



SEBZECİLİKTE FARKLI YAKLAŞIMLAR

EDİTÖR

Dr. Öğr. Üyesi Muhemet Zeki KARİPÇİN

SEBZECİLİKTE FARKLI YAKLAŞIMLAR

EDİTÖR

Dr. Öğr. Üyesi Muhemet Zeki KARİPÇİN

YAZARLAR

Prof. Dr. Fikret YAŞAR
Prof. Dr. Füsun GÜLSER
Prof. Dr. Hayriye Yıldız DAŞGAN
Doç. Dr. Aylin KABAŞ
Doç. Dr. Kemal Çağatay SELVİ
Doç. Dr. Önder KABAŞ
Doç. Dr. Selcen BABAOĞLU AYDAŞ
Doç. Dr. Selman ULUIŞIK
Dr. Öğr. Üyesi Alamettin BAYAV
Dr. Öğr. Üyesi İbrahim ÇELİK
Dr. Öğr. Üyesi Muhemet Zeki KARİPÇİN
Dr. Öğr. Üyesi Sultan DERE
Dr. Öğr. Üyesi Vedat PİRİNÇ
Dr. Öğr. Üyesi Yahya NAS
Dr. Öğr. Üyesi Yasemin BEKTAŞ
Dr. Tefvik ÖZALP
Ziraat Yüksek Mühendisi Özgür Umut AYAZ
Ziraat Yüksek Mühendisi Serhat PEKER
Ziraat Yüksek Mühendisi Veysi AKŞAHİN
Ziraat Mühendisi Halil GEREZ



Copyright © 2022 by iksad publishing house
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or transmitted in any form or by any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical methods, without the prior written permission of the publisher, except in the case of brief quotations embodied in critical reviews and certain other noncommercial uses permitted by copyright law. Institution of Economic Development and Social

Researches Publications®

(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)

TURKEY TR: +90 342 606 06 75

USA: +1 631 685 0 853

E mail: iksadyayinevi@gmail.com

www.iksadyayinevi.com

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

Iksad Publications – 2022©

ISBN: 978-625-8213-67-6

Cover Design: İbrahim KAYA

October / 2022

Ankara / Türkiye

Size = 16x24 cm

İÇİNDEKİLER

EDİTÖRDEN

ÖNSÖZ

Dr. Öğr. Üyesi Muhemet Zeki KARİPÇİN.....1

BÖLÜM I

DÜNYADA SEBZECİLİĞİN EKONOMİK YERİ VE TÜRKİYE’NİN REKABET GÜCÜ ANALİZİ

Dr. Öğr. Üyesi Alamettin BAYAV.....3

BÖLÜM II

TARIMSAL AÇIDAN 2000-2022 YILLARI ARASINDA YAPILAN HAVUÇ BİTKİSİ İLE İLGİLİ YAYINLARIN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ

Zir. Yük. Müh. Veysi AKŞAHİN

Prof. Dr. Füsun GÜLSER.....21

BÖLÜM III

SEBZELERDE HASAT SONRASI KAYIPLAR VE BİYOTEKNOLOJİK YAKLAŞIMLAR

Doç. Dr. Selcen BABAĞLU AYDAŞ.....47

BÖLÜM IV

DOMATES KURAKLIK STRESİ ISLAHI: MOLEKÜLER YAKLAŞIMLAR

Doç. Dr. Selman ULUIŞIK

Dr. Öğr. Üyesi İbrahim ÇELİK

Doç. Dr. Aylin KABAŞ.....73

BÖLÜM V

DOMATES FİDE YETİŞTİRİCİLİĞİNDE BESLENME VE İYON DENGESİNİN ÖNEMİ

Prof. Dr. Fikret YAŞAR

Ziraat Yüksek Mühendisi Özgür Umut AYAZ.....101

BÖLÜM VI

DOMATES GENOTİPLERİNDE KURAKLIK STRESİNDE MİKRO ELEMENT İÇERİĞİ DEĞİŞİMİ

Dr. Öğr. Üyesi Sultan DERE

Prof. Dr. Hayriye Yıldız DAŞGAN.....129

BÖLÜM VII

SANAYİ DOMATESİ ÇEŞİTLERİNDE ÖNEMLİ KALİTE ÖZELLİKLERİ VE BUNLARI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Dr. Öğr. Üyesi Yahya NAS.....159

BÖLÜM VIII

DİYARBAKIR KOŞULLARINDA SARIMSAK YETİŞTİRİCİLİĞİNDE FARKLI DİKİM TARİHLERİNİN VERİM VE KALİTE ÜZERİNE ETKİSİ

Dr. Öğr. Üyesi Vedat PİRİNÇ

Ziraat Yüksek Mühendisi Serhat PEKER.....195

BÖLÜM IX

TOMATO DEFENSE RESPONSES AGAINST BACTERIAL AND FUNGAL PATHOGENS; IN THE SCOPE OF CLAVIBACTER MICHIGANENSIS SSP. MICHIGANENSIS AND ALTERNARIA SOLANI

Dr. Öğr. Üyesi Yasemin BEKTAŞ.....227

BÖLÜM X

TÜRKİYE'DE SEBZE ÜRETİMİ VE SEBZE ÜRETİMİNİ ETKİLEYEN KÖK-UR NEMATODLARI İLE MÜCADELE YÖNTEMLERİ

Dr. Tefvik ÖZALP

Dr. Öğr. Üyesi Yahya NAS.....261

BÖLÜM XI

ORGANİK TARIMDA HASAT SONU İŞLEMLER

Doç. Dr. Kemal Çağatay SELVİ

Doç. Dr. Önder KABAŞ.....291

BÖLÜM XII

TRÜF MANTARININ DAĞILIŞ ALANLARI VE TÜRKİYE'DEKİ DURUMU

Ziraat Mühendisi Halil GEREZ

Dr. Öğr. Üyesi Muhemet Zeki KARİPÇİN.....333

ÖNSÖZ

Sebzecilik, sağlığımızla ilgili olduğundan dolayı herkes tarafından ilgi çekmektedir. Sebzelerde lif, yağlar, vitaminler, mineraller, kalori ve amino asitler mevcuttur. DNA hasarını önleyen ve kanser hücrelerinin çoğalmasını ve yayılmasını engelleyen antioksidanlarca zengindir. Hafif, hoş tatlara sahip sebzeler, hem iştah açıcı hem de flavonoid luteolin, C ve A vitaminleri içermektedirler. İyot ve demir kaynağı olan sebzeler, aynı zamanda folik asit açısından da zengindirler. Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre yıllık sebze tüketiminin 102 kg'dan aşağı olmaması gerektiğini ortaya koymuştur. Sağlıklı vücuda sahip kişilerin büyük çoğunluğunun, sebze tüketim alışkanlığı da yüksektir. Sebzecilik, insanoğlunun ihtiyaçlarını gideren bir sektör olması münasebetiyle temel disiplinlerle yapılan bir çalışmadır.

Kitabımız, 12 bölümden oluşmaktadır. Bu bölümlerin oluşmasına değerli çalışmalarıyla katkıda bulunan tüm yazarlara teşekkür etmek istiyorum. Kitap bölümlerimizi okuyanların faydalı bilgileri edinecekleri umuduyla ekolog Aldo Leopold'ın sözlerini hatırlatmak isterim; *“bir çiftçi, yeni bir arabası olduğunda değil, çiftliğinde nadir bir kuş türü olduğunda kendisiyle gurur duymalıdır.”*

**Saygılarımla,
Muhemet Zeki KARİPÇİN**

BÖLÜM I

DÜNYADA SEBZECİLİĞİN EKONOMİK YERİ VE TÜRKİYE’NİN REKABET GÜCÜ ANALİZİ

Dr. Öğr. Üyesi Alamettin BAYAV*

* Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Isparta, Türkiye. alamettinbayav@hotmail.com

GİRİŞ

Sürekli artma eğiliminde olan nüfusun beslenmesi, ülkelerin ekonomik açıdan gelişmesi ve kalkınmasının sağlanması ve bu durumların sürdürülebilir kılınması son yıllarda üzerinde çalışılan en önemli konuların başında gelmektedir. Bu açıdan değerlendirildiğinde tarım az gelişmiş ülkelerde ekonomik kalkınmada hayati rol oynamakta, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde ekonomik refaha önemli katkılar sağlamaktadır. Gelişmekte olan birçok ülkede tarımsal kalkınma, gıda güvenliğinin sağlanması açısından oldukça önemlidir. FAO tarafından yayınlanan Dünyada Gıda Güvenliği ve Beslenmenin Durumu adlı raporda 2020 yılında dünyada 768 milyon insanın yetersiz beslendiği tahmin edilmiştir (FAO, 2021). COVID-19 salgını, maliyetlerin sürekli artması ve düşük alım gücü nedeniyle dünyada milyarlarca insan yeterli ve dengeli beslenememektedir. Buradan hareketle, özellikle kişi başına gelirin düşük olduğu ülkelerde tarımın daha kritik bir öneme sahip olduğunu söylemek mümkündür.

Tarım sektörü, dünyada ekonomik olarak ana sektör konumundadır ve yaş meyve-sebze üretimi bu sektörde önemli bir yere sahiptir. Meyve-sebze sektörü, artan nüfustan dolayı sürekli artan bir taleple karşı karşıya kalan ve verimlilik sorunları ile gündemde olan gıda sektörlerinden biridir. Yıllar içinde üretimlerinde dalgalanmalar yaşansa da 2020 yılında dünya genelinde yaklaşık 2,04 milyar ton yaş meyve ve sebze üretilmiştir. Bu üretimin %56,42'sini sebzeler,

%43,58'ini meyveler oluşturmuştur (FAO, 2022)¹. Tarımın alt sektörlerinden biri olan sebzeçilik, doğrudan beslenmeyle ilişkili olması, sebze işleyen sanayiye hammadde temin etmesi ve dış ticaret yoluyla ülke ekonomisine katkı sağlaması açısından önemli bir sektördür.

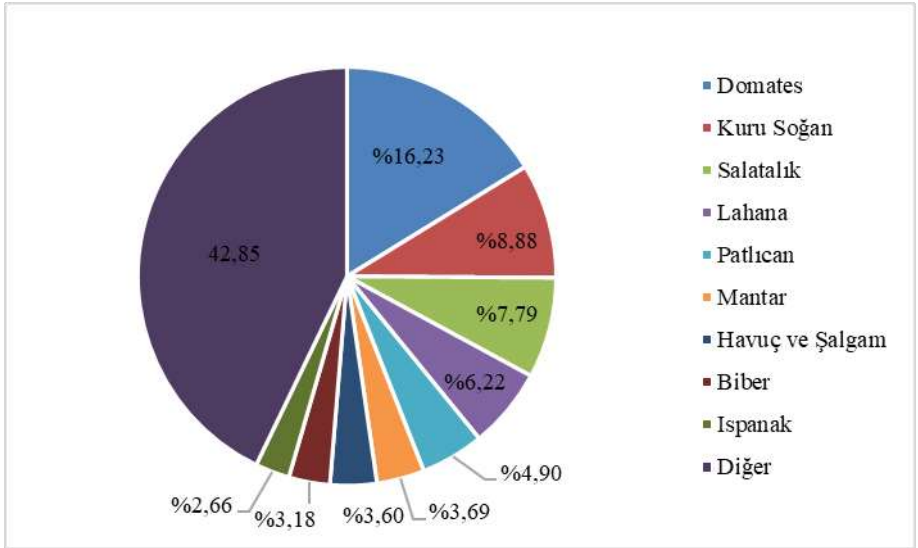
Sebzeler, meyveler gibi fitokimyasallarla sinerjik olarak hareket edebilen bazı bileşenlerin zengin kaynaklarıdır (Yahia ve ark., 2017). *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* cinslerinin laktik asit bakteriler fermente edilmiş meyve ve sebzelerden elde edilmektedir. Bu tür probiyotikler, bağışıklık sisteminin modülasyonu, antiinflamatuvar etki, bağırsak işleyişinin iyileştirilmesi, patojenlerin inhibisyonu ve bulaşıcı ishal gibi hastalıkların tedavisini sağlamaktadır. Hatta inflamatuvar bağırsak, diyabet, karaciğer, nörolojik, solunum ve kardiyovasküler hastalıklar gibi çeşitli sağlık rahatsızlıkları ve kolorektal kanser gibi bazı kanserler probiyotik dengesizlikleri ile ilişkilidir (James & Wang, 2019). İşlenmiş meyve ve sebzelerin zihinsel sağlık üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu sonucuna dahi varan Głabska ve ark. (2020), sebze ve meyvelerin, depresif bozukluklarda önemli olabilecek yüksek besin içeriğine sahip olduğunu saptamışlardır. Meyve ve sebze tüketmenin fiziksel ve zihinsel sağlık arasında güçlü bir ilişki belirlenmiştir (Głabska ve ark., 2020; Smith ve ark., 2021).

¹ FAO sınıflamasında kavun ve karpuz meyve grubunda yer almaktadır. Bu çalışmada FAO sınıflaması esas alınmıştır.

1. DÜNYA VE TÜRKİYE'DE SEBZE ÜRETİMİNDE GELİŞMELER

1.1. Üretim

Dünya sebze üretimi 1.129.721.680 tondur (Tablo 1). Türlerine göre dünya sebze üretim dağılımı Grafik 1'de verilmiştir. Üç yıllık ortalamaya (2018-2019-2020) göre en fazla üretimi yapılan sebze türü domatestir. Domatesi sırasıyla kuru soğan, salatalık, lahana ve patlıcan takip etmektedir.



Grafik 1. Dünya Sebze Üretiminin Türlerine Göre Dağılımı (FAO, 2022)

Dünya sebze üretiminin %78'inden fazlası Asya kıtasında yapılmaktadır. Özellikle iklim özelliklerinin uygunluğu ve kara alanlarının fazlalığı bu sonucu beraberinde getirmiştir. Avrupa, Afrika ve Amerika kıtalarının üretim payları birbirine çok yakın olmakla birlikte sırasıyla %7,44, %7,33 ve %6,91'dir (FAO, 2022). Dünya sebze üretimi 20 yılda %60,67 artmış, bu artışın %62,21'i Çin'deki,

%15,30'u Hindistan'daki artıştan kaynaklanmıştır (Tablo 1). Çin ve Hindistan'daki nüfus baskısı ve Çin hükümetinin tarım üzerindeki baskısının azalması üreticilerin sebze üretiminin artmasının en büyük nedenlerinden biridir.

Tablo 1'de dünya sebze üretiminde lider 10 ülkenin üretim miktarları ve son 20 yıldaki değişim oranları verilmiştir. Çin ve Hindistan hariç tutulduğunda diğer sekiz ülkenin üretim miktarları birbirine yakındır. Çin tek başına dünya sebze üretiminin yarısından fazlasını (%51,85) gerçekleştirmektedir. Hindistan'ın üretimden aldığı pay ise %12,22'dir. Sebze üretiminde lider olan 10 ülke arasında son 20 yılda üretimini oransal olarak en fazla artıran ülke Vietnam, Hindistan, Nijerya ve Çin olurken, üretim miktarı düşen tek ülke ABD olmuştur.

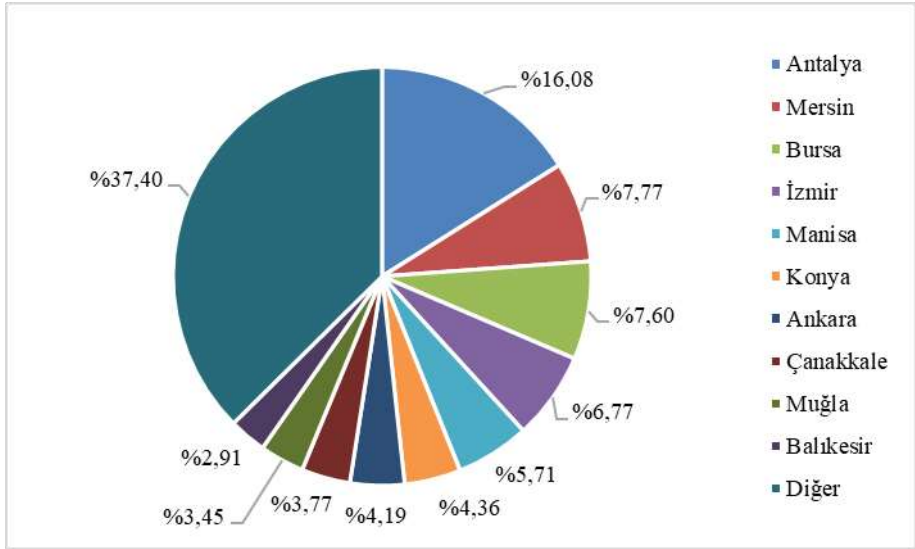
Tablo 1. Sebze Üreten Lider Ülkelerin Üretim Miktarları (ton) ve Değişimleri (%)

Ülkeler	2000-2002	2009-2011	2018-2020	% Değişim*
Çin	320.426.333	476.245.967	585.811.022	82,82
Hindistan	72.775.388	98.412.555	138.062.520	89,71
ABD	36.338.534	35.111.285	32.613.323	-10,25
Türkiye	18.887.297	21.289.669	25.171.849	33,27
Vietnam	6.763.536	7.561.409	16.645.642	146,11
Mısır	12.266.736	17.332.614	15.842.271	29,15
Nijerya	8.441.311	11.820.709	15.640.149	85,28
Meksika	9.071.965	10.668.463	15.438.957	70,18
Rusya	10.426.006	13.413.369	13.939.915	33,70
İspanya	10.706.649	11.186.812	12.794.417	19,50
İlk 10 Ülke Toplamı	506.103.756	703.042.851	871.960.064	72,29
Diğer Ülkeler	197.029.521	237.549.006	257.761.616	30,82
Dünya	703.133.277	940.591.857	1.129.721.680	60,67

*2000-2002 dönemine göre 2018-2020 dönemindeki değişimi göstermektedir (FAO, 2022)

Türkiye dünya sebze üretiminde dördüncü sırada yer almakta ve dünya sebze üretiminin %2,23'ünü karşılamaktadır. Türkiye sebze üretiminin büyük çoğunluğu Akdeniz, Marmara ve Ege Bölgeleri'nde gerçekleştirilmekle birlikte, tüm bölgelerde sebze yetiştiriciliği

yapılmaktadır. Örtüaltı sebze yetiştiriciliği üretimin yoğun olduğu bölgelerde daha fazladır. Ancak işletmelerin küçük ve parçalı olması verimliliği etkilemektedir. Türkiye’de sebze üretiminin ticari olarak yapıldığı başlıca iller; Antalya, Mersin, Bursa, İzmir, Manisa, Konya, Ankara, Çanakkale, Muğla ve Balıkesir’dir. Bu illerin Türkiye sebze üretiminden aldığı paylar Şekil 2’de verilmiştir. Antalya sebze üretiminin en yoğun yapıldığı ildir.



Grafik 2. İllerin Türkiye Sebze Üretimindeki Payları (TUİK, 2022)

1.2. Alan

Sağlıklı ve dengeli beslenmenin vazgeçilmez bileşenlerinden olması dolayısıyla sebzeler geniş alanlara yayılmıştır. Açıkta yetiştirilmesine imkân olmayan iklimlerde bile örtüaltı sebze yetiştiriciliği yapılabilmektedir. Üretim yapılan sebze alanlarının %71,17’si Asya kıtasında bulunmaktadır. Sebze üretiminde lider ülkelerin son 20

yıldaki üretim alanındaki artışı, üretimdeki artışın çok altında gerçekleşmiştir. Bu süreçte dünya sebze üretim alanları ortalama %36,24 artmıştır. Üretim miktarlarında artış olmasına rağmen Rusya ve İspanya’da üretim alanlarında daralma söz konusudur. Üretim alanlarında en fazla daralma ABD’de yaşanmıştır. Oransal olarak en yüksek üretim alanı artışı Nijerya, Vietnam ve Hindistan’da gerçekleşmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Sebze Üreten Lider Ülkelerin Üretim Alanları (da) ve Değişimleri (%)

Ülkeler	2000-2002	2009-2011	2018-2020	% Değişim*
Çin	165.846.370	211.366.070	231.881.443	39,82
Hindistan	56.704.973	71.267.723	90.253.927	59,16
ABD	12.996.227	10.798.693	8.812.423	-32,19
Türkiye	6.996.013	6.606.257	7.228.803	3,33
Vietnam	5.815.323	5.227.013	9.980.667	71,63
Mısır	5.100.440	6.861.990	6.418.693	25,85
Nijerya	15.460.570	21.048.997	41.686.447	169,63
Meksika	5.857.267	6.225.667	6.877.087	17,41
Rusya	6.750.173	6.541.530	5.902.160	-12,56
İspanya	3.287.127	3.045.750	3.211.067	-2,31
İlk 10 Ülke Toplamı	284.814.483	348.989.690	412.252.717	44,74
Diğer Ülkeler	138.987.787	156.649.553	165.155.013	18,83
Dünya	423.802.270	505.639.243	577.407.730	36,24

*2000-2002 dönemine göre 2018-2020 dönemindeki değişimi göstermektedir (FAO, 2022)

1.3. Verim

Sebze üretim miktarlarındaki oransal artışın üretim alanlarındaki oransal artışa göre daha yüksek olması dikkat çekicidir. Bu durum verimlilikte artış olduğunu göstermektedir. Dünya sebze verimliliği son 20 yılda ortalama %17,90 artmıştır (Tablo 3). Buna yetiştirme teknikleri, girdi kullanımı ve üretici uygulamalarındaki gelişmeler etki etmiştir. Ayrıca sebze konusunda yapılan ıslah ve Ar-Ge çalışmaları verimdeki bu artışa katkı sunmuştur. Üretim alanları dikkate

alındığında Çin'deki verim artışı dünya sebze üretiminin artmasının en büyük nedeni olmuştur. Sebze üreten lider ülkelerden Nijerya, Hindistan ve Vietnam dünya ortalamasının altında verimliliğe sahiptir. Son 20 yılda verimliliğini düşüren tek ülke Nijerya'dır. En yüksek verimliliğe sahip ülkeler ise sırasıyla İspanya, ABD ve Türkiye olmuştur. Rusya, Meksika ve Vietnam oransal olarak verimliliğini en fazla artıran ülkelerdir.

Tablo 3. Sebze Üreten Lider Ülkelerin Verimlilikleri (ton/da) ve Değişimleri (%)

Ülkeler	2000-2002	2009-2011	2018-2020	% Değişim*
Çin	1.931	2.253	2.526	30,81
Hindistan	1.284	1.380	1.530	19,16
ABD	2.796	3.252	3.711	32,73
Türkiye	2.700	3.222	3.482	28,96
Vietnam	1.163	1.445	1.668	43,42
Mısır	2.407	2.524	2.468	2,53
Nijerya	546	572	375	-31,32
Meksika	1.548	1.714	2.245	45,03
Rusya	1.544	2.048	2.245	45,40
İspanya	3.258	3.673	3.985	22,31
Dünya	1.659	1.860	1.956	17,90

*2000-2002 dönemine göre 2018-2020 dönemindeki değişimi göstermektedir (FAO, 2022)

1.4. Uluslararası Ticaret

Tarım ürünlerinin ticaretinde karşılaştırmalı üstünlük teorisi geçerlidir. Sebze ticaretinde de bu durum söz konusudur. Yukarıda da bahsedildiği üzere Dünya üzerinde 195 ülkede üretimi yapılan sebzeler çok geniş alanlarda yetiştirilmektedir. Yetiştiricilik yapan ülkelerden karşılaştırmalı üstünlüğe sahip olanlar dış ticarete söz sahibi olmuştur. Üretim bakımından lider ülkelerin bazılarının ticarete söz sahibi olmaması bu teoriyle açıklanabilir. İnsan sağlığını ve gıda güvenliğini ön planda tutan, yeni üretim tekniklerini kullanan

ülkeler nispeten bir üstünlüğe sahiptir. Son 20 yıl dikkate alındığında her geçen gün dış ticarete konu olan sebze miktarı artmıştır. 2000-2002 döneminde sebze üretiminin %4,75'i dış ticarete konu olurken, 2018-2020 yıllarında bu oran %6,21'e yükselmiştir. Sebzelerin çok çabuk bozulma eğiliminde olması dış ticareti sınırlayan en büyük kısıt olmasına rağmen, depolama ve taşımadaki teknolojik gelişme, raf ömrü uzun, yola dayanıklı çeşitlerin ıslah edilmesi sebze dış ticaretin gelişmesine en büyük katkıyı sunmuştur.

1.4.1. İhracat

Dünya sebze ihracatı, 2018-2020 döneminde 2000-2002 dönemine göre %110'dan fazla artmıştır. Bu artış oranı üretimdeki artış oranından (%60,67) daha fazladır. Son 20 yılda ihracatta lider on ülkedeki ihracat artışı dünya ihracat artışının altında gerçekleşmesine rağmen dünya sebze ihracatının %69,06'sı lider ülkeler tarafından gerçekleştirilmektedir. Çin %14,75'lik payı ile sebze ihracatında en büyük payı alan ülkedir. Çin'i sırasıyla Meksika, İspanya ve Hollanda takip etmektedir (Tablo 4). Sebze üretiminde dördüncü sırada yer alan Türkiye, ihracatta dokuzuncu sırada yer almaktadır. Türkiye ürettiği sebzenin %6,98'ini ihraç edebilmektedir. Dünya sebze üretiminin %2,23'ünü üreten Türkiye, ihracattan aldığı pay %2,50'ye yükselmiştir. Hollanda sebze üretiminde lider ülkeler arasında yer almamasına rağmen transit ticaret (re-export) yaparak en fazla ihracat yapan dördüncü ülke olmuştur. İhracat fiyatı dikkate alındığında ABD, Hollanda, Fransa ve Çin sebzeyi en yüksek fiyata pazarlayan ülkeler olurken, Hindistan, Türkiye ve Belçika en düşük fiyata

pazarlayan ülkelerdir. 2018-2020 yılları ortalamasına göre dünya ortalama sebze fiyatı 1,21 \$/kg gerçekleşmiştir.

Tablo 4. Sebze İhracatında Lider Ülkelerin İhracat Miktar, Değer, Fiyat ve Değişimleri

Ülkeler	2000-2002 (Miktar- Ton)	2000-2002 (Değer- 1.000 \$)	2009-2011 (Miktar- ton)	2009-2011 (Değer- 1.000 \$)	2018-2020 (Miktar- Ton)	2018-2020 (Değer- 1.000 \$)	Fiyat (\$/kg)	Miktar Değişim* (%)
Çin	3.577.573	2.231.127	7.926.505	8.897.661	10.345.711	13.794.305	1,33	189,18
Meksika	3.072.248	2.334.317	5.119.956	5.179.560	8.319.724	10.545.130	1,27	170,80
İspanya	4.046.082	3.234.988	5.093.063	6.805.964	7.660.241	9.526.654	1,24	89,32
Hollanda	3.196.554	2.602.243	5.487.597	6.846.339	6.639.486	9.408.313	1,42	107,71
İtalya	2.568.574	1.684.170	2.974.587	3.814.172	3.749.031	4.469.801	1,19	45,96
ABD	2.672.777	2.138.303	2.909.217	3.704.079	3.156.292	4.641.408	1,47	18,09
Belçika	1.936.534	1.377.833	2.403.748	2.920.054	2.863.587	3.178.392	1,11	47,87
Hindistan	698.009	200.495	2.107.483	922.291	2.283.528	1.131.587	0,50	227,15
Türkiye	824.347	391.206	1.440.918	1.360.330	1.756.313	1.483.649	0,84	113,06
Fransa	1.507.886	1.334.575	1.642.983	2.400.477	1.677.811	2.292.108	1,37	11,27
İlk 10 Ülke Toplamı	24.100.585	17.529.258	37.106.056	42.850.928	48.451.725	60.471.347	1,25	101,04
Diğer Ülkeler	9.270.034	6.371.502	16.133.971	17.219.862	21.712.207	24.172.569	1,11	134,22
Dünya	33.370.619	23.900.760	53.240.028	60.070.790	70.163.932	84.643.916	1,21	110,26

*2000-2002 dönemine göre 2018-2020 dönemindeki değişimi göstermektedir (FAO, 2022; ITC, 2022)

İhracattan en yüksek payı alan Çin, sebze ihracatının büyük bir kısmını Hong Kong, Vietnam, Japonya, Malezya, Tayland ve ABD'ye yapmaktadır. Çin, Asya'da önemli bir pazara sahiptir. Meksika'dan sebze ithal eden ülkelerin başını ABD, Kanada, Türkiye ve Japonya çekmektedir. Türkiye 148 ülkeye sebze ihraç etmiş, sebze ihracatının büyük bir kısmını Irak, Almanya, Rusya, Romanya ve Suriye'ye gerçekleştirmiştir. İspanya'nın en fazla ihracat yaptığı ülkeler ise Almanya, Fransa, Birleşik Krallık, Hollanda ve İtalya'dır. İhracatta lider ülkeler genellikle ticareti bulunduğu kıtada yapmaktadır. Bunun en büyük nedeni, sebzenin uzun yola dayanımının az olması ve ulaşım giderlerinin rekabet edilemeyecek düzeylere çıkmasındandır.

1.4.2. İthalat

İhracattaki gelişmeye paralel olarak dünya sebze ithalatı da artmıştır. 2018-2020 yılları ortalamasına göre dünya sebze ithalatında ilk on sırada bulunan ülkelerin dünya sebze ithalatındaki payı %54,50'dir. Bu ülkelerin son 20 yılda ithalatlarındaki artış %144,86; diğer ülkelerdeki artış ise %166,92 olmuştur (Tablo 5). Bu dönemde Türkiye ithalat miktarı 10.396 tondan 116.080 tona yükselerek 11 kattan daha fazla artmıştır. ABD bu dönemde en fazla ithalat yapan ve en fazla ithalatı artan ülke olmuştur.

Tablo 5. Sebze İthalatında Lider Ülkelerin İthalat Miktar, Değer, Fiyat ve Değişimleri

Ülkeler	2000-2002 (Miktar- Ton)	2000-2002 (Değer- 1.000 \$)	2009-2011 (Miktar- ton)	2009-2011 (Değer- 1.000 \$)	2018-2020 (Miktar- Ton)	2018-2020 (Değer- 1.000 \$)	Fiyat (\$/kg)	Miktar Değişim* (%)
ABD	3.939.812	3.814.436	6.738.967	8.732.457	10.928.202	16.205.988	0,67	311,34
Almanya	4.278.828	3.625.070	4.867.097	7.095.634	5.613.710	8.585.589	0,65	100,65
Birleşik Krallık	2.483.958	2.406.252	3.141.343	4.531.987	3.736.812	5.194.594	0,72	109,13
Fransa	2.369.221	1.946.157	3.083.868	4.307.588	3.521.179	5.021.020	0,70	111,93
Hollanda	1.105.070	933.109	1.846.283	2.484.133	2.585.319	4.017.403	0,64	263,54
Kanada	1.777.033	1.297.686	2.010.518	2.718.842	2.437.759	3.823.725	0,64	115,17
Japonya	2.095.266	2.540.085	1.984.849	3.218.908	2.275.672	3.836.699	0,59	83,11
Rusya	1.312.195	383.223	3.059.884	2.532.694	2.241.541	2.086.709	1,07	59,02
Belçika	1.420.174	774.919	1.730.512	1.859.399	2.081.626	2.250.319	0,93	58,45
İtalya	840.093	806.927	1.253.047	1.838.790	1.394.648	1.920.624	0,73	128,62
İlk 10 Ülke Toplamı	21.621.651	18.527.864	29.716.370	39.320.431	36.816.470	52.942.669	0,70	144,86
Diğer Ülkeler	11.144.514	6.720.925	21.371.604	20.047.222	30.737.588	29.746.804	1,03	166,92
Dünya	32.766.165	25.248.789	51.087.973	59.367.653	67.554.058	82.689.473	0,82	152,36

*2000-2002 dönemine göre 2018-2020 dönemindeki değişimi göstermektedir (FAO, 2022; ITC, 2022)

ABD ithalatının büyük çoğunluğunu Meksika ve Kanada'dan yapmaktadır. Türkiye için önemli bir pazar olarak değerlendirilen Almanya, en fazla ithalatı Hollanda, İspanya ve İtalya'dan yapmaktadır. Türkiye'nin Almanya pazarından aldığı pay %1,46'dır. Birleşik Krallık ise çoğunlukla İspanya, Hollanda ve Belçika'dan ithalatını gerçekleştirmektedir. Türkiye'nin %10,32 pay aldığı Rusya'nın en fazla ithalat yaptığı ülkeler; Çin, Azerbaycan, Türkiye ve İsrail'dir. Türkiye gerçekleştirdiği sebze ithalatını 70 ülkeden

gerçekleştirmiştir. İthalat yaptığı ülkelerin başında Kanada, Arjantin ve Meksika gelmektedir.

2. TÜRKİYE’NİN REKABET GÜCÜ ANALİZİ

Dünya sebze ihracat sıralanmasında ilk ona giren ülkeler, Türkiye’nin bu sektörde rakibi olarak değerlendirilmiş ve 2006-2020 yıllarını kapsayan 15 yıllık ihracat değerleri üzerinden Balassa (1965) tarafından geliştirilen Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlükler İndeksi (AKÜ) hesaplanmıştır. Ayrıca Türkiye’nin domates, hıyar ve biber türleri için de rekabet gücü analizleri yapılmıştır. AKÜ değerleri 1’den büyük veya küçük olma durumuna göre yorumlanmaktadır. AKÜ değerinin 1’den büyük olması, bahse konu ülkenin ilgili endüstrisinde karşılaştırmalı bir üstünlüğe sahip olduğunu ifade etmektedir. Ancak bu çalışmada AKÜ değerleri Hinloopen ve Marrewijk (2001)’in kullandığı sınıflamaya göre yorumlanmıştır. Buna göre AKÜ değeri 0-1 aralığında olan ülkelerin, herhangi bir karşılaştırmalı üstünlüğe sahip olmadığı ve karşılaştırmalı dezavantaja sahip olduğu, AKÜ değeri 1-2 aralığında olan ülkelerin zayıf bir karşılaştırmalı üstünlüğe sahip olduğu, AKÜ değeri, 2-4 aralığında olan ülkelerin orta derecede karşılaştırmalı üstünlüğe sahip olduğu ve AKÜ değeri 4’ten büyük olan ülkelerin ise yüksek derecede karşılaştırmalı üstünlüğe sahip olduğu şeklinde yorumlanmıştır.

Hesaplanan İndeks değerleri Türkiye’nin yıllara göre değişen, son yıllarda ise düşme eğiliminde olan indeks değerlerine sahip olduğunu göstermektedir (Tablo 6). CV değerinin diğer ülkelere göre yüksek olması AKÜ indeksinin yıllara göre değişkenlik gösterdiğini ifade

etmektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde, Türkiye'nin 2015 yılına kadar orta derecede bir karşılaştırmalı üstünlüğe sahip olduğu görülmektedir. Ancak 2015 yılından sonra indeks değerlerinin düştüğü ve zayıf bir karşılaştırmalı üstünlüğe sahip olduğunu söylemek mümkündür. Sebze ihracatında İspanya ve Meksika yüksek bir karşılaştırmalı üstünlüğe sahiptir. Hollanda ise orta derecede karşılaştırmalı üstünlüğe sahip tek ülkedir. ABD ve İtalya 15 yıllık periyotta karşılaştırmalı üstünlüğü olmayan ülkelerdir. Çin ise zaman zaman zayıf bir karşılaştırmalı üstünlüğe sahip olsa da 2020 yılında, bu üstünlüğünü koruyamamış, karşılaştırmalı dezavantaja sahip olmuştur. İndeks değerlerinde Hindistan'da da Çin'e benzer bir seyir vardır. Fransa ve Belçika ise Türkiye gibi zayıf karşılaştırmalı üstünlüğe sahiptir.

Tablo 6. Toplam Sebze Ürünlerine Ait Balassa (1965)'nin Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlükler İndeksi (AKÜ)

Yıl	Türkiye	Çin	Meksika	İspanya	Hollanda	İtalya	ABD	Belçika	Hindistan	Fransa
2006	2,58	1,20	4,34	6,43	3,95	0,91	0,81	1,67	1,57	1,30
2007	2,48	1,02	4,03	6,12	3,95	0,87	0,80	1,65	1,34	1,39
2008	2,32	0,95	4,26	6,35	3,90	0,93	0,86	1,71	1,21	1,32
2009	2,50	1,01	4,03	6,22	3,45	0,89	0,81	1,55	1,13	1,17
2010	2,62	1,27	3,90	5,81	3,70	1,06	0,80	1,53	1,17	1,25
2011	2,31	1,34	4,15	5,41	3,81	0,94	0,77	1,41	0,97	1,30
2012	1,96	1,04	4,14	6,03	3,91	0,97	0,81	1,62	0,91	1,32
2013	2,12	1,01	4,04	5,92	3,91	0,98	0,79	1,58	1,19	1,39
2014	2,26	0,99	3,84	5,65	3,72	0,91	0,78	1,53	1,00	1,16
2015	1,80	0,98	3,68	5,41	3,75	0,86	0,72	1,46	1,08	1,05
2016	1,50	1,13	4,06	5,22	3,46	0,83	0,73	1,39	1,01	1,06
2017	1,54	1,19	3,95	5,30	3,40	0,83	0,75	1,44	0,94	1,08
2018	1,73	1,13	4,29	5,58	3,58	0,88	0,73	1,45	1,02	1,08
2019	1,81	1,06	4,18	5,65	3,62	0,86	0,73	1,47	0,87	1,16
2020	1,93	0,85	4,65	5,77	3,34	0,83	0,78	1,43	1,01	1,18
Ortalama	2,10	1,08	4,10	5,79	3,70	0,90	0,78	1,53	1,09	1,21
CV	17,83	12,11	5,66	6,57	5,73	7,17	5,10	6,65	16,71	9,75

Domates ticaretinde lider ülkelere ait indeks değerleri Tablo 7'de verilmiştir. Domates ticaretinde, en yüksek karşılaştırmalı üstünlüğe

sahip ülkeler; Fas, Ürdün, Meksika, Hollanda ve İspanya'dır. Türkiye orta derecede karşılaştırmalı üstünlüğe sahiptir. Türkiye AKÜ indeks değerleri, 2006 yılından 2011 yılına kadar artmış, 2011 yılından itibaren ise düşüş eğilimine girmiştir. 2007-2015 döneminde AKÜ değerleri Türkiye'nin yüksek karşılaştırmalı üstünlüğe sahip olduğunu göstermektedir. Türkiye elde ettiği bu avantajını son yıllarda koruyamamakla birlikte hala orta derecede karşılaştırmalı üstünlüğe sahiptir. Fransa, Belçika ve İran düşük karşılaştırmalı üstünlüğe sahip ülkeler olarak göze çarpmaktadır. Çin'in ise domates ticaretinde karşılaştırmalı üstünlüğü yoktur.

Tablo 7. Domates Ürününe Ait Balassa (1965)'nin Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlükler İndeksi (AKÜ)

Yıl	Türkiye	Meksika	Hollanda	İspanya	Fas	İran	Belçika	Fransa	Ürdün	Çin
2006	3,58	9,72	6,82	10,23	21,20	1,18	1,59	0,76	43,57	0,04
2007	4,09	9,00	6,42	9,25	27,99	0,83	1,38	1,01	61,72	0,05
2008	6,37	8,96	6,89	9,51	28,11	0,45	1,32	1,04	53,85	0,06
2009	7,01	9,28	6,40	8,52	38,01	0,04	1,13	1,13	46,76	0,06
2010	7,66	9,78	6,49	8,02	30,91	2,64	1,28	1,27	60,53	0,05
2011	6,84	12,79	5,91	8,44	37,32	1,21	1,00	1,33	60,26	0,07
2012	5,91	10,20	6,98	9,28	42,18	1,30	1,46	1,47	71,43	0,09
2013	5,19	10,35	6,32	8,98	41,85	1,97	1,31	1,49	85,55	0,08
2014	5,23	9,23	6,50	8,19	41,25	3,86	1,28	1,50	97,10	0,11
2015	5,00	9,49	7,10	7,61	38,85	4,34	1,44	1,38	83,39	0,12
2016	3,12	10,44	6,42	7,00	41,55	3,30	1,34	1,33	63,10	0,15
2017	3,58	9,22	7,22	7,12	44,03	3,27	1,37	1,40	58,03	0,19
2018	3,50	10,23	6,70	6,47	47,66	5,17	1,24	1,31	44,22	0,17
2019	3,44	9,70	6,85	6,33	53,39	1,52	1,40	1,39	29,89	0,17
2020	3,20	10,91	6,09	6,02	48,62	1,08	1,35	1,64	22,30	0,19
Ortalama	4,92	9,95	6,61	8,06	38,86	2,14	1,33	1,30	58,78	0,11
CV	31,48	9,78	5,61	15,83	22,34	71,46	10,44	17,49	34,51	51,06

Türkiye, domateste olduğu gibi hıyarda da 2015 yılına kadar yüksek ve orta derecede karşılaştırmalı üstünlüğe sahip iken, bu avantajını ilerleyen yıllarda koruyamamıştır (Tablo 8). Hollanda, Meksika, Fas, İspanya, Çin ve İran hıyarda yüksek düzeyde karşılaştırmalı üstünlüğe sahiptir. İran'a ait AKÜ indeksi 2006 yılından itibaren bir yükseliş

eğiliminde olması dikkat çekicidir. Hıyar ihracatında ilk onda yer alan ülkelerden Belçika, Fransa ve Ürdün karşılaştırmalı üstünlük avantajına sahip olmayan ülkelerdir.

Tablo 8. Hıyar Ürününe Ait Balassa (1965)'nin Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlükler İndeksi (AKÜ)

Yıl	Türkiye	Meksika	Hollanda	İspanya	Fas	İran	Belçika	Fransa	Ürdün	Çin
2006	2,12	11,92	13,99	7,17	3,72	1,62	0,03	0,57	0,13	8,89
2007	2,04	11,84	13,60	6,51	5,52	1,50	0,04	0,54	0,35	5,44
2008	3,35	10,86	14,70	6,79	7,77	1,53	0,05	0,51	0,30	4,33
2009	4,47	7,80	15,67	7,01	3,17	2,04	0,07	0,54	0,29	6,36
2010	4,88	6,48	14,71	7,23	12,53	2,06	0,08	0,73	0,32	8,62
2011	3,92	6,48	16,49	6,33	8,86	2,64	0,11	0,65	0,36	6,52
2012	3,78	8,34	17,16	7,11	4,44	2,57	0,11	0,88	0,30	9,16
2013	3,13	9,17	15,59	6,88	6,73	3,24	0,09	0,84	0,29	9,53
2014	3,72	8,30	15,26	6,32	10,31	3,08	0,11	0,78	0,31	8,87
2015	2,53	8,72	14,56	6,71	10,99	3,23	0,11	1,22	0,28	7,01
2016	1,33	8,72	14,46	6,01	9,83	3,40	0,11	1,22	0,27	7,85
2017	1,53	8,55	14,73	6,23	6,94	3,84	0,15	0,90	0,27	7,44
2018	1,72	8,15	14,39	6,81	8,48	4,16	0,16	0,76	0,25	6,35
2019	1,42	8,47	14,02	6,17	11,81	4,41	0,18	0,66	0,27	5,39
2020	1,76	8,94	14,10	5,98	8,92	5,03	0,11	0,69	0,26	5,50
Ortalama	2,78	8,85	14,89	6,62	8,00	2,96	0,10	0,77	0,28	7,15
CV	42,58	18,16	6,58	6,42	36,24	37,10	42,39	28,91	18,56	22,67

Tablo 9’da, bibere ait AKÜ indeks değerleri verilmiştir. Türkiye biberde orta derecede karşılaştırmalı üstünlüğe sahiptir. Fas, İspanya, Meksika, İsrail ve Hollanda yüksek karşılaştırmalı üstünlüğe sahip olan ülkeler olarak ön plana çıkmaktadır. Kanada ise orta derecede karşılaştırmalı üstünlüğe sahiptir. Çin, ABD ve Hindistan’ın karşılaştırmalı üstünlükte bir avantajları yoktur.

Tablo 9. Biber Ürününe Ait Balassa (1965)'nin Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlükler İndeksi (AKÜ)

Yıl	Türkiye	Meksika	İspanya	Hollanda	Kanada	Fas	ABD	Çin	İsrail	Hindistan
2006	2,17	10,13	11,02	8,89	1,69	6,00	0,32	0,04	10,10	0,20
2007	1,60	8,55	9,96	8,76	1,64	7,79	0,54	0,04	14,82	0,28
2008	1,99	8,45	12,92	8,41	1,81	8,00	0,56	0,06	11,00	0,25
2009	2,10	8,60	10,77	7,96	2,07	10,49	0,54	0,07	13,17	0,26
2010	2,20	7,35	11,46	8,08	2,42	10,66	0,55	0,07	12,96	0,22
2011	2,38	7,54	11,68	8,48	2,29	20,34	0,55	0,10	12,98	0,29
2012	2,03	8,64	11,78	8,29	2,32	10,90	0,52	0,07	14,64	0,26
2013	1,94	8,68	12,00	7,47	2,56	12,72	0,53	0,06	12,88	0,30
2014	1,88	8,82	13,14	6,76	2,62	12,79	0,57	0,08	10,69	0,38
2015	1,96	8,78	12,59	7,25	2,93	11,67	0,52	0,12	7,82	0,41
2016	2,03	9,50	12,40	6,51	2,83	11,45	0,56	0,12	5,29	0,38
2017	2,08	8,20	12,50	6,96	2,85	20,86	0,51	0,12	6,65	0,38
2018	2,46	9,07	12,46	6,47	3,04	18,21	0,51	0,11	7,78	0,36
2019	2,26	9,49	12,83	6,10	3,24	14,78	0,51	0,13	6,67	0,37
2020	2,54	9,64	12,40	5,88	3,60	14,42	0,52	0,13	5,89	0,55
Ortalama	2,11	8,76	11,99	7,49	2,53	12,74	0,52	0,09	10,22	0,33
CV	11,39	8,52	7,40	13,36	22,71	34,38	11,33	36,50	32,29	27,77

SONUÇ

Türkiye, sebze üretiminde önde giden önemli ülkelerden biri olmasına rağmen, birçok sebze türünde sahip olduğu avantajını iyi kullandığını söylemek zordur. Hesaplanan indeks değerleri de Türkiye'nin sahip olduğu avantajını son yıllarda koruyamadığını göstermektedir.

KAYNAKLAR

- Balassa, B. (1965). Trade liberalization and Revealed Comparative Advantage. The Manchester School of Economic and Social Studies, 33(2), 99-123.
- FAO. (2021). The State of Food Security and Nutrition in the World. <https://www.fao.org/publications/sofi/2021/en/> Erişim Tarihi: 07.01.2022
- FAO. (2022). Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/faostat/en/#data> Erişim Tarihi: 07.01.2022
- Głąbska, D., Guzek, D., Groele, B., & Gutkowska, K. (2020). Fruit and Vegetable Intake and Mental Health in Adults: A Systematic Review. *Nutrients*, 12(1): 115.
- Hinloopen, J. & Marrewijk C. V. (2001). On the Empirical Distribution of The Balassa Index. *Weltwirtschaftliches Archiv*. 137: 1–35.
- ITC (2022). International Trade Center, Trade Map. <https://www.trademap.org/> Erişim Tarihi: 07.01.2022
- James, A., & Wang, Y. (2019). Characterization, Health Benefits and Applications of Fruits and Vegetable Probiotics. *CyTA-Journal of Food*, 17(1): 770-780.
- Smith, E., Stevenson, R., Dudley, L., & Francis, H. (2021). The Relationship of Health-Related Expectancies, Fruit and Vegetable Intake, and Positive Mood: Expectancies are Important, But Not in the Way You Expect. *British Food Journal*.
- TÜİK. (2022). Türkiye İstatistik Kurumu. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> Erişim Tarihi: 07.01.2022
- Yahia, E.M., Maldonado Celis, M.E., & Svendsen, M. (2017). The Contribution of Fruit and Vegetable Consumption to Human Health. *Fruit and Vegetable Phytochemicals: Chemistry and Human Health*, 2nd Edition, 1-52.

BÖLÜM II

TARIMSAL AÇIDAN 2000-2022 YILLARI ARASINDA YAPILAN HAVUÇ BİTKİSİ İLE İLGİLİ YAYINLARIN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ

Zir. Yük. Müh. Veysi AKŞAHİN^{1*}
Prof. Dr. Füsun GÜLSER²

¹Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Adana

²Van Yüzüncü yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Van

*Sorumlu Yazar: veysiaksahin@gmail.com

GİRİŞ

Günden güne artan dünya nüfusu insanların beslenmesi için gerekli olan gıda miktarını karşılamak için topraklar üzerinde önemli baskı oluşturmaktadır (Akşahin ve ark., 2019). 2050 yılına kadar 9,8 milyara ulaşması tahmin edilen nüfusun (Kopittke ve ark., 2019) gıda ihtiyacını karşılamak için günümüzde ihtiyaç duyulan seviyelerden %70 oranında daha fazla üretim yapılması gerektiği öngörülmektedir (Krishnan ve ark., 2020). İnsan beslenmesinin temelini ağırlıklı olarak sebzeler, tahıllar ve meyveler oluşturmaktadır. Artan nüfus ve gıda talebi beraberinde ekonomik değeri olan ve insan beslenmesinde kullanılmasının yanı sıra farklı alanlarda da kullanılan bitkilere yönelimi gerçekleştirmiştir. Türkiye’de tarımsal üretimde sebzeler oldukça önemli yer tutmaktadır. Son yıllarda özellikle artan tüketici bilinci ile sebze tüketiminin daha önemli hale geldiği bildirilmektedir (Musa & Mevlüt, 2015). Havuç ülke ve bölge ekonomisi, insan beslenmesi, dış ticaret bakımından önemli bir üründür. Özellikle son bir yılda Türkiye havuç üretimi 590.483 tondan 708.250 tona yükselmiştir (TUIK, 2022). Bu bakımdan havuç bitkisinin tarımının doğru yönetilmesi, havuç ile ilgili araştırmaların eğilimlerinin belirlenmesi önemlidir.

Herhangi bir konu hakkında çalışmaların nerelerde yapıldığı ve eğilimlerinin saptanması için günümüzde bibliyometrik analiz kullanılmaktadır. Bibliyometrik analiz yöntemi, araştırma alanlarının ve modellerinin özelliklerini daha anlaşılır bir şekilde ortaya çıkarmak

ve tanımlamak için kullanılan oldukça yararlı ve kullanışlı bir yöntemdir (Bezak ve ark., 2021; Çomaklı, 2021).

Bibliyometrik analiz yöntemi verilerin hesaplanmasında ve karşılaştırılmasında kullanılan bir matematiksel işlemdir (Çomaklı, 2021). Daha net ifadelerle bilimsel bilgi ile ilgili belirli bir alan için son teknoloji ağ haritalamasını kullanarak yayınların performansını, anahtar kelimelerini, ülke, yıl ve nicel olarak araştırma verilerinin eğilimlerini vurgulayan, yorumlayan ve sınıflandıran (Zhang ve ark., 2020) bir sistemdir.

Bibliyometrik analiz yönteminin kullanılması ile literatürlerin eğilimlerinin saptanması için birçok alanda çalışmalar yapılmıştır. Sebzelerle ilgili çalışmaların saptanmasında, (Andreo-Martinez ve ark., 2020; Li ve ark., 2021), topraktaki besin elementleri hakkında, (Cui ve ark., 2019; Çomaklı, 2021; Oliveira & Pereira, 2020; Pan ve ark., 2021) toprak bilimi ile ilgili çalışmaların eğilimlerinin saptanmasında, (Guo ve ark., 2014; He ve ark., 2020; Liu ve ark., 2020; Mao ve ark., 2018; Mokhnacheva & Tsvetkova, 2020; Oliveira, 2020; Pan ve ark., 2021; Vieira ve ark., 2021; Yap ve ark., 2021) toprak suyu ve su kaynakları konularında, (Akşahin & Ortaş, 2022; Goh & See, 2021; Huang ve ark., 2021; Kasavan ve ark., 2021; Kulak ve ark., 2019; Li ve ark., 2020; Liu ve ark., 2021; Renzi ve ark., 2020; Wang ve ark., 2010; Wang ve ark., 2019; Zhang ve ark., 2020) mikrobiyoloji hakkında, (Vergidis ve ark., 2005) ve toprak erozyonu hakkında (Ano-Vidal & Sanchez-Diaz, 2018; Bezak ve ark., 2021;

Huang ve ark., 2021) çeşitli bibliyometrik analiz çalışmaları yapılmıştır.

Havuç bitkisi ile ilgili 2000-2022 yılları arasında birçok çalışma yapılmış ancak bibliyometrik analiz yönteminin kullanılması ile yayınların durumu ve eğilimleri hakkında çalışmalar yapılmamıştır. Bu çalışmada 22 yıllık süreçte havuç hakkında yapılan yayınların durumu, eğilimi, WoS verilerinin elde edilmesi ve VOSviewer programının kullanılması ile çalışmaların bibliyometrik analizi ortaya çıkarılmıştır.

Bibliyometrik analiz yönteminin yapılması ile ekonomik öneme sahip olan ve insanların çeşitli yöntemlerle tükettiği havuç bitkisi ile ilgili çalışmaların tarımsal araştırmalar açısından eğilimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmanın sonuçları, havuç bitkisi ile ilgili araştırmalarda hangi konularda yoğunluk olduğunun anlaşılması, yeni çalışma alanları ve yeni çalışma ekipleri oluşturulabilmesi, yurt içinde ve yurt dışında hangi üniversitelerle veya enstitülerle işbirliği yapılabileceği ya da hangi araştırmacı ile iletişime geçilebileceği gibi süreçlerde araştırmacılara yararlı olabilecektir. Elde edilen bilgiler ışığında konunun literatüre hizmet etmesi için başka programlar ve veri tabanlarının kullanılmasını da fayda olacağı düşünülmektedir.

1. MATERYAL VE METOT

1.1. Verilerin Elde Edilmesi

Bu çalışmada, elde edilen tüm yayınlar web of Science Core Collection'un Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED) ve Social Sciences citation Index (SSCI) tabanlarından alınmıştır. Web of Science (WOS) farklı disiplinlerden 80 milyona yakın makale, kitap ve konferansın ele alındığı geniş bir yelpazeye sahip bir platformdur. (Analytics, 2021). Veri alma yöntemi olarak = "havuç (carrot)" ve tarım (agriculture) sözcükleri ile filtrelene şeklinde yapılan tarama yapılmıştır, belge türü = "Başlık", zaman aralığı = "2000–2022" ve son tarih = "29.05.2022" kullanılmıştır. SCIE ve SSCI veri tabanında, arama kriterlerine uyan ilk makale 2000 yılında yayınlanmış olup 2000'den 2022'e kadar tarımsal anlamda Havuç araştırmasında 1.753 yayın değerlendirilmiştir. Araştırma süreci, bibliyometrik analizin belirlenen aşamaları dikkate alınarak Şekil 1'de gösterildiği gibi oluşturulmuştur.



Şekil 1. Bibliyometrik Analiz Basamakları (Akşahin & Ortaş, 2022)

1.2. Verilerin Analizi

Arama sonucunda ulaşılan 1.753 yayında en çok yayın yapan ülkeler, en çok atıf alan yayınlar ve en çok yayın yapan yazarlar VOSviewer 1.6.17 yazılımı ile verilerin görselleştirilmesi işlemleri sonucu elde edilmiştir. Arama sonuçları, VOSviewer (VOSviewer, 2021) yazılımına girilmek üzere CSV formatında depolanmış ve sınıflandırmaları yapılarak analiz edilmiştir.

2. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

2.1. Yayınların Yıllara Göre Dağılımı

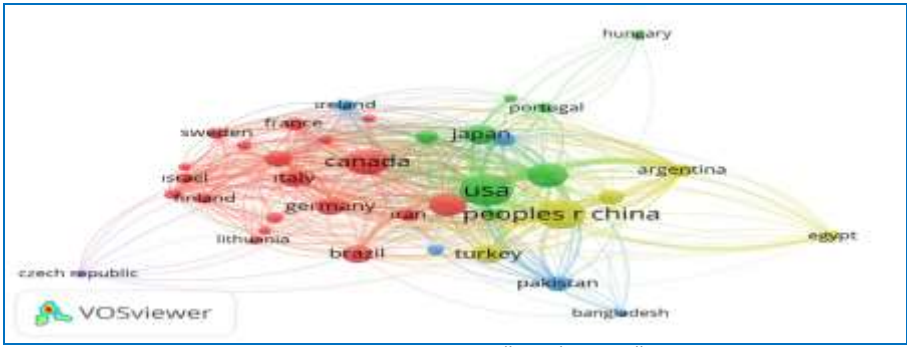


Şekil 2. Yıllara Göre Yayınlanan Yayınların Dağılımı

Başlığında havuç kelimesinin geçtiği tarımsal havuç yayınları incelendiğinde, WoS’de yapılan ilk yayınların 1980 yılında yayınlandığı (Kruger & Scherbarth, 1980; Liptay & Muehmer, 1980; Millette ve ark., 1980) görülmüştür. Şekil 2 incelendiğinde, yayınların en çok yayınlandığı yılın 152 yayın ile 2019 yılı olduğu, toplam 1.753

yayının yaklaşık üçte birinin 2018-2022 yılları arasında yapıldığı görülmektedir. Yayınların eğilimi ve yayınlanma sayısı yıldan yıla farklılık göstermekle beraber her yıl düzenli bir artış gerçekleşmemiştir. Yayınlar yapılan atıflar incelendiğinde, tarımsal anlamda araştırılan havuç konusuna son 22 yıllık süreçte toplamda 25.567 atfın yapıldığı, atıfların yıllara bağlı olarak lineer bir artış içerisinde olduğu ve en çok atfın (4108) 2021 yılında yapıldığı görülmektedir.

2.2. Ülkelerin Havuç Konusundaki Yayın Durumu



Şekil 3. En Çok Yayın Yapan 92 Ülke İçinde Öne Çıkanlar

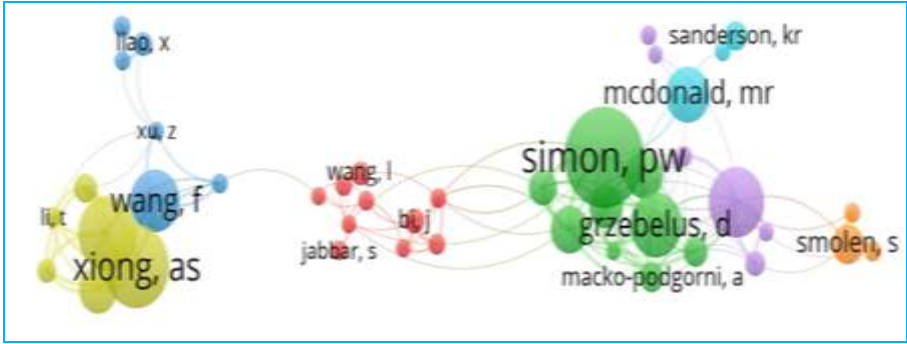
Çizelge 1. 2000–2022 Yılları Arasında En Çok Yayın Yapan İlk 10 Ülke

Sıralama	Ülkeler	Yayın Sayısı	Atıf Sayısı
1	Amerika	295	6206
2	Çin Halk Cumhuriyeti	252	4882
3	Kanada	178	1903
4	Polonya	158	2752
5	Hindistan	132	1509
6	Japonya	90	1158
7	Türkiye	84	1707
8	Brezilya	75	908
9	Almanya	72	1493
10	İtalya	70	1097

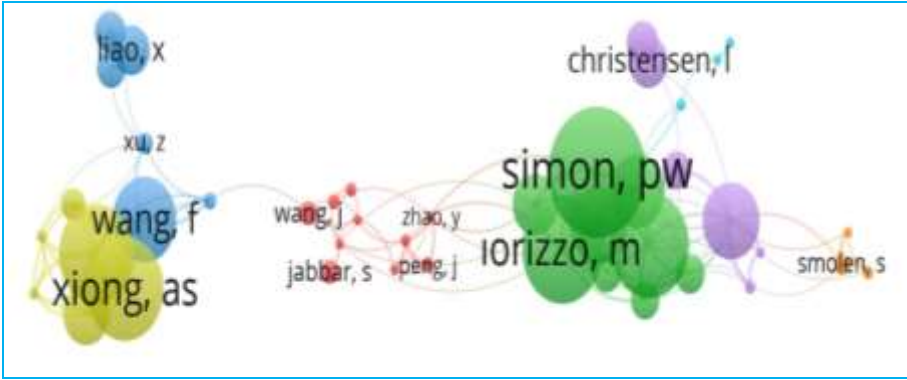
Havuç bitkisi ile ilgili çalışmaların son 22 yıllık sürecinin araştırılması sonucu elde edilen sayısal verilerin görselleştirilme işlemi sonucunda, Şekil 3’de 92 ülke arasından en çok yayını bulunan ülkeler ön plana çıkmaktadır. En çok yayını olan ilk 10 ülkenin bulunduğu Çizelge 1 izlendiğinde, ilk sırada 295 yayın ve 6.206 atıf ile Amerika yer alırken onu 252 yayın ve 4.882 atıf ile Çin Halk Cumhuriyeti takip etmektedir. Türkiye’nin tarımsal anlamda havuç çalışmalarına ilgisinin olduğu, 84 yayın ve 1.707 atıf ile 7. sırada yer aldığı görülmektedir. Ülkelerin gelişmişlik düzeyi, bilime verdikleri önem ve bilimsel çalışmalara verdikleri olanaklar sayesinde ön plana çıktıkları görülmektedir. Havuç yetiştiriciliği ile ilgili çözüm gerektiren sorunların varlığı da bu alandaki çalışma yoğunluğunu artıran bir neden olarak ortaya çıkarmaktadır.

2.3. Havuç Konusunda En Çok Yayını Bulunan Yazarlar ve Atıf Durumları

En çok yayını bulunan yazarların araştırıldığı bu çalışmada 4927 yazar içerisinde en az 10 yayını bulunan 50 yazarın yayın sayılarının çokluğuna göre oluşturduğu bibliyometrik analiz haritası Şekil 4’te, en çok atıf alan yazarların bulunduğu görsel harita Şekil 5’te gösterilmiştir. Yazarlar ve atıf durumlarının ilk 10 sıralaması Çizelge 2’de verilmiştir.



Şekil 4. 4927 Yazar İçerisinde En Az 10 Yayımlı Bulunan İlk 50 Yazardan Haritalama Tekniği ile Öne Çıkanlar



Şekil 5. 4927 Yazar İçerisinde En Az 10 Yayımlı Bulunan Yazarların Atıf Alma Durumuna Göre Öne Çıkanlar

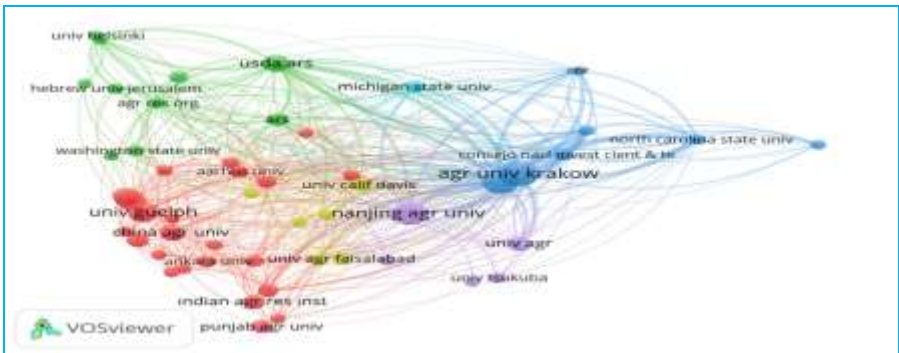
Çizelge 2. 2000–2022 Yılları Arasında En Çok Yayımlı Yapan İlk 10 Yazar ve Atıf Durumları

Sıralama	Yazarlar	Yayımlı Sayısı	Yazarlar	Atıf Sayısı
1	Simon, Pw	68	Simon, Pw	1673
2	Xiong, As	54	Xiong, As	1179
3	Xu, Zs	47	Xu, Zs	1138
4	Baranski, R	40	Iorizzo, M	1135
5	Grzebelus, D	37	Grzebelus, D	1098
6	Mcdonald, Mr	37	Wang, F	883
7	Wang, F	32	Baranski, R	817
8	Wang, Gl	28	Senalik, D	769
9	Iorizzo, M	27	Wang, Gl	676
10	Senalik, D	23	Mcdonald, Mr	289

En çok yayına sahip yazarlar sıralandığında ilk sırada 68 yayın ve 1.673 atıf ile Simon, Pw bulunurken onu sırası ile 54 yayın ve 1.179 atıf ile Xiong, As ve 47 yayın 1.138 atıf ile Xu, Zs takip etmektedir (Çizelge 2). En çok yayına sahip yazarlar sıralamasına bakıldığında ilk 3 sıralamada en çok atıfın yapıldığı yazarların da aynı olduğu görülmektedir. En çok yayını bulunan yazarlar sıralamasından Türkiye'den hiçbir araştırmacı ilk 10 da yer almamaktadır. Yayınların yoğunluğuna göre yapılan bibliyometrik analiz sonucunun ağ haritasına göre en az 10 yayını bulanan ilk 36 yazar için farklı büyük kümeleme meydana gelmiştir. Kümelemede (cluster) aynı renkte gösterilen yazarların birbiri ile olan bağlantıları gösterilmektedir (Şekil 4).

2.4. Havuç Konusunda En Çok Yayını Bulunan Üniversiteler

Havuç konusunda 1441 organizasyon içinde en az 10 yayını bulunan 52 üniversitenin bibliyometrik haritası Şekil 6'da, en çok yayın yapan ilk 10 organizasyon ise Çizelge 3'te verilmiştir.



Şekil 6. 1441 Organizasyon İçinde En Az 10 Yayını Bulunan 52 Organizasyon

Çizelge 3. 2000–2022 Yılları Arasında En Çok Yayın Yapan İlk 10 Üniversite ve Atıf Durumları

Sıralama	Organizasyon (Kurum)	Yayın Sayısı	Atıf Sayısı
1	Agr Univ Krakow	99	1822
2	Univ Wisconsin	81	2208
3	Nanjing Agr Univ	77	1653
4	Univ Guelph	55	485
5	Agr & Agri Food Canada	54	461
6	Usda Ars	41	1301
7	Nova Scotia Agr Coll	40	238
8	China Agr Univ	35	1033
9	Univ Agr	26	356
10	Indian Agr Res Inst	26	438

Havuç hakkında yapılan bibliyografik analiz sonucuna göre en çok yayının yapıldığı ülke ABD olmasına rağmen en çok yayının yapıldığı kuruluş Polonya’da yer alan ve 99 yayın ile Agr Univ Krakow üniversitesi olmuştur. Atıflar sıralamasında ise en yüksek atıf 2208 atıf ile Amerika’nın Univ Wisconsin üniversitesi tarafından yayınlanan yayınlara yapılmıştır (Çizelge 3). Bibliyometrik analiz ağ haritasının oluşturmuş olduğu görsel ağ bizlere en çok yayın yapan kuruluşları ve birbirleri ile olan ilişkilerini göstermektedir. Yapılan ağ haritası ile 1441 kurumun göz önünde bulundurulması sonucu 5 büyük kümelemeye ayrıldığı tespit edilmiştir (Şekil 6).

2.5. Havuç Konusunda En Çok Yayının Yayınlandığı Dergiler

Bibliyometrik analiz yöntemi kullanılarak yapılan araştırma ve haritalama tekniğinde 559 dergi arasından en az 10 yayın alan ilk 34

derginin görselleştirilmesinde öne çıkan dergiler şekil 7’de verilmiş ilk 10 sıralama ise Çizelge 4’te verilmiştir.



Şekil 7. 559 Dergi Arasından En Az 10 Yayın Alan İlk 34 Dergiden Haritalama Tekniği ile Öne Çıkan Dergiler

Çizelge 4. 2000–2022 Yılları Arasında En Çok Yayın Yayınlayan İlk 10 Dergi ve Atıf Durumları

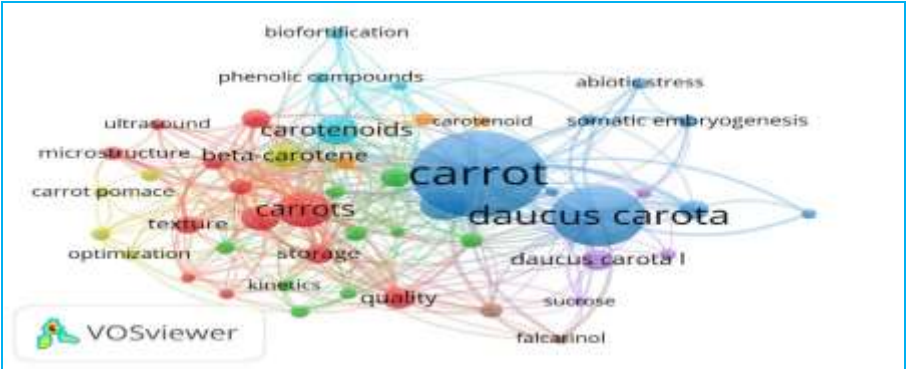
Sıralama	Dergiler	Yayın Sayısı	Atıf Sayısı
1	Journal of The Science of Food And Agriculture	61	1510
2	Food Chemistry	39	1176
3	Hortscience	39	181
4	Journal of Food Science And Technology-Mysore	34	257
5	Journal of Food Engineering	32	1413
6	Journal of Agricultural And Food Chemistry	31	1327
7	Plant Disease	30	489
8	Journal of Food Processing And Preservation	28	219
9	Lwt-Food Science and Technology	27	679
10	Canadian Journal of Plant Science	26	157

Konu hakkında yayınların kabul edilip yayınlandığı araştırma konusunda 559 dergi arasından en az 10 yayın alan 34 derginin bulunduğu sıralamada ilk 10 sıralamaya giren dergiler Çizelge 4’te

sunulmuştur. Çizelge 4 incelendiğinde en çok yayını alan dergi 61 yayın ile “Journal of The Science of Food And Agriculture” dergisi olmuş ve atıf konusunda da en çok atıf yine 1510 atıf ile aynı dergi olarak ilk sırada yer almıştır.

2.6. Tarımsal Anlamda Havuç Konusunda En Çok Yazılan Anahtar Kelimeler

Tarımsal anlamda havuç bitkisinin çalışıldığı yayınlarda anahtar kelimelerin en az 10 defa kullanılmasına bağlı olarak 4137 anahtar kelime arasından 48 anahtar kelimenin yer aldığı görsel haritalamada öne çıkan anahtar kelimeler Şekil 8’de, anahtar kelimelerin yer aldığı ilk 10 listesi de Çizelge 5’de verilmiştir.



Şekil 8. Anahtar Kelimelerin En Az 10 Defa Kullanılmasına Bağlı Olarak 4137 Anahtar Kelime Arasından 48 Anahtar Kelimenin Yer Aldığı Görsel Haritalamada Öne Çıkan Anahtar Kelimeler

Çizelge 5. 2000–2022 Yılları Arasında En Çok Kullanılan Anahtar Kelimeler

Sıralama	Anahtar Kelimeler	Yazılma Sıklığı
1	Carrot	338
2	Daucus Carota	192
3	Carrots	82
4	Daucus Carota L.	66
5	Carotenoids	59
6	Carrot Juice	48
7	Beta-Carotene	44
8	Daucus Carota L	36
9	Quality	35
10	Antioxidant Activity	31

Anahtar kelimeler, okuyucuyu bilimsel araştırmalardaki gelişmeler hakkında bilgilendirmeyi, çok sayıda metin tabanlı materyalin analizini kolaylaştırmayı ve aradıkları bilgiye doğru ve hızlı bir şekilde ulaşmalarını sağlamayı amaçlar (Birdevrim, 2018). Konu hakkında anahtar kelimelerin incelendiği araştırmada en çok kullanılan ilk 10 kelimenin ilk 8 tanesinin doğrudan havuç kelimesinin olduğu kelimeler olduğu, en çok kullanılan ilk kelimenin 338 defa kullanılması ile Carrot (Havuç) olduğu görölmektedir (şekil 8; Çizelge 5).

2.7. Tarımsal Anlamda Havuç Konusunda En Çok Çalışılan Araştırma Alanları İle En Çok Destekleyen Kuruluşlar

Havuç konusunda en çok araştırma yapılan araştırma alanları Çizelge 6’te en çok destek veren kuruluşlar ise Çizelge 7’de verilmiştir.

Çizelge 6. 2000–2022 Yılları Arasında En Çok Araştırma Yapılan Araştırma Alanları

Sıralama	Araştırma Alanı	Yayın Sayısı	Yayınların Yüzdesi
1	Agriculture	632	% 36,4
2	Food Science Technology	564	% 32,5
3	Plant Sciences	424	% 24,4
4	Chemistry	200	% 11,5
5	Engineering	107	% 6,2
6	Biochemistry Molecular Biology	79	% 4,6
7	Environmental Sciences Ecology	79	% 4,6
8	Genetics Heredity	79	% 4,6
	Biotechnology Applied		
9	Microbiology	74	% 4,3
10	Nutrition Dietetics	72	% 4,1

Araştırma alanları incelendiğinde havuç konusunda en çok araştırmanın yapıldığı alan 632 adet yayın ve % 36,4'lük oran ile "Agriculture" (Tarım) alanı olmuş onu 564 adet yayın ve % 32,5'lik oran ile "Food Science Technology" (Gıda bilimi teknolojisi) alanı izlemiştir. Bu iki alan toplamda % 68,9'luk bir oran ile çalışmaların yarısından fazlasını oluşturmaktadırlar (Çizelge 6).

Çizelge 7. 2000–2022 Yılları Arasında Havuç Konusuna En Çok Destek Veren Kuruluşlar

Sıra	Destekleyen Kuruluşlar	Yayın Sayısı	Yayın %
1	National Natural Science Foundation Of China Nsfc	88	5.063
2	United States Department Of Agriculture Usda	79	4.545
3	Natural Science Foundation Of Jiangsu Province	38	2.186
4	European Commission	33	1.899
5	Program For New Century Excellent Talents In Uni. Ncet	33	1.899
6	Ministry Of Science And Higher Education Poland	30	1.726
7	Priority Acad. Prog. Devel. Of Jiangsu Higher Educ. Institut.	27	1.554
8	Priority Acad. Prog. Devel. Of Jiangsu Higher Educ. Ins. Papd	23	1.323
9	Usda Agricultural Research Service	22	1.266
10	Conselho Nacional De Desenvolvimento Cientifico E Tecn. Cnpq	18	1.036

Bir konu hakkında araştırma yaparken destek görmek çalışmanın sağlıklı bir şekilde sürdürülmesi ve sonuca gitmesi için olmazsa olmaz unsurların başında gelmektedir. Havuç konusunda tarımsal anlamda yapılan çalışmaların hangi kuruluşlarca daha çok desteklendiğinin incelendiği çalışmada 1. Sırada 88 yayın ve %5’lik bir oran ile “National Natural Science Foundation Of China Nsf” kuruluşunun yer aldığı belirlenmiştir (Çizelge 7).

