., Nakanishi, K., Nagashima, S. 1990. Development of young grafted seedling production systems for fruiting vegetables. Japanese Society for Horticultural Science, 59:294-295.
50. Itagi, T. 2009. History and future perspectives for development of controlled environment horticultural technologies. Horticultural Information Center. Tokyo, 181p.
51. Janick, J. 1986. Horticultural Science (4. Edition). WH Freeman and Company., New York, USA. pp:339-346.
52. Kakizaki, Y. 1931. Hybrid vigor in egg-plants and its practical utilization. Genetics, 16(1):1.
53. Kalloo, G. 1993. Eggplant: *Solanum melongena* L. In: Genetic Improvement of Vegetable Crops, pp:587-604.
54. Karakullukçu, Ş. 1991. Değişik patlıcan genotiplerinde *in vitro* androgenesis ve haploid bitki oluşumunu uyarıcı bazı etmenler üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Gen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 136s.
55. Karakullukçu, Ş., Abak, K. 1992. Bazı patlıcan çeşitlerinin anter kültürüne tepkileri. AÜ Ziraat Fakültesi Yıllığı, 42:7-12.
56. Kashyap, V., Kumar, S.V., Collonnier, C., Fusari, F., Haicour, R., Rotino, G. L., Sihachakr, D., Rajam, M.V. 2003. Biotechnology of eggplant. Scientia Horticulturae, 97(1):1-25.
57. Kıran, S., Kuşvuran, Ş., Özkay, F., Ellialtıoğlu, Ş.Ş. 2016. Tuza tolerant ve hassas patlıcan genotiplerinin kuraklık stresi koşullarında bazı morfolojik özelliklerinde meydana gelen değişimler. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 21(2):130-138.
58. Kirisik, M., Erler, F., Boyaci, F., Bayram, Y. 2021. Evaluation of resistance in 16 eggplant genotypes to the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Phytoparasitica, 49(2):275-285.
59. Kubota, C., Miles, C. 2016. Healing and acclimatization methods and design principles. Grafting Manual: How to Produce Grafted Vegetable Plants. Chapter 2.4., United States Department of Agriculture (USDA), 1-8p.
60. Lee, J.M., Oda, M. 2003. Grafting of herbaeous vegetable and ornamental crops. Horticultural Reviews, 28:61-124.
61. Mancak, B.M. 2019. Patlıcanda aşılamanın verim ve bazı kalite özelliklerine etkisi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tokat.
62. Mutlu, N., Boyacı, F.H., Göçmen, M., Abak, K. 2008. Development of SRAP, SRAP-RGA, RAPD and SCAR markers linked with a Fusarium wilt resistance gene in eggplant. Theoretical and Applied Genetics, 117(8):1303-1312.
63. Mutlu, S., Haytaoğlu, M.A., Binbir S., Kahraman A., 2014. Ege bölgesi sebze ıslahı programlarında değerlendirilmek üzere mevcut gen havuzunun korunması ve geliştirilmesi. Proje Sonuç Raporu. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Proje No: TAGEM/BBAD/B/20/A1/P1/2279.
64. Öçal, S., Devran, Z. 2019. Response of eggplant genotypes to avirulent and virulent populations of *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949 (Tylenchida: Meloidogynidae). Turkish Journal of Entomology, 43(3):287-300.
65. Özarslandan, A., Ata, A., Keles, D. 2019. Investigation of resistant of eggplant genotypes against root knot nematode (*Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949), Fresenius Environmental Bulletin, 28(6):4811-4815.
66. Özçelik, N., Fırat, A.F., Ekiz, H., Ünsal, M., Öztürk, A., Boyacı, H.F. 2002. Antalya Narenciye ve Seracılık Araştırma Enstitüsünde geliştirilen hibrit sebze çeşitleri. Türkiye 1. Tohumculuk Kongresi, 11-13 Eylül, Bornova/İzmir. s:121-126.
67. Öztekin, G.B. Tüzel, Y., Durdu, T. 2022. Solanaceae grubu sebzelerde aşılama (Baskıda). In: Sebzelerde Fide Yetiştiriciliği 1. Yetişir, H., Ellialtıoğlu, Ş.Ş. (Eds.), Gece Kitaplığı, Ankara.
68. Pınar, H., Kekeç, H., Yiğit, M.A., Bülbül, C. 2022. Development *Fusarium oxysporum* Schlecht. f.sp. *melongenae* resistant "Yamula" eggplant using MAS (marker assisted selection) and anther culture method. International Journal of Agricultural and Natural Sciences, 15(1):98-108.
69. Rotino, G.L., Perri, E., Acciarri, N., Sunseri, F., Arpaia, S. 1997. Development of eggplant varietal resistance to insects and diseases via plant breeding. Advances in Horticultural Science, 11(4):93-201.
70. Sarıbaş, S., Balkaya, A., Kandemir, D., Karaağaç, O. 2019. Yerli patlıcan anaçlarının (*Solanum melongena* × *Solanum aethiopicum*) köklenme potansiyeli ve fenotipik kök mimarisi. Black Sea Journal of Agriculture, 2(3):137-145.
71. Sarıbaş, Ş., Balkaya, A., Kandemir, D., Seçim, A. 2022. Ümitvar hibrit patlıcan anaçlarının

