

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

---

**Adana, Kahramanmaraş, Şanlıurfa ve Diyarbakır  
İllerinde Yetiştirilen Yerel Biber Popülasyon ve Çeşitlerinin  
Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV)'e Karşı Dayanıklılık  
Durumunun Biyolojik ve Moleküler Yöntemlerle Ortaya  
Konulması**

---

**Elifcan SIZAR**

*Bitki Koruma Anabilim Dalı*

Ocak, 2024

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZ ONAYI

**Adana, Kahramanmaraş, Şanlıurfa ve Diyarbakır  
İllerinde Yetiştirilen Yerel Biber Popülasyon ve Çeşitlerinin  
Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV)'e Karşı Dayanıklılık  
Durumunun Biyolojik ve Moleküler Yöntemlerle Ortaya  
Konulması**

**Elifcan SIZAR**

*Bitki Koruma Anabilim Dalı*

Bu Yüksek Lisans Tezi 14/02/2024 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Değerlendirilmiş ve Oy Birliği / Oy Çokluğu ile Kabul Edilmiştir.

Jüri: Prof. Dr. Behçet Kemal ÇAĞLAR (Danışman) .....  
Doç. Dr. Gökmen KOÇ .....  
Dr. Öğr. Üyesi Eray ŞİMŞEK .....

**Bu Tez Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalında Hazırlanmıştır.**

**Tez No:**

**Prof. Dr. Sadık DİNÇER**  
Enstitü Müdürü

**Bu çalışma Çukurova Üniversitesi BAP Birimi Tarafından Desteklenmiştir.**

**Proje No: FYL-2022-14307**

**Not:** Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

## İÇİNDEKİLER

ÖZ .....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	V
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	VI
1. GİRİŞ .....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	7
3. MATERYAL VE METOT .....	15
3.1 Materyal .....	15
3.1.1. Araştırmanın Yürütüldüğü Yer ve Bitkisel Araştırma Materyalleri .....	15
3.1.2 Biyolojik Tanı (Mekanik İnokulasyon) Çalışmalarında Kullanılan Materyaller .....	16
3.1.3 Moleküler Çalışma Materyalleri .....	17
<i>Agaroz Jel Elektroforez Çalışmalarında Kullanılan Materyaller</i> .....	18
3.2 Yöntem.....	19
3.2.1 Çeşitlere Ait Tohumların Ekilmesi ve Fidelerin Yetiştirilmesi ve Biyolojik İndeksleme Çalışmaları .....	19
3.2.2 Total NA Ekstraksiyonu Çalışmaları .....	20
3.2.3 Bitkiden DNA Ekstraksiyonu Çalışmaları.....	21
3.2.4 Simptom Gösteren Bitkisel Materyallerin Polimeraz Zincir Reaksiyonu (RT-PCR) ile Testlenmesi.....	22
3.2.5 Biber Çeşitlerinin Dayanıklılık Durumlarının PCR İle Testlenmesi .....	23
3.2.6 PCR Ürünlerinin Restriksiyon Enzimeri ile Kesilmesi (RFLP) .....	24
4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....	25
4.1 Simptomolojik Gözlemler.....	25
4.2 Biyolojik İndeksleme Sonuçları.....	26
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....	35
KAYNAKLAR .....	37
ÖZGEÇMİŞ .....	47

---

**Adana, Kahramanmaraş, Şanlıurfa ve Diyarbakır  
İllerinde Yetiştirilen Yerel Biber Popülasyon ve  
Çeşitlerinin Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV)'e Karşı  
Dayanıklılık Durumunun Biyolojik ve Moleküler  
Yöntemlerle Ortaya Konulması**

---

**Elifcan SIZAR**

***Danışman: Prof. Dr. Behçet Kemal ÇAĞLAR***

***Bitki Koruma Anabilim Dalı***

**ÖZ**

Bu çalışma ile sebze türleri arasında biber (*Capsicum annum* L.) bitkisinde hastalığa neden olan Domates noktalı leke solgunluk virüsünün (TSWV veya *Tomato spotted wilt virüs*) neden olduğu artan enfeksiyon sayısını ve ülkemizde ıslah edilen ve henüz ıslah edilmemiş yerel biber popülasyonlarının TSWV'e karşı dayanıklılıkları moleküler yöntemler ile araştırılmıştır. Bu amaçla, Karaisalı/Salbaş (salçalık), Kahramanmaraş (toz biber), Şanlıurfa (İsot), Diyarbakır dolmalık sarı biber ve Sena, Dila, Hayriye, 134, 124/1, 124/2, 171, CM334 çeşitlerinin genetik analizleri yapılmıştır. Bu çalışma, dayanıklı ve hassas biber çeşitlerini ko-dominant seviyede belirledi. Ek olarak, çeşitlerin durumları hem heterozigot hem de homozigot düzeyde (RR, Rr, rr) bulundu. Sonuç olarak elde edilen sonuçlar ve bilgiler yerli ıslahçı firmalar ile paylaşılarak ve ıslah çalışmalarında kullanılabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Biber, Domates Lekeli Solgunluk Virüsü, Islah, İsot, Dayanıklılık

**MSc THESIS**

---

**Determination of Resistance of Local Pepper  
Populations and Varieties Grown in Adana,  
Kahramanmaraş, Şanlıurfa and Diyarbakır Provinces  
against Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV) by Biological  
and Molecular Methods**

---

**Elifcan SIZAR**

***Advisor: Prof. Dr. Behçet Kemal ÇAĞLAR***

***Department of Plant Protection***

**ABSTRACT**

This research focuses on Tomato spotted wilt virus (TSWV), the causative agent of disease in pepper plants (*Capsicum annum* L.), a significant vegetable species. Despite the importation of materials claimed to be resistant, TSWV infections have been on the rise, with this virus identified as the primary factor contributing to the increased incidence of infections in our country. Additionally, the study explored the genetic resistance of local pepper populations, which have not undergone improvement, against *Tomato spotted wilt virus* (TSWV). The study investigated the genetic resistance of local pepper populations to *Tomato spotted wilt virus* (TSWV) and subsequently introduced these resistant traits into the country's agriculture. To achieve this objective, the research examined various populations, including Karaisalı/Salbaş (tomato paste), Kahramanmaraş (powdered pepper), Şanlıurfa (İsot), Diyarbakır bell pepper populations. Additionally, improved varieties such as Sena, Dila, Hayriye, 134, 124/1, 124/2, 171, and CM334 were also included in the study. We studied the genes of different types of peppers to see which ones are resistant or sensitive to diseases. We found out which genes dominate and how they combine (RR, Rr, rr). The results will be shared with local breeding companies and used to improve pepper varieties.

**Keywords:** Pepper, Tomato Spotted Wilt Virus, Breeding, Isot, resistance screening

## TEŞEKKÜR

Çalıőmalarım süresince benden hiçbir yardımını esirgemeyen gerek çalıőmalarla gerekse de hayatla ilgili beni sürekli motive eden tez danıőmanım sayın Prof. Dr. Behçet Kemal ÇAĞLAR' a,

Bütün çalıőmalarımı yakından takip edip yol gösteren ve çalıőmalarım boyunca beni yalnız bırakmayan tüm Subtropik ekibine,

Çalıőmalarım boyunca birçok konuda yanımda olan Selver Nisa Çulha ve Behiye Arıkan'a ihtiyaç duyduğum her an değerli bilgilerini benimle paylaşan tüm Bitki Koruma Bölümü hocalarıma, beni bugünlere getiren maddi/manevi desteğini esirgemeyen ve hep arkamda olan sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.



## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 Tospovirus cinsi içerisinde yer alan virüsler ve taşıyan vektör trips türleri.....	3
Çizelge 3.1 Simptom Gösteren Bitkisel Materyallerin PCR ile Testlenmesinde Uygulanan .....	23
Çizelge 3.2 Biber Çeşitlerinin Dayanıklılık Durumlarının PCR ile Testlenmesinde Uygulanan Termocycle Programı.....	23
Çizelge 4. 2. Biber çeşit ve popülasyonlarında allel ( <i>tsw</i> ) geninde bulunan SCAC568 lokusunda <i>Xba</i> I ve <i>Taq</i> I enzimlerinin tanıdığı ve kestiği bölgelerin/bölgenin varlığına göre yapılan RFLP çalışma sonuçları .....	33



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Çukurova Üniversitesi Bitki Virüsleri Araştırma Serasında bitkilerin tohum ekimlerinden sonraki durumları .....	15
Şekil 3.2 Çalışmaların yürütüldüğü Çukurova Üniversitesi Bitki Virüsleri Araştırma Serasında ilerleyen haftalardaki yetiştiricilik çalışmaları .....	15
Şekil 3.3 Biber çeşitlerinin çimlenmeye başladığı evreler .....	16
Şekil 3.4 Biyolojik indeksleme çalışmalarının materyalini oluşturan çeşitlerin tohumlarından elde edilen fideler.....	17
Şekil 3.5 Biyolojik indeksleme (mekanik inokulasyon) için yetiştirilmiş fideler .....	19
Şekil 3.6 Biyolojik indeksleme (mekanik inokulasyon) .....	20
Şekil 4.1 Şanlıurfa'da yapılan güdümlü surveylerde arazide saptanan ve inokulum kaynağı olarak kullanılan simptomlu biber bitkileri .....	25
Şekil 4.2 SENA çeşidine ait biyolojik indekseleme sonuçları .....	26
Şekil 4.3 134 çeşidine ait biyolojik indekseleme sonuçları .....	26
Şekil 4.4 124/2 çeşidine ait biyolojik indekseleme sonuçları .....	27
Şekil 4.5 CM334 çeşidine ait biyolojik indekseleme sonuçları .....	27
Şekil 4.6 SALBAŞ çeşidine ait biyolojik indekseleme sonuçları .....	28
Şekil 4.7 171 çeşidine ait biyolojik indekseleme sonuçları .....	28
Şekil 4.8 İSOT çeşidine ait biyolojik indekseleme sonuçları .....	29
Şekil 4.9 124/1 çeşidine ait biyolojik indekseleme sonuçları .....	29
Şekil 4.10 DİLA çeşidine ait biyolojik indekseleme sonuçları.....	30
Şekil 4.11 HAYRİYE çeşidine ait biyolojik indekseleme sonuçları .....	30
Şekil 4.12 DİYARBAKIR TOP BİBER çeşidine ait biyolojik indekseleme sonuçları .....	31
Şekil 4.13 Tomato spotted wild virus allel ( <i>tsw</i> ) gene spesifik SCAC568 forward/ SCAC568 reverse primer çifti ile yapılan PCR ürün jel profili. %2 lik Agaroz jelde 100 bp Marker ile kontrol.....	32
Şekil 4.14 Tomato spotted wild virus allel ( <i>tsw</i> ) gene spesifik SCAC568 forward/SCAC568 .....	32
Şekil 4.15 Tomato spotted wild virus allel ( <i>tsw</i> ) gene spesifik SCAC568 forward/ SCAC568 reverse primer çifti ile yapılan PCR ürünlerinin <i>TaqI</i> ile kesim sonuçları. %2'lik Agaroz jelde 100 bp Marker ile kontrol. ....	33

## SİMGELER VE KISALTMALAR

AMV	: Alfalfa Mosaic Virus
BWYV	: Beet western yellows virüs
cDNA	: Komplementer Deoksiribonükleik asit
CMV	: Cucumber Mosaic Virus
CP	: Coat Protein Kılıf protein
CYSDV	: Cucurbit Yellow Stunting Disorder Virus
CYVV	: Clover Yellow Vein Virus
dNTP	: Deoksiribonükleotidtrifosfat
EDTA	: Ethylenediaminetetraacetic acid
ELISA	: Enzim-Linked Immunosorbent Assay
Hc-pro	: Yardımcı komponent proteinaz
LMV	: Lettuce mosaic virus
MiLBVV	: Miraflori lettuce big vein virus
ORF	: Okunabilir açık alanlar
PAGE	: Polyacrylamide Gel Elektroforezi
PBS	: Potasyum fosfat-tuz tamponu
PCR	: Polimeraz Zincir Reaksiyonu
Pmol	: Pikomol
PVP	: Polyvinylpyrrolidone
PVY	: Patates Y Virüsü
PZR	: Polimeraz Zincir Reaksiyonu
RNasein	: RNase inhibitörü
Rpm	: Dakikadaki devir sayısı
RT	: Reverse Transcriptase
SDS	: Sodyum dodesil sülfat
ssRNA	: Single Stranded RNA
TAE	: Tris Asetik Asit EDTA
Taq	: Termostabil polimeraz enzimi
Tm	: Thermal melting
tNA	: Total Nükleik Asit
ToMV	: Tomato Mosaic Virus
TSWV	: Tomato spotted wilt virus
ToRSV	: Tomato Ringspot Virus
TRSV	: Tobacco ringspot virus
tRNA	: Transfer RNA
VLP	: Virüs benzeri partikül

## 1. GİRİŞ

Solanaceae (Patlıcangiller) familyası içerisinde yer alan biber (*Capsicum annuum* L.), taze sofralık ve sanayide işlenerek tüketilecek şekilde ticari olarak üretimi yapılan önemli sebze türlerinden biridir. Türkiye, Türkiye 2023 yılı tarımsal istatistiklerine göre domates ve karpuzdan sonra en fazla üretimi yapılan sebze türü olan biber, yaklaşık 3.1 milyon ton üretim miktarı ile dünya biber üretiminde Çin biber üretiminden sonra 2. sırada yer almaktadır (TUIK, 2023).

Türkiye, biber üretimi kapyra, dolmalık, sivri ve Çarliston olmak üzere 4 farklı biber çeşidi şeklinde 802.389 dekar alanda yetiştirilmektedir (TUIK, 2023). Üretim alanının büyüklüğü bakımından 2023 verilerine göre en önemli biber üreticisi iller arasında Çanakkale, Antalya, Samsun, Bursa ve Manisa yer almaktadır (TUIK, 2023). Biber (*Capsicum annuum* L.) sebze türleri içerisinde önemli bir yere sahip olup, sofralık, turşu, kızartma, dondurulmuş ürünler, sos, salça, toz biber, konserve, biber suyu, baharat olarak tüketilmesinin yanında ilaç ve boya yapımında da kullanılmaktadır. Türkiye, 763.977 dekar alanda 3.018.777 ton biber üretimiyle Akdeniz ülkeleri arasında önemli bir üretici konumunda bulunmaktadır. Adana 24.792 dekarda 173.981 ton, Kahramanmaraş 10.368 dekarda 17.255 ton, Şanlıurfa 23.622 dekarda 70.479 ton ve Diyarbakır 12.911 dekarda 22.685 ton biber üretimleri ile Türkiye üretiminde yaklaşık %9,42 gibi önemli bir paya sahiptir (TUIK, 2023).

Biber üretiminde, diğer sebzelerde olduğu gibi karşılaşılan problemler nedeniyle, ekim alanları ile elde edilen sebze ürün miktarları arasında bir ilişki bulunmamaktadır. Bitki hastalıkları üretimi sınırlamakta ve pazar değerini düşürmektedir. Son yıllarda yapılan araştırmalar, bu hastalıkların hüresel patojen olmaları ve mücadele yeteneklerinin sınırlı olması nedeniyle virüs hastalıklarından kaynaklanan zararın çok boyutlu olduğunu göstermiştir. Antalya'nın/Kumluca da yürütülen bir araştırmada biberlerde hastalık oranı % 96,49 olarak rapor edilmiştir. Bu araştırmada ulaşılan sonuçlar diğer araştırmacıların aynı bölgede yaptığı araştırma sonuçları ile benzerlik göstermektedir.. Bozdoğan (2009) yapmış olduğu survey çalışmasında, Antalya ilinin Kumluca ilçesinde biber bitkilerinde TSWV bulaşıklığını % 92'lik hastalık oranı ile Beykonak mahallesinde,% 96,92'lik hastalık oranı ile en fazla bulaşıklığı ise Mavikent mahallesinde tespit etmiştir. Araştırmacı bu çalışma kapsamında, Antalya ilinin Kumluca ilçesinden toplam 90 adet biber bitki örneği toplamış ve bunlardan 86'sının TSWV ile bulaşık olduğunu belirlemiştir. Ayrıca, testlenen tüm bitkiler için genel hastalık oranını %9 5,55 olarak hesaplamıştır (Yeşil ve Gömlekli (2021).

Biber bitkisi viral hastalıklara çok hassas olması sebebi, ile birden fazla virüs hastalığına konukçuluk etmektedir. *Tütün Mozayik Virüsü* (TMV), *Hıyar Mozayik Virüsü* (CMV), *Biber Hafif Benek Virüsü* (PMMoV) ve *Patates Y Virüsü* ve *Domates Noktalı Leke Solgunluk Virüsü* (TSWV) gibi daha birçok virüslerin ülkemizde biberde hastalıklara neden olduğu araştırmacılar tarafından

rapor edilmiştir (Yılmaz ve Davis, 1984 Güldür ve ark., 1994; Yurtmen ve ark.,1998; Nie ve Singh, 2002; Mason ve ark., 2003).

Bu virüslerden biri de TSWV (*Tomato spotted wilt virus*)'dir. Bunyaviridae familyası, Orthospovirus cinsi içerisinde yer almaktadır (Uhrig ve ark., 1999; Tsompana ve ark., 2005). TSWV ilk defa 1915'de Avustralya' da rağor edilmiştir. (Brittlebank, 1919). Tospovirüsler (genus Orthospovirus, family Tospoviridae), esas olarak thrips vektörlerinin dünya çapında yaygın olması nedeniyle, artık birçok sebze, süs bitkileri ve endüstriyel ürün için önemli bir patolojik tehdit durumundadır (Goldbach ve Peters, 1994). TSWV, bitkilerde hastalıklara neden olan virüsler içerisinde 34 dikotiledon ve 7 monokotiledon bitki gurubundan 85 bitki familyasına ait 1.000' den daha çok bitki türünü kapsayan en geniş konukçu dizisine sahip virüslerden birisidir (Edwarson ve Christie, 1986; Sherwood ve ark., 2009).