2.8. Tarımsal Anlamda Havuç Konusunda En Çok Atıf Alan İlk 10 Yayın ve Yazarları

Çizelge 8. 2000–2022 Yılları Arasında Havuç konusuna En Çok Atıf alan İlk 10 Yayın

No	Yayın Başlıkları	Yazarlar	Yıllar	Atıf Sayısı
1	A high-quality carrot genome assembly provides new insights into carotenoid accumulation and asterid genome evolution	Iorizzo, M; Ellison, S; (...); Simon, P	2016	264
2	Efficacy of chlorine dioxide, ozone, and thyme essential oil or a sequential washing in killing Escherichia coli O157 : H7 on lettuce and baby carrots	Singh, N; Singh, RK; (...); Stroshine, RL	2002	263
3	Fate of Salmonella enterica serovar Typhimurium on carrots and radishes grown in fields treated with contaminated manure composts or irrigation water	Islam, M; Morgan, J; (...); Jiang, XP	2004	222
4	Effect of thermal and high pressure processing on antioxidant activity and instrumental colour of tomato and carrot purees	Patras, A; Brunton, N; (...); Downey, G	2009	207
5	Selection and characterization of mixed starter cultures for lactic acid fermentation of carrot, cabbage, beet and onion vegetable mixtures	Gardner, NJ; Savard, T; (...); Champagne, CP	2001	172
6	De novo assembly and characterization of the carrot transcriptome reveals novel genes, new markers, and genetic diversity	Iorizzo, M; Senalik, DA; (...); Simon, PW	2006	153
7	Supercritical carbon dioxide extraction of carotenoids from carrot using canola oil as a continuous co-solvent	Sun, M and Temelli, F	2011	151
8	Plants as Biofactories: Physiological Role of Reactive Oxygen Species on the Accumulation of Phenolic Antioxidants in Carrot Tissue under Wounding and Hyperoxia Stress	Jacobo-Velazquez, DA; Martinez-Hernandez, GB; (...); Cisneros-Zevallos, L	2011	150
9	Carrots of Many Colors Provide Basic Nutrition and Bioavailable Phytochemicals Acting as a Functional Food	Arcott, SA and Tanumihardjo, SA	2010	142
10	Performance evaluation of blanched carrots dried by three different driers	Prakash, S; Jha, SK and Datta, N	2004	141

Havuç konusunda ne çok atfın yapıldığı yayın 2016 yılında yayımlanan ve 264 atıf alan “A high-quality carrot genome assembly provides new insights into carotenoid accumulation and asterid genome evolution” yayını olmuştur (Çizelge 8).

SONUÇ

Son yıllarda özellikle artan tüketici bilinci ile sebze tüketimi daha önemli hale gelmektedir. Havuç ülke ve bölge ekonomisi, insan beslenmesi, dış ticaret açısından önemli bir üründür. Dolayısı ile bu konuda yapılan araştırmalar gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Havuç konusunda çalışmaların nerelerde yapıldığı ve eğilimlerinin saptanması ile ilgili çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Günümüzde bu alanda bibliyometrik analiz yöntemi kullanılmaktadır. Bibliyometrik analiz yöntemi, araştırma alanlarının ve modellerinin özelliklerini daha anlaşılır bir şekilde ortaya çıkarmak ve tanımlamak için kullanılan oldukça yararlı ve kullanışlı bir yöntemdir. Bu çalışmada havuç ile ilgili araştırmaları konu alan bibliyometrik analiz yönteminde elde edilen sonuçlara göre;

- Yayınların en çok yayınlandığı yılın 152 yayın ile 2019 yılı olduğu, toplam 1.753 yayının yaklaşık üçte birin 2018-2022 yılları arasında yapıldığı ortaya konulmuştur.
- En çok yayını olan ülke 295 yayın ve 6.206 atıf ile Amerika olurken onu 252 yayın ve 4.882 atıf ile Çin Halk Cumhuriyeti takip etmektedir. Türkiye'nin tarımsal anlamda havuç çalışmalarına ilgisinin olduğu, 84 yayın ve 1.707 atıf ile 7. sırada olduğu belirlenmiştir.

- En çok yayına sahip yazarlar sıralandığında ilk sırada 68 yayın ve 1.673 atıf ile Simon, Pw bulunurken, onu sırası ile 54 yayın ve 1.179 atıf ile Xiong, As ve 47 yayın 1.138 atıf ile Xu, Zs takip etmektedir.
- En çok yayının yapıldığı kuruluş Polonya’da yer alan ve 99 yayın ile Agr Univ Krakow üniversitesi olmuştur. Atıflar sıralamasında ise en yüksek atıf 2208 atıf ile Amerika’nın “Univ Wisconsin üniveritesi” tarafından yayınlanan yayınlara yapılmıştır.
- En çok yayını alan dergi 61 yayın ile “Journal of The Science of Food And Agriculture” dergisi olmuş ve atıf konusunda da en çok atıfı yine 1510 atıf ile aynı dergi almış ve ilk sırada yer almıştır.
- En çok kullanılan ilk kelimenin 338 kez kullanılması ile Carrot (Havuç) olduğu görülmektedir.
- En çok araştırmanın yapıldığı alan 632 adet yayın ve % 36,4 oran ile “Agriculture“ (Tarım) alanı olup onu 564 yayın ve % 32,5 oran ile “Food Science Technology” (Gıda bilimi teknolojisi) alanı takip etmektedir.
- Çalışmaları en çok destekleyen kuruluşlar arasında 1. Sırada 88 adet yayın ve %5’lik bir oran ile “National Natural Science Foundation Of China Nsfc” kuruluşunun olduğu belirlenmiştir.
- Havuç konusunda ne çok atıfın yapıldığı yayın 2016 yılında yayımlanan ve 264 atıf alan “A high-quality carrot genome

assembly provides new insights into carotenoid accumulation and asterid genome evolution” yayını olmuştur.

Elde edilen bilgiler ışığında konunun literatüre hizmet etmesi için başka programlar ve veri tabanlarının kullanılmasında fayda olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Akşahin, V., Işık, M., Öztürk, F., Jan, S.U., & Ortaş, İ. (2019). Effect of Phosphorus (P) Level Application on Soil Structure Development. In "International Soil Congress 2019", pp. 375-379, Ankara Turkey.
- Akşahin, V., & Ortaş, I. (2022). Bibliometric Analysis of Scientific Research Articles on Water and Drought between 2000-2022. In "International Congress and Workshop on Agricultural Structures and Irrigation", pp. 63-78, 12-15 May, 2022, Diyarbakır, Türkiye.
- Analytics, C. (2021). Web of Science Platform: Web of Science: Summary of Coverage. . Vol. 04.11.2021.
- Andreo-Martinez, P., Ortiz-Martinez, V.M., Garcia-Martinez, N., Lopez, P.P., Quesada-Medina, J., Camara, M.A., & Oliva, J. (2020). A Descriptive Bibliometric Study on Bioavailability of Pesticides in Vegetables, Food or Wine Research (1976-2018). *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 77.
- Ano-Vidal, C., & Sanchez-Diaz, J. (2018). Bibliometric Analysis of the Scientific Production on Soil Erosion in Andalusia (1964-2008). *Revista De Estudios Andaluces*, 35 (1): 193-213.
- Bezak, N., Mikos, M., Borrelli, P., Alewell, C., Alvarez, P., Anache, J.A.A., Baartman, J., Ballabio, C., Biddoccu, M., Cerda, A., Chalise, D., Chen, S. C., Chen, W., De Girolamo, A.M., Gessesse, G.D., Deumlich, D., Diodato, N., Efthimiou, N., Erpul, G., Fiener, P., Freppaz, M., Gentile, F., Gericke, A., Haregeweyn, N., Hu, B.F., Jeanneau, A., Kaffas, K., Kiani-Harchegani, M., Villuendas, I. L., Li, C.J., Lombardo, L., Lopez-Vicente, M., Lucas-Borja, M.E., Maerker, M., Miao, C.Y., Modugno, S., Moller, M., Naipal, V., Nearing, M., Owusu, S., Panday, D., Patault, E., Patriche, C.V., Poggio, L., Portes, R., Quijano, L., Rahdari, M.R., Renima, M., Ricci, G.F., Rodrigo-Comino, J., Saia, S., Samani, A.N., Schillaci, C., Syrris, V., Kim, H.S., Spinola, D.N., Oliveira, P.T., Teng, H.F., Thapa, R., Vantas, K., Vieira, D., Yang, J.E., Yin, S.Q., Zema, D.A., Zhao, G.J., & Panagos, P.

- (2021). Soil Erosion Modelling: A bibliometric Analysis. *Environmental Research*, 197.
- Birdevrim, A.S. (2018). Bilimsel yayınlardan Anahtar Kelime Çıkarımı. Yüksek Lİsans Tezi, T.C. İstanbul Ticaret Üniversitesi.
- Cui, M.Q., Wu, C., Jiang, X.X., Liu, Z.Y., & Xue, S.G. (2019). Bibliometric Analysis of Research on Soil Arsenic During 2005-2016. *Journal of Central South University*, 26 (2): 479-488.
- Çomaklı, E. (2021). Toprak Organik Karbonu ve Toprak Organik Karbon Stokları Üzerine 1970-2021 Yılları Arasında Yapılan Araştırmaların Bibliyometrik Analizi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 25 517-524.
- Goh, K.H., & See, K.F. (2021). Twenty years of Water Utility Benchmarking: A Bibliometric Analysis of Emerging Interest in Water Research and Collaboration. *Journal of Cleaner Production*, 284.
- Guo, K., Liu, Y.F., Zeng, C., Chen, Y.Y., & Wei, X.J. (2014). Global Research on Soil Contamination from 1999 to 2012: A bibliometric Analysis. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science*, 64 (5): 377-391.
- He, H.L., Dyck, M., & Lv, J.L. (2020). The Heat Pulse Method for Soil Physical Measurements: A Bibliometric Analysis. *Applied Sciences-Basel* 10 (18).
- Huang, X., Wang, K.R., Zou, Y.W., & Cao, X.C. (2021). Development of Global Soil Erosion Research at the Watershed Scale: a Bibliometric Analysis of the Past Decade. *Environmental Science and Pollution Research*, 28 (10): 12232-12244.
- Kasavan, S., Yusoff, S., Fakri, M.F.R., & Siron, R. (2021). Plastic Pollution in Water Ecosystems: A Bibliometric Analysis from 2000 to 2020. *Journal of Cleaner Production* 313.
- Kopittke, P.M., Menzies, N.W., Wang, P., McKenna, B.A., & Lombi, E. (2019). Soil and the Intensification of Agriculture for Global Food Security. *Environment International*, 132.

- Krishnan, R., Agarwal, R., Bajada, C., & Arshinder, K. (2020). Redesigning a Food Supply Chain for Environmental Sustainability - An Analysis of Resource Use and Recovery. *Journal of Cleaner Production*, 242.
- Kruger, G., & Scherbarth, L. (1980). Kte-1700 - A Machine for Haulm Removal from Carrots Prior To Cleaning and Loading. *Agrartechnik*, 30 (9): 421-423.
- Kulak, M., Ozkan, A., & Bindak, R. (2019). A bibliometric Analysis of the Essential Oil-Bearing Plants Exposed to The Water Stress: How Long Way We Have Come and How Much Further? *Scientia Horticulturae*, 246 418-436.
- Li, Q. J., Guo, X.X., & Zhang, L.H. (2020). Bibliometric Analysis of Water Resource Management. *Journal of Coastal Research*, 210-214.
- Li, Y.Z., Liu, J.S., Yang, H.Y., Chen, J.X., & Xiong, J. (2021). A Bibliometric Analysis of Literature on Vegetable Prices at Domestic and International Markets-A Knowledge Graph Approach. *Agriculture-Basel*, 11 (10).
- Liptay, A., & Muehmer, J.K. (1980). Evaluation of Baby Carrot Cultivars and Their Growth-Patterns in Southwestern Ontario. *Canadian Journal of Plant Science*, 60 (3): 911-915.
- Liu, S.N., Lei, Y., Zhao, J.S., Yu, S.X., & Wang, L. (2021). Research on Ecosystem Services of Water Conservation and Soil Retention: A Bibliometric Analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 28 (3): 2995-3007.
- Liu, Y.N., Wu, K.N., & Zhao, R. (2020). Bibliometric Analysis of Research on Soil Health from 1999 to 2018. *Journal of Soils and Sediments*, 20 (3): 1513-1525.
- Mao, G.Z., Shi, T.T., Zhang, S., Crittenden, J., Guo, S.Y., & Du, H.B. (2018). Bibliometric Analysis of Insights Into Soil Remediation. *Journal of Soils and Sediments*, 18 (7): 2520-2534.
- Millette, J.A., Bernier, R., & Hergert, G.B. (1980). Baby Carrot Production System on Organic Soils. *Canadian Agricultural Engineering*, 22 (2): 175-178.
- Mokhnacheva, Y.V., & Tsvetkova, V.A. (2020). Bibliometric Analysis of Soil Science as a Scientific Area. *Eurasian Soil Science*, 53 (6): 838-844.

- Musa, A., & Mevlüt, G. (2015). Havuç yetiştiriciliğinin Teknik Yapısı ve Değişimi: Konya İli Örneği. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (1): 43-53.
- Oliveira, J.D. (2020). A bibliometric Analysis of Soil Research in Brazil 1989-2018. *Geoderma Regional*, 23.
- Oliveira, J.D., & Pereira, M.G. (2020). Analyzing the Research on Phosphorus Fractions and Phosphorus Legacy in Soil: A Bibliometric Analysis. *Journal of Soils and Sediments*, 20 (9): 3394-3405.
- Pan, X.Y., Lv, J.L., Dyck, M., & He, H.L. (2021). Bibliometric Analysis of Soil Nutrient Research between 1992 and 2020. *Agriculture-Basel*, 11 (3).
- Renzi, M., Pauna, V.H., Provenza, F., Munari, C., & Mistri, M. (2020). Marine Litter in Transitional Water Ecosystems: State of The Art Review Based on a Bibliometric Analysis. *Water* 12 (2).
- TUIK. (2022). Sebze Ürünleri Üretim Miktarları. Vol. 17.07.2022. TUIK (Türkiye İstatistik Kurumu).
- Vergidis, P.I., Karavasiou, A.I., Paraschakis, K., Bliziotis, I.A., & Falagas, M.E. (2005). Bibliometric Analysis of Global Trends for Research Productivity in Microbiology. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*, 24 (5): 342-345.
- Vieira, A.F., Moura, M., & Silva, L. (2021). Soil Metagenomics in Grasslands and Forests-A Review And Bibliometric Analysis. *Applied Soil Ecology*, 167.
- VOSviewer. (2021). VOSviewer Software.
- Wang, M.H., Yu, T.C., & Ho, Y.S. (2010). A Bibliometric Analysis of The Performance of Water Research. *Scientometrics*, 84 (3): 813-820.
- Wang, Y.P., Liu, W.Z., Li, G., Yan, W.M., & Gao, G.Y. (2019). A Bibliometric Analysis of Soil and Water Conservation in the Loess Tableland-Gully Region of China. *Water*, 11 (1).
- Yap, H.S., Zakaria, N.N., Zulkharnain, A., Sabri, S., Gomez-Fuentes, C., & Ahmad, S. A. (2021). Bibliometric Analysis of Hydrocarbon Bioremediation in Cold Regions and a Review on Enhanced Soil Bioremediation. *Biology-Basel*, 10 (5).

Zhang, H.L., Liu, X. Y., Yi, J., Yang, X.F., Wu, T.I., He, Y., Duan, H., Liu, M.X., & Tian, P. (2020). Bibliometric Analysis of Research on Soil Water from 1934 to 2019. *Water*, 12 (6).

BÖLÜM III

SEBZELERDE HASAT SONRASI KAYIPLAR VE BİYOTEKNOLOJİK YAKLAŞIMLAR

Doç. Dr. Selcen BABAÖĞLU AYDAŞ*

* Gazi Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Gölbaşı, Ankara, Türkiye. selcenb@gmail.com

GİRİŞ

Günümüzde küresel gıda sisteminin temel odak noktasını gıda miktarından diyet kalitesine, beslenme güvenliğine, insan sağlığı ve çevresel değerlere doğru değiştirmesi gerektiği giderek daha fazla kabul edilmektedir. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün (FAO) 25 birincil sebze ürününü kapsayan istatistiklerine göre dünyada birincil sebze üretimi, 2018' de 1.09 milyar tona ulaşmıştır, bu da küresel tahıl üretiminin yaklaşık %37'sine (2.96 milyar ton) denk gelmektedir. Asya, açık ara en büyük birincil sebze üreticisidir ve tüm dünya üretiminin dörtte üçünden sorumludur. Sebze üretimi aynı zamanda gelişmekte olan ülkelerde kırsal yoksulluğu ve işsizliği azaltmak için de umut verici bir ekonomik fırsat sağlar ve tarla çeşitlendirme stratejilerinin önemli bir bileşenidir (Ebert, 2020).

Günlük beslenmemizin önemli bir bölümünü oluşturan meyve ve sebzeler, önemli karbonhidrat, protein, organik asit, vitamin, mikrobese ve biyoaktif bileşik kaynaklarıdır. Sebzelerdeki potasyum, sağlıklı kan basıncının korunmasına yardımcı olur, diyet lifi içeriği, kan kolesterol seviyelerini düşürür, obeziteyi önler ve kalp hastalığı riskini azaltabilir, folat (folik asit), doğum kusurları riskini azaltır ve A vitamini gözleri ve cildi sağlıklı tutarken, vitamin C, sadece dişleri ve diş etlerini sağlıklı tutmakla kalmaz, aynı zamanda demir emilimine de yardımcı olur (Schreinemachers ve ark., 2018).

Ayrıca meyve ve sebzeler, karotenoidler, polifenoller ve antosiyaninler gibi vücutta üretilen ve fazla üretimi kardiyovasküler hastalıklar, Alzheimer, makula dejenerasyonu, iltihabi hastalıklar ve

kanser gelişimi ile ilişkili olan serbest radikallerle savaşmaya yardımcı olan antioksidanlar açısından zengindir (Paliyath ve ark., 2008). Dünya Sağlık Örgütü (WHO), meyve ve sebzelerin önemli besleyici faydalarını kabul ederek, kronik hastalıkları (özellikle kalp hastalıkları, kanserler ve diyabet) önlemek ve gerekli mikro besinleri (özellikle kalsiyum, demir, iyot, A vitamini ve çinko) sağlamak için günde minimum 400 gr alımlarını önermektedir (WHO, 2003). Ancak bugün tüketicilerin, hatta daha yüksek gelire sahip olanların bile bu hedefi kaçırdığına inanılmaktadır. Dolayısıyla bu diyet boşluğunu doldurmaya ve tüketicilerin sebzelerin besin gücünden faydalanmalarını sağlamaya daha fazla dikkat edilmesi gerekmektedir (Schreinemachers ve ark., 2018).

Gıda kaybı ve israfının azaltılması konusu, küresel açlıkla mücadele ve gıda güvenliğini iyileştirmeye yönelik dünya çapındaki çabaların bir parçası olarak son zamanlarda kamuoyunun dikkatini çekmiştir. FAO liderliğindeki çeşitli uluslararası ve ulusal kuruluşlar tarafından yürütülen araştırmalar, dünyada üretilen tüm gıdaların yaklaşık üçte birinin ve tüm meyve ve sebzelerin yaklaşık yarısının kaybolduğunu ve tüketilmediğini göstermiştir (Porat ve ark., 2018).

Meyve ve sebzeler hasattan sonra hala canlı olduklarından, hasat ve tüketim arasında mikrobiyal çürüme, fiziksel yaralanma ve hasat sonrası yaşamda yaşlanma yoluyla çeşitli kayıplara maruz kalan aktif metabolizmaya sahip, oldukça bozulabilir ürünlerdir. Beslenme ve gıda kaliteleri, karmaşık biyokimyasal yollardan elde edilen bileşenlerin birikiminin bir sonucudur. Kayıpları azaltmak ve kaliteyi

iyileştirmek için, işleyiciler ve üreticiler kaliteyi ve bozulmayı etkileyen biyolojik, çevresel ve teknolojik faktörleri iyi anlamalıdır (URL-1). Dolayısıyla meyve ve sebze tüketiminin insan beslenmesi ve sağlığı için vazgeçilmez olduğu, iklim değişikliği nedeniyle tarım imkânlarının çok zorlaştığı, dünya nüfusunun hızla arttığı bir çağda hasat sonrası anlayış yeni bir anlam kazanmıştır.

1. SEBZELERDE HASAT SONRASI KAYIPLAR

Ticaretin küreselleşmesi ve serbest ticaret anlaşmaları üretilen meyve, sebze ve çiçeklerin ülkeler ve kıtalar arasında ticaretini ve taşınmasını muazzam ölçüde arttırmıştır. Bu segmentlerin dünya ticaretine katkısının 600 milyar ABD dolarının üzerinde olabileceği tahmin edilmektedir. Kuzey Yarımküre' deki hava koşulları özellikle tropikal ürünlerin rutin üretimi için uygun değildir. Bu gibi faktörler, birçok ülkede yerel ekonomileri ve tarımsal üretim uygulamalarını etkilemiştir. Hasat sonrası kayıplar, üretim ve pazarlama zincirinin herhangi bir noktasında meydana gelebilir ve gelişmiş ülkelerde >%10'dan tropik bölgelerde ve depolama tesislerinin sınırlı olduğu yerlerde >%50'ye kadar herhangi bir yerde olabilir. Bu kayıpların azaltılması, uygun çeşit seçimi ve iyi tarım uygulamalarının kullanılması ile çiftlikte başlar (Paliyath ve ark., 2008; FAO, 2011; FAO, 2021).

Türkiye'nin, 30.032.727 ton üretim ile 1 milyar ton olan Dünya sebze üretimi içinde %2.78'lik bir payı vardır. Türkiye, Çin, Hindistan ve ABD'den sonra üretim yönünden dördüncü sıradadır. Ülkemiz 50'nin üzerinde sebze türünün yetiştirilebilmesi için uygun iklim koşullarına

sahiptir. Bu türlere ek olarak ülkemizde egzotik bazı sebze türlerinin de üretilebilme şansı vardır. Bu nedenle Türkiye, dünya ülkeleri arasında, yetiştirilen sebze türlerinin sayısı ve çeşitliliği bakımından da önemli bir konuma sahiptir (Yanmaz ve ark., 2020).

Gıda kaybı ve israfı, gıda tedarik zincirinin beş önemli aşamasında meydana gelir: tarımsal üretim, hasat sonrası işleme ve depolama, işleme, dağıtım ve tüketim. Gelişmiş ülkelerde gıda kaybı ve israfının büyük bölümleri perakende ve tüketim sırasında ortaya çıkar ve büyük ölçüde lojistik yönetim operasyonları ve tüketici davranışları ile ilgilidir. Gıda kaybı ve israfını azaltmanın büyük önemi ışığında, Birleşmiş Milletler Eylül 2015' te, 2030 yılına kadar kişi başına düşen küresel gıda israfını yarıya indirmek için iddialı bir hedef belirlemiştir ve bu karar ABD Federal Hükümeti, AB Parlamentosu ve diğer birçok ülke tarafından uyarlanmıştır (Porat ve ark., 2018).

Hasat sonrası kayıplar genel olarak primer ve sekonder olarak gruplandırılabilir. Primer nedenler;

- Biyolojik ve mikrobiyolojik (böcekler, haşereler, hayvanlar ve mikroorganizmalar-fungi, bakteri tarafından tüketim veya hasar görme)
- Kimyasal ve biyokimyasal (yiyecekte bulunan kimyasal bileşikler arasında esmerleşme, bozulma, enzimatik değişimler gibi sonuçları olan istenmeyen reaksiyonlar)
- Mekanik (dökülmeler, zedelenme, yaralanma, ezilme, delinmeler)

- Fiziksel (Uygun olmayan çevresel ve depolama koşulları (sıcaklık, bağıl nem, havalandırma hızı)
- Fizyolojik (filizlenme, yaşlanma, diğer solunum ve terlemedeki değişiklikler)
- Psikolojik (insanlardaki isteksizlik veya kişisel ya da dini nedenlerle reddetme) olabilmektedir.

Biyolojik ve çevresel faktörlere dayalı sekonder nedenler ise;

- Solunum; solunum, tüm canlı hücrelerin organik maddeyi enerji ve CO₂ salınımı ile basit son ürünlere ayırdığı bir süreçtir. Sonuç, organik madde kaybı, gıda değeri kaybı ve soğutma koşullarında göz önünde bulundurulması gereken ilave ısı yükünün eklenmesidir. Solunum hızı arttıkça raf ömrü kısalmaktadır.
- Etilen üretimi; etilen, fizyolojik faaliyetler üzerinde derin bir etkiye sahiptir. Olgunlaşma bölmelerinde kullanıldığında, eser miktarda bile olsa fizyolojik aktiviteyi tetikleyebilir. Çoğu canlı stok solunumun doğal bir ürünü olarak etilen üretir.
- Kompozisyonel değişimler; depolama sırasında birçok değişiklik meydana gelir, bazıları arzu edilir ve bazıları arzu edilmez. Örneğin, yeşil rengin kaybı meyvelerde arzu edilir, ancak sebzelerde istenmez. Karotenoid pigmentlerin gelişimi beslenme açısından önemli olabilir. Karbonhidratlarda, proteinlerde ve tüm diğer gıda bileşenlerinde değişiklikler meydana gelecektir.

- Büyüme ve gelişme; pek çok üründe hasattan sonra bile büyüme ve gelişme devam eder. Karakteristik faaliyetler patates filizlenmesi, soğan ve sarımsak, kuşkonmaz uzaması, domates, limon gibi meyvelerde tohum çimlenmesi gibi.
- Terleme; terleme dehidrasyon nedeniyle buruşma ve solma ile sonuçlanan su kaybı anlamına gelir ve görsellik kaybı, ağırlık kaybı, doku ve kalite kaybı nedeniyle istenilen bir durum değildir.
- Fizyolojik bozulma; kendi donma noktasının altındaki sıcaklıklara maruz kalan ürünlerdeki donma yaralanması veya don zararı bu bozulmaya dâhildir. Tarlada veya taşıma/depolama esnasında gerçekleşebilir. Soğuk zararı, esas olarak 5 °C ve 15 °C arasındaki sıcaklıklara uzun süre maruz kalan tropik ve subtropikal ürünlerle ilişkilidir. Isı zararı ise direkt gün ışığına maruz kalan veya uzun süreli döngülerle aşırı yüksek ısıya maruz kalan ürünlerde ortaya çıkar.
- Diğer faktörler; bunlara hasat, işleme, depolama ve ulaşım, aynı zamanda patolojik nedenlerle bozulma (bakteri ya da fungi gibi mikroorganizmalardan gelen saldırılar) gibi faktörler dahildir (Kader, 1985; Ramaswamy, 2015).

Son yıllarda, meyve ve sebzelerin hasat sonrası yaşlanmasını geciktirmek için modifiye atmosfer (MAP) veya kontrollü atmosfer

(CA) gibi farklı paketlenme türleri, sentetik kimyasallar ve bitki hormonları veya bunların inhibitörleri ile muamele gibi biyoteknolojik metotlar, etanol buharı muamelesi ve yenilebilir kaplamalar ve nanoteknoloji gibi çeşitli teknikler araştırılmaktadır (URL-1).

2. HASAT SONRASI KAYIPLARA BİYOTEKNOLOJİK YAKLAŞIMLAR

2.1. Transgenik Yaklaşım

2018 itibariyle, dünya çapında toplam 70 ülke biyoteknolojik mahsulleri benimsemiştir; bunların arasında 26 ülke bu mahsulleri ekmiştir, 44 ülke ise transgenik mahsullerin ithalatı için düzenleyici onay vermiştir. 75 milyon hektar alanda küresel GDO'lu ürünlerin %39'unu üreten ABD lider ülkedir ve bunu Brezilya, Arjantin, Kanada ve Hindistan izlemektedir. Dünyadaki toplam genetiği değiştirilmiş mahsul alanının yaklaşık %91'i bu beş ülke tarafından kapsamaktadır. 2018'de biyoteknolojik ürünler altındaki küresel alan, dünyanın 26 ülkesinde 17 milyon çiftçi ile 191,7 milyon hektara yükselmiştir. Biyoteknolojik ürünler, 1996'da 1,7 milyon hektardan, 2018'de 191,7 milyon hektara yani yaklaşık 113 kat artış sağlamıştır (ISAAA, 2018; Asrey ve ark., 2021).

Biyoteknoloji ve genetik değişim hala gelişmekte olan bir teknolojidir ve gıda, tahıl ve tarımsal ürünlere yönelik artan dünya talebini karşılamak için tarımsal üretim ve sanayi üzerinde büyük etkiye sahiptir. Erken hasat, depolama basıncını modüle etme, geç olgunlaşan genotiplerin seçimi gibi hasat sonrası kayıpları azaltmak ve raf ömrünü artırmak için yaygın olarak kullanılan yöntemler, çoğu

ürün için bazen düzensizdir ve tatmin edici değildir ve bazen lezzet, aroma ve metabolit kaybına neden olabilir. Bu nedenle, gelişmiş mahsul çeşitlerinin üretimi, çeşitli biyotik ve abiyotik streslere karşı bitki toleransının artırılması, mahsul türlerinin besleyici durumunun güvence altına alınması ve daha pek çok şey için transgenik teknolojiler gereklidir.

Transgenik yaklaşımlar ticari olarak domates, mısır, tütün, patates, soya fasulyesi, kanola, muz, yonca, pirinç, kabak, kavun, papaya gibi birçok bitki türünde kullanılmaktadır. Transgenik ürünler, daha yüksek verim, ürünlerin raf ömrünün uzatılması, kalitenin iyileştirilmesi, haşere-böcek direnci, soğuk, kuraklık, sıcaklık gibi abiyotik streslere tolerans gibi çeşitli özelliklere sahiptir. Ayrıca endüstriyel ve farmasötik öneme sahiptirler (URL-2).

Enzimatik esmerleşme, taze kesilmiş patateslerin (*Solanum tuberosum* L.) kalitesini büyük ölçüde etkiler. Dong ve ark (2021)' nin yaptığı çalışmada yeni bir aspartik proteaz inhibitörü geni olan StASPI' in transkript seviyesi, daha az esmerleşmiş patateslerde, esmerleşmeye duyarlı patateslerden belirgin bir şekilde yüksek bulunmuştur ve eksojen aspartik proteaz inhibitörü Pepstatin A, patatesin etli kısmında esmerleşmeyi engellemiştir. Bu nedenle, StASPI' nin patateslerin kararma direncinde önemli roller oynadığı düşünülmüştür. Çalışma StASPI'nin aşırı ekspresyonunun kesimden sonra enzimatik esmerleşmeyi ve proteaz aktivitesini etkili bir şekilde azalttığını ve patateslerde toplam FAA birikimini düşürdüğünü göstermiştir. StASPI transgeni taşıyan patates püresinin esmerleşme dereceleri, eksojen

FAA'ların eklenmesiyle artırılmış, ancak düzeyler hala yabancı tip (WT) püreninkinden önemli ölçüde düşük olmuştur. Ayrıca, StASPI'nin aşırı ekspresyonu, PPO aktivitesini azaltmış, antioksidan enzimler SOD ve CAT aktivitelerini arttırmış ve H₂O₂ ve O₂⁻ içeriğini azaltmıştır.

Bu sonuçlar, StASPI' in aşırı ekspresyonunun patateslerin enzimatik esmerleşmesini engellediğini, FAA birikimini azalttığını, PPO aktivitesini indirdiğini ve antioksidan enzimlerin aktivitesini arttırdığını göstermiştir. Bu çalışma, patateslerin enzimatik esmerleşmesini engelleme stratejilerine yeni bir bakış açısı sağlar (Dong ve ark., 2021).

Bitki genetik transformasyonunda gen transferi, transforme edilmiş bitki materyallerini seçmek için bir işaretleyici genin kullanılmasını gerektirir. Transgenik bitki yeniden üretilip karakterize edildikten sonra, seçici işaretleyici gen gereksizdir ve bu teknolojinin pratik kullanımı için uzaklaştırılmalıdır. Transgenik bitkilerde işaretleyici genlerin mevcudiyeti, faydalı yeni özellikler içeren mahsuller piyasaya sürülmeden önce yapılması gereken uzun risk değerlendirmeleri gibi çeşitli problemler ortaya çıkarmıştır. Bugüne kadar, ko-transformasyon, bölgeye özgü rekombinasyon, transpozisyon ve homolog rekombinasyon gibi yöntemler '*sorunlu*' seçilebilir işaretleyici genlerden kaçınma veya bunları kaldırma girişimlerinde kullanılmıştır (Owino & Ezura, 2011).

2.2. RNA İnterferansı

RNAi, mahsullerin iyileştirilmesi üzerinde önemli etkisi olan umut verici bir gen düzenleyici yaklaşımdır; diğer genlerin ifadesini etkilemeden gen ifadesinde daha kesin bir şekilde aşağı regülasyona izin verir. RNAi aracılı teknoloji, bitkilerin çeşitli özelliklerini geliştirmek ve istenmeyen karakterlerle bağlantılı genleri hedeflemek amacıyla bitkilerin metabolik mühendisliğinde kullanılmaktadır. Pek çok bitki türünde RNAi, besin değerini, lezzeti geliştirmek, yağ asidi bileşimini genetik olarak modifiye etmek ve toksisite/alerjenliği azaltmak için kullanılmıştır (Choudhary ve ark., 2018).

RNA interferansı, hücreye giren çift zincirli RNA moleküllerinin (dsRNA), hedef mRNA moleküllerini degrades ederek gen ekspresyonunu veya translasyon sürecini inhibe ettiği umut verici bir gen düzenleyici yaklaşımdır. Ayrıca post-translasyonel gen susturma (PTGS), bastırma olarak da bilinir. RNAi mekanizması sırasında, hedef mRNA'ya komplementer dizi, 500 kDa ağırlığında ve nükleaz aktiviteli bir RNA-multi protein kompleksi olan RISC faktörü aracılığı ile mRNA'nın anlamlı dizisine bağlanır ve gen susturulma mekanizması bu RISC faktörü aracılığı ile kontrol edilir. Gen susturulması mRNA'nın RISC faktöründe bulunan 'Argonate' proteinle etkileşime girmesi ve 'Dicer' enzimi tarafından tanınıp kesilmesi ile gerçekleşir. Bu mekanizma, genomun virüs kalıtım materyali ve transpozonlar gibi hareketli genetik elementlerin istilasından korunmasını sağlamak amacıyla gerçekleşen doğal bir

işlemdir. RNAi mekanizması, ökaryot organizmalarda iki tür molekül tarafından gerçekleştirilir. Bu moleküller 22 nükleotid uzunluğunda miRNA (micro RNA) ve 21- 23 nükleotid uzunluğunda, çift zincirli siRNA (small interfering RNA) molekülleridir (Aras ve ark., 2015).

Hasat sonrası kayıplar, birçok yüksek verimli domates çeşidinin (*Lycopersicon esculentum* L.) kalitesini ve ekonomik canlılığını bozar. Domatesler iklimdeki değişikliklere duyarlı olduklarından, olgunlaşma dönemlerinde etilenin otokatalitik aktivitelerine sahiptirler. Gupta ve ark. (2013)'nın çalışmasında gecikmeli olgunlaşan domatesler, RNAi teknolojisi kullanılarak olgunlaşma sırasında 1-aminosiklopropan-1-karboksilat (ACC) sentaz (ACS) geninin üç homologue susturularak üretilmiştir. ACS homologlarını hedeflemek için tasarlanan kimerik RNAi-ACS yapısı, domates meyvelerinde etilen üretimini etkili bir şekilde bastırmıştır. Bu tür hatlardan elde edilen meyveler, gelişmiş meyve suyu kalitesi ile birlikte 45 gün boyunca gecikmiş olgunlaşma ve uzatılmış raf ömrü sergilemiştir.

2.3. Genom Düzeltme

Geleneksel bitki ıslah tekniklerinin başarısı, bitki stres dayanıklılık mekanizmalarının karmaşıklığı nedeniyle sürdürülebilir tarım ürünlerinin geliştirilmesinde sınırlı kalmaktadır, bununla birlikte genetik mühendisliği, istenilen niteliklerde mahsullerin oluşturulmasında, mahsul ıslahında ve gen fonksiyonlarının belirlenmesinde çok önemli bir rol oynar. Genom düzenleme

teknolojisi, son birkaç on yılda, ilgilenilen genin kesin olarak düzenlenmesini içeren ve çift zincir kırıkları oluşturmak için spesifik diziyi hedefleyen nükleazları kullanan yeni ve güçlü bir yaklaşım olarak ortaya çıkmıştır. ZFN' ler (çinko-parmak nükleazları), TALEN' ler (transkripsiyon aktivatör benzeri efektör nükleazlar), CRISPR (düzenli aralıklarla kümelenmiş kısa palindromik tekrarlar)/Cas9 sistemi gibi SSN' lerin (diziye özgü nükleazların) genom düzenleme teknolojileri olarak uygulanması umut vericidir ve özgün genlerde mutasyon oluşturma, epigenetik markörlerin yeniden programlanması ve diziyeye özgü değişiklikler yapılması gibi birçok işleve sahiptir (URL-2).

CRISPR, organizmaları viral enfeksiyondan ya da plazmidlerden koruyan prokaryotik bir bağışıklık sistemidir. CRISPR/Cas sistemi, diziyeye bağlı olarak yabancı DNA' yı keser ve öbakteri ile arkebakterileri istila etmek isteyen faj ve virüs saldırıları gibi nükleik asitlerden korur. Bakterilerde doğal olarak oluşan bu mekanizma, bilim adamları tarafından, istenmeyen nükleotitleri ortadan kaldırmak veya ilgilenilen bir organizmada arzu edilir olarak görülen özellikleri teşvik etmek için yeni veya değiştirilmiş olanları eklemek için seçilmiştir (Shipman ve ark., 2021).

Mikroorganizmalardaki orijinal CRISPR sisteminde Cas9 proteinine rehberlik eden crRNA ve tracrRNA olmak üzere iki CRISPR RNA'sı bulunur. Genom düzenlemede kullanılan yeniden programlanmış CRISPR sisteminde ise crRNA'nın 3' bölgesi ile tracrRNA'nın 5' ucunun birleştirilmesiyle meydana getirilen sgRNA (single guide

RNA) olarak adlandırılan tek bir RNA söz konusudur. Bu sayede CRISPR teknolojisinden yararlanmak için Cas9 olarak adlandırılan DNA endonükleaz ve genomda hangi bölge hedeflenecekse ona göre dizayn edilen 20 nükleotidlik bir RNA dizisi yeterli olmaktadır. Sistemin bu iki elemanının DNA'daki hedef bölgeye bağlanıp bir protein (Cas 9) – RNA (SgRNA) – DNA (genomik DNA) kompleksi oluşturmasıyla hedef bölgede çift iplik kesikleri meydana gelir. Hedef bölgenin tanınması ve Cas9/sgRNA kompleksinin DNA üzerinde kesim yapabilmesi için tek ön koşul hedef bölgenin 3' ucunda PAM ismi ile adlandırılmış bir NGG sekansının bulunmasının gerekliliğidir (Akbulak & Kontbay, 2017).

CRISPR/Cas9 teknolojisi, çeşitli sebze ve meyvelerde genom düzenleme aracı olarak, örneğin domateste RIN, SLALC, lncRNA1459 genleri kullanılarak olgunlaşmayı manipüle etmek ve raf ömrünü uzatmak amacıyla kullanılmıştır. SLMo1 geni dâhil ederek küllemeye karşı artan direnç elde edilmiştir (URL-2).

Dünyanın en büyük patlıcan üreticisi Çin'dir. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) 2016 istatistiklerine göre dünya toplam patlıcan üretimi 51,3 Milyon ton olup bunun % 60'dan fazlası Çin tarafından karşılanmaktadır. Hindistan, Mısır ve Türkiye diğer önemli patlıcan üretici ülkelerdir (URL-3). Polifenol oksidazlar (PPOs) polifenollerin oksidasyonunu katalizler ve bu olay sonucunda patlıcanın etsi kısmı esmerleşir. Maioli ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada üç polifenol oksidaz geninin (PPOs; SmelPPO4, SmelPPO5 ve SmelPPO6), kesimden sonra en yüksek transkript seviyelerini

göstermekte olduğunu ve patlıcanların enzimatik esmerleşmesi ile ilişkili olduklarını belirlemiştir. Çalışmada meyve eti esmerleşmesini azaltmada üç hedef PPO genini eş zamanlı olarak devre dışı bırakmak için CRISPR-Cas9 tabanlı mutagenез uygulanmıştır.

Bu yaklaşım kolay tasarımı, yüksek etkinliği ve esnekliği sayesinde bitki genom düzeltme alanında yaygın kullanılmaktadır. Ayrıca bu yaklaşımla üretilen bitkiler klasik ıslah ve mutagenез teknikleriyle üretilen bitkilerden ayırt edilememektedir. Bu sebeple CRISPR teknolojisi ile geliştirilen bitkiler genetiği değiştirilmiş organizma (GDO) kategorisine dahil edilmeyerek pek çok ülkede GDO mevzuatının maliyetli ve zaman alıcı gereklilikleri önlenmiş olacaktır (Alagöz ve ark., 2019).

2.4. Modern Islah Teknolojileri

Moleküler biyoloji teknolojisinin gelişmesiyle birlikte, sebze kalitesinin düzenlenmesi uygulamaları aşılama teknikleri ve eksojen gübrelerin uygulanması gibi geleneksel yöntemlerle sınırlı kalmamıştır ve moleküler düzeyde düzenlemeler de giderek yaygınlaşmaktadır.

DNA moleküler markör teknolojileri, bireyler arasındaki nükleotid farklılıklarına dayalı markör teknikleridir. Bu genetik belirteçler türler arası ve tür içi farkı doğru bir şekilde ortaya çıkarabilmektedir. DNA moleküler belirteçleri, ıslah anaçlarının seçimini kolaylaştırmak için genetik haritaların oluşturulması, genetik ilişkilerin ve bitkilerin köken ve evriminin kararlı ve nesnel analizi ve agronomik özellik genlerinin

haritalanması dahil olmak üzere, sebze ıslah araştırmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Moleküler ıslah, moleküler belirteçlere dayandığından fenotiplemenin aksine, çevresel faktörlerden etkilenmez. Moleküler ıslah, mahsul ıslahında da başarılı bir şekilde kullanılmış ve hastalıklara dirençli mahsul çeşitlerinin veya direnç genleri piramitlerine sahip çeşitlerin geliştirilmesine yol açmıştır (Gao ve ark., 2022).

Markör destekli seçim (MAS) için ilk adım, populusyonları haritalayarak veya bir genotip panelindeki beğenilen markörleri tanımlamak için kullanılan birliktelik haritalaması sayesinde, gen veya kantitatif özellik lokusu (QTL) ile bağlantılı markörleri bulmaktır. (Chaudhary ve ark., 2022).

Ekonomik öneme sahip tarımsal özelliklerin büyük bir bölümü çok sayıda gen tarafından kontrol edilmekte olup (poligenik) kantitatif karakterler olarak adlandırılır. Söz konusu karakterleri kontrol eden genler aynı kromozom üzerinde olabileceği gibi farklı kromozomlar üzerinde de bulunabilir. Söz konusu kantitatif özellikleri kontrol eden genlerin bulunduğu kromozom bölgeleri kantitatif özellik lokusları (QTL) olarak isimlendirilir. QTL haritalaması ilgi duyulan karakteri kontrol eden genlerin yerini belirlemek için moleküler markörlerin kullanıldığı bir yöntemdir (Topu ve ark., 2019).

QTL, nicel bir özellikle bağlantılı bir kromozom üzerindeki genomik bölgelerin bir uzantısıdır. Genellikle, bu uzantı birkaç gen içerir ve her QTL, söz konusu özelliğe kısmen katkıda bulunur ve bu nedenle,

birkaç QTL birlikte bir özelliği yönetir. Moleküler ıslahta, QTL'nin tamamı, QTL'lerin yanında bulunan belirteçler ve bazen de QTL bölgesi içinde bulunan belirteçler kullanılarak tekrarlayan ebeveyne aktarılır. İslah programlarında QTL transferleri için moleküler ıslahın kullanılması esnasında bir QTL iyi tanımlanmalı ve belirli bir özellik ile bağlantılı olduğu gösterilmelidir. Bu nedenle ilk iş bir haritalama popülasyonunun oluşturulmasıdır (Damerum ve ark., 2020; Chaudhary ve ark., 2022).

Daha sonra bu belirteçler, genin soy popülasyonlarına transferini saptamak için kullanılır. RFLP (Restriksiyon parça uzunluk polimorfizmi), AFLP (Çoğaltılmış parça uzunluk polimorfizmi), SSR (Basit dizi tekrarları) ve SNP'ler (Tek nükleotid polimorfizmleri), SCAR (Dizini karakterize edilmiş çoğaltılmış bölgeler), CAP (Kesilmiş çoğaltılmış polimorfik dizin) gibi farklı tipte belirteçler tespit edilebilir ve her bir belirteçteki varyasyon miktarı belirlenmelidir. Bu yaklaşımı kullanarak, gen haritalaması ve belirli özelliklerle gen ilişkilerinin belirlenmesi, genetik mahsulün iyileştirilmesi için faydalıdır (Chaudhary ve ark., 2022).

Lee ve ark. (2021)'nin yaptığı çalışmada dizileme yoluyla genotipleme (GBS) yoluyla iki katına çıkmış haploid hat '16P118' ve kendilenmiş hat 'Sweet Green' arasındaki çaprazdan türetilen bir F2 ayırıştırma popülasyonunda soğanın tek nükleotid polimorfizmi (SNP) tabanlı genetik bağlantı haritası oluşturulmuştur. Bir Illumina HiSeq X sistemi kullanılarak toplam 207.3 Gbp ham sekans üretilmiş ve kriterlere dayalı 24.341 SNP tanımlanmıştır. Sonuç olarak, 827,0

cM'lik bir genetik uzunluğa yayılan sekiz bağlantı grubundan oluşan 216 GBS tabanlı SNP'lerden oluşan bir soğan genetik bağlantı haritası oluşturulmuştur. Ayrıca, soğan genomu boyunca sakkaroz, glikoz, fruktoz ve toplam şeker içeriği için nicel özellik lokusları (QTL'ler) belirlenmiştir. Bu harita ve QTL bilgisi, soğanda yüksek şeker içeriğine sahip çeşitlerin yetiştirilmesi için moleküler belirteçlerin geliştirilmesine katkıda bulunacaktır.

Ohyama ve ark., (2017)' nin yaptığı çalışmada, domates ıslahı için pratik QTL bilgisini çıkarmak amacıyla iki ticari F1 çeşidinin çaprazlanmasından elde edilen F2 popülasyonu oluşturulmuştur. Bu çapraz, dört yönlü bir çaprazlamaya karşılık gelmiştir, çünkü iki F1 çeşidinin dört ebeveyn hattı kurucu olarak kabul edilmiştir. 2510 yeni ifade edilen dizi etiketi (EST) tabanlı (ökromatinden türetilmiş) genomik SSR belirteçleri geliştirilmiş ve bir bağlantı haritası oluşturmak için bu yeni SSR belirteçlerinden ve herkese açık SSR belirteçlerinden 262 markör seçilmiştir. Domatesin on tarımsal özelliği için QTL analizi, esnek bir Bayesian yöntemi kullanılarak F2 bitkilerinin fenotipleri ve işaretleyici genotiplerine dayalı olarak yapılmıştır. Sonuç olarak, bu çalışmada geliştirilen Bayesian yöntemi ile altı özellik için 13 QTL bölgesi tespit edilmiştir.

Yeni nesil dizileme (NGS) teknolojileri, gelişmiş fenotipleme platformları ve makine öğrenimi (ML) yaklaşımları, bitki ıslahında yeni bir devrime öncülük etmektedir. Genotip ve transkriptomların toplu dizilimi yoluyla, özellikle karmaşık özellikler için, genotip ve fenotip ilişkisinin araştırılmasını kolaylaştırırlar. Son on yılda, NGS,

omik çalışmalarında eşi görülmemiş bir büyüme ile yaşam bilimlerini “büyük veri çağına” getirmiştir. Mahsul iyileştirmesi, genomik-destekli ıslahtan büyük ölçüde yararlanmış, genomik ve fenomiğin genom çapında ilişkilendirme çalışmalarına (GWAS) entegrasyonuna izin vermiş ve genomik seleksiyonda genotipten fenotipin tahminini kolaylaştırmıştır. Bu stratejiler, istenen özelliklere sahip yeni çeşitlerin gelişiminin hızlandırılmasına büyük katkı sağlamıştır (Esposito ve ark., 2019).

2.5. Proteomik ve Metabolomik

Proteomik, bir genom tarafından kodlanan tüm protein setinin incelenmesidir. Proteomiğin amacı, belirli bir zamanda ve belirli koşullar altında metabolik süreçlerin anahtarı olan proteinlerin ekspresyon, yapı ve işlev açısından nasıl değiştiğini anlamaktır. Proteomik bir platform olarak metabolizmanın düzenlenmesi hakkında bilgi sağlar ve biyolojik belirteçler sağlamanın yanı sıra müdahale hedefleri de sunar (Kusmann ve ark., 2006; Hertog ve ark., 2011).

Proteinler gelişme, büyüme, olgunlaşma ve yaşlanma, metabolik fonksiyonlar, abiyotik ve biyotik streslere karşı direnç gibi çeşitli bitki süreçlerinde önemli bir rol oynar. Proteomik ve omik yaklaşımlar son birkaç on yılda incelenmiştir ve elma, muz, narenciye, üzüm, çilek, domates, şeftali, papaya, mango gibi birçok bozulabilir ürünlerin olgunlaşma ve yaşlanma, gelişme, hasat sonrası tepkilerini anlamada yeni bir yol açmaktadır. Ayrıca patojen enfeksiyonu sırasında bitki mekanizmalarını anlamada da çok önemlidir. Proteomik üzerine

yapılan araştırmalar, savunma mekanizması, enerji metabolizması ve antioksidan sistemde yer alan proteinlerin, depolanmış durumdaki gıda üretimi ve elisitör tepkileri için çok önemli olduğunu ortaya koymaktadır ([URL-2](#)).

İki boyutlu diferansiyel jel elektroforezi (2D-DIGE), bağıl ve mutlak niceleme için izobarik etiketler (iTRAQ) ve matris destekli lazer desorpsiyon/iyonizasyon uçuş zamanlı kütle spektrometrisi (MALDI-TOF/TOF MS) platformları bitkilerde, hayvanlarda ve insanlarda proteinlerin ekspresyonunu ve varlığını tahmin etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır.

Metabolomik, bir organ, doku, hücre veya biyoakışkan içinde bulunan metabolitler, substratlar gibi küçük moleküllerin ve metabolik üretimin incelenmesidir. Metabolomik, farklı şekilde ifade edilen metabolitleri tanımlamak ve ölçmek ve bu metabolitlerin farklı çevresel koşullar altındaki biyokimyasal bileşimleri ve etkileşimleri hakkında bir fikir edinmek için kullanılmaktadır. Yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) veya sıvı kromatografi tandem kütle spektrometrisi (LC-MS/MS) ve dört kutuplu uçuş zamanlı-sıvı kromatografi- (LC-QTOF), bitki metabolomik çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Metabolomik profillemeye analizinde, metabolitlerin standart kimyasal bileşiklerinin ve bunların MS spektrum verilerinin belirlenmesi esastır. Metabolitlerin (yani flavonoidler, terpenoidler, organik asitler, fenolik asitler ve alkaloidler) meyvelerin olgunlaşma bozukluğu ile yakından ilişkili olduğu bildirilmiştir (Zainal-Abidin ve ark., 2021).

Karotenoidler, renklendirmeden sorumlu ana pigmentlerdir ve domates (*Solanum lycopersicum* L.) meyvesinin ana antioksidan aktivitesini oluştururlar. Tang ve ark. (2022) yaptıkları çalışmada, hasat sonrası domates meyvesinde kırmızı ışığın karotenoid biyosentezi üzerindeki etkisini, hedefe özgü metabolomik ve transkriptomik yöntemler kullanarak araştırmıştır. Toplam 25 farklı şekilde birikmiş karotenoid ve 1939 farklı şekilde eksprese edilmiş gen izole edilmiş ve tanımlanmıştır. Sonuçlar, fitoen ve likopen içeriğinin kırmızı ışıkla muamele edilen meyvelerde, 12 saat beyaz ışıkla muamele edilenlere göre önemli ölçüde daha yüksek olduğunu göstermiştir. Bu farklı şekilde ifade edilen genler, esas olarak bitki hormonu sinyal iletimi, fotosentez, ikincil metabolit biyosentezi ve bitki sirkadiyen ritminde arttırılmıştır. Ayrıca, ortak ifade ağı analizinin sonuçlarından, kırmızı ışıkla muamele edilmiş meyvelerden 15 transkripsiyon faktörü taranmış; bunlar arasında sırasıyla ışık ve hormonların sinyal iletiminde yer alan SIERF4, SlbHLH93 ve SIIAA29' un transkripsiyon faktörlerinin de domates meyvesinde kırmızı ışıkla düzenlenen karotenoid biyosentezinde önemli roller oynayabileceği bulunmuştur. Hasat sonrası domates meyvesinde kırmızı ışıkla arttırılmış karotenoid biyosentezinin ve arttırılmış karotenoid biyosentez mekanizmalarının sadece kırmızı ışık sinyaliyle doğrudan düzenleme ile değil, aynı zamanda hormonal sinyalle dolaylı düzenleme ile de ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Sistem biyolojisinin, omik veri analizi ile entegrasyonu sayesinde ıslah programlarında uygulanmak üzere moleküler belirteçler yanı sıra

aday genler, proteinler ve metabolitler tanımlanabilecektir. Bu sayede transkriptom, proteom ve metabolom verileri gelecekte mutant hatlara entegre edilecektir. Olgunlaşma ve hasat sonrası performansta değişiklik gösteren mutant hatlar veri tabanına dâhil edildiğinden bu mutantlar, bu özellikler konusundaki bilgilerimizi geliştirmek için güçlü araçlar olacaktır (Owino & Ezura, 2011).

SONUÇ

Günümüzde iklim değişikliği, hızla artan dünya nüfusu ve insanların kaliteli beslenmeye olan ihtiyacının artması nedeniyle sebzelerin üretim, depolama ve tüketim basamaklarında besleyici özelliklerindeki kaybın en aza indirgenmesi büyük önem arz etmektedir. Başta tarımsal alanlardaki kısıtlamalar olmak üzere, insanlardan kaynaklanan faktörler ve ekonomik nedenlerden dolayı artık ürünler çok değerlidir. Dolayısıyla günümüzde sürdürülebilir tarım uygulamalarının yanında biyoteknolojinin de etkin kullanımı ile başta ülkemiz olmak üzere tüm dünyada hasat sonrası kaliteli sebze erişimi kolaylaştırılacaktır.

KAYNAKLAR

- Akbudak, M.A., & Kontbay, K. (2017). Yeni Nesil Genom Düzenleme Teknikleri: ZFN, TALEN, CRISPR'lar ve Bitkilerde Kullanımı. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 26 (1):111-126.
- Alagöz, G., Şahin, A., & Aksoy, E. (2019). Bitkilerde Genom Düzeltme Uygulamaları: Bitki Biyoteknolojisinde Güncel Yaklaşımlar, Palme Yayınevi, Özden Çiftçi, Y., Altinkut Uncuoğlu, A. (edt.), s.171-192.
- Aras, S., Soydam-Aydın, S., Fazlıoğlu, A., Cansaran-Duman, D., Büyük, İ., & Derici, K. (2015). Bitkilerde RNA İnterferans. Turk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi, 72 (3): 255-62.
- Asrey, R., Barman, K., Prajapati, U., Sharma, S., & Yadav, A. (2021). Genetically Modified Fruit And Vegetable - An Overview on Senescence Regulation, Postharvest Nutraceutical Quality Preservation and Shelf Life Extension. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 96:3, 271-287.
- Chaudhary, S., Devi, P., HanumanthaRao, B, Jha, U.C., Sharma, K.D., Prasad, P.V.V., Kumar, S, Siddique, K.H.M & Nayyar, H. (2022). Physiological and Molecular Approaches for Developing Thermotolerance in Vegetable Crops: A Growth, Yield and Sustenance Perspective. Frontiers in Plant Science, 13: 878498.
- Choudhary, S., Jain, D., Meena, M.R., Verma, A.K., & Sharma, R. (2018). Gene Silencing in Horticultural Transgenic Crops: In Genetic Engineering of Horticultural Crops, Academic Press, Rout, G.R., Peter, K.V. (eds.), pp: 47-61.
- Damerum, A., Chapman, M.A., & Taylor, G. (2020). Innovative Breeding Technologies in Lettuce for Improved Post-Harvest Quality. Postharvest Biology and Technology, 168: 111266.
- Dong, T., Cao, Y., Li, G., Zhu, Z., Zhang S., Jiang, C., & Wang, Q. (2021). A Novel Aspartic Protease Inhibitor Inhibits The Enzymatic Browning of Potatoes. Postharvest Biology and Technology, Vol: 172, 2021, 111353.
- Ebert, A.W. (2020). The Role of Vegetable Genetic Resources in Nutrition Security and Vegetable Breeding. Plants, 9: (736).

- Esposito, S., Carputo, D., Cardi, T., & Tripodi, P. (2019). Applications and Trends of Machine Learning in Genomics and Phenomics for Next-Generation Breeding. *Plants*, 9: (1) 34.
- Food and Agriculture Organisation (FAO). (2011). Global Food Losses and Food Waste—Extent, Causes and Prevention. SAVE FOOD: An initiative on food loss and waste reduction.
- Food and Agriculture Organisation (FAO). (2021). World Food and Agriculture - Statistical Yearbook 2021. Rome ISBN 978-92-5-134332-6.
- Gao, L., Hao, N., Wu, T., & Cao, J. (2022). Advances in Understanding and Harnessing The Molecular Regulatory Mechanisms of Vegetable Quality. *Frontiers in Plant Science*, 13:836515.
- Gupta, A., Pal, R.K., & Rajam, M.V. (2013). Delayed Ripening and Improved Fruit Processing Quality in Tomato by Rnai-Mediated Silencing of Three Homologs Of 1-Aminopropane-1-Carboxylate Synthase Gene. *Journal of Plant Physiology*, 170 (2013) 987-995.
- Hertog, M.L.A.T.M., Rudell, D.R., Pedreschi, R., Schaffer, R.J., Geeraerd, A.H., Nicolaï, B.M., & Ferguson, I. (2011). Where systems biology meets postharvest. *Postharvest Biology and Technology*, 62: 223-237.
- ISAAA. (2018). Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops in 2018: Biotech Crops Continue to Help Meet the Challenges of Increased Population and Climate Change. ISAAA Brief No. 54. ISAAA: Ithaca, NY. ISBN: 978-1-892456-68-0.
- Kader, A.A. (1985). Postharvest technology of horticultural crops. Regents of the University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Oakland, California 94608. Later version—3rd edition, 2002.
- Kussmann, M., Raymond, F., & Affolter, M. (2006). Omics-driven Biomarker Discovery in Nutrition and Health. *Journal of Biotechnology*, 124: 758–787.
- Lee, Y.R., Kim, C.W., Han, J., Choi, H.J., Han, K., Lee, E.S., Kim, D.S., Lee, J., Siddique, M.I., & Lee, H.E. (2021). Genotyping-by-Sequencing Derived

- Genetic Linkage Map and Quantitative Trait Loci for sugar content in Onion (*Allium cepa* L.). *Plants*, 10: 2267.
- Maioli, A., Gianoglio, S., Moglia, A., Acquadro, A., Valentino, D., Milani, A. M., & et al. (2020). Simultaneous CRISPR/Cas9 Editing of Three PPO Genes Reduces Fruit Flesh Browning in *Solanum Melongena* L. *Frontiers in Plant Science*, 11: 607161.
- Ohyama, A., Shirasawa, K., Matsunaga, H., Negoro, S., Miyatake, K., Yamaguchi, H., & ve ark. (2017). Bayesian QTL Mapping Using Genome-Wide SSR Markers and Segregating Population Derived From A Cross of Two Commercial F-1 Hybrids Of Tomato. *Theoretical and Applied Genetics*, 130: 1601–1616.
- Owino, W.O., & Ezura, H. (2011). Biotechnology in Postharvest Research of Fruits: Prospects and Achievements. *Stewart Postharvest Review*, 1:4.
- Paliyath, G., Murr, D. P., Handa, A. K., & Lurie, S. (2008). Postharvest Biology and Technology of Fruits, Vegetables, and Flowers: In Postharvest biology and technology: an international perspective. Wiley-Blackwell, Ames, Murr, D. P., Handa, A. K., & Paliyath, G. (eds.), pp: 1-7.
- Porat, R., Amnon, L., Terry, L.A., Harker, R., & Buzby, J. (2018). Postharvest Losses of Fruit and Vegetables During Retail and in Consumers' Homes: Quantifications, Causes, and Means of Prevention. *Postharvest Biology and Technology*, Vol 139: 135-149.
- Ramaswamy, H. (2015). Post-harvest Technologies of Fruits & Vegetables. Bölüm 1: An Overview of Postharvest Losses and Causes, DEStech Publications, Inc., ISBN: 9 87 -1-93 02 78- 72 -5.
- Schreinemachers, P., Simmons, E.B., & Wopereis, M.C.S. (2018). Tapping the Economic and Nutritional Power of Vegetables. *Global Food Security*, 16: 36-45.
- Shipman, E.N., Yu, J., Zhou, J., Albornoz, K., & Beckles, D.M. (2021). Can gene Editing Reduce Postharvest Waste and Loss of Fruit, Vegetables and Ornamentals?. *Horticulture Research*, 8:1.

- Tang, J., Li, Y., Liu, Z., Wei, M., Shi, Q., & Yang, F. (2022). Integrated Transcriptomics and Metabolomics Analyses Reveal The Molecular Mechanisms of Red-Light on Carotenoids Biosynthesis in Tomato Fruit. *Food Quality and Safety*, 6: 1–12.
- Topu, M., Sessiz, U., Hatipoğlu, R., Toklu, F., & Özkan, H. (2019). Bitki Biyoteknolojisinde Güncel Yaklaşımlar: Moleküler Markörler ve Bitki Islahında Kullanımları, Palme Yayınevi, Özden Çiftçi, Y., & Altınkut Uncuoğlu, A. (Edt.), s.17-37.
- World Health Organization (WHO). (2003). Promoting Fruit and Vegetable Consumption Around The World. Geneva, Switzerland.
- Yanmaz, R., Balkaya, A., Akan, S., Kaymak, H.Ç., Sarıkamış, G., Önal Ulukapı, K., Karaağaç, O., Güvenç, İ., Kurtar, E.S., & Açıkgöz, F.E. (2020). Sebzeçilik Sektörü: Dünü, Bugünü ve Geleceği. Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi, 13-17 Ocak 2020, Ankara
- Zainal-Abidin, R-A., Ruhaizat-Ooi, I-H., & Harun, S. (2021). A Review of Omics Technologies and Bioinformatics to Accelerate Improvement of Papaya Traits. *Agronomy*, 11(7): 1356.
- URL-1. https://www.mdpi.com/journal/applsci/special_issues/Pre_Postharvest_Physiology_Molecular_Biology_Fruit_Vegetables (Erişim tarihi: 1 Eylül 2022)
- URL-2.<https://www.intechopen.com/chapters/74089> (Erişim tarihi: 1 Eylül 2022)
- URL-3.<https://www.hortiturkey.com/bitki-yetistiriciligi/patlican-yetistiriciligi> (Erişim tarihi: 1 Eylül 2022)

BÖLÜM IV

DOMATES KURAKLIK STRESİ ISLAHI: MOLEKÜLER YAKLAŞIMLAR

Doç. Dr. Selman ULUIŞIK^{1*}
Dr. Öğr. Üyesi İbrahim ÇELİK²
Doç. Dr. Aylin KABAŞ³

^{1*}Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Burdur, Türkiye. suluisik@mehmetakif.edu.tr

²Pamukkale Üniversitesi, Çal Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Denizli, Türkiye. icelik@pau.edu.tr

³Akdeniz Üniversitesi, Manavgat Meslek Yüksekokulu, Organik Tarım Bölümü, Antalya, Türkiye. akabas@akdeniz.edu.tr

GİRİŞ

Domates hem ülkemizde hem de Dünya’da en fazla üretimi yapılan bir sebze olup, 186.8 milyon ton üretim potansiyeli ile patatesten sonra ikinci sırada yer almaktadır (FAO, 2020). Çin 64.8 milyon ton üretim potansiyeli ile Dünya üretiminin % 34.6’sını karşılamakta olup, ülkemizde 13.2 milyon ton üretim ile Hindistan’dan sonra üçüncü sırada yer almaktadır. Yoğun yetiştiriciliğin yapıldığı domates alanlarında biyotik ve abiyotik streslere dayanıklı çeşit kullanmak en çevreci ve etkili metottur. Özellikle biyotik streslere dayanım açısından incelendiğinde domatesin 200’den fazla hastalığa karşı hassas olduğu belirlenmiştir (Lukyanenko, 1991). Böylelikle ıslah çalışmaları ağırlıklı olarak hastalık ve zararlılara dayanım üzerine yoğunlaşmıştır (Arens ve ark., 2010). Ancak küresel ısınmaya paralel olarak yaşanan iklimsel değişiklikler abiyotik stres faktörlerine dayanıklılığın önemini bir kez daha ortaya koymaktadır. Abiyotik stres faktörleri arasında kuraklık önemli bir yer teşkil etmekte olup, bitkinin büyüme ve gelişimini doğrudan etkilemekte ve tarımsal üretimi sınırlamaktadır (Ferrara ve ark., 2011; Rebey ve ark., 2012). Son yüzyıl içinde Dünya hızlı bir küresel ısınma içine girmiş olup, 2011-2020 yılları arasındaki küresel yüzey sıcaklığı 1850-1900 yıllarına göre 1.09 °C daha yüksek bulunmuştur (IPCC, 2021). Kuraklık, bir alan ya da bölgenin yetersiz ya da normalin altında yağış alması sonucu toprak neminin yüzey ve yer altı sularının azalmasıdır (Kumar ve ark., 2021). Kuraklığın sıklığı, süresi, şiddeti, yoğunluğu ve dağılımının belirlenmesi ve uygun tarım modelinin geliştirilmesi gerekmektedir (Sok ve ark., 2022).

1. DOMATES ISLAHI

Kuraklık, değişen iklim koşulları ile birlikte domates üretimini küresel boyutta tehdit eden en önemli abiyotik stres konumundadır. Bu nedenle kuraklık stresi toleransı domates ıslah programlarının en önemli konuları arasında olmasına rağmen kuraklık toleransının kantitatif bir karakter olmasından dolayı ıslahı zor bir karakterdir. Bu bağlamda domateste kuraklık toleransının moleküler ve fizyolojik mekanizmalarını aydınlatan birçok çalışma yapılmasına rağmen bu bilgilerin domates ıslahında kullanılması yeterli düzeyde değildir. Domateste kuraklık toleransını hedefleyen ıslah çalışmalarının etkinliğinin artırılması için klasik ve moleküler ıslah yaklaşımlarının bir bütüncül olarak ele alınması ve yeni yaklaşımların geliştirilmesi gerekmektedir. Hazırlanan kitap bölümü domateste kuraklık toleransı konusunda yapılan çalışmaları değerlendirerek daha etkin ıslah yaklaşımlarının geliştirilmesini hedefleyen bir perspektif oluşturmasını amaçlamaktadır.

1.1. Kuraklık Toleransı Gen Kaynakları

Domates bitkisinin (*Solanum lycopersicum*) kuraklık stresine duyarlı olduğu bilinmektedir. Bu nedenle bir ıslah programının başlatılabilmesi için öncelikle domates gen kaynaklarının kuraklık toleransı bakımından karakterize edilerek tolerant gen kaynaklarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu tolerant gen kaynakları, hem melezlemeler yoluyla toleransın mevcut çeşitlere aktarılmasını hem de toleransın moleküler genetik esaslarının aydınlatılması için değerli bir

kaynak konumundadır. Bu nedenle domates çeşitlerinin kuraklık stresi bakımından karakterize edildiği birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda kısıtlı sayıda domates genotipi kullanılmasına rağmen domates gen kaynaklarının kuraklık toleransı performanslarını ortaya koyan değerli bilgiler sağlamaktadır. Rahman ve ark. (2004) tarafından yapılan çalışmada iki tanesi kuraklığa duyarlı (Kyokko (KK) ve Ratan (RT)) ve iki tanesi tolerant olmak (M 0126 (TM) ve VF-134-1-2 (VF)) üzere toplam dört domates çeşidi kuraklık testine tabi tutulmuş ve kuraklığa tolerant çeşitlerin (TM ve VF) daha iyi gelişim gösterdiği ve süperoksit dismutaz enzim aktivitelerinin kurak koşullarda duyarlı genotiplere göre daha fazla arttığı rapor edilmiştir. Bir başka çalışmada yedi domates genotipinin kuraklık stresi tolerans düzeyleri filiz ve kök gelişimi bakımından analiz edilmiştir. Sonuç olarak iki çeşidin (BR-4 ve BR-5) kuraklığa tolerant olduğu belirlenmiştir (Nahar & Gretzmacher, 2011). Bir başka çalışmada 10 domates genotipi fide aşamasında PEG kullanılarak kuraklık stresine maruz bırakılmış ve kuraklık stresinin kök uzunluğu ve fide kütlesini etkilediği belirlenirken çimlenme ve filiz uzunluğuna etkisi anlamsız olarak bulunmuştur (George ve ark., 2013). Bir başka çalışmada dört domates çeşidi (Incas, Marmande, Scoresby Dwarf ve Window Box Red) sera ortamında kuraklık stresine tabi tutulmuş ve sonuç olarak kuru madde miktarı, pH gibi meyve kalite karakterleri çeşitler arasında değişirken bu karakterler stres koşullarından etkilenmediği belirlenmiş olmasına rağmen antioksidant karakterleri hem çeşitlerden hem de stres koşullarından etkilendiği rapor edilmiştir (Klunklin & Savage, 2017). Başka bir çalışmada ise, 14 domates genotipi yüksek

ve orta derecede kuraklık stresine tabi tutulmuş ve sonuç olarak domates genotiplerinin her iki stres koşulu altında da morfolojik karakterlerinin olumsuz yönde etkilendiği belirlenmiştir. Çalışma sonucunda domates genotipleri kuraklık tolerant, orta derecede tolerant, duyarlı ve çok duyarlı olmak üzere 4 kümeye ayrılmıştır (Aghaie ve ark., 2018). Bu çalışmalara ek olarak diğer çalışmalarda farklı domates çeşitleri kuraklık testine tabi tutularak domates gen kaynaklarının kuraklık stres potansiyeli değerlendirilmiştir (Kamanga, 2020; Conti ve ark., 2021; Conti ve ark., 2022a; Conti ve ark., 2022b). Kültür domatesi genotiplerine ek olarak yabancı domates türlerinin (*Solanum peruvianum*, *S. chilense* ve *S. pennellii*, *S. pimpinellifolium*) kuraklık stresine tolerant olduğu bilinmektedir (Foolad ve ark., 2003a; Tapia ve ark., 2016; Dariva ve ark., 2021). Domates gen kaynaklarının kuraklık stresi toleransı bakımından değerlendirdiği bu çalışmalarda bazı domates çeşitlerinin kuraklığa tolerant olduğu belirlenmiş olup bu genotipler, gerek domates ıslahı gerekse kuraklığı kontrol eden moleküler mekanizmaların araştırılması açısından değerli bir kaynak konumunda olacaktır.

1.2. Kuraklık Stresi Toleransı Islahında QTL Haritalama Çalışmaları

Moleküler ıslah yöntemlerinin domates ıslahına entegre edilebilmesi için kuraklık toleransının moleküler mekanizmalarının aydınlatılması gerekmektedir. Kuraklık toleransının kantitatif bir karakter olmasından dolayı, bu ıslah yöntem ve araçlarının kantitatif karakter lokus haritalama (QTL) yaklaşımı kullanılarak geliştirilmesi gerekmektedir. Kantitatif karakterleri kontrol eden lokusların

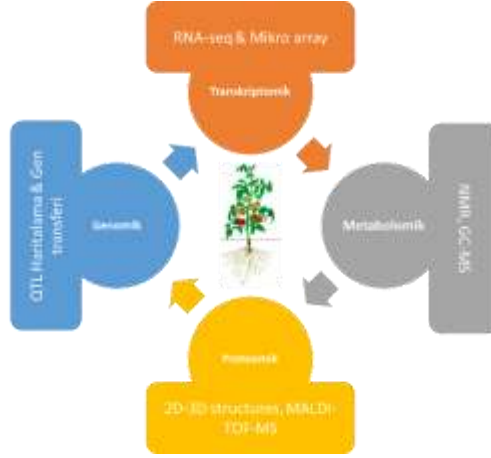
moleküler markörler kullanılarak haritalanmasını hedefleyen QTL haritalama çalışmaları başta domates olmak üzere bitkilerde başarılı bir şekilde uygulanmaktadır. Domateste kuraklık stresiyle ilgili ilk çalışma (Foolad ve ark., 2003b) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada *S. lycopersicum*'un *S. pimpinellifolium* (LA722) ile melezlenmesiyle oluşturulan BC1 popülasyonu, kuraklık testine tabi tutularak 112 RFLP markörüyle genotiplenmiştir. Yüksek etkiye sahip *S. pimpinellifolium* kökenli iki QTL kromozom 1 ve 9'da haritalanırken düşük etkiye sahip *S. lycopersicum* kökenli iki QTL kromozom 8 ve 12'de haritalanmıştır. Bir başka çalışmada aynı popülasyon üç farklı stres koşulunda (soğuk, tuzluluk ve kuraklık stresleri) QTL haritalama çalışmalarında kullanılmış ve stres koşullarında tohum çimlenmesini etkileyen toplam 14 QTL domates genomunda haritalanmıştır. Bu çalışma çoğunlukla farklı stres koşullarında da olsa aynı QTL'lerin çimlenmeyi kontrol ettiğini ortaya koymuştur (Foolad ve ark., 2008). Yabani domates türlerinde yapılan bir başka çalışmada *Solanum pennellii* kullanılarak geliştirilmiş ikisi kuraklığa dayanıklı (IL 3-5 and IL 10-1) ve ikisi duyarlı (IL 7-1 and IL 2-5) olmak üzere toplam dört introgresyon hattı kuraklık testine tabi tutulmuş ve bu hatların meyve kalite karakterleri analiz edilmiştir. Kuraklık stresi tüm hatlarda verimi azaltırken meyve kalite karakterlerini artırdığı rapor edilmiştir. Çalışmada likopen oranını artıran QTL'ler IL 2-5 ve IL 3-5 hatlarında kontrol koşullarında belirlenirken, IL 2-5, IL 3-5, ve IL 7-1 hatlarında stres koşullarında belirlenmiştir (Dariva ve ark., 2021.).