(*Solanum melongena* × *Solanum aethiopicum*) aşılı patlıcan yetiştiriciliğinde verim ve kalite üzerine etkileri. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi 25(4):687-697.

72. Sidhu, A.S., Bal, S.S., Behera, T.K., Rani, M. 2004. An outlook in hybrid eggplant breeding. Journal of New Seeds, 6(2-3):15-29.
73. Şalk, A., Arın, L., Deveci, M., Polat, S. 2008. Özel sebzecilik. N.K.Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 335s, Tekirdağ.
74. Taher, D., Solberg, S.O., Prohens, J., Chou, Y.Y., Rakha, M., Wu, T.H. 2017. World vegetable center eggplant collection: origin, composition, seed dissemination and utilization in breeding. Frontiers in Plant Science, 1484. (doi.org/10. 3389/fpls.2017.01484).
75. Topal, M.N., Kıran, S., Ateş, Ç., Ekici, M., Ellialtıoğlu, Ş.Ş., Tıpırdamaz, R., Baysal Furtana, G., Sönmez, K. 2017. Kuraklık ve tuz stresine toleransı yüksek patlıcan ıslah hatlarında ağır metal toleransının belirlenmesine yönelik olarak ticari anaçlarla mukayeseli bir çalışma. Derim 34(1):1-10.
76. Topçu, V. 2014. Kendileme yoluyla saflaştırılmış bazı patlıcan hatlarının morfolojik ve moleküler karakterizasyonu. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 82s.
77. TTSM, 2022. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü, Standart tohumluk kayıt listesi (Sebze çeşitleri). https://www.tarimorman.gov.tr/bugem/ttsm/sayfalar/detay.aspx?sayfaıd=86 (Erişim: Haziran 2022)
78. TÜİK, 2021. Bitkisel üretim istatistikleri. https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr (Erişim: Haziran 2022)
79. USDA, 2019. https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/169228/nutrients (Erişim: Haziran 2022).
80. Vural, H. Eşiyok, D. Duman, İ. 2000. Kültür sebzeleri (sebze yetiştirme). Ege Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir, 310s.
81. Vural, G.E., Ari, E., Zengin, S., Ellialtioglu, S.S. 2019. Development of androgenesis studies on eggplant (*Solanum melongena* L.) in Turkey from past to present. In: M. Hasanuzzaman, M.C.M.T. Filho, M. Fujita, T.A.R. Nogueira (Eds.), Sustainable Crop Production. IntechOpen. (https://doi.org/10.5772/intechopen.88299).
82. Vural, G.E., Ari, E. 2020. Triple synergistic effect of maltose, silver nitrate and activated charcoal on high embryo yield of eggplant (*Solanum melongena* L.) anther cultures. Scientia Horticulturae, 272:109472.
83. Vural, G.E. 2021. Farklı Led spektrumlarının patlıcan anterlerinde haploid bitki oluşumuna etkileri. Türk Doğa ve Fen Dergisi, 10(2):29-33.
84. WoS, 2022. Web of Science: https://www.webofscience.com/wos/woscc/summary/1371a78c-8c9f-4a55-9d98-bca9eea97f62-211a6fa6/relevance/1 (Erişim: Ocak 2022).
85. Yarşi, G., Rad, S. 2004. Cam serada aşılı fide kullanımının Faselis F_1 patlıcan çeşidinde verim, meyve kalitesi ve bitki büyümesine etkisi. Alatarım, 3(1):16-22.
86. YÖK-Tez Merkezi, 2022. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/ulusaltezmerkezi/giris.jsp (Erişim: Ocak 2022).
87. Yücel, N.K., Boyacı, H.F., Büyükalaca, S. 2017. *Solanum melongena* ve *Solanum torvum*'un çiçek tozu çimlenme ve canlılıklarının belirlenmesi ve *Solanum melongena* × *Solanum torvum* melezlerinden *in vitro* koşullarda bitki elde edilmesi. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 5(7):836-840.