TSWV'nin çok sayıda konukçu türünü enfekte etmesi, küresel olarak yetiştirilen ürünler üzerinde ekonomik olarak zararlıdır (Rob ve Dick, 1994). TSWV'nin tarımsal açıdan önemli mahsullerde neden olduğu belirtiler konukçudan konukçuya değışiklik göstermektedir (Sherwood ve ark, 2009). Diğer yandan bitkinin yaşı, bitkinin beslenmesi ve çevre (özellikle sıcaklık) nedeniyle tek bir konukçu tipinde belirtilerde değışiklik olabilmektedir. Virüsün neden olduğu yaygın belirtiler arasında bodurluk, meyvede halkalı lekeler ve yapraklarda nekrozu gibi belirtiler bulunmaktadır (Best, Rupert J., 1968).

TSWV, *Thrips tabaci*, *T. setosus*, *T. palmi* *Frankliniella occidentalis*, *F. fusca*, *F. intonsa*, *F. schultzei* ve *Scirtothrips dorsalis* (EPPO/CABI, 1997a; EPPO/CABI, 1997b) gibi birçok trips türünün de dahil olduğu 11 trips türü ile taşınması nedeniyle ayrı bir öneme sahiptir. Diğer bir özellik de TSWV'un bazı thrips türleri ile kalıcı olarak taşınan tek virüs oluşudur. Ekonomik önemleri sadece neden oldukları ekonomik kayıplardan değil, aynı zamanda fazla sayıda konukçuda enfeksiyona neden olmaları, thrips vektörleri tarafından etkili taşınmaları nedeniyle yok edilmelerinin veya kontrollerinin zor olduğunun kanıtlanmasından kaynaklanmaktadır (Pappu ve ark., 2009).

Yaklaşık 5000 trips türünden sadece 14 tanesi tospovirüslerin etkili bir şekilde taşıyıcısı konumundadır (Nagata ve ark., 2004; Riley ve ark., 2011). Tospovirus cinsine ait 17 virüs hastalık etmeni, 14 trips türü tarafından taşınmaktadır.

Bildiğimiz gibi üzere çok sayıda virüs birden farklı takım ve familyaya ait vektör böceklerle taşınmakta ve yayılmaktadır. Diğer yandan özellikle Tospovirüsler başta olmak üzere, son zamanlarda ve yıllarda neden olduğu ve verdiği ekonomik kayıplardan dolayı bu virüsün önemi hergeçen yıl artmakta ve TSWV sadece tripslerle taşınmaktadır. (Çizelge 1.1.) Bu yüzden hangi virüslerin hangi tür tripslerle taşındığının bilinmesi mücadele açısından son derece önem arz etmektedir (Şevik, 2008; Pappu ve ark., 2009).

Çizelge 1.1 Tospovirus cinsi içerisinde yer alan virüsler ve taşıyan vektör trips türleri

Tospovirüs	Vektörü
TSWV	<i>Frankliniella occidentalis</i>
TSWV	<i>Frankliniella intonsa</i>
TSWV	<i>Frankliniella bispinosa</i>
TSWV	<i>Frankliniella fusca</i>
TSWV	<i>Frankliniella schultzei</i>
TSWV	<i>Frankliniella cephalica</i>
TSWV	<i>Frankliniella gemina</i>
TSWV	<i>Thrips tabaci</i>
TSWV	<i>Thrips setosus</i>

Virüs, sirkülatif olarak devam eden en az on farklı trips türü tarafından taşınabilir (Sherwood ve ark., 2009). *Frankliniella occidentalis* veya Batı çiçek tripsi, dünya çapında ve seralarda TSWV'nin de vektörü olduğu bilinen en yaygın trips türüdür. Thripsler, yumurtalarını sap, yaprak veya çiçek gibi bitki dokularının içine gömerler. Thrips yumurtadan 2 ila 30 günde çıkar ve yaşam döngüsünü tamamlar (Sherwood ve ark., 2009). Ergin tripler, gövde, yaprak ve çiçek tomurcuklarından beslenir. TSWV'nin yayılmasına, tripslerin ve üreme hızının büyük etkisi vardır. TSWV için vektörün virüsü bünyesine alması ve virüsün böcekten bitkiye aktarılması süresi vektör türüne bağlıdır (Sherwood ve ark., 2009).

TSWV'nin trips tarafından taşınabilmesi ancak larva dönemindeki trips'in virüsü bulaşık bitkiden alması ile mümkün olabilmektedir. Tripslerde larva dönemi yaklaşık 1–3 gün sürmektedir (Moritz ve ark., 2004). Larva dönemindeki tripsler ancak bulaşık bitkilerle beslendikleri zaman TSWV'yi bünyelerine alabilirler. Orta bağırsak bariyerleri enfeksiyonu önlediğinden dolayı, yetişkin thripsler TSWV ile infekte olamazlar yani virüsü bünyelerine alamazlar (Nagata ve ark., 1999). Bununla birlikte, larva döneminde TSWV ile başarılı bir şekilde bulaşan tripsler, virüsü yaşamları boyunca beslendikleri sağlıklı bitkilere bulaştırabilirler (Sherwood ve ark., 2009). *Frankliniella occidentalis* için TSWV'nin alınması ve bitkiye aktarılması beş dk kısa olabilir. Fakat, optimum bulaşma için alınma ve verme süreleri 21.3 saat ve 42.7 saattir (Wijkamp ve ark., 1996).

TSWV ile mücadelede, diğer virüs hastalıklarında olduğu gibi bulaşmayı önlemek çok önemlidir. TSWV ile bir bitki bir kez bulaştığında, onu kurtarmak veya tedavi etmek mümkün değildir. Hastalığa karşı genetik olarak dayanıklı çeşitlerin kullanılması, etmenle mücadelede en etkili yöntemlerden biridir. Bununla birlikte, virüsle mücadele için pratik yöntemler arasında vektörle mücadele, yabancı otlarla mücadele ve kültürel önlemler yer almaktadır (Best, Rupert J., 1968).

TSWV'nin Türkiye'de çeşitli kültür bitkisi ve süs bitkilerinde neden olduğu hastalıklar üzerine birçok araştırma yapılmış ve ülkemizde varlığı ortaya konulmuştur.

TSWV, Türkiye' de ilk defa Tekinel ve arkadaşları tarafından marul bitkilerinde 1969 yılında rapor edilmiştir. Daha sonra domates (Tekinel, 1973; Fidan, 1993; Fidan, 1995; Azeri, 1994; Güldür ve ark., 1995; Yılmaz ve ark., 1995; Güldür, 1997; Arlı Sökmen ve Şevik, 2006; Şevik ve Arlı-Sökmen, 2007; Özdemir ve ark., 2009; Yardımcı ve Kılıç, 2009), tütünde (Azeri, 1994), biberde (Yurtmen ve ark., 1999; Arlı-Sökmen ve ark., 2005; Yardımcı ve Kılıç, 2009), Patlıcanda (Kamberoğlu ve ark., 2009), kabaklarda (Yardımcı ve Kılıç, 2009) ve bazı yabancı otlarda (Arlı-Sökmen ve ark., 2005; Özdemir ve ark., 2009) değişen oranlarda tespit edilmiştir. Bilindiği gibi virüs ülkemizde oldukça yaygın bir haldedir ve her geçen yıl yayılım göstermektedir.

Son yıllarda özellikle biber ekim alanlarında TSWV kaynaklı çok ciddi ekonomik kayıplar görülmektedir. Domates Lekeli Solgunluk Virüsü' nün kültür bitkilerinde sebep olduğu ürün miktarındaki kaybindan kaynaklanan miktar, yetiştirilen bitki türüne, bölgenin ekolojik ve iklim şartlarına ve mevsim şartlarına göre değişim gösterebilmektedir. Bu nedenele tarımsal ürünlerin TSWV' nin etkisinden dolayı yaşanan ürün kayıplarından doğan ekonomik kaybın parasal değerini net bir şekilde belirtmek güç olmaktadır (Bos, 1982; Strange ve Scott, 2005). Ancak TSWV'nin dünyada kültür bitkilerinde neden olduğu ekonomik kaybın miktarının 1 milyar doların üzerinde olduğu düşünülmektedir (Uhrig ve ark., 1999; Griep ve ark., 2000).

TSWV, özellikle biber üretim bölgelerinde son yıllarda önemli ekonomik kayıplara neden olmuştur. TSWV'yi önemli kılan bir başka şey de tripslerdir. Üretim materyali ticaretinin dünya çapında yaygınlaşması ve kolaylaşması nedeniyle, özellikle virüse karşı dayanıklı olduğu iddia edilen çeşitlere ait bol miktarda tohumlar yurtdışından ithal edilmektedir. Ancak virüs kaynaklı enfeksiyonlar, özellikle biber üretim bölgelerinde her yıl artmaktadır. Araştırmanın amacı, dayanıklı olarak iddia edilen ithal materyallere rağmen bu artışın nedenini belirlemektir. Ayrıca, TSWV'ye karşı genetik olarak dayanıklı olup olmadıklarını ve ülkemizde yetiştirilen ve henüz yetiştirilmemiş yerel biber popülasyonlarının TSWV'ye karşı duyarlılıklarını belirlemek ve ülke tarımına sunmaktır.

Vektörü olan tripslerin de varlığı TSWV'yi önemli hale getirmektedir. Son yıllarda Dünyada üretim materyali ticaretinin yaygınlaşması ve kolaylaşması ile yurt dışından bol miktarda özellikle virüse karşı dayanıklı olduğu iddia edilen çeşitlere ait tohumlar ithal edilmektedir. Ancak virüs kaynaklı enfeksiyonlar özellikle biber üretim alanlarında her geçen yıl artış göstermektedir.

TSWV'nin en az altı farklı ırkı rapor edilmiştir; streynler arasında görülen simptomlar ve enfekte edilen konukçu sınırı büyük ölçüde farklılık göstermektedir. Bu hastalık daha önce tropik ve subtropik bölgelerde yaşayan ürünleri tehdit ediyordu, ancak şu anda her yerde görülmektedir. Son zamanlarda Dünya çapında kapalı ve açık alanda üretimi yapılan birçok sebze türü, domates lekeli solgunluk virüsü (TSWV) nedeniyle önemli verim kayıplarına uğradı.(Şevik, 2015). Thrips türlerinin yaygınlığı ve virüsle bulaşık bitki materyalinin hareketi bunun ana nedenidir. Hastalıkla

bulaşık bitkilerin erken ve doğru tespit edilmesi ile ortadan kaldırılması ve vektör popülasyonunu azaltmak, hastalıkla mücadelenin temel prensiplerini oluşturmaktadır.

TSWV, bir adet internal nucleocapsid protein (N); G1 ve G2 olmak üzere iki adet membrane glycoprotein ve bir adet büyük protein (L) içeren yaklaşık 70-110 nm çapında küresel zarflı tek bir partiküle sahiptir. Bir TSWV partikülü %5 nükleik asit (RNA), %70 protein, %20 lipit ve %5 karbonhidrat içermektedir (Adkins, 2000). Genom 3 farklı (S RNA; 2.9 kb, M RNA; 4.9 kb ve L RNA; 8.9 kb), (-) sens ve ambisens ssRNA molekülünden oluşmaktadır, 2.9 kb büyüklüğünde olan ambisens S RNA, viral (v) sensde 52.4 kDa'luk yapısal olmayan bir protein (NSs) ve viral komplementary (vc) sensde 29 kDa büyüklüğünde N (Nükleokapsid) proteinini kodlamaktadır. NSs proteini, 1.7 kb'lık viral sens subgenomik RNA'dan, N proteini ise 1.2 kb'lık viral komplementary sens subgenomik mRNA'dan sentezlenmektedir, 4.9 kb büyüklüğünde olan ambisens M RNA, viral sensde 33.6 kDa'luk yapısal olmayan bir protein (NSm) ve viral komplementary sensde 127.4 kDa'luk reseptör görevi yapan G1 ve G2 glikosilat membran proteinlerini kodlamaktadır, 8.9 kb'lık (-) sens L RNA ise, 331 kDa büyüklüğünde bir putative RNA-dependent-RNA polymerase (RdRp) proteini (L) kodlayan viral komplementary (vc) sens bir ORF içermektedir (Adkins, 2000; Tsompana ve ark., 2005).

Bu araştırmanın amacı hem dayanıklı iddiasıyla ithal edilen materyallere rağmen bu artışın nedenini ortaya koymak ve ülkemizde ıslahı yapılmış ve henüz ıslah edilmemiş yerel biber popülasyonlarının TSWV'ye karşı genetik olarak dayanıklılık/duyarlılık durumlarının araştırılmasıdır. Bu amaç doğrultusunda Karaisalı/Salbaş (Salçalık), Kahramanmaraş (Toz biber), Şanlıurfa (İsot), Diyarbakır top biber popülasyonlarının ve ıslah edilmiş olan Sena, Dila, Hayriye, 134, 124/1, 124/2, 171, CM334 çeşitlerinin genetik analizlerini yapmak ve dayanıklılık veya duyarlılık durumlarının ortaya konulmasıdır. Bu tez çalışması ile araştırma kapsamındaki biber çeşitlerinin dayanıklı veya hassas olanların ko-dominant (Heterozigot olması durumunda alel genlerin her ikisinin de etkisini aynı anda birlikte göstermesi durumudur) seviyede belirlenmiştir. Ayrıca çeşitlerin durumları heterozigot ve homozigot düzeyde (RR, Rr, rr) ortaya konulması amaçlanmıştır.



## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

TSWV Polonya' da ilk defa 1950 yılında rapor edilmiş ve daha sonra 1970' li yıllarda Polonya' nın güney batı bölgelerinde tütün üretim alanlarında zarar verdiği rapor edilmiştir. Tütünde en yüksek verim kaybı 1977 yılında gözlenmiş ve 22.000 ha tütün alanında yaklaşık 10.000 ton tütünün bu virüs tarafından tahrip edildiği bildirilmiştir (Jankowski ve ark, 1980).

Roca ve ark (1997), İspanya'nın Kuzeydoğusu'ndan topladıkları sekiz TSWV izolatının çeşitliliği üzerine yaptıkları bir çalışmada, on konukçu türle karşılaştırıldığında, izolatlar arasında hafif bir biyolojik değişkenlik olduğunu ancak aralarında genetik olarak hiçbir fark olmadığını keşfettiler.

Holcomb ve ark (1999), *Melampodium divaricatum* ve *Nicotiana bentamiana* bitkilerinde TSWV'nin dışarıdan mekanik yollarla inokulasyonunu araştırdılar. Uygulama gerçekleştirildikten 2 hafta sonra *Nicotiana bentamiana* ve 2 ay sonra *Melampodium divaricatum*'da TSWV belirtileri görülmeye başlandı. *Melampodium divaricatum* bitkisinin simptom gösteren yaprakları ELISA yöntemi kullanılarak test ettiler. Yapılan testler hastalık belirtilerinin TSWV tarafından kaynaklandığını ortaya çıkardı. Böylece, 1999 yılında Güney Amerika'da ilk TSWV görüldüğünü rapor ettiler.

Akdeniz'de TSWV ilk olarak İtalya'da bahçe ve süs bitkilerinde sorun haline geldi (Lisa ve ark., 1990; Vaira ve ark., 1993), İspanya (Jordà, 1993) ve Fransa (Marchoux ve ark., 1991), daha sonra Slovenya (Mavric ve Ravnikar, 2001), Arnavutluk (Çota ve Merkuri, 2004), Yunanistan (Chatzivassiliou ve ark., 1996, 2000), Türkiye (Yardımcı ve Kılıç, 2009; Yurtmen ve ark., 1999), İsrail (Antignus ve ark., 1994, 1997), Ürdün (Anfoka ve ark., 2006), ve Tunus (Ben Moussa ve ark., 2000, 2005). Karadağ'daki varlığı da tespit edildi (Zindovic ve ark., 2011). Dirençli biber çeşitlerinde *tsw* genini susturabilen TSWV-RB izolatları ilk olarak Brezilya'dan rapor edilmiş (Ferrand ve ark., 2019), bunu İtalya'dan gelen raporlar izlemiştir. Ayrıca, domates ve biber bitkilerinin sıklıkla yetiştirildiği diğer bazı yerlerde de gözlemlenmiştir (Deligöz ve ark., 2014; Debreczeni ve ark., 2015; Almasi vd., 2017; Güneş ve Gümüş, 2019).

TSWV'nin en sık enfekte ettiği yabancı otlar Louisiana'da Asteraceae'nin iki türü olan *Sonchus asper* ve *Lactuca floridana* ve Ranunculaceae ailesinin bir üyesi olan *Ranunculus sardous*'tur (Chatzivassiliou vd., 2001).

ABD' nin Georgia vilayetinde, 2004 yılında TSWV' nin tütün bitkilerinde sebep olduğu yıllık kaybın 17 milyon dolardan fazla olduğu rapor edilmiştir (Mandal ve ark., 2008).

Azeri (1981), 1980'li yılların ortalarında Çanakkale ilinde yapılan bir çalışmada tütün bitkisinde TSWV'yi tespit etmiştir.

Mandal ve ark (2002) çeşitli yerfıstığı genotiplerini düşük (30) mekanik inokulasyon yönteminde kullandıkları TSWV'e nasıl tepki verdiklerini inceledi. C11-2-39 yerfıstığı genotipinin

yüksek sıcaklıklarda TSWV'e direncinin en yüksek olduğunu ve yüksek sıcaklıklarda TSWV enfeksiyonunun azaldığını keşfettiler.

2009 yılında Bozdoğan, ülkemizin en önemli domates üretim bölgesi olan Antalya ve bazı ilçelerinde yürüttüğü bir araştırmada, test edilen bitkilerin %80'inin, biber örneklerinin %91'inin ve marul örneklerinin %93'ünün TSWV ile enfekte olduğunu rapor etmiştir.

Yardımcı ve Çulal-Kılıç (2009) Batı Akdeniz'deki on iki bölgeden 337 örnek alarak bir çalışma yürüttüler. Örnekler, hıyar, domates, biber, patates, marul, kabak ve DAS-ELISA yöntemiyle test edildi. Sonuç olarak, 157 örnek TSWV ile enfekte olmuştur.