Yabani domates türlerine ek olarak kiraz (cherry) domates çeşidiyle büyük meyveli domates çeşidi kullanılarak oluşturulan rekombinant saf hatlar (RILs) popülasyonu kullanılarak kuraklık toleransını kontrol eden toplam 56 QTL belirlenmiştir (Albert ve ark., 2016). Bu çalışmaya ek olarak sekiz domates hattı (dört tanesi küçük meyveli *S. lycopersicum* CV. *Cerasiforme* çeşidine ait -Cervil, Criolo, Plovdiv24A, ve LA1420- ve dört tanesi büyük meyveli *S. lycopersicum* CV. *Lycopersicum* çeşidine ait -Levovil, Stupicke Polni Rane, LA0147 ve Ferum-) kullanılarak geliştirilen multi-parent advanced generation intercross (MAGIC) popülasyonu SNP markörleriyle genotiplenerek tuzluluk ve kuraklık stresini kontrol eden toplam 54 QTL haritalanmıştır (Diouf ve ark., 2018). Bir başka çalışmada aynı popülasyonun ebeveynlerinde kuraklık stresi koşullarında toplam RNA dizilemesi yapılarak stres koşullarında farklı anlatımı yapılan toplam 14.065 gen belirlenmiştir. Bu belirlenen genler, Diouf ve ark. (2018) tarafından QTL'lerde haritalanarak QTL spesifik aday genler olarak belirlenmiştir (Diouf ve ark., 2020).

1.3. Kuraklık Stresi Toleransı Islahında Modern Yaklaşımlar

Son yıllarda sekanslama teknolojisindeki gelişmelerle beraber, genomik, transkriptomik, proteomik ve metabolomik gibi 'omiks' yaklaşımlarını kolaylaştırarak büyük veriler elde edilmesi sağlanmıştır. Bu sayede farklı domates genotiplerinde çok sayıda kuraklık ile ilişkili protein kodlayan genin ortaya çıkarılması ve doğrulanması mümkün hale gelmiştir (Chaudhary ve ark., 2019; Şekil 1). Ayrıca, yeni nesil sekanslama teknolojileri (NGS) ve

biyoinformatik yaklaşımlarının avantajı ile, kuraklık stresine yanıt olarak genom/transkriptom çapında kodlamayan RNA'ların tanımlanması ve karakterizasyonunda son yıllarda hız kazanmıştır (Dasmandal ve ark., 2020). Ancak, kuraklığa dayanıklılık genlerinin keşfi ile ve genetik mühendisliğinin yardımı ile son 20 yılda gelişmeler yaşanmış olsa da, kodlanmayan bölgelerin (non-coding RNAs) keşfi ve bunların kuraklığa tolerans düzeyinde nasıl rol aldıkları ve mekanizmaları üzerinde daha fazla çalışmanın yapılması gerekmektedir (Kumari ve ark., 2021).



Şekil 1. Domatesin Kuraklık Stresine Karşı İyileştirilmesi İçin Kullanılan "Omik" Yaklaşımlar

2. "OMİK" YAKLAŞIMLAR İLE DOMATES KURAKLIK TOLERANSININ İYİLEŞTİRİLMESİ

2.1. Kuraklık Stresi Toleransı İslahında Transgenik Çalışmalar

Yeni nesil dizileme teknolojilerinin gelişimi ve ilerlemeleri, son on yılda tüm DNA/RNA sekanslamaya bağımlı biyolojik disiplinlerde devrim yaratmıştır. NGS teknolojisi ile birlikte, aday genlerin

belirlenmesi ve tohumların yeni iklimsel şartlara karşı iyileştirilmesi daha etkin bir şekilde yapılmaktadır. 2012 yılında domatesin ilk kez tam genom dizisi tamamlanmış ve yayınlanmıştır (Tomato Genome Consortium, 2012). Bu genom dizisi, abiyotik streslere karşı genetik iyileştirmenin yanı sıra tek nükleotid polimorfizmi (SNP) ve basit dizi tekrarları gibi genetik belirteçlerin geliştirilmesi (SSR) için alternatif yöntem ve teknikler sağlamıştır (Younis ve ark., 2020; Zhang ve ark., 2021).

Genetik transformasyon kullanarak kuraklığa dayanıklı bitki çeşitlerinin üretilmesi, geleneksel ıslahtan daha hızlı bir yaklaşımdır. Domateslerin kuraklığa adaptif tepkileri, genetik transformasyon sistemi kullanılarak ortaya çıkarılmıştır (Krishna ve ark., 2019). Bazı doğal genlerin aşırı ekspresyonu, stresle ilgili genlerin ektopik ekspresyonu (Albacete ve ark., 2015) ve transkripsiyon faktörlerin (TF) aşırı ekspresyonu (Khan ve ark., 2018) domateste umut verici sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Örneğin, *AtDREB1A* ve *BcZAT12* tarafından geliştirilen çift transgenik domates oksidatif stresi azaltarak önemli miktarda kuraklık toleransını artırmıştır (Krishna ve ark., 2021). Bir diğer çalışmada ise, bir GATA TF'ü olan *SIGATA17*'nin aşırı ifadesi fenilpropanoid biyosentetik yolun aktivasyonunu artırarak transgenik domates bitkilerinde kuraklık toleransını desteklemiştir (Zhao ve ark., 2021). Ayrıca, NACfactor *JUNGBRUNNEN1*'in (*JUB1*) (Thirumalaikumar ve ark., 2018), *SIMAPK1* ve *SIMAPK3* genlerinin aşırı ekspresyonu antioksidan enzimlerini aktive ederek ve H_2O_2 'yi düşürerek domatesin kuraklığa dayanıklılık seviyesini

artırmıştır. Son yıllarda yapılan bir başka çalışmada ise, Plasma membrane intrinsic proteinleri'nin (PIPs) ifadelerinin artırılması transgenik domateslerde köklerin büyümesini destekleyerek kuraklık toleransını artırmıştır (Fan ve ark., 2021). Bir diğer çalışmada ise yeni bir MADSbox TF'den türetilmiş *SIMBP22* TF'nün aşırı ifade edilmesi ile elde edilen transgenik domatesler daha fazla kuraklığa dayanıklılık göstermiştir (Li ve ark., 2020). Son yıllarda yapılan bu göze çarpan çalışmalar domateste daha önceden keşfedilmiş aday genlerin kuraklığa dayanıklılık ıslah çalışmalarında kullanılabilirliğini göstermiştir. Her ne kadar transgenik yeni domates bitkilerinin geliştirilmesi kontrollü şartlarda oldukça başarılı sonuçlar vermiş olsa da bu çalışmaların arazi şartlarına aktarılması gecikmektedir. Bu olumsuz durumun ortadan kalkması için, transgenik domateslerin kontrollü ortamların yanı sıra, arazi şartlarında da fenotiplenmesi gerekmektedir.

2.2. Kuraklık Stresine Transkriptomik Çalışmalar

HücreSEL düzeyde gen ekspresyonunun incelenmesi mRNA transkriptlerini ölçmek için araştırmacılara bir şans sunmuştur. Kuraklığa dayanıklılık ile ilişkili genlerin keşfi, markör destekli seleksiyon (MAS) ve kodlamayan RNA'ların tanımlaması, domateste RNA sekanslama (RNA-seq) teknolojisindeki gelişmeler ve transkriptom veri setlerinin büyümesi ile son zamanlarda oldukça hızlanmıştır (Zhu ve ark., 2018). RNA-seq teknolojisi kullanılarak yapılan bir çalışmada, absisik asit (ABA) uygulanan ve uygulanmayan domates bitkilerinde kuraklık stresine dayanıklılık genlerinin

indüklenmesinde eksojen ABA uygulamasının önemini ortaya çıkarmıştır (Wang ve ark., 2013). ABA hormonunun kuraklığa dayanıklılık mekanizmasındaki rolünü araştıran bir başka çalışmada ise kuraklığa dayanıklı ve hassas anaçlar üzerine yapılan aşılı bitkilerin RNA-seq verilerinde ABA biyosentezinde ve ABA sinyal mekanizmasında yer alan DEG'lerin her ikisi de farklı anaçlara sahip aşılı domateslerin kuraklık direnci üzerinde etkili olduğu belirtilmiştir (Zhang ve ark., 2019). *SibZIP1* geninin RNAi susturulması ile elde edilen transgenik bitkilerden alınan yaprak örneklerinde oluşturulan RNA-seq sonuçlarında ise endokitinaz, peroksidazlar ve lipid transferaz proteinlerini kodlayan genlerin kuraklık stresi altında down-regüle olduğu ortaya çıkmıştır (Zhu ve ark., 2018). Kuraklık stresi uygulanmış ve sonra tekrar su uygulanmış bitkilerden yapılan RNA-seq çalışmasında ise 996 adet genin ifadelerinin önemli derecede farklılaştığı (DEG) ve bunların genel olarak ısı şoku proteinlerini kodlayan genler, hücre duvarı ilgili enzimleri kodlayan genler ve histonlar olduğu belirtilmiştir (Iovieno ve ark., 2016). Ayrıca kültür ve yabancı domates türleri kullanılarak yapılan bir transkriptom çalışmasında, amino asit metabolizması, etilen ve jasmonik asit sinyali yollarının kuraklığa dayanıklılık ile ilişkili genlerle ilişkili olduğu gösterilmiştir (Egea ve ark., 2018). Bir RNA-seq datasında elde edilen MYB49 TF'nün aşırı ekspresyonu ile elde edilen domates bitkileri ROS birikiminde azalma ile kuraklık stresine karşı direncini artırmıştır (Cui ve ark., 2018). Son yıllarda yapılan bir çalışmada domateste 99 adet C2H2 tipi zinc finger TF'ü RNA-seq çalışmasında keşfedilmiş ve bunlardan 7 tanesinin ifadesi kuraklık stresi altında farklılaştığı tespit

edilmiştir (Zhao ve ark., 2020). Bu çalışmalar, transkriptom verilerinin gittikçe büyümesi ve bu verilerin etkili bir şekilde değerlendirilmesi, kuraklık stresi altında ifadeleri farklılaşan genlerin hızlı bir şekilde ortaya konarak, bu genlerin genetik mühendisliği metotları ile modifiye edilerek kuraklığa daha dayanıklı yeni domates çeşitlerinin geliştirilmesinin ne kadar önemli olduğunu ortaya çıkarmıştır.

2.3. Kuraklık Stresine Proteomik ve Metabolomik Yaklaşımlar

Bitkiler kuraklık stresine maruz kaldıklarında protein ekspresyonları çok net bir şekilde değişmektedir. Bu bakımdan, bitkilerin kuraklık stresi altında proteom profillerinin çıkarılması, kuraklık stresine özel tepki gösteren proteinlerin ortaya çıkarılmasında oldukça önemlidir. Proteomik profillemeye, kuraklık gibi belirli şartlarda protein birikimi ve özellikler arasındaki ilişkileri aydınlatmak için güçlü bir yaklaşımdır. Son yıllarda domateste yapılan bir çalışmada, kuraklıkla ilgili 11 protein MALDI-TOF-MS ve iki boyutlu (2D) jel elektroforezi kullanılarak tanımlanmıştır. Çalışılan çeşitlerden birinde, kuraklıkla ilgili up-regüle olan tüm proteinler, kuraklık toleransının karbonhidrat, enerji metabolizması ve fosforilasyon proteinleri tarafından yönlendirildiğini göstermiştir (Çelik ve ark., 2021). Domateste yapılan bir başka çalışmada ise kuraklık şartlarında kloroplast proteom reaksiyonunun işlevini araştırmak için plastid ekstraktları kullanılmıştır. Bu çalışmada kuraklık uygulaması ve sonra tekrardan su uygulaması sonuçlarında, sırası ile 31 ve 54 adet kuraklık ile ilişkili proteinin ifadesi tespit edilmiştir. Bu sonuçlar ile birlikte gen ifadesi

analizleri birlikte düşünüldüğünde, ABA yolaklarının kloroplasttan çekirdeğe, domatesin fotosentezi ve kuraklık stresine tepkide en önemli etmen olduğu ortaya çıkarılmıştır (Tamburino ve ark., 2017). Albacete ve ark. (2015), *CINI* geninin aşırı eksprese edilmesi ile elde edilen transgenik bitkilerde (MALDI-TOF ve LC-MS/MS) ve metabolit profillemesi (GC-TOF-MS) ile yapılan çalışmalarda bir hücre duvarı invertazının kuraklığa tepkide önemli olduğunu belirtmişlerdir. İzobarik etiketler kullanılan iTRAQ teknolojisi ile gerçekleştirilen bir çalışmada, domatesin köklerinde kuraklık şartları altında farklı protein ekspresyonları saptanmıştır (Zhou ve ark., 2013).

Metabolomik, strese tepki olarak metabolit seviyelerindeki değişiklikleri incelemek için de önemli bir yaklaşımdır. Sıvı/gaz kromatografisi kütle spektrometrisi (LC/LC-MS), kapiler elektroforez kütle spektrometrisi (CE-MS) ve nükleer manyetik rezonans (NMR) teknikleri metabolitleri karakterize etmek için temel analitik araçlardır. Kuraklık stresi uygulanan iki domates genotipinin kök ve yapraklarından GC-MS kullanılarak metabolit değişiklikleri karakterize edilmiştir (Moles ve ark., 2018). Sonuçta, ABA ve indol-3yl-asetik asit seviyelerinde hem kökte hem de yaprakta bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Yine aynı çalışmada, kuraklık stresi altında her iki genotipte de prolin seviyelerinin arttığı belirtilmiştir. Giberellinlerin (GA) kuraklık stresindeki rolünü belirlemek için, GA biyosentezi eksikliği gösteren bir domates mutantının kök ve yapraklarından GC-TOFMS ile metabolit profillemesi çalışması yapılmıştır. Prolin ve β -alanin gibi aktif metabolitlerin, ozmotik olarak

varlığı, mutant bitkileri kuraklığa daha dayanıklı hale getirdiği keşfedilmiştir. Bu bulgular, GA ve prolin metabolizmalarının kuraklık stresine tepkide birbirleri ile yakından ilişkili olduğunu göstermiştir (Omena-Garcia ve ark., 2019).

2.4. Kuraklık Stresine Multi-Omiks Yaklaşımlar

Domatesin kuraklık ve sıcaklık gibi abiyotik streslere adaptasyonu konusunda multi-omiks (transkriptomik, metabolomik ve proteomik) yaklaşımlar kullanılarak çeşitli araştırmalar yürütülmüştür (Asakura ve ark., 2021; Ding ve ark., 2020). Brassinosteroid (BD) hormonu eksikliği bulunan mutant bir domatese, transkriptomik ve metabolomiklerinin entegre edilerek yapıldığı bir çalışmada, kuraklığa karşı kompleks bir hormon ağının cevap mekanizmasında rol aldığı belirtilmiştir. Ayrıca transkriptomik ve metabolomik analizlerin kombinasyonu sonucunda domatesteki kuraklık stresine direnç ile ilişkili metabolitlerin biyosentezinde ve parçalanmasında yer alan 19 adet biyokimyasal yolak keşfedilmiştir.

Omiks ve sekanslama teknolojilerinin entegre edilmesi, domatesin kuraklık stresine karşı faydalı genetik bilgilerin aydınlatılmasını önemli ölçüde hızlandırmıştır. Ayrıca abiyotik stres şartları altında transkriptomik, genomik ve epigenomik datalarının fenotip ile birleştirilmesi, fenotip-genotip ilişkilerin daha hızlı bir şekilde kurulmasını sağlamıştır. ‘Omiks’ teknolojisinin tam olarak anlaşılması ve gelişmesi, kuraklığa karşı daha dirençli çeşitlerin geliştirilmesi için aday genlerin seçimini güçlendirmiştir (Tao ve ark., 2022; Akbudak & Filiz, 2020). Ancak bugüne kadar elde edilen değerli bilgilerin

birçoğu yalnızca laboratuvar ortamında kanıtlanmıştır ve arazi şartlarında net olarak uygulanmamıştır. Sonuç olarak, kuraklık stresine direnç mekanizması oldukça karmaşık bir özelliktir ve farklı mekanizmalar tarafında yönetilmektedir. Bu bakımdan farklı ‘omiks’ teknolojilerinin harmanlanarak, yeni yaklaşımların ortaya konularak, kuraklığa daha dayanıklı yeni domates çeşitlerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

2.5. CRISPR/CAS9 Genom Düzenleme Yaklaşımı İle Kuraklık Toleransının İyileştirilmesi

Son yıllarda, özellikle geleneksel ıslah yöntemleri kullanarak domatesin kuraklığa karşı toleransını artırmak için birçok çalışma yapılmıştır. Ancak geleneksel ıslah yöntemleri sadece zaman alıcı, maliyetli ve çok iş gücüne gereksinim duymasının yanı sıra, ıslah sürecinde genetik çeşitliliği azaltmaktadır. Bunun yanında her ne kadar genetiği değiştirilmiş gıdalar (GMO) zirai ürünler üzerinde devrimsel yenilikler gerçekleştirmiş olsa da birçok ülke güvenlik gerekçeleri nedeni ile bu ürünlere izin vermemektedir (Salava ve ark., 2021). Ancak yine de nüfusun hızlı artması ve değişen iklimsel şartlara uygunluk sağlayan yeni domates ve diğer bitki çeşitlerinin geliştirilmesi zaruridir. Hedefe özel genom düzenleme teknolojisi, bitkilerde yeni özelliklerin keşfedilmesi ve önemli özelliklerin geliştirilmesi için büyük bir şanstır. Bu şekilde genetik çeşitliliğin artması ve bitkilerin çeşitli stres şartlarına karşı daha dayanıklı olması sağlanabilmektedir (Dalla Costa ve ark., 2017). Gen editleme teknolojilerinden en yenisi ve en etkilisi, CRISPR/Cas9 sistemidir. Çünkü bu sistem ile birlikte, genomda istenilen bölge hedeflenen

şekilde mutasyona uğratılabilmektedir (Joshi ve ark., 2020; Schindele ve ark., 2020). Domatesin stres şartlarına dayanıklılığını geliştirmek için de CRISPR/Cas9 teknolojisi çok etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Örneğin, *SIMAPK3* geninin knock-out edilmesi ile elde edilen domatesler, kuraklık stresi altında kontrollerine göre daha fazla hasar görmüş, yaprakları daha hızlı kurumuştur. Bu sonuç göstermiştir ki, *SIMAPK3* kuraklık stresi şartları altında hücre zarını hasardan korumakta ve kuraklığa duyarlı diğer genlerden olan *SILOX*, *SIGST* ve *SIDREB*'nin ifadelerini değiştirmektedir (Wang ve ark., 2017). Daha yeni yapılan bir çalışmada ise *SILBD40* geni CRISPR/Cas9 sistemi ile mutasyona uğratılmış, *SILBD40* mutant bitkilerin, *SILBD40*-aşırı eksprese edilmiş transgenik domateslere kıyasla kuraklık stresine karşı çok daha dirençli oldukları gözlemlenmiştir (Liu ve ark., 2020). Bu sonuçlar, *SILBD40* geninin domatesin kuraklığa direnç mekanizmasında negatif bir rol oynadığını göstermiştir.

SONUÇ

Artan dünya nüfusunu, değişen iklim şartlarında besleyebilmek için yüksek verimli ve kuraklığa dirençli yeni domates çeşitlerinin geliştirilmesi kaçınılmazdır. Domates genomunun yayınlanması ve sekanslama teknolojisinin ilerlemesi ile birlikte “omik” yaklaşımlar, domatesin çeşitlik stres faktörlerine karşı direnç mekanizmasını ortaya çıkarmada daha etkin hale gelmiştir. ‘Omik’ yaklaşımların CRISPR/Cas9 gibi biyoteknoloji ile birlikte yürütülmesi ise belirlenen aday genlerin hızlı bir şekilde fonksiyonel olarak karakterize edilmesini sağlamaktadır. GMO, Dünya'nın büyük bir bölümünde

hala yasak olmasına karşın yakın zamanda özellikle CRISPR/Cas9 ile elde edilmiş hatların, ticari olarak kullanılmasının mümkün hale gelmesi beklenmektedir.

KAYNAKLAR

- Aghaie, P., Tafreshi, S. A. H., Ebrahimi, M. A., & Haerinasab, M. (2018). Tolerance Evaluation and Clustering of Fourteen Tomato Cultivars Grown under Mild and Severe Drought Conditions. *Scientia Horticulturae*, 232: 1-12.
- Akbudak, M. A., & Filiz, E. (2020). Genome-wide Investigation of Proline Transporter (Prot) Gene Family in Tomato: Bioinformatics and Expression Analyses in Response to Drought Stress. *Plant Physiol Biochem*, 157:13–22.
- Albacete, A., Cantero-Navarro, E., Großkinsky, D. K., Arias, C. L., Balibrea, M. E., Bru, R., ... & Roitsch, T. (2015). Ectopic Overexpression of The Cell Wall Invertase Gene CIN1 Leads to Dehydration Avoidance in Tomato. *Journal of Experimental Botany*, 66(3): 863-878.
- Albert, E., Gricourt, J., Bertin, N., Bonnefoi, J., Pateyron, S., Tamby, J. P., ... & Causse, M. (2016). Genotype by Watering Regime Interaction in Cultivated Tomato: Lessons from Linkage Mapping and Gene Expression. *Theoretical and Applied Genetics*, 129(2): 395-418.
- Arens, P., Mansilla, C., Deinum, D., Cavellini, L., Moretti, A., Rolland, S., ... & Vosman, B. (2010). Development and Evaluation of Robust Molecular Markers Linked to Disease Resistance in Tomato for Distinctness, Uniformity and Stability Testing. *Theoretical And Applied Genetics*, 120(3): 655-664.
- Asakura, H., Yamakawa, T., Tamura, T., Ueda, R., Taira, S., Saito, Y., Abe, K., & Asakura, T. (2021) Transcriptomic and Metabolomic Analyses Provide Insights into The Upregulation of Fatty Acid and Phospholipid Metabolism in Tomato Fruit under Drought Stress. *J Agric Food Chem*, 69(9): 2894–2905.
- Chaudhary, J., Khatri, P., Singla, P., Kumawat, S., Kumari, A., Vikram, A., ... & Deshmukh, R. (2019). Advances in Omics Approaches for Abiotic Stress Tolerance in Tomato. *Biology*, 8(4): 90.
- Conti, V., Romi, M., Parri, S., Aloisi, I., Marino, G., Cai, G., & Cantini, C. (2021). Morpho-physiological Classification of Italian Tomato Cultivars (*Solanum lycopersicum* L.) According to Drought Tolerance During Vegetative and Reproductive Growth. *Plants*, 10(9): 1826.

- Conti, V., Romi, M., Guarnieri, M., Cantini, C., & Cai, G. (2022a). Italian Tomato Cultivars under Drought Stresss How Different Content of Bioactives in Pulp and Peel of Fruits. *Foods*, 11(3), 270.
- Conti, V., Cantini, C., Romi, M., Cesare, M. M., Parrotta, L., Del Duca, S., & Cai, G. (2022b). Distinct Tomato Cultivars are Characterized by A Differential Pattern of Biochemical Responses to Drought Stress. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(10), 5412.
- Cui, J., Jiang, N., Zhou, X., Hou, X., Yang, G., Meng, J., & Luan, Y. (2018). Tomato MYB49 Enhances Resistance to Phytophthora Infestans and Tolerance to Water Deficit and Salt Stress. *Planta*, 248(6): 1487-1503.
- Çelik, Ö., Ayan, A., Meriç, S., & Atak, Ç. (2021). Comparison of Tolerance Related Proteomic Profiles of Two Drought Tolerant Tomato Mutants Improved by Gamma Radiation. *Journal of Biotechnology*, 330: 35-44.
- Dalla Costa, L., Malnoy, M., & Gribaudo, I. (2017). Breeding Next Generation Tree Fruits: Technical and Legal Challenges. *Horticulture Research*, 4(1):17067.
- Dariva, F. D., Pessoa, H. P., Copati, M. G. F., de Almeida, G. Q., de Castro Filho, M. N., de ToledoPicoli, E. A., ... & Nick, C. (2021). Yield and Fruit Quality Attributes of Selected Tomato Introgression Lines Subjected to Long-Term Deficit Irrigation. *Scientia Horticulturae*, 289:110426.
- Dasmandal, T., Rao, A. R., & Sahu, S. (2020). Identification and Characterization of Circular Rnas Regulating Genes Responsible for Drought Stress Tolerance in Chickpea and Soybean. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 80(01): 1-8.
- Ding, H., Mo, S., Qian, Y., Yuan, G., Wu, X., & Ge, C. (2020). Integrated Proteome and Transcriptome Analyses Revealed Key Factors involved in Tomato (*Solanum lycopersicum*) under High Temperature Stress. *Food and Energy Security*, 9(4): e239.
- Diouf, I. A., Derivot, L., Bitton, F., Pascual, L., & Causse, M. (2018). Water Deficit and Salinity Stres Reveal Many Specific QTL for Plant Growth and Fruit Quality Traits in Tomato. *Frontiers in Plant Science*, 9: 279.

- Diouf, I., Albert, E., Duboscq, R., Santoni, S., Bitton, F., Gricourt, J., & Causse, M. (2020). Integration of QTL, Transcriptome and Polymorphism Studies Reveals Candidate Genes for Water Stress Response in Tomato. *Genes*, 11(8): 900.
- Egea, I., Albaladejo, I., Meco, V., Morales, B., Sevilla, A., Bolarin, M. C., & Flores, F. B. (2018). The Drought-Tolerant *Solanum Pennellii* Regulates Leaf Water Loss and Induces Genes Involved in Amino Acid and Ethylene/Jasmonate Metabolism under Dehydration. *Scientific Reports*, 8(1): 1-14.
- Fan, S., Han, N., Wu, H., Jia, J., & Guo, J. (2021). Plasma Membrane Intrinsic Protein Slp1; 7 Promotes Root Growth and Enhances Drought Stress Tolerance in Transgenic Tomato (*Solanum lycopersicum*) Plants. *Plant Breeding*, 140(6): 1102-1114.
- Fao, (2020). Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Erişim tarihi: 16 Haziran 2022.
- Ferrara, A., Lovelli, S., DiTommaso, T., & Perniola, M. (2011). Flowering, Growth And Fruit Setting in Greenhouse Bell Pepper under water Stress. *Journal of Agronomy*, 10(1): 12-19.
- Foolad, M. R., Subbiah, P., Kramer, C., Hargrave, G., & Lin, G. Y. (2003a). Genetic Relation Ships Among Cold, Salt and Drought Tolerance During Seed Germination in An Interspecific Cross of Tomato. *Euphytica*, 130(2): 199-206.
- Foolad, M. R., Zhang, L. P., & Subbiah, P. (2003b). Genetics of Drought Tolerance During Seed Germination in Tomato: Inheritance and QTL Mapping. *Genome*, 46(4): 536-545.
- Foolad, M. R., Subbiah, P., & Zhang, L. (2008). Common QTL Affect The Rate of Tomato Seed Germination under Different Stress and Nonstress Conditions. *International Journal Of Plant Genomics*.
- George, S., Jatoi, S. A., & Siddiqui, S. U. (2013). Genotypic Differences Against PEG Simulateddroughtstress in Tomato. *Pak. J. Bot*, 45(5): 1551-1556.
- Iovieno, P., Punzo, P., Guida, G., Mistretta, C., Van Oosten, M. J., Nurcato, R., ... & Grillo, S. (2016). Transcriptomic Changes Drive Physiological Responses to

- Progressive Drought Stress and Rehydration in Tomato. *Frontiers in Plant Science*, 7: 371.
- IPCC, (2021). Summary for Policymaker. In: *Climate Change. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to The Sixth Assessment Report of The Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University, 41.
- Joshi, R. K., Bharat, S. S., & Mishra, R. (2020). Engineering Drought Tolerance in Plants Through CRISPR/Cas Genome Editing. *3 Biotech*, 10(9): 1-14.
- Kamanga, R. M. (2020). Retracted Article: Screening and Differential Physiological Responses of Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) to Drought Stress. *Plant Physiology Reports*, 25(3): 472-482.
- Khan, S. A., Li, M. Z., Wang, S. M., & Yin, H. J. (2018). Revisiting The Role of Plant Transcription Factors in The Battle Against Abiotic Stress. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(6): 1634.
- Klunklin, W., & Savage, G. (2017). Effect on Quality Characteristics of Tomatoes Grown under Well-Watered and Drought Stress Conditions. *Foods*, 6(8): 56.
- Krishna, R., Karkute, S. G., Ansari, W. A., Jaiswal, D. K., Verma, J. P., & Singh, M. (2019). Transgenic tomatoes for Abiotic Stress Tolerance: Status and Way Ahead. *3 Biotech*, 9(4): 1-14.
- Krishna, R., Ansari, W. A., Jaiswal, D. K., Singh, A. K., Prasad, R., Verma, J. P., & Singh, M. (2021). Overexpression of AtDREB1 and BcZAT12 Genes Confers Drought Tolerance by Reducing Oxidative Stress in Double Transgenic Tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Plant Cell Reports*, 40(11): 2173-2190.
- Kumar, S. V., Holmes, T., Andela, N., Dharssi, I., Hain, C., Peters-Lidard, C., ... & Getirana, A. (2021). The 2019–2020 Australian Drought and Bushfires Altered The Partitioning of Hydrological Fluxes. *Geophysical Research Letters*, 48(1): e2020GL091411.
- Kumari, P. H., Kumar, S. A., Rajasheker, G., Madhavi, D., Jalaja, N., Shridhar, K. K., ... & Kavi Kishor, P. B. (2021). Transgenic Tomatoes for Abiotic Stress Tolerance and Fruit Traits: A Review of Progress and A Preview of Potential. *Genetically Modified Crops*, 1-30.

- Li, F., Chen, X., Zhou, S., Xie, Q., Wang, Y., Xiang, X., Hu, Z., & Chen, G. (2020). Overexpression of SIMBP22 in Tomato Affects Plant Growth and Enhances Tolerance to Drought Stress. *Plant Sci* 301:110672
- Liu, L., Zhang, J., Xu, J., Li, Y., Guo, L., Wang, Z., Zhang, X., Zhao, B., Guo, Y. D., & Zhang, N. (2020). CRISPR/Cas9 Targeted Mutagenesis of SILBD40, a Lateral Organ Boundaries Domain Transcription Factor, Enhances Drought Tolerance in Tomato. *Plant Sci*, 301:110683
- Lukyanenko, A. N. (1991). Disease Resistance in Tomato. In *Genetic Improvement of Tomato*. 99-119. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Moles, T. M., Mariotti, L., De Pedro, L. F., Guglielminetti, L., Picciarelli, P., & Scartazza, A. (2018). Drought Induced Changes of Leaf-To-Root Relationships in Two Tomato Genotypes. *Plant Physiology and Biochemistry*, 128: 24-31.
- Nahar, K., & Gretzmacher, R. (2011). Response of Shoot and Root Development of Seven Tomato Cultivars in Hydroponic System under Water Stress. *Acad. J. PlantSci*, 4(2), 57-63.
- Omena-Garcia, R. P., Martins, A. O., Medeiros, D. B., Vallarino, J. G., Ribeiro, D. M., Fernie, A. R., ... & Nunes-Nesi, A. (2019). Growth and Metabolic Adjustments in Response to Gibberellin Deficiency in Drought Stressed Tomato Plants. *Environmental and Experimental Botany*, 159: 95-107.
- Rahman, S. L., Mackay, W. A., Nawata, E., Sakuratani, T., Uddin, A. M., & Quebedeaux, B. (2004). Superoxide Dismutase and Stress Tolerance of Four Tomato Cultivars. *Hortscience*, 39(5): 983-986.
- Rebey, I. B., Jabri-Karoui, I., Hamrouni-Sellami, I., Bourguou, S., Limam, F., & Marzouk, B. (2012). Effect of Drought on The Biochemical Composition and Antioxidant Activities of Cumin (*Cuminum cyminum* L.) Seeds. *Industrial Crops and Products*, 36(1): 238-245.
- Salava, H., Thula, S., Mohan, V., Kumar, R., & Maghuly, F. (2021). Application of Genome Editing in Tomato Breeding: Mechanisms, Advances, and Prospects. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(2): 682.

- Schindele, A., Dorn, A., & Puchta, H. (2020). CRISPR/Cas Brings Plant Biology and Breeding into The Fast Lane. *Current Opinion In Biotechnology*, 61: 7-14.
- Sok, K., Visessri, S., & Heng, S. (2022). Assessing Impacts of Drought on Agriculture and Food Security in The Baribo Basin, Cambodia, Preprints (www.preprints.org).
- Tamburino, R., Vitale, M., Ruggiero, A., Sassi, M., Sannino, L., Arena, S., ... & Scotti, N. (2017). Chloroplast Proteome Response to Drought Stress and Recovery in Tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *BMC Plant Biology*, 17(1): 1-14.
- Tomato Genome Consortium, X. (2012). The Tomato Genome Sequence Provides Insights into Fleshy Fruit Evolution. *Nature*, 485(7400): 635.
- Tao, L., Yu, G., Chen, H., Wang, B., Jiang, L., Han, X., ... & Cheng, X. G. (2022). SIDREB2 Gene Specifically Recognizing To The Universal DRE Elements is A Transcriptional Activator Improving Drought Tolerance In Tomato. *Scientia Horticulturae*, 295:110887.
- Tapia, G., Méndez, J., & Inostroza, L. (2016). Different Combinations of Morpho-Physiological Traits Are Responsible For Tolerance to Drought in Wild Tomatoes *Solanum chilense* and *Solanum peruvianum*. *Plant Biology*, 18(3): 406-416.
- Thirumalaikumar, V. P., Devkar, V., Mehterov, N., Ali, S., Ozgur, R., Turkan, I., ... & Balazadeh, S. (2018). NAC Transcription Factor JUNGBRUNNEN 1 Enhances Drought Tolerance in Tomato. *Plant Biotechnology Journal*, 16(2): 354-366.
- Tomato Genome Consortium (2012). The Tomato Genome Sequence Provides Insights into Feshy Fruit Evolution. *Nature* 485(7400):635
- Wang, Y., Tao, X., Tang, X. M., Xiao, L., Sun, J. L., Yan, X. F., ... & Ma, X. R. (2013). Comparative Transcriptome Analysis of Tomato (*Solanum lycopersicum*) in Response to Exogenous Abscisic Acid. *BMC Genomics*, 14(1): 1-14.

- Wang, L., Chen, L., Li, R., Zhao, R., Yang, M., Sheng, J., & Shen, L. (2017a). Reduced Drought Tolerance by CRISPR/Cas9-Mediated Slmapk3 Mutagenesis in Tomato Plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65(39): 8674-8682.
- Younis, A., Ramzan, F., Ramzan, Y., Zulfiqar, F., Ahsan, M., & Lim, K. B. (2020). Molecular Markers Improve Abiotic Stress Tolerance in Crops: a Review. *Plants*, 9(10): 1374.
- Zhang, Z., Cao, B., Li, N., Chen, Z., & Xu, K. (2019). Comparative Transcriptome Analysis of The Regulation of ABA Signaling Genes in Different Rootstock Grafted Tomato Seedlings under Drought Stress. *Environmental and Experimental Botany*, 166: 103814.
- Zhang, J., Wu, F., Yan, Q., John, U. P., Cao, M., Xu, P., ... & Wang, Y. (2021). The Genome of *Cleistogenes Songorica* Provides A Blueprint for Functional Dissection of Dimorphic Flower Differentiation and Drought Adaptability. *Plant Biotechnology Journal*, 19(3): 532-547.
- Zhao, T., Wu, T., Zhang, J., Wang, Z., Pei, T., Yang, H., ... & Xu, X. (2020). Genome-Wide Analyses of The Genetic Screening of C2H2-Type Zinc Finger Transcription Factors and Abiotic and Biotic Stress Responses in Tomato (*Solanum lycopersicum*) Based on RNA-Seq Data. *Frontiers in Genetics*, 11: 540.
- Zhao, T., Wu, T., ...& Pei, T, (2021). Overexpression of SIGATA17 Promotes Drought Tolerance in Transgenic Tomato Plants by Enhancing Activation of the Phenylpropanoid Biosynthetic Pathway. *Front Plant Sci.*;12:634888. Published 2021 Mar 16. doi:10.3389/fpls.2021.634888
- Zhou, S., Palmer, M., Zhou, J., Bhatti, S., Howe, K. J., Fish, T., & Thannhauser, T. W. (2013). Differential Root Proteome Expression in Tomato Genotypes with Contrasting Drought Tolerance Exposed to Dehydration. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 138(2): 131-141.
- Zhu, M., Meng, X., Cai, J., Li, G., Dong, T., & Li, Z. (2018). Basic Leucine Zipper Transcription Factor Slbz1p1 Mediates Salt and Drought Stress Tolerance in Tomato. *BMC Plant Biology*, 18(1): 1-14.

BÖLÜM V

DOMATES FİDE YETİŞTİRİCİLİĞİNDE BESLENME VE İYON DENGESİNİN ÖNEMİ

Prof. Dr. Fikret YAŞAR^{1*}
Ziraat Yüksek Mühendisi Özgür Umut AYAZ²

¹Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Van TÜRKİYE, fyasar@yyu.edu.tr

²Bitlis Tarım İl Müdürlüğü, Bitlis, TÜRKİYE, ozgurumutayaz@gmail.com
Yüksek Lisans Tezinin bir bölümünü içermektedir. Finansman kaynağı, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Müdürlüğü, proje No: FYL-2019-7651

GİRİŞ

Açıkta ve sera sebze yetiştiriciliğinde, üretimdeki riski en aza indirmek için doğrudan tohum ekimi yerine daha çok seraya topraklı fide dikimi ile üretime başlanır. Son yıllarda üreticiler tarafından bu yetiştirme sisteminin birçok avantajının (tohum kaybını azaltmak, üretime daha sağlıklı fidelerle girmek, üretim sezonunu daha iyi değerlendirmek, işçilik masraflarını azaltmak vb.) bilinmesi ile birlikte hazır/aşılı fideye yöneldikleri görülmektedir (Tüzel ve ark., 2010). Ülkemizde hazır fide üretimi üretici talebi hızla artış gösterirken, hazır fide üretiminin % 41.2 sini domates oluşturmaktadır. Bunu sırası ile marul (% 13.5), çilek (% 10.6), lahanagiller (% 10.5), biber (% 10.4), hıyar (% 5.0), patlıcan (% 3.0), karpuz (% 2.9), kavun (% 2.0), kabak (% 0.1) izlemektedir (Yelboğa, 2014; Tüzel ve ark., 2015).

Bitkisel üretimdeki asıl hedef, yüksek verimde sağlıklı ve kaliteli üretim yapmaktır. Açık tarla ve örtü altında yetiştirilen sebzelerde genellikle üretimde başlangıç materyali olarak hazır fide kullanılmaktadır. Fide üretiminde domates ilk sırada yer almaktadır (Yelboğa, 2014; Tüzel ve ark., 2015).

İlk modern fide üretim tesisi 1994 yılında Antalya’da kurulmuştur (Demir ve ark., 2010) ve bu yıldan itibaren fide sektörü hızla büyüme göstermiştir. 2000 yılından itibaren Türkiye’de fidecilik sektörü önemli gelişmeler kaydetmiştir. Ülkemizde hazır fide üreten işletmeler, modern üretim tesislerinde sağlıklı ve kaliteli fideler üretirken, her geçen yıl bu fideleri tercih eden üretici sayısı da artış

göstermektedir. Ülkemizde hazır fide kullanım oranı örtü altında % 100 iken açık tarlaya dikimde % 70'tir (Yelboğa, 2014).

Sebze üretiminin ilk basamağı iyi bir tohum ve bundan elde edilecek kaliteli fidedir. Hem verimi arttırmak hem de kaliteli bir ürün elde etmek için kaliteli bir fide ile üretime başlamak büyük önem arz etmektedir. Bunun içindir ki fidelerin bütün kısımlarının sağlıklı ve sağlam olması gerekmektedir. Ayrıca, pişkin ve kuru maddece zengin olan fidelerin tümü aynı büyüklükte ve gelişme hızında olmasında fayda vardır. Fidelerin çok fazla boylanması istenmez iken kalın ve kuvvetli olması istenmektedir. Fidenin kök sisteminin tam ve sağlam olması, üzerinde bir miktar toprak bulunması fazla genç veya fazla yaşlı olmaması önemlidir (Vural ve ark., 2000).

Bitkilerin istenilen kalite ve özelliklerde olabilmeleri için, yeterli ve dengeli beslenebilmelerini sağlayabilmek gerekir. Bunu için, bitkilerin yetiştirildikleri ortamda bulunan besin maddelerinin yeterli ve dengeli olduğunu, bitki gelişimini etkileyen çevre faktörlerinin etkilerini, dengesiz beslenme sonucunda ortaya çıkan belirtilerin anlamlarını bilmek gerekir. Genel olarak iyi bir bitki yetiştiriciliği için çevre şartlarına müdahale etmemiz pek mümkün değildir. Bununla birlikte bitkilerin yetiştirildiği ortamların, bitkinin ihtiyacına göre düzenlenmesi elimizde olan bir durumdur (Güneş ve ark., 2007).

Kimi elementlerin toksik etkisini engelleyebilen veya bir takım mineral elementlerin spesifik etkisini yerine getirebilen mineral elementler yararlı elementler olarak adlandırılmaktadır. Bu günkü

bilgiler ışığında yüksek bitkiler için 14 mineral element mutlak gerekli besin maddesi ve 5 element de yarıyışlı besin maddesi olarak kabul edilmektedir. Bunları da bitki bünyesindeki miktarına veya bitki tarafından gereksinilen miktarına göre “makro” ve “mikro” element olarak iki gruba ayırabiliriz. Bitki besin maddelerini fizyolojik ve biyokimyasal fonksiyonlarına göre sınıflamak mümkündür (Güneş ve ark., 2007).

Taiz & Zaiger (2007)’a göre bitkilerin farklı organlarında yapılan besin elementi analizleri hem bitkilerin besin maddesi içeriği hem de o bitkinin yetiştiği ortam hakkında bilgi verir. Analiz sonucu elde edilen değerler standart değerler ile karşılaştırılarak, bitkinin hangi besin maddelerine ihtiyaç duyduğu belirlenir. Bitki analiz sonuçları, hangi besin maddesinin, normal bitki gelişimi için gerekli olan düzeyin altında ya da üstünde olduğunu gösteren bir teşhis aracıdır. Ayrıca, bitkinin yetişme ortamına uygulanan besin elementi miktarı ile bitkinin o besin elementi alım miktarı arasındaki farka bakılarak besin elementinin yarıyışlılık düzeyi de belirlenmiş olur. Yine besin elementlerinin alım düzeyleri de biri birileri ile ilişki ve rekabetlerinin belirlenmesine yardımcı olur. Tüm elde edilen bu bilgiler bitki beslemede uygun reçetelerin hazırlanmasını sağlar. Bu çalışmanın amacı da bahsedilen sonuçlara ulaşmaktır.

1. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırma, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bitki Fizyoloji Laboratuvarında split klimalı iklim odasında deneme kurularak gerçekleştirilmiştir.

1.1. Materyal

1.1.1. Yetiştirilen bitkisel materyal

Denemede bitkisel materyal olarak, Bandita F1 hibrit domates tohumu kullanılmıştır. Bandita F1 kışlık, baharlık, güzlük dönemde yetiştirilen özel bir salkım domatestir. Meyve ağırlığı 110-120 gram olup hastalıklara dayanıklı bir çeşittir.

1.2. Yetiştirme Alanı

Yetiştirme alanı sıcaklık, nem, ışık ve ayrıca sterilizasyon kontrolleri yapılmıştır. Tohumlar yetiştirme alanı olan iklim odasında; % 70 nem, 16 saat aydınlık ve 8 saat karanlık fotoperiyod, 22±2 °C sıcaklık olacak şekilde ayarlanan kontrollü koşullar altında tutulmuştur.

Yetiştirme alanı materyali olarak plastik viyoller kullanılmıştır. Fide ve tohum yetiştirmede kullanılan plastik viyollerin 60 mm ağız çapı ve 65 mm derinlikindedir. Fide yetiştirme ortamı olarak 2:1 oranında torf+perlit karışımı kullanılmıştır. Viyollere torf+perlit karışımı eklendikten sonra tohum ekimi bu viyollere yapılmıştır. Tohumların aynı derinliğe ekilmesine dikkat edilmiştir. Tohumlar çimleninceye kadar sulamalar saf su ile yapılmıştır.

2.YÖNTEM

Deneme, tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Her bir uygulama 3 kez tekrarlanmış ve her tekerrürde 16 bitki kullanılmıştır.

Araştırmada domates tohumları içerisinde torf, ve perlit karışımı bulunan viyollere ekilmiştir. Her bölmeye 1'er tohum gelecek şekilde ekim yapılmış ve tohumların üzeri 0.5 - 1 cm kalınlık oluşturacak şekilde harç karışımı ile örtülmüştür. Çimlenene kadar saf su ile sulanmıştır.

Çimlenme olduktan sonra, bitkiler biri ticari gübre solüsyonu olmak üzere 7 farklı besin solüsyonlarıyla sulanmıştır. Fideler dikim olgunluğuna gelene kadar besin solüsyonu uygulamalarıyla sulanmıştır. Araştırmada, domates fidelerinde en uygun konsantrasyonu saptanması amacıyla 7 farklı konsantrasyon gübre formu denenmiştir.

Çalışmada, 7 farklı uygulama yapılmıştır. Kontrol grubu olan Uygulamada 15-15-15 NPK +ME ticari gübre kullanılmıştır (Tablo 1, Tablo 2).

Dikim olgunluğuna gelen fidelerin toplam bitki ağırlıkları ölçülmüştür.

Tablo 1. Kullanılan Besin Eriyiği Reçeteleri (ppm)

Elementler	Kontrol	Uyg.1 (ppm)	Uyg.2 (ppm)	Uyg.3 (ppm)	Uyg.4 (ppm)	Uyg.5 (ppm)	Uyg.6 (ppm)
Azot (N)	N+P+K 15+15+15+	186	186	186	186	186	186
Fosfor(P)		31	31	35	40	45	50
Potasyum(K)		136	136	163	190	217	244
Magnezyum(Mg)		49,28	49,28	49,28	49,28	49,28	49,28
Kalsiyum(Ca)		200	160	180	200	220	240
Demir(Fe)		3.3	2,5	3.0	3.5	4.0	4.5
Mangan(Mn)		0.031	0.031	0.037	0.043	0.049	0.055
Bor(B)		0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205
Bakır(Cu)		0.015	0.015	0.020	0.025	0.030	0.035
Çinko(Zn)		0.023	0.025	0.030	0.035	0.040	0.045

Tablo 2. Ticari Gübre İçeriği

Ticari Gübre İçeriği	Kütlece (w/w) %
Toplam azot	15
Amonyum azotu (N-NH₄)	5
Nitrat azotu (N-NO₃)	10
Suda çözünür Fosforpentaoksit (P₂O₅)	15
Suda çözünür Potasyumoksit (K₂O)	15
<u>İz Elementler</u>	
Suda çözünür bakır tamamı EDTA ile şelath	0.02
Suda çözünür demir tamamı EDTA ile şelath	0.05
Suda çözünür mangan tamamı EDTA ile şelath	0.02
Suda çözünür çinko tamamı EDTA ile şelath	0.02

2.1. Yapılan Ölçüm ve Analizler

2.1.1. Bitki ağırlığı (g)

Fidelerin toplam bitki ağırlıkları hassas terazide tartılarak belirlenmiştir.

2.1.2. Azot analizi

Yaprak örnekleri 70 °C sıcaklığa ulaşan dijital etüvde sabit ağırlığa ulaşmaya kadar kurutulmuştur. Örnekler öğütme makinesinde öğütülmüştür. Nemlenmeden dolayı tekrar etüve alınmıştır. Ardından etüvden alınan örnekler desikatöre bırakılmış ve hızlıca 20 mg tartılmıştır (Kacar & İnal, 2008). Gerhardt Dumatherm cihazı ile azot değeri (%) belirlenmiştir.

2.1.3. Fosfor analizi

Vanadomolibdofosforik sarı renk yöntemi ile spektrofotometrede belirlenmiştir (Kacar & Inal, 2008).

2.1.4. Mineral element analizi

Bitkilerin kök, gövde ve yaprak kısımlarından alınan bitki örnekleri – 84°C'ye ayarlı derin dondurucuda saklanmıştır. İyon analizleri için derin

dondurucuda saklanan her bir kök, gövde ve yaprak örneğinden 200 mg tartılmış, üzerine 10 ml 0,1 N HNO₃ (Nitrik asit) ilave edilerek bir hafta süreyle kapaklı plastik kutularda oda sıcaklığında karanlık ortamda bekletilmiştir. Sonra çalkalayıcıya alınarak 24 saat süreyle çalkalanmıştır. Na, K, Ca, Fe, Zn, Cu, Mn içerikleri ise, Kacar (1994)'e göre Atomik Absorbsiyon cihazında belirlenmiştir. Bu ölçümler sonunda, yaş kök, gövde ve yaprak örneklerindeki iyon miktarı µg/mg taze ağırlık olarak belirlenmiştir (Taleisnik ve ark., 1997).

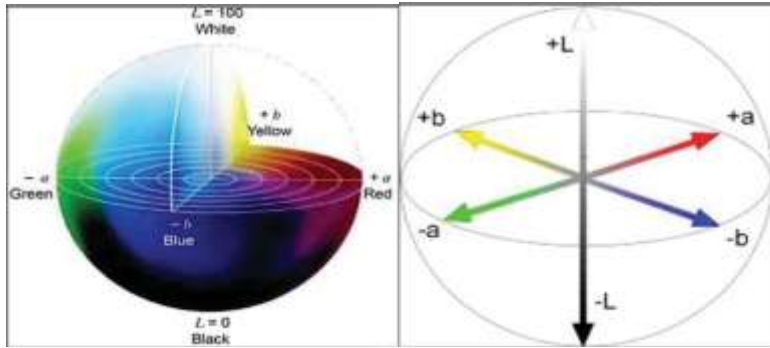
2.1.5. Klorofil miktarının belirlenmesi

Bitkilerin yapraklar analiz için alınmış, -84 °C'ye ayarlı derin dondurucuda analiz yapılincaya kadar bekletilmiştir. Dondurulmuş olan örneklerden 200 mg alınmış, % 80'lik etanolde, yaş yaprak örneğindeki toplam klorofil miktarı aşağıdaki formül kullanılarak µg/mg olarak kayıt edilmiştir. 80 °C'deki su banyosunda 20 dakika süreyle bekletildikten sonra 654 nm'de absorbans değerleri spektrofotometrik olarak belirlenmiştir (Şekil 3.18) (Luna ve ark., 2000). Toplam klorofil=Absorbans değerleri x 1000/39.8 x örnek miktarı.

2.1.6. Bitki yaprak renk analizi

Denemede fide örneklerinin dış yapraklarının üst yüzeyindeki farklı noktalardan, yaprak rengindeki değişimler belirlenmiştir. Değişimler Minolta CR-200 (Minolta Camera Co, LTD Ramsey, NJ) marka renkölçer kromametre ile tespit edilmiştir. Kromametre okumalarda rengin ifadesinde kullanılan üç farklı (L*, a*, b*) sayısal değer ile belirlenmektedir. 'L*' değeri 0-100 arasında parlaklığı ifade etmektedir. Hiç yansıma olmadığında siyah renkte sıfır değerindeyken, mükemmel

yansıma olduğunda beyaz renk ile 100 değerinde olmaktadır (Şekil 1). + a* değeri kırmızı rengi ifade ederken, - a* değeri yeşil rengi göstermektedir. + b* değeri sarı rengi ifade ederken, - b* değeri mavi rengi göstermektedir (Şekil 1). Renksizliği sıfır noktasında (a=0 ve b=0) gri renk olarak göstermektedir. a* ve b* sayılarının kesim yaptığı noktadan geçen doğrunun X ekseninde yaptığı açı hue açısıdır. Kırmızı renkte açı 0°; 90°de sarı; 180°de yeşil ve 270°de mavi renktedir. C* ifadesi örneğin canlılık ve donukluğunu belirtmektedir. Donuk olan renklere C* değeri düşükken canlı renk durumlarında C* ölçüsü yükselmektedir (Mc Guire, 1992).



Şekil 1. a* ile b* Renk Diyagramı (Onur, 2016)

2.1.7. Değerlendirmelerin yapılması

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre her parselde 16 bitki ile 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Deneme sonunda kaydedilen veriler Statgraphics istatistik analiz paket programında varyans analizi ile değerlendirilmiştir. İstatistiki olarak önemli olan deneme dataları % 5 öneme sahip Duncan çoklu karşılaştırma testi ile gruplama yapılmıştır.

3.BULGULAR

3.1. Toplam Bitki Ağırlığı

Çalışmada farklı besin çözeltileri uygulamalarının, toplam bitki ağırlığına etkileri istatistiki olarak önemlidir ($p < 0.05$). (Tablo 3).

Tablo 3. Toplam Bitki Ağırlıkları (g)

UYGULAMA	Toplam Bitki Ağırlığı (g)
Kontrol	4.727±0.719 c
Uygulama1	5.487±0.595 b
Uygulama2	6.186±0.833 a
Uygulama3	6.516±0.796 a
Uygulama4	5.030±1.691 c
Uygulama5	5.668±0.813 b
Uygulama6	5.688±1.187 b
P Değ.	0.000

Sütunlardaki aynı harfi alan ortalamalar arasındaki fark $p \leq 0.005$ 'e göre önemli değildir.

Tablo 3'de görüldüğü üzere bitki toplam ağırlığı bakımından uygulamalar arasında en fazla bitki ağırlığı ortalaması uygulama 2'de (6.186 g/bitki) ve 3'de (6,516 g/bitki) ölçülürken, en az bitki ağırlığı ortalaması Kontrol (4,727 g/bitki) ve 4. Uygulamada (5,030 g/bitki) ölçülmüştür. Diğerleri ise aynı istatistiki grup aralığında yer almıştır.

3.2. Klorofil Miktarı

Denemede farklı besin çözeltileri uygulamalarının, klorofil miktarına etkileri istatistiki olarak önemlidir ($p < 0.05$) (Tablo 4.).

Tablo 4. Bitkilerin klorofil miktarı

UYGULAMA	Klorofil ($\mu\text{mol/g}$)
Kontrol	0.161 \pm 0.027 b
Uygulama1	0.162 \pm 0.010 b
Uygulama2	0.151 \pm 0.051 b
Uygulama3	0.190 \pm 0.004 ab
Uygulama4	0.197 \pm 0.015 ab
Uygulama5	0.182 \pm 0.016 ab
Uygulama6	0.216 \pm 0.020 a
P Değ.	0.070

Sütunlardaki aynı harfi alan ortalamalar arasındaki fark $p \leq 0.005$ 'e göre önemli değildir.

Tablo 4'de görüldüğü üzere klorofil miktarı bakımından farklı besin reçeteleri uygulanan domates fidelerinde 6. uygulama 5. 4. ve 3. uygulama ile aynı istatistiksel grupta çıkarken, kontrol, 1. ve 2. uygulamalar ise 3. 4. ve 5. uygulama ile benzer bulunmuştur.

3.3. Yaprak Renk Analizi

Tablo 5. Yaprakların Renk Analizleri

UYG.	L	a	b	Croma	Hue
Kontrol	33.76 \pm 0.75 ab	-11.96 \pm 1.21 ab	12.98 \pm 2.11	17.65 \pm 2.27	132.86 \pm 1.92
Uygulama1	34.64 \pm 0.89 ab	-12.42 \pm 1.24 ab	13.82 \pm 1.96	18.59 \pm 2.29	132.18 \pm 1.21
Uygulama2	34.31 \pm 0.49 ab	-13.33 \pm 0.3b	15.08 \pm 0.93	20.15 \pm 0.90	131.89 \pm 0.99
Uygulama3	35.21 \pm 1.28 a	-12.16 \pm 0.18 ab	13.63 \pm 0.57	18.27 \pm 0.52	131.82 \pm 1.00
Uygulama4	34.08 \pm 1.09 ab	-13.06 \pm 0.4 ab	14.74 \pm 1.04	19.70 \pm 1.06	131.60 \pm 1.16
Uygulama5	33.16 \pm 0.79 b	-12.29 \pm 0.35 ab	13.41 \pm 0.38	18.19 \pm 0.51	132.56 \pm 0.14
Uygulama6	33.32 \pm 0.44 b	-11.72 \pm 0.18 a	13.37 \pm 1.05	18.01 \pm 1.26	132.16 \pm 0.52
P Değ.	0.117	0.0130	0.436	0.364	0.827

Sütunlardaki aynı harfi alan ortalamalar arasındaki fark $p \leq 0.005$ 'e göre önemli değildir.

Yoğun yeşil renk, yeşil sebzelerde önemli olan bir kıstastır. Denemede birbirinden farklı içerikteki besin çözeltileri uygulamalarında yaprakların renk analizi üzerine etkileri tespit edilmiştir.

L* renk değerlerinde parlaklıktan dolayı meydana gelen değişimler istatistiki olarak önemlidir ($p < 0.05$). L* 100'de en büyük değerde olup bu beyaz olan renge giden ışığın % 100'nün yansımalarını göstermektedir. a* yeşil renkten kırmızı renge, b* sarı renkten mavi renge değişimi belirtmektedir. a* (+kırmızıyı, -yeşili), b* (+sarıyı, -maviyi) ve L* değeri yaprakların parlak olduğunu belirtmekte olup uygulamalarda L değeri bakımından istatistiki olarak önemli farklılık uygulama 3'de bulunmuştur.

Pozitif a* kırmızıyı, negatif a* yeşil olan renkleri ifade etmektedir. a* değerleri bakımından istatistiki olarak önemli bir farklılık uygulama 2 ve uygulama 6'da görülmüştür. b*, Croma ve Hue değerlerinde uygulamalar aralarındaki fark istatistiksel olarak önemsiz tespit edilmiştir.

3.4. Bitki Besin Elementi İçerikleri

3.4.1. Azot (N)

Tablo 6' da görüldüğü üzere kontrol uygulamasının diğer altı uygulamaya göre istatistiki açıdan önemli farklılık bulunmuştur. Ticari gübre uygulaması olan kontrol uygulamasının diğer uygulamalardan yüksek azot miktarı olduğu görülmektedir. Azot miktarı en yüksek değere sahip uygulama % 8,006 kontrol uygulaması

olurken, bunu % 5,914 ile 3. uygulama takip etmektedir. En düşük % azot miktarı ise % 5,453 ile 4. uygulamada belirlenmiştir (Tablo 6).

Tablo 6. Farklı İçerikteki Uygulamaların Yaprakta Azot Element İçeriğine Etkisi

UYGULAMA	Azot (%)
Kontrol	8.006±0.217 a
Uygulama1	5.910±0.233 b
Uygulama2	5.869±0.084 b
Uygulama3	5.914±0.327 b
Uygulama4	5.545±0.280 b
Uygulama5	5.453±0.317 b
Uygulama6	5.683±0.243 b
P Değ.	0.003

Sütunlardaki aynı harfi alan ortalamalar arasındaki fark $p \leq 0.005$ 'e göre önemli değildir.

3.4.2. Fosfor (P)

Tablo 7. Farklı İçerikteki Uygulamaların Kök, Gövde ve Yaprak Kısımlarında Fosfor Element İçeriğine Etkisi (%)

UYGULAMALAR	KÖK	GÖVDE	YAPRAK
Kontrol	0.253±0.015 ab	0.263±0.015 b	0.307±0.015 d
Uygulama1	0.243±0.006 b	0.260±0.010 b	0.333±0.029 d
Uygulama2	0.253±0.006 ab	0.263±0.006 b	0.380±0.026 c
Uygulama3	0.260±0.000 ab	0.277±0.012 ab	0.393±0.031 c
Uygulama4	0.270±0.010 a	0.297±0.012 a	0.430±0.017 b
Uygulama5	0.270±0.010 a	0.297±0.012 a	0.437±0.032 ab
Uygulama6	0.270±0.010 a	0.297±0.012 a	0.480±0.020 a
P Değ.	0.017	0.001	0.000

Sütunlardaki aynı harfi alan ortalamalar arasındaki fark $p \leq 0.005$ 'e göre önemli değildir.

Deneme sonunda domates bitkilerinin kökleri, gövdeleri ve yapraklarında biriken fosfor elementi miktarları Tablo 7'de gösterilmiştir. Köklerde fosfor birikimi istatistiki olarak önemli görülmüştür. Köklerde en büyük değeri 4, 5 ve 6. uygulamalarda, en

düşük değeri 1. uygulamada almıştır. Gövdelerde fosfor birikimi istatistiki olarak önemli görülmüştür. Gövdelerde en büyük değeri 4. uygulama, 5. uygulama ve 6. uygulamada, en düşük değeri 1. uygulamada almıştır. Yapraklarda fosfor birikimi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Yapraklarda en büyük değeri 6. uygulamada, en düşük değeri kontrol uygulamasında almıştır (Tablo 7).

3.4.3. Potasyum (K)

Tablo 8. Farklı İçerikteki Uygulamaların Kök, Gövde ve Yaprak Kısımlarında Potasyum Element İçeriğine Etkisi (%)

UYGULAMALAR	KÖK	GÖVDE	YAPRAK
Kontrol	1.697±0.211	5.325±0.043	3.159±0.696 c
Uygulama1	2.290±0.451	5.320±0.900	4.239±0.667 ab
Uygulama2	2.200±0.545	5.128±0.439	4.980±0.561 a
Uygulama3	1.719±0.062	5.082±0.305	3.973±0.592 bc
Uygulama4	2.202±0.424	5.052±0.399	4.141±0.229 ab
Uygulama5	2.372±1.099	4.697±2.045	4.583±0.252 ab
Uygulama6	1.941±0.139	6.028±0.181	4.728±0.223 ab
P Değ.	0.579	0.697	0.012

Sütunlardaki aynı harfi alan ortalamalar arasındaki fark $p \leq 0.005$ 'e göre önemli değildir.

Domates bitkilerinin kökleri, gövdeleri ve yapraklarında biriken potasyum elementi miktarları Tablo 8'de gösterilmiştir. Köklerde ve gövdelerde potasyum birikimi istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Yapraklarda potasyum birikimi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Yapraklarda en büyük değeri 2. uygulamada, en düşük değeri kontrol uygulamasında almıştır (Tablo 8). Kontrol hariç, diğer tüm uygulamalar aynı istatistiki değer aralığında bulunmuştur.

3.4.4. Kalsiyum (Ca)

Tablo 9. Farklı İçerikteki Uygulamaların Kök, Gövde ve Yaprak Kısımlarında Kalsiyum Element İçeriğine Etkisi (%)

UYGULAMALAR	KÖK	GÖVDE	YAPRAK
Kontrol	12.305±1.703 d	9.768±0.281 c	17.657±3.615 d
Uygulama1	15.404±0.887 b	13.127±1.648 b	52.605±8.703 a
Uygulama2	17.524±0.821 a	12.219±0.588 b	29.383±2.819 dc
Uygulama3	13.216±1.748 dc	12.593±1.222 b	42.668±12.594 a-c
Uygulama4	13.106±0.836 dc	13.913±1.390 b	38.010±6.152 bc
Uygulama5	18.007±0.390 a	16.965±1.220 a	46.482±5.199 ab
Uygulama6	14.602±0.490 bc	12.225±0.045 b	38.580±0.069 bc
P Değ.	0.000	0.000	0.001

Sütunlardaki aynı harfi alan ortalamalar arasındaki fark $p \leq 0.005$ 'e göre önemli değildir.

Domates bitkilerinin kökleri, gövdeleri ve yapraklarında biriken kalsiyum elementi miktarları Tablo 9'da gösterilmiştir. Köklerde kalsiyum birikimi istatistiki olarak önemli görülmüştür. Köklerde en büyük değeri 4, 5 ve 6. uygulamalarda, en düşük değeri 1. uygulamada almıştır. Gövdelerde kalsiyum birikimi istatistiki olarak önemli görülmüştür. Gövdelerde en büyük değeri 4, 5 ve 6. uygulamalarda, en düşük değeri 1. uygulamada almıştır. Yapraklarda kalsiyum birikimi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Yapraklarda en büyük değeri 6. uygulamada, en düşük değeri kontrol uygulamasında almıştır (Tablo 9).

3.4.5. Magnezyum (Mg)

Domates bitkilerinin kökleri, gövdeleri ve yapraklarında biriken magnezyum elementi miktarları Tablo 9'da gösterilmiştir. Köklerde magnezyum birikimi istatistiki olarak önemli görülmüştür. Köklerde

en büyük değeri 4, 5 ve 6. uygulamalarda, en düşük değeri 1. uygulamada almıştır.

Tablo 10. Farklı İçerikteki Uygulamaların Kök, Gövde ve Yaprak Kısımlarında Magnezyum Element İçeriğine Etkisi (%)

UYGULAMALAR	KÖK	GÖVDE	YAPRAK
Kontrol	0.745±0.064 d	0.656±0.122 c	1.112±0.335 c
Uygulama1	1.254±0.188 a	0.763±0.149 a-c	1.703±0.271 a
Uygulama2	0.999±0.113 bb	0.828±0.062 a-c	1.248±0.151 bc
Uygulama3	0.929±0.097 bc	0.779±0.036 a-c	1.408±0.105 a-c
Uygulama4	0.934±0.124 bc	0.967±0.221 a	1.396±0.140 a-c
Uygulama5	1.149±0.103 ab	0.909±0.120 ab	1.767±0.127 a
Uygulama6	1.030±0.015 bb	0.720±0.074 bc	1.600±0.137 ab
P Değ.	0.002	0.108	0.010

Sütunlardaki aynı harfi alan ortalamalar arasındaki fark $p \leq 0.005$ 'e göre önemli değildir.

Gövdelerde magnezyum birikimi istatistiki olarak önemli görülmüştür. Gövdelerde en büyük değeri 4., 5. ve 6. uygulamalarda, en düşük değeri ise 1. uygulamada almıştır. Yapraklarda magnezyum birikimi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Yapraklarda en büyük değeri 6. uygulamada, en düşük değeri kontrol uygulamasında almıştır (Tablo 10).

3.4.6. Demir (Fe)

Tablo 11. Farklı İçerikteki Uygulamaların Kök, Gövde ve Yaprak Kısımlarında Demir Element İçeriğine Etkisi (ppm)

UYGULAMALAR	KÖK	GÖVDE	YAPRAK
Kontrol	174.393±5.486 a	89.511±18.716 a	205.007±62.411 a
Uygulama1	167.881±8.360 a	56.332±12.147 ab	164.338±26.068 ab
Uygulama2	126.441±9.838 b	49.231±14.029 ab	125.784±36.300 bc
Uygulama3	130.165±7.080 b	48.948±28.417 ab	135.156±28.804 a-c
Uygulama4	116.078±12.459 b	42.503±18.334 b	115.684±4.097 bc
Uygulama5	101.137±7.506 c	88.457±40.763 a	86.129±65.245 c
Uygulama6	89.031±5.410 c	56.491±7.757 ab	137.921±14.016 a-c
P Değ.	0.000	0.106	0.061

Sütunlardaki aynı harfi alan ortalamalar arasındaki fark $p \leq 0.005$ 'e göre önemli değildir.

Tablo 11’de domates bitkilerinin kökleri, gövdeleri ve yapraklarında biriken demir elementi miktarları gösterilmiştir. Köklerde demir birikimi istatistiki olarak önemli görülmüştür. Köklerde en büyük değeri kontrol uygulamasında, en düşük değeri 6. uygulamada almıştır. Gövdelerde demir birikimi istatistiki olarak önemli görülmüştür. Gövdelerde en büyük değeri 5. uygulamada, en düşük değeri 4. uygulamada almıştır. Yapraklarda demir birikimi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Yapraklarda en büyük değeri kontrol uygulamasında, en düşük değeri 5. uygulamada almıştır (Tablo 11).

3.4.7. Bakır (Cu)

Tablo 12. Farklı İçerikteki Uygulamaların Kök, Gövde ve Yaprak Kısımlarında Bakır Element İçeriğine Etkisi (ppm)

UYGULAMALAR	KÖK	GÖVDE	YAPRAK
Kontrol	6.835±0.923 ab	5.444±1.170 bc	6.864±0.735
Uygulama1	5.478±0.790 b	4.886±0.890 c	6.587±0.885
Uygulama2	7.210±0.670 a	6.630±0.612 a-c	6.300±0.489
Uygulama3	7.629±1.260 a	6.991±1.713 a-c	7.531±0.777
Uygulama4	7.497±0.562 a	7.892±0.307 ab	6.657±1.376
Uygulama5	7.873±1.271 a	8.040±1.237 a	7.083±1.046
Uygulama6	7.435±0.554 a	8.659±1.851 a	7.573±1.140
P Değ.	0.089	0.029	0.617

Sütunlardaki aynı harfi alan ortalamalar arasındaki fark $p \leq 0.005$ 'e göre önemli değildir.

Domates bitkilerinin kökleri, gövdeleri ve yapraklarında biriken bakır elementi miktarları Tablo 12’de gösterilmiştir. Köklerde bakır birikimi istatistiki olarak önemli görülmüştür. Köklerde en büyük değeri 5. uygulamada, en düşük değeri 1. uygulamada almıştır. Gövdelerde bakır birikimi istatistiki olarak önemli görülmüştür. Gövdelerde en

büyük değeri 6. uygulamada, en düşük değeri 1. uygulamada almıştır. Yapraklarda bakır birikimi istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Yapraklarda en büyük değeri 6. uygulamada, en düşük değeri 2. uygulamada almıştır (Tablo 12).

3.4.8. Mangan (Mn)

Tablo 13. Farklı İçerikteki Uygulamaların Kök, Gövde ve Yaprak Kısımlarında Mangan Element İçeriğine Etkisi (ppm)

UYGULAMALAR	KÖK	GÖVDE	YAPRAK
Kontrol	12.877±0.691 b	9.016±0.612 a	19.395±1.711 a
Uygulama1	11.396±0.448 c	7.291±1.767 ab	19.277±2.253 a
Uygulama2	11.175±0.688 c	5.791±0.843 b	13.151±1.849 b
Uygulama3	14.255±0.392 a	5.746±0.526 b	16.732±1.999 ab
Uygulama4	8.401±0.856 d	5.861±0.381 b	15.625±1.959 ab
Uygulama5	14.955±0.604 a	8.905±2.556 a	17.485±1.283 a
Uygulama6	9.314±0.717 d	6.306±0.647 b	18.035±3.831 a
P Değ.	0.000	0.019	0.050

Sütunlardaki aynı harfi alan ortalamalar arasındaki fark $p \leq 0.005$ 'e göre önemli değildir.

Tablo 13'de domates bitkilerinin kökleri, gövdeleri ve yapraklarında biriken mangan elementi miktarları gösterilmiştir. Köklerde mangan birikimi istatistiki olarak önemli görülmüştür. Köklerde en büyük değeri 5. uygulamada, en düşük değeri 4. uygulamada almıştır. Gövdelerde mangan birikimi istatistiki olarak önemli görülmüştür. Gövdelerde en büyük değeri kontrol uygulamasında, en düşük değeri 1. uygulamada almıştır. Yapraklarda mangan birikimi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Yapraklarda en büyük değeri kontrol uygulamasında, en düşük değeri 2. uygulamada almıştır (Tablo 13).

3.4.9. Çinko (Zn)

Tablo 14. Farklı İçerikteki Uygulamaların Kök, Gövde ve Yaprak Kısımlarında Çinko Element İçeriğine Etkisi (ppm)

UYGULAMALAR	KÖK	GÖVDE	YAPRAK
Kontrol	6.614±0.681 a	10.703±1.097 a	13.346±0.305 a
Uygulama1	4.954± 0.943 b	5.334±1.297 b	8.467±0.924 b
Uygulama2	6.246±0.576 ab	6.865±0.416 b	8.247±0.418 b
Uygulama3	6.723±0.122 a	9.573±0.688 a	8.179±3.664 b
Uygulama4	5.433±1.351 ab	6.845±0.486 b	7.637±0.761 b
Uygulama5	5.539±0.716 a	6.768±1.518 b	8.444±0.817 b
Uygulama6	2.587±0.391 c	5.500±0.682 b	5.075±2.963 c
P Değ.	0.000	0.000	0.006

Sütunlardaki aynı harfi alan ortalamalar arasındaki fark $p \leq 0.005$ 'e göre önemli değildir.

Domates bitkilerinin kökleri, gövdeleri ve yapraklarında biriken çinko elementi miktarları Tablo 14'de gösterilmiştir. Köklerde çinko birikimi istatistiki olarak önemli görülmüştür. Köklerde en büyük değeri 3. uygulamada, en düşük değeri 6. uygulamada almıştır. Gövdelerde çinko birikimi istatistiki olarak önemli görülmüştür. Gövdelerde en büyük değeri kontrol uygulamasında, en düşük değeri 1. uygulamada almıştır. Yapraklarda çinko birikimi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Yapraklarda en büyük değeri kontrol uygulamasında, en düşük değeri 6. uygulamada almıştır (Tablo 14).