BAHÇE
ISSN 1300-8943 / e-ISSN 2791-6375
Dergi web sayfası – *Journal home page*
https://dergipark.org.tr/tr/pub/bahce

BAHÇE Yayın İlkeleri

BAHÇE, Türkçe ve İngilizce olarak bahçe bitkilerine yönelik farklı anabilim dallarından özgün araştırma, derleme, davetli derleme ve editöre mektupları kabul eden ve yılda iki kez (Mayıs ve Kasım) yayınlanan açık erişimli süreli bir ziraat dergisidir.

Dergiye gönderilen makaleler başka yerde yayınlanmamış ve yayın hakkı devredilmemiş olmalıdır. Çalışmaların bilimsel etik alanındaki her türlü sorumluluğu yazar/larına aittir. Yayın hakkı Bahçe dergisine aittir. Yazar/lara telif hakkı ödenmez.

Hazırlanan makalelerin başvuruları dergimize https://dergipark.org.tr/tr/pub/bahce adresinden yapılabilmektedir.

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

Yayınlanan makale "Etik Kurul İzin Belgesi" alınmasını gerektiren bir çalışma ise: iznin hangi kurumdan, hangi tarihte ve hangi karar veya sayı numarası ile alındığı makalenin ilk sayfasında dipnot olarak verilmelidir.

BAHÇE Yazım Kuralları

Sayfa düzeni ve yazı karakteri: Makaleler A4 ebadındaki kağıda, her taraftan 2,5 cm boşluk bırakılacak şekilde, **11 punto büyüklüğünde, tek satır aralığı ve Times New Roman karakteri** ile Windows uyumlu işlemcide yazılmalıdır. Şekil ve Çizelgeler dahil toplam sayfa sayısının 15'i geçmemesine özen gösterilmelidir. Paragrafların ilk satırı 0.5 cm içeriden başlamalı, paragraflar arası boşluk bırakılmamalıdır. Makale tek sütun halinde düzenlenmelidir.

Makale metni sırasıyla; Başlık, yazarların isim, adres ve ORCİD numaraları, Öz, Anahtar Kelimeler, İngilizce başlık, Abstract, Keywords, Metin, Teşekkür (gerekli ise) ve Kaynaklar bölümünden oluşmalıdır.