Kamberoğlu ve ark (2009) 2006 ve 2007 yıllarında Mersin'de (Doğu Akdeniz Bölgesi) açık yetiştiricilik alanlarında ve Antalya'da (Batı Akdeniz Bölgesi) örtüaltı yetiştiricilik alanlarında patlıcan bitkilerinden TSWV belirtileri gösteren bitki örnekleri toplayarak ELISA ve RT-PCR yöntemlerini kullanarak tanımladılar. Bu araştırma, ülkemizde bu hastalık etmeni virüsün patlıcan bitkisinde ilk kez ortaya çıktığını bildirmiştir.

Sertkaya (2015) Hatay'da marul (*Lactuca sativa*) ve ıspanak (*Spinacia oleracea*) bitkilerinin yaprakları, 2011-2012 yıllarında kabarıklık, bitkide bodurluk, yukarı veya aşağı doğru kıvrılma, gevrekleşme, klorotik veya nekrotik lezyonlar, mozaik, halkalı lekeler, damarların açılması, damar nekrozu, şiddetli kloroz ve ölüm gibi belirtiler gösterdi. Marul ve ıspanak bitkilerinin yaprakları, biyolojik (mekanik inokulasyon) ve serolojik (DAS-ELISA) yöntemler kullanılarak çeşitli virüslere maruz bırakılmıştır. Bunlar Alfalfa mosaic virüs (AMV), Sarımsak mozaik virüs (CMV), Sarımsak mozaik obamovirus (TMV), *Tobacco ring spot virüs* (TRSV), *Lettuce mosaic virus* (LMV), Beet western yellows virus (BWYV), Mirafiori marul büyük damar virüsüdür. Marul ve ıspanak bitkilerinden alınan örnekler sırasıyla %67,9 ve %38,8 oranında virüs bulaşımı gösterdi. 53 marul örneğinde LMV (%47,1), MiLBVV (%11,3), TSWV (%5,6) ve CMV (%3,7) bulunurken, 18 ıspanak örneğinde CMV (%16,6), TSWV (%11,1) ve LMV (%11,1) bulundu.

Momol (2000) Florida eyaletinde TSWV virüsünü ilk kez Habanero ve Tobasco biberlerinde DAS-ELISA testi kullanılarak belirlemiştir. Biberlerin yapraklarında hastalık belirtilerinin görülmesi üzerine, DAS-ELISA yöntemi ile örnekler virüse karşı test edilmiştir. Bulgular, Habanero'da %1,5, Tobasco'da ise %1 hastalık oranı olduğunu göstermiştir.

Yardımcı ve ark (2017) 2014 yılında Isparta ve Burdur'da domates yetiştiren bölgelerde TSWV benzeri belirtiler gözlemlenen bitki örnekleri toplayarak DAS-ELISA yöntemi kullanılarak TSWV varlığını belirlemeye çalıştılar. DAS-ELISA sonuçları negatif çıkmıştır ancak RT-PCR çalışması, örneklerin TSWV ile bulaşık olduğunu göstermiştir. Bu araştırma, TSWV teşhisinde DAS-ELISA yönteminin daha az hassas olduğunu göstermiştir.

Gömlekli (2021) 2020 senesinde Eylül-Aralık ayları içerisinde Antalya ili Kumluca ilçesinde biber seralarında gerçekleştirilen sürveyler ile virüs belirtisi gösteren biber bitkilerinden 57 adet ve sera içerisinde ve sera çevresinde bulunan biber dışındaki bitkilerden veya yabancı otlardan 99 adet olmak üzere toplam 156 adet yaprak örnekleri toplanmıştır. Sonrasında

laboratuvara testleme yapılmak amacıyla getirilen bitki örnekleri Çift Antikorlu Sandviç Enzime Bağlı İmmüno-sorbent Testi (DAS-ELISA) yöntemi ile TSWV enfeksiyonlarını belirlemek için testlenmiştir. Tüm bu testlemeler sonucunda, testlemiş olan yaprak örneklerinin %55,76'sının TSWV ile bulaşık olduğu tespit edilirken, bu oran biber örnekleri için %96,49 ve diğer bitki örnekleri için ise %32,32 olarak saptanmıştır. Sürvey çalışmaları sırasında biber dışındaki 31 farklı bitki ve yabancı ot türünden 13'üne ait yaprak örneklerinin virüsle bulaşık olduğu ortaya konulmuştur. Ayrıca, sürvey çalışmaları sırasında biber seralarındaki TSWV belirtilerine benzer belirtiler sergileyen biber bitkileri sayılarak, bu virüs hastalığının yaygınlık oranı Kumluca ilçesi ve mahalleler bazında hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar sonucunda TSWV'nin yaygınlık oranları; Kumluca %26,93, Mavikent %26,92, Beykonak %32,27, Salur %20,66, Hacıveliler %21,13, Adrasan %17,66, Merkez %13, Kavakköy %25 olarak bulunmuştur.

Greenough ve ark (1990) plastik film malçlarının domates, biber ve tütün tarlalarında thrips göçü ve domates benekli solgunluk virüsü (TSWV) vakası üzerindeki etkisi araştırıldı. Üç uygulama (alüminyum yüzeyli plastik malç, siyah plastik malç ve malçlanmamış kontrol), üç ayrı ürün alanının her birinde rastgele tam blok tasarımıyla düzenlendi. Tedavi alanlarına Thrips göçü, sarı yapışkan tahta tuzakların kullanımıyla tahmin edildi. Malçsız uygulamayla karşılaştırıldığında alüminyum yüzeyli malç, domateste sıkışıp kalan thrips sayısını %68, TSWV vakasını ise %64 azalttı. Biberde thrips sayısı ve TSWV görülme sıklığı sırasıyla %60 ve %78 oranında azaldı. İkinci bir lokasyonda, alüminyum yüzeyli malç sayesinde yakalanan thrips sayısı %33 oranında azaltıldı ve her bir uygulama alanında domates, biber ve tütünün kombine ekiminde TSWV vakası %60 oranında azaltıldı. Tuzaklardan, bilinen iki TSWV vektörü olan *Thrips tabaci* ve *Frankliniella fusca* dahil olmak üzere çeşitli thrips türleri tespit edilmiştir.

Latham ve Jones (1996) 1993'te yaptıkları araştırmaya göre Batı Avustralya'da batı çiçek tripsi (*Frankliniella occidentalis*), bitkilerin önemli zararlısı olduğunu belirtmişlerdir. Bu zamandan sonra TSWV nedeniyle bahçe bitkilerinde zarar verici virüs hastalık epidemileri arttı. TSWV için yürüttükleri anket çalışmasında, çok sayıda bahçe bitkisi enfeksiyona uğramasına rağmen domates ve biber en fazla enfeksiyona uğradı.

Chatzivassiliou ve ark (2001) *Trips tabaci*, *Frankliniella occidentalis* veya her iki vektörün de bulunduğu Yunanistan'ın farklı bölgelerinde Tospovirus benzeri belirtiler gösteren bitkilerden örnekler almışlar ve bu bitkileri infekte eden virüsleri belirlemek için ELISA testi kullanmışlardır. Çalışmada, *Impatiens necrotic spot virus* (INSV) ve *Tomato spotted wilt virus* (TSWV) için N proteinine karşı poliklonal antiserumlar kullanılmıştır. Tüm örnekler TSWV' e karşı pozitif sonuç verirken, INSV' e karşı negatif olarak tespit edilmiştir. Konukçu aralığı araştırmaları, Leguminosae ve Cucurbitaceae ailelerine ait türler arasında duyarlılıkta farklılık olduğunu göstermiştir. Bu çalışmada, *Solanum melongena*, *Celosia cristata*, *Dianthus chinensis*, *Stephanotis floribunda* ve *Catharanthus roseus* türleri Yunanistan'da TSWV'nin yeni konukçuları olduğunu keşfettiler.

Graves ve ark (2002) Carolina eyaletinde en az iki yıl üretim yapılmamış arazide 28 tek yıllık ve çok yıllık bitki türünde TSWV vektörü olarak en yoğun tütün thripsine rastlandığını rapor etmişlerdir.

Kamberoğlu ve ark (2005) Mersin'de 2004 yılında TSWV için yapılan survey çalışmasında; mozaik, sararma, nekrotik lekeler ve cücelik semptomlarını gösteren veya semptomsuz olan 18 adet *Ranunculus arvensis* L. ve 20 adet *Ranunculus muricatus* L. bitkisi toplanmıştır. TSWV' nin vektörü olan batı çiçek thripsi (*Frankliniella occidentalis* (Pergande)) bu bitki türleri üzerinde, görsel olarak tanımlanmıştır (Dr. E. ATAKAN, Çukurova Üniversitesi, tarafından teşhis edilmiştir).

Vektör olarak en yüksek varlığa sahip trips türleri *F. occidentalis* olurken, onu *Thrips palmi* ve *Thrips tabaci* izlemiştir. Sonuç olarak, *Emilia sonchifolia* ve *Amaranthus dubius* türlerinin aşı kaynakları ve vektör rezervuarları oldukları belirlenmiştir (Ebratt vd. 2013).

TSWV, mekanik taşıma testlerinde oldukça duyarlı olmalarına rağmen *F. occidentalis* tarafından *Galinsoga parviflora* ve *Sonchus oleraceus*'a bulaşamamıştır. *F. occidentalis*'in farklı yabancı otlardaki larva sayısı ile beslenme zararı arasında önemli bir ilişki bulunmuştur. Trips üremesini destekleyen ve TSWV'nin iyi konukçuları olan yabancı otların varlığı, epidemiyolojideki rollerinin ve hastalık kontrolü için yönetimlerinin öneminin açık bir göstergesidir (Macharia vd. 2016).

Gupta ve ark (2018) yapmış olduğu çalışmada, bitki konakçılarında TSWV virüsüne karşı direnç sağlayan çeşitli genler (Sw-1a ve Sw-1b, sw-2, sw-3, sw-4, Sw-5, Sw-6 ve Sw-7 gibi) ve proteinler (DNA-J gibi) de tanımlamıştır. Domates, thrips ve TSWV etkileşimine genel bir bakış sağlamışlardır.

Batuman vd. (2020) Kaliforniya'nın Orta Vadisinde, 2005 yılından itibaren TSWV'nin primer vektörü olan Batı çiçek tripsi (*F. occidentalis*)'nin popülasyonunun artışına bağlı olarak sanayi tipi domateslerde ekonomik boyutta önemli olarak ortaya çıktığını ifade etmişlerdir. TSWV'nin bölgedeki epidemiyolojisini anlayabilmek için Batı çiçek tripsi popülasyonları, seralarda TSWV sıklığı ve ilişkili açık alanlarda domateste 2007-2013 yılları arasında gözlemişlerdir. TSWV'nin sıklığının infeksiyon belirtileri tüm gözlemlenen tarlalarda belirlenmiştir. TSWV sıklığı %1'den 20'ye kadar değişkenlik göstermiştir. Primer inokulum kaynaklarının tek olmadığı, üretim bölgesine bağlı olarak trips TSWV inokulum kaynaklarının farklılık gösterdiklerini bildirmişlerdir.

Steven ve ark (1994) Birkaç domates benekli solgunluk virüsü (TSWV) direnç geni tanımlanmıştır (Sw1 a, Sw1 b, sw2, sw3, sw4, Sw-6 ve Sw-5); ancak Sw-5, çoklu tospovirüslere karşı dayanıklılığı nedeniyle domates yetiştiriciliğinde yaygın olarak kullanılan tek gendir (Boiteux ve Giordano, 1992; Stevens ve diğerleri, 1992, Stevens, bildirilmemiş veriler). Nadir olmasına rağmen, Sw-5'i yenen yeni TSWV izolatları tespit edilmiştir (Latham. ve Jones, 1998; McMichael ve diğerleri, 2002). *Solanum chilense*'den gelen tospovirüs direnci Stevens ve ark, tarafından

tanımlanmıştır. Ve bu türün introgresyonunun saha koşullarında yararlı olduğu gösterilmiştir (Canady ve diğerleri, 2001). Bu germplazm, Sw-5'i yenen izolatlar karşı direnç göstermiştir (Stevens, bildirilmemiş veriler).

Rosello ve ark (1996) *Tomato spotted wilt virus* (TSWV), %100'e kadar varan verim kaybına neden olan domateslerde meydana gelen ciddi hastalıklardan birisi olduğunu rapor etmişlerdir. Son zamanlarda, bu virüsün önemi nedeniyle viral partikülleri, hastalık vektörleri, taşınma ve kontrol teknikleri üzerine araştırmalar yapılmıştır. Bu hastalıkla mücadele etmek için genetik dayanıklılığın bir çözüm olabileceğini vurgulamışlardır. Genetik dayanıklılık, taşınmayı önleme vektörleri ve inokulum azaltmayı hedefleyen diğer yaklaşımların hastalığı durdurmada etkisiz görünmesi nedeniyle tamamlayıcı olabilir.

Chatzivassiliou ve ark (2001) *Frankliniella occidentalis*, *Trips tabaci* veya her iki vektörün de bulunduğu Yunanistan'ın farklı bölgelerinde Tospovirus benzeri belirtiler gösteren bitkilerden örnekler almışlar ve bu bitkileri infekte eden virüsleri belirlemek için ELISA testi kullanmışlardır. Çalışmada, *Impatiens necrotic spot virus* (INSV) ve *Tomato spotted wilt virus* (TSWV) için N proteinine karşı poliklonal antiserumlar kullanılmıştır. Tüm örnekler TSWV' e karşı pozitif sonuç verirken, INSV' e karşı negatif olarak tespit edilmiştir. Konukçu aralığı araştırmaları, Leguminosae ve Cucurbitaceae ailelerine ait türler arasında duyarlılıkta farklılık olduğunu göstermiştir. Bu çalışmada, *Solanum melongena*, *Celosia cristata*, *Dianthus chinensis*, *Stephanotis floribunda* ve *Catharanthus roseus* türleri Yunanistan'da TSWV'nin yeni konukçuları olduğunu keşfettiler.

Margaria ve ark (2004) TSWV'nin dayanıklı biber çeşitlerinde dayanıklılık kıran izolatları İspanya'nın Almeria bölgesinde incelenmiştir. 2003 yılı sonbaharında, daha önce TSWV'ye dayanıklı olduğu görülen bir biber çeşidi, TSWV enfeksiyonu ile sıklıkla ilişkili belirtiler gösterdi. TSWV dayanıklılığı kıran izolatlar İtalya'dan, Sw-5 genini taşıyan domates türlerinden ve *tsw* genini taşıyan biber türlerinden bulundu. Bu, 2004'te İspanya'daki arazi koşulları altında TSWV izolatlarının *tsw* geninin sağladığı dayanıklılığı kırdığı ilk araştırmadır.

Lian ve ark (2013) 2004 yılında, İtalya'nın Mesagne, Apulia bölgesindeki tarla bitkilerinden Sw-5 genine sahip bitkiler üzerinde TSWV örnekleri topladılar. Alınan yaprak örnekleri virüs varlığı için test edildi ve sadece TSWV ile bulaşık olduğu bulundu. Bu örneklerden alınan izolatlar ve Sw-5 geni taşıyan F1 çeşitleri üzerinde mekanik inokulasyon yaparak TSWV'nin dayanıklılığını test ettiler. 2004 yılında İtalya, test edilen F1 bitkileri üzerinde enfeksiyon oluşturan ilk izolat olarak rapor edildi.

Hoang ve ark (2013) 6 *Capsicum* türü ve 30 ticari F1 hibritinden oluşan bir biber germplazm koleksiyonunu TSWVPap'e karşı direnç açısından değerlendirmiş ve *Capsicum chinense* "AC09-207" nin yeni bir direnç kaynağı olabileceğini bildirmiştir. Genetik analiz ve allelizm testleri, *Capsicum chinense* "AC09-207" deki direncin tek bir dominant gen tarafından verildiğini ve yeni direnç geninin Tsw lokusunda benzersiz bir allele sahip olabileceğini veya Tsw ile sıkıca bağlantılı farklı bir gen tarafından kontrol edilebileceğini göstermektedir.

Peiro ve ark (2014) tarafından yürütülen bir başka çalışmada, TSWV ve Sw-5b geni arasındaki ilişkiyi inceleyen bir çalışmada dizi analizleri karşılaştırıldı. Daha önceki dayanıklılığı kıran izolatlar (C118Y ve T120N) ve dayanıklılığı kırmayan izolatlar kullanıldı. *Nicotiana benthamiana* için üç adet dayanıklı TSWV izolatı (RB1 T120N, RB2 C118Y ve dayanıklı izolat) kullanılmıştır. Çalışma, NSm alanın Sw-5 dayanıklılığının avirülens belirleyicisi olduğunu ve C118Y ve T120N mutasyonlarının dayanıklılığın kırılmasından sorumlu olduğunu tespit etmiştir.

Debreczeni ve ark (2015) İspanya'da yapılan bir araştırma, yabancı ve kültürel çeşitler üzerinde dayanıklılığı azaltan izolasyonları ortaya çıkardı. TSWV üzerinde genom çalışmaları ve L, M ve S segmentleri üzerindeki beş ORF (Open reading frame olarak bilinen Açık Okuma Bölgeleri) üzerindeki analizler, dayanıklılığı kıran izolata ilişkin bilgi sağladığını rapor etmişlerdir.

Aramburu ve ark (2015) *tsw* genine sahip dayanıklı biber çeşitleri İspanya'nın kuzey-doğu bölgesinde satılmaya başlandı ve TSWV kaynaklı hastalık belirtileri gösterdiklerini rapor etmişlerdir. *Tsw* dayanıklılık genine sahip biber çeşitlerinden alınan örnekler *Nicotiana glutonasa*'ya bulaştırıldı ve buradan alınan örnekler *Tsw* dayanıklılık genine sahip biberlere bulaştırıldı. *Tsw* genine sahip çeşitler ve dayanıklılığı kıran izolatlar üzerinde bulaştırıldı. NRB (None Resistance Breaking -Dayanıklılığı kırmayan izolat) izolatları herhangi bir belirti göstermezken, RB (Resistance Breaking Dayanıklılığı Kıran izolat) izolatları *Tsw* dayanıklılık genine sahip biber çeşitlerinde şiddetli belirtiler göstermiştir.