Şekil 2. Hasat Gününde Uygulamaların Bitki Gelişim Durumları

SONUÇ

Denemede Bandita F1 salkım domates tohumu kullanılmıştır. Tohumlar biri kontrol olmak üzere 7 farklı besin çözeltisiyle pişkin fide haline gelene kadar beslenmiştir. Kontrol grubu, piyasada kullanılan ticari gübre çözeltisi olarak uygulanmıştır. Uygulama1 standart besin çözeltisi olan Hoagland çözeltisidir. Diğer Uygulama2, Uygulama3, Uygulama4, Uygulama5 ve Uygulama6 besin uygulamaları Hoagland (Uygulama1) çözeltisine göre makro ve mikro besin elementleri reçeteleri hazırlanıp bitkilere uygulanmıştır.

Toplam bitki ağırlığı bakımından elde edilen verileri incelediğimizde, kontrol uygulamasından itibaren yükselmeye başlamış 3. besin solüsyonu reçetesinde en üst noktaya ulaşmıştır. 3. reçeteden sonra düşmeye başlamıştır. Buradan da anlaşılmaktadır ki uygulanan besin elementi dozları ve biri birileri ile oranları 3. reçetede en uygun oranlardadır. Diğer büyüme parametrelerinde de aynı durum görülmektedir. Yani çok açık bir şekilde 3. besin solüsyonu reçetesinin domates fidesi için en uygun besin reçetesi olduğudur. Özellikle toplam bitki ağırlığı olunca en pişkin ve kaliteli domates

fidesinin 3. besin reçetesinden elde edildiğini görmekteyiz. Yücel (2005)'in domates ve hıyar fidesi üretiminin fide kalite özellikleri ve besin maddesi alımına etkileri isimli çalışma da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Bitki yapraklarındaki klorofil miktarlarına göre uygulamalar arasında önemli farklılık pek görülmezken, en yüksek klorofil miktarı 6. besin solüsyonunun uygulandığı fidelerin yapraklarında görülmüştür. Uygulamada besin dozlarının 3. uygulamadan sonra fazla gelmesi ve gelişmede olumsuz etki göstermesinden de anlaşılıyor ki bitkiler strese girmiş olabilirler. Düşük derecede strese girmiş olmalarından dolayı karotenoidlerde ve klorofil pigmentlerinde artışların olması muhtemel olabilir (Yaşar, 2003). Renk değerlerinde de önemli farklılıklar olmamıştır. L değeri bakımından 3. besin solüsyonundan elde edilen değer en yüksek bulunmuştur. 3. besin solüsyonu uygulamasında diğer tüm büyüme ve gelişme parametrelerinin yüksek bulunması ile birlikte L renk değerinin de yüksek çıkması, bu değer en uygun ölçüm değerinin olduğunu göstermiştir.

Canlıların ihtiyaç duydukları besin maddeleri ve oksijenin üretilmesi ile fotosentez olayının gerçekleşmesini sağlayan, bitkilere yeşil rengini veren pigment klorofildir. Bitkilerin tür ve yetiştirme ortamları gibi birçok faktöre bağlı olarak klorofil miktarı değişmektedir. Buda klorofil miktarının bilinmesini önemli kılmaktadır (Zeren ve ark., 2017).

Bu çalışmada N oranları kontrol olarak kullanılan ticari gübre hariç, diğer tüm uygulamalarda aynı olup miktarını değiştirmedik. Azot bakımından elde edilen sonuçlara baktığımızda kontrol hariç diğer tüm uygulamalarda veriler aynı çıkmıştır. Buda denemenin ne kadar titiz ve düzgün yapıldığını ve sonuçların doğruluğunu test eden bir veri setidir. Kontrol hariç diğer tüm uygulamalarda bitkilerin azot alım miktarlarının aynı olması, diğer besin elementlerinde özellikle potasyum ve kalsiyumun artışına karşın değişmemiş olması azot dozunda artışın olabileceğini göstermektedir. Şayet azot dozunda bir miktar artış olmuş olsaydı, 3. besin solüsyonunda belki daha iyi gelişme olabilirdi.

Elde edilen veriler ve dozlar incelendiğinde doz arttıkça fosfor birikiminin arttığı görülmüştür. Fosfor ile birlikte diğer besin elementlerinin de artmış olması fosfor alınımını olumsuz etkilememiştir. Ancak 3. dozdan sonraki doz artışının yarayışlı doz olduğunu söyleyemeyiz.

Fosforun aksine potasyum dozlarının artışına bağlı olarak kademeli bir artış görülmemiştir. Demek ki dozun artması bu elementin bitkide her şartta artabileceği anlamına gelmemektedir. Fosforun diğer besin elementleriyle olan oranı özellikle kalsiyumla olan oranı önemlidir. Bitkilerde diğer besin elementleri incelendiğinde uygulamalarda pek çok besin elementinde kademeli olarak bir artış olmasına karşın genelde her üç organda da besin elementi alımları benzer çıkmıştır. Fosfor hariç konsantrasyon artışına bağlı olarak bir artış görülmemiştir. Demek ki besin elementinin ortamda fazla olması bir

avantaj sağlamayıp hatta dezavantaj sağlayabilmektedir. Hem gereksiz gübre harcaması hem de verim ve kalite kayıplarına sebebiyet verebilmektedir. Özellikle de besin elementi verilirken dengesiz verilmesi daha büyük çaplı kayıplara sebebiyet verebilir (Yasar & Uzal, 2019). Bu sebeplerden dolayı beslenme programları yaparken ya hazır kompoze gübreler kullanmak ya da özel karışımlar hazırlamak gerekir.

Bu çalışmada hazırlamış olduğumuz besin solüsyonlarının oranlarının ne kadar dengeli olduğunu bitkilerin farklı organlarının besin elementi birikimlerinin incelenmesinden görmekteyiz. Zaten bitkilerdeki besin elementi alımlarının incelenmesinin sebebi, besin alım düzeyleri ile oranlarının doğruluğu hakkında bilgi sahibi olmak içindir. Elde edilen sonuçlara göre tüm solüsyonlarda bir denge söz konusu olup ancak en doğru ve yararlı besin solüsyonunun 3. uygulama olduğu görülmüştür.

Çalışmamızdaki besin reçetelerinde azot dozlarında bir miktar artış olsaydı acaba daha iyi gelişme olabilir miydi? Ya da boya kaçma olabilir miydi? Sorularının cevapları için, 3. besin solüsyonu uygulanırken basit bir denemeyle test edilebilir. Ancak bitkilerin azot alım miktarları incelendiğinde diğer besin elementlerinin kademeli olarak artışının olduğu besin reçetelerinde, azot dozunun sabit olmasına karşın alımında azalma olmadığı görülmüştür. Buradan da anlaşılıyor ki besin solüsyonlarının azot miktarı, diğer besin elementleri ile denge sağlayabilecek seviyededir. Çünkü beslenmede amaç, türe göre en uygun besin dengesini sağlamaktır.

Günümüzde yeni tekniklerle tohumdan fide üretimi yetiştiriciliğinin önemi her geçen gün artmaktadır. Son zamanlarda birim alandan maksimum verim alınması ve entansif yetiştiriciliğin yaygınlaşmasıyla, hazır gübre solüsyonlarına olan ihtiyaç giderek artmaktadır. Yapılan bu çalışmayla yetiştiriciliği yoğun bir şekilde yapılan domates bitkisinde, en uygun ve kaliteli pişkin fide üretiminde, makro ve mikro besin elementleri içerikleri bakımından en uygun besin reçetesinin N (186 ppm), P (35 ppm), K (237.4 ppm), Mg (49.28 ppm), Ca (180 ppm), Fe (3 ppm), Mn (0.037 ppm), B (0.205 ppm), Cu (0.020 ppm) ve Zn (0.030 ppm) olduğu Uygulama3 reçetesi olduğu sonucuna varılmıştır.

Bu çalışmanın sonuçları, özellikle ar-ge imkânı olmayan ve kısıtlı sermayeyle işe başlamış fide üreticisi işletmelerin bu besin reçetelerinden faydalanarak kendi ekonomilerine ve ülke ekonomisine katkıda bulunması beklenmektedir.

KAYNAKLAR

- Demir, İ., Balkaya, A., Yılmaz, K., Onus, A.N., Uyanık, M., Kaycıoğlu, M., & Bozkurt, B. (2010). Sebzelere Tohumluk ve Fide Üretimi. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi. 11-15 Ocak 2010, Ankara. 315–346.
- Güneş, A., Alpaslan, M., & İnal, A. (2007). Bitki Besleme ve Gübreleme. AÜ, Ziraat Fak., Yay. No: 1551, Beşevler/Ankara. 576.
- Kacar, B., (1994). Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III Toprak Analizleri. AÜ, Ziraat Fak. Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yay. No: 3, Ankara,703.
- Kacar, B., & İnal, A. (2008). Bitki Analizleri. Nobel Yay. No: 1241, Ankara, 892.
- Luna, C., Seffino, L.G., Arias, C. & Taleisnik, E. (2000). Oxidative Stress Indicators as Selection Tools for Salt Tolerance in chloris gayana. Plant Breeding, 119: 341-345.
- Mc Guire, G.R. (1992). Reporting of Objective Color Measurements. Horticulturæ Science, 27 (12): 1254-1255.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2007). Bitki Fizyolojisi. Palme Yayıncılık, Ankara. 690.
- Taleisnik, E., Peyran, G., & Arias, C. (1997). Respose of Chlorisgayana Cultivars to Salinity.1. Germination and Early Vegetative Growth. Tropical Grasslands 31: 232-240.
- Tüzel, Y., Öztekin G.B., & Karaman, İ. (2010). Serik İlçesindeki Modern ve Geleneksel Sera İşletmelerinin Üretici Özellikleri, Sera Yapısı ve Sebze Üretim Teknikleri Bakımından Karşılaştırılması, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 47(3):223-230.
- Tüzel, Y., Gül, A., Daşgan, H.Y., Öztekin, G.B., Engindemiz, S., & Boyacı, H.F. (2015). Örtüaltı Yetiştiriciliğinde Değişimler ve Yeni Arayışlar. Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi. 12-16 Ocak 2015, Ankara. 685-709.
- Vural, H., Eşiyok, D., & Duman, İ. (2000). Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme). EÜ, Ziraat Fak., Bahçe Bitkileri Bölümü. Bornova, İzmir.
- Yaşar, F. (2003). Tuz Stresi Altındaki Patlıcan Genotiplerinde Bazı Antioksidant Enzim Aktivitelerinin Invitro ve In Vivo Olarak İncelenmesi. (Doktora Tezi Basılmamış). Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bil. Enst., Van.

- Yasar F., & Uzal O. (2019). The effect of Different Fertilizer Applications on Plant Development and Flowering of Demre Pepper, X International Agriculture Symposium, Agrosym 2019, Jahorina, Bosnia and Herzegovina, 3-6 October 2019, 737-740.
- Yelboğa, K. (2014). Tarımın Büyüyen Gücü: Fide Sektörü. Bahçe Haber, 3 (2): 13-16.
- Yücel, N. K. (2005). Hümik Asit İlave Edilmiş Torf Ve Cibre Ortamlarında Domates ve Hıyar Fidesi Üretiminin Fide Kalite Özellikleri ve Besin Maddesi Alımına Etkileri (yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Zeren, İ., Cantürk, U., & Yaşar, M. (2017). Bazı Peyzaj Bitkilerinde Klorofil Miktarının Değişimi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 19 (2): 174-182.

BÖLÜM VI

DOMATES GENOTİPLERİNDE KURAKLIK STRESİNDE MİKRO ELEMENT İÇERİĞİ DEĞİŞİMİ

Dr. Öğr. Üyesi Sultan DERE^{1*}
Prof. Dr. Hayriye Yıldız DAŞGAN²

^{1*}Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Siirt, Türkiye.
sultan.dere@siirt.edu.tr.

²Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana, Türkiye.
dasgan@cu.edu.tr.

GİRİŞ

Dünyada özellikle sıcak, kurak ve yarı kurak alanlarda su stresi tarımsal üretimi sınırlandıran en önemli abiyotik streslerden biridir (Boyer, 1982; Waraich ve ark., 2011). Hızlı nüfus artışıyla birlikte gelişmekte olan ülkelerde ciddi beslenme sorunu yaşanacağı ve tarım topraklarında nüfus baskısının hissedilir şekilde yükseleceği düşünülmektedir. Artan dünya nüfusunun beslenme ihtiyacının karşılanabilmesi için üretimin 25 yıl içinde %100'e kadar artırılması gerekmektedir (Borlaug & Dowsell, 1993; Waraich ve ark., 2011). Tarım alanlarını artırma imkanı sınırlı olduğundan dolayı bu artışın mevcut tarım alanlarıyla sağlanması gerekmektedir. Tarım topraklarının doğru şekilde yönetilmemesinden dolayı tarım topraklarının yoğun kullanımı ve bozulması sonucunda toprak verimliliği azalmaktadır (Gruhn ve ark., 2000; Çakmak, 2002; Waraich ve ark., 2011). Son yıllarda dünya nüfusundaki artış ve doğal kaynakların yoğun kullanımı nedeniyle tuzluluk, kuraklık, su eksikliği gibi çevresel sorunlar hızla artmaktadır. Bu sorunlar bitkisel üretimde verim azalışlarına neden olmaktadır (Waraich ve ark., 2011). Kuraklık stresinin de dahil olduğu abiyotik strese verim kaybının %54 ile %82 arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir (Bray ve ark., 2000).

Bitkiler çeşitli stres faktörlerine karşı hayatta kalmak ve verimliliği korumak için farklı uyum ve direnç mekanizmaları geliştirmişlerdir. Çevresel streslere karşı bitkideki mineral-besin durumu direnci artırmada kritik rol oynadığı yapılan çalışmalarda görülmektedir (Marschner, 1995). Kuraklığın besin elementlerinin mevcudiyeti,

emilim, translokasyon, birikim ve bitkilerde bölünmesi üzerine etkilerini, besin elementlerinin potansiyel etkileşimleri ve bitkinin kuraklık stresine tepkisini anlamak önemlidir (Ashraf ve ark., 2011). Su stresi altındaki bitkilerin besin içeriği, kuraklığın şiddetine, topraktaki elementlerin konsantrasyonuna ve diğer koşullara bağlı olarak bitkilerde artabilir, azalabilir veya değişiklik göstermeyebilir (Hu & Schmidhalter, 2005). Bitkilerde zayıf kök gelişimi ve topraktaki mineral elementlerin zayıf hareketliliği besin azalışına ve dengesizliğine neden olabilmektedir. Ayrıca kuraklık stresi bitkilerde besin elementlerinin varlığında düşüş, besin elementlerinin emiliminin bozulmasına, dışarı atım mekanizmalarının bozulmasına ve terleme akışındaki azalışa neden olabilir (Tadayyon ve ark., 2018).

Her canlı organizmanın temel gereksinimi doğru beslenmedir. Bitkiler yaşam döngülerini tamamlamak için 17 elemente ihtiyaç duymaktadır (Waraich ve ark., 2011). Mikro besinler bitki büyümesi için gereklidir ve enerji metabolizması, birincil ve ikincil metabolizma, hücre koruma, gen regülasyonu, hormon algısı, sinyal iletimi ve üreme gibi hemen hemen tüm metabolik ve hücresel işlevlerde rol oynarlar (Hansch & Mendel, 2009). Bitkilerde temel besinler, makrobesinler ve mikrobesinler olarak ikiye ayrılır. Çinko (Zn), bakır (Cu), demir (Fe), manganez (Mn), bor (B), molibden (Mo), klor (Cl) ve nikel (Ni) mikrobesinlerdir (Waraich ve ark., 2011). Mikrobesinler, bitki gövdesi içindeki belirli fizyolojik, biyokimyasal ve metabolik süreçlerin aktifleşmesiyle kuraklık stresini azaltmada makro besin maddelerine yardımcı olur (Waraich ve ark., 2011). Bitki büyümesi ve

gelişmesi için Zn önemli bir mikro besin maddesidir. Kuru bölgelerde yüksek alkalilik ve kalsiyum karbonat içeriği ile ilişkili olarak Zn bitkilerde eksiktir (Liu, 1996). Kuraklık stresi bitkilerin net fotosentetik oranını (Pn) azaltır. Bu düşüş, daha düşük yaprak alanı nedeniyle ışık tutumunda bir azalma, birim yaprak alanına düşen karbon fiksasyonundaki azalma veya fotosentetik düzenin hasar görmesi ile ilişkili olabilir (Lal & Edwards, 1996; Saccardy ve ark., 1996; Foyer ve ark., 1998; Castrillo ve ark., 2001; Bruce ve ark., 2002). Karbonhidrat ve azot metabolizması için Cu önemli bir mikro besin maddesidir. Bakır ayrıca hücre duvarı kuvveti ve solgunluğun önlenmesi için gerekli olan lignin sentezi için de gereklidir. Kuraklık stresi bitkilerdeki tüm bu süreçleri olumsuz etkiler. Uygun Cu beslenmesi, sapların ve dalların kurummasını azaltarak, yaprakların sararması, bodur büyüme, kolayca solgunlaşan soluk yeşil yaprakları azaltarak kuraklığın olumsuz etkilerini hafifletir ve CHO ve azot metabolizmasını geliştirerek bitkilerin büyümesini artırır (Waraich ve ark., 2011).

Dünyada ve ülkemizde diğer sebzelere kıyasla üretimi ve tüketimi yapılan en önemli sebzelerden biri domatestir (Nangare ve ark., 2016; Cui ve ark., 2020). Domatesin birçok üründe (salça, ketçap, konserve, sos vs.) hammadde kaynağı olarak kullanılması ve hem işlenmiş hem de taze olması tüketilmesi nedeniyle önemli bir yere sahiptir (Shi ve ark., 2000). Domatesin yoğun kullanılan bir tür olması nedeniyle domateste su stresine toleranslı genotiplerin belirlenmesi önemliyken

su stresinde domates genotiplerin mikro besin element içeriğinin değişiminin ortaya çıkarılması da ayrıca önem taşımaktadır.

Tüm bu nedenler ışığında domatesin dünyada ve ülkemizde en çok üretilen ve tüketilen bir tür olması ve su stresinin önemli bir abiyotik stres faktörü olması nedeniyle bu çalışma, domates genotipleri ve çeşitlerinin mikro element içeriğine, kuraklık stresinin etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

1.MATERYAL VE YÖNTEM

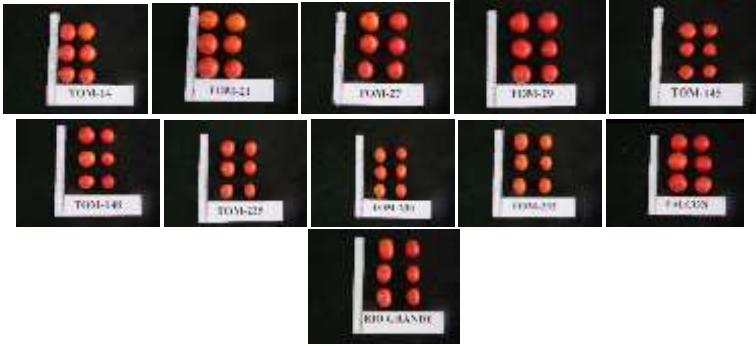
Deneme (Ç.Ü.Z.F.) Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait deneme alanında açık arazide yürütülmüştür. Adana'da yürütülen daha önceki projelerde kuraklık stresine dayanıklı olduğu belirlenen domates genotiplerinin kontrolleri ve şahit çeşitler ile birlikte yetiştirilerek yapraklardaki mikro element içeriği analizi yapılmıştır. Denemede kullanılan domates genotipleri Ç.Ü.Z.F. Bahçe Bitkileri Bölümü'ne 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 Sebzeçilik Araştırma ve Geliştirme Merkezi (AVRDC)'nden temin edilip, Ç.Ü.Z.F. Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait gen havuzuna dâhil 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) kullanılmıştır. Bu durumda ilk yıl toplamda 12 adet domates genotipi/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 yürütülmüştür (Çizelge 1). Tom-139 genotipinde tohum miktarı ile ilgili yaşanan sorunlardan dolayı ikinci yıl çalışmadan çıkarılmıştır.

Çizelge 1. Çalışmada Kullanılmış Olan Domates Genotip ve Çeşitleri

Genotip kodu
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



Resim 1. Denemede Yer Alan Genotip ve Çeşitlerin Meyve Görselleri (Dere, 2018)

1.1. Yöntem

1.1.1. Denemenin Kurulması

Birinci yıl ve ikinci yıl denemede domates fidelerini elde etmek üzere domates tohumları 2:1 oranında torf: perlit karışımı içeren 45 gözlü (9x5) viyollere ekilmiştir. Fidelik serasında domates fideleri, dört-beş yapraklı büyüklüğe ulaşana kadar yetiştirilmiştir. Deneme alanından, dikimden önce toprak örneği alınarak bitki besin maddeleri ve tekstür bakımından analiz ettirilmiştir. Dikim yapılmadan önce toprak iki kez sürülmüştür. Toprağa yabancı otlara karşı herbisit (Tiralin 48 EC) uygulanmıştır. Dikimden önce, açık araziye dekara 50 kg 20+20+20+Zn, 50 kg kükürt ve 125 kg çiftlik gübresi uygulanmıştır. Arazi parselasyonu yapılarak fide dikimi gerçekleştirilmiştir. Dikimden önce fideler kök hastalıklarına karşı Tachigaren fungusite daldırılmış ve açık araziye dikilmiştir.

Çalışma 2 uygulama şeklinde kurulmuştur. Bunlardan birisi kontrol olarak düşünülen ve tam sulanan parseller, diğeri su kısıtlaması yapılan ve kontrolün % 50'si kadar sulanan kuraklık parselleridir. Kuraklık uygulanan parsellerde domates için verim azalmasının en az olduğu ancak meyve kalitesinin arttığı Patanè & Cosentino (2010) ve Patanè ve ark. (2011)'e göre; çiçeklenmeye kadar %100 sulama ve çiçeklenmeden sonra %50 kısıtlı sulama uygulanmıştır. Sulama zamanı ve verilecek su miktarının belirlenmesi konusunda Ç. Ü. Z. F. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü'nden destek alınmıştır. Birinci yıl 78 gün kuraklık stresi uygulanmış ve deneme sonlandırılmıştır. İkinci yıl 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. Her blokta 12 adet genotip yer almıştır. Domates fideleri dikilirken sıra arası 120 cm ve sıra üzeri 50 cm olarak düzenlenmiş, dikim yoğunluğu bu durumda 960 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 oluşturulan parsellerde, çiçeklenmeden sonra kontrolün yarısı kadar kısıtlı sulama uygulamasına başlanmıştır.

Çalışmada domates bitkilerinin beslenmesi her 2 uygulamada da eşit olarak yapılmıştır. Bunun için Günay (2005)'ın bildirdiği şekilde dekara saf olarak 16 kg N, 5 kg P₂O₅, 23 kg K₂O, 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 damlama sulama sisteminden veya yapraktan organik madde içerikli humik ve fulvik asit içeren gübrelerle üretim desteklenmiştir.

Sulama aralığı haftada iki kez olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Günlük olarak buharlaşma kazanından (Class Apan) okunan buharlaşma değerlerine göre bitkilere uygulanan sulama suyu miktarı aşağıdaki eşitlik yardımı ile hesaplanmıştır. Denemede tam sulama yapılan bitkilere verilen sulama suyu miktarı aşağıdaki formül yardımıyla belirlenmiştir.

Kuraklık uygulaması, bunun yarısı kadar su olmuştur.

$$IR = A * E_{pan} * k_{cp} * P$$

IR: Uygulanan su miktarı (m³)

A: Parsel büyüklüğü (da)

E pan: Buharlaşma miktarı (mm)

k_{cp}: Bitkinin (domates) katsayısı (0.80)

P-örtü: Bitki örtüsü (%)

P-örtü: Bitki taç genişliği (cm) / Sıra aralığı (cm)



Resim 2. Deneme Alanında Yapılan İşlemlerle İlgili Görseller (Daşgan, 2018)

1.1.2. Mineral Element Analizleri (Fe, Cu, Zn, Mn)

Denemelerin 12. haftasında her tekerrürden yaprak örnekleri iki paralel alınarak örnekleme yapılmıştır. Alınan örnekler yıkandıktan sonra kese kâğıtlarına alınarak etüvde 80°C'de sabit ağırlığa gelene

kadar kurutulmuştur. Daha sonra kurutulmuş yaprak örnekleri öğütülmüş ve öğütülen bu örneklerden 200 mg alınarak mikrodalga fırınında 550°C'de 5 saat süreyle yakılmıştır. Yakma işleminden sonra meydana gelen kül %33' lük HCl asitle çözülmüş ve mavi bant filtre kâğıdı kullanarak filtre edilmiştir. Süzülen örnekler gerekirse %3.3' lük HCl asitle 1/10 oranında seyreltilmiştir. Süzüklerden Fe, Cu, Zn, Mn, Varian marka FS220 model Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre cihazında emisyon modunda okunmuştur (Jones Junior, 1972; Analytical methods for Atomic Absorption Spectrophotometry, 1976) .

1.1.3. İstatistiksel Analizler

Çalışmada elde edilen veriler JMP paket programında istatistiksel analizleri yapılmış ve ortalamaları LSD testine göre karşılaştırılmıştır (JMP, 2007). Çalışmada % 100 kontrole göre % 50 su stresi ile yetiştirilen domates ve çeşitlerinde kaydedilen değerler, stres olmayan kontrol bitkilerine göre değişimleri yüzde olarak hesaplanmıştır.

2. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bitkilerde mineral element alımı, su varlığında ve su kısıtlamasından etkilenmekte ve topraktan mineral element alımının bu koşullarda kısıtlandığı belirtilmiştir. Bitki türüne göre de mineral element alımının ve taşınmasının değiştiği belirtilmiştir (Gözüaçık, 2013).

Kuraklık stresinin, bitkilerde terleme oranını sınırlandırması ve aktif taşıma ve membran geçirgenliğini bozması hem köklerden besin alımını hem de köklerden sürgünlere besin elementi taşınımını

azaltır (Viets, 1972; Alam, 1999). Topraktaki nem düşüşü, bitkilerin kök yüzeyinde ve topraktaki besin maddelerinin yayılımında azalmaya neden olur (Pinkerton & Simpson, 1986; Alam, 1999). Mikrobesin eksiklikleri kurak bölgelerde çok yaygındır. Toprakta bitki besin elementlerinin fazla olsa bile bitkide besin noksanlığı görülebilir. Bu nedenle bitkilerde besin elementi eksikliğinin giderilebilmesi için yapraktan besin elementi uygulaması önemli olacağı bildirilmiştir (Oertli, 1991). Düşük toprak nemi Mn, Mo, Fe ve Zn'de eksikliklere neden olabilir. Nemli koşullarda Mn ve Fe indirgenir ve daha çözünür formlara dönüşmesi nedeniyle daha fazla kullanılabilir hale gelir (Havlin ve ark., 1999).

Bitki besin elementi alınımı ve taşınımının kuraklık stresi koşullarında değiştiği bilinmektedir (Hu & Schmidhalter, 2005; Amtmann & Blatt, 2009; da Silva ve ark., 2011). Toprakta inorganik formda bulunan bitki besin elementleri, bitki büyüme ve gelişimi için önemlidir. Toprak nemi ile bitki besin elementlerinin alınımı ilişkilidir. Suyun hareketi yetersiz toprak suyu nedeniyle kısıtlanmakta bununla beraber iyonların difüzyonu azalmakta ve kök aktivitesindeki düşüşe bağlı olarak besin elementi yeterli miktarda alınamamaktadır (Dubey & Pessarakli, 1995; Taiz ve Zeiger, 2006).

Bitkilerde kuraklık stresinde besin elementi içeriğinin arttığı bunun da kuraklık stresine karşı savunma mekanizmasında rol oynadığı olasılığı ortaya çıkmaktadır. Kuraklık stresinde bu elementler oksidatif stresin ortadan kaldırılmasında rol oynayan enzimlerin yapısına kofaktör olarak katılırlar (Marschner, 1995; Waraich ve ark., 2011). Kuraklık stres

düzeinin yüksek olması Fe, Zn, Cu ve Mn gibi miko besin elementlerinin yükselmesine neden olmaktadır (Küçük Kaya, 2021).

2.1. Domates Genotip ve Çeşitlerinde Bakır İçeriği

Bitki yaşamı için bakır çok önemlidir. Bakır elementi, Fotosentez ve mitokondriyal solunum, karbon ve nitrojen metabolizması, oksidatif stres koruması ve hücre duvarı sentezi için gereklidir. Bakır biyokimyasal reaksiyonlarda indirgeyici ve oksitleyici ajan olarak görev almaktadır (Hansch & Mendel, 2009; O'Halloran & Culotta, 2000; Huffman & O'Halloran, 2001).

Birinci yıl çalışmada yaprak Cu içeriği bakımından domates genotip ve çeşitleri arasında kontrol grubunda istatistiki fark bulunmazken kuraklık stresi uygulamasında istatistiki fark önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Kuraklık stresinde kontrole kıyasla genotiplerin yaprak Cu içeriğinde değişimler görülmüştür. Yaprak Cu içeriği bakımından kontrole kıyasla en fazla değişimin ve artışın görüldüğü genotipin Tom-148 olduğu (%179.17) bunu Falcon çeşidinin (%166.10) takip ettiği görülmüştür. Yaprak Cu içeriği kontrole kıyasla kuraklık stresinde azalış gösteren genotipin Tom-14 (%28.33) olduğu belirlenmiş bunu Rio Grande çeşidi (%19.77) takip etmiştir (Çizelge 2).

İkinci yıl çalışmada yaprak Cu değerleri bakımından genotipler ve çeşitler arasındaki farklılıkların kontrol ve kuraklık stresi uygulamasında istatikselsel olarak önemli bulunmuştur. Kontrol uygulamasında yaprak Cu içeriğinin en fazla Tom-230 genotipinde bulunmuştur. Kuraklık stresi uygulamasında ise en fazla Tom-14

genotipinde bulunmuştur. Yaprak Cu içeriği bakımından yüzde değişimin artışının kontrole kıyasla kuraklık stresi uygulamasında en fazla Tom-14 genotipinde görülmüştür. En fazla azalışın ise Tom-230 genotipinde belirlenmiştir (Çizelge 3).

Cu, proteinlerin ve enzimlerin oksidatif stres bağlanmasını önlemeye katılır (Hansch & Mendel, 2009). Zarina domates çeşidinde iyi sulanmış koşullarda Cu içeriği $98 \mu\text{g g}^{-1}$ ($2.2 \text{ mg bitki}^{-1}$) su stresinde ise $100 \mu\text{g g}^{-1}$ ($2.7 \text{ mg bitki}^{-1}$) olduğu belirtilmiştir. Jalapeno biberi çeşidinde %100 sulama uygulamasında Cu içeriği 20.34 ppm olduğu %50 sulama uygulamasında 13.94 ppm olduğu bildirilmiştir (Pıtır, 2015). Marulda kuraklık stresinde Cu içeriğinin kontrolde 10.92 ppm, kuraklık stresinde 15.56 ppm olduğu bildirilmiştir. Kuraklık stresinin marulda Cu içeriğini arttırdığı bu çalışmada ortaya çıkarılmıştır (Karipçin & Şatır, 2016). Yapılan bir çalışmada, marulda kuraklık stresinin şiddeti arttıkça Cu içeriğinin azaldığı bildirilmiştir (Kıran, 2019). Şeker pancarı köklerinde Cu içeriğinin kontrole kıyasla kuraklık stresinde değişmediği, yaprakta ise Cu içeriğinin kontrolde 0.019 mg g^{-1} kuraklık stresinde azaldığı ve 0.013 mg g^{-1} düştüğü belirtilmiştir (Hosseini ve ark., 2019).

2.2. Domates Genotip ve Çeşitlerinde Manganez İçeriği

Bitki gelişimi ve metabolizması için manganez gereklidir (Hebberner ve ark., 2009). Manganez, proteinlerde iki işlevi yerine getirebilmektedir. Bu işlevler (Yang ve ark., 2006; Hansch & Mendel, 2009) katalitik olarak aktif metal görevi görmesi veya (O'Halloran ve Culotta, 2000; Hansch & Mendel, 2009) enzimler üzerinde aktive

edici bir rol oynaması olarak bilinmektedir. Hücreyi serbest radikallerin zararlı etkilerinden koruyan manganez içeren süperoksit dismutaz, oksalat oksidaz ve fotosistem II sisteminin manganez içeren kısmı katalitik rolünün örnekleridir (Barber, 2003; Hansch & Mendel, 2009). Manganez aktivasyonu, nitrojen metabolizması enzimlerinde (glutamin sentetaz, arginaz), gibberellik asit biyosentezinde, RNA polimeraz aktivasyonunda ve yağ asidi biyosentezinde görülmüştür (Hansch & Mendel, 2009). Manganez, bitki metabolizması ve gelişimi için gereklidir. Manganez ayrıca bitki hücresinin yaklaşık 35 enziminde II, III ve IV oksidasyon durumlarında meydana gelir (Hebberner ve ark., 2009).

Birinci yıl çalışmasında, yaprak Mn içeriği bakımından hem kontrol grubunda hem de kuraklık stresi uygulamasında genotipler ve çeşitler arasında istatistiksel farkın önemli olduğu belirlenmiştir. Kuraklık stresi uygulanan genotip ve çeşitlerin yaprak Mn içeriği kontrole göre kıyaslandığında en fazla yüzde artışın Falcon (%66.92), Tom-148 (%62.41), Rio Grande (%60.00) ve Tom-225 (%45.19) genotip ve çeşitlerinde olduğu görülmüştür. Yaprak Mn içeriği bakımından kurakta kontrole göre yüzde azalışın Tom-145 (%59.71), Tom-139 (%36.15) ve Tom-14 (%35.74) genotipinde olduğu görülmüştür. Kontrol grubunda yaprak Mn içeriği en fazla Tom-230 ve Tom-145 genotipinde görülürken, kuraklık stresinde Falcon ve Tom-148 genotipinde görülmüştür (Çizelge 2).

İkinci yıl çalışmasında kontrol ve kuraklık stresi uygulamasında yaprak Mn içeriği açısından genotip ve çeşitler arasındaki farklılığın

istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür. Yaprak Mn içeriğinin, kontrol ve kuraklık uygulamasında en fazla Tom-14 genotipinde olduğu belirlenmiştir. Kontrole kıyasla kuraklık stresinde yaprak Mn içeriği yüzde değişimi Tom-225 genotipinde artış şeklindedir. Kuraklık stresinde kontrole göre yüzde azalışın en fazla Tom-29 genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Bitkilerde kuraklık stresinde Zn ve Mn içeriğinin kontrole kıyasla değişim gösterdiği yapılan çalışmada bildirilmiştir (Özpay, 2008). Zarina domates çeşidinde iyi sulanmış koşullarda Mn içeriği $597 \mu\text{g g}^{-1}$ ($1.4 \text{ mg bitki}^{-1}$) su stresinde ise $564 \mu\text{g g}^{-1}$ ($1.0 \text{ mg bitki}^{-1}$) olduğu belirtilmiştir. Kabak genotiplerinde yapılan kuraklık stresi çalışmasında, bazı genotiplerin kuraklık stresinde kök, gövde ve yaprak içeriğinde Mn birikiminin kontrole kıyasla arttığı belirtilmiştir. Kuraklık stresinde, tolerant genotiplerde besin element içeriğinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Köse, 2011). Marulda Mn içeriğinin kuraklık stresinde azaldığı ve bu azalışın kuraklık stresi şiddetlendikçe arttığı belirtilmiştir (Kıran, 2019). Mn içeriğinin şeker pancarı köklerinde kontrolde 0.051 mg g^{-1} olduğu kuraklık stresinde artış görülerek 0.083 mg g^{-1} 'a çıktığı belirtilmiştir. Şeker pancarı yapraklarında Mn içeriğinin 0.454 mg g^{-1} 'dan 0.053 mg g^{-1} 'a çıktığı belirtilmiştir (Hosseini ve ark., 2019). Fasulyede kuraklık stresinde yaprak, gövde ve kök içeriğinde Mn miktarının azaldığı belirtilmiştir. Kuraklık stresiyile Mn içeriğinin azaldığı ve bu azalışın kuraklık stresinin şiddeti arttıkça yükseldiği bildirilmiştir (Kılıçaslan ve ark., 2020).

2.3. Domates Genotip ve Çeşitlerinde Demir İçeriği

Demir (Fe) de bakır gibi bitkiler için büyük öneme sahiptir. Redoks-aktif metal olarak fotosentez, mitokondriyal solunum, nitrojen asimilasyonu, hormon biyosentezi (etilen, gibberellik asit, jasmonik asit), reaktif oksijen türlerinin üretimi ve temizlenmesi, ozmoproteksiyon ve patojen savunmasında rol oynar. Kloroplastlarda hücre sel demirin %80'i kadarı bulunur ve bu fotosentezdeki ana işlevi ile tutarlıdır (Hansch & Mendel, 2009).

İlk yıldaki araştırma bulguları, kontrol grubunda tespit edilen yaprak Fe içeriği açısından genotip ve çeşitler arasında istatistiksel olarak bir farkın olmadığını göstermiştir. Kuraklık stresi uygulamasında yaprak Fe içeriği bakımından farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür. Kontrol grubunda en fazla Fe içeriğinin Tom-232 genotipinde, kuraklık stresi uygulamasında ise Tom-21 genotipinde bulunmuştur. Yaprak Fe içeriği bakımından kontrole kıyasla kuraklık stresi uygulamasında yüzde değişimin Tom-230 genotipinde pozitif olduğu görülmüştür. Yaprak Fe içeriği bakımından kontrole kıyasla kuraklık stresi uygulamasında en fazla yüzde azalışının Tom-145'te olduğu görülmüştür (Çizelge 2).

İkinci yıldaki çalışmada yaprak Fe içeriği bakımından hem kontrol grubunda hem de kuraklık stresi uygulamasında genotipler ve çeşitler arasında istatistiksel farkın önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Kuraklık stresi uygulanan genotip ve çeşitlerin yaprak Fe içeriği kontrole göre kıyaslandığında en fazla yüzde artışın Tom-14 (%53.01) genotipinde görülürken bunu Rio Grande (%27.33) ve Falcon

(%10.94) çeşitlerinin izlediği saptanmıştır. Kurak koşullarda, kontrole kıyasla yüzde yaprak Fe içeriği azalışı Tom-145 (%57.82), Tom-27 (%52.58) ve Tom-21 (%51.22) genotipinde olduğu görülmüştür. Kontrol grubunda yaprak Fe içeriği, en fazla Tom-21 genotipinde görülürken, kuraklık stresinde Tom-14 genotipinde görülmüştür (Çizelge 3). Fe, proteinlerin ve enzimlerin oksidatif stres bağlanmasını önlemeye katılır (Hansch & Mendel, 2009). Zarina domates çeşidinde iyi sulanmış koşullarda Fe içeriği $271 \mu\text{g g}^{-1}$ ($4.7 \text{ mg bitki}^{-1}$) su stresinde ise $306 \mu\text{g g}^{-1}$ ($8.1 \text{ mg bitki}^{-1}$) olduğu belirtilmiştir. Kontrol uygulamasında Jalapeno biberi çeşidinde Fe içeriği 110.38 ppm iken %50 sulama uygulamasında 83.43 ppm olduğu rapor edilmiştir (Pıtır, 2015). Marulda kuraklık stresinde kontrole (124.64 ppm) kıyasla kuraklık stresinde Fe (118.78 ppm) içeriğinin azaldığı bildirilmiştir (Karipçin & Şatır, 2016). Fe içeriğinin marul bitkisinde kuraklık stresinde azaldığı bu azalışın kuraklık stresi arttıkça yükseldiği bildirilmiştir (Kıran, 2019). Şeker pancarı köklerinde kuraklık stresinde Fe içeriğinin arttığı ancak yapraklarda değişmediği belirtilmiştir. Şeker pancarı köklerinde Fe içeriği kontrolde 0.017 mg g^{-1} , kuraklık stresinde 0.025 mg g^{-1} olduğu rapor edilmiştir. Yapraklarda ise 0.070 mg g^{-1} olan Fe içeriğinin kuraklık stresinde değişmediği belirtilmiştir (Hosseini & ark., 2019). Kuraklık stresinde fasulyenin yaprak, gövde ve kök içeriğindeki Fe miktarının kuraklık stresiyle azaldığı ve bu azalışın kuraklık stresinin şiddeti arttıkça yükseldiği bildirilmiştir (Kılıçaslan ve ark., 2020).

2.4. Domates Genotip ve Çeşitlerinde Çinko İçeriği

Enzimlerin önemli bir parçası olan çinko, protein sentezi ve enerji üretimi için kullanılabilir ve biyomembranların yapısal bütünlüğünü koruyabilir (Kramer & Clemens, 2005; Hansch & Mendel, 2009).

Birinci yıl çalışmada kontrol ve kuraklık stresi uygulamasında yaprak Zn içeriğinin açısından genotip ve çeşitler arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür. Yaprak Zn içeriğinin kontrol ve kuraklık uygulamasında en fazla Falcon çeşidinde olduğu belirlenmiştir. Kontrole kıyasla kuraklık stresinde en yüksek yaprak Zn içeriği yüzde değişimi Tom-148 (%49.35) genotipinde artış şeklindedir. Kontrole kıyasla kuraklık stresinde en yüksek yüzde azalışın Tom-21 (%25.93) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2).

İkinci yıl çalışmada yaprak Zn içeriği bakımından domates genotip ve çeşitleri arasında kontrol ve kuraklık stresi grubunda istatistiki fark önemli bulunmuştur (Çizelge 3). Kuraklık stresinde kontrole kıyasla genotiplerin yaprak Zn içeriğinde değişimler görülmüştür. Kontrol uygulamasında en fazla yaprak Zn içeriğinin Tom-29 (%189.00) ve Tom-21 (%187.25) genotipinde bulunmuştur. Kuraklık stresinde en fazla yaprak Zn içeriğinin Tom-14 (%177.50) genotipinde ve Falcon (%140.50) çeşidinde olduğu bulunmuştur. Yaprak Zn içeriği bakımından kontrole kıyasla kuraklık stresinde yüzde artış Tom-14 (%4.72) genotipinde görülmüştür. Yaprak Zn içeriği bakımından kontrole kıyasla kuraklık stresinde en yüksek yüzde azalışın Tom-148 (%43.55) genotipinde olduğu bunu, Tom-21 (%43.39), Tom-29

(%41.27) ve Tom-27 (%40.56) genotiplerinin takip ettiği tespit edilmiştir (Çizelge 3). Kuraklık stresinde fasulyede Zn alınımının olumsuz etkilendiği belirtilmiştir. Zarina domates çeşidinde iyi sulanmış koşullarda Zn içeriği 35 µg/g (0.15 mg bitki⁻¹) su stresinde ise 32,5 µg g⁻¹ (0.08 mg bitki⁻¹) olduğu belirtilmiştir (Sánchez-Rodríguez ve ark., 2014). Fasulye yapraklarında Zn içeriğinin arttığı ve bu artışın köklerdeki iyon seçiciliğinden ve diğer iyonlarla kıyasla Zn²⁺ iyon yarıçapının daha düşük olduğu bu nedenle bitkinin bu elementi almasında artış sağlayacağı bildirilmiştir (Doğan, 2006). Kabakta kök ve gövdede çinko içeriği azalırken yaprakta çinko içeriğinin arttığı belirtilmiştir (Köse, 2011). Jalapeno biberi çeşidinde %100 sulama uygulamasına kıyasla %50 sulama uygulamasında Zn içeriği 72.91 ppm'den 61.41 ppm'e düştüğü belirtilmiştir (Pıtır, 2015). Kuraklık stresinde marulda Zn içeriğinin kuraklık stresinde arttığı, kontrolde 13.9 ppm iken kuraklık stresinde 34.25 ppm olduğu bildirilmiştir (Karipçin & Şatır, 2016). Marulda kuraklık stresinde Zn içeriğinin kuraklık stresinde azaldığı ve bu azalışın kuraklık stresi arttıkça yükseldiği bildirilmiştir (Kıran, 2019). Şeker pancarı köklerinde kuraklık stresinde Fe içeriğinin arttığı fakat yapraklarda Zn içeriğinin azaldığı belirtilmiştir. Şeker pancarı köklerinde Zn içeriğinin kontrolde 0.038 iken kuraklık stresinde 0.043 mg g⁻¹ olduğu belirtilmiştir. Şeker pancarı yapraklarında Zn içeriğinin kontrolde 0.313 mg g⁻¹ olduğu, kuraklık stresinde bunun azalarak 0.167 mg g⁻¹'a düştüğü belirtilmiştir (Hosseini ve ark., 2019).

Çizelge 2. Birinci yıl denemede domates çeşitlerinde ve genotiplerinde % 100 tam sulama yapılan kontrol ve % 50 su stresi uygulamasının bitki yapraklarındaki bazı mikro element içeriğine etkisi

Genotip ve Çeşitler	Kontrol Cu	Stres Cu	% Değişim	Kontrol Mn	Stres Mn	% Değişim	Kontrol a Fe	Stres Fe	% Değişim	Kontrol Zn	Stres Zn	% Değişim
Tom-14	15,00	10,75 e	-28,33	83,25 cd	53,5 c	-35,74	257	200 a-d	-22,18	22,5 b-d	19,25 cd	-14,44
Tom-21	12,25	10,5 e	-14,29	68 c-e	53,25 c	-21,69	343,5	260 a	-24,31	27 a-c	20 b-d	-25,93
Tom-27	15,50	14,5 c-e	-6,45	56,5 e	51,25 c	-9,29	248	173 c-e	-30,24	26,25 a-c	26 ab	-0,95
Tom-29	14,00	18 cd	28,57	65 de	46 c	-29,23	247	192,5 b-e	-22,06	25 a-d	25,5 a-c	2,00
Tom-139	9,25	10,25 e	28,57	66 de	41,5 c	-36,15	257,75	178,5 c-e	-30,75	21,25 cd	21 b-d	-1,18
Tom-145	9,50	11,25 de	18,42	104,25 ab	42 c	-59,71	279,25	132 e	-52,73	22 cd	24 a-d	9,09
Tom-148	12,00	33,5 a	179,17	66,5 de	108 a	62,41	337,5	209,75 a-c	-37,85	19,25 d	28,75 a	49,35
Tom-225	13,00	12,25 c-e	-5,77	67,5 c-e	98 a	45,19	235,75	208 a-d	-11,77	23,5 a-d	18,75 d	-20,21
Tom-230	20,25	25,25 b	24,69	119 a	103,25 a	-13,24	214,5	256,25 ab	19,46	28,5 ab	23,75 a-d	-16,67
Tom-232	17,00	18,75 bc	10,29	87 bc	75,25 b	-13,51	371,5	203,5 a-d	-45,22	24 a-d	27,75 a	15,63
Falcon	14,75	39,25 a	166,10	66,5 de	111 a	66,92	329	216,75 a-c	-34,12	29 a	29,75 a	2,59
Rio Grande	21,50	17,25 c-e	-19,77	66,25 de	106 a	60,00	244,5	142,75 de	-41,62	28,5 ab	26 ab	-8,77
LSD (%5)	7.85 ns	7.04***		19.77***	20.73***		125,55 ns	65.28**		6.6*	6.65*	

*; P < 0.05, **; P < 0.01, ***; P < 0.01, LSD; Asgari önemli fark, Ö.D; Önemli değil

Çizelge 3. İkinci Yıl Denemede Domates Çeşitlerinde ve Genotiplerinde % 100 Tam Sulama Yapılan Kontrol ve % 50 Su Stresi Uygulamasının Bitki Yapraklarındaki Bazı Mikro Element İçeriğine Etkisi

Genotip ve Çeşitler	Kontrol Cu	Stres Cu	% Değişim	Kontrol Mn	Stres Mn	% Değişim	Kontrol Fe	Stres Fe	% Değişim	Kontrol Zn	Stres Zn	% Değişim
Tom-14	23 a-c	39,25 a	70,65	828 a	758,5 a	-8,39	149,5 bc	228,75 a	53,01	169,5 ab	177,5 a	4,72
Tom-21	16,25 bc	18 bc	10,77	769 ab	476,75 de	-38,00	267 a	130,25 bc	-51,22	187,25 a	106 c	-43,39
Tom-27	9 bc	10,25 c	13,89	691 bc	425 e	-38,49	261,5 a	124 bc	-52,58	152,25 b-d	90,5 cd	-40,56
Tom-29	19,25 bc	11,75 c	-38,96	759,5 ab	449,25 de	-40,85	184,25 a-c	126,5 bc	-31,34	189 a	111 c	-41,27
Tom-145	9 c	14,5 bc	61,11	673,5 bc	456,25 de	-32,26	222,25 ab	93,75 d	-57,82	151 b-d	92,5 cd	-38,74
Tom-148	34,5 ab	17,25 bc	-50,00	693 bc	506,75 cd	-26,88	196,75 a-c	113 cd	-42,57	145,25 b-d	82 d	-43,55
Tom-225	17 bc	19,75 bc	16,18	524 d	557,75 c	6,44	150,25 bc	110 cd	-26,79	141,75 c-e	110,25 cd	-22,22
Tom-230	45 a	18,25 bc	-59,44	701,75 bc	492 c-e	-29,89	140,75 bc	97,25 d	-30,91	143,5 cd	94 cd	-34,49
Tom-232	35 ab	20 bc	-42,86	673 bc	562,5 bc	-16,42	159 bc	131,25 bc	-17,45	128,25 de	91 cd	-29,04
Falcon	24,5 a-c	24,25 b	-1,02	608,75 cd	634 b	4,15	112 c	124,25 bc	10,94	156 bc	140,5 b	-9,94
Rio Grande	27 a-c	24 b	-11,11	542,5 d	556,5 c	2,58	112,5 c	143,25 b	27,33	117 e	111 c	-5,13
LSD (%5)	22.01*	11.25**		120.75**	73,23**		88.63**	21.56**		25.04***	23.99***	

* ; P < 0.05, ** ; P < 0.01, *** ; P < 0.01, LSD; Asgari önemli fark, Ö.D; Önemli değil

SONUÇ

Yaptığımız çalışma sonucunda %50 ve %100 sulama uygulamasının domates genotiplerinin ve çeşitlerinin yaprak Fe, Cu, Zn ve Mn içeriği üzerine olumlu ve olumsuz etkisinin olduğu belirlenmiştir. Birinci yıl çalışmada kuraklık stresinde kontrole göre bakır içeriğinde en fazla artışın Tom-148 genotipinde, mangan içeriği bakımında Falcon çeşidinde, demir içeriği bakımında Tom-230 genotipinde ve çinko içeriği bakımında Tom-148 genotipinde belirlenmiştir. İkinci yılda ise bakır içeriği Tom-14 genotipinde, mangan içeriği Tom-225 genotipinde, demir içeriği Tom-14 genotipinde ve çinko içeriği Tom-14 genotipinde kuraklıkta kontrole göre en fazla artış göstermiştir. Bunun yanında birinci yıl çalışmasında kuraklık stresinde kontrole göre en fazla azalışın bakır içeriği bakımında Tom-14 genotipinde, mangan içeriği bakımında Tom-145 genotipinde, demir içeriği bakımında Tom-145 genotipinde ve çinko içeriği bakımında Tom-21 genotipinde görülmüştür. İkinci yılda ise bakır içeriği Tom-230 genotipinde, mangan içeriği Tom-29 genotipinde, demir içeriği Tom-145 genotipinde ve çinko içeriği Tom-21 genotipinde en fazla artışı göstermiştir. Su stresine tolerans bakımından mikro element içeriğinin önemli olduğu ve bu sebeple su stresine dayanıklı çeşit geliştirilmesi için yapılacak ıslah çalışmalarında mikro element içeriğini yüksek tutan genotiplerin farklı açılardan değerlendirilebileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Alam, S. M. (1999). Nutrient Uptake by Plants under Stress Conditions. In Handbook of Plant and Crop Stress. Ed. M Pessaraki, pp. 285–314. Marcel Dekker, New York.
- Amtmann, A., & Blatt, M.R. (2009). Regulation of Macronutrient Transport. *New Phytologist*, 181(1): 35-52.
- Ashraf, M., Akram, N. A., Al-Qurainy, F., & Foolad, M. R. (2011). Drought Tolerance: Roles of Organic Osmolytes, Growth Regulators, and Mineral Nutrients. *Advances in Agronomy*, 111:249–296.
- Barber, J. (2003). Photosystem II: the Engine of Life. *Quarterly Reviews of Biophysics*, 36: 71-89.
- Borlaug, N. E., & Dowsell, C. R. (1993). Fertilizer to Nourish Infertile Soil That Feeds A Fertile Population That Crowds A Fragile World. *Fert News*, 387: 11–20.
- Boyer, J. S. (1982). Plant Productivity and Environment. *Science*, 218: 443-448.
- Bray, E. A., Bailey-Serres, J., & Weretilnyk, E. (2000). Responses to Abiotic Stresses. In: Gruissem W, Buchannan B, Jones R (eds) *Biochemistry and Molecular Biology of Plants*. American Society of Plant Physiologists, Rockville, MD, pp. 1158–1249.
- Bruce, W. B., Edmeades, G. O., & Barker, T. C. (2002). Molecular and Physiological Approaches to Maize Improvement for Drought Tolerance. *Journal of Experimental Botany*, 53: 13-25.
- Castrillo, M., Fernandez, D., Calcagno, A. M., Trujillo, I., & Guenni, L. (2001). Responses of Ribulose-1,5-Bisphosphate Carboxylase, Protein Content, and Stomatal Conductance to Water Deficit in Maize, Tomato, and Bean. *Photosynthesis*, 39: 221-226.
- Cui, J., Shao, G., Lu, J., Keabetswe, L., & Hoogenboom, G. (2020). Yield, Quality and Drought Sensitivity of Tomato to Water Deficit During Different Growth Stages. *Scientia Agricola*, 7 (2): e20180390.

- Çakmak, I. (2002). Plant Nutrition Research, Priorities to Meet Human Needs for Food in Sustainable Ways. *Plant and Soil*, 247: 3–24.
- da Silva, E. C., Nogueira, R. J. M. C., da Silva, M. A., & de Albuquerque, M. B. (2011). Drought Stress and Plant Nutrition. *Plant stress*, 5(1): 32-41.
- Doğan, N. (2006). Su Stresi Altındaki Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Bitkisinin İyon Alım Mekanizmasının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dubey, R.S., & Pessarakli, M. (1995). Physiological Mechanisms of Nitrogen Absorption and Assimilation in Plants under Stressful Conditions. *Handbook of Plant and Crop Physiology*, 605-625.
- Foyer, C. H., Valadier, M. H., Migge, A., & Becker, T. W. (1998). Drought-Induced Effects on Nitrate Reductase Activity and Mrna and on The Coordination of Nitrogen and Carbon Metabolism in Maize Leaves. *Plant Physiology*, 117: 283-292.
- Gözüaçık, H.G. (2013). Su Stresinin Kışniş (*Coriandrum sativum* L.)’te Bitki Gelişimi ile Meyvede Yağ Asidi ve Besin Elementi İçeriğine Etkisinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kilis.
- Gruhn, P., Goletti, F., & Yudelman, M. (2000). Integrated Nutrient Management, Soil Fertility, and Sustainable Agriculture: Current Issues And Future Challenges. *Food, Agriculture, and the Environment Discussion Paper 32*, International Food Policy Research Institute, Washington, D.C.
- Günay, A. (2005) Sebze Yetiştiriciliği cilt II. İzmir, 531.
- Hansch, R., & Mendel, R.R. (2009). Physiological Functions of Mineral Micronutrients (Cu, Zn, Mn, Fe, Ni, Mo, B, Cl). *Current Opinion in Plant Biology*, 12: 259–266.
- Havlin, J.L., Beaton, J.D., Tisdale, S.L., & Nelson, W.L. (1999). *Soil Fertility and Fertilizer An İntroduction to Nutrient Management*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ
- Hebbern, C. A., Laursen, K. H., Ladegaard, A. H., Schmidt, S. B., Pedas, P., Bruhn, D., Schjoerring, J. K., Wulfsohn, D., & Husted, S. (2009). Latent Manganese

- Deficiency Increases Transpiration in Barley (*Hordeum vulgare*). *Physiologia Plantarum*, 135: 307-316.
- Hosseini, S.A., Réthoré, E., Pluchon, S., Ali, N., Billiot, B., & Yvin, J-C. (2019). Calcium Application Enhances Drought Stress Tolerance in Sugar Beet and Promotes Plant Biomass and Beetroot Sucrose Concentration. *International Journal of Molecular Sciences*, 20: 3777.
- Hu, Y., & Schmidhalter, U. (2005). Drought and salinity: A Comparison of Their Effects on The Mineral Nutrition of Plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 168: 541–549.
- Hu, Y., & Schmidhalter, U. (2005). Drought and Salinity: A Comparison of Their Effects on Mineral Nutrition of Plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 168(4): 541-549.1
- Huffman, D.L., & O'Halloran, T.V., 2001. Function, Structure, and Mechanism of Intracellular Copper Trafficking Proteins. *Annual Review of Biochemistry*, 70: 677-701.
- Jones Junior, J. B. (1972). *Plant Tissue Analysis for Micronutrients. Micronutrients in Agriculture*. Madison: Soil Science Society of America, Mortvedt, J.J., Giordano, P.M., Lindsay, W.L. (Eds.), s. 319-346.
- Karıpçin, M.Z., & Şatır, N. Y. (2016). Su Stresi Koşullarında Yetiştirilen Marul Sebzesinin Verim ve Besin İçeriğine Arbusküler Mikorizal Fungus (AMF)'Un Etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(3): 406-413.
- Kılıçaslan, S.C., Yıldırım, E., Ekinci, M., & Kul, R. (2020). Kuraklık Stresinin Fasulyede Bitki Gelişimi, Bazı Fizyolojik ve Biyokimyasal Özellikler Üzerine Etkisi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 36: 2.
- Kıran, S. (2019). Vermikompost Uygulamalarının Kuraklık Stresi Altındaki Kıvrıkcık Salatanın (*Lactuca sativa* var. *Crispa*) Mineral İçerikleri Üzerine Etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(Ek Sayı 1): 133-140.
- Köse, Ş. (2011). Türkiye'de Yetiştirilen Bazı Kabak Türlerinde (*Cucurbita* sp.) Kuraklık Stresine Tolerans Bakımından Genotipik Varyasyonun

- Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Kramer, U., & Clemens, S. (2005). Function and Homeostasis of Zinc, Copper, and Nickel in Plants. *Topics Curr Genet* 2005, 14:215-271.
- Küçük Kaya, S., 2021. Azotlu Gübrelemenin Farklı Kuraklık Koşullarında Yetiştirilen Zeytin Bitkisinde Fizyolojik ve Biyokimyasal Özelliklere Olan Etkilerinin İncelenmesi. Doktora Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Lal, A., & Edwards, G. E. (1996). Analysis of Inhibition of Photosynthesis under Water Stress in the C4 species *Amaranthus cruentus* and *Zea mays*: Electron Transport, CO₂ Fixation and Carboxylation Capacity. *Australian Journal of Plant Physiology*, 23: 403-412.
- Liu, Z. (1996). Microelements in Soils of China. – Jiangsu Science and Technology Publishing House, Nanjing.
- Marschner, H. (1995). Functions of Mineral Nutrients: Micronutrients. In: *Mineral Nutrition of Higher Plants*, 2nd Edition, Academic Press, London, pp. 889.
- Nangare, D.D., Singh, Y., Kumar, P.S., & Minhas, P.S. (2016). Growth, Fruit Yield And Quality Of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) as Affected by Deficit Irrigation Regulated on Phenological Basis. *Agricultural Water Management*, 171: 73-79.
- O'Halloran, T. V., & Culotta, V.C. (2000). Metallochaperones, An Intracellular Shuttle Service for Metal Ions. *J Biol Chem* 2000, 275:25057-25060.
- Oertli, J. J. (1991). Nutrient Management under Water and Salinity Stress, In: *Proceeding of The Symposium on Nutrient Management for Sustained Productivity*. Department of Soils, Punjab Agricultural University, India, pp. 138-165.
- Özpay, T. (2008). Taze Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinin Kuraklık Stresine Olan Tepkilerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.

- 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(1): 131-138.
- Patane, 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(4): 590-596.
- Pıtır, M. (2015). Biber Yetiştiriciliğinde Farklı Su Kısıtlarının Meydana Getirdiği Fizyolojik, Morfolojik ve Kimyasal Değişikliklerin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Pinkerton, A., & Simpson, J. R. (1986). Interactions of Surface Drying and Subsurface Nutrients Affecting Plant-Growth on Acidic Soil Profiles from An Old Pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 26: 681–689.
- Saccardy, K., Cornic, G., Brulfert, J., & Reyss, A. (1996). Effect of Drought Stress on Net CO₂ Uptake in *Zea* leaves. *Planta*, 199: 589-595.
- Sánchez-Rodríguez, E., Leyva, R., Constán-Aguilar, C., Romero, L., & Ruiz, J.M. (2014). How does Grafting Affect the Ionome of Cherry Tomato Plants under Water Stress? *Soil Science and Plant Nutrition*, 60: 145–155.
- Shi, J., & LeMaguer M. (2000). Lycopene in Tomatoes: Chemical and Physical Properties Affected by Food Processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 40(1): 1–42.
- Tadayyona, A., Nikneshanb, P., & Pessaraklic, M. (2018). Effects of Drought Stress on Concentration of Macro- and Micro-Nutrients in Castor (*Ricinus communis* L.) Plant. *Journal of Plant Nutrition*, 41(3): 304–310.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2006). *Bitki Fizyolojisi*. III. baskı: Editor- İsmail Türkan. Palme yayıncılık, Ankara.
- Viets Jr., F. G. (1972). Water Deficits and Nutrient Availability, in Kozlowski, T. T.: *Water Deficits and Plant Growth*. Vol. III: *Plant Responses and Control of Water balance*. Academic Press, New York, pp. 217–240

- Waraich, E. A., Ahmad, R., & Ashraf, M. Y. (2011). Role of Mineral Nutrition in Alleviation of Drought Stress in Plants. *Australian Journal of Crop Science*, 5(6): 764-777.
- Waraich, E.A., Ahmad, R., & Ashraf, M.Y. 2011. Role of Mineral Nutrition in Alleviation of Drought Stress in Plants. *Australian Journal of Crop Science*, 5(6): 764.
- Yang, M., Cobine, P. A., Molik, S., Naranuntarat, A., Lill, R., Winge, D. R., & Culotta, V. C. (2006). The Effects of Mitochondrial Iron Homeostasis on Cofactor Specificity of Superoxide Dismutase 2. *The EMBO Journal*, 25: 1775-1783.

BÖLÜM VII

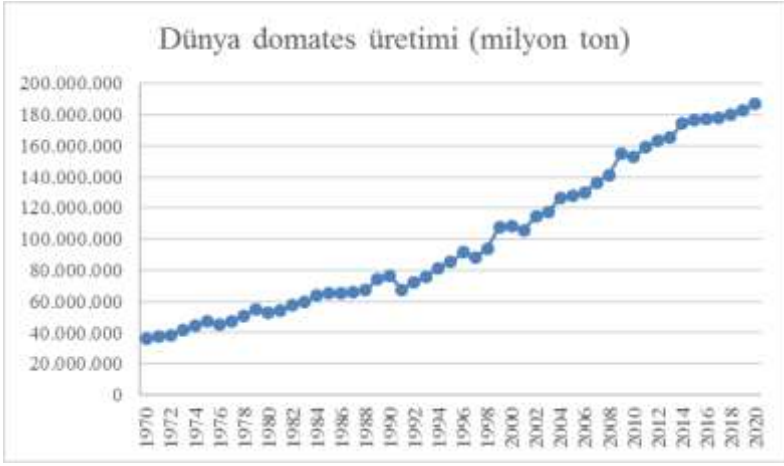
SANAYİ DOMATESİ ÇEŞİTLERİNDE ÖNEMLİ KALİTE ÖZELLİKLERİ VE BUNLARI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Dr. Öğr. Üyesi Yahya NAS^{1*}

^{1*} Şırnak Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İdil-Şırnak, Türkiye. yhynas@gmail.com

GİRİŞ

Domates, Güney Amerika kökenli olup günümüzde bütün Dünyada üretilmektedir. Domates üretimi Akdeniz ve Avrupa ülkelerinde 16. yüzyılda başlamakla birlikte geniş alanlarda yetiştiriciliği ise 20. yüzyıldan sonra yapılmaya başlanmıştır. Son elli yıl içinde gerçekleşen domates üretimi dikkat çekici bir noktaya ulaşmıştır (Colvine & Branthôme, 2016; FAOSTAT, 2020; Şekil 1).



Şekil 1: Dünya Domates Üretimi (FAOSTAT, 2020)

Domates bitkisi yıllar geçtikçe geliştirilerek meyveleri daha kırmızı, daha dayanıklı ve daha verimli hale getirilmiştir. Ayrıca zamanla modern hayata adapte olmuş ve Akdeniz diyetinin vazgeçilmezleri arasına girmiştir. Bu nedenle uzun zamandan beri dünyanın önde gelen işlenmiş sebzelerinden birini oluşturmaktadır (Colvine & Branthôme, 2016).

Dünyada üretilen domateslerin % 22'si başta salça olmak üzere, sos, püre, ketçap, küp doğranmış, soyulmuş, dondurulmuş veya toz halinde

kullanılmaktadır (WPTC, 2022). Başka hiçbir sebze, taze üretiminin yaklaşık üçte birini temsil eden işlenmiş formdaki ürünleri ile ön plana çıkmamaktadır (Colvine & Branthôme, 2016). Bu bağlamda domates, gıda endüstrisi için önde gelen sebzelerden biridir.

Günümüzde küresel domates işleme endüstrisi 2020 yılında 38.77 milyon tonluk bir hacme ulaşmıştır (Anonim, 2020a). Üretilen sanayi domateslerinin büyük çoğunluğu salça, konserve domates, domates sosları ve ketçap yapımında kullanılmaktadır. Özellikle şalca, hem üretim hacmi hem de ticari değeri açısından işlenmiş domates ürünlerinde ana kalemi oluşturmaktadır (Anonim, 2020b).

İşlenmiş domates ürünleri, taze domates sebzesine ulaşamayan tüketiciler için önemli bir gıda kaynağı haline gelmiştir. Özellikle artan nüfus ile birlikte dünya genelinde işlenmiş domates ürünlerinin çeşitliliği ve üretimi artmıştır (Nas, 2021).

İşlenmiş domates ürünlerinin kalitesi yetiştirilen çeşitlerin meyve kalite özelliklerine bağlıdır. Bu bölümün amacı, gıda sanayi için önemli ham madde kaynakları arasında yer alan sanayi tip domates çeşitlerinde aranan meyve kalite özellikleri ve bunları etkileyen faktörlerin açıklamaları yer almaktadır.

1. SANAYİ DOMATESİ ÇEŞİTLERİNDE ÖNEMLİ KALİTE ÖZELLİKLERİ

Sanayi domatesi yetiştiriciliğinde kaliteli ürünün elde edilmesi, en az verim kadar önemlidir. İstenen düzeyde ve kaliteli ham maddenin temini ise yetiştirilen çeşidin özelliklerine bağlıdır. Bu nedenle

yetiştiriciliği yapılacak çeşitlerin üstün kalite özelliklerine sahip olmaları gerekmektedir. Çeşit seçiminde aranan özellikler;

1. Meyve şekli ve meyve ağırlığı
2. Briks
3. Renk
4. Likopen
5. Sertlik
6. Titre edilebilir asitlik (TA) ve pH
7. Sapsız kopma
8. Hastalık ve zararlılara dayanım
9. Erkencilik
10. Tarlada olgunluk sonrası bekleme süresi
11. Güneş yanıklığı
12. Çatlamaya dayanıklılık

şeklinde sıralanmaktadır.

1.1. Meyve Şekli ve Meyve Ağırlığı

Sanayi tip domates çeşitleri genel olarak oval, köşeli oval veya yuvarlak meyve şekline sahiptirler. Oval veya köşeli oval çeşitler yetiştiricilikte tercih edilmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Üretimde Kullanılan Köşeli-Oval Sanayi Domates Çeşidi (Nas, 2022)

Yuvarlak şekilli meyveler nakliye sırasında ezilip suyu akmaktadır. Ayrıca ezilen meyveler, bekletme sırasında küflenmeye neden olmaktadır. Bu olumsuz özelliklerinden dolayı diğer meyve şekline sahip çeşitlere göre daha az tercih edilirler (Şekil 3).



Şekil 3. Nakliye Sırasında Zarar Görmüş Yuvarlak Şekilli Meyveler (Nas, 2022)

Sanayi tip domates çeşitleri genel olarak 55-140 gr arasında ortalama meyve ağırlığına sahiptirler. Meyvelerin çok küçük veya büyük olmaları tercih edilmez. Özellikle büyük meyveler, nakliye sırasında ezilip suyu akmaktadır. Bu nedenle ortalama 85-90 gr meyve ağırlığına sahip çeşitler sanayi işletmelerinde tercih edilmektedir.

Meyve ağırlığı, ürünün değerlendirme şekline göre önem kazanmaktadır. Kurutma olarak değerlendirilecek meyvelerin 80-140 gr meyve ağırlığına sahip olması tercih edilirken, diğer değerlendirme şekillerinde (salça, ketçap veya domates sosu) 60-90 gr ağırlığa sahip çeşitler tercih edilmektedir.

1.2.Briks

Briks; meyvede suda çözünür toplam kuru maddelerin ölçüsüdür (Anonim, 2022). Briks, esas olarak şekerlerden oluşmakla birlikte diğer bileşikleri de içermektedir. Suda çözünür kuru maddeler (briks);

- Monosakkaritler, disakkaritler veya oligosakkarit (sükroz, fruktoz vb.) şekerler,
- Sitrik, malik ve tartarik asitler gibi organik asitler,
- Suda çözünebilir aminoasitler (proteinler hariç),
- Yağ, mineral, alkol ve flavonoidler gibi diğer çeşitli bileşiklerden oluşmaktadır (Anonim, 2022).

Briks, işlenmiş domates ürünlerinde (özellikle salça) en önemli kalite özelliklerinden birini oluşturmaktadır. Yetiştirilen çeşitlerin briks değerlerinin yüksek olması istenmektedir. Briksin yüksek olması, birim domatesten daha fazla ürün elde edilmesi anlamına gelmektedir.

Salça fiyatları, sanayi için sözleşmeli üretim yapılan alanlarda çeşitlerin briks değerlerinden hareketle şekillenmektedir. Bu nedenle, briks değerleri yüksek olan çeşitler, üretimde tercih edilmektedir.

Türkiye’de yetiştirilen sanayi domatesi çeşitlerinde briks değerleri ortalama 4.6-5.5 arasında değişim göstermektedir. Yetiştiriciliği yapılan çeşitlerin büyük çoğunluğu (% 80-85) salça sanayinde değerlendirilmektedir (Nas ve ark., 2018). Salça yapımında kullanılan çeşitlerin briks değerleri 5 ve üzeri olması istenmektedir.

Briks; genetik yapı, iklim, toprak yapısı, bitki besleme ve kültürel uygulamalardan etkilenmektedir (Quadir ve ark., 2004; Karaçalı, 2014). Özellikle sulama ve bitki beslemenin doğru bir şekilde yapılması gerekmektedir. Bitkilere fazla su verilmesi briks ve meyvelerin şeker miktarını olumsuz etkilemektedir (Favati ve ark., 2009). Bu nedenle sanayi domatesi yetiştiriciliğinde, yüksek briks elde etmek için kültürel işlemlere (özellikle sulama ve gübreleme) dikkat edilmesi gerekmektedir. Son yıllarda farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda, sanayi domatesi yetiştiriciliğinde kısıntılı sulama uygulamalarının ve hasattan önce su durdurma uygulamalarının briksi artırdığı rapor edilmiştir (Renquist & Reid, 2001; Zegbe ve ark., 2004; Johnstone ve ark., 2005; Patanè & Cosentino, 2010; Lahoz ve ark., 2016; Zhang ve ark., 2016; Lovelli ve ark., 2017; Nas ve ark., 2017; Lu ve ark., 2019). Benzer şekilde, organik ve inorganik gübrelemenin domates meyvelerinde briksi artırdığı yine farklı araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur

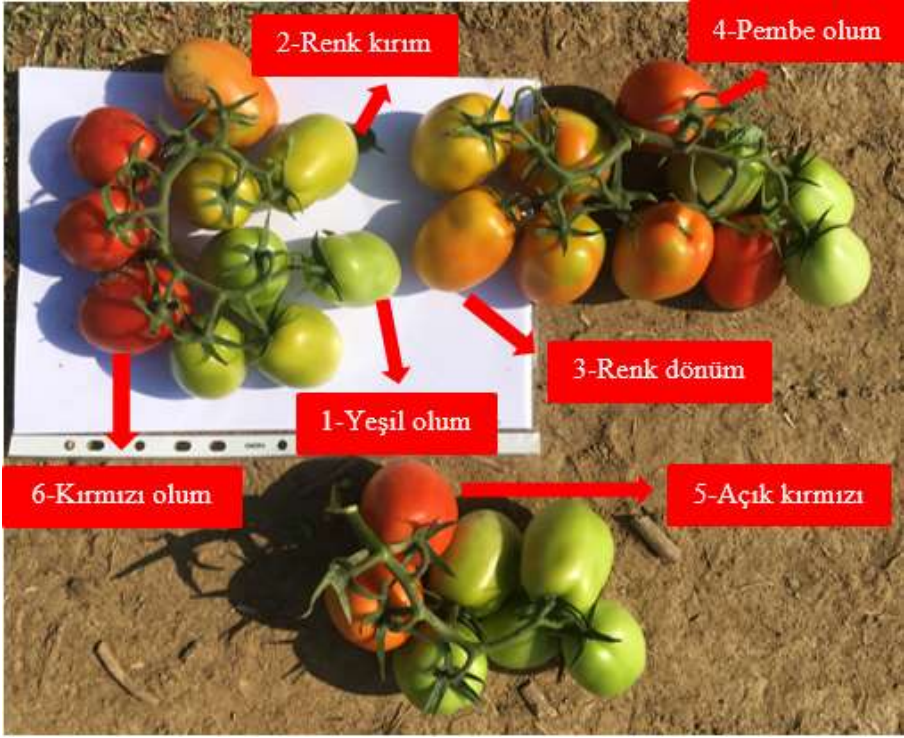
(Barrett ve ark., 2007; Pieper & Barrett, 2008; Etissa ve ark., 2014; Petropoulos ve ark., 2020; Kakabouki ve ark., 2021).