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

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

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

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

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

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

BAHÇE
ISSN 1300-8943 / e-ISSN 2791-6375
Dergi web sayfası – *Journal home page*
https://dergipark.org.tr/tr/pub/bahce

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

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

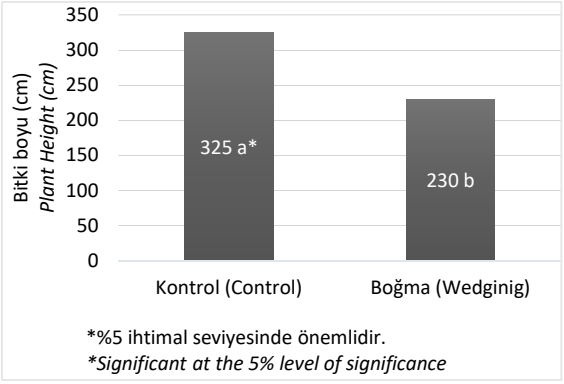
Şekiller ve Çizelgeler: Makalede yer alan şekil, grafik, fotoğraf vb. "şekil"; sayısal değerler ise "çizelge" olarak belirtilmeli ve metin içinde atıfta bulunulmalıdır. Açıklama yazıları şekillerin altında, çizelgelerin üstünde verilmelidir. Açıklamalar Türkçe ve İngilizce olarak yazılmalıdır. Ayrıca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

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

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

	MES (kg) *Fruit firmness*	SÇKM (%) *Soluble solids*	L–ascorbik *Acid (mg 100g^{-1})*	Tanen (mg l^{-1}) *Tannin*	Pektin (mg 100g^{-1}) *Pectin*	T. Şeker (mg 100g^{-1}) *Total Sugar*
1. Hasat *1st Harvest*	4.30 b	23.84 a	21.85 ab	20.59 a	1.02	22.04 d
2. Hasat *2st Harvest*	4.61 a	23.65 a	22.69 ab	20.01 a	1.17	26.15 b
3. Hasat *3st Harvest*	3.74 c	22.65 ab	23.74 a	17.45 b	1.26	27.90 a
4. Hasat *4st Harvest*	3.51 c	22.75 ab	20.14 b	17.22 b	1.46	23.74 c
5. Hasat *5st Harvest*	3.38 c	22.46 b	7.89 c	16.90 b	1.19	23.93 c
LSD $_{o.o5}$	0.28	0.37	2.00	0.89	Ö.D. *N.S.*	1.46

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD)
[z]Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.05 level
Ö.D.: Önemli değil *N.S.: Nonsignificant*



Şekil 1. Boğma uygulamasının bitki boyu (cm) üzerine etkisi
Figure 1. The effect of wedging plant height (cm)

Birimler: Makalelerde SI (Systeme International d'Units) ölçü birimleri kullanılacaktır. Ondalık ayırmalarda virgül yerine nokta kullanılmalıdır. Birimlerde "/" yerine üstel ifade kullanılmalıdır (örn: mg/l yerine mg l^{-1}).

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

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

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

Kaynak verilişine ait bazı örnekler aşağıda gösterilmiştir.

Kitap:

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

Çeviri:

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

Makale / Bildiri:

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

Tez:

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

Süreli Yayınlar:

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

Elektronik Kaynaklar:

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

BAHÇE
ISSN 1300–8943 e-ISSN 2791-6375
Dergi web sayfası: https://dergipark.org.tr/tr/pub/bahce
Adres: Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, PK:15 77102, YALOVA

Makale Gönderme ve Telif Hakkı Devir Sözleşmesi

Makale Başlığı	
Yazar İsimleri	
Tüm Yazarlara ait ORCID Numarası	
Eserden sorumlu yazarın bilgileri	
Adı Soyadı	
Adresi	
e-posta	
Telefon/Faks	

Yazar/lar aşağıdaki ifadeleri onayladıklarını belirtirler:

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

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

Yukarıdaki konular dışında yazar/ların aşağıdaki hakları ayrıca saklıdır;

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

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

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

Yazar/lar Adı ve Soyadı	**Tarih**	**İmza**

Satır sayısı yazar sayısına göre artırılabilir/azaltılabilir.

Makalenin Yayın Kurulunca yayına kabul edilmemesi durumunda bu belge geçersizdir.

BAHÇE
ISSN 1300-8943 / e-ISSN 2791-6375
Dergi web sayfası – *Journal home page*
https://dergipark.org.tr/tr/pub/bahce

BAHÇE Publication Principles

BAHÇE is an open access, periodical agricultural journal published twice a year (May and November), accepting original research, reviews and letters to the editor from different departments of horticulture in Turkish and English.