Margaria ve ark (2015) Amerika Birleşik Devletleri, 2016 yılında domatesin Sw-5 dayanıklılığını kıran TSWV izolatının tüm genom bilgilerini ilk kez yayınladı. 8914, 4765 ve 2984 nükleotid, üç parçadan oluşan L, M ve S segmentlerinin uzunluklarında bulunmuştur. Aminoasit bazları ile nükleotid bazlarını karşılaştırdılar. Filogenetik analizler, RdRp bölgesindeki izolatları önceki Hawaii izolatlarından farklı bir alanda gruplandığını gösterdi. TSWV'nin evrimleşmesinde farklı coğrafik orijinler olduğu ve Güney Kore, İtalya ve Brezilya izolatları arasında reassortment olduğu M segmentine ait veriler tarafından gösterilmiştir.

Domateste *Sw5* geni, biberde ise *tsw* direnci TSWV'ye karşı direnç sağlamaktadır. Ancak farklı çalışmalarda araştırmacılar hem biberde (Deligöz ve ark., 2014; Gabor ve ark., 2012; Hobbs ve ark., 1994; Margaria ve ark., 2004; Roggero ve ark., 2002; Sharman ve Persley, 2006) hem de domateste (Aramburu ve Marti, 2003; Debreczeni ve ark., 2014; Fidan ,2016; Lian ve ark., 2013; Lopez ve ark., 2011; Margaria ve ark., 2004; Peiro ve ark., 2014) direnç kırıcı izolatlar bildirmişlerdir.

Çelik ve ark (2017) tarafından yayınlanan çalışmada, biber bitkisinin TSWV'nin meyve ve yaprak üzerinde en fazla zarar verdiği bitkilerden birisi olduğu rapor edilmiştir. Dünya çapında, domates ve karpuzdan sonra biber TSWV için en yaygın sebze türüdür. 2017 yılında yapılan bir çalışmaya göre, TSWV'ye karşı dayanıklı biber hatlarının geliştirilmesi için çalışmalar yürütülüyordu. Pedigri yöntemi kullanılarak TSWV'ye dayanıklı on sivri biber hattı ürettiler.

2019 yılında Antalya’ da yapılan bir araştırmada, TSWV’ üne karşı dayanıklılık geni ile alakalı olan ve Moury ve arkadaşlarının 2000 yılında geliştirmiş oldukları CAC568 CAPS markır çiti ile dayanıklı ve hassas biber genotiplerini ko-dominant seviyede (RR, Rr, rr) ortaya konulmuştur. SCAC568 markır çiftini kullanarak Tomato spotted wilt virüs’ e karşı dayanıklılığının kontrol edilmesinde *XbaI* ve *TaqI* enzimleri ile RFLP sonucuna göre elde edilen kesim sonuçlarının karşılaştırılmalı olarak birlikte değerlendirilmesinin ve dayanıklı ile hassas genotiplerin kodominant seviyede belirlenmesinde kullanılabilirliğin test etmiştir. Araştırmada F2 kademede ki 2 popülasyona ait genotipler SCAC568 CAPS markır çifti aracılığıyla kontrol edilmiştir (İkten, H.,2019)

2024 Ocak ayında Niğde Üniversitesinde yapılan bir çalışmada, Domates benekli solgunluk orthospovirus (TSWV, Orthospovirus tomatomaculae) direnç genleri (Tsw, Sw5) biber ve domates bitkilerinde tanımlanmıştır. Dirençli çeşitlerin geliştirilmesi, viral enfeksiyonların üstesinden gelmek için popüler yönetim stratejilerinden biridir. Ancak, dirençli çeşitlerin geliştirildiği birçok yerde direnç genlerinin bozulduğu belgelenmiştir. Bunun başlıca nedeni, bu çeşitlerin art arda kullanılması nedeniyle direnç kırıcı (RB) hatların ortaya çıkmasıdır. Bu izolatların gelişimi Türkiye’de hem domates hem de biber bitkilerinde büyük kayıplara neden olabilir. TSWV’nin görülme sıklığını araştırmak için, Türkiye’de domates ve biber yetiştirilen illerin yaygın bölgelerinden 150 simptomatik örnek toplanmıştır. Örnekler virüs titresini arttırmak için aşılanmış ve ELISA ile doğrulanmıştır. ELISA-pozitif örnekler ters transkripsiyon-polimeraz zincir reaksiyonu ile doğrulanmıştır. Domates ve biber bitkilerinde direnç genlerini taramak için dizi karakterize edilmiş çoğaltılmış bölge (SCAR) ve CAPS belirteçleri kullanılmıştır. Pozitif TSWV-izolatları, RB izolatları için NSs veya NSm genlerinde daha önce bildirilen mutasyonlara sahip olup olmadıklarını belirlemek için kısmen dizilenmiştir. Virüs karakterizasyonuna göre, NSm ve NSs amino asit dizileri daha önce tanımlanmış mutasyonlar göstermemiştir. Direnç geni taşıyan izolatlar kısmi genom dizileri için çoğaltılmıştır. Filogenetik analizler hem NSs hem de NSm’nin aynı genetik havuzda dağıldığını ortaya koymuştur. N gen dizisi karşılaştırması ve filogenetik analiz, Türk izolatlarının ayrı bir kladda kümelendiğini göstermiştir. Bu bulgular, biber ve domateste TSWV enfeksiyonları ve direnç genleri hakkında filogenetik analiz ile fikir vermektedir.

Ülkemizde biber bitkilerini dayanıklılık durumlarının ortaya konulması amacıyla TSWV dışında Pepper Mild Mottle Virus (PMMoV)’ e karşı biber popülasyonların dayanıklılık durumları ko-dominant seviyede araştırılmış ve söz konusu virüse karşı hassas bulunmuşlardır. (Çağlar ve ark., 2013).

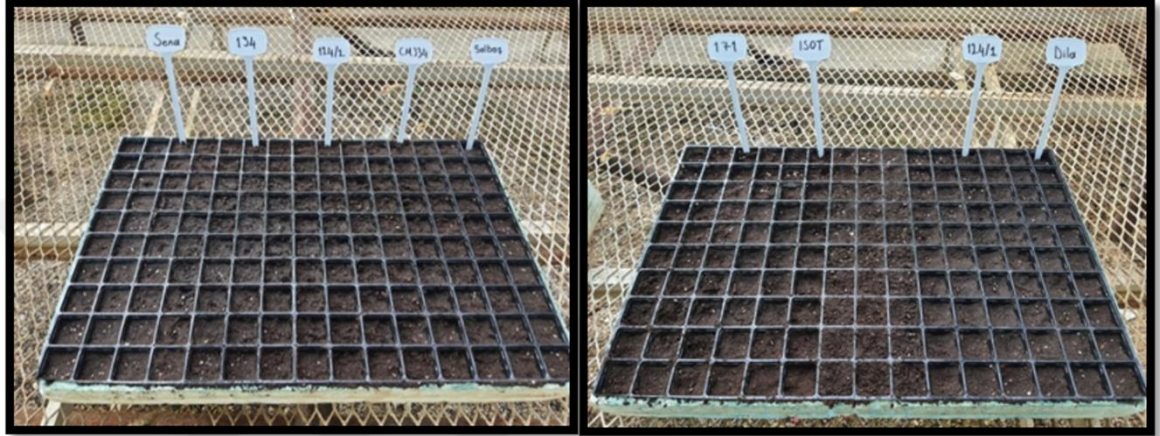


### 3. MATERYAL VE METOT

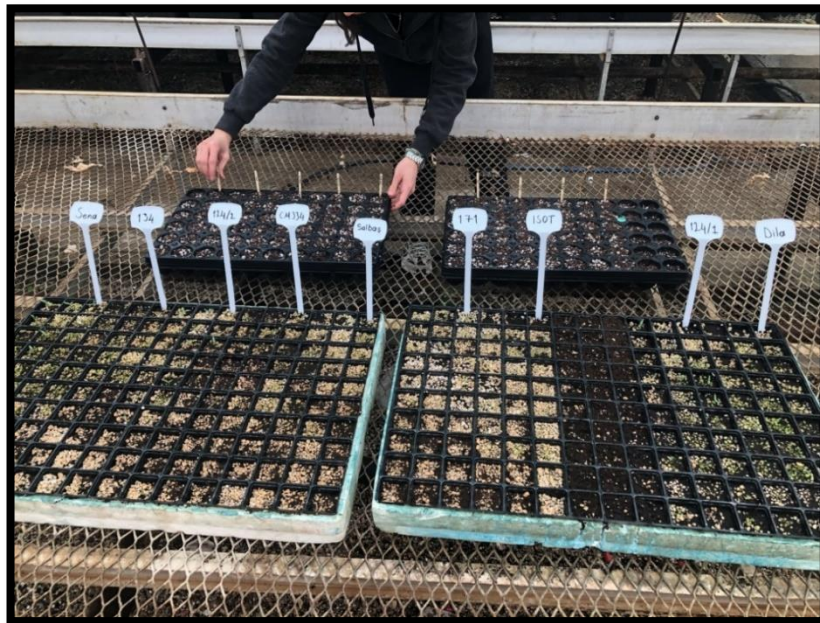
#### 3.1 Materyal

##### 3.1.1. Araştırmanın Yürütüldüğü Yer ve Bitkisel Araştırma Materyalleri

Araştırma Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Bitki Virüsleri Araştırma Laboratuvarı ve Bitki Virüsleri Araştırma Serasında yürütülmüştür. Viyollere ekilen bitkisel materyal ve çeşitler Şekil 3.1 ve 3.2’de gösterilmiştir.



Şekil 3.1 Çukurova Üniversitesi Bitki Virüsleri Araştırma Serasında bitkilerin tohum ekimlerinden sonraki durumları



Şekil 3.2 Çalışmaların yürütüldüğü Çukurova Üniversitesi Bitki Virüsleri Araştırma Serasında ilerleyen haftalardaki yetiştiricilik çalışmaları

Araştırmalar sırasında kullanılan bitkilerin kaynağını SENA, 134, 124/2, CM334, SALBAŞ (Popülasyon), 171, İSOT (Popülasyon), 124/1, DİLA, HAYRİYE, DİYARBAKIR TOP

BİBER (Popülasyon) çeşitlerine ait temin edilen tohumlar oluşturmuştur. Viyollere ekilen bitkilerin çimlenme dönemlerine ait görseller Şekil 3.3'te gösterilmiştir.



Şekil 3.3 Biber çeşitlerinin çimlenmeye başladığı evreler

Diğer yandan Adana, Kahramanmaraş, Şanlıurfa ve Diyarbakırda yerel popülasyonların yetiştirildiği alanlardaki yapılan güdümlü surveylerde simptomlu bitkiler yine araştırma materyallerini oluşturmuştur. Surveylerde seçilen örneklerin simptomlu genç yaprakları toplandıktan sonra numaralandırılıp etiketlenerek buz kutusu içerisinde laboratuvara getirilmiştir.

### 3.1.2 Biyolojik Tanı (Mekanik İnokulasyon) Çalışmalarında Kullanılan Materyaller

Biyolojik çalışmalarda SENA, 134, 124/2, CM334, SALBAŞ (Popülasyon), 171, İSOT (Popülasyon), 124/1, DİLA, HAYRİYE, DİYARBAKIR TOP BİBER (Popülasyon) popülasyon ve çeşitlerin TSWV' üne biyolojik olarak dayanıklılık durumlarını ortaya koymak için söz konusu çeşitlerin tohumlarından elde edilen fideler biyolojik indeksleme çalışmalarının materyalini oluşturmuştur (Şekil 3.4). Biyolojik tanı çalışmalarında kullanılan biber bitkileri Çukurova Üniversitesi Bitki Virüsleri Araştırma Serasında yetiştirilmiştir. Ayrıca mekanik inokulasyon çalışmasında porselen havan ve havaneli, 0,02 M fosfat tamponu için gerekli olan  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  ve 2-mercaptoethanol kullanılmıştır.



Şekil 3.4 Biyolojik indeksleme çalışmaların materyalini oluşturan çeşitlerin tohumlarından elde edilen fideler

### 3.1.3 Moleküler Çalışma Materyalleri

#### *Total Nükleik Asit İzolasyonu, PCR, RFLP, RT-PCR ve Agaroz Jel Elektroforez Çalışmalarında Kullanılan Materyaller*

Moleküler çalışmalarda özellikle bitkilerden DNA izolasyonunda kullanılan CTAB buffer (2% w/v setiltrimetilamonyum bromür, 1.4 M NaCl, 0.2 %2-β-mercaptoethanol, 20 mM EDTA, 100 mM Tris-HCl, 2% polyvinylpyrrolidone), chloroform/izoamylalkol (24:1), isopropanol, %70'lik etil alkol, TE (1X) buffer ile TSWV ile bulaşık olduğundan şüphelenilen bitkilerden total NA izolasyonunda kullanılan özütleme bufferı (100mM Tris-HCl pH.8.0, 50 mM EDTA pH. 7.0, 500mM NaCl, 10 mM 2. mercapto-ethanol 1/1000), Sodium Dodecylsulfat (%20), potasium asetat (5 M), sodium asetat (3M) ve %100'lük Ethanol den viroloji laboratuvarında hazırlanmıştır.

RT-PCR çalışmalarında kullanılan 200 µl'lik PCR eppendorf tüpleri, Reverse Transkriptaz enzimi (M-MLV, 200 u/µl), Reverse Transkriptaz buffer (M-MLV buffer 5X), RNase inhibitörü (40/µl), dNTPs (dATP, dGTP, dCTP, dTTP (100 mM), bitki ve virüsün hedef bölgesine spesifik tek iplikli oligonükleotid primer çiftleri (Nour ve ark (2013)'nın dizayn ettiği ve önerdiği TSWV SRNA üzerinde nükleokapsit protein gen bölgesine spesifik SRNA F; 5'-ATGTCTAAGGTTAAGCTCAC-3' / R; 5'-TTAAGCAAGTTCTGCGAGTT-3' primer çifti ve Güneş ve Gümüş (2018)'in dizayn ettikleri ve önerdikleri M RNA üzerinde glikoprotein gen bölgesine spesifik MRNA F; 5'-TGCTCACCATCCAACATTTTC-3' / R; 5'-CGAGAAGAAGAATCAACCATCC-3' ve LRNA üzerinde RNA dependent RNA polimeraz

enzimi gen bölgesine spesifik LRNA F; 5'-TGTCAAAATCACTGCCGA TG-3' / R; 5'-TTCCCCAAAACCCTGCTACT -3'), Taq polimeraz (5 u/μl), PCR buffer (10X), firmalardan satın alınmıştır. Söz konusu ve TSWV' nin saptanmasında ve tanınması amacıyla sentezletirilen primer çiftlerinden öncelikle MRNA F/R primer çifti araziden toplanan ve inokulum kaynağı olarak kullanılan bitkilerin testlemelerinde kullanılmıştır. Moleküler araştırmalarda dayanıklılık kontrolü için teslten biber çeşit ve popülasyon' larından dayanıklı olanlar saptandığı halde TSWV semptomu gösteren bitkilerin tetlemelerinde MRNAF/R, LRNAF/R ve SRNAF/R primer çiftlerinin tamamı kullanılacak ve virüsün dayanıklılık genini kırabilen izolat olup olmadığı kontrol edilecektir.

Biber çeşitlerin TSWV' e karşı dayanıklılık durumlarının ortaya konulmasında Moury ve ark (2000) oluşturduğu ve önerdiği özellik *C. chinensis* te resistant alle (*Tsw*) gene spesifik SCAC568 Forward: 5'-GTGCCAGAGGAGGATTTAT-3' / SCAC568 Reverse: 5'-GCGAGGTGGACACTG ATACT-3 primer çifti ve devamında RFLP çalışması için *XbaI* ve *TaqI* enzimleri firmalardan satın alınmıştır. *XbaI* ve *TaqI* Enzimlerinin kullanım amacımız; TSWV' e karşı dayanıklılık çalışmalarında kullandığımız ve testlediğimiz çeşit ve popülasyonları ko-dominant sevide (RR, Rr ve rr) ortaya koymaktır. SCAC568 primer çifti ile elde edilen 568 bp büyüklüğündeki PCR ürünü' nün *XbaI* ve *TaqI* restriksiyon enzimleri ile reaksiyonu sonucunda RFLP profilleri şu şekilde sonuçlanmaktadır. *XbaI* restriksiyon enzimi ile yapılan RFLP uygulama sonucunda biber çeşit yada popülasyonun bireylerinde dayanıklı ve homozigot (RR) bireylerinin PCR ürünleri çoğunlukla kesilerek agaroz jelde 280 bp büyüklüğünde tek bir bant profili, heterozigot biber bireylerinde (Rr) 280 bp ve 568 bp şeklinde kesilen ve kesilmeyen PCR ürünleri olarak 2 bant görüntülenirken hassas bireylerde (rr) elde edilen PCR ürünü kesime uğramayarak 568 bp büyüklüğünde tek bant görülmektedir. *TaqI* enzimi ile yapılan RFLP çalışması sonucunda homozigot dayanıklı (RR) bireylerin PCR ürünleri (568 bp) enzim tarafından kesilmezken, homozigot hassas (rr) bireylerde PCR ürününün tamamı kesilerek yaklaşık 230 bp ve 330 bp büyüklüğünde PCR ürünlere dönüşmüştür. Heterozigot bireylerde hassas allel kesime uğrayarak 230 bp ve 330 bp büyüklüğünde 2 bant oluştururken, dayanıklı allel kesilmeyerek 568 bp büyüklüğünde kalır ve agaroz jelde toplam 3 DNA bandı olarak görüntülenir. (Moury ve ark, 2000).

Gerçekleştirilen moleküler çalışmaların (PCR, RFLP ve RT-PCR) ürünlerinin kontrolünde agaroz jel elektroforez yöntemi kullanılmıştır.

#### ***Agaroz Jel Elektroforez Çalışmalarında Kullanılan Materyaller***

Agaroz jel elektroforez çalışmaları ile kontrol edilecek olan materyal olarak biber popülasyon ve çeşitlerin dayanıklılık durumlarının kontrolü amacıyla yapılan PCR çalışmaları sonucunda elde edilen PCR ürünleri ve RFLP çalışması sonucunda elde edilen nükleik asit parçaları kullanılmıştır. Agaroz jel çalışmalarında kullanılan Agaroz viroloji laboratuvarından temin edilmiş olup, DNA marker firmalardan satın alınmıştır.