1.3.Renk

Renk, tüketiciler için birçok durumda gıdaların seçimine etki eden önemli kalite özelliklerinden biridir. Özellikle domates salçası gibi çeşitli gıda ve yemeklere ilave edilen ürünler için ön plana çıkmaktadır (Intelmann ve ark., 2005).

Domateste kırmızı renk, esas olarak likopen içeriği ile ilişkilidir ve genellikle ürün kalitesini belirleyen en önemli kriter olarak kabul edilmektedir (Nangare ve ark., 2016). Koyu kırmızı renk, yaygın olarak bilindiği üzere daha yoğun bir tada sahip olan olgunlaşmış domateslerin göstergesidir (Francis, 1995). Ayrıca renk, tazeliğin bir göstergesi olarak kabul edilir (Francis, 1995; Intelmann ve ark., 2005).

Sanayi domatesi meyveleri 6 farklı aşamadan geçerek olgunlaşırlar. Bunlar; yeşil olum (mature green), renk kırım (breaker), renk dönüm (turning), pembe olum (pink), açık kırmızı (light red) ve kırmızı olum (red ripe) devreleridir (Garcia ve ark., 2019; Şekil 4).



Şekil 4. Sanayi Domatesi Olgunlaşma Aşamaları (Nas, 2022)

Renk, sanayiye işlenen bütün domates ürünleri (salça, ketçap, kuru domates, konserve vb.) için önemli bir özelliktir. Sanayi domatesi çeşitlerinde renk ölçümü, genellikle CIEL*a*b* sistemi ile yapılmaktadır. Bu sistemde renkler, L* beyazdan siyaha, a* yeşilden kırmızıya ve b* maviden sarıya kıstaslarıyla tanımlanmıştır (López Camelo & Gómez, 2004). Çeşitlerin renk değerleri, a*/b* üzerinden değerlendirilmektedir. Yetiştiriciliği yapılan çeşitlerde a*/b* renk değeri 1.80-2.50 arasında değişim göstermektedir. Bununla birlikte 2.10 ve üzeri a*/b* renk değerine sahip çeşitler üretimde tercih edilmektedir (Duman, 2011).

Domates meyve rengi, hem genetik hem de çevresel koşullara maruz kalan çeşitli karotenoid pigment sisteminin değişimi ile oluşmaktadır (Bilalis ve ark., 2018). Sanayi domatesi çeşitlerinde renk, gübreleme ve kısıntılı sulama uygulamalarından olumlu yönde etkilendiği, yapılan çalışmalar ile ortaya konulmuştur (Zegbe ve ark., 2004; Nangare ve ark., 2016; Bilalis ve ark., 2018). Meyvelerin iyi bir şekilde renklenmesi için, azotlu (N) gübreler mümkün olduğunca düşük dozda uygulanmalıdır (Dumas ve ark., 2003). Ayrıca potasyumlu (K) gübrelemeye de dikkat edilmelidir. K uygulamaları ile meyve kalitesi artırılabilir (Hartz, 2016). Bu nedenle, domates meyve renginin istenen düzeyde olabilmesi için gübreleme ve sulamaya dikkat edilmesi gerekmektedir.

1.4.Likopen

Likopen, domates meyvelerine kırmızı rengini veren (Goula & Adamapoulus, 2005) ve hücreleri oksidatif strese karşı koruyan önemli bir karotenoiddir (Cheng ve ark., 2019; Han ve ark., 2019). Diyet likopen kaynaklarının % 85'inden fazlasını domates ve işlenmiş domates ürünleri (salça, domates suyu, ketçap ve domates sosu) oluşturur (Chauhan ve ark., 2011). Yapılan çalışmalarda likopenin nörodejeneratif hastalıklar, kardiyovasküler hastalıklar, obezite, tip 2 diyabet ve kanser gibi kronik ve bulaşıcı olmayan hastalıkların riskini azalttığı belirtilmiştir (Story ve ark., 2010).

Taze domates likopen içeriği 43 ile 181 mg kg⁻¹ arasında değişim gösterir ve genellikle bu değer çoğu kez 55 ile 80 mg kg⁻¹ arasındadır (Davies ve ark., 1981). Domates kabuğu (540 mg kg⁻¹), domates

pulpuna (110 mg kg⁻¹) göre yaklaşık beş kat daha fazla likopen içerebilmektedir (Dumas ve ark., 2003).

Domates meyvelerinin likopen miktarına, meyvenin olgunluk aşaması, çeşit, çevresel faktörler, kültürel işlemler, pestisit kullanımı ve toprak yapısı etki etmektedir (Sönmez & Ellialtıoğlu, 2014).

Olgunlaşma ile birlikte domates meyvelerinin likopen içeriği artmaktadır (Omoni & Aluko, 2005; Erge, 2007). Yapılan çalışmalarda, farklı dönemlerde hasat edilen meyvelerde, hasat zamanı yaklaştıkça meyvelerin likopen içeriğinin arttığı belirtilmiştir (Helyes ve ark., 2006; İlahy ve ark., 2011). Bununla birlikte doğru çeşit (genotip) seçimi, meyve likopen içeriği üzerinde hasat koşullarından daha güçlü bir etkiye sahiptir (Lopez ve ark., 2000). Farklı araştırmacılar tarafından ve farklı özelliklere sahip çeşitler ile yürütülen çalışmalarda, meyve renk değerlerinin birbirinden farklı olduğu bildirilmiştir (Barrett & Anthon, 2000; Türk ve ark., 2019). Meyve renk değeri, likopen miktarı ile yakından ilişkilidir (Sönmez & Ellialtıoğlu, 2014). Bu yüzden meyvenin likopen içeriğinin çoğunlukla genetik yapıdan kaynaklandığı ifade edilebilir. Thompson ve ark. (2000), *Crimson* genini taşıyan domates çeşitlerinde likopen miktarının yüksek olduğu, bu geni taşımayan çeşitlerde ise likopen miktarının düşük olduğunu belirtmiştir.

Likopen sentezi çevre koşullarından etkilenmektedir (Sönmez & Ellialtıoğlu, 2014). Domates meyvelerinin likopen sentezinde genotip ön plana çıkmakla birlikte, yapılan çalışmalarda çevresel faktörlerin

de likopen sentezi üzerinde genotip kadar önemli olduğu, hatta bazen genotipin önüne geçtiği bildirilmiştir (Aherne ve ark., 2009). 30 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda likopen sentezinin engellendiği ve meyvelerin zarar görmeye başladığı belirtilmiştir (Brandt ve ark., 2006).

Gübreleme, yetiştirilen çeşitlerin likopen içeriğini doğrudan etkilemektedir. Yüksek dozda uygulanan kalsiyum (Ca), domates meyvelerinde likopen miktarını azaltırken, uygulama dozuna bağlı olarak potasyum nitrat (Oded & Uzi, 2003) ve sülfatlı gübreler (Zelená ve ark., 2009) meyvelerin likopen içeriğini olumlu yönde etkilemektedir. Benzer şekilde sulama yöntemleri de meyvelerin likopen içeriğini etkilemektedir. Kısıntılı sulama uygulamalarının sanayi domatesi meyvelerinde likopen içeriğini artırdığı farklı araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Favati ve ark., 2009; Helyes ve ark., 2012; Bogale ve ark., 2016; Nangare ve ark., 2016).

1.5.Sertlik

Meyve sertliği, ürün tedarik zincirinde önemli bir role sahiptir (Wang ve ark., 2021). Genel olarak meyve sertliği; optimal hasat tarihinin belirlenmesinde (Ribeiro & de Freitas, 2020), uygun nakliye ve paketleme yönteminin seçilmesinde (Kim ve ark., 2021), ürünün depolama sıcaklığı, nemi ve süresinin tespit edilmesinde (Osinenko ve ark., 2021) ve pazarlamada raf ömrünün belirlenmesinde (Ma ve ark., 2021) kullanılmaktadır.

Meyve sertliği, sanayi domatesi çeşitlerinin ne şekilde işleneceğine (salça, konserve, domates suyu vb.) yönelik uygun kararların alınmasını sağladığından dolayı çok önemlidir (Kakabouki ve ark., 2021). Yumuşak etli meyveler hem taşıma hem de bekletme sırasında ezilerek suyu akmaktadır (şekil 5). Genel olarak fabrikaya getirilen meyveler, işletmede yaşanan yoğunluk nedeniyle 10 saate kadar bekletilebilmektedir (Nas, 2019). Ayrıca yumuşak etli meyveler silkeleme ile yapılan hasatta çatlayıp suyu akmaktadır. Ezilen meyvelerde önemli oranda briks kayıpları yaşanmaktadır. Bu yüzden yetiştiriciliği yapılan çeşitlerin sertlik değerlerinin yüksek olması istenmektedir.



şekil 5. Hasat Edilen Meyvelerin İşleme ncesi Fabrikada Bekletilmesi (Nas, 2022)

Sertlik, fabrikalara nakliye edilen meyvelerin taşıma yüksekliğinin belirlenmesinde de önem taşır. Konserve ve kurutmalık olarak değerlendirilen çeşitlerde, meyve eti sertlik değeri 1.70-2.50 kg/cm² arasında, salça yapımında kullanılan çeşitlerde ise bu değerlere yakın çeşitler kullanılmaktadır (Duman, 2011).

Meyve sertliği, gübreleme uygulamalarından etkilenmektedir. Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda, organik ve inorganik gübrelerin meyve eti sertliğini artırdığını belirtmişlerdir (Kalbani ve ark., 2016; Shobo ve ark., 2017; Bilalis ve ark., 2018; Petropoulos ve ark., 2020).

Meyve eti sertliği, gübre uygulamalarına benzer şekilde kısıntılı sulama uygulamaları ile de artış gösterdiği yapılan çalışmalarda belirlenmiştir (Patanè & Cosentino, 2010; Barbagallo & Rosa, 2014; Lu ve ark., 2021). Kısıntılı sulama uygulamalarında, topraktaki su eksilmesine paralel olarak meyve sertliğinde meydana gelen artış, hücre duvarları üzerinde daha düşük bir basınca ve daha sonra daha yüksek bir epidermal elastikiyete yol açabilen iç turgorun azalmasıyla ilişkilendirilmiştir (Guichard ve ark., 2001).

Yapılan çalışmalarda meyve sertliği, hem gübreleme hem de sulama uygulamalarından her zaman olumlu etkilenmediği ifade edilmiştir (Warner ve ark., 2004; Kakabouki ve ark., 2021; Agbemaflle ve ark., 2014; Vélez-Sánchez ve ark., 2021). Bu nedenle sanayi domatesi yetiştiriciliğinde sulama ve uygulanacak gübrelerin niteliği ve dozuna dikkat edilmelidir.

1.6. Titre Edilebilir Asitlik (TA) ve pH

Sanayi domatesi çeşitlerinde titre edilebilir asitlik (TA) ve pH önemli kalite özellikleri arasında yer almaktadır. Domateslerin pH içeriği, meyvelerin asit içeriği ile ilişkilidir. Meyvelerin asit içeriği de işlenmiş domates ürünlerinin tadı açısından önemlidir (Anthon ve ark., 2011).

Domates meyvelerinin asit içeriği düşük değildir. Bu nedenle, domates ürünlerinin işlenmesi sırasında bozulmalara neden olan mikroorganizmaların yok edilmesinde yüksek ısı işlemler uygulanmaz. Meyvelerin pH değeri, domates ürünlerinin (salça, konserve vb.) işlenmesi sırasında sterilizasyon sıcaklığını etkilemektedir. pH değerinin yüksek olması sterilizasyon sıcaklığını da artırmaktadır. Bu durum işletmeye ekstra bir maliyet getirmektedir. Bundan dolayı, yetiştirilen çeşitlerin düşük pH'a sahip olmaları istenmektedir. Gıda güvenliği açısından maksimum pH değerinin 4.40 olduğu ve bu değer optimum 4.25 olması gerektiği belirtilmiştir (Monti, 1980; Anthon ve ark., 2011).

Domates meyvelerinde en fazla sitrik asit bulunmaktadır (Astuti ve ark., 2018). Sitrik asit dışında malik ve glutamik asit de yer almaktadır (Anthon ve ark., 2011). Glutamik asit, domates aromasına katkı sağlar ve meyvelerin olgunlaşması ile birlikte on kat artmaktadır (Boggio ve ark., 2000; Anthon ve ark., 2011).

Meyvelerin TA ve pH içeriği, olgunlaşma ile birlikte değişmektedir. Meyveler yeşil olumdan kırmızı oluma doğru renk alarak olgunlaştıkça pH yükselmektedir. Kırmızı olgun dönemde de pH

yükselmeye devam etmektedir (Nas ve ark., 2018). Bununla birlikte TA, olgunlaşmanın başlangıcında maksimum düzeyde iken, aşırı olgunlaşma ile azalmaktadır (Akbudak, 2010). Olgunlaşma ile birlikte TA'daki düşüşün genellikle sitrik asit kaybından kaynaklandığı varsayılmaktadır (Anthon ve ark., 2011).

Domates meyvelerinin TA ve pH içeriği, kültürel uygulamalar ve tarlada olgunluk sonrası bekletme süresinden etkilenmektedir. Yapılan çalışmalarda, kısıntılı sulama uygulamaları ile TA'nın artış gösterdiği (Patanè ve ark., 2011; Agbemafle ve ark., 2014) ancak pH'ın azaldığı (Agbemafle ve ark., 2014) ifade edilmiştir. Benzer şekilde, olgunlaşmadan sonra belirli süreler ile tarlada bekletilen domateslerde, pH'nın arttığı fakat TA'nın azaldığı belirtilmiştir (Garcia & Barrett, 2006; Akbudak, 2010; Anthon ve ark., 2011).

1.7.Sapsız Kopma

Domateste pedisel absisyonu, verimi ve hasat sonrası meyve kalitesini kontrol eden önemli bir agronomik faktördür. Absisyon, bitkilerin döllenenmemiş çiçekleri, olgun meyveleri, yaşlanmış veya hastalıklı organları bitkiden ayırma mekanizmasıdır. Absisyonun baskılanması bitkisel üretimde meyve hasadını kolaylaştırmaktadır. Absisyondan yoksun çeşitlerde, saplar ve kaliksler çiçeklenme eksenine bağlı kalmaktadır. Böylece meyveler yeşil doku olmadan hasat edilir ve daha kolay işlenebilmektedir (Roldan ve ark., 2017).

Sanayi domatesi hasadında, çiçek saplarının meyve üzerinde kalmaması gerekmektedir. Hasat sırasında meyvelere bağlı kalan çiçek sapları, nakliye esnasında meyvelere mekanik olarak zarar

vermekte ve işlenmiş domateslerin posa kalitesini düşürmektedir (Roldan ve ark., 2017).

Domates meyvelerin sapsız kopması çeşitlerin genetik özelliği ile ilişkilidir. Sapsız kopma, iki çekinik gen tarafından kontrol edilmektedir (Lee ve ark., 2018). Bu genler j ve $j-2$ olarak isimlendirilmiştir. İlk gen (j), *Solanum lycopersicum* LA624 aksesyonundan, ikinci gen ise ($j-2$) *Solanum cheesmanii* LA166 aksesyonundan tanımlanmıştır (Lee ve ark., 2018).

1.8.Hastalık ve Zararlılara Dayanım

Sanayi domatesi yetiştiriciliğinde hastalık ve zararlı popülasyonlarının artışı, verimin düşmesine ve meyve kalitesinin olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır. Bu nedenle hastalık ve zararlılara karşı dayanıklı çeşit kullanımı ve kültürel uygulamaların (sulama, gübreleme, ilaçlama vb.) zamanında ve uygun şekilde yapılması önem arz etmektedir.

Sanayi domatesi çeşitlerinde, domates mildiyösü (*Phytophthora infestans*), domates erken yaprak yanıklığı (*Alternaria solani*), külleme (*Leveillula taurica* ve *Oidiopsis taurica*), bakteriyel solgunluk kahverengi çürüklüğü hastalığı (*Ralstonia solanacearum*), kurşuni küf hastalığı (*Botrytis cinerea*), bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığı (*Clavibacter michiganensis* subsp.), bakteriyel benek hastalığı (*Pseudomonas syringae* pv. tomato), kök boğazı yanıklığı hastalığı (*Phytophthora capsici*) ve bakteriyel leke hastalığı (*Xanthomonas vesicatoria*) yetiştiricilik yapılan alanlarda görülen

önemli fungal ve bakteriyel hastalıklardır. Ayrıca domates lekeli solgunluk virüsü (Tomato spotted wilt tospovirus), domates mozayik virüs hastalığı (Tomato mosaic tobamovirus) ve hıyar mozayik virüs hastalığı (Cucumber mosaic cucumovirus) diğer önemli virüs hastalıklarıdır.

Bu hastalıklardan domates mildiyösü ve küllemenin görülme sıklığı diğer hastalıklara oranla daha yüksektir. Özellikle sıcaklık ve nemin yüksek seyrettiği dönemlerde mildyü hastalığı bitkinin yeşil aksamını kurutarak ekonomik düzeyde kayıplara neden olmaktadır (Şekil 6).



Şekil 6. Domates Mildiyösü Zararı (Nas, 2022)

Kırmızı örümcek (*Tetranychus urticae*), domates pas akarı (*Aculops lycopersici*), domates güvesi (*Tuta absoluta*), yeşilkurt (*Helicoverpa armigera*) ve yaprak biti (*Myzus persicae*, *Aphis gossypii*) sanayi domatesi yetiştiriciliği yapılan alanlarda görülen ve ekonomik kayıplara neden olan zararlılardır.

Hem hastalık hem de zararlıların mücadelesinde dayanıklı çeşitlerin kullanımı en önemli ve ekonomik yöntemdir. Günümüzde sanayi domatesi üretiminde kullanılan çeşitlerin hemen hemen hepsi hibrit çeşitlerden oluşmaktadır. Çeşitlerin geneli hastalık ve zararlılara karşı farklı düzeyde dayanım sağlamaktadır. Ancak üretim aşamasında sıcaklık ve nemin yüksek seyrettiği dönemlerde fungal ve bakteriyel hastalıkların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Ayrıca havanın sıcak olduğu dönemlerde sulamanın aşırı yapılması (özellikle salma sulama) yine fungal ve bakteriyel hastalıkların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu nedenle hastalık ve zararlılara karşı dayanıklı çeşit kullanımı yanında kültürel uygulamaların da doğru ve zamanında yapılması gerekmektedir (Şekil 7).



Şekil 7. Hastalık ve Zararlı Popülasyonunun Engellenmesinde Kimyasal Mücadele (Nas, 2022)

1.9.Erkencilik

Erkencilik, temel olarak bitkinin ekim veya dikimden hasat edilene kadar geçen süreyi ifade etmektedir (Gur ve ark., 2010). Sanayi için ekonomik açıdan önemli bir özelliktir. Bu özellik, erken dönemde yüksek fiyatlardan yararlanmak için arzu edilmektedir. Ayrıca yetiştirme mevsimi kısa olan bölgeler için erken dönemde olgunlaşma çok önemlidir (Doganlar ve ark., 2000).

Erkencilik; eklemeli, kısmi ve tam baskınlık genlerinin veya epistatik genlerin etkilediği kantitatif bir özelliktir (Doganlar ve ark., 2000).

Erkencilik sağlayan çeşitler genellikle 75 ile 85 gün arasında hasata gelmektedir. Bu değerler, iklim ve toprak yapısına bağlı olarak değişmektedir. Kumlu topraklarda yapılan yetiştiricilikte domates meyveleri killi topraklarda yapılan yetiştiriciliğe göre daha erken dönemde olgunlaşmaktadır (Nas, 2016).

1.10.Olgunluk Sonrası Tarlada Bekleme Süresi

Sanayi domatesi çeşitleri, hasat olgunluğuna geldikten sonra işletmelerin yoğunluğuna göre tarlada belli süreler ile bekletilebilmektedir. Bu durum olgunlaşan domates meyvelerinin çürümmesine ve ürün kayıplarına neden olmaktadır. Bu olumsuzlukları ortadan kaldırabilmek için son yıllarda, tamamen olgunlaştıktan sonra çürümeye karşı daha fazla dayanma kabiliyetine sahip yeni çeşitler geliştirilmiştir (Anthon ve ark., 2011). Bu çeşitler hasat olgunluğuna ulaştıktan sonra tarlada daha uzun süre bekletilebilmektedir. Bu durum “olgunluk sonrası tarlada bekleme” (Extended field storage=EFS) olarak isimlendirilir. Bu özellik, üreticiler ve sanayiciler için arzu edilen önemli bir kalite kriteridir (Anthon ve ark., 2011). Çünkü meyveler olgunlaşma aşamasına ulaştığında, hasatın daha geniş tarih aralığında yapılmasını (hasatta esneklik) mümkün kılmaktadır. Böylece hasatın, işletmelerin kapasitesi ile koordineli bir şekilde yürütülmesine imkân sağlamaktadır.

1.11.Güneş Yanıklığı

Güneş yanıklığı, yüksek hava sıcaklığı ve radyasyonun birleşmesi sonucunda meydana gelen ve ekonomik düzeyde kayıplara neden olan fizyolojik bir bozukluktur (Yazıcı & Kaynak, 2006). Özellikle hava

sıcaklığının yüksek seyrettiği kurak ve yarı kurak bölgelerde önemli düzeyde verim ve kalite kayıplarına neden olmaktadır (Şekil 8).



Şekil 8. Sanayi Domatesi Meyvelerinde Güneş Yanıklığı Zararı (Nas, 2022)

Güneşlenme sürelerinin fazla olduğu bölgelerde uygun olmayan çeşitler ile üretim yapılması durumunda meyve kalitesini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle meyvelerde meydana gelen güneş yanıklığı zararını önlemek için fazla miktarda yaprak oluşturan ve yaprak ayaları büyük olan çeşitler tercih edilmelidir (Duman ve ark., 1995).

Sanayi domatesi yetiştiriciliğinde güneş yanıklığı zararının önlenmesinde uygun çeşit seçimi başta gelmektedir. Bununla birlikte kaolin uygulamaları ile de güneş yanıklığı zararı azaltılabilmektedir. Yapılan çalışmalarda, kaolin uygulamaları ile güneş yanıklığı zararının azaldığı farklı araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Saavedra ve ark., 2006; Cantore ve ark., 2009; Dadaş, 2010).

1.12.Çatlamaya Dayanıklılık

Domateste meyve çatlaması, meyve yüzeyinde çatlakların oluşması ile karakterize edilen fizyolojik bir bozukluktur (Pascual ve ark., 2000). Meyve yüzeyinde oluşan çatlaklar, böcekler ve mikroorganizmaların girişini kolaylaştırmaktadır. Bu durum, meyvelerin küflenmesine ve beraberinde kalite kayıplarına neden olmaktadır (Şekil 9).



Şekil 9. Sanayi Domatesinde Meyve Çatlaması (Nas, 2022)

Meyve çatlaması; düzensiz sulama, yüksek sıcaklıklar ve aşırı ışık, meyvenin genetik yapısı, meyvenin hızlı olgunlaşması, çeşitler arasındaki genetik farklılıklar, gece ve gündüz arasındaki yüksek sıcaklık farkları ve yüksek nem seviyesi gibi çevresel, kültürel ve genetik faktörlerden etkilenebilmektedir (Pascual ve ark., 2000).

SONUÇ

Domates, dünyada en fazla üretilen sıcak iklim sebzelerinden birisidir. Gıda sanayisi için önemli ham madde kaynakları arasında yer almaktadır. İstenen düzeyde kaliteli ham maddenin temini ancak meyve kalite özellikleri iyileştirilmiş çeşitler ile mümkün olmaktadır. Son yıllarda işlenmiş domates ürünlerinin çeşitliliğinde meydana gelen artış nedeniyle meyve kalite özellikleri daha iyi çeşitlerin geliştirilmesine neden olmuştur. Bu bağlamda, tad ve aroması iyileştirilmiş, hastalık ve zararlılara dayanıklı, yüksek likopen, yüksek briks, yüksek meyve eti sertliği, düşük meyve pH değeri ve meyve olgunlaşmasından sonra tarlada belli süreler ile bekletilebilen çeşitler üretimde kullanılmaya başlanmıştır. Bu özellikler, çeşitlerin genetik yapısı ile doğrudan ilişkili olmakla birlikte, dolaylı olarak da ekolojik şartlar ve kültürel uygulamalardan etkilenmektedir. Bu nedenle, uygun çeşit seçimi yanında, uygun bir ekoloji ve kültürel uygulamaların doğru bir şekilde yapılmasına özen gösterilmelidir.

KAYNAKLAR

- Agbemafle, R., Owusu-Sekyere, J., Bart-Plange, A., & Otchere, J. (2014). Effect of Deficit Irrigation and Storage on Physicochemical Quality of Tomato (*Lycopersicon Esculentum* Mill. var. Pechtomech). *Food Science and Quality Management*, 34: 113-120
- Aherne, S.A., Jiwan, M.A., Daly, T., & O'brien, N.M. (2009). Geographical Location Has Greater Impact on Carotenoid Content and Bioaccessibility from Tomatoes Than Variety. *Plant Foods for Human Nutrition*, 64(4): 250-256.
- Akbudak, B. (2010). Effects of Harvest Time on The Quality Attributes of Processed and Non-Processed Tomato Varieties. *International Journal of Food Science & Technology*, 45(2): 334-343.
- Anonim,
(2020a).http://www.tomatonews.com/maj/phototheque/photos/WorldProd_2020_2.jpg (Erişim tarihi: 16.02.2022).
- Anonim, (2020b). http://www.tomatonews.com/en/background_47.html (Erişim tarihi: 16.02.2022).
- Anonim, (2022). <https://felixinstruments.com/blog/brix-as-a-metric-of-fruit-maturity/> (Erişim tarihi: 14.01.2022)
- Anthon, G.E., LeStrange, M., & Barrett, D.M. (2011). Changes in pH, Acids, Sugars and Other Quality Parameters During Extended Vine Holding of Ripe Processing Tomatoes. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 91(7): 1175-1181.
- Astuti, S.D., S., S., Laga, A., Bilang, M., Mochtar, H., & Waris, A. (2018). Characteristics of Ph, Total Acid, Total Soluble Solid on Tomato Juice by Ohmic Heating Technology. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)*, 39(2): 21-28. Retrieved from <https://www.gssrr.org/index.php/JournalOfBasicAndApplied/article/view/9001>

- Barbagallo, R.N., & La Rosa, S. (2014). Enzymatic Profile in Processing Tomato as Affected by Water Stress in Semi-Arid Environment. *Acta Horticulturae*, 1038, 367-373.
- Barrett, D.M., & Anthon, G. (2000). Lycopene Content of California-Grown Tomato Varieties. in VII International Symposium on The Processing Tomato, (542): 165-174.
- Barrett, D.M., Weakley, C., Diaz, J. V., & Watnik, M. (2007). Qualitative and Nutritional Differences in Processing Tomatoes Grown under Commercial Organic and Conventional Production Systems. *Journal of Food Science*, 72(9): C441-C451.
- Bilalis, D., Krokida, M., Roussis, I., Papastylianou, P., Travlos, I., Cheimona, N., & Dede, A. (2018). Effects of Organic and Inorganic Fertilization on Yield and Quality of Processing Tomato (*Lycopersicon Esculentum* Mill.). *Folia Horticulturae*, 30(2): 321-332.
- Bogale, A., Nagle, M., Latif, S., Aguila, M., & Müller, J. (2016). Regulated Deficit Irrigation and Partial Root-Zone Drying Irrigation Impact Bioactive Compounds and Antioxidant Activity in Two Select Tomato Cultivars. *Scientia Horticulturae*, 213: 115-124.
- Boggio, S.B., Palatnik, J.F., Heldt, H.W., & Valle, E.M. (2000). Changes in Amino Acid Composition and Nitrogen Metabolizing Enzymes in Ripening Fruits of *Lycopersicon Esculentum* Mill. *Plant Science*, 159(1): 125-133.
- Brandt, S., Pék, Z., Barna, É., Lugasi, A., & Helyes, L. (2006). Lycopene Content and Colour of Ripening Tomatoes as Affected by Environmental Conditions. *Journal Of The Science Of Food And Agriculture*, 86(4): 568-572.
- Cantore, V., Pace, B., & Albrizio, R. (2009). Kaolin-Based Particle Film Technology Affects Tomato Physiology, Yield and Quality. *Environmental and Experimental Botany*, 66(2): 279-288.
- Chauhan, K., Sharma, S., Agarwal, N., & Chauhan, B. (2011). Lycopene of Tomato Fame: Its Role in Health and Disease. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review And Research*, 10(1): 99-115.

- Cheng, H.M., Koutsidis, G., Lodge, J. K., Ashor, A. W., Siervo, M., & Lara, J. (2019). Lycopene and Tomato And Risk of Cardiovascular Diseases: A Systematic Review and Meta-Analysis of Epidemiological Evidence. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(1): 141-158.
- Colvine, S., & Branthôme, F.X. (2016). The Tomato: A Seasoned Traveller. In *The Tomato Genome* (Pp. 1-5). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Dadaş, R. (2010). Sanayi Domatesi (*Lycopersicon Lycopersicum* (L.) Karsten) Üretiminde Terleme ve Güneş Yanıklığı Azaltıcı Uygulamaların Verim ve Kalite Üzerindeki Etkilerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Davies, J.N., Hobson, G.E., & Mcglasson, W.B. (1981). The Constituents of Tomato Fruit—The Influence of Environment, Nutrition, and Genotype. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 15(3): 205-280.
- Doganlar, S., Tanksley, S.D., & Mutschler, M.A. (2000). Identification and Molecular Mapping of Loci Controlling Fruit Ripening Time in Tomato. *Theoretical and Applied Genetics*, 100(2): 249-255.
- Duman, İ. (2011). Sanayi Domatesi Üretiminde Beklenen Verim ve Kalite Özellikleri, *TÜRK TARIM Dergisi*, Ocak Şubat, 2011, Sayı: 27, Yıl: 6: 76-78.
- Duman, İ., Eşiyok, D., & Vural, H. (1995). Üstün Verim ve Teknolojik Özelliklere Sahip Sanayi Domatesi Çeşitlerinin Belirlenmesi I. Ana Verim Denemesi. Sanayi domatesi üretimini geliştirme projesi Yayın no:9, İzmir: 1-16.
- Dumas, Y., Dadomo, M., Di Lucca, G., & Grolier, P. (2003). Effects of Environmental Factors and Agricultural Techniques on Antioxidant content of Tomatoes. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 83(5): 369-382.
- Erge, H.S. (2007). Domateste (*Lycopersicum Esculentum*) Karotenoid Madde Dağılımı ve Antioksidan Aktivite. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Etissa, E., Dechassa, N., Alamirew, T., Alemayehu, Y., & Dessalegne, L. (2014). Response of Fruit Quality of Tomato Grown under Varying Inorganic N and

- P Fertilizer Rates under Furrow Irrigated and Rainfed Production Conditions. *Int. J. Dev. Sustain*, 3(2): 371-387.
- FAOSTAT (2020). <http://www.fao.org/faostat/en/#home> (Erişim tarihi: 15.02.2022).
- Favati, F., Lovelli, S., Galgano, F., Miccolis, V., Di Tommaso, T., & Candido, V. (2009). Processing Tomato Quality as Affected By Irrigation Scheduling. *Scientia Horticulturae*, 122(4): 562-571.
- Francis, F.J. (1995). Quality as Influenced by Color. *Food Quality and Preference*, 6(3): 149-155.
- Garcia, E., & Barrett, D.M. (2006). Evaluation of Processing Tomatoes from Two Consecutive Growing Seasons: Quality Attributes, Peelability and Yield. *Journal of Food Processing and Preservation*, 30(1): 20-36.
- Garcia, M.B., Ambat, S., & Adao, R.T. (2019). Tomayto, Tomahto: A Machine Learning Approach for Tomato Ripening Stage Identification Using Pixel-Based Color Image Classification. In 2019 IEEE 11th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment, and Management (HNICEM) (pp. 1-6).
- Goula, A.M., & Adamopoulos, K.G. (2005). Stability of Lycopene During Spray Drying of Tomato Pulp. *LWT-Food Science and Technology*, 38(5): 479-487.
- Guichard, S., Bertin, N., Leonardi, C., & Gary, C. (2001). Tomato Fruit Quality in Relation to Water and Carbon Fluxes. *Agronomie*, 21(4): 385-392.
- Gur, A., Osorio, S., Fridman, E., Fernie, A.R., & Zamir, D. (2010). hi2-1, A QTL Which Improves Harvest Index, Earliness and Alters Metabolite Accumulation of Processing Tomatoes. *Theoretical and Applied Genetics*, 121(8): 1587-1599.
- Han, H., Lim, J.W., & Kim, H. (2019). Lycopene Inhibits Activation of Epidermal Growth Factor Receptor and Expression of Cyclooxygenase-2 In Gastric Cancer Cells. *Nutrients*, 11(9): 2113.

- Hartz, T.K. (2016). The Challenge of Nutrition Management of Processing Tomatoes in An Era of Rising Yield Expectations. In XIV International Symposium on Processing Tomato, 1159: 1-6.
- Helyes, L., Pék, Z., Brandt, S., & Lugasi, A. (2006). Analysis of Antioxidant Compounds and Hydroxymethylfurfural in Processing Tomato Cultivars. *Horttechnology*, 16(4): 615-619.
- Helyes, L., Lugasi, A., & Pek, Z. (2012). Effect Of Irrigation On Processing Tomato Yield and Antioxidant Components. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 36(6): 702-709.
- Ilahy, R., Hdider, C., Lenucci, M.S., Tlili, I., & Dalessandro, G. (2011). Antioxidant Activity and Bioactive Compound Changes During Fruit Ripening Of High-Lycopene Tomato Cultivars. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(4-5): 588-595.
- Intelmann, D., Jaros, D., & Rohm, H. (2005). Identification of Color Optima of Commercial Tomato Catsup. *European Food Research and Technology*, 221(5): 662-666.
- Johnstone, P.R., Hartz, T.K., LeStrange, M., Nunez, J.J., & Miyao, E.M. (2005). Managing Fruit Soluble Solids With Late-Season Deficit Irrigation in Drip-Irrigated Processing Tomato Production. *HortScience*, 40(6), 1857-1861.
- Kakabouki, I., Folina, A., Efthimiadou, A., Karydogianni, S., Zisi, C., Kouneli, V., ... & Travlos, I. (2021). Evaluation of Processing Tomato Pomace After Composting on Soil Properties, Yield, and Quality of Processing Tomato in Greece. *Agronomy*, 11(1): 88.
- Kalbani, F.O.S.A., Salem, M.A., Cheruth, A.J., Kurup, S.S., & Senthilkumar, A. (2016). Effect of Some Organic Fertilizers on Growth, Yield and Quality of Tomato (*Solanum lycopersicum*). *International Letters of Natural Sciences*, 53.
- Karaçalı, İ., 2014. Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazarlanması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 494, Bornova, İzmir, s. 486.

- Kim, D., Thanakkasaranee, S., Lee, K., Sadeghi, K., & Seo, J. (2021). Smart Packaging with Temperature-Dependent Gas Permeability Maintains The Quality of Cherry Tomatoes. *Food Bioscience*, 41: 100997.
- Lahoz, I., Pérez-de-Castro, A., Valcárcel, M., Macua, J.I., Beltran, J., Roselló, S., & Cebolla-Cornejo, J. (2016). Effect of Water Deficit on The Agronomical Performance And Quality of Processing Tomato. *Scientia Horticulturae*, 200: 55-65.
- Lee, T.G., Shekasteband, R., Menda, N., Mueller, L.A., & Hutton, S.F. (2018). Molecular Markers to Select for The J-2-Mediated Jointless Pedicel In Tomato. *HortScience*, 53(2): 153-158.
- López Camelo, A.F., & Gómez, P.A. (2004). Comparison of Color indexes for Tomato Ripening. *Horticultura Brasileira*, 22: 534-537.
- Lopez, J., Ruiz, R.M., Ballesteros, R., Ciruelos, A., & Ortiz, R. (2000, June). Color and Lycopene Content of Several Commercial Tomato Varieties at Different Harvesting Dates. In VII International Symposium on the Processing Tomato, 542: 243-247.
- Lovelli, S., Potenza, G., Castronuovo, D., Perniola, M., & Candido, V. (2017). Yield, Quality and Water Use Efficiency of Processing Tomatoes Produced under Different Irrigation Regimes In Mediterranean Environment. *Italian Journal of Agronomy*, 12(1). 17-24
- Lu, J., Shao, G., Cui, J., Wang, X., & Keabetswe, L. (2019). Yield, Fruit Quality and Water Use Efficiency of Tomato for Processing under Regulated Deficit Irrigation: A meta-analysis. *Agricultural Water Management*, 222: 301-312.
- Lu, J., Shao, G., Gao, Y., Zhang, K., Wei, Q., & Cheng, J. (2021). Effects of Water Deficit Combined with Soil Texture, Soil Bulk Density and Tomato Variety on Tomato Fruit Quality: A meta-analysis. *Agricultural Water Management*, 243: 106427.
- Ma, J., Zhou, Z., Li, K., Li, K., Liu, L., Zhang, W., ... & Zhang, H. (2021). Novel Edible Coating Based on Shellac and Tannic Acid for Prolonging Postharvest Shelf Life and Improving Overall Quality of Mango. *Food Chemistry*, 354: 129510.

- Monti, L.M. (1980). The Breeding of Tomatoes for Peeling. *Acta Hort.*, 100: 341–349
- Nangare, D.D., Singh, Y., Kumar, P.S., & Minhas, P.S. (2016). Growth, Fruit Yield and Quality of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) as Affected by Deficit Irrigation Regulated on Phenological Basis. *Agricultural Water Management*, 171: 73-79.
- Nas, Y. (2016). Ege Bölgesi Koşullarında ve Farklı Toprak Tiplerinde Üretilen Sanayi Domatesinde Hasat Öncesi Son Sulama Tarihinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Nas, Y. (2019). Sanayi Domatesi Yetiştiriciliğinde Verim ve Meyve Kalitesini Etkileyen Bazı Faktörlerin Yönetimi. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Nas, Y. (2021). Response of Yield and Fruit Quality of Processing Tomatoes to Deficit Irrigation Practices. In *Overview on Horticulture*, 305-327.
- Nas, Y., Duman, İ., & Ul, M.A. (2017). Farklı Toprak Tiplerinde Yetiştirilen Sanayi Domatesinde Son Sulama Uygulamalarının Verim ve Meyve Kalite Özelliklerine Etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54(2): 223-230.
- Nas, Y., Türk, B., Duman, İ., Şen, F., & Tuncay, Ö. (2018). Farklı Toprak Özelliklerinin Sanayi Domatesi Üretiminde Meyve pH Değeri, Verim ve Bazı Kalite Özelliklerine Etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 55 (3): 311-317. DOI: 10.20289/zfdergi. 394142
- Oded, A., & Uzi, K. (2002). Enhanced Performance of Processing Tomatoes by Potassium Nitratebased Nutrition. In *VIII International Symposium on the Processing Tomato*, 613: 81-87.
- Omoni, A.O., & Aluko, R.E. (2005). The Anti-Carcinogenic and Anti-Atherogenic Effects of Lycopene: A Review. *Trends in Food Science & Technology*, 16(8): 344-350.
- Osinenko, P., Biegert, K., McCormick, R. J., Göhr, T., Devadze, G., Streif, J., & Streif, S. (2021). Application of Non-Destructive Sensors and Big Data

- Analysis to Predict Physiological Storage Disorders And Fruit Firmness İn ‘Braeburn’ apples. *Computers and Electronics in Agriculture*, 183: 106015.
- Pascual, B., Maroto, J. V., Sanbautista, A., López-Galarza, S., & Alagarda, J. (2000). Influence of Watering on The Yield and Cracking of Cherry, Fresh-Market and Processing Tomatoes. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 75(2): 171-175.
- 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(1): 131-138.
- 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(4): 590-596.
- Petropoulos, S.A., Fernandes, Â., Xyrafis, E., Polyzos, N., Antoniadis, V., Barros, L., & CFR Ferreira, I. (2020). The Optimization of Nitrogen Fertilization Regulates Crop Performance and Quality of Processing Tomato (*Solanum lycopersicum* L. cv. Heinz 3402). *Agronomy*, 10(5): 715.
- Pieper, J.R., & Barrett, D.M. (2008). Effects of Organic and Conventional Production Systems on Quality and Nutritional Parameters of Processing Tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(2): 177-194.
- Qadir, M., Hickey, M., Boulton, A., & Hoogers, R. (2004). Accumulation of Total Soluble Solids in Processing Tomatoes. In IX International Symposium on the Processing Tomato, 724: 97-102.
- Renquist, A.R., & Reid, J.B. (2001). Processing Tomato Fruit Quality: Influence of Soil Water Deficits at Flowering and Ripening. *Australian journal of agricultural research*, 52(8): 793-867.
- Ribeiro, B.S., & de Freitas, S.T. (2020). Maturity Stage at Harvest and Storage Temperature to Maintain Postharvest Quality of Acerola Fruit. *Scientia Horticulturae*, 260: 108901.
- Roldan, M.V.G., Périlleux, C., Morin, H., Huerga-Fernandez, S., Latrasse, D., Benhamed, M., & Bendahmane, A. (2017). Natural and Induced Loss of

- Function Mutations in Slmbp21 MADS-Box Gene Led to Jointless-2 Phenotype in Tomato. *Scientific Reports*, 7(1): 1-10.
- Saavedra Del R., Escaff, G.M., & Hernández, V.J. (2006). Kaolin Effects In Processing Tomato Production In Chile. *Acta Horti.*, 724: 191-198.
- Shobo, B.A., Bodunde, J.G., Makinde, E.A., & Olowe, V.I.O. (2017). Yield and Processing Quality of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) with Fertilizer Type. *Journal of Agriculture and Ecology Research International*, 13(1): 1-8
- Sönmez, K., & Ellialtıoğlu, Ő. (2014). Domates, Karotenoidler ve Bunları Etkileyen Faktörler Üzerine Bir İnceleme. *Derim*, 31(2): 107-130.
- Story, E.N., Kopec, R.E., Schwartz, S.J., & Harris, G.K. (2010). An Update on The Health Effects of Tomato Lycopene. *Annual Review of Food Science and Technology*, 1: 189-210.
- Thompson, K.A., Marshall, M.R., Sims, C.A., Wei, C.I., Sargent, S.A., & Scott, J.W. (2000). Cultivar, Maturity, and Heat Treatment on Lycopene Content in Tomatoes. *Journal of Food Science*, 65(5): 791-795.
- Türk, B. , Nas, Y. , Duman, İ. , Şen, F., & Tuncay, Ö. (2019). Sanayi Domatesi Üretiminde Toprak Tipi ve Çeşit Seçiminin Verim ve Meyve Kalite Özelliklerine Etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 56 (3): 337-343. DOI: 10.20289/zfdergi.512971
- Vélez-Sánchez, J.E., Balaguera-López, H.E., & Alvarez-Herrera, J.G. (2021). Effect of Regulated Deficit Irrigation (RDI) on The Production and Quality of Pear Triunfo De Viena Variety under Tropical Conditions. *Scientia Horticulturae*, 278: 109880.
- Wang, D., Ding, C., Feng, Z., Ji, S., & Cui, D. (2021). Recent Advances in Portable Devices for Fruit Firmness Assessment. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1-12.
- Warner, J., Zhang, T.Q., & Hao, X. (2004). Effects of Nitrogen Fertilization on Fruit Yield and Quality of Processing Tomatoes. *Canadian Journal of Plant Science*, 84(3): 865-871.
- WPTC (2022). <http://www.wptc.to/releases-wptc.php> (Erişim tarihi: 16.02.2022).

- Yazıcı, K., & Kaynak, L. (2006). Meyvelerde Güneş Yanıklığı: Neden Olan Etmenler ve Kontrol Mekanizmaları. *Derim*, 23(2): 14-23.
- 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(3): 195-206.
- Zelená, E., Holasová, M., Zelený, F., Fiedlerová, V., Novotná, P., Landfeld, A., & Houška, M. (2009). Effect of Sulphur Fertilisation on Lycopene Content and Colour of Tomato Fruits. *Czech Journal of Food Sciences*, 27 (Special Issue 1).
- Zhang, H., Xiong, Y., Huang, G., Xu, X., & Huang, Q. (2016). Effects of Water Stress on Processing Tomatoes Yield, Quality and Water Use Efficiency With Plastic Mulched Drip Irrigation in Sandy Soil of The Hetao Irrigation District. *Agricultural Water Management*, 179: 205-214.

BÖLÜM VIII

DİYARBAKIR KOŞULLARINDA SARIMSAK YETİŞTİRİCİLİĞİNDE FARKLI DİKİM TARİHLERİNİN VERİM VE KALİTE ÜZERİNE ETKİSİ

Dr. Öğr. Üyesi Vedat PİRİNÇ^{1*}
Ziraat Yüksek Mühendisi Serhat PEKER²

^{1*}Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü vedpir@dicle.edu.tr

²Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü
serhatpeker91@gmail.com

GİRİŞ

Dünyada sarımsak (*Allium sativum* L.) bitkisinin önemi insanlar tarafından yüzyıllar önce tespit edilmiş ve insanlar bu bitkiden faydalanmaya başlamışlardır. Sarımsak bitkisi beslenme ihtiyacının karşılanması kadar insanların sağlık sorunlarına karşı şifa bulmak için kullandıkları bir sebzedir. Sarımsak, insanlar tarafından taze olarak sofralarda tüketilirken, sarımsak başlarının kurutulmasıyla mevsimi dışında da tüketme olanağı bulunan bir sebzedir. Sarımsağı diğer sebzelerden ayrıcalıklı kılan bir diğer özelliği ise yıl boyunca tüketilebilir olmasıdır. İnsanların sarımsağı beslenme ve sağlık sorunlarına karşı tedavi edici olarak kullanmaları nedeniyle sarımsak sebze olarak dünyada önemini artırmaktadır. Sarımsağın kokusu ağır olduğundan hoşlanılmasa da beslenme ve sağlık yönünden değeri bilindiği için dünyada üretimi ve tüketimi her geçen yıl artmaktadır. Sarımsak (*Allium sativum* L.), bahçe bitkileri içinde bilinen eski bir türdür. Mısır ve Hindistan kültürlerinde 5000 yıl, Babiller zamanında 4500 yıl ve Çinliler tarafından ise 4000 yıl öncesinden beri kullanıldığı bilinmektedir (Simon, 2001). Bu konudaki en eski kayıtlar eski Mezopotamya’da Sümerler’e (M.Ö. 2600-2100) aittir. Sümerler, sarımsağı bir kültür bitkisi olarak yetiştirip baharat ve ilaç olarak kullanmışlardır. Bilinen en eski eczacılık kitabı olan ‘Mezopotamya Farmakopesi’nde 250 kadar bitkisel ilaç arasında sarımsağın da bulunduğu belirtilmektedir (Erdemir & Elçioğlu, 1999).

Dünyada *Allium* cinsine bağlı 500 tür tanımlanmıştır (Başer ve ark., 1993; Brewster, 1994). *Allium* cinsi içinde yer alan türler kendi içinde

de farklı bölümlere ayrılmıştır. Türkiye florasında, *Allium* cinsi içerisinde yaklaşık 150 tür bulunmakta, bunların içerisinde 57 tanesi baş veya soğanları sarımsak kokulu olan gruba girmektedir (Devis, 1984). Bunlar içinde yöresel olarak tüketilenler körmen, kaya sarımsağı, yabani sarımsak, yabani soğan, it soğanı ve çoban sarımsağı gibi isimlerle anılmaktalar. Bunlar besin maddesi olarak veya tedavi amacıyla kullanılmaktalar (Günay, 1983).

Sarımsak serin iklim bitkisidir, bu nedenle yeşil gelişme dönemi içinde 15-20°C sıcaklıkları tercih eder aynı zamanda düşük sıcaklıklara da dayanıklıdır, hava sıcaklığı -8 ve -10°C olduğunda bile fazla zarar görmez. Sıcaklıklar 20°C'nin üstüne çıktığında gelişme yavaşlar 25-30°C derecede ise gelişme sekteye uğrar. Ancak sarımsağın baş yapma döneminde sıcaklığın 20°C'nin üzerine çıkması istenir. Hasattan sonra sarımsak başlarının tarlada kurutulma süresince sıcaklığın 30°C'nin üzerine çıkması başarılı bir kurutma imkanı sağlar (Şalk ve ark., 2008).

Sarımsak bitkisi farklı dönemlerde farklı iklim isteklerine sahiptir, dikim ve gelişme döneminde yağış istemekte, hasat döneminde ise yağışlı ve nemli hava koşulları bitkinin baş kısmının kuruma süresini uzattığı için küflenme ve çürümelere neden olmaktadır. İklim isteği bakımından bitkinin yetiştiriciliğinin özellikle dikim tarihinin belirlenmesinde etkili bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Yöremizde olduğu gibi birçok yörede bu bitkinin ekim-dikim tarihi sonbahar veya ilkbahar olarak karşımıza çıkmaktadır. Dünya'da sarımsak üretiminde Asya ülkeleri önemli bir paya sahiptir. Dünyada

sadece Çin, dünya üretiminin %78.7 (22 216 965 ton)'sini sağlamakta olup, Hindistan %5.9 (1 693 000 ton) ve Bangladeş %1.5 (425 401 ton) ile bu ülkeyi takip etmektedir. Türkiye % 0.5 (148 133 ton) üretimi ile dünya üretiminde 13. sırada yer almaktadır (FAO, 2017). Dünyada olduğu gibi ülkemizde de sarımsak üretimi her geçen gün artmaktadır. Son beş yıl Türkiye'de ki kuru sarımsak üretim verilerine bakıldığı zaman kuru sarımsak üretiminin her yıl arttığı görülmüştür. Türkiye'de sarımsak üretim miktarı her yıl artarken aynı şekilde üretim alanını da arttığı görülmektedir. Ülkemiz, iller bazında kuru sarımsak üretim miktarı incelendiğinde; Kastamonu ili 33.122 tonluk üretim miktarıyla toplam üretimin % 24.9'unu, Gaziantep ili 23.413 ton ile toplam üretimin % 17.65'ini ve Diyarbakır ili ise 497 ton ile toplam üretimin % 0.3'ünü karşıladığı anlaşılmaktadır (TÜİK, 2021).

Türkiye'de sarımsak üretimi tüm coğrafi bölgelerde yapılabilmektedir. Sarımsak üretimi yapılan bölgelerde sarımsak dikimi kimi bölgelerde sonbaharda yapılırken kimi bölgelerde ise ilkbahar mevsiminde yapılmaktadır. Bu tercihin belirlenmesinde verim ve kalite özellikleri dikkate alınmıştır. Ancak sonbahar döneminde yapılan yetiştiricilik arazinin uzun süre meşgul edilmesine neden olurken ilkbahar dönemi yetiştiriciliğinde ise arazinin daha kısa süre kullanıldığı bilinmektedir. Her iki dönem yetiştiriciliğinde de hasat ve kurutma işlemi yaz dönemine denk gelmektedir. Diyarbakır yöresinde sarımsak yetiştiriciliği için uygun dikim zamanının belirlenmesi açısından daha önce herhangi bir çalışma yapılmamış olması bu çalışmanın önemini ortaya koymaktadır. Yüksek verim ve kalite elde edebilmek için

dikimin en uygun tarihte yapılması gerekmektedir. Bu nedenle Diyarbakır yöresinde üretim miktarı her geçen gün artan sarımsak yetiştiriciliğinde farklı dikim tarihlerinin verim ve kalite üzerine etkilerini belirlemek üretici için Diyarbakır ve ülkemiz ekonomisi açısından önem arz etmektedir. Diyarbakır yöresi sarımsak yetiştiriciliği için en uygun dikim zamanının belirlenerek, daha sonra yapılacak çalışmalar için temel oluşturması beklenmektedir. Ayrıca bu çalışmada farklı mevsimlerde yapılmış olan dikimin, verim ve kaliteye olan etkisinin tespit edilmesi, aynı mevsim içinde farklı dikim tarihlerinde elde edilen verim ve kalitenin saptanmasıyla üreticiler için uygun dikim mevsimi ve tarihini belirlemek bu çalışmanın önemli çıktıları arasındadır.

Ülkemizde bu konu hakkında yapılan çalışmalar sınırlı olup en kapsamlı çalışma Türkeş (1978), tarafından yapılmıştır. Yapılan çalışmada Türkiye'nin bütün illerinden sarımsak örnekleri toplanarak, Yalova koşullarında morfolojik özelliklerinin belirlenmesiyle beraber, verim değerleri de incelenmiştir. Detaylı olarak yapılan bu çalışma sonucunda, Türkiye şartlarında uzun yıllar boyunca üretilmekte olan 36 farklı sarımsak popülasyonu belirlenmiş ve daha sonra yapılacak ıslah çalışmaları ile bu popülasyonların çeşit haline getirilmesi gerektiğini bildirilmiştir.

Kasım, Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarında olmak üzere yapılan dikim zamanı araştırmasına göre en yüksek baş verimi aralık ayında elde edilirken, en yüksek bitki boyunun 63.73 cm, biyolojik verimin dekara 67,05-476.1 kg, baş veriminin ise en fazla 383.44 kg olduğu,

en yüksek baş çapının 4.64 cm, bir başta en fazla 13.3 adet diş olduğu kaydedilmiştir. Diş iriliği tek başına kalite kriteridir. Ölçülen dişlerin eni 1.74-1.603 cm, diş boyu ise 1.74-2.34 cm arasında bulunmuştur. Tek bir bitkideki diş ağırlığı ise en fazla 2.2 gr olarak tespit edilmiştir. Şubat ayı dikim zamanındaki sarımsaklardan elde edilen uçucu yağ oranı (% 0.08), Ocak ayında dikimi yapılan sarımsaklardan (% 0.115) daha düşük olduğu belirlenmiştir (Balkır 1996). Türkiye’de Kastamonu sarımsağı hem kalite hem de verim açısından oldukça iyi bir çeşittir. Beşirli ve ark. (1994)’nın çalışmalarında kullandıkları 10 yerli popülasyon ve 2 yabancı çeşit arasında en yüksek baş veriminin Kastamonu sarımsak popülasyonuna ait olduğu belirlenmiştir. Diğer kriterler açısından da Kastamonu sarımsağının daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Kastamonu sarımsağının baş kabuk renginin krem-beyaz olduğu, baş ağırlığının 22.8 gr, diş ağırlığının ise 1.7 gr olduğu kaydedilmiştir. Bir baş’ta bulunan diş sayısının 12.1 adet ve dekara verimin ise 1140 kg olduğu tespit edilmiştir. Sarımsak sebzesinde aranan önemli özelliklerden en önemlisi kuru madde miktarıdır ve Kastamonu sarımsağında kuru madde miktarı yaklaşık olarak % 37.4 olarak kaydedilmiştir. Ledesma ve ark. (1983)’nin çalışmalarında en iyi dikim zamanı mart ayı iken Maurya (1987)’nin çalışmasında ise direkt tarlaya dikimin yapıldığı Ekim ayında en yüksek verim (121.22 kg/da) elde edilmiştir. Fide şeklinde dikimlerin direkt dikimden daha az ürün verdiği, havaların soğumasıyla fide ile gerçekleştirilen dikimlerde verim kaybı olduğu belirlenmiştir (Maurya, 1987). Erken dikimlerin sarımsak veriminde artışa neden olmaktadır. Eylül ve Ekim aylarında yapılan dikimlerde, Eylül ayı

dikimleri bitki boyu, bitkide yaprak sayısı, baş eni, baş boyu, baştaki diş sayısı, baş ağırlığı özelliklerinde en iyi sonucu verdiği saptanmıştır (Sing ve Phogat, 1989). Sarımsak sebzesinin (*Allium sativum* L.), dikim araştırmalarında erken dikimlere daha olumlu cevap verdiği anlaşılmaktadır. 15-25 Mart ve 5 Nisan tarihlerindeki dikimlerde en yüksek verim (706.01 kg/da) 15 Mart dikim zamanındaki bitkilerden elde edildiği, iri diş sayısı (3.53 adet) ve oranı (%37.51) bakımından da en erken dikim zamanı olan 15 Mart tarihinde dikilen bitkilerden sağlandığı tespit edilmiştir (Bilgen, 2014). Yerel sarımsak genotiplerinde bitki boylarının 64-76 cm, yaprak uzunluğunun 39.17-50.4 cm, yaprak genişliğinin 19.1-32.83 mm, yaprak sayısının 10.33-13 adet, baş uzunluk ve genişliğinin sırasıyla 2.69-3.39 cm/3.38-4.99 cm, önemli kalite kriterlerinden baş ağırlığının 17-42 cm arasında olduğu, diş sayısı ve diş ağırlığının sırasıyla 10.33-17.33 adet/1.3-4.09 gr saptanırken, sarımsak dişlerinde çıkış süresinin 15 gün ve olgunlaşma süresinin ise 115 gün olduğu bildirilmiştir (Karabekiroğlu, 2016).

Bu çalışmada, Diyarbakır yöresinde sarımsak yetiştiriciliği için en uygun dikim zamanın belirlenmesi amaçlanmıştır.

1. MATERYAL

Bu deneme, Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanında yürütölmüş, araştırmada 3 farklı yöreye ait sarımsak genotipleri kullanılmıştır. Türkiye’de tüketimi ve yetiştiriciliği yaygın olan Kastamonu ili Taşköprü ilçesinden Taşköprü sarımsağı, Diyarbakır ili

Çermik ilçesinden Çermik sarımsağı ve Tunceli'deki üreticilerden ise Tunceli sarımsağı temin edilmiştir.

1.1. Taşköprü Sarımsağı:

İklim koşullarına toleranslı, kaliteli ve başlarının iri olması nedeni ile ihracata, kuru madde oranının yüksek oluşu sebebi ile de sanayiye en elverişli çeşit ve diğer sarımsak çeşitlerine nazaran daha acı ve keskin kokuludur.

1.2. Çermik Sarımsağı

Ülkemizde kültür çeşitlerinin dışında birçok bölgede sarımsağın yerel genotipleri üreticiler tarafından kullanılmaktadır. Bunlardan birisi de Çermik sarımsağı olup yerel bir genotiptir ve metin içerisinde diğer çeşitlerle birlikte çeşit olarak anılacaktır. Diyarbakır'ın Çermik ilçesinde yaygın şekilde kullanılan kendine has kokusu ve lezzeti olan Diyarbakır köy popülasyonudur.

1.3. Tunceli Sarımsağı

Endemik bitki olarak yetişen ve bölge insanları tarafından yıllardır tüketilen Tunceli sarımsağı (*Allium tuncelianum*) tek dişli bir yapıya sahiptir.



Resim 1. Dikim Yapılan Sarımsak Dişlerine Ait Görünüm

2. DENEME ALANI İKLİM ÖZELLİKLERİ

Diyarbakır iline ait uzun yıllar ve denemenin gerçekleştirildiği döneme ait iklim verileri Çizelge 1.'de verilmiştir.

Çizelge 1. Diyarbakır İline Ait 2018 Yılı Ve Uzun Yıllar İklim Verileri

Aylar	Ort. Sıcaklık (°C)		Toplam Yağış (mm)		Nem (%)	
	2017	Uzun Yıllar	2017	Uzun Yıllar	2017	Uzun Yıllar
Kasım	10.1	9.5	21.2	53.7	67.4	66
Aralık	5.8	4	12.8	70.1	74.1	75
	2018	Uzun Yıllar	2018	Uzun Yıllar	2018	Uzun Yıllar
Ocak	5.2	1.7	86.6	71.2	77.3	76
Şubat	7.6	3.7	86.4	67	74.5	71.6
Mart	12.3	8.3	11.6	65	63.2	65
Nisan	15.9	13.8	48.8	68.5	53.0	63
Mayıs	19.4	19.2	157.8	43.8	67.5	55
Haziran	26.5	26.1	14.4	8.2	37.9	35
Temmuz	31.2	31.1	0.0	0.7	24.2	26
Ağustos	31.5	30.4	0.8	0.4	24.3	25

Kaynak: Diyarbakır Meteoroloji Bölge Müdürlüğü (2018)

2017 ve 2018 yılı iklim verileri değerlendirildiğinde; yağış değerlerinin 2017 yılı kasım ve aralık aylarında 21.2 ve 12.8 mm

olurken, 2018 yılı mart ayı ise 11.6 mm yağış ile uzun yıllar ortalamasının çok altında olup belirtilen ayların oldukça kurak geçtiği görülmüştür. 2018 yılı mayıs ayı yağış toplamı ise 157.8 mm ile uzun yıllar ortalamasından (43.8 mm) çok yüksektir. Sıcaklık ortalamaları incelendiğinde 2018 yılının ocak, şubat, mart ve nisan aylarının uzun yıllar sıcaklık ortalamalarından yüksek olduğu görülmektedir.

Deneme kurulmadan önce deneme kurulacak alandan 0-20 cm derinliğinde toprak numunesi alma yöntemine uygun, alanın tümünü temsil edecek şekilde toprak örneği alınmış ve Diyarbakır GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü'nde fiziksel ve kimyasal analizi yapılmak üzere gönderilmiş ve bu örneğe analiz sonucunda toprak bünyesinin tınlı, tuz oranının % 0.12, kireç oranının % 6.67, pH değerinin 7.96 ve besin elementi bakımından fosfor içeriğinin 19.60 ppm ve organik madde miktarının % 0.23 olduğu belirlenmiştir.

3. METOT

Deneme kurulan alan 669 m²'lik rakıma sahiptir. Deneme parsellerine, üretime uygun sarımsak dişleri kullanılarak dikim yapılmıştır. Deneme alanı ekim ayında önce pulluk ile sürülmüş daha sonra kültivatör ile toprak işlenmesi yapılmıştır. Deneme kurulacak alanda parseller oluşturulmuştur. Parselde dikim yapılacak alan tırmıkla alanda bulunan bitki atıkları temizlenmiş ve parsel tesviyesi yapıldıktan sonra parseller tahta dikim sistemine hazır hale getirilmiştir.

3.1. Sarımsak Dikimi ve Bakımı

Deneme alanı tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Dikim için parseller 2 m genişliğinde ve 3 m uzunluğunda 6 m² olacak şekilde tahta dikim sistemi uygulanmıştır. Sarımsak dişleri, sıra arası 20 cm, sıra üzeri ise 10 cm olacak şekilde sonbahar mevsiminde farklı tarihlerde 10 günlük arayla olmak üzere; 10 Kasım, 19 Kasım, 2 Aralık ve 10 Aralık tarihlerinde dikilmiştir.

Deneme alanındaki parsellerde dikim işlemi yapılmadan önce tırmık ile parsel temizliği ve toprak tesviyesi işlemi yapılmış, daha sonra belirlenen sıra arası ve sıra üzeri mesafeye uygun olarak dikim yapılmıştır. Sarımsak dişlerinin dikimi için uygun derinlik çapa ve çepin kullanılarak açılmıştır. Dikim işleminde üretime uygun homojen irilikteki sarımsak dişleri kullanılmıştır.

Dikim yapıldıktan sonra sarımsak dişlerinin üzeri toprak ile örtülüp hemen can suyu verilmiştir. Sarımsak dişleri filizlenip çıkış sağlandıktan sonra bitkiler 4-5 yapraklı oldukları dönemde yabancı ot mücadelesi yapılmıştır. Deneme alanında bitkilere uygulanan azotlu gübre, çapalama işleminden önce serpme usulu uygulanmış ve çapalama işlemi ile toprağa karışması sağlanmıştır.



Resim 2. Parsellerin Belirlenmesi ve Deneme Alanı

4. YAPILAN GÖZLEM VE ÖLÇÜMLER

Bitki boyu (cm), yaprak uzunluğu (cm), yaprak sayısı (adet/bitki), yaprak genişliği (mm), baş ağırlığı (gr), baş boyu (mm), baş çapı (mm), baştaki diş sayısı (adet/baş), diş ağırlığı (gr), diş boyu (mm), diş çapı (mm), diş sertliği, dijital pH metre ile pH, refraktometre cihazı ile SÇKM oranına, renk metre (HunterLab. ColorFlex) cihazı kullanılarak baş dış, diş dış kabuk, diş meyve eti renkleri ve parsel verim ölçümleri yapılmıştır.

5. VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Denemeden elde edilen bitki ölçüm ve gözlemlerin değerlendirilmesi ve sonuçlarının istatistiksel analizleri SPSS (25.0 forwindows) paket programında yapılmıştır. Yapılan bu çalışmada ilkbahar döneminde iki çeşit ve iki dikim zamanı olduğu için istatistik analizde t testi uygulanmıştır.

6. BULGULAR

6.1. Baş Ağırlığı (gr)

Baş ağırlığına ait veriler, Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Sarımsak Çeşitleri Baş Ağırlığı Verileri (gr)

Çeşit/dikim zamanı	Baş ağırlığı (gr)				Ortalama
	10 Kasım	19 Kasım	2 Aralık	10 Aralık	
Taşköprü	24.38± 0.78	29.82±0.61	27.54±0.70	24.35± 0.70	26.71± 0.37 a
Çermik	22.54± 0.60	28.06± 1.44	24.31±1.01	25.18±0.91	24.76± 0.91 a
Tunceli	18.84± 2.48	17.91± 3.30	-----	-----	18.53±1.94 b
Ortalama	23±0.53 c	28.68± 0.63 a	26.54± 0.59 b	24.65±0.56 c	25.69± 0.30

Sarımsak baş ağırlığı bakımından farklı dikim tarihleri ve çeşitler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ancak dikim zamanı x çeşit interaksyonu baş ağırlığı bakımından önemli bulunmamıştır. Baş ağırlığı açısından farklı dikim tarihleri arasında farklılık bulunmuştur. Baş ağırlığı değerleri dikim zamanları açısından 23 gr ile 28.68 gr arasında değişmiştir. En iyi sonuç 20 Kasım tarihinde yapılan dikimden sağlanmıştır. Çeşitler açısından sonbahar dikim tarihlerinde baş ağırlığı değerleri 18.53 gr ile 26.71 gr arasında değişmiştir. En yüksek baş ağırlığına sahip çeşit 26.71 gr ortalama ile Taşköprü sarımsağından, en düşük değer ise 18.53 gr ortalama ile Tunceli sarımsağından elde edilmiştir. Adıgüzel ve ark. (2013) yaptıkları araştırmada, Tunceli sarımsağında baş ağırlığını ortalama 10.40 – 14.08 gr bulmuşlardır. Bu denemede elde edilen sonuçlarda ise Tunceli sarımsağı 18.53 gr ortalama ile daha yüksek baş ağırlığı

bulunmuştur. Bilgen (2014), yaptığı çalışmada Taşköprü sarımsağında orta irilikteki dişlerle yaptığı dikimlerden ortalama 23.3 gr baş ağırlığı elde ederken, denememizde Taşköprü sarımsağı ortalama baş ağırlığı 26.71 gr olarak belirlenmiştir. Farklı dikim mevsimlerinden dolayı bulgular arasında benzerlik bulunmamıştır.

6.2. Baş Boyu (mm)

Baş boyuna ait veriler, Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 3. Sarımsak Çeşitleri Baş Boyu Değerleri (mm)

Çeşit/dikim zamanı	Baş boyu (mm)				Ortalama
	10 Kasım	19 Kasım	2 Aralık	10 Aralık	
Taşköprü	27.97±0.39	30.30±0.32	30.63±0.31	28.91±0.34	29.54±0.18 a
Çermik	26.41±0.30	28.33±0.48	27.42±0.34	28.44±0.48	27.56±0.21 b
Tunceli	26.58±1.07	28.13±2.13	-----	-----	27.14±1.01 b
Ortalama	27.17±0.25 b	29.63±0.29 a	29.65±0.27 a	28.74±0.28 a	28.75±0.14

Baş boyu bakımından farklı dikim tarihleri ve çeşit faktörleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş ancak dikim zamanı x çeşit interaksyonu baş boyu üzerine istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Baş boyu açısından farklı dikimlerde kaydedilen değerler 27.17 mm ile 29.65 mm arasında değişmiştir. En yüksek baş boyu değerleri 19 Kasım, 2 Aralık ve 10 Aralık dikimlerinden elde edilmiştir. En uzun baş boyu değeri 29.54 mm ortalama ile Taşköprü sarımsağından alınmıştır. Çeşit açısından dikim tarihleri arasında elde edilen değer 27.14 mm ile 29.54 arasında değişmiştir. Baş boyu bakımından en yüksek değere sahip çeşit 29.54 mm ortalama

değeriyle Taşköprü sarımsağı olduğu, en düşük değer ise 27.14 mm ortalama değer ile Çermik sarımsağına ait olduğu belirlenmiştir.

6.3. Baş Çapı (mm)

Baş çapına ait veriler, Çizelge 4’de sunulmuştur.

Çizelge 4. Sarımsak Çeşitleri Baş Çapı Değerleri (mm)

Çeşit/dikim zamanı	Baş Çapı (mm)				Ortalama
	10 Kasım	19 Kasım	2 Aralık	10 Aralık	
Taşköprü	41.72±0.62	48.19±4.11	43.40±0.49	41.81±0.46	44.02±1.20 a
Çermik	42.86±0.44	45.20±0.89	44.93±0.85	46.11±0.72	44.63±0.36 a
Tunceli	35.16±1.53	38.80±3.19	-----	-----	36.46±1.51 b
Ortalama	41.48±0.42 a	46.80±2.74a	43.87±0.43 a	43.38±0.43 a	43.89±0.75

Baş çapı bakımından farklı dikim tarihleri, çeşit ve dikim zamanı x çeşit interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Çeşit bakımından en geniş baş çapı değerleri 26.46 mm ile 44.63 mm arasında değişmektedir. En yüksek baş çapı değeri 44.63 mm ortalama ile Diyarbakır yerel genotipi olan Çermik sarımsağından elde edildiği belirlenmiştir. Karabekiroğlu (2016), Tokat şartlarında Taşköprü sarımsağı ile yaptığı çalışmada sarımsak genişliğini ortalama 4.14 cm olarak belirlemiştir. Diyarbakır şartlarında Taşköprü sarımsağı ile yaptığımız çalışmada baş çapını ortalama 44.02 mm olarak belirlenmiş ve Karabekiroğlu (2016) bulgularına yakın bir değer elde edilmiştir.

6.4. Diş Ağırlığı (gr)

Dişi ağırlığına ait veriler, Çizelge 5’de verilmiştir.

Çizelge 5. Sarımsak Çeşitleri Diş Ağırlığı Değerleri (gr)

Çeşit/dikim zamanı	Diş ağırlığı (gr)				Ortalama
	10 Kasım	19 Kasım	2 Aralık	10 Aralık	
Taşköprü	2.48± 0.09	2.46± 0.09	2.34± 0.09	2.40±0.09	2.42± 0.09 b
Çermik	1.91±0.06	1.96± 0.06	2.12±0.07	2.12±0.07	2.01±0.03 b
Tunceli	-----	8.16±.1.37	-----	-----	8.16± 1.37 a
Ortalama	2.20± 0.05 a	2.33±0.07 a	2.23±0.05 a	2.23±0.05 a	2.25±0 03

Diş ağırlığı bakımından farklı dikim tarihleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmamış ancak çeşit faktörü diş ağırlığı bakımından anlamlı bulunmuştur. Farklı dikim tarihlerinin diş ağırlığı bakımından önemli bir farklılığı olmadığı belirlenmiştir. Diş ağırlığı bakımından farklı dikim tarihlerinde diş ağırlık değerlerinin 2.20 gr ile 2.33 gr arasında değiştiği görülmüştür. En yüksek değer 2.33 gr ortalama ile 20 Kasım dikiminden elde edilmiştir. Çeşit bakımından diş ağırlığı değerleri 2.01 gr ile 8.16 gr arasında değişmiştir. En yüksek diş ağırlığına sahip çeşit 8.16 gr ortalama ile Tunceli sarımsağı olduğu belirlenmiştir. Diş ağırlığını, Kaya (1992) Kastamonu sarımsağında 1,8 gr, Balkır (1996) bazı yerel popülasyonlarda 0,96-2,52 gr arasında ve Beşirli (2005) Taşköprü 56 çeşidinde 1,5 gr olarak bildirmişlerdir. Denememizde ise diş ağırlığı bakımından Taşköprü 2,42 gr ve Çermik 2.01 gr ortalama diş ağırlıklarına sahip oldukları belirlenmiştir. Araştırmamızda, Taşköprü sarımsağı 2,42 gr ortalama ile atıf yapılan çalışmalardaki ortalamalardan yüksek çıkmış fakat Çermik sarımsağı

2.01 gr ortalama ile Balkır (1996)'ın yerel çeşitlerde tespit ettiği değerlerin arasında çıkmıştır bu farklılığın çeşitlerin adaptasyon yetenekleri ile bakım ve ekolojik faktörlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

6.5. Diş Boyu (mm)

Diş boyuna ait veriler, Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Sarımsak Çeşitleri Diş Boyu Değerleri (mm)

Çeşit/dikim zamanı	Diş Boyu (mm)				Ortalama
	10 Kasım	19 Kasım	2 Aralık	10 Aralık	
Taşköprü	24.04± 0.30	25.89± 0.31	25.62±0.29	25.70±0.33	25.33±0.16 a
Çermik	21.11± 0.22	23.21± 1.59	20.54±0.23	21.11±0.21	21.49±0.40 a
Tunceli	-----	26.79± 2.07	-----	-----	26.79± 2.07 a
Ortalama	22.57± 0.21 b	24.63± 0.78 a	23.24±0.25 ab	23.40±0.24 ab	23.47±0.22

Diş boyu bakımından farklı dikim tarihlerinde sadece çeşit faktörü istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş, dikim zamanı ve dikim zamanı x çeşit interaksiyonu önemli bulunmamıştır. Diş boyunun farklı dikim tarihleri arasında bulunmuş değer 22.57 mm ile 24.63 mm arasında değişmiştir. Diş boyu bakımından en yüksek değer, 19 Kasım dikiminden, en düşük değer ise 2 Aralık ve 10 Aralık dikimlerinden elde edilmiştir. Çeşit açısından diş boyu değerleri 21.49 mm ile 26.79 mm arasında değişmiştir. Diş boyu bakımından çeşitler arasında önemli farklılık olmadığı belirlenmiş, en yüksek değer 26.79 mm ile Tunceli sarımsağında, en düşük değer ise 21.49 mm ile Çermik sarımsağından elde edilmiştir.