Articles submitted to the journal must not have been published elsewhere and the right of publication must not have been transferred. All responsibilities in the field of scientific ethics of the studies belong to the author/s. The copyright belongs to Bahçe magazine. No royalties are paid to the author/s.

Applications of prepared articles can be made to our journal at https://dergipark.org.tr/tr/pub/bahce.

The articles are reviewed by the Editorial Board and sent to two referees. The decision of acceptance or rejection is taken by the Editorial Board, taking into account the referee's suggestions and the author's right to reply. In disputed cases, the decision of the Journal Advisory Board members is binding. If necessary, the opinion of a third referee is taken. Changes and corrections suggested by the referee or the Editorial Board are forwarded to the responsible author. No additions or deletions can be made on the article, except for these changes and corrections.

If the article is a study that requires obtaining an "Ethics Committee Permission Certificate", it should be given as a footnote, in the form of: from which institution, on which date and with which decision or issue number the permission was obtained, on the first page of the article.

BAHÇE Article Preparation Rules

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

The text of the article is; title, authors name, address and ORCID numbers, Turkish abstract, Turkish keywords, English title, English abstract, English keywords, text, acknowledgment (if necessary), and references.

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

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

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

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

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

BAHÇE
ISSN 1300-8943 / e-ISSN 2791-6375
Dergi web sayfası – *Journal home page*
https://dergipark.org.tr/tr/pub/bahce

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

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

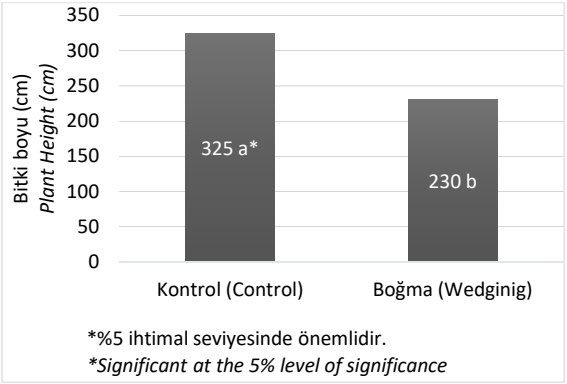
Figures and Tables: Figure, graphic, photo etc. should be named as "figure" and numeric values in chart should be named as "table" in the article. Author should give refer the figures and tables in the text. Captions should be written up side the figures and down side the tables. Captions should be written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

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

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

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

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD)
[z]Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.05 level
Ö.D.: Önemli değil *N.S.: Nonsignificant*



Şekil 1. Boğma uygulamasının bitki boyu (cm) üzerine etkisi
Figure 1. The effect of wedging plant height (cm)

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

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

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

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

Example of reference writings are as follows:

Books:

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

Translates:

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

Articles:

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

Thesis:

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

Periodicals:

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

Electronic References:

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

BAHÇE
ISSN 1300–8943 e-ISSN 2791-6375
Web page of journal: https://dergipark.org.tr/tr/pub/bahce
e–mail: yalova.arastirma@tarimorman.gov.tr
Address: Ataturk Horticultural Central Research Institute, Post Box: 15 77102, Yalova/TURKEY

Manuscript Submission and Copyright Release Form

Article title	
Author/s	
Corresponding authors	
ORCID numbers of all authors	
Name	
Address	
e–mail	
Telephone/Fax	

Author/s approve the followings

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

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

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

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

Except the copyright which mentioned above copying, posting and multiplication by other methods can be done with only permission of authorized person and Editorial Board of Ataturk Central Horticultural Research Institute. Article or part of the article can be used with cross–referring.
This form should be signed by all authors. If authors work in different installations, signs may be present in different forms. Signs should be wet. Article should be sent to the journal address with this form.

Names of author/s	**Date**	**Sign**

Number of raw can be increased/ decreased according to number of author.
If article is not approved for publication by Editorial Board, this form is invalid.