## 3.2 Yöntem

### 3.2.1 Çeşitlere Ait Tohumların Ekilmesi ve Fidelerin Yetiştirilmesi ve Biyolojik İndeksleme Çalışmaları

Araştırmada kullanılan SENA, 134, 124/2, CM334, SALBAŞ (Popülasyon), 171, İSOT (Popülasyon), 124/1, DİLA, HAYRİYE, DİYARBAKIR TOP BİBER tohumları fide toprağı (1.1.1) oranında, elenmiş hayvan gübresi, toprak ve Ürgüp Taşı karıştırılarak viyollere doldurulmuştur ve tohum ekimleri yapılmıştır. Bu saksılar, tohumlar çimlendirilinceye kadar 24-25°C sıcaklık ve %70-80 nem içeren özel sera bölmesinde muhafaza edilmiştir. Çimlenen tohumlar kotiledon yaprak döneminden başlayarak aynı sıcaklık ve nem koşullarında yaklaşık 10.000 lux Daylight ışık koşullarında 16/8 (aydınlık/karanlık) periyodunda tutulmuştur. Daha sonra bu fideler aynı karışım doldurulmuş olan saksılara (9x9x13) aktarılmıştır ve düzenli olarak hastalık ve zararlılara karşı ilaçlanmıştır. Biyolojik indeksleme çalışmalarında kullanılan çeşitlere ait bitki materyalinin görselleri Şekil. 3.5'te verilmiştir.



Şekil 3.5 Biyolojik indeksleme (mekanik inokulasyon) için yetiştirilmiş fideler

Sörvey alanlarından toplanmış ve RT-PCR ile TSWV ile bulaşık olduğu belirlenmiş örneklere ait bitkilerin yaprakları % 0,1'lik 2-mercaptoethanol içeren 0.02 M Fosfat tampon (pH:7.0) çözeltisi karışımı ile 1:5 (w/v) oranında porselen havanda ezilmiştir. Elde edilen ekstraksiyon 2 katlı tülbent ile süzöldükten sonra önceden karborundum tozu serpilerek hazırlanan test bitkilerinin yapraklarına aşılantmıştır. İnokulasyondan sonra karborundum tozu ve bitki özsuyu artıklarını uzaklaştırmak için bitkiler çeşme suyu ile yıkanmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 Biyolojik indeksleme (mekanik inokulasyon)

Aşılana bitkiler bir gün karanlıkta tutulduktan sonra 22-24<sup>0</sup>C derece sıcaklıkta kontrollü bir klima odasında seraya taşınmıştır. Bitkilerde semptom oluşumu periyodik olarak gözlenmiştir.

### 3.2.2 Total NA Ekstraksiyonu Çalışmaları

Sörvey alanlarından toplanan ve TSWV ile bulaşık olduğu düşünölen biber bitkilerinin genç yapraklarından tülbent'ten geçirilerek elde edilen bitki özsuyu, tüm NA ekstraksiyonu için kullanılmıştır. Astruc ve ark (1996) tarafından önerilen yöntem, tüm nükleik asit (NA) izolasyonunu gerçekleştirmek için kullanılmıştır. İzlenen basamaklar sırasıyla:

- ⇒ Biber bitkilerinin genç yapraklarından toplanan örnekler özütleme bufferi (100 mM Tris-HCl pH.8.0, 50 mM EDTA pH. 7.0, 500 NaCl, 10 mM 2-mercapto-ethanol 1/1000) ile 1:4 (w/v) oranında sulandırılarak porselen havan içerisinde havaneli yardımı ile ezilerek bitki özsuyu steril tülbent yardımı ile sülmüştür. Bitki özsuyundan 1ml alınmış ve eppendorf tüpleri içerisine yerleştirilmiştir.
- ⇒ Bitki özsuyunun içinde bulunduğu tüpler 3 dakika 4.000 rpm de santrifüj edilmiştir.
- ⇒ Santrifüj işlemi sonundan tüpler içerinden 1 ml süpernatant kısmı alınarak yeni eppendorf tüplerine konulmuştur. Daha sonra örneklerin üzerine 50 µl Sodium Dodecylsulfat (%20) ilave edilerek vortekste karıştırılmış ve sonra tüpler 65 °C' de 30 dakika su banyosunda bekletilmiştir.
- ⇒ Su banyosundan alınan tüplere 250 µl potasium asetat (5M) ilave edilerek 20 dakika buz içerisinde bekletildikten sonra tüpler 15 dakika 13.000 rpm de santrifüj edilmiştir.
- ⇒ Santrifüj işleminden sonra süpernatant (sıvı) kısım ikiye bölünmüş ve 500 µl' si yeni hazırlanmış eppendorf tüplerine konarak -70 °C 'de saklanmıştır. Geriye kalan 500 µl süpernatant yeni hazırlanan eppendorf tüplerine konulup, üzerine %100'lük

Ethanolden 500 µl ilave edilerek 1 ml'ye tamamlanmıştır. Daha sonra tüpler vortekste karıştırılmıştır.

- ⇒ Sonra tüplere 50 µl sodium asetate (3M) ilave edilmiştir ve örnekler tekrar karıştırılarak -70 °C' de bir gece bekletilmiştir.
- ⇒ Örnekler 15 dakika 14.000 rpm de santrifüj edilerek süpernatant ortamdan uzaklaştırılmış ve eppendorf tüpleri ters çevrilerek filtre kağıdı üzerinde 5 dakika kurutulup daha sonra pellet üzerine 1 ml ethanol (%70) ilave edilmiştir.
- ⇒ Örnekler RNA'ların çökmesi için 5 dakika 13.000 rpm de santrifüj edilerek tüp içerisindeki ethanol atılarak eppendorf tüpleri kurutma kağıtları ile dikkatlice kurulanmıştır.
- ⇒ Elde edilen total RNA'lar 50 µl RNase free distile su ile sulandırılmıştır. Örnekler 15µl ve 35 µl olmak üzere ikiye bölünerek eppendorf tüpleri içerisinde -20 °C de muhafaza edilmiştir.

### 3.2.3 Bitkiden DNA Ekstraksiyonu Çalışmaları

Karaisalı salçalık, Kahramanmaraş toz, Şanlıurfa isot ve Diyarbakır top biber, Sena, Dila, Hayriye, 134, 124/1, 124/2, 171, CM334, *Capsicum chinense* bitkilerinden yapılan DNA izolasyonu çalışmalarında Ahrens ve Seemüller (1992)'nin kullandığı CTAB buffer temelli yöntem uygulanmıştır.

- ⇒ Popülasyon ve çeşitlere ait bitkilerin genç yapraklarından alınan ve tartılarak 1 g olarak ayarlanan örnek 4 ml CTAB buffer (2% w/v cetyltrimethylammonium bromide, 1.4 M NaCl, 0.2 % 2- β -mercaptoethanol, 20 mM EDTA, 100 mM Tris-HCl, 2% polyvinylpyrrolidone, pH 8.0) ile porselen havan içinde havaneli yardımı ile ezilmiştir.
- ⇒ Bu ekstraksiyondan 600 mikrolitre alınmış ve 1.5 mililitrelik eppendorf tüplerine konuldu ve su banyosunda 30 dakika boyunca 60 derece sıcaklıkta inkubasyona bırakıldı.
- ⇒ Daha sonra parçalama için tüpler içerisine 600 mikrolitre chloroform/izoamylalkol (24:1) ilave edilerek 1 dakika süreyle vorteks yapılmıştır.
- ⇒ Tüpler 12.000 devir/dakika da 10 dakika santrifüj edilmiştir (c ve d aşaması 2 kez yapılmıştır).
- ⇒ Supernatanttan 500 microlitre alınarak yeni eppendorf tüplerine aktarıldı ve üzerine 2/3 oranında soğuk isopropanol ilave edilip -20°C de 20 dakika bekletilmiştir.
- ⇒ Tüpler 15 dakika süreyle 12.000 devir/dakika ile santrifüj edildi.

- ⇒ Tüplerin dibindeki pellet % 70' lik etil alkol ile yıkanarak oda sıcaklığında kurutulmuştur.
- ⇒ Daha sonra pellet 100 µl TE (1X) buffer ile çözdürüldü ve elde edilen DNA'lar kullanılıncaya kadar -20°C'de muhafaza edilmiştir.

### **3.2.4 Simptom Gösteren Bitkisel Materyallerin Polimeraz Zincir Reaksiyonu (RT-PCR) ile Testlenmesi**

*In vitro* koşullarda özellikli bir DNA parçasının kopyalarının kısa zincirli oligonükleotid primerler yardımı ile yönlendirilerek enzimatik olarak sentezlenmesi şeklinde tanımlanabilen Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR)'ın temeli hedef DNA'nın (tespiti istenen genetik materyalin) spesifik deoksiribonükleotid primerleri ve ısıya dayanıklı DNA polimerase enzimi yardımıyla *in vitro* koşullarında çoğaltılması ve tanınması şeklinde özetlenir.

Çalışmalar süresince TSWV'nin nükleokapsit protein, glikoprotein ve RNA dependent RNA polimeraz enzimi gen bölgelerinden 777 bp, 584 bp ve 568 bp'lik bölgeyi çoğaltmak için PZR çalışması yapılırken ilk işlem reverse transcriptase enzimi kullanılarak viral RNA dan komplementer DNA (cDNA) elde etmek olmuştur. Daha sonra *in vitro* koşullarda tek iplikli viral cDNA kopyalarına ikinci bir cDNA sentezletilerek çoğaltım yapılmıştır. PZR uygulamalarında her bir döngü (yukarıda verilen üç aşamanın tamamı) yeterli sayıda DNA miktarına ulaşabilmesi için 30-35 kez tekrarlanmıştır.

Simptom gösteren bitkilerden elde edilen total NA'lerin testlenmesinde TSWV varlığını araştırmak için RT-PCR çalışmaları, daha önce Nour ve ark (2013)'nin ve Güneş ve Gümüş (2018)'nin dizayn ettiği ve kullandığı primer çiftleri kullanarak yöntemlerinde gerekli modifikasyonlar yapılarak yürütülmüştür. Öncelikle komplementer DNA (cDNA) sentezlemek için RT aşaması gerçekleştirilmiştir.

1 µl total NA (200 ng/µl), 1 µl Reverse primer ve 8 µl ddH<sub>2</sub>O ile karıştırılıp 95°C'de 3 dakika inkube edip sonrada 10 dakika buzda bekletilmiştir. Daha sonra bu karışım üzerine 15 µl RT karışımından (5 µl M-MLV RT buffer, 1 µl dNTPs (10 mM), 1 µl MMLV (200 unit), 0,5 µl RNasin ve 2,5 H<sub>2</sub>O) eklenen örnekler termocycle da 42°C 1 saat bekletilerek cDNA'lar elde edilmiştir.

Daha sonra PCR çalışması için 1 µl cDNA, 1 µl Forward primer (10 pmol/µl) primer, 1 µl Reverse primer (10 pmol/µl) primer, 1 µl dNTP karışımı (10 mM), 5 µl Taq Buffer (10X), 1,25 u Taq polimeraz enzimi (5 u/µl) ve ddH<sub>2</sub>O ile 50 µl'lik son hacim oluşturulmuştur. PCR tüpleri daha önceden programlanmış olan termocycle aletine yerleştirilmiştir. Örneklerle uygulanan termocycle programında 35 döngü içerisinde bulunan bağlanma sıcaklığı (annealing temperatutre) primerin düşük tm (melting temperature)'li olanı dikkate alınarak ve hesaplanarak uygulanmıştır. Uygulanan termocycle programı Çizelge 3.1. 'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1 Simptom Gösteren Bitkisel Materyallerin PCR ile Testlenmesinde Uygulanan Termocycle Programı

RT aşaması	Sıcaklık (°C)	Süre	Döngü sayısı
Reverse Transkripsiyon	42	60	1 kez
PCR aşaması	Sıcaklık (°C)	Süre	Döngü sayısı
Başlangıç denatürasyonu	95	3 dk	1 kez
Denatürasyon	95	1 dk	35 kez
Primerin bağlanması	Tm-3	1 dk	
Primerin uzama	72	1 dk	
Eksik ipliklerin tamamlanması	72	10 dk	1 kez

Çalışması sonucunda çoğaltılan PCR ürünleri 1X'lik TAE (pH 8,3)'de hazırlanmış %1'lik agaroz jelde kontrol edilmiştir.

### 3.2.5 Biber Çeşitlerinin Dayanıklılık Durumlarının PCR İle Testlenmesi

Biber çeşitlerin TSWV'ye karşı dayanıklılık/duyarlılık durumlarının ortaya konulmasında Moury ve ark (2000)'nin oluşturduğu ve önerdiği özellik *C. Chinensis*'te resistant allel (Tsw) gene spesifik SCAC568 Forward/Reverse primer çifti ve devamında RFLP çalışması için *XbaI* ve *TaqI* enzimleri kullanılmış olup testlenen çeşitlerin dayanıklı ile hassas olanlar ko-dominant seviyede belirlenmiştir. Ayrıca çeşitlerin durumları heterozigot ve homozigot düzeyde (RR, Rr, rr) ortaya konulmuştur.

PCR çalışması için 1 µl cDNA, 1 µl SCAC568 Forward (10 pmol/µl) primer, 1 µl SCAC568 Reverse primer (10 pmol/µl) primer, 1 µl dNTP karışımı (10 mM), 5 µl Taq Buffer (10X), 1,25 u Taq polimeraz enzimi (5 u/µl) ve ddH<sub>2</sub>O ile 50 µl'lik son hacim oluşturulmuştur. PCR tüpleri daha önceden programlanmış olan termocycle aletine yerleştirilmiştir. Örneklere uygulanan termocycle programında 35 döngü içerisinde bulunan bağlanma sıcaklığı (annealing temperatüre) primerin düşük tm (melting temperature)'li olanı dikkate alınarak ve hesaplanarak uygulanmıştır. Uygulanan termocycle programı Çizelge 3.2. 'de gösterilmiştir. Çalışması sonucunda çoğaltılan PCR ürünleri 1X'lik TAE (pH 8,3)'de hazırlanmış %1'lik agaroz jelde kontrol edilmiştir.

Çizelge 3.2 Biber Çeşitlerinin Dayanıklılık Durumlarının PCR ile Testlenmesinde Uygulanan Termocycle Programı

PCR basamağı	Sıcaklık (°C)	Süre	Döngü sayısı
Başlangıç denatürasyonu	95	3 dk	1 kez
Denatürasyon	95	1 dk	35 kez
Primerin bağlanması	Tm-3	1 dk	
Primerin uzama	72	1 dk	
Eksik ipliklerin tamamlanması	72	10 dk	1 kez

### 3.2.6 PCR Ürünlerinin Restriksiyon Enzimeri ile Kesilmesi (RFLP)

RFLP çalışmalarında, dayanıklılık çalışmaları içerisinde çeşitlere ait DNA'ların PCR çalışması sonucunda çoğaltılan ve agaroz jel elektroforez yöntemi ile kontrol edilerek görüntülenen PCR ürünleri *XbaI* (5' T ↓ C T A G A 3' / 3' A G A T C ↑ T 5') ve *TaqI* (5' T ↓ C G A 3' / 3' A G C ↑ T 5') restriksiyon endonükleaz enzimleri kesim analizine tabi tutularak ve bu şekilde çeşitlerin dayanıklılık durumları ortaya konulmuştur. RFLP çalışmaları enzimin alındığı firmanın önerdiği protokol dikkate alınarak yürütülmüştür. RFLP çalışmalarında 10 µl PCR ürünü 17 µl ddH<sub>2</sub>O ile sulandırılarak ve 2 µl RE 10X buffer, 1 µl restriksiyon enzimi ilave edilmiştir. Enzimin geni hedef noktadan kesmesi için örnekler 37°C'de 5–15 dakika (*XbaI*), 65°C'de 5–15 dakika (*TaqI*) de önerilen sürede inkube edildikten sonra örnekler 1X'lik TAE (pH 8,3)'de hazırlanmış %2,5'lik agaroz jelde kontrol edilmiştir.

#### Agaroz Jel Elektroforez Çalışmaları

Agaroz Jel Elektroforez çalışmalarında RT-PCR, PCR ve RFLP çalışmaları sonucunda elde edilen ürünler (DNA) kontrol edilmiştir. Agaroz Jel Elektroforez çalışması Galitelli ve Minafra (1994)'e göre yapılmıştır. İşlemler sırasıyla:

- ⇒ Agaroz miktarı, kontrol edilen PCR ürününün molekül ağırlığı dikkate alınarak hesaplanmış ve tartılmıştır. Buffer olarak 1xTAE buffer kullanılmıştır.
- ⇒ Tartılan agaroz-TAE buffer karışımında agaroz eriyinceye kadar ısıtılmıştır.
- ⇒ Agaroz eriği tekrar 62 °C' ye kadar soğuması için bekletilmiştir ve daha sonra elektroforez tankına aktarılmıştır.
- ⇒ Jel tamamen donduktan sonra tarak çıkartılmıştır ve bu tank elektroforez aletine yerleştirilmiştir. Üzerine buffer eklenmiştir.
- ⇒ 10 µl örnek jeldeki çukurlara dikkatli bir şekilde yerleştirilmiştir. İlk çukura 5 µl (1 kb ya da 100 bp) DNA marker konulmuştur. Loading buffer'daki turuncu renk (orange G) jel'in sonuna gelene kadar jel tankına elektrik akımı verilmiştir.
- ⇒ Koşum işlemi tamamlandıktan sonra jel, oda sıcaklığında 10 dakika 100 ml H<sub>2</sub>O+30 µl (10 mg/ml distilata su) ethidium bromide karışımı içerisinde boyanmıştır. Jeldeki fazla ethidium bromide uzaklaştırıncaya kadar 5 dakika distile su içerisinde tutulmuştur. Sonuçlar transilluminatör de kontrol edilmiştir.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1 Simptomolojik Gözlemler

Araştırmada virüs inokulum kaynağı olarak kullanılmak üzere örnek toplamak amacıyla yapılan arazi surveylerinde özellikle Şanlıurfa ili biber üretim alanlarında bitkilerde TSWV'nin neden olduğu özellikle halkalı lekeler ve bodurlaşma belirtilerine rastlanmıştır (Şekil 4.1.).