6.6. Diş Çapı (mm)

Diş çapına ait veriler, Çizelge 7’de sunulmuştur.

Çizelge 7. Sarımsak Çeşitleri Diş Çapı Değerleri (mm)

Çeşit/dikim zamanı	Diş çapı (mm)				Ortalama
	10 Kasım	19 Kasım	2 Aralık	10 Aralık	
Taşköprü	15.60 ± 0.33	14.74±0.27	14.68±0.28	15.42±0.34	15.11±0.15 b
Çermik	13.85 ± 0.28	13.52± 0.26	15.47± 0.36	15.09± 0.32	14.48±0.16 b
Tunceli	-----	27.87±2.06	-----	-----	27.87±2.36 a
Ortalama	14.72 ±0.22 a-b	14.39±0.22 b	15.05±0.23a-b	15.25±0.23 a	14.86±0.11

Diş çapı bakımından farklı dikim tarihleri, çeşit ve dikim zamanı x çeşit etkisiyle istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Diş çapının farklı dikimlerde saptanan değerler; 14.72 mm ile 15.25 mm arasında değişmiştir. En yüksek değer 15.25 mm ile 10 Aralık dikiminden elde edilmiş, en düşük değer ise 14.39 mm ile 19 Kasım dikiminden elde edilmiştir. Çeşit açısından diş çapı değerleri 14.48 mm ile 27.87 mm arasında değişmiştir. Diş çapı bakımından en yüksek diş çapına sahip çeşit, 27.87 mm ortalama ile Tunceli sarımsağı, en düşük değere ise 14.48 mm ortalama ile Çermik sarımsağı olduğu istatistik analiz sonucunda belirlenmiştir.

6.7. Diş Sayısı (adet)

Diş sayısına ait veriler, Çizelge 8’de verilmiştir.

Çizelge 8. Sarımsak Çeşitleri Baştaki Diş Sayısı Değerleri (adet)

Çeşit/dikim zamanı	Bastaki diş sayısı (adet)				Ortalama
	10 Kasım	19 Kasım	2 Aralık	10 Aralık	
Taşköprü	10.56±0.25	11.06±0.20	11.11±0.22	10.84±0.15	10.90±0.10 a
Çermik	11.77±0.34	12.13±0.47	11.39±0.52	10.97±0.31	11.57±0.20 a
Tunceli	1±0.00	1.2±0.15	-----	-----	1.07±0.51 b
Ortalama	9.73±0.34 b	10.61±0.30a	11.17±0.20 a	10.87±0.14 a	10.55±0.14

Bastaki diş sayısı bakımından farklı dikim tarihleri ve dikim zamanı x çeşit interaksyonu istatistiksel olarak anlamlı bulunmamış fakat bastaki diş sayısı bakımından çeşit faktörü istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Farklı dikim tarihleri açısından bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. Bastaki diş sayısı çeşit açısından bulunmuş değerler 1.07 adet ile 11.57 adet arasında değişmiştir. En yüksek bastaki diş sayısına sahip çeşit, 11.57 adet ortalama ile Çermik sarımsağı olduğu belirlenmiştir. En düşük diş sayısına sahip çeşit ise Tunceli sarımsağı olduğu belirlenmiştir.

6.8. Diş Sertliği (kg/cm²)

Diş sertliğine ait veriler, Çizelge 9'da verilmiştir.

Çizelge 9. Sarımsak Çeşitleri Diş Sertliği Değerleri (kg/cm²)

Çeşit/dikim zamanı	Diş Sertliği (kg/cm ²)				Ortalama
	10 Kasım	19 Kasım	2 Aralık	10 Aralık	
Taşköprü	3.61±0.12	5.16 ±0.12	5.61±0.10	5.57±0.11	4.99±0.08 a
Çermik	5.22±0.12	4.90±0.11	4.62±0.17	4.97±0.19	4.93±0.07 a
Tunceli	5.16±0.13	4.73±0.10	-----	-----	5.06±0.11 a
Ortalama	4.57± 0.10 b	5.01±0.08 a	5.12±0.11 a	5.27±0.11 a	4.97±0.05

Sarımsak diş sertliği bakımından farklı dikim tarihleri ve dikim zamanı x çeşit interaksyonu istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ancak çeşit faktörünün diş sertliği istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Diş sertliği açısından farklı dikim tarihleri açısından en iyi sonuç 20 Kasım, 2 Aralık ve 10 Aralık dikimlerinden elde edilmiş, en düşük değer ise 10 Kasım dikiminden elde edilmiştir. Dikim tarihleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. En yüksek diş sertliği 5.06 kg/cm² ortalama ile Tunceli sarımsağından, en düşük değer ise 4.93 kg/cm² ile Çermik sarımsağından elde edilmiş ancak istatistiksel olarak her üç çeşit arasında anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Diyarbakır yerel genotipi olan Çermik sarımsağı 4.93 kg/cm² ortalamaya, Taşköprü sarımsağının ise ortalama 4.99 kg/cm² sertliğe sahip oldukları belirlenmiştir.

6.9. Suda Çözünebilen Kuru Madde Miktarı (SÇKM) (%)

SÇKM ile ilgili yapılan ölçümlerden elde edilen veriler, Çizelge 10.'da sunulmuştur.

Çizelge 10. Sarımsak Çeşitleri (SÇKM) Değerleri (%)

Çeşit/dikim zamanı	Suda Çözünebilen Kuru Madde Miktarı (SÇKM) (%)				Ortalama
	10 Kasım	19 Kasım	2 Aralık	10 Aralık	
Taşköprü	37.66±0.43	39.54±0.24	36.54±0.44	37.37±0.63	37.78±0.27 a
Çermik	36.12±0.31	36.00±0.27	36.33±0.40	37.54±0.41	36.50±0.20b
Tunceli	35.05±0.69	30.33±0.16	-----	-----	33.87±0.80 c
Ortalama	36.39±0.32 b	36.94±0.59 ab	36.43±0.30 ab	37.45±0.37 a	36.77±0.21

Suda çözünebilen kuru madde miktarı (SÇKM) bakımından çeşit ve dikim zamanı x çeşit interaksyonu istatistiksel olarak anlamlı

bulunmuş ancak farklı dikim tarihleri suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM) açısından istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Farklı dikim tarihleri bakımından en yüksek suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM) oranı 10 Aralık dikiminden, en düşük SÇKM değeri ise 19 Kasım ve 2 Aralık dikimlerinden elde edilmiştir. Çeşit bazında ise en yüksek suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM) % 37.78 ortalama ile Taşköprü sarımsağından, en düşük SÇKM ise % 33.87 ortalama ile Tunceli sarımsağı çeşidinden elde edilmiştir. Diyarbakır yerel genotipi olan Çermik sarımsağı % 36.50 ortalama ile % 33.87 ortalama sahip Tunceli sarımsağına göre daha yüksek suda çözünebilir kuru madde miktarı oranına sahip olduğu belirlenmiştir. Artık ve Poyrazoğlu (1994), yaptıkları araştırmada, Kastamonu sarımsağında çözünebilir kuru madde içeriğinin % 31.2 ile 44.1 değerleri arasında olduğunu, ortalama % 36.9 olduğunu bildirmişlerdir. Denememizden Taşköprü sarımsağından elde ettiğimiz SÇKM oranı % 37.78 ile atıf yapılan aralıkta olduğu belirlenmiştir.

6.10. pH

pH ile ilgili yapılan ölçümlere ait veriler, Çizelge 11’de sunulmuştur.

Çizelge 11. Sarımsak Çeşitleri Sonbahar Dönemi pH Değerleri

Çeşit/dikim zamanı	pH				Ortalama
	10 Kasım	19 Kasım	2 Aralık	10 Aralık	
Taşköprü	6.64±0.01	6.66±0.03	6.65±0.01	6.54±0.03	6.62±0.14 b
Çermik	6.63±0.03	6.57±0.04	6.52±0.007	6.62±0.01	6.58±0.01 b
Tunceli	6.95±0.03	6.84±0.03	-----	-----	6.92±0.03 a
Ortalama	6.72± 0.03 a	6.64±0.03b	6.59±0.02 b	6.58±0.02b	6.64±0.01

pH bakımından çeşit ve dikim zamanı x çeşit interaksyonu istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ancak farklı dikim tarihlerinin pH bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir. Farklı dikim tarihleri açısından pH değerleri 6.58 ile 6.72 değerleri arasında değişmektedir. pH açısından en yüksek pH değeri 10 Kasım dikiminden elde edilmiştir. En düşük pH değeri ise 6.58 ortalama 10 Aralık dikiminden sağlanmıştır. Çeşit açısından pH değerleri, 6.58 ile 6.92 arasında değişmektedir. Çeşit bakımından en yüksek değere sahip çeşit 6.92 ortalama ile Tunceli sarımsağı olduğu belirlenmiştir. Artık ve Poyrazoğlu (1994), yaptıkları çalışmada Kastamonu sarımsağının pH değerinin 5.47 ile 6.90 arasında değiştiğini ve ortalamasının da 6,30 olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada Taşköprü sarımsağından elde edilen pH değerinin atf yapılan çalışmanın belirlediği aralık arasında olduğu tespit edilmiştir.

6.11. Parsel Verimi (kg)

Parsel verimi ile ilgili veriler, Çizelge 12.'de verilmiştir.

Çizelge 12. Sarımsak Çeşitleri Parsel Verimi (kg)

Çeşit/dikim zamanı	Parsel verimi (kg)				Ortalama
	10 Kasım	19 Kasım	2 Aralık	10 Aralık	
Taşköprü	1.67±0.29	2.01±0.23	1.38±0.13	1.66±0.12	1.68±0.11 a
Çermik	1.05±0.30	0.83±0.43	0.48±0.23	0.97±0.34	0.83±0.16 b
Tunceli	0.43±0.12	0.35± -	-----	-----	0.41±0.88 b
Ortalama	1.10±0.21 a	1.30±0.31 a	0.93±0.21 a	1.32±0.21 a	1.16±0.12

Parsel verimi bakımından farklı dikim tarihleri ve dikim zamanı x çeşit interaksyonu istatistiksel olarak anlamlı bulunmamış fakat parsel verimi bakımından çeşit faktörü istatistiksel olarak önemli

bulunmuştur. Farklı dikim tarihlerinin parsel verimi üzerinde istatistiksel olarak bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. En yüksek parsel verimine sahip çeşit 1.68 kg ortalama ile Taşköprü sarımsağı olduğu belirlenmiştir. Parsel veriminde olduğu gibi dekara verim bulgusunda farklı dikim tarihleri faktörü istatistiksel olarak anlamlı bulunmamış, dekara verimde çeşitler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur. Taşköprü sarımsağı ortalama 1404.68 kg, Çermik sarımsağı ortalama 630.20 kg ve Tunceli sarımsağı ise ortalama 326.38 kg dekara verim elde edildiği kaydedilmiştir. Sonbahar döneminde yapılan dikimlerden ürün hasadı yapılmıştır. İlkbahar döneminde yapılan 21 Şubat ve 3 Mart tarihlerinde yapılan dikimlerde bitki çıkışı ve vejetatif gelişme olmuş ancak sarımsak başları yeterli büyüklüğe ulaşmadıkları ve diş oluşturmadıkları saptanmıştır. İlkbahar döneminde dikimi yapılan parseller 5 Ağustos tarihinde yapraklar tamamen kuruduklarında hasat edilmiş baş veya diş oluşturmadıkları görülmüştür. Sonbaharda 10 Kasım, 19 Kasım, 2 Aralık ve 10 Aralık'ta dikimi yapılan tüm parseller bitkilerin yaprakları kurudukları için tüm parseller 17 Haziran'da bir defada hasat edilmişlerdir. 10 Kasım tarihinde yapılan dikim 219 gün sonra, 19 Kasım' da dikim yapılan parseller 210 gün, 2 Aralıkta dikim yapılan parseller 198 gün ve 10 Aralık'ta dikimi yapılan parseller 190 gün sonra hasat edilmişlerdir.

6.12. Sarımsaklarda Kabuk, Diş ve Meyve Et Renkleri

Sarımsaklarda kabuk, diş ve meyve et renkleri ile ilgili yapılan ölçümlerden elde edilen ortalama veriler Çizelge 13, 14 ve 15'te sunulmuştur. Sonbahar döneminde dikim yapılan sarımsak parsellerinden elde edilen sarımsaklar renk metre cihazıyla ölçüm yapılmış ve L*,a* ve b* değerleri elde edilmiştir. L* değeri 100'e yaklaştıkça parlaklık artmaktadır.

Çizelge 13. Taşköprü Sarımsağı Sonbahar Dönemi Dikimlerine Ait Renk Verileri

Ekim Zamanı	Çeşit		Kabuk Rengi	Diş Rengi	Diş Et Rengi
10 Kasım	Taşköprü	L*	70.66	62.95	72.33
		a*	0.40	6.71	2.17
		b*	10.03	20.46	27.97
19 Kasım	Taşköprü	L*	75.37	63.86	75.03
		a*	0.46	4.65	0.10
		b*	9.90	20.59	24.12
2 Aralık	Taşköprü	L*	73.54	62.43	74.30
		a*	0.34	7.10	1.05
		b*	9.92	21.42	25.95
10 Aralık	Taşköprü	L*	76.87	62.05	74.29
		a*	0.29	6.56	0.43
		b*	11.06	23.31	25.14

Çizelge 14. Çermik Sarımsağı Sonbahar Dönemi Dikimlerine Ait Renk Verileri

Dikim Zamanı	Çeşit		Kabuk Rengi	Diş Rengi	Diş Et Rengi
10 Kasım	Çermik	L*	69.93	60.72	73.70
		a*	1.06	7.51	1.23
		b*	11.93	21.03	26.53
19 Kasım	Çermik	L*	71.42	62.11	73.97
		a*	1.39	5.31	1.15
		b*	13.40	20.28	26.67
2 Aralık	Çermik	L*	67.67	63.71	73.29
		a*	1.29	5.15	1.36
		b*	11.96	21.20	27.05
10 Aralık	Çermik	L*	72.59	59.18	73.94
		a*	1.14	7.13	0.53
		b*	13.80	23.96	26.41

Çizelge 15. Tunceli Sarımsağı Sonbahar Dönemi Dikimlerine Ait Renk Verileri

Ekim Zamanı	Çeşit		Kabuk Rengi	Diş Rengi	Diş Et Rengi
10 Kasım	Tunceli	L*	75.31	----	72.85
		a*	0.61	----	-0.05
		b*	11.38	----	22.35
19 Kasım	Tunceli	L*	77.42	----	74.78
		a*	0.38	----	-1.8
		b*	10.84	----	21.49

Tunceli sarımsağı tek dişli olduğu için kabuk rengi aynı zamanda diş rengi olduğu tabloda tekrar yazılmamıştır.

6.13. Bitki Boyu (cm)

Bitki boyuna ait analiz sonuçları Çizelge 16’da verilmiştir.

Çizelge 16. Sarımsak Çeşitlerinin Bitki Boyu Değerleri (cm)

Çeşit/diki m zamanı	Bitki boyu (cm)				Ortalama
	10 Kasım	19 Kasım	2 Aralık	10 Aralık	
Taşköprü	55.23±0.32	57.04±0.30	59.31±0.31	56.71±0.45	57.10±0.19 a
Çermik	44.80±0.33	45.72±0.34	44.42±0.28	44.76±0.30	44.76±0.16 b
Tunceli	40.59±0.37	39.73±0.39	-----	-----	40.31±0.28 c
Ortalama	46.91±0.38 d	49.05±0.45 c	51.86±0.52 a	50.40±0.49 b	49.25±0.23

Bitki boyu bakımından farklı dikim tarihleri, çeşit ve dikim zamanı x çeşit interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bitki boyu açısından dikim zamanları arasında bulunmuş değerler 46.91 cm ile 51.86 cm arasında değişmiştir. En yüksek değer Aralık ayı dikiminden elde edilmiştir. Çeşitler açısından bitki boyu, 40.31 cm ile 57.10 cm

arasında değişmiş, en yüksek değer Taşköprü çeşidinde, en düşük (40.13 cm) Tunceli çeşidinde elde edilmiştir.

6.14. Yaprak Uzunluğu (cm)

Yaprak uzunluğuna ait değerler Çizelge 17’de verilmiştir.

Çizelge 17. Sarımsak Çeşitleri Yaprak Uzunluğu Değerleri (cm)

Çeşit/dikim zamanı	Yaprak Uzunluğu (cm)				Ortalama
	10 Kasım	19 Kasım	2 Aralık	10 Aralık	
Taşköprü	39.64±0.22	41.37±0.19	40.88±0.24	42.64±0.23	41.14±0.12 a
Çermik	37.92±0.25	29.60±0.25	37.32±0.21	34.72±0.32	34.89±0.20 b
Tunceli	33.99±0.37	32.05±0.43	-----	-----	33.34±0.29 c
Ortalama	37.18±0.21 b	34.80±0.35 c	39.10±0.20 a	38.68±0.32 a	37.27±0.15

Yaprak uzunluğu bakımından farklı dikim tarihleri, çeşit ve dikim zamanı x çeşit etkisiyle istatistik olarak anlamlı bulunmuştur. Farklı dikim tarihlerine göre yaprak uzunluğu değerleri 34.80 cm ile 39.10 cm arasında değişmiştir. En yüksek yaprak uzunluğu 41.14 cm ortalama ile Taşköprü sarımsağında saptanmıştır. Dikim zamanı x çeşit etkisiyle incelendiğinde; Taşköprü çeşidinin tüm ekim zamanlarında yüksek değer verdiği, Çermik genotipinin ise 10 Kasım, 2 Aralık ve 10 Aralık tarihlerinde yüksek, 19 Kasım’da düşük değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir.

6.15. Yaprak Sayısı (adet/bitki)

Yaprak sayısına ait analiz sonuçları, Çizelge 18’de verilmiştir.

Çizelge 18. Sarımsak Çeşitlerinin Yaprak Sayısı Değerleri (adet/bitki)

Çeşit/dikim zamanı	Yaprak sayısı (adet/bitki)				Ortalama
	10 Kasım	19 Kasım	2 Aralık	10 Aralık	
Taşköprü	11.33±0.10	11.08±0.09	11.08±0.10	11.37±0.10	11.21±0.05 a
Çermik	9.71±0.15	10.82±0.08	9.61±0.09	10.60±0.09	10.18±0.06 b
Tunceli	7.88±0.09	7.87±0.10	-----	-----	7.87±0.07 c
Ortalama	9.64±0.10 c	10.33±0.09 b	10.34±0.08 b	10.99±0.07 a	10.25±0.05

Yaprak sayısı bakımından farklı dikim tarihleri, çeşit ve dikim zamanı x çeşit etkisiyle istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Farklı dikim tarihlerine göre yaprak sayısı değerleri 10.99 (adet/bitki) ile 9.64 (adet/bitki) arasında değişmiş, en yüksek değer 10.99 (adet/bitki) ortalama ile 10 Aralık dikiminden elde edilmiştir. En yüksek yaprak sayısı değerleri çeşit bazında 11.25 (adet/bitki) değeri ile Taşköprü sarımsağı çeşidinden elde edilmiştir.

6.16. Yaprak Genişliği (mm)

Yaprak genişliğine ait değerler (sonbahar dikim için) Çizelge 19'da, verilmiştir.

Çizelge 19. Sarımsak çeşitlerinin yaprak genişliği değerleri (mm)

Çeşit/dikim zamanı	Yaprak genişliği (mm)				Ortalama
	10 Kasım	19 Kasım	2 Aralık	10 Aralık	
Taşköprü	23.18±0.26	22.28±0.21	21.71±0.26	14.84±0.14	20.50±0.19 a
Çermik	12.46±0.16	14.13±0.14	14.15±0.16	14.20±0.15	13.73±0.08 b
Tunceli	13.05±0.16	14.98±0.24	-----	-----	13.69±0.15 b
Ortalama	16.23±0.29 b	17.56±0.25 a	17.93±0.29 a	14.52±0.11 c	16.58±0.13

Yaprak genişliği bakımından farklı dikim tarihleri, çeşit ve dikim zamanı x çeşit etkisiyle istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Farklı dikim tarihleri açısından değerler 14.52 mm ile 17.93 mm

arasında değişmiştir. En yüksek değerler 20 Kasım ve 1 Aralık tarihlerinde yapılan dikimden alınmıştır. En yüksek yaprak genişliği çeşit olarak 20.50 mm ortalama ile Taşköprü sarımsağında kaydedilmiştir.

SONUÇ

Türkiye’de sarımsak üretimi birçok farklı coğrafî bölgelerde bulunan şehirlerde yapılırken Diyarbakır ilimizde sınırlı da olsa sarımsak üretimi yapılmaktadır. Diyarbakır’da yapılan sarımsak üretiminde genelde sonbahar döneminde dikim yapılmaktadır. Sonbahar döneminde yapılan dikimlerden bitkiler oluşup ürün elde edilirken, ilkbahar döneminde 6 farklı tarihte yapılan dikimlerden sadece ilk iki dikim tarihinde yapılan dikimlerden bitkiler vejetatif olarak büyümüşler ancak sarımsak bitkilerinin baş ve diş oluşturmadıkları görülmüştür. Sonbahar döneminde yapılan dikimlerden baş ağırlığı bakımından Taşköprü sarımsağı ile Çermik sarımsağı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. Taşköprü sarımsağı ortalama 26.71 gr baş ağırlığına sahipken, Çermik sarımsağı ise 24.76 gr ortalama baş ağırlığına sahip olduğu belirlenmiştir. Baş ağırlığı bakımından 20 Kasım tarihinde yapılan dikimden 28.68 gr ortalama ile en yüksek baş ağırlığı oluştuğu görülmüştür. Diş ağırlığı bakımından farklı dikim tarihlerinin diş ağırlığı üzerinde istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü 2017 yılı sonbahar ve 2018 yılı vejetasyon dönemi, Diyarbakır ili hava sıcaklıklarının mevsim değerlerinin üzerinde seyretmesi nedeniyle ilkbahar döneminde yapılan sarımsak

dikimlerinden sarımsak bitkisinin soğuklama ihtiyacının karşılanmadığı düşünülmektedir. Soğuklama ihtiyacının karşılanmaması nedeniyle sarımsakların baş ve diş oluşturmadıkları ve bu nedenden dolayı verim alınmadığı düşünülmektedir. Bu çalışma sonuçları itibari ile bölgede sarımsak üretimine yönelik yapılacak diğer çalışmalara örnek olabilecek niteliktedir.

Sonuç olarak, sarımsak tarımının Diyarbakır ilinde giderek yaygınlaştığını ve artış eğiliminde olduğu bilinmektedir. İlimizde sarımsak yetiştiriciliğinde verim ve kalite yönünden sonbahar dönemi yetiştiriciliğine daha uygun olduğu görülmüştür. Yapılan çalışma sonucunda özellikle soğuklama isteği de dikkate alındığında sonbahar dönemi yetiştiriciliğinde verim ve kalite kriterleri bakımından Kastamonu veya Çermik sarımsağının uygun çeşit olarak kullanılabilceği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Adıgüzel, R., Ağdaş, B., Karakuş, D., Keser, S., & Demir, E. (2013). Tunceli Sarımsağının (*Allium tuncelianum*) Toplam Antioksidan Özelliklerinin ve Kuru Madde İçeriğinin Normal Sarımsak (*Allium sativum* L.) İle Karşılaştırılması. *Bilim ve Gençlik Dergisi*, (2): 50-62.
- Artık, N. & Poyrazoğlu, E.S. (1994). Kastamonu Sarımsağının (*Allium sativum* L.) Kimyasal Bileşiminin Belirlenmesi Üzerine Araştırma. *Gıda Teknolojisi Derneği (GTD) Yayın Organı*, 19 (1): 3-9.
- Balkır, A. (1996). Sarımsak (*Allium sativum* L.)'ta Farklı Dikim Zamanlarının Verim ve Kaliteye Etkisi. Yüksek lisans tezi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Başer, H.C., Koyuncu, M. & Koşar, M. (1993). Türkiye'de Yetişen Bazı *Allium* Türlerinin (Sect. *Allium*) Kükürtlü Bileşikleri Yönünden İncelenmesi. TÜBİTAK projesi sonuç raporu, TBAK 1066. 96 s.
- Beşirli, G. (2005). Kastamonu Sarımsağının (*Allium sativum* L.) Seleksiyon Yoluyla Islahı ve Seçilen Klonda Işınlama Yoluyla Mutasyon Yaratma. Doktora tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Beşirli, G., İnan, Y., & Türkes, T. (1994). Sarımsak Çeşit Tespit Denemesi. Bilimsel Araştırma ve İncelemeler. yayın No: 41, 14 s., Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova.
- Bilgen, G. (2014). Farklı Dikim Tarihleri ve Diş İriliklerinin Sarımsağın (*Allium Sativum* L.) Verim ve Kalitesine Etkisi. Yüksek lisans tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Brewster, J.L. (1994). Onion and Other Vegetable Alliums. CAB International, 236 p.,UK.
- Devis, P.H. (1984). Flora of Turkey and the East Aegean Island. VoL. 8. Edinburg.
- Erdemir, A.D. & Elçioğlu, Ö.Ş. (1999). Sarımsak ve *Kyolic*. Nobel Tıp Kitapevleri, Millet Cad. No: 111, 127 s., Çapa-İstanbul.
- FAO. (2017). Dünya Sarımsak Üretim Miktarı Erişim: [<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>] Erişim Tarihi:14.05.2019

- Günay, A. (1983). Sebzeçilik. Cilt II. Çağ Matbaası, 243 s. Ankara.
- Karabekiroğlu, D.S. (2016). Tokat Sarımsağının Morfolojik ve Moleküler Karakterizasyonu. Yüksek lisans tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat. 56.
- Kaya, A. (1992). Bazı Yerli Sarımsak Çeşitlerinin Baş ve Diş Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek lisans tezi (basılmamış). 60 s., Trakya Üniversitesi, Tekirdağ.
- Ledesma, A., Racca, R.W., & Reale, M.L. (1983). Effect of Storage Conditions and Planting Dates on Garlic. Rosada Paraguayo Phytion, Argentina. 43(2): 207-213. Universidad Nacional de Cordoba, Cordoba, Argentina.
- Maurya, K.R. (1987). Effect of Transplanting on the Yield of Garlic (*Allium Sativum* L.). Progressive Horticulture (1987). 19 (1-2) 132-134. Department of Horticulture. Rajendra Agricultural University Campus-Dholi 843.121. Bihar. India.
- Simon, P.W. (2001). The Origin and Distribution of Garlic. Vegetable Crops Research Unit. Department of Horticulture, University of Wisconsin. Madison, U.S.A.
- Singh, R.V., Phogat, K.P.S. (1989). Effect of Different Sowing Times on the Growth and Bulb Yield of Garlic. Progressive Horticulture (1989) 21 (1-2) 145-147.
- Şalk, A., Arın, L., Deveci, M., & Polat, S. (2008). Sarımsak Yetiştiriciliği. Özel Sebzeçilik kitabı (s. 20). Tekirdağ.
- TÜİK. (2017). Türkiye Sarımsak Üretim Miktarı Erişim: [<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>]. Erişim Tarihi :2.05.2018
- Türkeş, N. (1978). Türkiye Sarımsaklarının Seleksiyon Yolu ile Islahı Üzerine Araştırmalar. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara

BÖLÜM IX

TOMATO DEFENSE RESPONSES AGAINST BACTERIAL AND FUNGAL PATHOGENS; IN THE SCOPE OF *CLAVIBACTER MICHIGANENSIS* SSP. *MICHIGANENSIS* AND *ALTERNARIA SOLANI*

Dr. Öğr. Üyesi Yasemin BEKTAŞ*

* Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Siirt, Turkey.
yasemin.bektas@siirt.edu.tr

INTRODUCTION

Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) is one of the most important vegetable crops and it is a rich source of antioxidants and has significant nutritional values for both fresh and processed consumption (Adhikari et al., 2017). It is commonly grown worldwide and is the second most consumed vegetable crop after potato (*Solanum tuberosum* L.), and more than 182 million tons are produced worldwide (FAOSTAT, 2021). Tomato is a dicotyledonous species. It originated from Western South America and was domesticated in Central America (Foolad & Panthee, 2012). It is thought that the Spanish conquistadors sent the first seeds to Spain in the 1500s, the plant did not get much attention in Spain, and then seeds reached Italy. The tomato, which attracted a lot of attention in Italy, continued to spread to the region from here. As of 2014, European tomato production is more than 16 million tons, about a third of which is produced by Italy and Spain (Clinckemaillie, 2017). In addition to its widespread cultivation and economic importance worldwide, the tomato has a relatively small diploid genome (950 Mb). Additionally, extensive genetic maps and sequence information are available. It is one of the most studied plant species along with other Solanaceae species. The tomato genome was sequenced on Heinz' 1706 cultivar in 2012. In addition, the 'Moneymaker' cultivar, one of the most common commercial cultivars, has also been sequenced (Tomato Genome Consortium, 2012). Since tomato is one of the most widely consumed vegetables all over the world, fresh and dried, there is always a need for studies to increase quality and yield. Combating abiotic and biotic

stresses is also essential for increasing/protecting yield and quality. Among these stresses, pathogens (bacteria, viruses, fungi, oomycetes, etc.) are the most common biotic stress factors, and continuous and active protection mechanisms are always needed. This chapter aims to evaluate two common biotic stress agents (*Alternaria solani* and *Clavibacter michiganensis* ssp. *michiganensis*) and tomato in terms of the molecular level of host-pathogen interaction and defense mechanisms.

1. PLANT DEFENSE SYSTEM

Plants are the targets of various pathogens in their life cycle. When they are exposed to those infections, they mostly recognize them and provide efficient protection for themselves with defense mechanisms (Baker, 1997; Chisholm et al., 2006; Jones & Dangl, 2006). Plant defense mechanisms are quite complicated and have multiple layers. Pattern recognition receptors (PRRs) recognize highly conserved microbial patterns and induce Pattern-triggered immunity (PTI) in the plant cell. Plant cell surface-localized receptor-like kinases (RLKs) or receptor-like proteins (RLPs) are the receptor (PRR) of the PTI, one of the first microbe recognition points on the cell and activate a broad specificity immune mechanism (Gómez-Gómez & Boller, 2002; Zipfel et al., 2004; Segonzac & Zipfel, 2011; Macho & Zipfel, 2014). With great effort, the researchers found some of the common *PRR* like *FLAGELLIN SENSING2* (*FLS2*) that binds to the most conserved domain of eubacterial flagellin, bacterial peptide flg22 (Zipfel et al., 2006; Chinchilla et al., 2007). Once the plant recognizes flg22, *FLS2*

activates downstream signal transduction processes (Chinchilla et al., 2007; Zipfel, 2014; Lozano-Duran & Zipfel, 2015). Recognition of the microbe leads up to related downstream processes like the production of reactive oxygen species (ROS). Also, *mitogen-activated protein kinases (MAPKs)* are activated as early defense responses and massive transcriptional reprogramming occurs in the cell (Zhang & Klessig, 2001; Eulgem et al., 2004; Thilmony et al., 2006; Zipfel, 2008; Macho & Zipfel, 2014).

PTI mediates resistance against a broad range of pathogens and provides wider protection for many pathogens and referred to as non-host resistance (Jones & Dangl, 2006). However, some pathogens have evolved virulence effector molecules and counteract PTI defense by either escaping from recognition or suppressing that defense signaling process, resulting in compatible interactions. This is called effector-triggered susceptibility (ETS) (Chisholm et al., 2006; Zipfel, 2008). Researchers found that the bacterial pathogen *Pseudomonas syringae* injects the virulence effector AvrPtoB into plant cells, it can degrade the FLS2 receptor and cause ETS in the plant (Göhre & Robatzek, 2008). In this case, the plant cannot defend itself fully and exhibit weakened disease resistance “basal defense”. While basal defense still can show some protection against the pathogen, it is not enough to get away with infection and disease symptoms (Nimchuk et al., 2003; Abramovitch & Martin, 2004). As counteract to pathogen attack, plants have evolved resistance proteins (R proteins) and recognize pathogen effector molecules. This recognition results in

strong defense responses, which is called effector-triggered immunity (ETI) (Flor, 1971; Chisholm et al., 2006; Jones & Dangl, 2006).

ETI provides a strong and fast immune response to plants and efficiently protects plants from avirulent pathogens. Also, ETI is often accompanied by programmed plant cell death, which is called a hypersensitive reaction (HR), at infection sites (Nimchuk et al., 2003; Jones & Dangl, 2006). Plants' and microbes' interactions have a dynamic co-evolution and it's a matter of which one wins with the new attack-response strategy (Jones & Dangl, 2006; Bent & Mackey, 2007; Dodds & Rathjen, 2010).

Literature reviews demonstrated that ETI, basal defense, and PTI use a common set of signaling components that have an intersection between strategies. Reactive oxygen intermediates (ROIs), induction of phytohormones salicylic acid (SA), ethylene (ET), and jasmonic acid (JA), as well as multiple regulatory proteins, are the most common sets of signaling components in the defense responses (Nimchuk et al., 2003; Glazebrook, 2005; Spanu, 2012).

Plant response to pathogens occurs both locally and systemically. While PTI, basal defense, and ETI are transient local responses, the induction of long-lasting systemic immunity (systemic acquired resistance (SAR)) provides sufficient plant protection in the uninfected tissues against subsequent pathogen attacks (Cui et al., 2015). SAR is the memory of the pathogen attack and provides broad-spectrum resistance against pathogenic bacteria, oomycetes, fungi, and

viruses and this immune memory can last for weeks to months or even whole growing seasons (Fu & Dong, 2013). The Induction of SAR requires some signaling process like the production and accumulation of the endogenous signaling molecule SA. It induces downstream processes like the accumulation of numerous PR proteins and antimicrobial metabolites in uninfected tissues and applies long-lasting protection against a wide variety of different secondary infections (Durrant & Dong, 2004; Spoel & Dong, 2012).

One of the main components of the natural plant defense is the plant stress hormone SA (2-hydroxybenzoic acid). The SA has a major role in signal activation of some immune responses and is key for sufficient disease resistance against various pathogens with biotrophic or hemibiotrophic lifestyles (Glazebrook, 2005; Vlot et al., 2009). The production and level of SA are important for efficient plant protection and are tightly regulated after the perception of a pathogen attack (Wildermuth, 2006; Pieterse et al., 2012). Elevated SA levels can induce a set of downstream defense responses and lead to defense reactions during both local and systemic resistance. Also, transduction of SA signaling requires *NPR1*, which is also required for *PR* gene expression, local defense, and SAR (Cao et al., 1994; Fu & Dong, 2013). *NPR1* is one of the most important players of the defense and transcriptional co-regulator for the activation of a large set of defense genes including a set of *PR* genes in response to SA-related signals (Maleck et al., 2000; Dong, 2004; Spoel & Dong, 2012; Fu & Dong, 2013). Moreover, *NPR3* and *NPR4* control the nuclear *NPR1*

concentration in an SA-level-dependent manner (Fu et al., 2012; Fu & Dong, 2013). The family of *WRKY* transcription factors has also been shown to contribute to transcriptional reprogramming during plant immune responses (Eulgem et al., 2000; Eulgem, 2006; Eulgem & Somssich, 2007). For example, *WRKY70* is required for multiple layers of plant defense responses to various microbes as well as cross-talk between separate signal transduction pathways (Li et al., 2006; Knoth et al., 2007; Ulker et al., 2007; Atamian et al., 2012; Hu et al., 2012).

Other plant stress hormones Jasmonic acid (JA) and ethylene (ET) are also important players in the defense responses against necrotrophic pathogens, herbivores, and wounding (He et al., 2002; Balbi & Devoto, 2008; Zhang & Turner, 2008; Oh et al., 2013; Santino et al., 2013). Also, they perform various important roles in plant development. The biosynthesis of JA occurs through octadecanoid biosynthesis pathways (Howe, 2010). Jasmonic acid can be metabolized to methyl jasmonate or can be conjugated to L-isoleucine leading to jasmonoyl-isoleucine (JA-Ile), which induces a set of downstream defense responses and leads to defense reactions (Svoboda & Boland, 2010; Pieterse et al., 2012).

Studies showed that SA, JA, and ET have a different but interactive role in plant defense responses. While SA typically mediates immunity against biotrophic/hemibiotrophic pathogens, JA and ET are active against necrotrophic pathogens as well as insects (McDowell & Dangl, 2000; Glazebrook, 2005; Tsuda et al., 2009). Pathways

controlled by each of these signaling molecules cause activation of numerous defense-related genes and they interact with each other in a complex manner (Glazebrook et al., 2003). The crosstalk between these defense hormones (SA, JA, and ET) is crucial for well being of the plant as well as the balance of other phytohormones such as abscisic acid (ABA), auxin, gibberellic acid (GA), cytokinin (CK), brassinosteroid (BR) that can strongly be affected from the outcome of plant-pathogen interactions (Robert-Seilaniantz et al., 2011; Pieterse et al., 2012; Fu & Dong, 2013).

2. BACTERIAL PATHOGEN *Clavibacter michiganensis* ssp. *michiganensis*

2.1. Taxonomy of *Clavibacter michiganensis* ssp. *michiganensis*

Clavibacter michiganensis ssp. *michiganensis* (*Cmm*) is a gram-positive bacterium that belongs to the family of Microbacteriaceae (Flügel et al., 2012) and causes devastating agricultural disease, which is called bacterial canker, on tomato (*Solanum lycopersicum*) (Eichenlaub & Gartemann, 2011). *Cmm* genome is about 3.3–3.6 Mbp and a plasmid, pCM1, is about 31–59 kb. Most of the strains may contain a second plasmid; pCM2 with a size of about 64–109 kb (Nandi et al., 2018).

2.2. Pathogenesis of *Clavibacter michiganensis* ssp. *michiganensis*

Cmm is the causal agent of wilt and canker disease, and it has a significant negative effect on tomato production, and its secondary industries (Chang et al., 1992; Poysa, 1993; Nandi et al., 2018). The

European Union (EU) and many other countries worldwide classified it as a quarantine pathogen (EPPO, 2018).

Cmm infection is mostly through plant wounding or natural openings of the plants. Then bacteria colonize and proliferate the xylem vessels of the plants causing the browning and degradation of the vascular tissues (Nandi et al., 2018). *Cmm* infection also interfered with water transport and cause unilateral wilting of leaves (Eichenlaub & Gartemann, 2011). Since the vessel system covers the entire plant, in time, the infection can become systemic, causing wilting and canker symptoms on whole plants and eventually death of the plant. The common disease symptoms are unilateral wilting of leaves, leaflet necrosis, and the development of canker lesions on the plants (de Leon et al., 2011; Eichenlaub & Gartemann, 2011). However, many factors can affect the disease severity. The virulence factors of the strains, as well as the environmental conditions like temperature and humidity or other cultural practices, may affect the disease pressure on the plant. Also, the age of the plants, as well as the genetic background of the plant may affect appeared symptoms and the disease severity (Xu et al., 2012; Sharabani et al., 2013; Sharabani et al., 2014; Nandi et al., 2018). Even sometimes latent infections without visible symptoms make difficult the determination of the disease in plants (Eichenlaub & Gartemann, 2011; Sharabani et al., 2013; Vega & Romero, 2015; Nandi et al., 2018). Since the pathogen is seed-borne, mostly the spread of the disease is through infected seeds and their uses in agricultural fields. Also, the *Cmm*-contaminated soil, equipment, and

tools may disseminate *Cmm* in disease-free fields, greenhouses and cause the spread of pathogens on wide areas and make *Cmm* a significant threat to agriculture (Eichenlaub & Gartemann, 2011; Sharabani et al., 2013; Vega & Romero, 2015; Nandi et al., 2018).

There is currently no tomato cultivar in the market that is completely resistant to bacterial canker disease (Yuqing et al., 2018; Mohammad et al., 2019; Mohd Nadzir et al., 2019). The disease has been controlled through some cultural practices as well as chemical control with some antibiotics such as streptomycin and copper compounds (de León et al., 2008; Eichenlaub & Gartemann, 2011). Excessive and uncontrolled antibiotic use caused an increase in the number of antibiotic-resistant strains (Valenzuela et al., 2019), and understanding the plant defense responses is important to counteract successfully against *Cmm* infection.

Flügel et al. (2012) studied with genome-wide expression profiles of the *Cmm* and found strong expression of extracellular polysaccharide II, encoding surface or pilus assembly proteins, and *CMM* 2382 gene, coding for putative perforin in the presence of tomato homogenate. These results give us clues about the possible role of these genes in the plant–pathogen interaction. Also, by using multidimensional protein identification technology (MudPIT) and tandem mass spectrometry, the mechanisms of *Cmm* pathogenicity were elicited (Savidor et al., 2012). During infection, *Cmm* can sense the plant environment and secretes serine proteases of the Pat-1, Ppa, and Sbt families, the CelA, XysA, and NagA glycosyl hydrolases as hydrolytic

enzymes, and also cell wall-degrading enzymes. As a counteract, the plant also senses the pathogen and responds with some basal defense response proteins such as pathogenesis-related (PR) proteins, LOX1, and other defense-related proteins (Savidor et al., 2012). Also, Savidor et al. (2014) found that *Vatr1* and *Vatr2* are important for *Cmm* pathogenicity as *Cmm* transcriptional regulators. The studies conducted on xylem mimicking medium (XMM) for *Cmm* infection showed that about 8% of *Cmm* genes transcriptionally changed and these genes encode putative sugar, amino acid, and iron uptake systems (Hiery et al., 2013).

2.3. Tomato Defense System Against *Clavibacter michiganensis* ssp. *michiganensis*

Resistance against *Cmm* is a complex and still unknown mechanism. Currently, no tomato cultivar has a complete resistance against this disease, and research shows that the genetic background of the plant is crucial for plant response to *Cmm* infection. In a recent study, Basim et al. (2021) made a comparative transcriptome analysis with *Cmm*-resistant and *Cmm*-susceptible tomato lines. According to their results, while both susceptible and resistant lines respond to infection with many genes, distinctly only resistance lines respond to infection with defense response and response to stress genes. Also, Lara-Avila et al. (2012) used some resistant tomato-related wild species; *Solanum peruvianum* LA2157, *S. peruvianum* LA2172, *Solanum habrochaites* LA2128, and a tomato susceptible species, and compared the disease response in those plant lines. According to the results, 403 differentially expressed transcripts were identified and some of the

expression patterns of these genes were distinct on susceptible and resistance lines. For example, genes that were taking roles in the ubiquitin-mediated protein degradation pathway and secretory peroxidase were up-regulated in the resistance lines, but down-regulated in the susceptible ones. Based on these findings, these genes may be important for the early plant defense responses following *Cmm* infection. Balaji et al. (2008) did a microarray analysis to monitor changes in host gene expression during disease development and found that tomato responds to *Cmm* with typical basal defense responses in the host such as induction of defense-related genes, scavenging of ROS, enhanced protein turnover, and hormone synthesis. Moreover, they found that ethylene also plays an important role in response to *Cmm* infection. Another study made a transcriptome sequencing in tomato cotyledons infected with *Cmm* and found a remarkable number of genes up-regulated or down-regulated. After infection, many defense-related genes such as *receptor-like kinases (RLKs)*, *WRKYs*, *NACs*, and *HSFs* transcription factors were up-regulated and provided us a clue about plant response to *Cmm* with common plant disease responses. Also, some of the SA-pathway genes like *EDS1*, *EDS5/SID1*, and *PAD4/EDS9* were also up-regulated after infection with *Cmm*. Moreover, exogenous SA application suppresses *Cmm* growth as well (Bektas, 2021; Yokotani et al., 2021). These results demonstrated that the SA signaling pathway is crucial for a plant to counteract *Cmm* infection. Although plant defense responses against *Cmm* provide insight for disease control, in the susceptible lines the genetic background is not enough

for sufficient protection. Several studies showed that exogenous induction of plant defense pathways may help researchers to protect plants. Copper nanoparticles and potassium silicate stimulate (Cumplido-Najera et al., 2019), Acibenzolar-S-Methyl (ASM) (Soylu et al., 2003), DPMP, and INA (Bektas, 2021) showed promising protection against *Cmm* by inducing plant defense responses. Also, biological control agents like biocontrol rhizosphere isolated strain of *Pseudomonas* sp. 23S (Takishita et al., 2018), *Bacillus amyloliquefaciens* (Gautam et al., 2019), and formulated plant growth-promoting bacteria (Abo-Elyousr et al., 2019) are promising in disease control.

3. FUNGAL PATHOGEN *Alternaria solani*

3.1. Taxonomy of *Alternaria solani*

Alternaria solani (Ellis & Martin) Sorauer is a necrotrophic fungus and is the causal agent of early blight. It belongs to the ascomycete phylum in the class Dothideomycetes and order *Pleosporales* (Foolad et al., 2008; Clinckemaillie et al., 2017). The assembled genome size of *A. solani* HWC-168 is 32.8 Mb and encodes 10,358 predicted genes. 975 secreted protein-encoding genes that are possible factors for the virulence of the pathogen, were determined. Also, the predicted secretome of *A. solani* HWC-168 contains 261 carbohydrate-active enzymes (CAZy), 119 proteins containing RxLx[EDQ] motif, and 27 secreted proteins unique to *A. solani* (Zhang et al., 2018)

3.2. Pathogenesis of *Alternaria solani*

Alternaria solani is an airborne necrotrophic fungal pathogen that causes early blight (EB) disease along with other *Alternaria* species. EB is one of the most common and destructive diseases in tomato (*Solanum lycopersicum*), potatoes (*Solanum tuberosum*), and other plants and causes detrimental agricultural loss in many areas (Foolad et al., 2008, Adhikari et al., 2017; Shinde et al., 2018). Conidia of *A. solani* germinate and produce germ tubes that can penetrate through leaf, stomata, or wounds by hyphal growth. After that, the pathogen produces some phytotoxins (cellulases, pectin methyl galacturonase), kills plant cells, and extracts the nutrients from the cell. One of the most important toxic compounds is alternaric acid, which is important for the pathogenicity and virulence of the pathogen (Clinckemaiillie, 2017).

A. solani infect plant tissues either directly or indirectly through stomata or wounds and cause initial symptoms as black or brown necrotic lesion on leaves. Later these lesions can turn into concentric rings that are the characteristics and symptoms of the disease (Adhikari et al., 2017; Boyno et al., 2021). In addition to leaves, also the pathogen infects the shoots, stems, and fruits of the plants and creates quality and yield loss in agricultural production (Adhikari et al., 2017).

The environmental conditions, the virulence of the pathogen as well as the susceptibility of the host determine the severity of the disease. As environmental conditions, relative humidity, heavy rainfall, dew, and

temperature may contribute to strong infection of fungus (Foolad et al., 2008). Moreover, the stressed / malnourished or susceptible plant may cause heavy EB disease symptoms in the fields and cause excessive yield loss. Additionally, since the adaptation capability of the fungus is high, the fungus can adapt to many adverse environmental conditions in the soil, host debris, and seeds, and keep itself alive until the next session (Jindo et al., 2021). Also, research shows that *A. solani* can stay in alternate hosts in the form of conidia or mycelia and successfully infect target plants at the next session (Adhikari et al., 2017; Jindo et al., 2021). While a disease-free plant protection method is not available, increasing cultural practices, applying fungicides, and using resistant tomato varieties are crucial for plant protection (Adhikari et al., 2017). Removing infected plant debris and fruits, rotating crops, and reducing humidity are some of the cultural practices to keep the agricultural field healthy. Also, fungicides are the most common and prominent practice for controlling *A. solani* (Foolad et al., 2008; Ichihara & Oikawa, 2014; Nicolopoulou-Stamati et al., 2016; Gerage et al., 2017; Odilbekov et al., 2020). Also using resistant tomato varieties is the most effective way to keep EB under control but there are not many commercially available lines (Foolad et al., 2008; Singh et al., 2013; Jones & Perez, 2019).

Germination of the conidia and hyphal growth cause penetration through plant leaves, stomata, or wounds. Also, the production of some enzymes, metabolites, etc. is crucial for the necrotrophic

lifestyle of fungus. Cellulases, pectin methyl galacturonase, alternaric acid, solanapyrones, homozinniol, and 6-(3⁰,3⁰-dimethylallyl- oxy)-4-methoxy-5-methyl-phthalide are important for pathogenicity, necrotrophic lifestyles and virulence of the pathogen (Moreno-Escobar et al., 2005; Ichihara & Oikawa, 2014; Clinckemallie, 2017). The fungal enzyme Succinate dehydrogenase (SDH) is also important for mycelial growth (Iftikhar et al., 2017)

3.3. Tomato Defense System against *Alternaria solani*

Early blight causes crop loss of up to 79% and causes significant economic losses worldwide on tomato. Therefore, it is crucial to understand the plant defense responses against *A. solani* (Foolad et al., 2008; Adhikari et al., 2017). Upadhyay et al. (2015) studied pathogenesis-related proteins, pathways, and transcription factors that are components of resistance against this pathogen. They found that these genes showed differential expression and their effect on biochemical products has some roles in plant protection against the pathogen (Upadhyay et al., 2015). The studies with resistance and susceptible tomato lines also shed light on the plant defense system against this disease. Lawrence et al. (2000) studied early blight-resistant tomato lines and sensitive genotypes and examined their structural PR protein levels. As a result of the study, they showed that resistant lines had higher chitinase and b-1,3-glucanase levels than susceptible genotypes. Also, Ray et al. (2015) investigated the defense responses of resistant versus susceptible varieties of tomato against the pathogen. They found that an active plant defense system against

pathogens needs superoxide anion generation, hydrogen peroxide accumulation, deposition of phenolic compounds, and protein cross-linking. Moreover, the *tomato protein kinase 1 (TPK1b)* gene which functions through modulation of ET signaling, encodes receptor-like cytoplasmic kinase, and expression provides substantial differences between resistant and susceptible lines and proves that this gene is also important for plant protection. Recently Akhtar et al. (2019) screened four hundred tomato genotypes representing 11 species against *A. solani* for four years. In this study, they found that only one tomato genotype is moderately resistant to this disease and 56 are moderately resistant. However, most of them are susceptible to this disease, and developing superior cultivars and hybrids is essential for protection against EB (Akhtar et al., 2019). All of these findings provide us with information about the mechanisms of plant response against *A. solani*. Based on the current knowledge, we could say that while plant defense systems have some major contributors, the disease response against *A. solani* is a complex quantitative manner (Rao et al., 2007).

Several studies also provide some insight into plant defense response to this disease by application of some compounds/molecules or organisms. Recently Nehela et al. (2021) applied benzoic acid and its hydroxylated derivatives to plants and found that the application of these compounds upregulated *SABP2* and *PRBI-2* gene expressions and reduced *A. solani* disease severity. Also, Brouwer et al. (2020) claimed that intact SA-signaling is key for EB protection. Therefore,

the application of benzothiadiazole (BTH), and benzoic acid applications increased SA levels and induce resistance against EB (Clinckemallie, 2017; Nehela et al., 2021). The pathogenesis-related genes (*PR* genes) are also one of the most important elements of the defense system. They may induce infection or defense signaling molecules and act strongly to protect plants, therefore, being used as a molecular marker of the defense signaling system (Edreva, 2005; Sinha et al., 2014). Recently Bektas (2022) found that one of the newly determined plant defense elicitors called Fytosol protects tomato against *A. solani* by inducing the expression of the *PR3* gene. Correlated with that, plant chitinases that one of the compounds of the FytoSol provides strong antifungal effects to transgenic potato plants and increases disease resistance against *A. solani* (Khan et al., 2012)

CONCLUSION

Tomato is one of the most important vegetable crops and has more than 182 million tonnes of worldwide production. It has a rich source of antioxidants and nutritional values for both fresh and processed consumption. The tomato production, yield, and quality are depending on some variables like biotic stress factors. *Clavibacter michiganensis* ssp. *michiganensis* and *Alternaria solani* which show a detrimental loss in tomato production, are bacterial and fungal pathogens, respectively. Both infect tomato plants from seedling to maturity and cause high yield and quality loss in agricultural production. They are both transmitted through seeds and it is difficult to fight against these pathogens. Current commercial tomato cultivars do not have full

resistance against these pathogens. For breeding as well as different approaches to increase tomato protection against these pathogens, it is important to understand the pathogenicity of the pathogen on the molecular level. Also understanding the defense mechanism of currently available tomato lines and wild relatives can shed light on plant defense responses against those pathogens. Here were summarized current molecular studies on both plant and pathogens sides. While both *Cmm* and *A. solani* have a system for successful infection, tomato also responds to pathogen infection with their defense system. The response is different for bacterial and fungal pathogens and the genetic background of tomato is crucial for this response. Together with this, further studies may shed light on the infection and plant defense mechanisms and may find sustainable solutions to help farmers to get better protection against these pathogens in tomato production.

REFERENCES

- Abo-Elyousr, K. A. M., Khalil Bagy, H. M. M., Hashem, M., Alamri, S. A. M., & Mostafa, Y. S. (2019). Biological Control of The Tomato Wilt Caused by *Clavibacter Michiganensis* Subsp. *Michiganensis* Using Formulated Plant Growth-Promoting Bacteria. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 29(1):1-8. doi:10.1186/s41938-019-0152-6
- Abramovitch, R. B., & Martin, G. B. (2004). Strategies Used by Bacterial Pathogens to Suppress Plant Defenses. *Current Opinion in Plant Biology*, 7(4): 356-364. doi:10.1016/j.pbi.2004.05.002
- Adhikari, P., Oh, Y., & Panthee, D. (2017). Current Status of Early Blight Resistance in Tomato: An Update. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(10): 2019. doi:10.3390/ijms18102019
- Akhtar, K. P., Ullah, N., Saleem, M. Y., Iqbal, Q., Asghar, M., & Khan, A. R. (2019). Evaluation of Tomato Genotypes for Early Blight Disease Resistance Caused by *Alternaria Solani* in Pakistan. *Journal of Plant Pathology*, 101(4): 1159-1170. doi:10.1007/s42161-019-00304-8
- Atamian, H. S., Eulgem, T., & Kaloshian, I. (2012). *Slwrky70* is Required for mi-1-Mediated Resistance to Aphids and Nematodes in Tomato. *Planta*, 235(2): 299-309. doi:10.1007/s00425-011-1509-6
- Baker, B. (1997). Signaling in Plant-Microbe Interactions. *Science*, 276(5313): 726-733. doi:10.1126/science.276.5313.726
- Balaji, V., Mayrose, M., Sherf, O., Jacob-Hirsch, J., Eichenlaub, R., Iraki, N., . . . Sessa, G. (2008). Tomato Transcriptional Changes in Response to *Clavibacter Michiganensis* Subsp. *Michiganensis* Reveal A Role for Ethylene in Disease Development. *Plant Physiol*, 146(4): 1797-1809. doi:10.1104/pp.107.115188
- Balbi, V., & Devoto, A. (2008). Jasmonate Signalling Network in *Arabidopsis Thaliana*: Crucial Regulatory Nodes and New Physiological Scenarios. *New Phytologist*, 177(2): 301-318. doi:10.1111/j.1469-8137.2007.02292.x
- Basim, H., Basim, E., Tombuloglu, H., & Unver, T. (2021). Comparative Transcriptome Analysis of Resistant And Cultivated Tomato Lines in

- Response to *Clavibacter Michiganensis* Subsp. *Michiganensis*. *Genomics*, 113(4): 2455-2467. doi:10.1016/j.ygeno.2021.05.033
- Bektas, Y. (2021). The Synthetic Elicitors 2,6-Dichloro-Isonicotinic Acid (Ina) and 2,4-Dichloro-6-{(E)-[(3-Methoxyphenyl)Imino]Methyl}Phenol (Dpmp) Enhances Tomato Resistance Against Bacterial Canker Disease with Different Molecular Mechanisms. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 116: 101740. doi:10.1016/j.pmpp.2021.101740
- Bektas, Y. (2022). Fytosol, A Promising Plant Defense Elicitor, Controls Early Blight (*Alternaria Solani*) Disease in The Tomato by Inducing Host Resistance-Associated Gene Expression. *Horticulturae*, 8(6): 484. doi:10.3390/horticulturae8060484
- Bent, A. F., & Mackey, D. (2007). Elicitors, Effectors, and r Genes: The New Paradigm and A Lifetime Supply of Questions. *Annual Review of Phytopathology*, 45: 399-436. doi:10.1146/annurev.phyto.45.062806.094427
- Boyno, G., Demir, S., & Danesh, Y. R. (2021). Effects of Some Biological Agents on The Growth and Biochemical Parameters of Tomato Plants Infected With *Alternaria Solani* (Ellis & Martin) Sorauer. *European Journal of Plant Pathology*. doi:10.1007/s10658-021-02398-2
- Brouwer, S. M., Odilbekov, F., Burra, D. D., Lenman, M., Hedley, P. E., Grenville-Briggs, L., . . . Andreasson, E. (2020). Intact Salicylic Acid Signalling is Required for Potato Defence Against The Necrotrophic Fungus *Alternaria Solani*. *Plant Mol Biol*, 104(1-2): 1-19. doi:10.1007/s11103-020-01019-6
- Cao, H., Bowling, S. A., Gordon, A. S., & Dong, X. (1994). Characterization of An *Arabidopsis* Mutant That is Nonresponsive to Inducers of Systemic Acquired Resistance. *Plant Cell*, 6: 1583-1592.
- Chang, R. J., Ries, S. M., & Pataky, J. K. (1992). Reductions in Yield of Processing Tomatoes and Incidence of Bacterial Canker. *Plant Disease*, 76(8): 805-809. doi:10.1094/pd-76-0805
- Chinchilla, D., Zipfel, C., Robatzek, S., Kemmerling, B., Nürnberger, T., Jones, J. D. G., . . . Boller, T. (2007). A Flagellin-Induced Complex of The Receptor

- Fls2 and Bak1 Initiates Plant Defence. *Nature*, 448(7152): 497-500.
doi:10.1038/nature05999
- Chisholm, S. T., Coaker, G., Day, B., & Staskawicz, B. J. (2006). Host-microbe interactions: Shaping The Evolution of The Plant Immune Response. *Cell*, 124(4): 803-814. doi:10.1016/j.cell.2006.02.008
- Clinckemaillie, A. (2017). Effects and Modes of Action of Cos-Oga Based Elicitors Against Late and Early Blight on Solanaceae. (Ph.D). Universite Catholique De Louvain, Louvain-La-Neuve.
- Clinckemaillie, A., Decroës, A., van Aubel, G., Carrola dos Santos, S., Renard, M. E., Van Cutsem, P., & Legrève, A. (2017). The Novel Elicitor Cos-Oga Enhances Potato Resistance to Late Blight. *Plant Pathology*, 66(5): 818-825. doi:https://doi.org/10.1111/ppa.12641
- Cui, H., Tsuda, K., & Parker, J. E. (2015). Effector-triggered Immunity: from Pathogen Perception to Robust Defense. *Annual Review of Plant Biology*, Vol 66, 66: 487-511. doi:10.1146/annurev-arplant-050213-040012
- Cumplido-Najera, C. F., Gonzalez-Morales, S., Ortega-Ortiz, H., Cadenas-Pliego, G., Benavides-Mendoza, A., & Juarez-Maldonado, A. (2019). The Application of Copper Nanoparticles and Potassium Silicate Stimulate The Tolerance to *Clavibacter Michiganensis* in Tomato Plants. *Scientia Horticulturae*, 245: 82-89. doi:10.1016/j.scienta.2018.10.007
- de Leon, L., Siverio, F., Lopez, M. M., & Rodriguez, A. (2011). *Clavibacter Michiganensis* Subsp. *Michiganensis*, A Seedborne Tomato Pathogen: Healthy Seeds are Still The Goal. *Plant Disease*, 95(11): 1328-1338. doi:10.1094/pdis-02-11-0091
- de León, L., Siverio, F., López, M. M., & Rodríguez, A. (2008). Comparative Efficiency Of Chemical Compounds for in Vitro and in Vivo Activity Against *Clavibacter Michiganensis* Subsp. *Michiganensis*, The Causal Agent of Tomato Bacterial Canker. *Crop Protection*, 27(9): 1277-1283.
- Dodds, P. N., & Rathjen, J. P. (2010). Plant immunity: Towards An Integrated View of Plant-Pathogen Interactions. *Nature Reviews. Genetics*, 11(8): 539-548. doi:10.1038/nrg2812

- Dong, X. (2004). Npr1, All Things Considered. *Current Opinion in Plant Biology*, 7(5): 547-552. doi:10.1016/j.pbi.2004.07.005
- Durrant, W. E., & Dong, X. (2004). Systemic Acquired Resistance. *Annu Rev Phytopathol*, 42: 185-209. doi:10.1146/annurev.phyto.42.040803.140421
- Edreva, A. (2005). Pathogenesis-Related Proteins: Research Progress in The Last 15 Years. *General and Applied Plant Physiology*, 31(1-2): 105-24.
- Eichenlaub, R., & Gartemann, K. H. (2011). The *Clavibacter Michiganensis* Subsp. *Michiganensis*: Molecular Investigation of Gram-Positive Bacterial Plant Pathogens. *Annu Rev Phytopathol*, 49: 445-464. doi:10.1146/annurev-phyto-072910-095258
- EPPO. (2018). Eppo A2 List Of Pests Recommended for Regulation as Quarantine Pests - version 2018-09 -. Retrieved from <https://www.eppo.int/QUARANTINE/listA2.htm>
- Eulgem, T. (2006). Dissecting The Wrky Web of Plant Defense Regulators. *PLoS Pathogens*, 2(11): e126-e126. doi:10.1371/journal.ppat.0020126
- Eulgem, T., Rushton, P. J., Robatzek, S., & Somssich, I. E. (2000). The Wrky Superfamily of Plant Transcription Factors. *Trends in Plant Science*, 5(5): 199-206. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10785665>
- Eulgem, T., & Somssich, I. E. (2007). Networks of Wrky Transcription Factors in Defense Signaling. *Current Opinion in Plant Biology*, 10(4): 366-371. doi:10.1016/j.pbi.2007.04.020
- Eulgem, T., Weigman, V. J., Chang, H. S., McDowell, J. M., Holub, E. B., Glazebrook, J., ... & Dangl, J. L. (2004). Gene Expression Signatures from Three Genetically Separable Resistance Gene Signaling Pathways for Downy Mildew Resistance. *Plant Physiology*, 135(2): 1129-1144.
- FAOSTAT, (2021). Food and Agriculture Organization of The United Nations. FAOSTAT, 2021. Retrieved from <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>
- Flor, H. H. (1971). Current Status of The Gene-for-Gene Concept. *Annual Review Of Phytopathology*, 9(1): 275-296..

- Flügel, M., Becker, A., Gartemann, K.-H., & Eichenlaub, R. (2012). Analysis of The Interaction of *Clavibacter Michiganensis* Subsp. *Michiganensis* With Its Host Plant Tomato by Genome-Wide Expression Profiling. *Journal of Biotechnology*, 160(1-2): 42-54. doi:10.1016/j.jbiotec.2012.01.023
- Foolad, M. R., Merk, H. L., & Ashrafi, H. (2008). Genetics, Genomics and Breeding of Late Blight and Early Blight Resistance in Tomato. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 27(2): 75-107. doi:10.1080/07352680802147353
- Foolad, M. R., & Panthee, D. R. (2012). Marker-Assisted Selection in Tomato Breeding. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 31(2): 93-123. doi:10.1080/07352689.2011.616057
- Fu, Z. Q., & Dong, X. (2013). Systemic Acquired Resistance: Turning Local Infection into Global Defense. *Annual Review of Plant Biology*, 64: 839-863. doi:10.1146/annurev-arplant-042811-105606
- Fu, Z. Q., Yan, S., Saleh, A., Wang, W., Ruble, J., Oka, N., . . . Dong, X. (2012). Npr3 and npr4 are Receptors for The Immune Signal Salicylic Acid in Plants. *Nature*, 486(7402): 228-232. doi:10.1038/nature11162
- Gautam, S., Chauhan, A., Sharma, R., Sehgal, R., & Shirkot, C. K. (2019). Potential of *Bacillus Amyloliquefaciens* for Biocontrol of Bacterial Canker of Tomato Incited by *Clavibacter Michiganensis* Subsp. *Michiganensis*. *Microb Pathog*, 130: 196-203. doi:10.1016/j.micpath.2019.03.006
- Gerage, J. M., Meira, A. P. G., & da Silva, M. V. (2017). Food and Nutrition Security: Pesticide residues in food. *Nutrire*, 42(1). doi:10.1186/s41110-016-0028-4
- Glazebrook, J. (2005). Contrasting Mechanisms of Defense Against Biotrophic and Necrotrophic Pathogens. *Annual Review of Phytopathology*, 43: 205-227. doi:10.1146/annurev.phyto.43.040204.135923
- Glazebrook, J., Chen, W., Estes, B., Chang, H. S., Nawrath, C., Metraux, J. P., . . . Katagiri, F. (2003). Topology of The Network Integrating Salicylate and Jasmonate Signal Transduction Derived From Global Expression Phenotyping. *Plant J*, 34(2): 217-228.