Şekil 4.1 Şanlıurfa'da yapılan güdümlü surveylerde arazide saptanan ve inokulum kaynağı olarak kullanılan simptomlu biber bitkileri

#### 4.2 Biyolojik İndeksleme Sonuçları

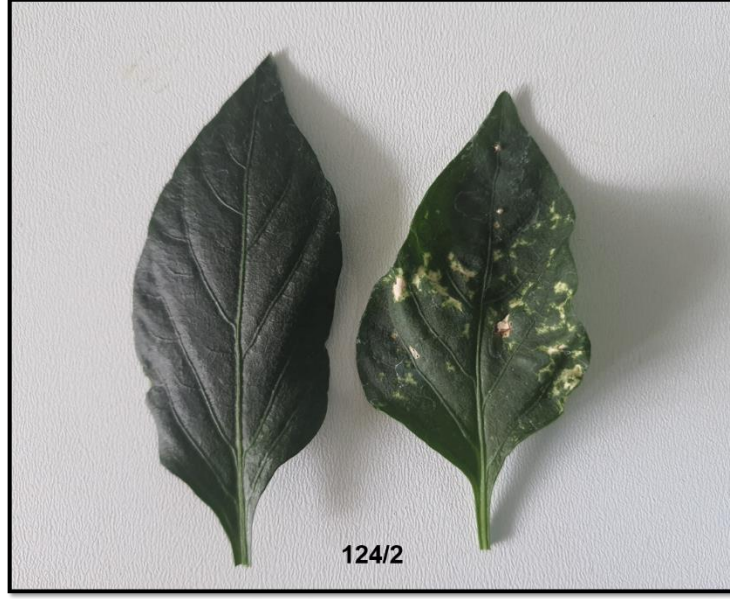
RT-PCR Testleri sonucunda toplanan örneklerde TSWV saptanmış ve bulaşık örnekler mekanik inokulasyon yöntemi ile araştırmada kullanılan biber popülasyon ve çeşitlere inokule edilmiştir. Mekanik inokulasyon yöntemi ile virüs inokule edilen SENA, 134, 124/2, CM334, SALBAŞ (Popülasyon), 171, İSOT (Popülasyon), 124/1, DİLA, HAYRİYE, DİYARBAKIR TOP BİBER (Popülasyon)' bitkilerinin tamamında genel bir bodurluk, klorotik çizgili lekeler, nekrotik lezyonlar, yaprak deformasyonu, klorotik halkalar gibi belirtiler görülmüştür (Şekil 4.2-12).



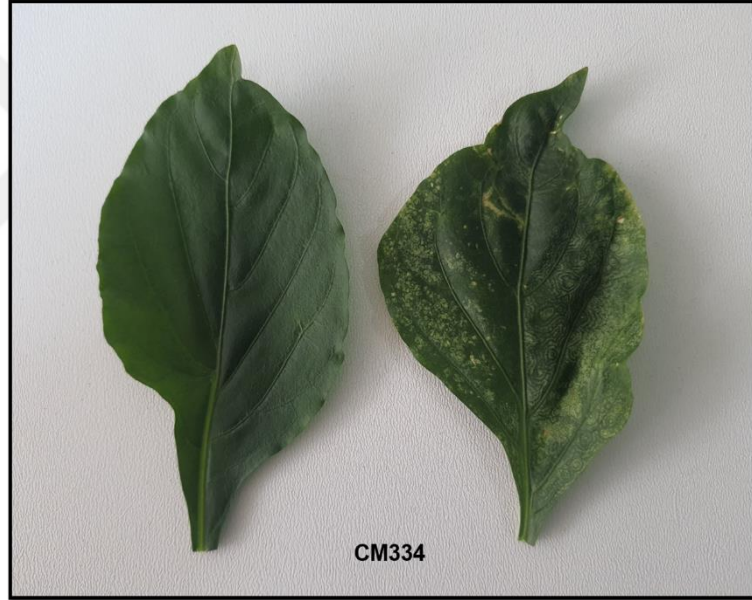
Şekil 4.2 SENA çeşidine ait biyolojik indekseleme sonuçları



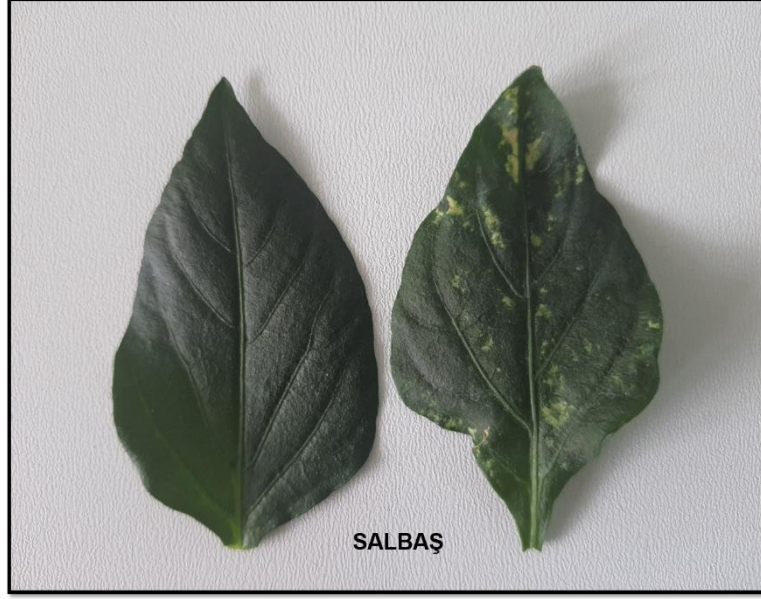
Şekil 4.3 134 çeşidine ait biyolojik indekseleme sonuçları



Şekil 4.4 124/2 çeşidine ait biyolojik indekseleme sonuçları



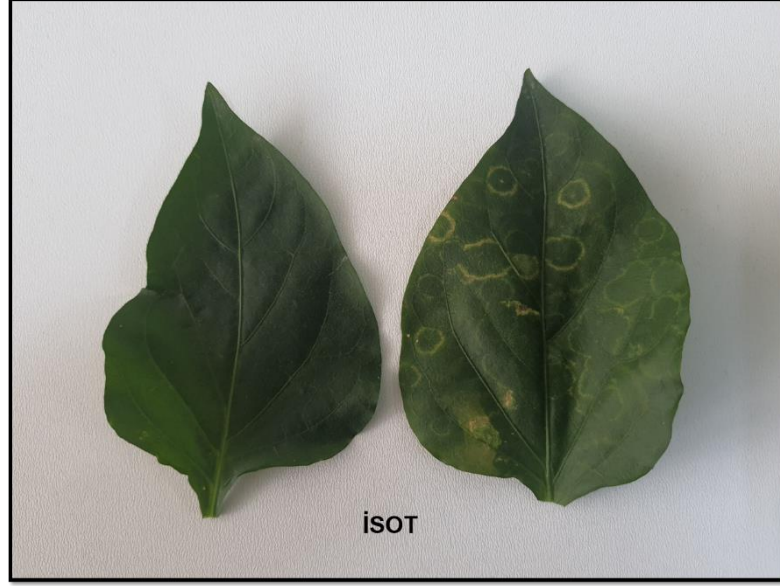
Şekil 4.5 CM334 çeşidine ait biyolojik indekseleme sonuçları



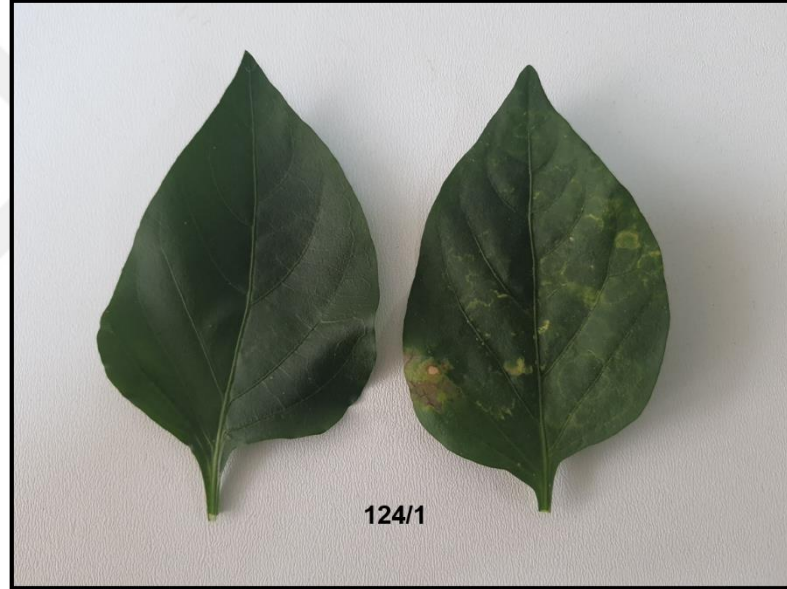
Şekil 4.6 SALBAŞ çeşidine ait biyolojik indekseleme sonuçları



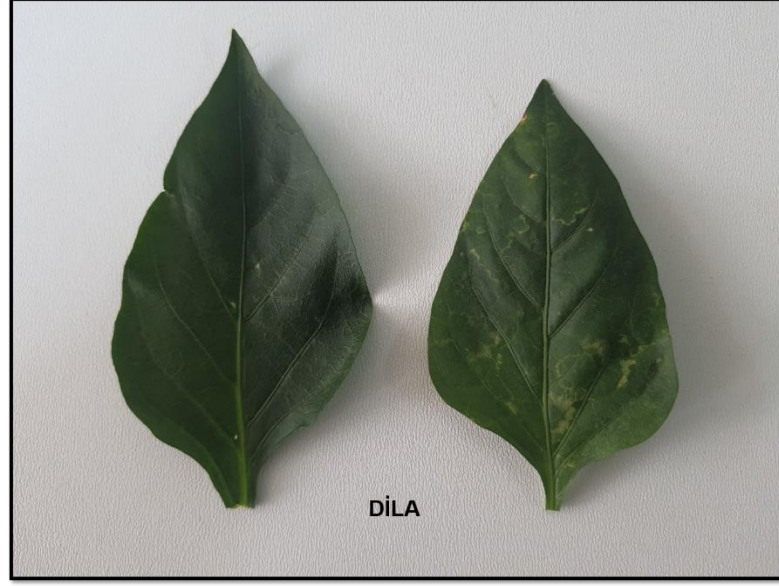
Şekil 4.7 171 çeşidine ait biyolojik indekseleme sonuçları



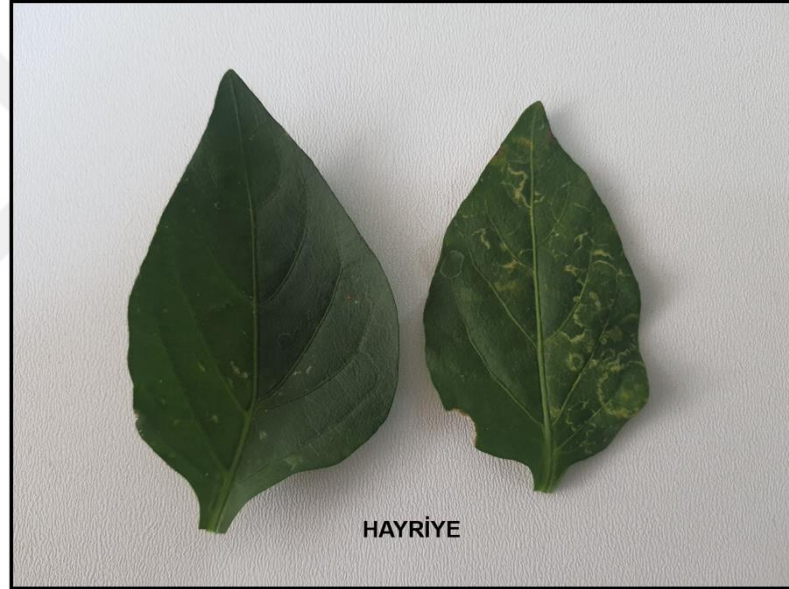
Şekil 4.8 İSOT çeşidine ait biyolojik indeksleme sonuçları



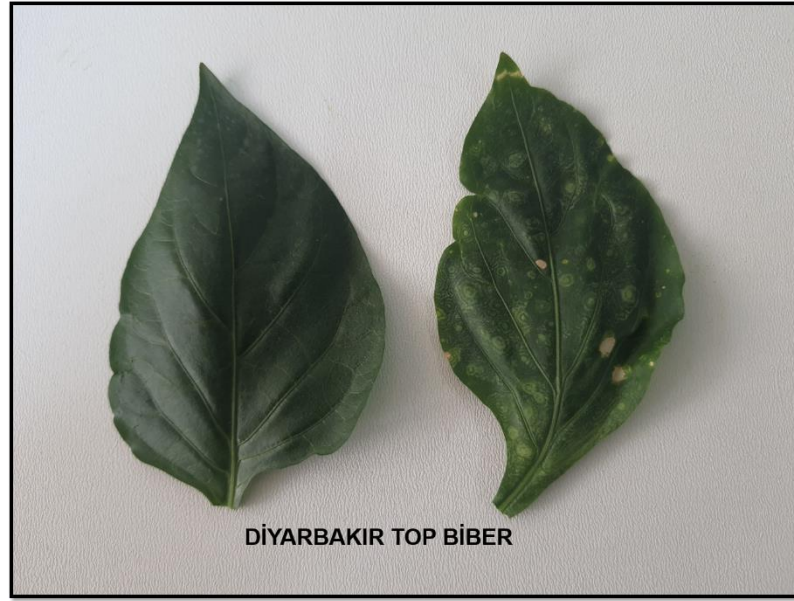
Şekil 4.9 124/1 çeşidine ait biyolojik indeksleme sonuçları



Şekil 4.10 DİLA çeşidine ait biyolojik indeksleme sonuçları



Şekil 4.11 HAYRİYE çeşidine ait biyolojik indeksleme sonuçları



Şekil 4.12 DİYARBAKIR TOP BİBER çeşidine ait biyolojik indeksleme sonuçları

### 4.3 Moleküler Çalışma Sonuçları

#### 4.3.1 Genetik Analiz Sonuçları

SCAC568 primeri ile yapılan PCR reaksiyonu sonuçları çeşit ve popülasyonlarda 568bp büyüklüğünde DNA amplifikasyonun var olduğunu göstermiştir (Şekil 4.13). Elde edilen PCR ürünleri her çeşit ve popülasyon için ayrı tüplerde olacak şekilde *XbaI* ve *TaqI* enzimleri kullanılarak RFLP çalışmasına tabi tutulmuştur. Daha sonra kesim profilleri kontrol edilmiştir.

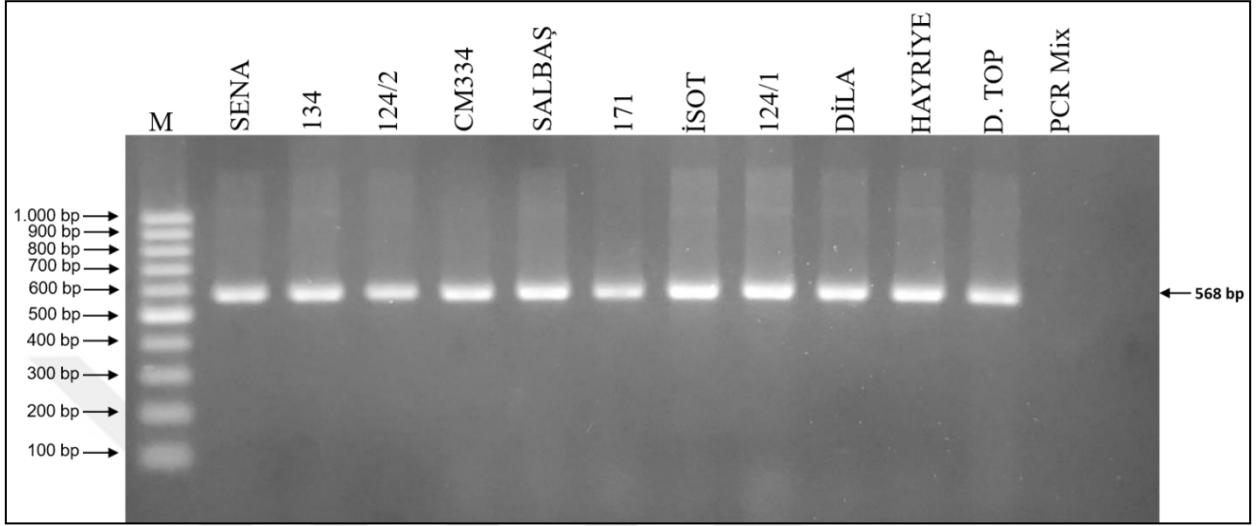
*XbaI* enzimi ile analizine tabi tutulması reaksiyonu sonuçları hassas genotiplerde (rr) PCR ürünü kesime uğramayarak 568 bp büyüklüğünde tek bant belirlenmiştir (Şekil 4.14) (Bütün çeşit ve popülasyonlar).

*TaqI* enzimi ile kesim analizine tabi tutulması sonucunda homozigot hassas (rr) bireyde PCR ürünü tamamı ile kesilerek yaklaşık 230 ve 330 bp büyüklüğünde ürünlere dönüşmüştür (Şekil 4.3) (CM334). Heterozigot bireylerde hassas allel kesime uğrayarak 2 band (230 bp ve 330 bp) oluştururken, dayanıklı allel kesilmeyerek 568 bp büyüklüğünde kalmış ve agaroz jelde toplam 3 DNA bandı olarak görüntülenmiştir (Şekil 4.15) (Diğer bütün çeşit ve popülasyonlar) (Çizelge 4.1).

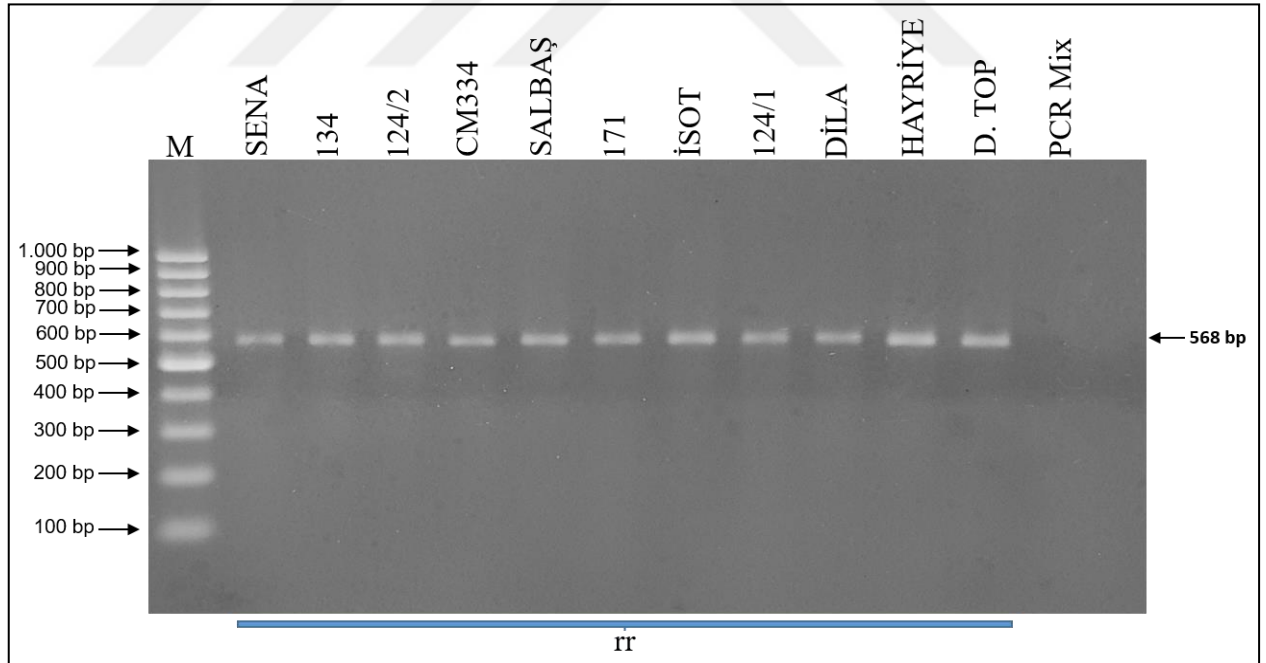
Bir diğer olasılık durumunda, *XbaI* restriksiyon enzimi ile yapılan RFLP uygulama sonucunda biber çeşit ya da popülasyonun bireylerinde dayanıklı ve homozigot (RR) bireyler olsaydı PCR ürünleri kesilerek agaroz jelde 280 bp büyüklüğünde tek bir bant görecektik. Heterozigot biber bireyler olsaydı (Rr) 280 bp ve 568 bp şeklinde kesilen ve kesilmeyen PCR ürünleri olarak 2 bant görüntülenecekti. *TaqI* enzimi ile yapılan RFLP çalışması sonucunda homozigot dayanıklı (RR) bireyler olsaydı PCR ürünleri (568 bp) enzim tarafından kesilmeyecekti. (Moury ve ark, 2000).

Elde edilen biyolojik indekleme ile görüntülenen simptomolojik sonuçların kontrolü amacıyla yapılan moleküler analiz sonuçları birbirilerini doğrulamıştır.

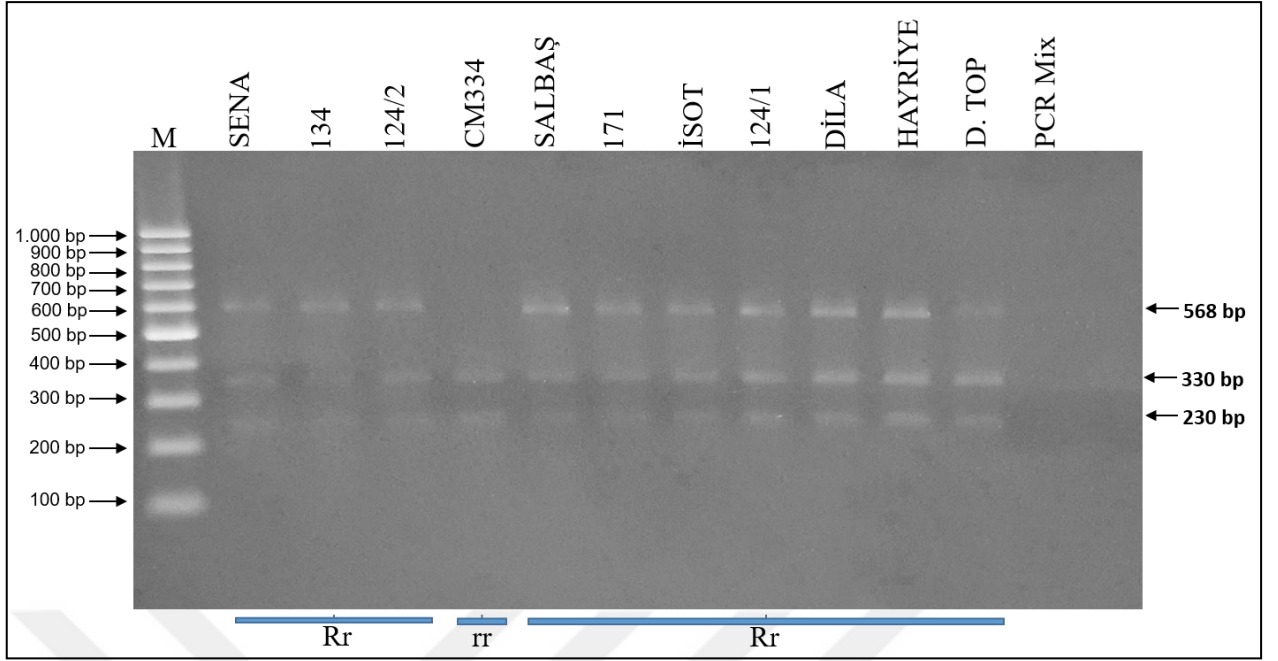
Diğer yandan moleküler araştırmaların doğruluğu konusunda kullanılan SCAC primer çiftinin PCR ürün büyüklüğu, PCR ürünü üzerinden yapılan *Xba*I ve *Taq*I enzimleri kullanılarak yapılan RFLP jel profilleri (İkten, H., 2019) ve bu marker ve restriksiyon enzimlerinin öneren (Moury ve ark, 2000) ‘nın moleküler sonuçları ile uyum göstermiştir.



Şekil 4.13 Tomato spotted wild irüs allel (*tsw*) gene spesifik SCAC568 forward/ SCAC568 reverse primer çifti ile yapılan PCR ürün jel profili. %2 lik Agaroz jelde 100 bp Marker ile kontrol.



Şekil 4.14 Tomato spotted wild irüs allel (*tsw*) gene spesifik SCAC568 forward/SCAC568 reverse primer çifti ile yapılan PCR ürünlerinin *Xba*I ile RFLP sonuçları %2'lik garoz jelde 100 bp Marker ile kontrol.



Şekil 4.15 Tomato spotted wild irüs allel (*tsw*) gene spesifik SCAC568 forward/ SCAC568 reverse primer çifti ile yapılan PCR ürünlerinin *TaqI* ile kesim sonuçları. %2'lik Agaroz jelde 100 bp Marker ile kontrol.

Çizelge 4. 1. Biber çeşit ve popülasyonlarında allel (*tsw*) geninde bulunan SCAC568 lokusunda *XbaI* ve *TaqI* enzimlerinin tanıdığı ve kestiği bölgelerin/bölgenin varlığına göre yapılan RFLP çalışma sonuçları

Çeşit /Popülasyon	<i>XbaI</i>	<i>TaqI</i>
SENA	rr	Rr
134	rr	Rr
124/2	rr	Rr
CM334	rr	<b>rr</b>
SALBAŞ (Popülasyon)	rr	Rr
171	rr	Rr
İSOT (Popülasyon)	rr	Rr
124/1	rr	Rr
DİLA	rr	Rr
HAYRİYE	rr	Rr
DİYARBAKIR TOP BİBER (Popülasyon)	rr	Rr



## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Araştırmada kullanılan ve TSWV'ye karşı biyolojik ve moleküler yöntemler aracılığı ile dayanıklılık/duyarlılık durumlarının araştırılması amacıyla kullanılan SENA, 134, 124/2, CM334, SALBAŞ (Popülasyon), 171, İSOT (Popülasyon), 124/1, DİLA, HAYRİYE, DİYARBAKIR TOP BİBER (Popülasyon) biber çeşit ve popülasyonlarında allel (*tsw*) geninde bulunan SCAC568 lokusunda *XbaI* ve *TaqI* enzimlerinin tanıdığı ve kestiği bölgelerin/bölgenin varlığına göre yapılan RFLP çalışma sonuçları neticesinde bütün çeşitler *XbaI* enzim kesim profiline göre homozigot hassas (**rr**), *TaqI* enzim kesim profiline göre CM334 çeşidi homozigot hassas ve diğer çeşit ve popülasyonlar heeterozigot (**Rr**) olarak bulunmuştur.

Söz konusu araştırmada kullanılan ve diğer biberlerde bulunan (*tsw*) genindeki SCAC568 lokusunun allel ve eşbaskın olması SENA, 134, 124/2, CM334, SALBAŞ (Popülasyon), 171, İSOT (Popülasyon), 124/1, DİLA, HAYRİYE, DİYARBAKIR TOP BİBER (Popülasyon)' lerinin tamamının TSWV'den etkileneceği ve hastalanacağı sonucu ortaya çıkmıştır.

Diğer yandan bu biber çeşit ve popülasyonların TSWV' ye karşı ıslah çalışmalarında dayanıklı çeşit elde etmek için gen kaynağı olarak kullanılamayacağı sonucuna varılmıştır.

Diğer bütün virüslerde olduğu gibi TSWV'ye karşı mücadelede önleyici tedbirlerin dikkate alınması ve bu hedef doğrultusunda virüsten ari tohum ve fide kullanılması, sertifikalı üretim materyallerinin tercih edilmesi, dayanıklı çeşitlerin temin edilmesi, özellikle vektör mücadelesi ve alternatif konukçuların yani yabancı otların üretim alanlarından uzak tutulması, mümkünse bulaşık bitkilerin sökülüp ortamdan uzaklaştırılması etkili yöntem olarak önemini korumaktadır.



## KAYNAKLAR

- Adkins, S., 2000. *Tomato Spotted Wilt Virus*-Positive Steps Towards Negative Success. *Molecular Plant Pathology*, 1:151-157.
- Ahrens, U., and Seemüller, E., 1992. Detection of DNA of Plant Pathogenic Mycoplasma-like Organisms by a Polymerase Chain Reaction That Amplifies a Sequence of the 16S rRNA Gene. *Phytopathology*, 82:828–832.
- Almasi, A., Csillery, G., Csomor, Z., Nemes, K., Palkovics, L., Salanki, K. and Tobias, I., 2015. Phylogenetic Analysis Of *Tomato Spotted Wilt Virus* (TSWV) NSs Protein Demonstrates the Isolated Emergence Of Resistance-Breaking Strains in Pepper. *Virus Genes*, 50 (1):71-78.
- Anfoka, G., Abhary M., Stevens, M.R., 2006, Occurrence of *Tomato Spotted Wilt Virus* (TSWV) in Jordan. *OEPP/EPPO Bulletin*, 36: 517–522.
- Antignus, Y., Lapidot, M., Ganaim, N., Cohen, J., Lachman, O., Pearlsman, M., Raccach, B. and Gera, A., 1997. Biological and Molecular Characterization of *Tomato Spotted Wilt Virus* in Israel. *Phytoparasitica*, 25(4): 319- 330.
- Astruc, N., Marcos, J.F., Macquarie, G., Candresse, G.T., and Pallas. V., 1996. Studies on the Diagnosis of Hop Stunt Viroid in Fruit Trees: Identification of New Host and Application of a Nucleic Acid Extraction Procedure Based on Non Organic Solvents. *European Journal of Plant Pathology*, 102, 837-846.
- Aramburu, J., Marti, M., 2003. The Occurrence In North-East Spain Of A Variant Of *Tomato Spotted Wilt Virus* (TSWV) That Breaks Resistance In Tomato (*Lycopersicon esculentum*) Containing the Sw-5 Gene. *Plant Pathology*, 52:407.
- Aramburu, J., Galipienso, L., Soler, S., Rubio, L., Lopez ,V., 2015. A Severe Symptom Phenotype In Pepper Cultivars Carrying the *Tsw* Resistance Gene is Caused by A Mixed Infection Between Resistance-Breaking and Non-Resistance-Breaking Isolates of *Tomato Spotted Wilt Virus*. *Phytoparasitica*, 43(5):597-605.
- Arli-Sökmen, M., Şevik, M.A., 2005. Viruses infecting field-grown tomatoes in Samsun province, Turkey. *Archives of Phytopathology and Plant Protection (Basımda)*.
- Arli-Sökmen, M., H, Mennan, Şevik, M.A., and O. Ecevit, 2005. Occurrence of Viruses in Field-grown Pepper Crops and Some of Their Reservoir Weed Hosts in Samsun, Turkey. *Phytoparasitica*, 33 (4): 347-358.
- Azeri, T., 1981. Preliminary Report Of *Tomato Spotted Wilt Virüs* And Its Epidemy On Tobacco In The Çanakkale Region Of Turkey. *Journal Turkish Phytopathology*, 10(23): 79-87.

Azeri, T., 1994. Detection of *Tomato Spotted Wilt Virus* In Tobacco and Tomato Cultuvars by ELISA. J. Turkish Phytopathology Vol: 23 (1), 37-46.

Batuman, O., Turini, T. A., LeStrange, M., Stoddard, S., Miyao, G., Aegerter, B.J., Chen, L.F., McRoberts, N., Ullman, D. E. ve Gilbertson, R. L., (2020). Development of an IPM Strategy for Thrips and *Tomato spotted wilt virus* in Processing Tomatoes in the Central Valley of California. Pathogens, 9(8). Best, R.J., 1968, *Tomato Spotted Wilt Virus Advances in Virus Research*, 13(C), pp. 65–146.

Ben Moussa, A., M. Makni, M. Marrakchi., 2000. Identification Of The Principal Viruses Infecting Tomato Crops In Tunisia. EPPO/OEPP Bulletin, 30:293-296.

Boiteux, L.S., and Giordano, L.deB., 1992. Screening Lycopersicon Germplasm For Resistance to A Brazilian Isolate of Spotted Wilt Virus (TSWV). Tom. Genet. Coop. Rep. 42:13-14.

Bos L. 1982. Crop Losses Caused by Viruses, Crop Protection, 1(3): 263-282.

Bozdoğan, V., 2009. Antalya İlinde Domates, Biber ve Marul Yetiştirilen Alanlarda Domates Lekeli Solgunluk Virüsü (*Tomato spotted wilt virus*, TSWV)'nün saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 65.

Brittlebank, C. C., (1919). Tomato Diseases. Journal of Department of Agriculture of Victoria Australia, 17, 231-235.

Canady, M.A., Stevens, M.R., Barineau, M.S., and Scott, J.W., 2001. *Tomato Spotted Wilt Virus* (TSWV) Resistance in Tomato Derived From *Lycopersicon Chilense* Dun. LA 1938. Euphytica. 117:19-25.

Chatzivassiliou, E., Livieratos, J., Avgelis, A., Katis, N., and Lykouressis, D., (1996) Occurrence Of *Tomato Spotted Wilt Virus* in Vegetable and Ornamental Crops in Greece. Acta Hortic. 431:49-54.

Chatzivassiliou, E. K., Boubourakas, I., Drossos, E., Eleftherohorinos, I., Jenser, G., Peters, D., and Katis, N. I., 2001. Weeds In Greenhouses and Tobacco Fields are Differentially Infected by Tomato Spotted Wilt Virus and Infested by Its Vector Species. *Plant Disease*, 85(1), 40-46.

Çağlar, B. K., Fidan, H., and Elbeaino, T., 2013. Detection and Molecular Characterization of Pepper Mild Mottle Virus from Turkey. Journal of Phytopathology. Volum 161 (6), pages 434–438. DOI: 10.1111/jph.12068 June 2013).

Çelik, İ., Özalp, R., Çelik, N., Polat, İ., Sülü, G. 2017. Domates Lekeli Solgunluk Virüsü (TSWV)'ne Dayanıklı Sivri Biber Hatlarının Geliştirilmesi. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya. 25(1): 27-36.

Çota E, Merkuri J (2004) Introduction of *Frankliniella Occidentalis* and Occurrence of Tomato Spotted Wilt Tosspovirus in Albania. EPPO Bulletin 34(3), 421-422.

Debreczeni, D.E. 2015, Caracterización De Aislados Del Virus Del Bronceado Del Tomate (TSWV) Que Superan Las Resistencias De Los Genes *Sw-5* En Tomate Y *Tsw* En Pimiento. Identificación De Una Fuente De Tolerancia En Pimiento.

Debreczeni D.E., Rubio L., Aramburu J., Lopez C., Galipienso L., Soler S., Belliure B., 2014.: Transmission of Tomato spotted wilt virus isolates able and unable to overcome tomato or pepper resistance by its vector *Frankliniella occidentalis*. Annals of Applied Biology, 164 (2), 182-189.

Değirmenci, K., Uzunoğulları, N. 2007. Marmara Bölgesinde domates yetiştiricilik alanlarında sorun olan virüslerin belirlenmesi, Bitki Koruma Bülteni, 47(1-4): 72- 77.

Deligöz, I., 2014. First Report of Resistance Breaking Strain Of *Tomato Spotted Wilt Virus* (Tospovirus; Bunyaviridae) on Resistant Sweetpepper Cultivars in Turkey. New Disease Reports, 30-26.

Ebratt R, Everth, E., Acosta A, R., Martínez, O., Y., Guerrero G, O., and Turizo A, W. 2013. *Tomato Spotted Wilt Virus* (TSWV), Weeds and Thrips Vectors in The Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) In The Andean Region of Cundinamarca (Colombia). *Agronomía Colombiana*, 31(1), 58-67.

Edwarson JR & Christie RG (1986) *Tomato spotted wilt virus*. Viruses infecting forage legumes, Vol. III. Florida Agricultural Experiment Stations Monograph Series no. 14, pp. 563-579.