- Göhre, V., & Robatzek, S. (2008). Breaking The Barriers: Microbial Effector Molecules Subvert Plant Immunity. *Annu Rev Phytopathol*, 46: 189-215. doi:10.1146/annurev.phyto.46.120407.110050
- Gómez-Gómez, L., & Boller, T. (2002). Flagellin Perception: A Paradigm For Innate Immunity. *Trends Plant Sci*, 7(6): 251-256. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12049921>
- He, Y., Fukushige, H., Hildebrand, D. F., & Gan, S. (2002). Evidence Supporting A Role of Jasmonic Acid in Arabidopsis Leaf Senescence. *Plant Physiol*, 128(3): 876-884. doi:10.1104/pp.010843
- Hiery, E., Adam, S., Reid, S., Hofmann, J., Sonnewald, S., & Burkovski, A. (2013). Genome-Wide Transcriptome Analysis of *Clavibacter Michiganensis* Subsp. *Michiganensis* Grown in Xylem Mimicking Medium. *Journal of Biotechnology*, 168(4): 348-354. doi:10.1016/j.jbiotec.2013.09.006
- Howe, G. (2010). Jasmonates. in P. Davies (Ed.), *Plant hormones* (pp. 646-680): Springer Netherlands.
- Hu, Y., Dong, Q., & Yu, D. (2012). Arabidopsis Wrky46 Coordinates with Wrky70 and Wrky53 in Basal Resistance Against Pathogen *Pseudomonas Syringae*. *Plant Science : An International Journal of Experimental Plant Biology*, 185-186: 288-297. doi:10.1016/j.plantsci.2011.12.003
- Ichihara, A., & Oikawa, H. (2014). Biosynthesis of Phytotoxins from *Alternaria Solani*. *Biosci Biotechnol Biochem*, 61(1): 12-18. doi:10.1271/bbb.61.12
- Iftikhar, S., Shahid, A. A., Halim, S. A., Wolters, P. J., Vleeshouwers, V. G. A. A., Khan, A., . . . Ahmad, S. (2017). Discovering Novel *Alternaria Solani* Succinate Dehydrogenase Inhibitors by in Silico Modeling and Virtual Screening Strategies to Combat Early Blight. *Frontiers in Chemistry*, 5. 100. doi:10.3389/fchem.2017.00100
- Jindo, K., Evenhuis, A., Kempenaar, C., Pombo Sudré, C., Zhan, X., Goitom Teklu, M., & Kessel, G. (2021). Review: Holistic pest Management Against Early Blight Disease Towards Sustainable Agriculture. *Pest Management Science*, 77(9): 3871-3880. doi:10.1002/ps.6320

- Jones, J. D. G., & Dangl, J. L. (2006). The Plant Immune System. *Nature*, 444(7117): 323-329. doi:10.1038/nature05286
- Jones, R. W., & Perez, F. G. (2019). Assessing Possible Mechanisms of Resistance to Early Blight Caused by *Alternaria Solani*. *Potato Research*, 62(4): 423-434. doi:10.1007/s11540-019-9420-9
- Khan, N., Mishra, A., & Nautiyal, C. S. (2012). *Paenibacillus Lentimorbus* B-30488r Controls Early Blight Disease in Tomato by Inducing Host Resistance Associated Gene Expression and Inhibiting *Alternaria Solani*. *Biological Control*, 62(2): 65-74. doi:10.1016/j.biocontrol.2012.03.010
- Knath, C., Ringler, J., Dangl, J. L., & Eulgem, T. (2007). *Arabidopsis* Wrky70 is Required for full rpp4-Mediated Disease Resistance and Basal Defense Against *Hyaloperonospora Parasitica*. *Mol Plant Microbe Interact*, 20(2): 120-128. doi:10.1094/MPMI-20-2-0120
- Lara-Avila, J. P., Isordia-Jasso, M. I., Castillo-Collazo, R., Simpson, J., & Alpuche-Solis, A. G. (2012). Gene Expression Analysis During Interaction of Tomato and Related Wild Species with *Clavibacter Michiganensis* Subsp. *Michiganensis*. *Plant Molecular Biology Reporter*, 30(2): 498-511. doi:10.1007/s11105-011-0348-8
- Lawrence, C. B., Singh, N. P., Qiu, J., Gardner, R. G., & Tuzun, S. (2000). Constitutive Hydrolytic Enzymes are Associated with Polygenic Resistance of Tomato to *Alternaria Solani* and May Function as An Elicitor Release Mechanism. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 57(5): 211-220. doi:10.1006/pmpp.2000.0298
- Li, J., Brader, G., Kariola, T., & Palva, E. T. (2006). Wrky70 Modulates the Selection of Signaling Pathways in Plant Defense. *The Plant Journal : for Cell and Molecular Biology*, 46(3): 477-491. doi:10.1111/j.1365-313X.2006.02712.x
- Lozano-Duran, R., & Zipfel, C. (2015). Trade-Off Between Growth and Immunity: Role of Brassinosteroids. *Trends Plant Sci*, 20(1): 12-19. doi:10.1016/j.tplants.2014.09.003

- Macho, A. P., & Zipfel, C. (2014). Plant Prrs and The Activation of Innate Immune Signaling. *Molecular Cell*, 54(2): 263-272. doi:10.1016/j.molcel.2014.03.028
- McDowell, J. M., & Dangl, J. L. (2000). Signal Transduction in the Plant Immune Response. *Trends Biochem Sci*, 25(2): 79-82. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10664588>
- Mohammad, H. B., Lee, S. E., & Kim, M. S. (2019). Refining A Pathogen's Genome to Know the Enemy Better for the Winning Battles. *Proteomics*, 19(9): 1900005. doi:10.1002/pmic.201900005
- Mohd Nadzir, M. M., Vieira Lelis, F. M., Thapa, B., Ali, A., Visser, R. G. F., Heusden, A. W., & Wolf, J. M. (2019). Development of An in Vitro Protocol to Screen *Clavibacter Michiganensis* Subsp. *Michiganensis* Pathogenicity In Different *Solanum* Species. *Plant Pathology*, 68(1): 42-48. doi:10.1111/ppa.12923
- Moreno-Escobar, J., Puc-Carrillo, A., Ceres-FarfÁN, M. C., PeÑa-RodrÍGuez, L. M., & Gamboa-Angulo, M. M. (2005). Two New Zinniol-Related Phytotoxins from *Alternaria Solani*. *Nat Prod Res*, 19(6): 603-607. doi:10.1080/14786410410001729159
- Nandi, M., Macdonald, J., Liu, P., Weselowski, B., & Yuan, Z. C. (2018). *Clavibacter Michiganensis* Subsp. *Michiganensis*: Bacterial Canker of Tomato, Molecular Interactions and Disease Management. *Mol Plant Pathol*, 19(8): 2036-2050. doi:10.1111/mpp.12678
- Nehela, Y., Taha, N. A., Elzaawely, A. A., Xuan, T. D., A. Amin, M., Ahmed, M. E., & El-Nagar, A. (2021). Benzoic Acid and Its Hydroxylated Derivatives Suppress Early Blight of Tomato (*Alternaria Solani*) Via the Induction of Salicylic Acid Biosynthesis and Enzymatic and Nonenzymatic Antioxidant Defense Machinery. *Journal of Fungi*, 7(8): 663. doi:10.3390/jof7080663
- Nicolopoulou-Stamati, P., Maipas, S., Kotampasi, C., Stamatis, P., & Hens, L. (2016). Chemical Pesticides and Human Health: The Urgent Need For A New Concept in Agriculture. *Front Public Health*, 4: 148. doi:10.3389/fpubh.2016.00148

- Nimchuk, Z., Eulgem, T., Holt, B. F., & Dangl, J. L. (2003). Recognition and Response in The Plant Immune System. *Annual Review of Genetics*, 37: 579-609. doi:10.1146/annurev.genet.37.110801.142628
- Odilbekov, F., Selga, C., Ortiz, R., Chawade, A., & Liljeroth, E. (2020). Qtl Mapping for Resistance to Early Blight in A Tetraploid Potato Population. *Agronomy*, 10(5): 728. doi:10.3390/agronomy10050728
- Oh, Y., Baldwin, I. T., & Galis, I. (2013). A Jasmonate Zim-Domain Protein Najazd Regulates Floral Jasmonic Acid Levels and Counteracts Flower Abscission in *Nicotiana Attenuata* Plants. *PLoS One*, 8(2): e57868. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3585257/pdf/pone.0057868.p>
- Pieterse, C. M. J., van der Does, D., Zamioudis, C., Leon-Reyes, A., & van Wees, S. C. M. (2012). Hormonal Modulation of Plant Immunity. *Annu Rev Cell Dev Biol*(April): 1-33. doi:10.1146/annurev-cellbio-092910-154055
- Poysa, V. (1993). Evaluation of Tomato Breeding Lines Resistant to Bacterial Canker. *Canadian Journal of Plant Pathology-Revue Canadienne De Phytopathologie*, 15(4): 301-304. doi:10.1080/07060669309501927
- Rao, E. S., Munshi, A. D., Sinha, P., & Rajkumar. (2007). Genetics of Rate Limiting Disease Reaction to *Alternaria Solani* in Tomato. *Euphytica*, 159(1-2): 123-134. doi:10.1007/s10681-007-9464-9
- Ray, S., Mondal, S., Chowdhury, S., & Kundu, S. (2015). Differential Responses of Resistant and Susceptible Tomato Varieties to Inoculation with *Alternaria Solani*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 90: 78-88. doi:10.1016/j.pmpp.2015.04.002
- Robert-Seilaniantz, A., Grant, M., & Jones, J. D. G. (2011). Hormone Crosstalk in Plant Disease and Defense: More Than Just Jasmonate-Salicylate Antagonism. *Annu Rev Phytopathol*, 49: 317-343. doi:10.1146/annurev-phyto-073009-114447
- Santino, A., Taurino, M., De Domenico, S., Bonsegna, S., Poltronieri, P., Pastor, V., & Flors, V. (2013). Jasmonate Signaling in Plant Development and Defense Response to Multiple (A)Biotic Stresses. *Plant Cell Rep*, 32(7): 1085-1098. doi:10.1007/s00299-013-1441-2

- Savidor, A., Chalupowicz, L., Teper, D., Gartemann, K.-H., Eichenlaub, R., Manulis-Sasson, S., . . . Sessa, G. (2014). Clavibacter Michiganensis Subsp. Michiganensis Vatr1 and Vatr2 Transcriptional Regulators are Required for Virulence in Tomato. *Molecular Plant-Microbe Interactions®*, 27(10): 1035-1047. doi:10.1094/mpmi-02-14-0061-r
- Savidor, A., Teper, D., Gartemann, K. H., Eichenlaub, R., Chalupowicz, L., Manulis-Sasson, S., . . . Sessa, G. (2012). The Clavibacter Michiganensis Subsp. Michiganensis -Tomato Interactome Reveals the Perception of Pathogen by the Host and Suggests Mechanisms of Infection. *Journal of Proteome Research*, 11(2): 736-750. doi:10.1021/pr200646a
- Segonzac, C., & Zipfel, C. (2011). Activation of Plant Pattern-Recognition Receptors by Bacteria. *Current Opinion in Microbiology*, 14(1): 54-61. doi:10.1016/j.mib.2010.12.005
- Sharabani, G., Manulis-Sasson, S., Borenstein, M., Shulhani, R., Lofthouse, M., Chalupowicz, L., & Shtienberg, D. (2013). The Significance of Guttation in the Secondary Spread of Clavibacter Michiganensis Subsp. Michiganensis In Tomato Greenhouses. 62(3): 578-586. doi:10.1111/j.1365-3059.2012.02673.x
- Sharabani, G., Manulis-Sasson, S., Chalupowicz, L., Borenstein, M., Shulhani, R., Lofthouse, M., . . . Shtienberg, D. (2014). Temperature at the Early Stages of Clavibacter Michiganensis Subsp. Michiganensis Infection Affects Bacterial Canker Development and Virulence Gene Expression. 63(5): 1119-1129. doi:10.1111/ppa.12199
- Sharabani, G., Shtienberg, D., Borenstein, M., Shulhani, R., Lofthouse, M., Sofer, M., . . . Manulis-Sasson, S. (2013). Effects of Plant Age on Disease Development and Virulence of Clavibacter Michiganensis Subsp. Michiganensis On Tomato. 62(5): 1114-1122. doi:10.1111/ppa.12013
- Shinde, B. A., Dholakia, B. B., Hussain, K., Aharoni, A., Giri, A. P., & Kamble, A. C. (2018). Wrky1 Acts as A Key Component Improving Resistance Against Alternaria Solani in Wild Tomato, Solanum Arcanum Peralta. *Plant Biotechnology Journal*, 16(8): 1502-1513. Doi:10.1111/Pbi.12892

- Singh, A. K., Rai, N., Singh, R. K., Singh, R. P., & Singh, V. (2013). Genotypes x Environment Interaction Studies on Early Blight Disease of Tomato. *Journal of Applied Horticulture*, 15(3): 207-210.
- Sinha, M., Singh, R. P., Kushwaha, G. S., Iqbal, N., Singh, A., Kaushik, S., . . . Singh, T. P. (2014). Current Overview of Allergens of Plant Pathogenesis Related Protein Families. *The Scientific World Journal*, 2014: 543195. doi:10.1155/2014/543195
- Soylu, S., Baysal, Ö., & Soylu, E. M. (2003). Induction of Disease Resistance by the Plant Activator, Acibenzolar-S-Methyl (Asm), Against Bacterial Canker (*Clavibacter Michiganensis* Subsp. *Michiganensis*) in Tomato Seedlings. *Plant Science*, 165(5): 1069-1075. doi:10.1016/s0168-9452(03)00302-9
- Spanu, P. D. (2012). The Genomics of Obligate (and Nonobligate) Biotrophs. *Annual Review of Phytopathology* (April): 1-19. doi:10.1146/annurev-phyto-081211-173024
- Spoel, S. H., & Dong, X. (2012). How do Plants Achieve Immunity? Defence without Specialized Immune Cells. *Nature Reviews. Immunology*, 12(2): 89-100. doi:10.1038/nri3141
- Svoboda, J., & Boland, W. (2010). Plant Defense Elicitors: Analogues of Jasmonoyl-Isoleucine Conjugate. *Phytochemistry*, 71(13): 1445-1449. doi:10.1016/j.phytochem.2010.04.027
- Takishita, Y., Charron, J.-B., & Smith, D. L. (2018). Biocontrol *Rhizobacterium Pseudomonas* Sp. 23s Induces Systemic Resistance in Tomato (*Solanum Lycopersicum* L.) Against Bacterial Canker *Clavibacter Michiganensis* Subsp. *Michiganensis*. *Frontiers in Microbiology*, 9. doi:10.3389/fmicb.2018.02119
- Thilmony, R., Underwood, W., & He, S. Y. (2006). Genome-Wide Transcriptional Analysis of the *Arabidopsis Thaliana* Interaction with the Plant Pathogen *Pseudomonas Syringae* Pv. *Tomato Dc3000* and the Human Pathogen *Escherichia Coli* o157:H7. *Plant J*, 46(1): 34-53. doi:10.1111/j.1365-313X.2006.02725.x

- Tomato Genome, C. (2012). The Tomato Genome Sequence Provides Insights Into Fleshy Fruit Evolution. *Nature*, 485(7400): 635-641. doi:10.1038/nature11119
- Tsuda, K., Sato, M., Stoddard, T., Glazebrook, J., & Katagiri, F. (2009). Network Properties of Robust Immunity in Plants. *PLoS Genet*, 5(12): e1000772. doi:10.1371/journal.pgen.1000772
- Ulker, B., Shahid Mukhtar, M., & Somssich, I. E. (2007). The Wrky70 Transcription Factor Of Arabidopsis Influences Both the Plant Senescence and Defense Signaling Pathways. *Planta*, 226(1): 125-137. doi:10.1007/s00425-006-0474-Upadhyay, P., Rai, A., Kumar, R., Singh, M., & Sinha, B. (2015). Microarray Analyses During Early Stage of The Tomato/ *Alternaria Solani* Interaction. *Genomics Data*, 6: 170-172. doi:10.1016/j.gdata.2015.09.006
- Valenzuela, M., Méndez, V., Montenegro, I., Besoain, X., & Seeger, M. (2019). Streptomycin Resistance in *Clavibacter Michiganensis* Subsp. *Michiganensis* Strains from Chile Is Related to An RpsL Gene Mutation. *Plant Pathology*, 68(3): 426-433. doi:10.1111/ppa.12971
- Vega, D., & Romero, A. M. (2015). Survival of *Clavibacter Michiganensis* Subsp. *Michiganensis* in Tomato Debris under Greenhouse Conditions. n/a-n/a. doi:10.1111/ppa.12444
- Vlot, a. C., Dempsey, D. M. A., & Klessig, D. F. (2009). Salicylic acid, a Multifaceted Hormone to Combat Disease. *Annu Rev Phytopathol*, 47: 177-206. doi:10.1146/annurev.phyto.050908.135202
- Wildermuth, M. C. (2006). Variations on A Theme: Synthesis and Modification of Plant Benzoic Acids. *Curr Opin Plant Biol*, 9(3): 288-296. doi:10.1016/j.pbi.2006.03.006
- Xu, X., Rajashekara, G., Paul, P. A., & Miller, S. A. (2012). Colonization of Tomato Seedlings by Bioluminescent *Clavibacter Michiganensis* Subsp. *Michiganensis* under Different Humidity Regimes. 102(2): 177-184. doi:10.1094/phyto-03-11-0090
- Yokotani, N., Hasegawa, Y., Sato, M., Hirakawa, H., Kouzai, Y., Nishizawa, Y., . . . Isobe, S. (2021). Transcriptome Analysis of *Clavibacter Michiganensis*

- Subsp. *Michiganensis*-Infected Tomatoes: A Role of Salicylic Acid in The Host Response. *BMC Plant Biol*, 21(1). doi:10.1186/s12870-021-03251-8
- Yuqing, W., Yaxian, Z., Zhipeng, G., & Wencai, Y. (2018). Breeding for Resistance to Tomato Bacterial Diseases in China: Challenges and Prospects. *Horticultural Plant Journal*, 4(5): 193-207. doi:10.1016/j.hpj.2018.08.004
- Zhang, D., He, J.-Y., Haddadi, P., Zhu, J.-H., Yang, Z.-H., & Ma, L. (2018). Genome Sequence of the Potato Pathogenic Fungus *Alternaria Solani* Hwc-168 Reveals Clues for Its Conidiation and Virulence. *BMC Microbiology*, 18(1). doi:10.1186/s12866-018-1324-3
- Zhang, S., & Klessig, D. F. (2001). Mapk Cascades in Plant Defense Signaling. *Trends Plant Sci*, 6(11): 520-527. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11701380>
- Zhang, Y., & Turner, J. G. (2008). Wound-Induced Endogenous Jasmonates Stunt Plant Growth by Inhibiting Mitosis. *PLoS One*, 3(11): e3699. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2577035/pdf/pone.0003699.pdf>
- Zipfel, C. (2008). Pattern-Recognition Receptors in Plant Innate Immunity. *Current Opinion in Immunology*, 20(1): 10-16. doi:10.1016/j.coi.2007.11.003
- Zipfel, C. (2014). Plant Pattern-Recognition Receptors. *Trends in Immunology*, 35(7): 345-351. doi:10.1016/j.it.2014.05.004
- Zipfel, C., Kunze, G., Chinchilla, D., Caniard, A., Jones, J. D. G., Boller, T., & Felix, G. (2006). Perception Of The Bacterial Pamp Ef-Tu by the Receptor Efr Restricts *Agrobacterium*-Mediated Transformation. *Cell*, 125(4): 749-760. doi:10.1016/j.cell.2006.03.037
- Zipfel, C., Robatzek, S., Navarro, L., Oakeley, E. J., Jones, J. D. G., Felix, G., & Boller, T. (2004). Bacterial Disease Resistance in *Arabidopsis* Through Flagellin Perception. *Nature*, 428(6984): 764-767. doi:10.1038/nature02485

BÖLÜM X

TÜRKİYE'DE SEBZE ÜRETİMİ VE SEBZE ÜRETİMİNİ ETKİLEYEN KÖK-UR NEMATODLARI İLE MÜCADELE YÖNTEMLERİ

Dr. Tevfik ÖZALP^{1*}
Dr. Öğr. Üyesi Yahya NAS²

*¹Newcastle Üniversitesi, Doğa ve Çevre Bilimleri Fakültesi, Birleşik Krallık.
tevfikozalpp@gmail.com

²Şırnak Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İdil-Şırnak, Türkiye.
yhynas@gmail.com

GİRİŞ

Gelişen teknoloji ile birlikte sanayi sektöründe meydana gelen gelişmelere rağmen tarım sektörü ülke ekonomisindeki önemini halen korumaktadır. Türkiye nüfusunun %17'si tarım sektörü içerisinde yer almaktadır (TÜİK, 2021). Sebze yetiştiriciliği, tarım sektöründe en dinamik faaliyetlerden birini oluşturmaktadır. Sebze üretimi, işleme, nakliye ve pazarlamada yaratmış olduğu istihdam nedeniyle önemli bir yere sahiptir.

Sebzeler, bitkilerin çiğ, pişmiş, konserve veya başka bir şekilde işlenmiş, insan beslenmesi açısından uygun taze kısımları olarak tanımlanır (Belitz ve ark., 2004).

Sebzeler içerdikleri vitamin, mineral, protein, karbonhidrat ve yağ bakımından insan beslenmesinde önemli bir etkiye sahiptirler. Protein içeriği bakımından bakla, sarımsak, bezelye ve enginar zengin sebzelerin başında gelmektedir (Gebhardt, 2002). Karbonhidrat içeriği bakımından ise tatlı patates, pırasa, bezelye, enginar ve lahana ilk sıralarda yer almaktadır (Vural ve ark., 2000). Sebzelerin yağ içeriği genel olarak düşüktür (Belitz ve ark., 2004). Kalori değerleri ise sebze gruplarına göre farklılık göstermektedir. Sarımsak, bakla, tatlı patates, bezelye, pırasa, enginar ve soğan en yüksek kalori değerlerine sahipken, marul, hıyar, turp ve maydanoz en düşük kalori değeri içeren sebzeler arasında yer almaktadır (Vural ve ark., 2000).

Dengeli beslenmede vitaminlerin önemi büyüktür. Sebzeler çeşitli vitaminleri bünyelerinde bulundurmaları nedeniyle önemli sağlık

kaynağı olarak tanımlanırlar. Biber, brokoli, Brüksel lahanası ve karnabahar C vitamini, havuç, tatlı patates, kavun, ıspanak ve pazı A vitamini, bezelye, sarımsak, bamyaya ve tatlı mısır B₁ vitamini, kuşkonmaz, brokoli, bezelye ve tatlı patates B₂ vitamini bakımından en zengin sebzelerdir. Ayrıca marul ve patates E vitamini, ıspanak, karnabahar, lahana ve domates K vitamini bakımında en zengin sebzeler olduğu bildirilmiştir (Belitz ve ark., 2004; Vural ve ark., 2000; Tablo 1).

Tablo 1. Bazı Önemli Sebzelerin Vitamin İçerikleri (mg/100 g taze ağırlık; Belitz ve ark., 2004)

Sebze	C vitamini	Tiamin	Riboflavin	Nikotinic asit	Folasit	α-Tokoferol	β-Karoten
Hıyar	8	0.02	0.03	0.2	0.02	0.06	0.4
Baş salata	10	0.06	0.09	0.3	0.06	0.6	1.1
Havuç	8	0.06	0.05	0.6	0.03	0.4	7.6
Yeşil dolmalık biber	138	0.05	0.04	0.3	0.06	2.5	0.5
Lahana	105	0.10	0.26	2.1	0.19	1.7	5.2
Brokoli	100	0.10	0.18	0.9	0.11	0.61	0.9
Brüksel lahanası	102	0.10	0.16	0.7	0.10	0.6	0.5
Enginar	8	0.14	0.01	1.0	–	0.19	0.10
Patlıcan	5	0.05	0.05	0.6	0.03	0.03	0.04
Karnabahar	78	0.09	0.10	0.7	0.09	0.07	0.01
Pırasa	26	0.09	0.06	0.5	0.10	0.5	0.7
Turp	26	0.03	0.03	0.4	0.02	–	0.01
Kırmızı pancar	10	0.03	0.05	0.2	0.08	0.04	0.01
Kırmızı lahana	61	0.06	0.04	0.4	0.04	1.7	0.02
Kereviz	8	0.05	0.06	0.7	0.01	–	2.9
Kuşkonmaz	20	0.11	0.10	1.0	0.11	2.0	0.5
İspanak	51	0.10	0.20	0.6	0.15	1.3	4.8
Domates	23	0.06	0.04	0.5	0.02	0.8	0.6

Sebzeler çeşitli vitaminleri bünyelerinde barındırdığı gibi insan gelişiminde önemli etkileri olan potasyum (K), sodyum (Na), demir

(Fe) ve çinko (Zn) gibi çeşitli mineralleri de içerirler. K içeriği bakımından ıspanak, patates, karnabahar ve havuç, Na içeriği bakımından kırmızı pancar, ıspanak ve havuç, Fe içeriği bakımında ise ıspanak, bezelye ve kırmızı pancar en yüksek mineral madde içeriklerine sahiptirler (Belitz ve ark., 2004; Tablo 2).

Tablo 2. Bazı Önemli Sebzelerin Vitamin İçerikleri (mg/100 g taze ağırlık; Belitz ve ark., 2004)

Sebze	K	Na	Ca	Mg	Fe	Mn	Co	Cu	Zn	P	Cl	F	I
Patates	418	2.7	6.4	21	0.4	0.15	0.001	0.09	0.3	50	50	0.01	0.003
Ispanak	554	69	60	117	3.8	0.6	0.002	0.1	0.6	46	54	0.08	0.012
Havuç	321	61	37	13	0.4	0.2	0.001	0.05	0.3	35	59	0.02	0.002
Karnabahar	328	16	20	17	0.6	0.2	-	0.05	0.2	54	19	0.01	0.006
Taze fasulye	256	1.7	51	26	0.8	0.2	-	0.1	0.3	37	13	0.01	0.003
Bezelye	296	2	26	33	1.9	0.4	0.003	0.2	0.9	119	40	0.02	0.004
Hıyar	141	8.5	15	8	0.5	0.1	-	0.04	0.2	17	37	0.01	0.003
Kırmızı pancar	336	86	29	1.4	0.9	0.2	0.01	0.08	0.4	45	0.2	0.01	0.005
Domates	297	6.3	14	20	0.5	0.1	0.01	0.06	0.2	26	30	0.02	0.002

Bazı gıda maddeleri içermiş oldukları fonksiyonel bileşikler ile insan sağlığını hastalıklara karşı korumaktadır (Sezgin, 2014). Sebzeler içermiş oldukları bazı fitokimyasallar ile (örneğin; domateste likopen) vücutta oluşan anormal hücre büyüklüklerini engeller ve oksidatif stresten dolayı zarar gören hücreleri koruyan bir yapıya sahiptirler (Brown, 2020). Ayrıca içermiş oldukları selüloz, hemiselüloz ve lignin gibi sindirilemeyen maddeler, bağırsakların içerisinde bulunan kanserojen maddelerin dışarı atılmasını sağlayarak kolon kanserinin ortaya çıkma riskini azaltırlar (Sezgin, 2014).

Ülkemizde insanların beslenmesinde ana gıdalardan birini sebzeler oluşturmaktadır. Tahıllardan sonra en fazla tüketilen gıda maddeleri

arasında sebzeler yer almaktadır (Abak, 2004). Türkiye’de sebze üretimi ekilen tarım arazileri içerisinde %3.4’lük paya sahiptir (Anonim, 2020; Tablo 3). FAO istatistik verilerine göre 1961-2020 döneminde sebze üretimi yaklaşık beş kat artmıştır (FAOSTAT, 2020; Tablo 4).

Tablo 3. Türkiye’de Ekilen Tarım Arazileri

Tarım alanı	1990 (10 ³ ha)	2002 (10 ³ ha)	2017 (10 ³ ha)	2018 (10 ³ ha)	2019 (10 ³ ha)	2020 (10 ³ ha)
Tarla Bitkileri	18.868	17.935	15.532	15.421	15.387	15.615
Nadas	5.324	5.040	3.697	3.513	3.387	3.173
Sebze	635	930	798	784	790	779
Meyve, İçecek ve Baharat	3.029	2.674	3.343	3.457	3.525	3.564
Süs Bitkileri	-	-	5	5.1	5.2	5

Tablo 4. Türkiye’de Sebze Üretiminin Yıllara Göre Değişimi

Yıl	Üretim (ton)	Alan	Verim (ton/ha)
1961	6.618.315	547.700	12.08
1980	13.028.270	725.400	17.96
2000	24.605.162	999.200	24.62
2010	25.900.999	1.089.700	23.76
2020	31.200.000	3.564.000	8.75

1. TÜRKİYE’DE SEBZE ÜRETİMİ

Ülkemizde sebze üretimi örtüaltında veya tarlada yapılmaktadır. 2021 yılında Türkiye’de yetiştirilen 31.8 milyon ton sebze üretiminin 23.1 milyon tonu tarlada, 8.7 milyon tonu ise örtüaltında üretilmiştir (TÜİK, 2021). Ülkemizde açık tarla koşullarında yapılan sebzeçilik,

çoğunlukla küçük arazilerde sofralık tüketime yönelik yapılmaktadır. Bununla birlikte geniş alanlarda sanayiye yönelik üretim de yapılmaktadır. Özellikle sanayi kuruluşlarının yoğun olduğu Ege ve Marmara bölgelerinde sanayi üretimine yönelik üretim ön plana çıkmaktadır. Örtüaltı sebze üretimi ise, iklim avantajı nedeniyle daha çok Akdeniz, Ege ve Marmara bölgelerinde yapılmaktadır. Antalya, örtüaltı sebze üretimde 4.4 milyon ton ile ilk sırada yer alırken, Mersin ve Adana Antalya'dan sonra en fazla üretim yapan diğer illerimizdir (TÜİK, 2021; Tablo 5). Örtüaltı sebze yetiştiriciliğinde domates %50'lik pay ile ilk sırada yer almaktadır. Domatesi, hıyar (%13), biber (%12) ve karpuz (%9) takip etmektedir (TÜİK, 2021; Tablo 6).

Tablo 5. İllere Göre Örtüaltı Sebze Üretimi

İl	Üretim (ton)
Antalya	4.432.732
Mersin	1.453.349
Adana	951.562
Muğla	654.105
Burdur	197.890
İzmir	159.941
Amasya	113.355
Afyonkarahisar	72.709
Eskişehir	70.741
Manisa	58.978

Tablo 6. Örtüaltında En Fazla Yetiştirilen Ürünler

Ürünler	Üretim (Ton)	Oran (%)
Domates	4.406.920	50.65
Hıyar	1.170.041	13.45
Biber	1.129.882	12.99
Karpuz	818.350	9.41

Patlıcan	388.969	4.47
Kabak	384.940	4.42
Kavun	216.390	2.49
Marul	147.272	1.69

Sebzeler botanik açıdan; meyveleri yenen, tohumları yenen, çiçek ve çiçek tablası yenen, kökleri yenen, yumruları yenen, soğanları yenen, sürgünleri ve gövdeleri yenen, yaprakları ve yaprak sapları yenen sebzeler olarak sınıflandırılmaktadır (Vural ve ark., 2000; Tablo 7). Ülkemizde üretimi yapılan sebze grupları içeriğinde, toplam sebze üretiminin yaklaşık %83'ünü meyvesi yenen sebzeler, %11 yumru ve kökleri yenen sebzeler, %6 yaprakları yenen sebzelerden oluşmaktadır (TÜİK, 2021).

Tablo 7. Sebzelerin Sınıflandırılması

Tüketilen kısım	Sebze türleri
Meyveleri yenen sebzeler	Domates, karpuz, kavun, kırmızıbiber, kışlık kabak, Biber, patlıcan, hıyar, bamya, yazlık kabak, bakla, acur, taze fasulye.
Tohumları yenen sebzeler	Fasulye, bezelye, bakla, tatlı mısır.
Çiçek ve çiçek tablası yenen sebzeler	Brokoli, enginar, karnabahar.
Kökleri yenen sebzeler	Turp, havuç, kök kereviz, kırmızı pancar, şalgam.
Yumruları yenen sebzeler	Yer elması, tatlı patates, patates.
Soğanları yenen sebzeler	Sarımsak, soğan, pırasa, rezene.
Sürgünleri ve gövdeleri yenen sebzeler	Kuşkonmaz, alabaş.
Yaprakları yenen sebzeler	Ispanak, lahana, marul, salata, semizotu, pazı
Yaprak sapları yenen sebzeler	Sap kereviz, ravent

2. SEBZE ÜRETİMİNDE VERİM VE KALİTEYİ ETKİLEYEN BİYOTİK STRES FAKTÖRLERİ

Ülkemizde sebze üretimi uzun yıllardan beri yapılmaktadır. Hibrit çeşitlerin üretimde kullanılmaya başlanmasıyla sebze üretimi her geçen gün artmıştır (TÜİK, 2021). Türkiye bugün gelinen noktada üretilen sebze kalitesi ve üretim miktarı bakımından dünyada söz sahibi ülkeler arasında yer almaktadır (FAOSTAT, 2020). Ülkemizde sebze yetiştiriciliği önemli bir noktaya gelmiş olsa da, küresel ısınma sonucu yaşanan iklim değişikliği, bilinçsiz yapılan kültürel işlemler ve sürekli monokültür tarım yapılması sonucunda verim ve meyve kalitesinde önemli kayıplar meydana gelmektedir. Susuz sebzecilik belirli türler ile ve belli ekolojik koşullarda yapılabilmektedir. Ancak yetiştiriciliği yapılan sebze türleri genelde düzenli olarak sulamaya ihtiyaç duymaktadır. Sulu tarımın yapıldığı arazilerde, ekolojik değişimler ve insan eli ile yapılan hatalar sonucunda hastalık ve zararlı popülasyonları artmaktadır. Fungal, bakteriyel ve viral hastalıklar sebze alanlarında önemli sıkıntılara neden olmaktadır. Benzer şekilde böcekler, akarlar ve bitki paraziti nematodlar gibi zararlılar da verim ve meyve kalitesinde önemli kayıplardan sorumludurlar. Özellikle kök-ur nematodları yaşam döngüsünün kısa olması, hızlı üreme kabiliyetleri ve mücadelesinin zor olması nedeniyle sebze üretiminde önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Özalp, 2021).

3. KÖK-UR NEMATODLARININ GENEL ÖZELLİKLERİ VE ZARAR ŞEKLİ

Kök-ur nematodlarına ait ilk kayıt, 1855’de Miles Joseph Berkeley tarafından İngiltere’de bir serada yetiştirilen salatalık köklerinde

urların tespit edilmesiyle olmuştur (Berkeley, 1855). Ülkemizde kök-ur nematodlarına ait kayıt ise 1959 yılında Trabzon ve Samsun'da *M. hapla*'nın tespit edilmesiyle gerçekleşmiştir (Diker, 1959).

Türkiye'de günümüze kadar *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria*, *M. hapla*, *M. chitwoodi*, *M. luci*, *M. artiellia*, *M. exigua*, *M. thamesi* olmak üzere 9 kök-ur nematodu türü tanımlanmıştır (Ertürk & Özkut, 1973; Yüksel, 1974; Kepenekçi ve ark., 2002; Özarslandan ve ark., 2009; İmren ve ark., 2014; Aydınli & Mennan, 2016).

Kök-ur nematodlarının larvaları yumurtadan ipliksi formda çıkmaktadır. Dişi bireyler armut- limon şeklinde 0.40 ila 1.30 milimetre uzunluğunda, 0.27-0.75 milimetre genişliğinde kök dokusu içinde bulunurlar. Erkek bireyler ise toprakta serbest olarak yaşarlar. Kök-ur nematodlarının cins adı olan *Meloidogyne* ismi de Yunancada elmaya benzeyen dişi anlamına gelmektedir. Kök-ur nematodları 4 larva dönemi geçirdikten sonra ergin hale gelmektedir. Birinci larva dönemi yumurta içinde geçer. Yumurtadan çıkan larvalar ikinci larva dönemindedirler ve bitkileri enfekte etme yeteneğine bu ikinci larva dönemindeki larvalar sahiptir. Yumurtadan çıkan larvalar bitki köklerinin salgılarına yönelirler ve kök ucuna yakın bölgeden köke giriş yaparlar (Şekil 1 A) (Hunt & Handoo ., 2009).



Şekil 1. A) Köke Yönelmiş *Meloidogyne incognita* İkinci Dönem Larvaları, B) Kök İçinde İlerleyen *Meloidogyne incognita* Larvaları (ÖZALP, 2022)

Kök içine giriş yapan *Meloidogyne* spp. ikinci dönem larvaları hücreler arası boşluklardan kök ucuna ilerleyip meristem dokuya ulaşırlar, buradan iletim demetinin içine girip uygun beslenme bölgesini bulana kadar ilerlemektedirler (Şekil 1.B). Beslenme bölgesine ulaştığında kendini sabitler ve beslenmeye başlar. Üçüncü ve dördüncü larva döneminde stilet körelir ve beslenmezler (Manzanilla-Lopez & Bridge, 2004). Vücutları kalınlaşmaktadır. Dördüncü larva döneminden sonra ergin bireyler meydana gelmektedir (Abad ve ark., 2009). Dişi bireyler armut şeklinde olup sabit halde beslenmeye devam ederler. Dişi bireyler J2 dönemindeki

larvalara göre 500 kat daha büyük hale gelebilmektedir (Shepperson & Jordan, 1974). Erkek bireyler ise ipliksi biçimde toprakta serbest olarak yaşarlar ve beslenmezler.



Şekil 2. Kök-Ur Nematodlarının Domates Köklerinde Meydana Getirdiği Uurlar ve Yumurta Kümeleri (ÖZALP, 2022)

Kök-ur nematodu türlerinde türe bağlı 3 farklı üreme şekli görülmektedir. Ülkemizde ve dünyada en yaygın türlerden olan *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* zorunlu eşeysiz üreme ile çoğalırlar. Bu türlerde erkek bireylerin dişi nematodları döllemesi görülmez. *Meloidogyne carolinensis*, *M. kikuyensis*, *M. microtyla* gibi bazı türler ise eşeyli olarak çoğalırlar. Diğer bir üreme tipi ise zorunlu olmayan eşeysiz üremedir. Bu üreme tipinde erkek bireylerin varlığında eşeyli üreme görülürken erkek birey yokluğunda ise eşeysiz üreme görülmektedir. *Meloidogyne exigua*, *M. fallax*, *M. chitwoodi*

türleri bu gruba örnek gösterilebilir. Ülkemizde yaygın görülen kök-ur nematodu türlerinden olan *M. hapla*'nın A ırkı zorunlu olmayan eşeysiz üreme tipi, B ırkı ise zorunlu eşeysiz üreme ile çoğalmaktadır (Chitwood & Perry, 2009).

Dişi bireyler, yumurtalarını salgılarıyla ürettikleri jelatin matriks adı verilen bir kesenin içine bırakmaktadır. Dişi birey günde 30-40 yumurta bırakabilmektedir. Toplamda ise bir yumurta kümesinde yüzlerce yumurta bulunmaktadır (Karssen & Moens, 2006). Yumurta kümeleri kök yüzeyinde bulunmakta ve gözle görülebilmektedir.

Meloidogyne türleri, 10 °C'de meydana gelen lipid fazı geçişlerinde hayatta kalma yeteneklerine göre termofiller ve kriyofiller olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır (Van Gundy, 1985). Sebze üretim alanlarında en ciddi zararı yapan dört kök-ur nematodundan *M. incognita*, *M. javanica* ve *M. arenaria* termofil türlerdir. Termofil türlerde 10°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda yumurtadan çıkış gözlemlenmektedir. Toprak sıcaklıklarının yüksek olduğu ve buna bağlı olarak nematod üremesinin hızlı olduğu sonbaharda bu türlerin neden olduğu verim kaybı daha şiddetli olma eğilimindedir (Desaeger, 2022). *M. hapla* ise kriyofil bir türdür ve 10°C'nin altındaki sıcaklıklarda yumurtadan çıkabilmektedir (Curtis ve ark., 2009; Moens ve ark., 2009). *M. hapla* tipik olarak ılıman bölgelerde ve tropik bölgelerde daha yüksek rakımlarda görülür ve özellikle erken ilkbaharda sebzelere daha çok zarar vermektedir (Desaeger, 2022; Hunt & Handoo, 2009; Wu ve ark., 2018).

Kök-ur nematodlarının sebzelerdeki en belirgin semptomu köklerde neden olduğu urlardır. Toprak üstü aksamda ise bodurluk, sararma, solgunluk ve bitki besin maddesi noksanlığının klasik belirtileri görülmektedir. Kök-ur nematodlarının neden olduğu bu belirtiler tüm üretim alanından ziyade popöülasyon yoğunluğuna yüksek olduğu kısımlarda gözlenmektedir. Özellikle fide dönemindeki sebzelerde kök-ur nematodlarının enfeksiyonu çok daha ağır seyretmekte ve bitkilerde gelişme durmakta ve fideler kurumaktadır. Ayrıca kumlu topraklardaki verim kayıpları killi toprağa sahip arazilere göre daha fazla olmaktadır.

Kök-ur nematodlarının sebzelerde yapmış oldukları verim kaybı %50'den fazla olabilmektedir. Köklerde açmış oldukları yaralar toprak kökenli patojenlerin sekonder enfeksiyonunu arttırmakta, özellikle fide dönemindeki bitkilerin ölmesine ve ekonomik kaybın çok daha ciddi oranda artmasına neden olmaktadır (Nyczepir & Thomas 2009; Desaegeer, 2022; Şekil 3).



Şekil 3. A) Kabakgil Fidesinde, B) Domates Fidesinde Kök-Ur Nematodu Zararı (ÖZALP, 2022).

4. KÖK-UR NEMATODLARI İLE MÜCADELE YÖNTEMLERİ

Kök-ur nematodları, geniş bir konukçu yelpazesine sahip toprak kaynaklı patojenler oldukları için mücadelesi çok zordur (Mitkowski & Abawi, 2003). Beslendikleri bitkilerin üst aksamında yapmış oldukları zararın bitki besin noksanlığına benzemesi nedeniyle ancak bitki sökülüp toprak altı aksamı incelendiğinde teşhis konulabilmektedir. *Meloidogyne* spp.'nin mücadelesinde kültürel önlemler, toprak işleme, kimyasal mücadele, biyolojik mücadele solarizasyon ve dayanıklı çeşit kullanımı öne çıkan mücadele yöntemleridir.

4.1. Kültürel Mücadele

Kültürel mücadele bulaşık olmayan üretim alanlarının korunması ve bulaşık arazilerdeki nematod enfeksiyonunun azaltılması için önerilen temel tarımsal yöntemlerdir.

Farklı üretim arazilerinde kullanılan toprak işleme aletleri ve bu alanlarda giyilen ayakkabılar nematodların bulaşıklığının yayılmasına neden olabilmektedir. Farklı alanlarda kullanılan toprak işleme aletlerinin temizlenerek topraklarından arındırılması ve üretim alanlarına giriş çıkışlarda ayakkabıların temizliği bulaşıklığın azaltılması açısından önemlidir.

Kök-ur nematodları yumurtadan çıkabilmek, toprak içinde hareket edebilmek ve yaşamlarını sürdürebilmek için toprak nemine ihtiyaç duyarlar (Evans & Perry, 2009). Yazın kurak dönemde bitki söküldükten sonra yapılan toprak işleme, kök-ur nematodu popülasyonlarının yoğunluğunun azaltılmasında etkili olmaktadır (Lenz & Eisenbeis, 2000).

Kök-ur nematodları hasattan sonra toprakta kalan köklerde yaşamlarını sürdürebilmekte ve çoğalabilmektedir (Sikora & Fernandez, 2005). Bir önceki dönemden kalan bulaşık kök artıklarının sökülerek uzaklaştırılması, hasattan sonra nematodların çoğalmasını önleyecek ve sonraki dikim için başlangıç popülasyonun yoğunluğunu azaltacaktır (Barker & Koenning, 1998; Collange ve ark., 2011).

Topraktaki organik madde içeriğinin artırılması kök-ur nematod popülasyonu baskılamaktadır (Sikora & Fernandez, 2005). Tuzak ve

antagonistlik bitkilerin kullanımının *Melodaigne* spp. üzerinde baskılayıcı olabildiğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır. En yaygın olarak rapor edilen antagonistik bitkiler, *Tagetes spp.*, hardal, kuşkonmaz, susam ve *Azadirachta indica*'dır (Bridge, 1996; Sikora & Fernandez, 2005).

Solarizasyon, kök-ur nematodlarıyla mücadelede yaygın olarak kullanılan ve oldukça etkili bir yöntemdir. Solarizasyon yaz aylarında şeffaf plastik naylon kullanılarak 20-25 cm lik üst toprak tabakası sıcaklığının artırılması ile patojenlerin ve yabancı otların mücadelesinde kullanılan uygulamadır (Katan, 1980; Raio ve ark., 1997). Solarizasyon uygulaması, haziran-temmuz aylarından ağustos sonuna kadar devam etmeli ve en az 5-6 hafta sürmelidir. Solarizasyon başarısı için gereken uzun süreler boyunca 45 °C'nin üzerindeki toprak sıcaklıklarına ulaşabilmek için bu aralık gereklidir (Stapleton, 1996). Uygun özelliklere sahip plastik naylon kullanmak ve solarizasyondan önce toprağın ısıl iletkenliğini arttırmak, sıkıştırmayı önlemek için sulama ve toprak işleme ile önemlidir. Solarizasyondan önce sıralar hazırlanmış ve damlama boruları çekilmiş olmalıdır. Solarizasyon süresince damlama boruları yardımıyla toprak nemli tutulmalıdır (Stapleton ve ark., 2008).

4.2. Dayanıklı çeşit kullanımı

Dayanıklı çeşit veya anaçların kullanımı ekonomik ve çevreye zararı olmayan ve özel bir uygulama gerektirmeyen en önemli mücadele yöntemlerinden biridir. Dayanıklı çeşitler, nematod popülasyon seviyelerini düşürülmesini ve verim kaybının önlenmesini

sağlamaktadır (Seid ve ark., 2015). Dayanıklı bitkinin köküne giriş yapan kök-ur nematodları beslenme bölgesi oluşturamaz. Beslenmek için kendilerini sabitleyip beslenmeye başladıklarında o bölgede reaktif oksijen türleri birikmeye başlar ve oksidatif strese bağlı olarak beslenmeye başladıkları bölgedeki bitki dokuları ölür ve nematodlar beslenemeyip ölmektedir. Oksidatif strese bağlı olarak bitkide oluşan bu tepkiye hipersensitif reaksiyon adı verilmektedir (Verdejo-Lucas ve ark., 2012; Dropkin, 1969a).

4.2.1. Domates

Kök-ur nematodlarına karşı en yaygın kullanılan dayanıklılık geni domatesteki *Mi-1* genidir. *Mi-1* geni, en yaygın kök-ur nematodu türleri olan *M. incognita*, *M. javanica* ve *M. arenaria*'ya karşı dayanıklılık sağlamaktadır. Ülkemizde tespit edilen *M. luci*'ye karşı da dayanıklılık sağladığı bildirilmiştir (Aydınlı & Mennan, 2019).

Mi-1 geni yüksek toprak sıcaklıklarında etkisini kaybetmektedir (Dropkin, 1969b). 48 saat ve daha uzun sürelerde 32 °C toprak sıcaklığına maruz kalan bitkilerde *Mi-1* geninin sağladığı dayanıklılığın kırıldığı gözlemlenmiştir (Özalp & Devran, 2018). *Mi-1* geninin etkinliğini kısıtlayan bir diğer faktör de *Mi-1* virüent popülasyonlardır. *Mi-1* virüent popülasyonlar *Mi-1* geni taşıyan domates çeşitlerinde hassas bitkilerde olduğu gibi beslenip çoğalabilen ve zarar yapabilen popülasyonlardır. *Mi-1* virüent popülasyonlar ülkemizde de yaygın olarak bulunmakta ve domates üretiminde dayanıklı çeşitlerin etkinliğini kısıtlamaktadır (Devran & Söğüt 2010; Uysal & Söğüt, 2016, Devran ve ark., 2017).

4.2.2. Biber

Biberde kök-ur nematodlarına dayanıklılık sağlayan 11 gen (*Mech1*, *Mech2*, *N*, *Me 1*, *Me2*, *Me3*, *Me4*, *Me5*, *Me6*, *Me7*, *CaRKNR*) tanımlanmıştır (Djian-Caporalina ve ark., 2007; Wang & Bosland, 2006; Wang ve ark., 2009; Mao ve ark., 2015). Biberdeki dayanıklılık genlerinden *N*, *Me1* ve *Me3* genleri yaygın *Meloidogyne* türlerine karşı dayanıklılık sağladığı için ıslah programları açısından daha ön plana çıkmaktadır (Djian-Caporalino ve ark., 1999; Çelik ve ark., 2016). *Me-2*, *Me-4*, *Me-5* genleri bir türün birkaç izolatına dayanıklı olmaları nedeniyle geri planda kalmışlardır (Hendy ve ark., 1985).

4.2.3. Patlıcan

Patlıcan yetiştiriciliğinde anaç olarak kullanabilecek bazı yabancı *Solanum* türlerinde kök-ur nematodlarına karşı dayanıklılık tespit edilmiştir. Ancak bunların içinden yalnızca *S. torvum* ticari olarak ulaşılabilenmektedir (Uehara ve ark., 2017). *Solanum torvum*; *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* ve *M. luci*'ya karşı dayanıklılık sağlamakta *M. hapla*'ya karşı ise dayanıklılık sağlamamaktadır. Ayrıca, *Mi-1* virulent *M. incognita* popülasyonuna karşı da dayanıklı olduğu bildirilmiştir (Öçal ve ark., 2018).

4.3. Biyolojik mücadele

Biyolojik teknikler, uygulamaları esnasında hem gıda güvenliği ve çevre-insan sağlığına herhangi bir zararının olmaması hem de sürdürülebilir bir üretime imkân sağlaması nedeniyle önemlidir (Cumagun & Moosavi, 2015). Ülkemizde kök-ur nematodlarına karşı

ruhsatlandırılmış 3 tane mikrobiyal etmen bulunmaktadır. Bunlar; *Purpureocillium lilacinum* (*Paecilomyces lilacinus*), *Bacillus firmus*, *Burkholderia rinojensis*'dir.

Purpureocillium lilacinum, hidrolitik enzimler kullanarak yumurta ve dişilere hifleriyle penetre olup parazitleşebilen bir fungustur (Khan ve ark., 2004). *Purpureocillium. lilacinum*'un *in vitro* koşullarda yüksek biyokontrol etkinlik gösterdiği ancak, sera ve tarla koşullarında ise etkinliğinin sınırlı kalabildiği bildirilmiştir (Anastasiadis ve ark., 2008; Giné & Sorribas, 2017).

Bacillus firmus; aerobik, alkalifilik, gram pozitif ve endospor oluşturan bitki gelişimini destekleyici özelliği bilinen bir bakteridir (Terefe ve ark., 2009; Singh ve Siddiqui, 2010; Castillo ve ark., 2013; Huang ve ark., 2021). İsrail'de tespit edilmiş olan *B. firmus* strain I-1582'in kök-ur nematodlarının larvalarının yumurtadan çıkışını azalttığı, larvaların felç olmasına neden olduğu, bitkilerin kök eksüdatlarında değişikliğe neden olarak kök-ur nematodlarının konukçu bulma yeteneğini azalttığı ve bunlara bağlı nematod enfeksiyonunu düşmesine neden olduğu bildirilmiştir (Singh & Siddiqui, 2010; Jansen-Girgan ve ark., 2016).

Burkholderia cinsi, bitki gelişimini destekleyici ve biyolojik mücadelede kullanılan çeşitli türler içerir (Coenye & Vandamme, 2003). *Burkholderia rinojensis*'in insektisit akarisit ve nematisit özellik taşıdığı tespit edilmiştir (Cordova-Kreylos ve ark., 2013; Desaeger & Watson, 2019).

Biyolojik mücadelenin etkinlik düzeyi çoğu zaman kısıtlı kalmaktadır (Lamovšek ve ark., 2013; Hallmann ve ark., 2009). Biyolojik mücadelenin başarısını; bazı ürünlerin etkinliğinin uzun süreli olmaması, optimum ekolojik koşullarda etkinlik göstermesi formülasyon tipi, toprak yapısı, uygulama şekline bağlı olarak sınırlanabilmektedir (Lamovšek ve ark., 2013; Uysal ve ark., 2021). Biyolojik mücadele; temiz çevre, güvenli gıda, su kaynaklarının korunması ve en önemlisi insan sağlığına tehdit oluşturmaması nedeniyle üzerine yoğun çalışmaların yapıldığı bir alan olarak yerini korumaktadır (Lamovšek ve ark., 2013).

4.4. Kimyasal mücadele

Kimyasal mücadele tavsiyelere uygun uygulandığında kısa sürede etkinlik göstermesi ve uygulama kolaylığı gibi nedenlerden dolayı tercih edilmektedir (Mıstanoğlu ve ark., 2021). Bitki paraziti nematodlara karşı nematisitlerin kullanımı en etkili yöntemlerden biri olsa da ekonomik değeri düşük ürünlerin yetiştiriciliğinde kimyasal mücadele çok yaygın kullanılmamaktadır (Bridge, 1996). Ancak ekonomik değeri yüksek sebze ürünlerinin yetiştiriciliğinde nematisit kullanımı yaygındır. Çevre ve insan sağlığına karşı artan hassasiyet, nematisitlerin pahalı pestisitler olması ve yüksek etkili bazı nematisitlerin yasaklanması kimyasal mücadeleyi sınırlandırmaktadır.

SONUÇ

Sebze ve sebzelerden işlenmiş ürünler ülkemiz tarımsal üretiminde ekonomik getirisi olan önemli tarım ürünlerinin başında gelmektedir. Birim alan değerlerinin yüksek ve istenen düzeyde kaliteli ham

maddenin temini ancak doğru tarımsal üretim modellerinin gerçekleştirilmesi ile mümkün olabilecektir. Zararlılarla mücadele bu konuların başında gelmektedir. Kök-ur nematodları bu yönüyle üstünde durulması gereken konuların başında bulunmaktadır.

Kök-ur nematodları, dünyanın birçok bölgesinde dağılım gösteren ve çok sayıda kültür bitkisinde zarar yapan obligat bitki parazitleridir. Endoparazit olarak beslenen kök-ur nematodları, kültürü yapılan çok sayıda sebze türünün en önemli zararlılarından biridir. Beslendikleri bitki köklerinde urlara neden olarak bitkinin yeteri kadar su ve besin maddesi alınımını engelleyip, verim ve kalitede düşüğe sebep olmaktadırlar.

Kök-ur nematodları ile mücadele genel olarak kültürel, biyolojik kimyasal mücadele ve dayanıklı çeşit kullanımı ile yapılmaktadır. Kök-ur nematodlarının mücadelesinin zor ve masraflı olması nedeniyle temiz üretim alanların bulaşıklığın önlenmesi, toprak işeme aletlerinin ve ekipmanlarının temizliğine önem gösterilmesi zorunludur. Kök ur nematodlarıyla mücadelede, tek bir yöntemi tercih etmek yerine, entegre mücadele yaparak farklı yöntemlerin kombine edilmesiyle daha başarılı sonuçlar alınması sağlanacaktır.

KAYNAKLAR

- Abad, P., Castagnone-Sereno, P., Rosso, M.N., de Almeida Engler, J. , & Favery, B. (2009). Invasion, Feeding and Development. In: Perry, R.N., Moens, M. and Starr, J.L. (Eds.), *Root-knot Nematodes*. CABI Publishing, Wallingford, pp. 163–181.
- Abak, K. (2004). Outlook on Vegetable Production in Turkey. In III Balkan Symposium on Vegetables and Potatoes 729: 25-31..
- Anastasiadis, I. A., Giannakou, I. O., Prophetou-Athanasiadou, D. A., & Gowen, S. R. (2008). The Combined Effect of The Application of A Biocontrol Agent *Paecilomyces Lilacinus*, with Various Practices for the Control of Root-Knot Nematodes. *Crop Protection*, 27(3-5): 352-361.
- Anonim, 2020.
<https://www.tarimorman.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/BUGEM.pdf>
- Gebhardt, S. E. (2002). *Nutritive Value of Foods (No. 72)*. US Department of Agriculture, Agricultural Research Service.
- Aydınlı, G., & Mennan, S. (2016). Identification of Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* Spp.) Fromgreenhouses in the Middle Black Sea Region of Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 40(5): 675-685.
- Aydınlı, G., & Mennan, S. (2019). Reproduction of Root-Knot Nematode Isolates From The Middle Black Sea Region of Turkey on Tomato With Mi-1.2 Resistance Gene. *Turkish Journal Of Entomology*, 43(4): 417-427.
- Barker, K. R., & Koenning, S. R. (1998). Developing Sustainable Systems for Nematode Management. *Annual Review of Phytopathology*, 36(1): 165-205.
- Belitz, HD., Grosch, W., & Schieberle, P. (2004). *Vegetables and Vegetable Products*. In: *Food Chemistry*. Springer, Berlin, Heidelberg.
https://doi.org/10.1007/978-3-662-07279-0_18
- Berkeley, M.J. (1855). *Vibrio Forming Cysts on The Roots of Cucumbers*. *Gardeners' Chronicle and Agricultural*, 14: 220.
- Bridge, J. (1996). Nematode Management in Sustainable and Subsistence Agriculture. *Annual Review of Phytopathology*, 34: 201 -225
- Brown, J. E. (2020). *Nutrition now*. Cengage Learning.

- Castillo, J. D., Lawrence, K. S., & Kloepper, J. W. (2013). Biocontrol of The Reniform Nematode by *Bacillus Firmus* GB-126 and *Paecilomyces Lilacinus* 251 on Cotton. *Plant Disease*, 97(7): 967-976.
- Çelik, I., Sögüt, M. A , Özkaynak, E., Doğanlar, S., & Frary, A. (2016). Physical Mapping of NBS-Coding Resistance Genes to Theme-Gene Cluster on Chromosome P9 Reveals Markers Tightlylinked to The N Gene For Root-Knot Nematode Resistance in Pepper. *Mol Breed* 36: 137.
- Chitwood, D. J., & Perry, R. N. (2009). Reproduction, Physiology and Biochemistry. *Root-Knot Nematodes*, 182-200.
- Coenye, T., & Vandamme, P. (2003). Diversity and Significance of Burkholderia Species Occupying Diverse Ecological Niches. *Environmental Microbiology*, 5(9): 719-729.
- 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(10): 1251-1262.
- Cordova-Kreylos, A. L., Fernandez, L. E., Koivunen, M., Yang, A., Flor-Weiler, L., & Marrone, P. G. (2013). Isolation and Characterization of Burkholderia Rinojensis Sp. Nov., A Non-Burkholderia Cepacia Complex Soil Bacterium with Insecticidal and Miticidal Activities. *Applied and Environmental Microbiology*, 79(24): 7669-7678.
- Cumagun, C. J. R., & Moosavi, M. R. (2015). Significance of Biocontrol Agents of Phytonematodes. *Biocontrol Agents of Phytonematodes*. Wallingford, UK: CABI Publishing, 10(9781780643755.0050): 50-78.
- Curtis, R. H., Robinson, A. F., & Perry, R. N. (2009). Hatch and Host Location. *Root-Knot Nematodes*, 1: 139-162.
- Desaeger, J. (2022). 34 A Root-Knot Nematode Paradise Made. *Integrated Nematode Management: State-of-The-Art and Visions for The Future*, 247.
- Desaeger, J. A., & Watson, T. T. (2019). Evaluation of New Chemical and Biological Nematicides for Managing Meloidogyne Javanica in Tomato

- Production and Associated Double-Crops İn Florida. *Pest Management Science*, 75(12): 3363-3370.
- Devran, Z., & Söğüt, M. A. (2010). Occurrence of Virulent Root-Knot Nematode Populations on Tomatoes Bearing the Mi Gene in Protected Vegetable-Growing Areas of Turkey. *Phytoparasitica* 38: 245–251.
- Devran, Z., Mıstanoğlu, İ., & Özalp, T. (2017). Occurrence of Mixed Populations of Root-Knot Nematodes in Vegetable Greenhouses in Turkey, As Determined By PCR Screening. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 1- 14.
- Diker, T. (1959). Nebat Parazit Nematodları. *Türk. Şek. Fab. Neşr. No:70, Mars T. ve S.A.Ş. Matbaası, Ankara, 98 s.*
- Djian-Caporalino, C., Pijarowski, L., Januel, A., Lefebvre, V., Daubeze, A., Palloix, A., Dalmasso, A., & Abad, P., (1999). Spectrum of Resistance to Root Knot Nematodes and Inheritance of Heat-Stable Resistance in Pepper (*Capsicum Annuum L.*). *Theoretical and Applied Genetics*, 99: 496-502.
- Djian-Caporalino, C., Fazari, A., Arguel, M.J., Vernie, T., Vande Castele, C., Faure, I., Brunoud, G., Pijarowski, L., Palloix, A., Lefebvre, V., & Abad, P., (2007). Root-Knot Nematode (*Meloidogyne Spp.*) Me Resistance Genes in Pepper (*Capsicum annuum L.*) are Clustered on The P9 Chromosome. *Theoretical and Applied Genetics*, 114: 473-486.
- Dropkin, V.H., (1969a). Cellular Responses of Plants to Nematode Infections. *Annual Review Phytopathology*, 7: 101–122
- Dropkin, V.H. (1969b). The Necrotic Reaction of Tomatoes and Other Hosts Resistant to *Meloidogyne*: Reversal by Temperature. *Phytopathology*, (59): 1632–1637.
- Ertürk, H., & Özkut, S. (1973). Ege Bölgesi Şartlarında Kök-Ur Nematodlarına (*Meloidogyne Spp.*) Dayanıklı Asma Anacı Araştırması. IV. Bilim Kongresi Bildiriler, 1(7): 5-8.
- Evans, A. A., & Perry, R. N. (2009). Survival Mechanisms. Root-Knot Nematodes, 201-222.
- FAOSTAT (2020). <http://www.fao.org/faostat/en/#home> (Erişim tarihi: 15.04.2022).

- Giné, A., & Sorribas, F. J. (2017). Effect of Plant Resistance and BioAct WG (Purpureocillium lilacinum strain 251) on Meloidogyne Incognita in a Tomato–Cucumber Rotation in a Greenhouse. *Pest Management Science*, 73(5): 880-887.
- Hallmann, J., Davies, K. G., & Sikora, R. (2009). 17 Biological Control Using Microbial Pathogens, Endophytes and Antagonists. *Root-knot nematodes*, 380.
- Hendy, H., Dalmaso, A., & Cardin, M. C. (1985). Differences in Resistant Capsicum annum Attacked by Different Meloidogyne Species. *Nematologica*, 31: 72-78.
- Huang, M., Bulut, A., Shrestha, B., Matera, C., Grundler, F. M., & Schleker, A. S. S. (2021). Bacillus Firmus I-1582 Promotes Plant Growth and Impairs Infection and Development of The Cyst Nematode Heterodera Schachtii Over Two Generations. *Scientific Reports*, 11(1): 1-15.
- Hunt, D.J., & Handoo, Z.A., (2009). Taxonomy, Identification and Principal Species. *Root-Knot Nematodes*, 1: 55-88.
- İmren, M., Özarslandan, A., Kasapoğlu, E. B., Toktay, H., & Elekcioğlu, İ. H. (2014). Morphological and Molecular Identification of A New Species Meloidogyne Artiellia (Franklin) on Wheat Fauna in Turkey. *Turkish Journal of Entomology*, 38(2): 189-196.
- Jansen-Girgan, C., Claassens, S., & Fourie, H. (2016). In Vitro Evaluations to Determine The Effect of Bacillus Firmus Strains on The Motility of Meloidogyne Incognita Second-Stage Juveniles. *Tropical Plant Pathology*, 41(5): 320-324.
- Karssen, G., & Moens, M. (2006) *Root-Knot Nematodes*. In: Perry, R.N. and Moens, M. (Eds) *Plant Nematology*. CAB International, Wallingford, UK, Pp. 59–90.
- Katan, J. (1980). Solar Pasteurization of Soils for Disease Control: Status and Prospects. *Plant Disease*, 64(5): 450-454.
- Kepenekçi, İ., Öztürk, G., & Evlice, E. (2002). Ülkemiz Örtü Altı Sebze Üretiminde Sorun Olan Yeni Bir Kök-Ur Nematodu Türü (Meloidogyne Exigua Goeldi,

- 1887) ve Diğer Kök-Ur Nematodu Türleri. IV. Sebze Tarımı Sempozyumu, 55s, Bursa
- Khan, A., Williams, K. L., & Nevalainen, H. K. (2004). Effects of *Paecilomyces Lilacinus* Protease and Chitinase on The Eggshell Structures and Hatching of *Meloidogyne Javanica* Juveniles. *Biological Control*, 31(3): 346-352.
- Lamovšek, J., Urek, G., & Trdan, S. (2013). Biological Control of Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* Spp.): Microbes Against the Pests. *Acta Agriculturae Slovenica*, 101(2): 263-275.
- Lenz, R., & Eisenbeis, G. (2000). Short-Term Effects of Different Tillage in A Sustainable Farming System on Nematode Community Structure. *Biology And Fertility of Soils*, 31(3): 237-244.
- Manzanilla-Lopez, R. H. E. K., & Bridge, J. (2004). In Z. X. Chen, S. Y. Chen., & D. W. Dickson (Eds.), *Plant Diseases Caused by Nematodes* (Pp. 636-716). Wallingford, UK: CABI Publishing
- Moens, M., Perry, R.N., & Starr, J.L. (2009). *Meloidogyne* Species E A Diverse Group of Novel and Important Plant Parasites. In: Perry, R.N., Moens, M., Starr, J.L. (Eds.), *Root-knot Nematodes*. CABI International, Cambridge, MA (USA), pp. 1-17.
- Mao, Z., Zhu, P., Liu, F., Huang, Y., Ling, J., Chen, G., ... & Xie, B. (2015). Cloning and Functional Analyses of Pepper Carknr Involved in *Meloidogyne Incognita* Resistance. *Euphytica*, 205(3): 903-913.
- Mıstanoğlu, İ., Uysal, G., & Devran, Z. (2021). Bitki Paraziti Nematodlarla Mücadelede Kullanılan Nematisitlerin Etki Mekanizmaları. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35(2): 483-498.
- Mitkowski, N.A., & Abawi, G.S.(2003). *Root-Knot Nematodes*. *Plant Health Instr.*
- Nyczepir, A. P., & Thomas, S. H. (2009). 18 Current and Future Management Strategies in Intensive Crop Production Systems. *Root-knot nematodes*, 412.
- Öçal, S., Özalp, T., & Devran, Z. (2018). Reaction of Wild Eggplant *Solanum Torvum* to Different Species of Root-Knot Nematodes from Turkey, *Journal of Plant Diseases and Protection*, 125: 577-580.

- Özalp, T (2021). Mi-1.2 Geninin Sağladığı Dayanıklılıkta Rol Alan Genlerin Meloidogyne Incognita'ya Karşı Transkripsiyon Seviyelerinin Qrt-PCR İle Araştırılması. Doktora tezi.
- Özalp, T., & Devran, Z. (2018). Response of Tomato Plants Carrying Mi-1 Gene to Meloidogyne Incognita (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949 under High Soil Temperatures. Turkish Journal of Entomology, 42(4): 313-322.
- Özarslandan, A., Devran, Z., Mutlu, N., & Elekcioğlu, I. H. (2009). First Report of Columbia Root-Knot Nematode (Meloidogyne chitwoodi) in Potato in Turkey. Plant Disease, 93(3): 316.
- Raio, A., Zoina, A., & Moore, L. W. (1997). The Effect of Solar Heating of Soil on Natural and Inoculated Agrobacteria. Plant Pathology, 46(3): 320-328.
- Seid, A., Fininsa, C., Mekete, T., Decraemer, W., & Wesemael, W. M. (2015). Tomato (Solanum lycopersicum) and Root-Knot Nematodes (Meloidogyne Spp.)—A Century-Old Battle. Nematology, 17(9): 995-1009.
- Sezgin, A. C. (2014). Meyve, sebze ve sağlımız (Fruit, vegetable and our health). Journal of Tourism and Gastronomy Studies, 2(2): 46-51.
- Shepperson, J. R., & Jordan, W. C. (1974). Observations on in Vitro Survival and Development of Meloidogyne. Proceedings of the Helminthological Society of Washington, 41: 254.
- Sikora, R. A., & Fernandez, E. (2005). Nematode Parasites of Vegetables. Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture, (Ed. 2): 319-392.
- Singh, P., & Siddiqui, Z. A. (2010). Biocontrol of Root-Knot Nematode Meloidogyne Incognita by The Isolates of Bacillus on Tomato. Archives of Phytopathology and Plant Protection, 43(6): 552-561.
- Stapleton, J. J. (1996). Fumigation and Solarization Practice in Plasticulture Systems. Hort. Technology, 6(3): 189-192.
- Stapleton, J. J., Wilen, C. A., & Molinar, R. H. (2008). Soil Solarization for Gardens and Landscapes. UC ANR Publication, 74145.
- Terefe, M., Tefera, T., & Sakhuja, P. K. (2009). Effect of A Formulation of Bacillus Firmus on Root-Knot Nematode Meloidogyne Incognita Infestation and The

- Growth of Tomato Plants in The Greenhouse and Nursery. *Journal of Invertebrate Pathology*, 100(2): 94-99.
- TÜİK, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Isgucu-Istatistikleri-2021-45645> (Erişim tarihi: 15.03.2021).
- 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.
- Uysal, G., & Söğüt, M.A. (2016). Göller Bölgesinde *Mi-1* Virulent *Meloidogyne Incognita* ve *Meloidogyne Javanica* Popülasyonlarının Belirlenmesi. *Türkiye 6. Bitki Koruma Kongresi*, ss. 223, 5-8 Eylül, Konya.
- Uysal, G., Mıstanoğlu, İ., Koca., M., & Devran, Z. (2021). Bitki Paraziti Nematodların Mücadelesinde Kullanılan Biyonematisitler. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 12(2): 141-156.
- Van Gundy, S.D. (1985). Ecology of *Meloidogyne* spp. – Emphasis on Environmental Factors Affecting Survival and Pathogenicity. In: Sasser, J.N. and Carter, C.C. (Eds) *An Advanced Treatise on Meloidogyne*. Volume 1, *Biology and Control*. North Carolina State University Graphics, Raleigh, North Carolina, pp. 177–182
- Verdejo-Lucas, S., Talavera M., & Andrés, M. F. (2012). Virulence Response to The *Mi. 1* Gene of *Meloidogyne* Populations from Tomato in Greenhouses. *Crop Protection*, 39: 97-105
- Vural, H., Eşiyok, D., & Duman, İ. (2000). *Kültür Sebzeleri: Sebze Yetiştirme*. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları. İzmir, s. 440
- Wang, D., & Bosland, P. W. (2006). The Genes of *Capsicum*. *Hortscience*, 41(5): 1169-1187.
- Wang, L.H., Gu, X.H., Hua, M.Y., Mao, S.L., Zhang, Z.H., Peng, D.L., Yun, X.F., & Zhang, B.X. (2009). A SCAR Marker Linked to The *N* Gene for Resistance to Root Knot Nematodes (*Meloidogyne* Spp.) in Pepper (*Capsicum Annum* L.). *Scientia Horticulturae*, 122: 318–322.
- Wu, X., Zhu, X., Wang, Y., Liu, X., Chen, L., & Duan, Y. (2018). The Cold Tolerance of The Northern Root-Knot Nematode, *Meloidogyne* Hapla. *Plos*

One, 13(1): e0190531. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190531>

Yüksel, H., (1974). Kök Ur Nematodlarının (Meloidogyne Spp.) Türkiye'deki Durumu ve Bunların Populasyon Problemleri Üzerine Düşünceler. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 5 (1): 83–105. 1

BÖLÜM XI

ORGANİK TARIMDA HASAT SONU İŞLEMLER

Doç. Dr. Kemal Çağatay SELVİ^{1*}

Doç. Dr. Önder KABAŞ²

¹Ondokuz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Samsun, Türkiye. kyselvi@omu.edu.tr

²Akdeniz Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Makine Bölümü, Antalya, Türkiye. okabas@akdeniz.edu.tr

GİRİŞ

Günümüzde yaygın olarak kullanılan geleneksel tarım sistemlerinde toprak, su ve enerji başta olmak üzere girdilerin verimli kullanılması ve çevrenin korunması ihmal edilmektedir. Organik tarım sistemi ise sürdürülebilir tarımın temelini oluşturan çevrenin korunmasının yanı sıra, doğal dengenin yeniden kurulmasına yönelik olarak sadece üretimdeki miktar artışından değil, aynı zamanda üretimi gerçekleştirilecek olan hayvansal ve bitkisel ürünlerin elde edilme süreçlerinde doğallığı da kendi bünyesinde barındıran ve ürün kalite artışının yanında sürekliliği de amaçlayan alternatif bir üretim şekli olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bununla birlikte yedi milyara yaklaşan dünya nüfusu ve bu nüfusun ihtiyaçları göz önüne alındığında rekabetçi piyasa koşullarının gün geçtikçe daha da acımasız olarak kendini göstermesi beklenmektedir. Bu rekabetçi ortam, üreticilerin daha bilinçli bir şekilde hareket etmelerini kaçınılmaz kılmaktadır. Bu nedenle son yıllarda büyük bir değişime sahne olan geleneksel tarım sisteminden organik tarım sistemine geçiş, tarımın sürdürülebilir olması gerekliliğinin yanı sıra çevre bilinci ve insan sağlığı konularında da bir takım değişimleri de beraberinde getirmiştir. Özellikle üreticiler dünya pazarlarının istekleri doğrultusunda hazırlanarak mevcut gelirlerini yükseltmek, kendilerini daha büyük pazarlara ulaştıracak bilgi ve tekniği izleyerek ufuklarını genişletmek durumundadırlar.

Bu bölümde, özellikle hasattan sonraki süreçte üreticilerin ürettikleri ürünlere katma değer kazandırmak amacıyla hasat sonu teknolojilerini

anlamaları ve doğru şekilde uygulamaları amacıyla “Organik Tarımda Hasat Sonu Teknolojilerine” genel bir bakış sağlanmaya çalışılacak ve ilgili konular alt başlıklar şeklinde özetlenmeye çalışılacaktır.

Konuyla ilgili temel ilkeler belirli bir ülkenin ihtiyaçlarına cevap verecek şekilde değil, daha çok her ülkede geçerli olabilecek geniş bir yelpazede verilmeye çalışılmıştır. Bu nedenle Organik Tarımda Hasat Sonu Teknolojilerinin kullanımı konusunda genel bilgiler vermek ve bu bilgiler ışığında üretim deseni ve şekline bağlı olarak uygun tekniğe karar kılmak temel amaç olmuştur.

1. HASAT SONU İŞLEMLER

Ekolojik ürünlerin ticari önemi ile üretimden tüketiciye kadar olan zincirde bazı kuralların oluşturulması gerekmektedir. 1991 yılında, halen bu alanda lokomotif konumunda olan Avrupa Topluluğu ülkeleri, bitkisel ürünlerin üretimini ve satışını düzenleyen 2092 Sayılı Yönetmeliğin uygulanmasına öncülük etmiştir. Ülkemizde ekolojik üretimi düzenleyen ve Tarım ve Köyişleri Bakanlığına denetleme yetkisi veren 18 Aralık 1994 tarih ve 22145 sayılı Yönetmelik yürürlüğe girmiştir. (Pezikoğlu, 2006). Uluslararası Organik Tarım Hareketleri Federasyonu tarafından geliştirilen "Temel İlkeler", 1998 yılında "Temel Standartlar" olarak revize edilmiştir. Bugün dünyada eko etiketli ve piyasaya arz edilen ürünler, ilgili yönetmeliklerin izin verdiği organik veya inorganik doğal girdiler kullanılarak üretilmektedir. (Emir & Demiryürek, 2014).

Bu ürünlerin üretimlerinin yanı sıra pazarlama stratejileri de son derece önemli bir duruma gelmiştir. Ürünlerin pazarlama stratejilerinin bir parçası olarak özellikle görsel araçların (ambalaj malzemeleri, paketleme) alıcıyı ikna etmede oldukça etkili olduğu görülmektedir. Özellikle gelişmiş ülkelerde görsel açıdan mükemmel nihai ürüne ulaşma çalışmaları, beraberinde laboratuvar maliyetlerini de getirmiştir. Özellikle ülkemiz gibi küçük işletmelerin yoğun olarak bulunduğu üretim sisteminde, hasat sonu işlemlerin uygulanması, ürün desenine ve ilgili pazarın isteklerine yönelik olarak yapılmalıdır.

Yanlış uygulanan teknikler ve bilinçsiz yapılan işlemler nedeniyle hasat sonrası, sebzelerde % 30'lara varan kayıplar meydana gelebilmektedir (Çifçi & Demirbaş, 2020). Dolayısıyla teknolojik gelişmelerin takibinin yanı sıra, uygulanacak hasat sonu teknolojilerine karar verirken, bölgesel şartlar göz önüne alınmalı ve işletme büyüklüklerine göre yatırım maliyetleri de göz önüne alınarak, tesislerin ihtiyaca cevap verebilecek ve uygun teknolojilerin kullanımını ile inşa edilmesine dikkat edilmelidir.

Hasat sonu teknolojileri, depolanacak ya da direkt pazara sürülecek tarımsal ürünlerin, tüketiciye kadar ulaşması için geçen süreçte; hasattan, nakliyeye kadar olan süreci kapsayan operasyonel bir işlemler zinciridir (Resim 1).



Resim 1. Hasat Sonu İşlemler Genel Kapsamı (Bachmann & Earles, 2000)

Bu kapsamda, hasat sonu teknolojilerinin sebzelerde uygulanması iki temel amaca dayanır (Chakraverty & Singh, 2014). Bunlar;

1. Ürün kalitesinin devamlılığının sağlanması (görünüş, doku, lezzet, besin değeri ve ürün sağlığı)
2. Hasat ve tüketim arasındaki süreçte ürün kayıplarının en aza indirilmesi.

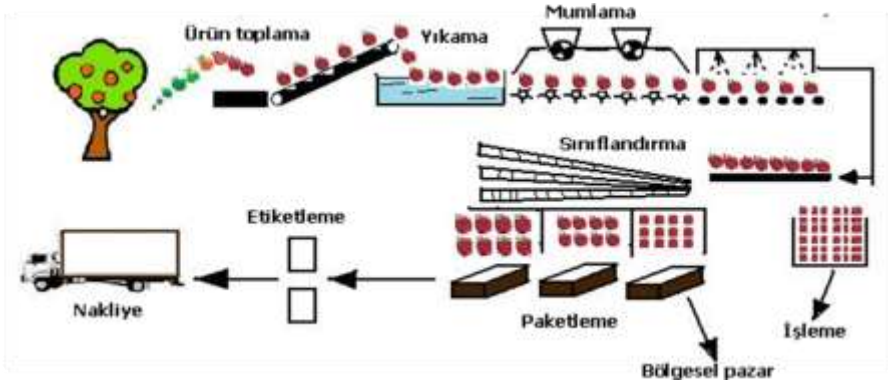
Hasat sonu periyodunda uygulanacak olan etkili bir ürün yönetimi istenilen kalitede ürüne ulaşılması konusunda anahtar görevi görmektedir. Dolayısıyla ürün kalitesinin devamlılığını sağlamak ve ürün kayıplarını en aza indirmek açısından ürünü etkileyen faktörlerin iyi bilinmesi gerekir.

Ürün kayıplarını etkileyen temelde dört ana unsurdan söz edilebilir (Kitinoja & Kader, 2002). Bunlar;

1. Uygun olmayan sıcaklık düzeyi

2. Kuruma (buruşma, solma)
3. Mekanik zedelenme (aşınma, delinme, titreşim v.b) ve mekanik zedelenmenin bir sonucu olarak;
 - Yaralanmaların neden olduğu aşırı metabolizma hızı
 - Kırılan epiderm açıklıklarından aşırı su kaybı
4. Bakteriyel ya da fungal (mantar) unsurlar
 - Özellikle mekanik etkilerden sonraki etkileşimler
 - Yüksek metabolizma hızı sonucu mikrobiyal gelişim sürecini etkileyecek şekerin açığa çıkması

Ürün kayıplarını etkileyen unsurlara bakıldığında; sıcaklık, kuruma, mekanik zedelenmeler ve bunun sonucu ortaya çıkacak olan çürüme ile mikroorganizma faaliyetlerinin ön plan çıktığı görülmektedir. Ürün kayıplarının en aza indirilmesi ve kalitenin korunması açısından bu etmenler göz önüne alındığında, hasat sonu işlem basamaklarının tek tek ele alınması ve ürün bazında değerlendirilmesinin uygun olacağı görülmektedir. Aşağıda, tipik bir ürün için işlem basamakları şematik olarak verilmiştir (Resim 2). İlerleyen bölümlerde, hasat sonu işlemler zinciri konular bazında ele alınarak tüm işlemler için genel bir bakış açısı sağlanacaktır.



Resim 2. Tipik Bir Ürün İçin Hasat Sonu İşlem Akış Basamakları (Taylor, 2012)

1.1. Ürünlerin Temizlenmesi ve Yıkınması

1.1.1. Ön Ayıklama

Organik üretimi gerçekleştirilmiş ürünlerin hasadından sonraki ilk işlem basamaklarından olan temizleme ve sınıflandırma işlemi genel esasları itibariyle geleneksel yöntemlerin kullanıldığı sisteme benzerlikler arz etmektedir. Hasadı gerçekleştirilmiş bir ürünün pazarlama aşamasına gelme sürecindeki ilk işlem ön ayıklamadır (Güzel ve ark., 1999). Piyasaya arz edilemeyecek kalitesiz ürünler ön tasnif yapılarak ayrıştırılır ve gerekirse ürünün kirli, kuru, ölü veya rengi bozulmuş kısımları özel bir bıçakla tasnif edilir. Ön ayıklama hem bahçede hem de paketlenme aşamasında yapılabilir (Kabaş, 2002). Özellikle yapraklı sebzelerde, zarar görmüş yapraklar atılır ve ürünü korumak için bazı dış yapraklar bırakılır, örnek: lahana, karnabahar, marul.

Düşük kaliteli ürünlerin ayıklanmasından sonra ürünlerin içenden taş, toprak ve yabancı maddelerin de arındırılması gerekir (Resim 3). Örneğin sebzelerin ve meyvelerin hasattan sonra tarımsal işletmelerde temizlenmesi gerekmektedir. Temizlendikten sonra kullanım amaçlarına göre sınıflandırılmaktadırlar. Ürün özelliklerine uygun bir şekilde çeşitli yöntemlere göre sınıflandırma yapılabilmektedir.



Resim 3. Ön Ayıklama Yapılması Gerekli Ürünlere Bazı Örnekler

1.1.2. Ürünlerin Yıkanması

Temizleme ve sınıflandırma, hem alıcıların hem de satıcıların sebzeleri ve meyveleri hem taze hem de işlenmiş olarak değerlendirmesine yardımcı olur. Taze yiyecekleri yemek veya soğukta saklamak, belirli bir boyuttaki en düşük temiz ürün kaybına neden olacaktır. Diğer taraftan gıda endüstrisinde hijyenin ve kaliteli gıda üretimi temizlik ve sınıflandırma ile sağlanabilmektedir. Örneğin, rafine edilmeden veya ayrıştırılmadan yapılan meyve ya da sebze suyu işleminde az miktardaki çürük sebze veya meyve bile, meyve suyunun genel kalitesini etkileyebilir. Bu durum sonradan düzeltilemez.

Hasadı gerçekleştirilen sebze ve meyvelerin, değerlendirme işleminde önce; ezik, bozuk, çürük vb. hatalı olanların kabaca ayıklama işlemi yapılır. Üst yüzey temizliği ile de meyve ve sebzelerin yabancı maddelerden (ilaç kalıntısı, yaprak, toz, toprak) arındırılması yapılır. Yıkama ya da fırçalama işlemi ile ürünlerin temizleme işlemi gerçekleştirilir. Temizlenmemiş organik ürünlerde her gram başına yaklaşık 10^4 - 10^8 aralığında mikroorganizma vardır (USDA, 2013a). Ürünler üzerindeki mikroorganizma sayısı temizleme işlemi ile 1/10 kadar azaltılabilmektedir.

Organik ürünler, alışlagelmiş şekilde üretimi yapılan ürünlerden daha tehlikelidir çünkü organik üretimde ana gübreleme materyali hayvansal gübredir ve hayvansal gübre daha fazla tehlikeli bakteriler içermektedir.

Hasat sonrası işlemlerinde yıkama ve soğutma suyunda doğru olarak kullanılan dezenfektanlar birçok hastalığı önlemede etkili olmaktadır (Karaçalı, 1993). Dezenfektan olarak kullanılacak klor belirli limitler içinde kullanılmalıdır. Organik ürünler için kullanılan klor formları sınırlıdır, genelde sıvı sodyum hipoklorit, taneli kalsiyum gibi ve klor dioksit kullanılan klor formlardır. Örneğin ABD’de yapılan uygulamalarda istenilen maksimum kalıntı düzeyinin içme suyunda kullanılan 4 mg/L (4 ppm) ile aynı olması istenmektedir (USDA, 2013b).

Organik ürünlerin yıkanması ve temizlenmesinde en çok sıvı sodyum hipoklorit kullanılır. Optimum antibakteriyal hareket için hipoklorit

uygulanmasında kullanılacak suyun pH derecesi 6.5 ile 7.5 değerleri arasında olmalıdır. Eğer kullanılan su çok asidik ise klor gazı güvenli seviyeyi aşacaktır. Temizlenme suyuna eklenecek sodyum hipoklorit miktarları (Nascimento ve ark., 2003) tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. Temizlenme Suyuna Eklenecek Sodyum Hipoklorit Miktarları

Konsantrasyon	Yaklaşım ppm	ml/L
Sodyum hipoklorit (%5.25)	25	2.19
	50	4.30
	75	6.25
	100	8.60
Sodyum hipoklorit (%12.7)	25	0.47
	50	0.94
	75	1.33
	100	1.80

Ozon, suyun dezenfektasyonu ve hasat sonu işlemler için oldukça etkili bir uygulamadır. Ozonlama güçlü bir oksitleyiciye karşı tedavi için kullanılmaktadır. Ozonlama, kullanılacak klor miktarını da minimum seviyeye düşürmüş olacaktır. Ozonlama işlemi, temizleme yapılan yerde yapılmalıdır. Temizleme için 20 dk’lık bir süre dahi etkili olabilmektedir.

Aşağıda organik ürünlerin temizlenmesinde dezenfeksiyonunda kullanılan uygulamalar verilmektedir.

- Asetik asit - bir temizleyici veya dezenfektan olarak kullanılmaktadır. Sirke buna bir örnek olarak verilebilir fakat sözkonusu sirkenin üretilme kaynağı organik olmalıdır.

- Alkol (etil) - bir dezenfektan olarak kullanılmaktadır. Üretilen alkolün kaynağı organik olmalıdır.
- Alkol (izopropil) - bir dezenfektan olarak uygun koşullar altında kullanılabilir.
- Bleach - kalsiyum hipoklorit, sodyum hipoklorit, ve klor dioksit temizleme suyunda ve ürün temas yüzeylerinde kullanılmaktadır ve dezenfektan olarak bileşikleri 10 ppm geçemez (Suslow, 2000)
- Deterjanlar, ürünlerin işlenmesi sırasında kullanılacak olan ekipmanların temizlenmesinde kullanılmalıdır.
- Hidrojen peroksit - su ve yüzey dezenfektanı olarak kullanılmaktadır.
- Ozon – ürünlerin ve ekipmanların dezenfektasyonunda kullanılır.
- Peroxyacetic asit - su dezenfekte ve sebze yüzey dezenfektanı olarak kullanılmaktadır.

Temizleme işlemleri; eleme, hava akımına (*vantilasyon, aspirasyon, doğal rüzgâr*) verme, yıkama, gibi uygulamalarla gerçekleştirilir.

Su ile yapılacak temizleme işlemlerinde kullanılan yıkama tankı sistemleri iki kategoride ele alınabilir (Poyraz, 1985). Bunlar:

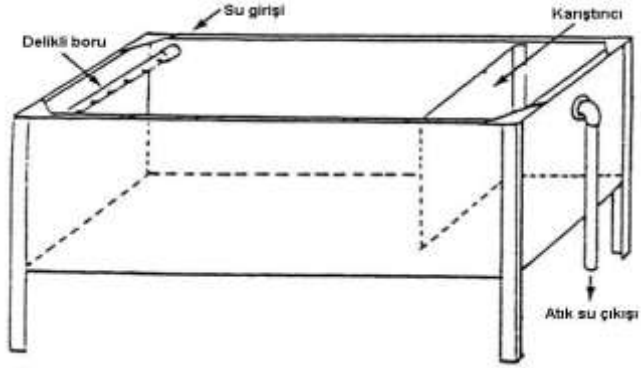
- Durgun su kullanılan yıkama tankları ve havuzları
- Hareketli su kullanılan yıkama tanklarıdır.

Durgun su kullanılan yıkama tanklarında, tank içindeki su durağan haldedir ve ürün tank içine boşaltılarak yıkama yapılır (Resim 4). Temizleme ve sirkülasyon dışında tankın içindeki su boşaltılmaz. Organik ürünlerin yıkanması işleminde eğer şartlar mümkünse hareketli su kullanılan yıkama tankları tercih edilmelidir (Ayık, 1995).



Resim 4. Durgun Su Kullanılan Yıkama Tankı ve Yıkama Havuzu

Hareketli su kullanılan yıkama tanklarında ise su tankın üst kısmından girer, kasalar içinde yıkama tankına konulan ürünleri yıkayarak, tankın altında bulunan delikten çıkar, bu sistemde su sürekli akış halindedir (Resim 5). Yıkama tankları paslanmaz çelikten ve galvanizli saçtan yapılarak küflenmeler önlenmektedir. Tankların yüzeyleri ürünlerin mekanik zarara uğramamaları ve ürün yüzeyinde kalıntı bırakmayacak şekilde uygun kaplama malzemeleri (kauçuk, paslanmaz çelik v.b.) ile kaplanmıştır (Resim 6).



Resim 5. Hareketli Su Kullanılan Yıkama Tankları



Resim 6. Patates ve Havuç Gibi Ürünler İçin Paslanmaz Çelikten İmal Edilmiş Yıkama Makinası

Yıkama tanklarının dışında ürünün etkili bir şekilde temizlenmesi amacıyla kullanılan yüksek basınçlı yıkayıcılar bulunmaktadır (Resim 7). Bu sistemde kullanılan suyun basıncı 5860 kPa'a debisi ise 2.27 m³/min'e kadar çıkmaktadır. Basınçlı yıkayıcı sistemlerde yapılan yıkama işleminde ürüne bir zarar gelmemekle birlikte

çürümüş ve bozulmuş ürünlerde basınç sayesinde bertaraf edilmektedir (Taylor, 2012).



Resim 7. Yüksek Basıncılı Yıkama Uygulaması

Klasik yıkama sistemlerinin yanında kullanımı yeni yeni yaygınlaşmaya başlayan ses dalgaları ile yıkama ve temizleme işlemi yapan ultrasonik yıkama makinaları da kullanılmaktadır. Ultrasonik temizleme; yüksek frekanslı elektronik ses sinyalinin (20 kHz ve üstü) su veya temizleme solüsyonuna yönlendirilerek sıvı içerisinde oluşturulan kavitasyon ile yapılan temizliktir (Sam & Son, 2020).

Yıkama sistemleri su tüketimi yönünden karşılaştırılacak olursa;

- Konveyörlü yıkama 3.5-5.5 m³/t
- Konveyörlü yıkama+ön yıkama 1.0-2.0 m³/t
- Yıkama tankı (su hareketli) 2.7-5.5 m³/t
- Yıkama tankı (su durgun) 0.2-0.4 m³/t
- Ultrasonik yıkama 0.2-0.3 m³/t

su tüketmektedir (Sapers, 2003). Tablo 2’de bazı meyve sebzelere uygulanabilir klor konsantrasyon miktarları ve uygulama şekilleri verilmiştir (Sapers, 2003).

Tablo 2. Bazı Sebzelere Uygulanabilir Klor Konsantrasyon Miktarları ve Uygulama Şekilleri

Ürünler	Uygulama şekli	Klor miktarı(ppm)
Domates	Su kanalı	200-300
Mantar	Sonsuz bant üzeri püskürtme	100-150
Salatalık	Sonsuz bant üzeri püskürtme	100-150
Dolmalık biber	Boşaltma tankı	300-400
Havuç	Su kanalı	150-200
Kabak	Sonsuz bant üzeri püskürtme	75-100
Turp	Boşaltma tankı	100-200
Patates (kırmızı-kahverengi)	Su kanalı	200-300
Patates (beyaz)	Boşaltma tankı	500-600
Ispanak	Sonsuz bant üzeri püskürtme	75-150
Yeşil soğan	Sonsuz bant üzeri püskürtme	100-150

Bir üründe bulunan hastalığın diğer ürünlere yayılmasının önlenmesi ve aynı zamanda kontrol altında tutulması gerekmektedir. Meyve üzerinde bulunan ürünlerin çürümesine ve bozulmasına neden olan bakteriler ve virüsler yıkama suyuna karışacakları için suyun sürekli temizlenmesi ve sirküle edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla tankın altına drenaj delikleri açılmıştır. Aşağıda bazı ürünlerde uygulanan yıkama yöntemleri kısaca verilmiştir:

Biber, domates, salatalık gibi tarımsal ürünlerin temizlenme işleminde yüzdürme yıkama tekniği kullanılır. Yıkama kanalındaki yıkama suyunun hızı ise 0,2 ile 0,4 m/s arasında olmalıdır (Resim 8).



Resim 8. Yüzdürme Yıkama Yöntemi

Yapraklı ve düzensiz şekilsel özelliklere sahip ıspanak gibi sebzelerde girdap hareketli su akımı etkin bir temizleme sağlar. Bu tip yıkama-temizleme işleminde genellikle ters akım prensibi uygulanır. Daha iyi ve etkin bir temizleme etkisi için yıkama suyunun sıcaklığı 30-35 °C arasında olması istenmektedir. 5-70 kg kapasite aralığında çalışabilen sistemler mevcuttur, bu makinalarda ayrıca mekanik ya da otomatik olarak kumanda edilebilen yana eğimli boşaltma sistemleri de bulunmaktadır. Resim 9’da yana boşaltma sistemli, girdap hareketli su akımı sistemine göre çalışan yıkama makinasının resmi verilmiştir.



Resim 9. Yana Boşaltma Sistemli, Girdap Hareketli Su Akımı Sistemine Göre Çalışan Yıkama Makinası

İleri teknoloji kullanılarak özellikle yaprağı tüketilen sebzelerde yapılan bir temizleme işlem akışı, diğer hasat sonu işlemler ile birlikte Resim 10-17’de örnek olarak verilmiştir.



Resim 10. Yaprağı Yenen Sebzelerin Yıkamaya Hazırlanması

Kasalar içine yerleştirilen ürün, yıkama etkinliğinin artırılması için aynı yönlerde yerleştirilir ve yıkamaya hazır hale getirilir. Bu esnada kullanılacak olan taşıyıcı materyallerin ürünün doğal yapısına zarar

vermemeli ve korozyon etkilerine karşı dayanıklı malzemeden seçilerek ürün üzerinde herhangi bir kalıntı bırakmaması gerekir.



Resim 11. Kasaların Yıkama Ünitesine İletilmesi

Taşıyıcı ünitelere yerleştirilen ürünler yıkama platformunun başlangıç noktasına getirilerek konveyörlere hareket verilir. Yıkama hattında genellikle 3 adet yıkama teknesi bulunmaktadır. Ürünler taşıyıcı konveyör sayesinde yavaşça hareket ettirilerek yıkama işlemi başlatılır.



Resim 12. Ön Yıkama İşleminin Başlaması

Yıkama işleminin başlatılması ile otomatik yıkama sistemi devreye girer ve ön yıkama başlar. İlk su teknesinde ürünler tamamen su ile temasının sağlanması amacıyla ve suyun sürekli olarak oksijen açısından beslenmesi amacıyla suya hava basıncı uygulanır. Bu sayede suyun sürekli olarak hijyenik kalması ve su kabarcıklarının etkisiyle istiflenmiş olan ürünlerin her noktasına suyun teması sağlanmaya çalışılır.



Resim 13. Ön Yıkama Sonrası İkinci Yıkama İşlemi

İkinci yıkama; bu evrede ürünler ultrasonic sistemle fungal ve virüsal mikroorganizmalardan temizlenir. Ürünlerin doğal yapısını bozacak ve yüzeylerinde veya bünyesine nüfuz edebilecek herhangi bir kimyasal kullanılması söz konusu değildir



Resim 14. Temel Yıkama Aşaması

Temel yıkama aşamasında üç ana işlem uygulanır:

- a) İyonik radyasyonun organik ürünlerin temizlenmesinde kullanılması yasalar tarafından yasaklanmış durumdadır. Bu uygulamanın yerine suya negatif iyon uygulanması (Ozon)

yapılarak bu sayede eğer varsa ürünlerdeki daha önceden kalabilecek olan bazı zararlı kalıntıların suda çözünmesi sağlanır.

- b) Soğuk su uygulaması; ürünler 5 °C su ile yıkanarak tazelik düzeyleri korunmaya ve devam ettirilmeye çalışılır.
- c) Su kabarcığı uygulaması; sudaki kabarcıklar sayesinde, suyun ürünün her bölgesiyle teması sağlanır.



Resim 15. Yıkanan Ürünün Kurutulması

Ürünlerden suyun uzaklaştırılması; santrifüj sisteme dayalı bir kurutma mekanizması olmakla beraber bazı ürünlerde zedelenmelere sebebiyet vereceğinden etkin olmayabilir. Fakat örnekte görülen bu yapraklı ürün için sistem uygun olarak çalışmaktadır.

1.2. Mumlama

Meyve ve sebzelerde su kaybı sonucu meydana gelen buruşma ve solma ürün kalitesini etkileyen istenmeyen önemli bir problemdir. Mumlama ile hem ürünlerin içine su geçişi önlenerek aynı zamanda meyvedeki su kaybının da önüne geçilmiş olunur. Mumlama

meyvedeki su kaybını % 30'lar civarında önlediği gibi solunum hızını da düşürmektedir. Bunlara ek olarak ürünün görünüşü zenginleştirilir ve cazip bir parlaklık ve renk korunumu sağlar (Kasım & Kasım, 2019; Resim 16).



Resim 16. Mumlama Uygulamaları

Bu amaçla, meyve ve sebzelerde mumlama yaparken genellikle carnauba wax, candellia wax, shellac gibi sentetik olmayan doğal mumlar kullanılmaktadır. Candelilla wax, 2039Y, candelilla wax E902 özel temizleme ve beyazlatma metotları ile candelilla 2039 ve 2039L üretilir. Bunlar FDA-gras (184-1976) da sınıflandırılmış, Avrupa gıda kanunlarına uygun, Food chemical codex 4 ve JECFA / WHO'ya uygun çeşitlerdir. Candelilla ve carnauba gibi ürünler E902 ve E903 kodlu ürünler olup, katkı maddesi olarak ta pek çok gıda ürününde kullanılmakla beraber asıl sıkıntı bunlar gibi doğal mumların dışında kullanılan sentetik kökenli mumlardır (Verma, 2000).

1.3. Sınıflandırma

Sınıflandırma işlemi, temizlenmiş ürünü; pazarın talebine göre renklerine, boyutlarına, ağırlıklarına, cinslerine, kalite vb. özelliklerine göre ayırmayı amaçlar.

Bu işlemlerin sonucunda ürünlerin belirli standart özelliklere uygunluğu sağlanmış olur (Resim 17).



Resim 17. Sınıflandırma işlemi

Meyve ve sebzelerin sınıflandırma kriterlerine en etkili özellikler ürünlerin kalitesi, rengi, boyutu ve ağırlığıdır. Buna göre sınıflandırma yöntemleri de;

- Kalitelerine göre sınıflandırma,
- Boyutlarına göre sınıflandırma,
- Renklerine göre sınıflandırma,
- Ağırlıklarına göre sınıflandırma olarak ayrılır (Kabaş & Özmerzi, 2003; Selvi, 2007).

1.4. Ambalaj-Paketleme ve Etiketleme

1.4.1. Ambalaj

Endüstriyel üretim atıklarının çevreye olumsuz etkisi nedeniyle çevre doğal dengesini kaybetmektedir. Günümüzde atıkları ortadan kaldırmak için geliştirilen yöntemlerin (geri dönüşüm, yeniden kullanım vb.) yeterli olmayacağı düşünülmektedir.

Ambalaj malzemelerinin yapımında çok fazla enerji kullanıldığı için yeni arayışlar ve daha kalıcı çözümler denenmektedir. Farklı malzemelerden yapılmış birçok farklı ambalaj türü vardır. Alüminyum eritme endüstrisinde, bazı ambalajlar petrolden gelen plastikten yapılırken, diğer ambalajlar cam ve alüminyumdan yapılır. Farklı ambalajların çevre üzerindeki etkisi karmaşıktır.

Organik tarım yönetmeliği ve metodu ile üretilen meyve ve sebzelerin hammadde, yarı mamul veya mamul ürün halinde ambalajlanırken organik ürün niteliği kesinlikle bozulmamalıdır (Harkema ve ark., 2008).

Endüstriyel üretimden kaynaklanan çevresel zararlar ortadan kaldırılmalı veya en aza indirilmelidir. Fakat böyle bir durumda da

seçim ve ayırım yapma zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Bu da birine göre diğerini seçmek veya ayırmak gibi güç ve karmaşık bir problemi ortaya çıkarmakta ve endüstri ve çevrecileri karşı karşıya getirmekte ve tartışmaya itmektedir. Mutlaka bir seçime gidilmesi gerekmektedir. Çünkü tüketimden sonra çevreye zararı az gibi görülen bir ambalajın; hammadde üretim aşamasında çevreye çok daha fazla zararlı etkileri olduğu ortaya çıkabilmektedir.

Bu açıklamalara göre ambalaj, ürünün depolanma ve taşınma özellikleri de göz önüne alınarak, en uygun ambalaj malzemesinin seçilmesi ve ürünlere göre belirli şekil verilmesi suretiyle ucuz ve tüketici ihtiyaçlarını en iyi karşılayacak şekilde paketlenmesi, işlemdir diye tanımlanabilir (Barbosa-Cánovas, 2003).

Ambalaj meyve ve sebzelerin üreticiden tüketiciye kadar ulaştırılması aşamalarında dağıtım zinciri olarak adlandırılan taşıma, depolama ve yükleme-boşaltma işlemlerinde içerdiği ürünü, dış etkilerden koruyan ve üzerinde yer alan bilgilerle tüketici ile iletişim sağlayan optimum maliyetli kaplar ve/veya sargılar olarak tanımlanmaktadır. Ambalajın içerme özelliği, ürünü dağılmadan bir arada tutmaya; koruma özelliği ise ürünü raf ömrü süresince fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik etkilerden korumaya yöneliktir (Engindeniz, 2010).

1.4.1.1. Ambalajın İşlevleri

Ambalaj ve ambalajlama eğilimlerini çevresel kaygılar ve değişen tüketici davranışları belirlemektedir. Özellikle organik tarım gibi sadece kaliteyi değil aynı zamanda doğal dengenin yeniden

korunmasını da hedeflemiş üretim sistemlerinde ambalajın seçimi daha da bir önem kazanmaktadır. Bu nedenle, son yıllarda, hem ithalatçı firmalar, hem de tüketiciler tarafından çevre ile dost ve çevreye zarar vermeyen ambalajlar daha fazla kullanılır duruma gelmiştir. Tüketiciler, gereksiz atık işlemleri gerektiren ambalajları değil, taşınması ve saklanması kolay olan aynı zamanda çevreyle dost ve ürünlerin doğal yapısına zarar vermeyen ambalajları tercih etmektedirler. İhracatçı firmaların bu tip ambalaj eğilimlerini yakalayabilmeleri için yapılan sergi/ fuarları ve teknik yayınların takip etmesi gerekmektedir. Aynı zamanda bulunduğu ülkedeki ilgili yönetmelikleri de takip ederek izin verilen ambalaj ekipmanlarını kullanmaya özen göstermelidir. Optimum özellikteki iyi bir ambalajdan istenen özellikler şunlardır: Fiziksel özellikler, Mekanik özellikler, Depolama özellikleri, Taşıma, Koruma, Tanıtma, Paketleme kolaylığı, Ticarete uygunluğu, Geri dönüşüm özellikleri (Kishore & Samant, 2021).

Fiziksel özellikler: Çarpma, darbe, ani düşürme, sarsıntı ve istifleme gibi durumların yaratacağı mekanik hasarlara ve sıcaklığa karşı dayanıklı olmalıdır.

Mekanik özellikleri: Sürekli kullanım sırasında boyutsal olarak istikrarlı kalması ve şeklini koruması, kolay açılıp kapanması, kolay kapak takılması, etiketlenmesi ve baskıya dayanıklı olması, ambalajın doldurulma hızı, yüzeyin yumuşaklığı, yapıştırıcılara uygun olması.

Depolama özellikleri: Uzun ve kısa mesafeli taşımaya ve paletlemeye uygunluğu, istifleme ağırlığı ve dayanıklılığı.

Tasıma; ambalajın temel işlevi, paketlenmiş ürünleri bir arada tutmak ve taşımaktır. Buna depolama ve istifleme de dahil edilir.

Koruma; ambalajlanmış ürünler, üreticiden tüketiciye ulaşana kadar, bir kaç kez yükleme, boşaltma ve taşıma işlemlerinden geçerler. Bu işlemler sırasında ambalajın karşılaşılabileceği tehlikelere (nem, şok, titreşim, oksidasyon, aşırı sıcaklık değişimleri) karşı ürünü koruması gerekir.

Tanıma; ürünün ambalajı sayesinde, ürün cinsi, nerde üretildiği, miktarı, bozulabilir veya tehlikeli olup olmadığı tüketiciye bildirilir.

Paketleme kolaylığı; ambalaj, ürüne kullanım kolaylığı sağlamalı ve amaca uygun olmalıdır. Örneğin, ürünler ambalaj sayesinde daha kolay yüklenir, boşaltılır ve taşınırlar. Bu yolla, işçilik maliyetinden tasarruf sağlanmış olur. Ayrıca, ambalajlı ürünlerin pazarlanması çok daha kolaydır.

Ticarete uygunluğu; Ağırlığı, dayanıklılığı, istifleme performansı, ürün, marka, işaretleme ve kodların tanımlanabilmesi, rafların etkin kullanılması, kullanım sonrası elden çıkarılması, teşhir imkanı.

Geri-dönüşüm özellikleri; ambalaj malzemesinin geri dönüşüme uygun seçilmesi ve fonksiyonu etkilemeyecek şekilde malzeme miktarının en aza indirilmesi gerekir. Ambalaj, kendisini ve

ambalajlanan ürünün, tüketiciye ulaşıncaya kadar, çevreyi kirletmeden tüketiciye ulaşmasını sağlamalıdır.

1.4.1.2. Uygun Ambalajı Belirlemede Ürüne Ait Özellikler

Ambalajın sahip olması gereken işlevlerin yanı sıra, ürün ambalajlanırken, ürüne has özellikler ve ihtiyaçlar da göz önünde bulundurulmalıdır. Örneğin, bazı ürünler basınca karşı korunmaya ihtiyaç duyarken, eczacılık gibi ürünlerinin ısıcağa karşı korunması gerekmektedir. Ürünler için en uygun ambalaja karar verirken dikkat edilmesi gereken özellikler şunlardır:

- Kırıla bilirlilik,
- Dayanıklılık,
- Yüzeysel aşınmalara karşı dayanma,
- Maliyet,
- Neme karşı dayanıklılık,
- Sıcaklık farklılıklarından etkilenme oranı,
- Oksidasyon ve korozyon gibi kimyasal reaksiyonlara tepki,
- Raf ömrüdür (URL-1).

Ambalajın seçimini, kullanılacak taşımanın şekli belirlemektedir. Örneğin hava taşımacılığında, deniz taşımacılığına göre daha hafif ambalajlar kullanılmaktadır.

Uluslararası ve ulusal düzeyde ISO, AFNOR (Fransa), DIN (Almanya), BS (İngiltere) ve ASTM ve ANSI (ABD) standartları mevcuttur (URL-2).

Tablo 3. Ambalajda Kullanılan Malzemeler (URL-3)

Malzeme	Tip	Ambalaj örnekleri
Metal	Metal levha, teneke, çelik	Variller, teneke kutular, konteynerler, basınçlı kaplar, metal kutular, aerosol kapları
Ağaç	Kaba kereste, temizlenmiş ağaç, sunta, kontraplak	Sandık, palet, kasa vb.
Oluklu Mukavva	Tek dalgalı, çift dalgalı, üç dalgalı oluklu mukavva	Kutu, kasa
Plastik	Polietilen, polistren, PET, PVC, PP, PVdC, EVOH, Polikarbonat vb.	Torbalar, bidonlar ve şişeler, şişe kasaları, sert ve yarı sert kaplar
Kağıt	Kraft kağıdı, sülfite kağıdı, parşömen kağıdı vb.	Torba ve poşetler
Cam		Şişe, damacana, ampul, flokon
Karma	Yukarıda sayılan malzemelerden birden fazlasının birlikte kullanımı ile oluşan ambalajlar. Örnek: Kabarcıklı mukavvalar	

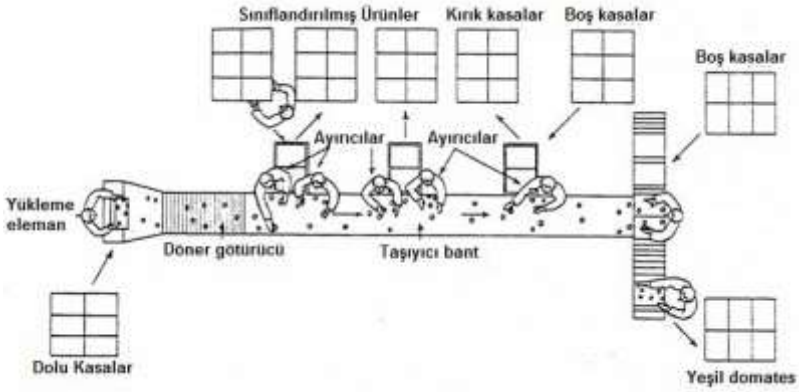
1.4.2. Paketleme ve Etiketleme

1.4.2.1. Paketleme

Uygun bir ambalajda olması gereken teknik özellikler ve uygun ambalaja karar verilirken ürüne ait özelliklerin bilinmesinden sonra ürünlerin paketlenmeleri ve etiketleme işlemlerinin yapılması gereklidir.

Sebzelerin paketlenmesi ise bu ürünlerin taşınması, yıkanması, sınıflandırılması ve paketlenip depolanması gibi bir dizi birbirini takip eden işlemler zincirinin halkalarından birini oluşturmaktadır.

Temizlenen ve ön sınıflandırmadan geçen sebzeler, özelliklerine ve taşıma koşullarına göre sandıklara doldurulur. Buradan sandıklarla taşıma treylerlerine yüklenir ve bölümlendirme ve paketleme tesislerine gönderilir (Resim 18).



Resim 18. Temizlenen ve Sandıklanan Sebze Taşınması

Paketleme tesisinde yapılacak işlemlerin etkinliği teknolojik altyapı, iyi bir organizasyon ve ticari açıdan karlılık esasına dayalı bir takım düzenlemelere dayanır. Paketleme hattında meydana gelebilecek hatalar ve gecikmelerin olumsuz yansımaları anında tüketici üzerindeki etkisini gösterir. Bu anlamda paketlemenin bütün bir yıl boyunca düzenli bir şekilde ve kesintisiz olarak yürütülmesi, özellikle üreticilerin ticari anlamdaki beklentileri açısından son derece önemlidir.

1.4.2.2. Etiketleme

Üretimi gerçekleştirilecek ürünlerin pazara sunulması esnasında ürünle ilgili her türlü tanımlayıcı ve tanıtıcı bilgilerin yer aldığı

etiketler bazı temel işlevleri de yerine getirmek durumundadır. Etiketin işlevi; ambalajın içeriği hakkında bilgi vermek, ürünü tanıtmak ve piyasada sürümü ile tutunmasını sağlamaktır. Etiket:

- Basımı, doğrudan doğruya ambalajın üzerine baskı uygulamaktan ucuza gelmesi durumunda,
- Aynı standart baskısız, ambalajın başka amaçlar ve ürünler için kullanılması durumunda ve
- Ambalajlanacak ürün hakkında gerekli bilgilerin dolum yapılarına kadar bilinmemesi durumlarında kullanılmaktadır.

Üretimi organik tarım sistemi altında gerçekleştirilmiş olan ürünlerin etiketlenmesi ise bir takım farklılıklar içermektedir. Bu kapsamda, “Gıda maddelerinin genel etiketleme ve beslenme yönünden etiketleme kuralları hakkında 18.08.20010 tarihinde 27676 sayılı Resmi Gazetede “Organik Tarımın Esasları Ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik” yayınlanmıştır (URL-4). Bu yönetmeliğin beşinci bölümünde organik ürünler ve geçiş sürecindeki ürünlerin etiketlenmesine dair esaslar belirtilmiştir.

Organik ürün etiketlerinin kullandırma yetkisi, Bakanlık yetkili organı Komiteye ait olmaktadır. Logolar yönetmelik hükümlerine göre üretimi yapılmış ham madde, yarı mamul veya mamul tarımsal organik üretim maddelerine, yetkilendirilmiş kuruluşça kullandırılmaktadır.

İlgili yönetmeliğin Değişik üçüncü fıkra: RG-14/8/2012-28384 sayılı hükmü gereği; üretimin niteliği, ebadı ve ambalajın türüne göre aşağıda verilen logo örneklerinden biri kullanılır. Logoların çapı ambalajın

büyükliğüne göre 6 mm ile 40 mm arasında değişir. İzin verilen renkler (yeşil, mavi, siyah, beyaz) dışındaki renkler ve tonların kullanılmasına izin verilmemektedir. Logolar aşağıda belirtilen tonlarda olmalıdır (Resim 19).



Resim 19. Türk Organik Mallarında Kullanılacak Logo Örnekleri

2. SOĞUTMA ve DEPOLAMA

Konvansiyonel tarım sistemlerinde kullanılan, oda soğutma, hızlı hava ile soğutma, suyla soğutma, buzla soğutma ve vakum soğutma gibi temel yöntemler, Organik ürünlerinde soğutmasında kullanılmaktadır. Meyve ve sebzelerin depolanmalarında ürünün cinsi ve çeşidine bağlı olarak sıcaklıklar değişkenlikler göstermekle birlikte bu bilgilere bu konuyla ilgili diğer kaynaklardan ulaşılabilir. Bu durumda esasen

soğutma işlemlerinden sonra gerçekleştirilecek olan depolama uygulamalarında ki bazı önemli hususlardan bahsetmek daha doğru olacaktır. 27676 sayılı Resmi Gazetede “Organik Tarımın Esasları Ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik”te organik ürünlerin depolanmasına ilişkin hususlar ele alınmıştır (URL-4). Buna göre:

A) Organik ürünlerin, depolama alanları, ürünlerin tanınmasına imkân verecek ve bu Yönetmelikçe uygun bulunmayan başka ürünlerle, maddelerle karışmaya ya da bulaşmaya meydan vermeyecek ve parti numaralarının tanımlanmasını sağlayacak şekilde düzenlenir. Organik ürünlerin depolandığı alanlarda kullanılan yalıtım malzemeleri ve soğutma ile ilgili ekipmanlar bu amaç gözetilerek seçilir. İşleme öncesi ve sonrası organik ürünler organik olmayan ürünlerden ayrı bir yerde veya zamanda depolanır.

B) Ayrı olarak depolamanın mümkün olmadığı durumlarda müteşebbis organik ürünlerle konvansiyonel ürünlerin karışmasını engelleyecek tedbirler alır. Müteşebbislerin organik olmayan ve organik ürünlerle çalışması durumunda ve depolama tesislerinde diğer tarımsal ürünler ve gıda maddelerini depolamaları durumunda:

1) Organik tarımsal ürünler, organik olmayan diğer tarımsal ürünler ve/veya gıda maddelerinden ayrı olarak muhafaza edilir.

- 2) Organik olmayan ürünlerle karışma veya değişmeyi önleyecek ve tanımlamayı sağlayacak her türlü önlem alınır.
- 3) Organik ürün depolaması öncesinde uygun temizlik önlemleri alınır, bunların etkinliği kontrol edilerek, kayıtları müteşebbis tarafından tutulur.
- C) Organik ürünlerin depolanması sırasında ürünün organik özelliğini kaybettirecek ilaç ve ilaçlama yöntemi kullanılmaz.
- Ç) Organik ürünlerin depolanmasında ürünün organik özelliğini kaybettirecek malzeme ve maddeler kullanılmaz ve doğal olmayan uygulamalar yapılmaz.
- D) Müteşebbis tarafından depolama koşulları ile depolanan organik ürünün giriş ve çıkış miktarları ve tarihine ilişkin kayıtlar düzenli olarak tutulur. Müteşebbis tarafından imzalanan bu kayıtlar yetkilendirilmiş kuruluşa onaylatılır ve çizelgenin bir nüshası müteşebbis tarafından, diğer nüshası yetkilendirilmiş kuruluş tarafından saklanır.
- E) Organik bitkisel ve hayvansal üretim birimlerinde bu Yönetmelikte izin verilmeyen girdilerin depolanması yasaktır.

3. NAKLİYE

Organik ürünlerin taşınması ilgili yönetmelik gereği aşağıdaki kurallara göre yapılmalıdır(URL-4);

- A) Müteşebbisler organik ürünlerini toptancılar ve perakendeciler dâhil diğer ünitelere ancak uygun ambalajlar

ve araçlarla, içeriğinde herhangi bir bozulma olmayacak, ambalaj ve etiketine zarar gelmeyecek şekilde kapalı olarak ve bu Yönetmelikte belirtilen aşağıdaki ibareler bulunacak şekilde taşınmasını sağlamalıdır.

- 1) İşletenin adı ve adresi, farklı durumlarda ürün sahibi veya satıcısı,
 - 2) **(Değişik:RG-14/8/2012-28384)** Ürünün organik olduğunun açıkça yazıldığı fatura veya sevk irsaliyesi,
 - 3) Müteşebbisi kontrol eden yetkilendirilmiş kuruluşun, ismi ve kod numarası,
 - 4) Organik ürünlerin taşınmasında tam bir kontrol yapmak amacıyla yetkilendirilmiş kuruluş tarafından ihtiyaç duyulan bilgiler ürünle birlikte taşınır. Nakliyeye ait bilgiler, yazılı doküman ile belgelenir. Hesaplar, giren ve çıkan ürün arasındaki dengeyi gösterir.
- B) **(Değişik:RG-14/8/2012-28384)** Ek-11'in birinci ve ikinci bölümünde yer alan Müteşebbis veya Ürün Sertifikası bulunur.
- C) Aşağıda belirtilen durumlarda paketlerin, nakliye araçlarının kapatılmasına gerek yoktur.
- 1) Organik kontrol sistemine tabi olan müteşebbisler arasındaki doğrudan taşımada,
 - 2) Gerekli bilgileri içeren dokümanın ürünle birlikte olması durumunda,

- 3) Taşıyıcı ve alıcı müteşebbislerin ikisinin de yetkilendirilmiş kuruluşun kontrolüne açık olan taşıma işlemleriyle ilgili yazılı kayıtları tutması durumunda.
- Ç) Ürünlerin diğer işletmeler ya da birimlerden kabulü sırasında ürünü kabul eden kişi gerek gördüğü durumlarda paketin kapanışı ya da ambalajının ayrıca etiketin bu Yönetmeliğin 29 uncu maddesine uygunluğunu inceler. Etiket bilgileri ile ürünün beraberinde gelen diğer dokümanların birbirine uyumunu kontrol ettikten sonra karşılaştırmanın sonucunu kayıtlarına ekler.
- D) Organik yem ve yem hammaddelerinin taşınmasında konvansiyonel yem ve yem hammaddeleri ile karışmasını önleyecek tedbirler alınır ve bunlarla ilgili yazılı kayıtlar müteşebbis tarafından tutulur.

SONUÇ

Günümüzde, dünyada yaşanan olumsuz birçok olayında etkisiyle, sağlıklı ve aynı zamanda belirli bir kaliteye sahip ürünlerin tüketilmesi oldukça önem arz etmektedir. Bu kalitenin yakalanması adına yaşam alanlarımızı riske edebilecek, kirliliği artıran ve buna bağlı olarak sağlığımızı olumsuz yönde etkileyebilecek üretim metotlarından ziyade, çevre ile uyumlu ve sağlığımız açısından en az risk taşıyan üretim tekniklerini tercih etmek kaçınılmaz bir hal almıştır. Bu bağlamda, üretimden tüketiciye ulaşana kadar her aşaması belirli kontrollere ve sertifikasyonlara sahip bir tarım sistemi olan ve tüm dünyada kabul gören organik tarımın gündeme daha sıklıkla geldiğini

görmekteyiz. Özellikle dış pazarlardan yapılan ithalat taleplerinin de etkisiyle ülkemizde bu alandaki üretim faaliyetlerinin gün geçtikçe daha geniş alanlara yayıldığı görülmektedir. Bugün gelinen noktada ülke genelinde de son on yıllık periyotta organik tarım işletmesi sayısının dört kat artmış olması bu söylemi destekler niteliktedir.

Bu sistem altındaki üretimden tüketiciye kadar olan aşamalarda organik tarım yönetmeliğinin önermediği hiçbir işlem ya da uygulama yapılmamalı ve ürünün organik olma vasfının kaybolmasının önüne geçilmelidir. Gidişata bakıldığında yıllara bağlı olarak bu sistem altında gerçekleşecek üretim faaliyetlerinin daha da artacağı çok açıktır. Bu talep artışı organik tarıma yönelik yapılan çalışmaların da artmasını sağlamıştır. Bu bölümde organik tarımda hasat sonrasına yönelik yapılacak uygulama ve işlemler bir yönetmelik içinde verilmeye çalışılmıştır. Olması gereken, bu konuda kullanılacak daha farklı alternatif uygulamaların, işlemlerin ve bunların uygulama esaslarının geliştirilmesi yönünde çalışmaların devam etmesi gerekliliğidir.

KAYNAKLAR

- Ayık, M. (1995). Ürün İşleme Tekniği. A.Ü. Ziraat Fakültesi. Yayın no:1409. Ders Kitabı: 407. Ankara.
- Bachmann, J., & Earles, R. (2000). Postharvest Handling of Fruits and Vegetables (pp. 1-19). Ozark Mountains, University of Arkansas, Fayetteville, NC, USA: ATTRA.
- Barbosa-Cánovas, G.V. (2003). Handling and Preservation of Fruits and Vegetables by Combined Methods for Rural Areas: Technical Manual (No. 149). Food & Agriculture Org.
- Chakraverty, A., & Singh, R.P. (2014). Postharvest Technology and Food Process Engineering. CRC Press.
- Çifçi, R.Ö. & Demirbaş, N. (2020). Meyve ve Sebze Üretiminde Ortaya Çıkan Kayıplar Üzerinde Etkili Olan Faktörler: İzmir ili örneği. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 33(1): 85-91.
- Emir, M., & Demiryürek, K. (2014). Avrupa Birliği ve Türkiye'deki Organik Tarım Mevzuatındaki Gelişmeler ve Son Yönetmeliklerin Analizi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(2): 21-28
- Engindeniz, S. (2010). Meyve ve Sebzelerde Ambalajlama Malzemeleri ve Yöntemleri. *Tarım Türk Dergisi*, 23: 52-54
- Güzel, E., Ülger, P., & Kayışoğlu, B. (1999). Ürün İşleme ve Değerlendirme Tekniği. Ç.Ü.Ziraat Fakültesi Genel Yayın NO: 145. Ders Kitapları Yayın No: A-47.
- Harkema, H., Otma, E., & Boerrigter, H. (2008). Packaging of Organic Products in PLA-and Other Films (No. 934). *Agrotechnology and Food Sciences Group*
- Kabaş, Ö., & Özmerzi, A. (2003). Antalya İlinde Bulunan Meyve Sebze Paketleme Tesislerinde Hasat Sonrası İşlemlerin Belirlenmesi. *Tarımsal Mekanizasyon 21. Ulusal Kongresi*, 3-5 Eylül 2003, Konya.
- Kabaş, Ö. (2002). Antalya İlinde Bulunan Bazı Meyve Sebze Paketleme ve Sınıflandırma Tesislerinin Yapısal ve Karakteristik Özelliklerinin

- Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Antalya Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Karaçalı, İ. (1993). Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazara Hazırlanması. Ege Üniv. Zir. Fak. Yay. No: 494.Bornova - İzmir. 413s.
- Kasım, U. & Kasım, R. (2019). Yaş Meyve ve Sebzeler Mumlama ve Uygulamadaki Sorunları. International Marmara Sciences Congress. Proceedings Book, Natural and Applied Sciences, Kocaeli
- Kishore, K., & Samant, D. (2021). Packaging and Storage of Fruits and Vegetables for Quality Preservation. Packaging and Storage of Fruits and Vegetables: Emerging Trends, 41
- Kitinoja, L., & Kader, A.A. (2002). Small-scale Postharvest Handling Practices: A Manual For Horticultural Crops. Carlifonia: University of California, Davis, Postharvest Technology Research and Information Center.
- Nascimento, M, Silva N, Catanozi M, & Silva K. (2003). Effects of Different Disinfection Treatments on The Natural Microbiota of Lettuce. J Food Protect; 66(9): 1697-700.
- Pezikoğlu, F. (2006). Türkiye’de Sürdürülebilir Tarım Uygulamaları ve Yönlendirilmesi İçin Gerekli Politikaların Belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Bölümü, Doktora tezi.
- Poyraz, Ü. (1985). Ürün İşleme İlkeleri ve Makinaları. TZDK. Mesleki Yayınları. Yayın no: 37. Ankara.
- Sam, L.H., & Son, T.A. (2020). A Study on Application of Ultrasonic Wave and Ozone Micro-Bubbles in Leafy Vegetables Washing. Key Engineering Materials, 863: 79–84.
- Sapers, G.M. (2003). Washing and Sanitizing Raw Materials for Minimally Processed Fruit and Vegetable Products. CRC Press: Boca Raton, FL, London, New York, Washington, DC.
- Suslow, T. (2000). Chlorination in The Production and Postharvest Handling of Fresh Fruits and Vegetables. Fruit and Vegetable Processing, 2-15
- Selvi, K.Ç. (2007). Tarımsal Ürünlerde Hasat Sonu Teknolojileri. Bafra Çiftçisini İhracata Yönlendirme Projesi. TR.0305.02/LDI/114. Samsun.

Taylor, S. (2012). Postharvest Handling: A Systems Approach. Academic Press.

USDA (2013a). The Use of Chlorine Materials in Organic Production and Handling. National Organic Program. NOP 5026. Guidance: United States Department of Agriculture–Agricultural Marketing Service. Available at: <http://www.ams.usda.gov/AMSV1.0/getfile?dDocName=STELPRDC5090760>

USDA (2013b). Agricultural Marketing Service—National Organic Program. United States Department of Agriculture. Available at: <http://www.ams.usda.gov/nop/>

Verma, L.R. (2000). Postharvest Technology of Fruits and Vegetables: General Concepts and Pinciples (Vol. 1). Indus Publishing.

URL-1. <https://www.moment-expo.com/tr/dergiler/36/bilgi-hatti/ihracatta-ambalajlama-ve-etiketleme-urun-ambalaji-nasil-olmalidir> (Erişim tarihi: 4.3.2022).

URL-2. <https://www.gateoftec.com/ihracatta-paketleme/>(Erişim tarihi:4.3.2022).

URL-3. <https://ambalaj.org.tr/files/es/Ambalajbulteniicerik/dosya/temmuz-agustos-2010-dosya.pdf> (Erişim tarihi:4.3.2022).

URL-4. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/08/20100818-4.htm> (Erişim tarihi:4.3.2022).

BÖLÜM XII

TRÜF MANTARININ DAĞILIŞ ALANLARI VE TÜRKİYE'DEKİ DURUMU

Ziraat Mühendisi Halil GEREZ ^{*1}
Dr. Öğr. Üyesi Muhemet Zeki KARİPÇİN²

¹* Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Siirt, Türkiye.
halilgerzogm@hotmail.com

²Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Siirt, Türkiye.
zkaripcin@siirt.edu.tr

GİRİŞ

Mantarlar, insanlık tarihi boyunca insanların ilgisini çekerek pek çok kadim uygarlığın kutsal yazıtlarında yer almıştır. Tekli veya toplu halde, halkalar, öbekler veya kümeler şeklinde görkemli bir görünüşte aniden meydana çıkan makro mantarlar insanları cezbetmiştir (Rai, 2004; Sadullahoğlu ve ark., 2021). Mantarlar ökaryot formda, klorofilsiz, tüp şeklindeki filiform hücre yapısına sahip, spor oluşturma özelliğinde olan ve heterotrof yaşam sergileyen organizmalardandır. Kendi besinlerini yapabilme yeteneğinde olmadıklarından dolayı saprofitik, parazitik ve mikorhizal yaşam tarzında yaşam sürdürürler.

Çalışma konumuzu oluşturan trüf mantarlar, makrofunguslar grubunda yer almaktadır. Makrofunguslar orman ve çayır alanlarında organik madde yönünden zengin toprakları tercih ederler. Yayılış alanlarında oldukça farklı renklerde ve şekillerde fruktifikasyon organı oluştururlar.

Sahip oldukları protein ve mineral maddeler nedeniyle mantarlar çok iyi bir besin kaynağı olarak kullanılmaktadır. Doğal yaşam alanlarından toplanarak tüketilebildikleri gibi kültür ortamına alınarak ta tüketimleri sağlanabilir. *Flammulina*, *Lentinus*, *Pholiota*, *Kuehneromyces*, *Agrocybe*, *Macrolepiota*, *Hypholoma*, *Pleurotus* cinslerine ait taksonların ABD, Çin, Japonya, Avrupa ülkelerinde kültür yolu ile üretimi yapılmakta ayrıca bu ülkelerin kültür mantarı yetiştiriciliği endüstrinin bir kolu olarak görülmektedir (Chang & Miles, 1987).

1. TRÜF MANTARI NEDİR?

Aşına olduğumuz şapkalı mantarlara nazaran patates tarzında toprak yüzeyine çıkmadan toprakta yetişen, çeşit sayısı yüzleri bulan, bilimsel isimlerinden önce “tuber” sözcüğü gelen ve yumru anlamı taşıyan yer mantarları trüf mantarı olarak tanımlanmaktadır. Trüf sözcüğü dilimize Fransızca ve İngilizce dillerinden geçmiştir. Trüf mantarları cinslerine göre değişik görünüşlerde olabilmektedir. Örneğin, kimileri siyah siğillerle kaplı iken kimilerinin ise üstü patates gibi düzdür (URL-1).

MÖ 17. yüzyılda anonim bir niteleme olarak “*dünyanın gizemli ürünleri*” olarak isimlendirseler de atıf yapıla bilinecek ilk tanımlama, Yunan filozof Theophrastus (MÖ 370-286) tarafından yapılmıştır. Trüf mantarları, sürekli olarak insanların ilgi odağı olmuştur. Bundan sonraki yüzyıllarda trüf mantarları çeşitli doğa bilimciler ve trüf meraklıları tarafından sürekli olarak araştırmaya konu olmuştur. 18. yy’da trüflerin üretilebileceği fikri ortaya çıkmış ve trüflerin yetişmek için ağaçlara ihtiyaç duyduğu kesinleşmiştir. 19. yy, özellikle Fransa’da yoğun bir şekilde gündelik besin olarak tüketilen trüf için altın çağ olarak kabul edilir. Ayrıca Fransa’da aristokratların arasında trüfün popülerliğinin yükselmesi, İtalya’yı da etkileyerek yayılmasına ve soylular tarafından sofralarda arzu edilen bir gıda haline gelmesine olanak sağlamıştır. Özellikle son yüzyılda trüf mantarı, Fransa ve İtalya gibi ülkelerde tekrar altın çağını yaşamaktadır (Anonim, 2022a).

Trüf mantarları yaşam alanı olarak toprak içini tercih eden, ekonomik olarak önemli olan, özellikle Fransa ve İtalya başta olmak üzere

yüzyıllardır birçok ülkede değerli bir gıda ürünü olarak değerlendirilmektedir. Türkiye'nin de dâhil olduğu Akdeniz ikliminin hâkim olduğu alanlarda doğal olarak yayılış göstermektedir. Dünya genelinde olduğu gibi son dönemlerde Türkiye'de de trüf mantarına yönelik çalışmalar artmaya başlamıştır. Trüf mantarları Türkiye'de önemli bir yayılış alanına sahip olan çam, meşe, fındık ve ıhlamur gibi bitkilerin kök kısımları ile ektomikorizal bir ilişki geliştirirler. Bu mantar türü ile simbiyotik yaşam sergileyen bitkilerin (meşe, fındık) köklerinde mikoriza meydana getirmesi ile trüf mantarı yetiştiriciliği ön plana çıkmakta ayrıca mantarda bulunan hifler aracılığıyla bitki erişemediği ek besinlere ulaşma şansı bulunmaktadır. Türkiye'de başta Muğla, Denizli, Antalya, Burdur, Aydın illeri başta olmak üzere çok sayıda ilde doğal olarak bulunmaktadır. Özellikle Ege Bölgesi'nde trüf mantarı türlerinin meşelere aşılmasına yönelik çalışmalar bulunmaktadır. Sınırlı bir yayılış alanına ve ayrıca ekonomik olarak önemli bir yere sahip olan trüf mantarlarını Türkiye'de önemli bir noktaya getirmek için doğal yetiştiricilik alanlarının tespit edilerek ekonomiye kazandırılma ve kültüre alma çalışmaları son derece önemlidir. Türkiye, önemli bir fındık yetiştirme merkezi olmasından dolayı trüf mantarının yayılışı hızlanacak ve ek gelir elde edilecektir (Saka ve ark., 2017).



Şekil 1. Trüf Mantarının Toprak Altından Çıkarılması (Anonim, 2014)

Trüf mantarlarının bitkilerle kurdukları ektomikorizal ilişki sayesinde trüfler, toprak yüzeyine çıkmadan 5-20 cm toprağın derinliğinde bir yandan kendi yaşam döngülerini tamamlarken bir yandan da insanlığa dünyaca ünlü, oldukça kıymetli, kendine has tada ve aromaya sahip bir yapı meydana getirirler. Trüf kokusu, tadı ve eşsiz aroması sebebiyle çok eski dönemlerden beri insanların aşına olduğu, özgünlüğü nedeniyle sofrada yeri hep var olan ve ayrıcalıklı bir mantardır. Tam olgunlaştığı vakit toprağın derinliğinden toprak yüzeyine doğru baskı uygulayarak şekil 1’de görüldüğü gibi toprağın çatlamasını sağlar (Anonim, 2014).

1.1. Trüf Mantarının Tıbbi Yararları ve Besin Değeri

Trüf mantarları güçlü aromaları, yüksek mutfak ve ekonomik değerleri, insan ve hayvan beslenmesindeki önemi nedeniyle çok ilgi

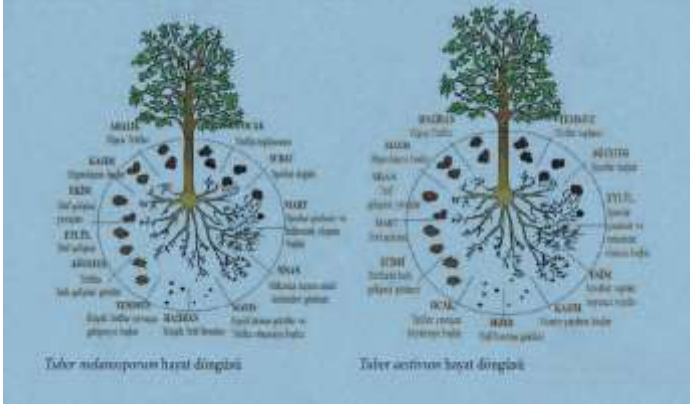
gören mantarlardır. Trüf mantarı mutfak dünyasında, yeraltı altını veya mutfağın elması olarak nitelendirilen saygın bir yere sahiptir. Trüfler protein, yağ, diyet lifi, temel amino asitler ve metaller (K, P, Cu, Fe, Zn ve Mn) bakımından zengindir. Bunun yanında trüfler, çeşitli oranlarda değişik uçucu organik bileşikler içermektedirler. Mantarlarla kıyaslandığında, madde içerikleri yönünden mineral ve proteince daha zengindir (URL-2).

İçerdiği besin değerlerinin miktarı ise, % 9 protein, % 7 karbonhidrat ve % 8 oranında mineral ve % 53-76 su oluşturmaktadır. Dimetilsülfid kaynaklı çok özel aromatik bileşiklere sahip olmaları trüf türlerini diğer mantarlardan farklı ve özel kılmaktadır. Dini göndermelerin de tesiriyle trüf mantarının tıbbi faydaları ve sihirli güçleri olduğuna kadim zamanlardan beri inanılmıştır. Trüf mantarı ile ilgili İslam Peygamberi Hz. Muhammed (S.A.V.) bir hadisinde “*Trüf, dikme-ekme meşakkati olmadan ve insan emeği harcanmadan oluşan, Kudret helvası türünden bir rızıktır. Suyu da ayrıca göze devadır.*” buyurmuştur. Bu hadise aynı zamanda bir hekim olan İbn Mâce de kitabında yer vermiştir. Trüflerle ilgili olarak İbni Sina ise ağrı, kusma, zayıflık ve yaraların iyileşmesinde öneride bulunmuştur. Papa IV. Gregory, 827-844 yılları arasındaki dönemlerde askerlerin savaşlarda güç edinmeleri için trüf tüketmeleri önerisinde bulunmuştur. Napolyon, trüflerin afrodisyak hususların da olduğuna inanıyordu (Türkoğlu, 2014).

1.2. Trüf Mantarının Hayat Döngüsü

Trüf türleri hayat döngülerini tamamlamak için ektomikoriza bitkilerine beslenme açısından bağımlıdırlar. Şu ana kadar bilinen tüm trüf türleri ektomikorizalar oluşturur. Ancak *T. aestivum*, *T. excavatum*, *T. melanosporum* gibi türler, orkidelerle mikorizal ilişkiler oluşturabilir. Trüf mantarı liflerini oluşturan mikorizalar, bitki köklerinin toprakla temas yüzeyini artırır. Ağaç köklerindeki yutucu tüylerden asgari 10 kat daha küçüktürler ve suyu köklerden çok daha hızlı taşıyabilirler. Bu şekilde bağlı su molekülleri topraktaki en küçük partiküllerin bile ağaçlarda kullanılmasına olanak sağlar. Buna yanıt olarak bitkinin kökü, trüf mantarlarının organik gıda ihtiyacını karşılar. Toprakta Trüf mantarındaki sporlar çimlendiğinde ipliksi özellikteki hifleri oluşturur. Çok sayıda hifin bir araya gelmesiyle miselleri meydana getirir. Oluşan bu miseller bir eldiven gibi bitkinin kökünü dıştan çevreleyerek mikorizal yapıyı meydana getirir. Trüf mantarının meydana getirdiği bu yapı bitki kökünün deşinim yüzeyini artırması neticesinde topraktan daha çok mineral ve su almasına imkân sağlar. Mikorizal kökler, topraktan daha fazla mineral ve su alırlar. Orman toprağında ölçek olarak mevcut olan bir çay kaşığındaki hiflerin toplam uzunluğu takriben 100 metreye ulaşabilmektedir. Simbiyotik şeriklik bitkiler için oldukça elzemdir. Bu simbiyotik münasebetten dolayı, mikorizal bitkiler daha iyi büyüyüp gelişir ve mantar miktarında belirgin artışlar elde edilir. Bitki köklerinin trüf mantarlarının hifleriyle meydana getirdikleri mikorizal münasebet sayesinde 5-20 cm toprağın derinliğinde bir yandan yaşam

döngülerini tamamlarken bir yandan da sene boyunca ürettikleri hif topluluklarıyla trüf mantarını meydana getirirler (Anonim, 2022b).



Şekil 2. Trüf Mantarının Hayat Döngüsü (Anonim, 2022a)

Bu çalışmada makro mantar grubunda yer alan trüf mantarlarının dünyadaki yayılış ve kullanım alanları ile Türkiye'deki durumu özellikle Siirt ili ve çevresindeki yayılış ve muhtemel yayılış alanı olabilecek bölgeler değerlendirilecektir.

2. DÜNYADA TRÜF TÜRLERİ VE DOĞAL YAYILIŞI

Dünyada 180-230 trüf mantarı çeşidi olduğu tahmin edilmekle birlikte, yeni türler halen keşfedilmeye devam etmektedir. Bu türlerin 13 tanesi ticari kullanıma sahiptir. Ekonomik değer açısından; *T. aestivum*, *T. melanosporum*, *T. magnatum*, ve *T. borchii* en değerli trüf türleri olarak bilinmektedir. Bu mantarlar hemen hemen tüm kıtalarda yetişir ancak yenilebilir tuber türlerinin çoğu Avrupa'nın çeşitli bölgelerinde (özellikle Fransa, İtalya, İngiltere, Türkiye, İspanya ve Hırvatistan), Avustralya, Yeni Zelanda, Kuzey Amerika

(Pasifik Kuzey Batı ve British Columbia), Asya (Çin ve Orta Doğu) bölgelerinde yayılış gösterir. *Tuber melanosporum* Fransa, İtalya ve İspanya'da tabii olarak yetişmektedir. *Tuber magnatum* tabii olarak Balkan yarımadasında ve İtalya'da yetişmektedir. *Tuber aestivum* ise bütün Avrupa kıtasında, Portekiz'den doğu Avrupa ülkelerine, İsveç'ten Türkiye ve Afrika'ya kadar geniş bir coğrafyada bulunabilmektedir (Anonim, 2022b).

2.1. Türkiye'de Trüf Türleri ve Doğal Yayılışları

Türkiye'de yetişen *Tuber* cinsi üyeleri hakkında yapılan belirleme faaliyetleri incelendiğinde 8 adet yayınlı karşılaşılmaktadır. Yayımlanan bu çalışmalarda 9 tür tespit edilmiştir. Türlerin birlikte olduğu mikorizantları, yayılışı ve yayımlandıkları literatür Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Ülkemizde Tespit Edilen Tuber Türleri ve Mikorizantları (Alkan ve ark., 2018)

Tür	Mikorizantı	Tespit Edildiği İl	Yayın
<i>Tuber aestivum</i> Vittad.	<i>Pinus nigra</i>	Denizli	Gezer ve ark., 2014
		Denizli, Muğla, İzmir, Hatay, Burdur, Antalya, İstanbul, Kırklareli, Ordu, Bolu, Artvin, Osmaniye, Düzce	Türkoğlu ve ark., 2015
<i>Tuber borechii</i> Vittad.	<i>Populus</i> sp.	Kahramanmaraş	Kaya, 2009
	<i>Pinus brutia</i> ve <i>P. nigra</i>	Denizli	Gezer ve ark., 2014
	<i>Pinus nigra</i> , <i>Quercus</i> sp. ve <i>Carpinus betulus</i> .	Tekirdağ	Elliott ve ark., 2016
	<i>Quercus cerris</i> , <i>Q. pubescens</i> ve <i>Pinus brutia</i>	Muğla	Elliott ve ark., 2016
	<i>Quercus ilex</i> , <i>Pinus brutia</i> , <i>Quercus cerris</i> ve <i>Q. ithaburensis</i>	Aydın	Elliott ve ark., 2016
<i>Tuber brumale</i> Vittad.	<i>Corylus</i> sp.	Samsun	Elliott ve ark., 2016
	<i>Pinus nigra</i>	Niğde	Öztürk ve ark., 1997
	<i>Corylus</i> sp.	Samsun	Türkoğlu ve Castellano, 2014
	<i>Pinus brutia</i>	Osmaniye	Türkoğlu ve Castellano, 2014
<i>Tuber atrovittatum</i> Vittad.	<i>Quercus</i> sp. ve <i>Pinus</i> sp.	Denizli	Türkoğlu ve Castellano, 2014
<i>Tuber ferruginosum</i> Vittad.	<i>Quercus ilex</i> ve <i>Pinus brutia</i>	Aydın	Elliott ve ark., 2016
	<i>Pinus brutia</i> ve <i>Quercus coccifera</i>	Muğla	Elliott ve ark., 2016
	<i>Pinus brutia</i> , <i>Quercus coccifera</i> ve <i>Q. ithaburensis</i>	Denizli	Elliott ve ark., 2016
	<i>Tilia</i> sp.	Antalya	Elliott ve ark., 2016
<i>Tuber mesentericum</i> Vittad.		Denizli	Türkoğlu ve Castellano, 2014
	<i>Pinus nigra</i>	Denizli	Castellano ve Türkoğlu, 2012
	<i>Juniperus excelsa</i> , <i>J. foetidissima</i> ve <i>Quercus pubescens</i>	Denizli	Castellano ve Türkoğlu, 2012
<i>Tuber nidulum</i> Vittad.	<i>Abies nordmanniana</i> ve <i>Pinus sylvestris</i>	Kastamonu	Türkoğlu ve Castellano, 2014
	<i>Quercus</i> sp. ve <i>Pinus</i> sp.	Osmaniye	Türkoğlu ve Castellano, 2014
		Burdur	Türkoğlu ve Castellano, 2014
		Burdur, Denizli	Türkoğlu ve ark., 2015
<i>Tuber puberulum</i> Berk. & Brconce	<i>Pinus brutia</i> , <i>Quercus cerris</i> , <i>Q. ilex</i> , <i>Q. coccifera</i> , <i>Q. ithaburensis</i> ve <i>Q. trojana</i>	Denizli	Elliott ve ark., 2016
	<i>Quercus cerris</i> , <i>Pinus brutia</i> ve <i>Q. coccifera</i>	Muğla	Elliott ve ark., 2016
	<i>Quercus cerris</i> ve <i>Q. ithaburensis</i>	Aydın	Elliott ve ark., 2016
	<i>Pinus</i> sp. ve <i>Quercus</i> sp.	Osmaniye	Elliott ve ark., 2016
<i>Tuber rufum</i> Pollini		Burdur, Denizli, Muğla, Konya, Kastamonu, Antalya	Türkoğlu ve Castellano, 2014
		Burdur, Bolu, Muğla, Aydın, Denizli	Türkoğlu ve ark., 2015
	<i>Quercus cerris</i> , <i>Pinus nigra</i> ve <i>P. brutia</i>	Osmaniye	Türkoğlu ve ark., 2015

Trüf mantarının Türkiye’de doğal yayılış alanları genel olarak Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri hariç (Şekil 5) olarak verilmiş olsa da bu bölgelerde araştırmaların yapılması neticesinde tespit edilebilecek birçok potansiyel alan bulunmaktadır.



Şekil 3. Türkiye’de Doğal Yayılış Gösteren Trüf Mantar Alanları (Anonim, 2022a)

2.2. Türkiye’de Ticari Öneme Sahip Bazı Trüf Türleri

2.2.1. *Tuber magnatum*

Görünüm ve renk olarak patatese benzer olup emsalsiz aroma ve kokuya sahiptir. Toplanması, ekim-kasım aylarında yapılmaktadır. Ektomikorizayı fındık, meşe, kavak, kayacık ve söğüt bitkilerinin kökleriyle meydana getirir. Kültür çalışmalarında daha bir başarı elde edilememiştir. İtalya’nın Alba yöresinde tabii olarak yetişmektedir. Ayrıca İtalya’nın beyaz trüfü olarak bilinir (Anonim, 2014).

2.2.2. *Tuber melanasporum*

Toplanma dönemi, kasım ayının sonlarından başlayıp mart ayına kadar olan süredir. Ektomikorizayı sedir, meşe, ıhlamur ve fındık bitkilerinin kökleriyle meydana getirir. Olgunluğa eriştiğinde dış çeperi kırmızımsı kahverengiden, kahverengiye veya siyaha çevirebilir. Meydana getirdiği çokgen siğiller 4 ya da 6'lıdır. İç tarafı ilkin beyaz, olgunluğa eriştiğinde mor-siyahtır. Havaya tabi tutulduğunda ise pembemsiye evrilen damarlı bir bünyeye sahip olmaktadır. Kültürü yapılıdır. Tabii olarak Akdeniz iklim kuşağında yetişir. Kışlık siyah trüf olarak tanınır (Anonim, 2014).

2.2.3. *Tuber aestivum*

Yaz trüfü, isminden de anlaşılacağı gibi Avrupa'da yaz mevsiminde çoğunlukla mayıs ve ağustos ayları arasındaki dönemde toplanmaktadır. Toplanması, bazen eylül ayından ocak ayının sonuna kadar sarkabilmektedir. Ektomikorizayı fındık, meşe, sedir, kızılçam, fıstık çamı ve karaçam bitkilerinin kökleriyle meydana getirir. *Tuber melanosporum* gibi dış çeperi kahverengi veya siyah renğinde olup, piramide benzer şişliklere sahiptir. Olgunluğa eriştiğinde iç çeperi koyu kahverengindedir ve havaya tabi tutulduğunda rengini muhafaza eden beyaz damarları bulunmaktadır. Tadı ve aroması ile kışlık trüfle benzer olmakla birlikte aynı yoğunluğu bulunmamaktadır. Dış çeperi, renk ve biçim yönünden *Tuber melanosporumdan* farksızdır. İç tarafı fındık renğinde olup, solgundur. Dünyada tabii olarak en geniş yayılış alanı bulunan trüf türüdür. Yazlık siyah trüf olarak bilinmektedir. Kültürü yapılmaktadır (Anonim, 2014).

2.3. Trüf Mantarının Kullanım Alanları

Besin olarak yiyeceklerin üstüne baharat veya sos olarak kullanıla bilinmektedir. Tereyağı, bal, peynir gibi besinlere katkı maddesi olarak ya da trüf yağı vb. şekilde işlenerek trüf mamulleri haline getirilerek de kullanılmaktadır. Ayrıca kozmetik endüstrisinde de muazzam bir yeri bulunmaktadır (Anonim, 2020; Geloğlu ve ark., 2014).

2.4. Ekonomik Değer Olarak Trüf Mantarı

Dünya genelinde önümüzdeki 20 yıllık süreçle ilgili ekonomistlerin öngörülerine göre ticaret hacmi yılda 6 milyar doları bulacaktır. Günümüzde trüf ticaretinin % 45'ni Fransa, % 35'ni İspanya ve % 20'ni ise İtalya karşılamaktadır. Dünyada doğal yayılışının çok kısıtlı bir coğrafyada dağılışı göstermesi ve toplanmasının çok sınırlı miktarda olması nedeni ile fiyatı kalitesine göre değişmekte olup, 200 Euro ile 3.500 Euro aralığında değişebilmektedir. Dünyada trüf talebinin günden güne artış göstermesine karşın üretimin sürekli azalma eğiliminde olması fiyatların yükselmesine sebep olmaktadır. Doğal orman (meşelik) alanların sökülmesi, bu alanların yerine yeni nitelikli ve gelir getirici ağaçlara bırakılması ve savaşlar sebebiyle günümüze kadar tüketilen miktarın azalış gösterdiğini ve özellikle Avrupa'da tabiatan toplanıp tüketilen trüf miktarı kadar kültürü yapılmasına karşın üretimin düştüğünü hatta 19. yüzyılın başında 2.000 tondan 100 tona düştüğü tespit edilmiştir. Trüf mantarına olan talebin süreklilik göstermesine karşın trüf miktarında ise son asırda Avrupa'da 20 misli azalma kaydedilmiştir. İtalya'nın beyaz trüfü

(*Tuber magnatum*) ekonomik değer olarak kilosu yaklaşık olarak 3500 Euro, kışlık siyah trüf (*Tuber melanosporum*) ise kilosu yaklaşık olarak 1000 Euro ve yazlık siyah trüf (*Tuber aestivum*) da kilosu yaklaşık olarak 200 Euro civarında ticari bir değere sahiptir (Anonim, 2014).

2.5. Trüf Mantarının Siirt Yöresinde Yayılış Gösterebileceği Muhtemel Alanlar

Dünyada “kara elmas” olarak nitelendirilen trüf mantarları için Akdeniz iklimi ve kireçli topraklar mükemmel ortamlardır. Trüf mantarların doğal yayılış gösterdiği alanlarda yıllık yağış, iklim ve toprak yapısı belirgin bir şekilde kendini göstermektedir. Akdeniz iklim kuşağının görüldüğü Türkiye’de doğal bir yayılış gösteren trüfün mikorizal olarak yaşam sürdüğü ve Siirt yöresinin hâkim orman ağacı türü olan meşe ağaçları köküne bağlı olarak hayatını idame ettiği değerlendirilmektedir. Kireçli olan ve toprak parametlerine uygun olan Siirt yöresinde, yaz sıcaklığı ve kuraklığının nispeten daha az olduğu ve yer yer Karadeniz ikliminin görüldüğü Siirt ilinin Şirvan ilçesinde bulunan Ormanbağı, Elmadalı, Oya, Cevizlik, Çınarlı, Yarımtepe, Hürmüz, Adıgüzel, Doğruca, Meşecik, Otluk, Ormanlı ve Akyokuş köyleri, Pervari ilçesine bağlı Çobanören, Üçoyuk, Çukurköy, Gökçekoru, Ayvalıbağ, Ormandalı ve Narsuyu köyleri, Baykan İlçesine bağlı Meşelik, Ardıçdalı, Çamtaşı, Günbuldu ve Çukurca Köyleri, Erüh İlçesine bağlı Tünekpınar, Körüklükaya, Dadaklı, Dönerdöver, Akmeşe ve Bilgili köyleri trüf mantarının doğal yayılış gösterebileceği alanlar olarak değerlendirilebilir.



Şekil 4. Şirvan Meşe Ormanları (Gerez, 2022)

SONUÇ

Ekonomik olarak son derece değerli olan trüf mantarı ilaç sanayi, gıda ve kozmetik gibi çok sayıda kullanım alanına sahiptir. Dünya genelinde olduğu gibi Türkiye’de de bununla ilgili son dönemlerde trüf mantarına yönelik çalışmalarda artış görülmektedir. Türkiye’de ekolojik olarak farklılık gösteren bir çok alanda doğal yayılışı tespit edilmiştir. Tespit edilmemiş olan Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde birçok alan trüf mantarının doğal habitatı olabilecek potansiyele sahiptir. Yeterli araştırmalar yapılmadığından dolayı literatürde bu güne kadar tespit edildiğine dair çalışmaya rastlanılmamıştır. Üniversitelerde konuya yönelik lisansüstü tez çalışmalarının yapılması ve ilgili kurumların (Tarım ve Orman Bakanlığına bağlı il ve ilçe müdürlükleri, TAGEM, Orman İşletme Müdürlüğü, Doğa Koruma ve Milli Parklar Müdürlüğü vb.) buna yönelik faaliyetler yürütmesi bu türlerin tespit edilmesinde olumlu

etkileri olacaktır. Yapılan araştırmalar çeşitlendirilerek, trüf mantarının aşılama yöntemi ile yeni bir ekonomik kaynak olarak değerlendirilmesi son derece önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- Anonim. (2014). T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü. 'Trüf Ormanı Eylem Planı'. 2014- 2018. Erişim Tarihi:31.05.2022.
- Anonim. (2020). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü 'Trüf Mantarı Bahçe Tesisi Projesi Fizibilite Raporu ve Yatırımcı Rehberi'' Erişim Tarihi:10.06.2022.
- Anonim. (2022a). T.C. Tarım Ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü. 'Trüf Ormanı Eylem Planı'. 2022- 2026. [Ziyaret Tarihi:04.06.2022].
- Anonim. (2022b). T.C. Tarım Ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü. "Trüf Mantarı Bahçe Tesisi Projesi Fizibilite Raporu ve Yatırımcı Rehberi". Erişim Tarihi: 10.06.2022.
- Alkan, S., Aktaş, S. & Kaşık, G. (2018). Türkiye'deki Tuber Türleri ve Tuber Aestivum İçin Yeni Bir Lokalite. Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi, 44(1): 25-29.
- Chang, S.T., & Miles, P.G. (1987). Edible Mushroom and Their Cultivation, CRC Press, Hong Kong.
- Geloğlu, İ., Pekşen, A., & Ünal, S. (2014). Trüf mantarları. Türkiye II. Orman Entomolojisi ve Patolojisi Sempozyumu Bildiriler Kitabı. Kaygın, AT (Ed.), s. 7(9).
- Rai, R.D. (2004). Production of edible fungi. Fungal Biotechnology in Agricultural, Food, and Environmental Applications, 21: 233-246.
- Sadullahoğlu, C., Uzun, Y., & Kesici, S. (2021). Oltu ve Narman (Erzurum) İlçelerinin Yeniden Makromantarları. Şırnak Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi, 1(2): 39-52.
- Saka, A.K., İslam, A., & Pekşen, A. (2017). Trüf mantarı yetiştiriciliği. Akademik Ziraat Dergisi, 6: 329-334.
- Türkoğlu, A. (2014). Yeraltındaki Gizli Hazine: Trüf Mantarları. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- URL-1. <http://trufmer.mu.edu.tr/Newfiles/330/Content/Tr%C3%BCf%20Forest%C4%B1%20Action%20Plan%C4%B1>. (Access date: 31.05.2022)
- URL-2. <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane-sitesi/Yayinlar/Tr%C3%BCf%20Mantarları>

20Orman% C4% B1% 20Eylem% 20Plan% C4% B1% 20(2022-2026).pdf



ISBN: 978-625-8213-67-6