EPPO/CABI (1997a) *Frankliniella Occidentalis*. In: Quarantine Pests For Europe (2nd ed), pp. 267-272. CAB International, Wallingford (GB).

EPPO/CABI (1997b) *Scirtothrips Dorsalis*. In: Quarantine Pests For Europe (2nd ed), pp. 505-508. CAB International, Wallingford (GB).

Fidan, Ü., 1993. Recent Records on Virus Diseases of Vegetables In Greenhouses. Turk, J. Phytopathology Vol: 22 (1): 45-45

Fidan, Ü., 1995, Virus disease of vegetables in Greenhouses in İzmir and Muğla. Turk, J. Phytopathology Vol: 24 (1): 714.

Fidan H., 2016. Antalya’da örtü Altı Domates Ve Biber Alanlarında Dayanıklılık Kıran *Tomato Spotted Wilt Virus* (TSWV) İzolatlarının Genetik Kıyaslanması, VI. Türkiye Bitki Koruma Kongresi Konya, Türkiye, s. 560.

Gallitelli, D., and Minafra, A., 1994. Electrophoresis. Course on Plant Virus Diagnosis, 15-30 Adana-Turkey. 89-99.

Gera, A., Kritzman, A., Cohen, J., Raccach, B., and Antignus, Y., 2000. "Tospoviruses Infecting Vegetable Crops in Israel". EPPO Bulletin 30(2), 289-292.

Güldür, M.E., Marchoux G., Yurtmen M., Yılmaz M.A., 1995. Mersin ve Çevresinde Yetiştirilen Domateslerde Zararlı Yeni Bir Virüs: *Tomato Spotted Wilt Virus*. Türkiye VII. Fitopatoloji Kongresi, 26-29 Eylül, Adana, s: 303305.

Güldür, M.E., 1997. Şanlıurfa İli İçin Yeni Bir Virüs: Domates Lekeli Sogunluk Virüsü (TSWV). Harran Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 1 (3): 71-76.

Graves, R.L., Walgenbach, J.F., Moyer, J.W., Kennedy, G.G., 2002. The Role of Weed Hostr and Tobacco Thrips, *Frankliniella Fusca*, in the Epidemiology of *Tomato Spotted Wilt Virus*. Plant Disease Journal, 86: 573-582.

Greenough, D.R., Black, L.L., Story, R.N., Newson, L.D., and, Bond, W.P.,1990, Alluminum-Surfaced Mulch; An Approach To The Control Of *Tomato Spotted Wilt Virus* In Solanaceous Crops. Plant Dis. 74;805-808.

Griep, R.A., Prins, M., Van Twisk C., Keller J,H,G., Kerschbaumer R.J., Kormelink, R., Golbach R.W., and Schots, A., 2000. Application of Phage Display in Selecting *Tomato Spotted Wilt Virus* - Specific Single - Chain Antibodies (scFvs) For Sensetive Diagnosis in ELISA., Phytopathology 90: 183-190.

Goldbach, R., Peters, D., (1994-04-01). "Possible Causes of the Emergence of Tospovirus Diseases". *Seminars in Virology*. 5 (2): 113–120.

Golnaraghi, A.R. 2001. First Report of *Tomato Spotted Wilt Virus* on Soybean in Iran. Plant Disease Journal, 85(12): 1290.

Gömlekli, S., and Yeşil, Ö., Determination of Prevalence and Reservoir Weed Species of *Tomato Spotted Wilt Tospovirus*-TSWV on Peppers Grown In Greenhouses In Kumluca District of Antalya, Turkey, 2021.

Gupta R., Kwon S.-Y., Kim, S.T., An Insight into the *Tomato Spotted Wilt Virus* (TSWV), Tomato And Thrips Interaction. *Plant Biotechnol. Rep.* 2018;12:157–163.

Güldür, M.E., Özaslan, M., Baloğlu S. and Yılmaz, M.A., 1994. *Pepper Mild Mottle Virus* in Pepper in Türkiye. In The Proceedings of the 9th. Congress of the Medit. Phy. Union. Sept. 18-24 1994 Aydın, Türkiye p. 465-467. Tarım Bilimleri Dergisi, Journal of Agricultural Sciences.

Güneş, N., Gümüş, M., 2019. Detection and Characterization of *Tomato Spotted Wilt Virus* and *Cucumber Mosaic Virus* on Pepper Growing Areas in Antalya. Tarım Bilimleri Dergisi, Journal of Agricultural Sciences. 25 (2019) 259-271.

Hoang, N. H., Yang, H. B. and Kang, B. C., 2013, "Identification and Inheritance of a New Source of Resistance Against Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV) in Capsicum", *Scientia horticulturae* 161, 8-14.

Holcomb, G.E., Valverde, R.A., Sim, J., Nuss, J., (1999) First Report On Natural Occurrence Of *Tomato Spotted Wilt Tospovirus* In Basil (*Ocimum Basilicum*). *Plant Dis* 83:966.

İkten, H., 2019. Farklı Genetik Kaynaklardan Elde Edilen F2 Biber Genotiplerinde (*Capsicum annuum* L.) TSWV'e Dayanıklılığın Moleküler Analizi. *Mediterranean Agricultural Sciences*. (2019) 32(1): 43-48.

Jankowski, F., Slawinski, F.A., Mazur, M., Micinski, B., and Wegorek, W., 1980. The Economic Importance of the TSWV in Tobacco Growing and The Results Of Control of The Vector of This Disease The Tobacco Thrips *Thrips tabaci* Lind. Page 279, In: Proc. XIX Conf. Scient. Inst. Plant Protect., 1979: Materialy XIX Sesji Naukowej Instytutu Ochrony, Roslin.

Kamberoğlu, M.A., Atakan, E., Uygur, S., Çalışkan, A.F., Küçük, B., 2005, Türkiye'de *Ranunculus* spp. Üzerinde Domates Lekeli Solgunluk Virüsü (TSWV) enfeksiyonu. *Turk. J., Phytopathology*. 34(1-3): 27-29.

Kamberoğlu, M. A., Çalışkan, F., and Alan, B., 2009. First report of *Tomato Spotted Wilt Virus* on Eggplant in Turkey. *Journal of Plant Pathology, Disease Note*, 91 (1), 231-240.

Latham, L., and Jones, R., (1996). *Tomato Spotted Wilt Virus* and its Management. *Journal of Agriculture, Western Australia*, 37(3), 86-91.

Latham, L.J., and R.A.C. Jones. 1998. Selection of Resistance Breaking Strains of *Tomato Spotted Wilt Tospovirus*. *Ann. Appl. Biol.* 133:385-402.

Lian S., Lee, J.S., Cho, W.K., Kim, M.K., Choi, H.S., Kim, K.H., 2013. Phylogenetic and Recombination Analysis Of *Tomato Spotted Wilt Virus*. *Plos One*, 8, 1-11.

Lisa V, Vaira MA, Milne RG & Luisoni & Rapetti S (1990) [*Tomato spotted wilt virus* in Five Cultivated Species in Liguria.]. *Informatore Fitopatologico* no. 12, 34-41 (in Italian).

Lopez, C., Aramburu, J., Galipienso, L., Soler, S., Nuez ,F., Rubio, L. 2011. Evolutionary Analysis of Tomato Sw-5 Resistance-breaking Isolates of *Tomato spotted wilt virus*. *Journal of General Virology*, 92: 210-215.

Macharia, I., Backhouse, D., Wu, S. B. and Ateka, E. M. 2016. Weed Species in Tomato Production and Their Role as Alternate Hosts of *Tomato Spotted Wilt Virus* and its vector *Frankliniella occidentalis*. *Annals of Applied Biology*, 169(2), 224-235.

Mandal, B., Pappu, H.R., Culbreath, A.K., Holbrook, C.C., Garbet, D.W., and Tood, J.W., 2002. Differential Response of Selected Peanut (*Arachis hypogea*) Genotypes to Mechanical Inoculation by *Tomato Spotted Wilt Virus*. *Plant Disease*, 86: 939- 944.

Mandal, B., Mandal, S., Csinos, A. S., Martinez, N., Culbreath, A. K., Pappu, H.R. 2008. Biological and Molecular Analyses Of The Acibenzolar- S-Methylinduced Systemic Acquired Resistance in Flue-Cured Tobacco Against *Tomato Spotted Wilt Virus*. *Phytopathology* 98:196-204.

Marchoux, G., Gebreselassie, K., and Villevieille, M. 1991. Detection of *Tomato Spotted Wilt Virus* and Transmission by *Frankliniella occidentalis* in France. *Plant Pathol.* 40:347-380.

Margaria, P., Ciuffo, M., Turina, M. 2004. Resistance Breaking Strain of *Tomato Spotted Wilt Virus* (Tospovirus; Bunyaviridae) on Resistant Pepper Cultivars in Almería, Spain. *Plant Pathology*, 53(6): 795.

Margaria, P., Miozzia, L., Rosab, C., Axtell, M.J., Pappud, R.H., Turina, M. 2015. Small RNA profiles of wilt-type and silencing suppressor-deficient Tomato Spotted Wilt Virus infected *Nicotiana benthamiana*, 208: 30-38

Margaria P., Ciuffo M., Turina M., 2004. Resistance Breaking Strain of *Tomato Spotted Wilt Virus* (Tospovirus; Bunyaviridae) on Resistant Pepper Cultivars in Almeria Spain. *Plant Pathology*, 53 (6), 795-795. Mason, G., Roggero, P. and Tavella, L., 2003. Detection of Tomato Spotted Wilt Virus in its Vector *Frankliniella occidentalis* by Reverse Transcription-polymerase Chain Reaction. *Journal of Virological Methods* 109:69-73.

Mavric I & Ravnikar M (2001). First Report of *Tomato Spotted Wilt Virus* and *Impatiens Necrotic Spot Virus* in Slovenia, *Plant Disease* 85(12): 1288

McMichael, L. A., D.M. Persley, and J.E. Thomas. 2002. The First Record of a Serotype IV Tospovirus in Australia. *Australas. Plant Pathol.* 31:231-239. Stevens, M.R., S. J. Scott, and R.C. Gergerich. 1992. Inheritance of a Gene For Resistance to *Tomato Spotted Wilt Virus* (TSWV) from *Lycopersicon peruvianum* Mill. *Euphytica* 59:9-17.

Momol, M.T. 2000. First Report of *Tomato Spotted Wilt Virus* in Habanero and Tabasco Peppers in Florida. *Plant Disease Journal*, 84(10): 1154.

Moritz, G., Kumm, S., Mound, L., 2004. "Tospovirus Transmission Depends on Thrips Ontogeny". *Virus Research*. 100 (1): 143–149.

Moury, B., Pflieger, S., Blattes, A., Lefebvre, V. and Palloix, A., 2000. A CAPS Marker to Assist Selection of *Tomato Spotted Wilt Virus* (TSWV) Resistance in Pepper. *Genome* 43: 137–142.

Nagata, T., Inoue-Nagata, A. K., Smid, H. M., Goldbach, R. and Peters, D., 1999. "Tissue Tropism Related to Vector Competence of *Frankliniella occidentalis* for *Tomato Spotted Wilt Tospovirus*". *Journal of General Virology*. 80 (2): 507–515.

Nagata T, Almeida ACL, Resende RO, DeAvila AC (2004) The Competence Of Four Thrips Species to Transmit And Replicate Four Tospoviruses. *Plant Pathology* 53: 136–140.

Nie, X. And Singh, R.P., 2002. A New Approach for the Simultaneous Differentiation of Biological and Geographical Strains of Potato virus Y by Uniplex and Multiplex RT-PCR. *Journal of Virological Methods* 104:41-54.

Nour, S. M., Maleki, M. and Ghotbi, T., 2013. Biological and Serological Detection of TSWV on Three Commercial Cultivars *Chrysanthemum morifolium* in Markazi Province of Iran, *Annals of Biological Research* 4(4): 112-119.

Özdemir, S., Erilmez, S., Kaçan, K. 2009. Detection of *Tomato Spotted Wilt Virus* (TSWV) on tomato crops and some weeds in Denizli province of Turkey. *Acta Hort. (ISHS)* 808:171-174.

Pappu, H.R., Jones, R.A.C., Jain RK, 2009. Global status of tospovirus epidemics in diverse cropping systems: successes gained and challenges ahead. *Virus Research* 141, 219–36.

Peiró A., Cañizares, M.C., Rubio L., López C., Moriones E., Aramburu J., Sánchez-Navarro J., 2014. The Movement Protein (NSm) of *Tomato Spotted Wilt Virus* is the Avirulence Determinant in the Tomato *Sw-5* Gene-Based Resistance. *Molecular Plant Pathology*, 15 (8), 802–813.

Pourrahim, R., Farzadfar, Sh., Moini, A.A., Shahrafer, N., 2001. First Report of *Tomato Spotted Wilt Virus* on Potatoes in Iran. *Plant Disease Journal*, 85: 442.

Roca, E., Aramburu, J. ve Moriones, E. (1997). Comparative Host Reactions and *Frankliniella occidentalis* Transmission of Different Isolates of *Tomato Spotted Wilt Tospovirus* From Spain. *Plant Pathology*, 46,407-415.

Roggero, P., Masenga, V., Tavella, L., 2002. Field Isolates of *Tomato Spotted Wilt Virus* Overcoming Resistance in Pepper and Their Spread to Other Hosts in Italy. *Plant Disease*, 86 (9), 950-954

Rosello, S., Diez, M. J., Lacasa, A., Jorda, C. and Nuez, F. 1997. Testing Resistance to TSWV Introgressed From *Lycopersicon peruvianum* by Artificial Transmission Techniques. *Euphytica*, 98, 93-98.

Rosello, S., Diez M.J., Nuez F., 1996. Viral Diseases Causing the greatest Economic Losses to the Tomato Crop. I. The *Tomato Spotted Wilt Virus* -a Review. *Scientia Horticulturae*, 67: 117-150.

Salomone, A., Masenga, V., Minuto, G., Parodi, C., Roggero, P. 2000. First report of *Tomato Spotted Wilt Virus* (Tospovirus, Bunyaviridae) Infecting *Euphorbia eritrea* and *Asclepias curassavica* in Liguria, Italy. *Plant Pathology*.

Sertkaya, G., 2015. Hatay ili Marul Ve Ispanak Alanlarında Bazı Virüslerin Araştırılması. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. ISSN:1300-9362. 20(1), 7-12.

Sharman, M., Persley, D.M., 2006. Field Isolates of *Tomato Spotted Wilt Virus* Overcoming Resistance in Capsicum in Australia. *Australasian Plant Pathology*, 35, 123-128.

Sherwood, J.L., German, T.L., Moyer, J.W. and Ullman, D.E., 2009. "*Tomato Spotted Wilt Virus*". The American Phytopathological Society. Retrieved December 7, 2018.

Stevens, M.R., Scott, S.J., and Gergerich, R.C., 1994. Evaluation Of Seven Lycopersicon Species For Resistance to *Tomato Spotted Wilt Virus* (TVSW). *Euphytica*, 80:79-84.

Strange, R.N., Scott, P.R., 2005. Plant Disease: A Threat to Global Food Security. *Annual Review of Phytopathology*, 43:83-116.

Şevik, 2015. Sebze Üretimini Tehdit Eden Viral Hastalık Etmeni: Domates Lekeli Solgunluk Virüsü (*Tomato spotted wilt virus* – TSWV).

Şevik, M.A., 2007. Domates lekeli solgunluk virüsü (TSWV)' nün Samsun İlinde Domates Üretim Alanlarındaki Yayılış Durumunun ve Bazı Karakteristik Özelliklerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, s:128.

Tekinel, N., Dolar M.S., Sağsöz S., Salcan Y., 1969. Mersin Bölgesinde Ekonomik Bakımdan Önemli Bazı Sebzelerin Virüsleri Üzerinde Araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni Cilt 9 No: 1, s: 37-49*.

Tekinel, N., 1973. Adana, Antalya, Hatay ve İçel İllerinde Domates Virüs Hastalıklarının Yayılış Alanlarının ve Oranlarının Tespiti Üzerinde Araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni Cilt 13 No: 3, s: 107-141*.

TUIK, 2021. Tuik.gov.tr. Bitkisel Üretim İstatistikleri.

TUIK, 2023. Tuik.gov.tr. Bitkisel Üretim İstatistikleri.

Turk, J. Bot, (2024) 48: 14-27, TÜBİTAK, Turkish Journal of Botany- Volume 48 Number 1 Article 3 A Comprehensive Study on The Molecular Characterization of a Comprehensive Study on the Molecular Characterization of Tomato Spotted Wilt Orthospovirus Isolates And Resistance Tomato Spotted Wilt Orthospovirus Isolates and Resistance Genes In Pepper and Tomato Genes In Pepper and Tomato.

Uhrig, J.F., Soellick, T.R., Minke, C.J., Philipp, C., Kellmann, J.W., Schreier, P.H. 1999. Homotypic interaction and multimerization of nucleocapsid protein of Tomato spotted wilt

tospovirus: Identification and characterization of two interacting domains. Proceedings of the National Academy of Sciences, 96: 55-60.

Wijkamp, I., Wetering, F. V. D., Goldbach, R. and Peters, D., (1996-10-01). "Transmission of *Tomato Spotted Wilt Virus* by *Frankliniella occidentalis* Median Acquisition and Inoculation access period". Annals of Applied Biology. 129 (2): 303–313.

Yardımcı, N., Çulal-Kılıç H., 2009. *Tomato Spotted Wilt Virus* In Vegetable Growing Areas In The West Mediterranean Region of Turkey. African Journal of Biotechnology, 8(18): 4539-4541

Yardımcı ve ark., 2017, Isparta ve Burdur İlleri Üretim Alanlarında Yetiştirilen Domateslerde Domates Lekeli Solgunluk Virüsü'nün Tanılanması, 1309-2243.

Yeşil ve Gömleklili, Turkish Journal of Agriculture -Food Science and Technology,9(sp): 2565-2570, 2021

Yılmaz, M. A., and Davis, R. F., 1984. Purification and particle morphology of TMV, CMV, and ZYMV isolated from various cultivated crops grown along the Mediterranean Coast of Turkey. J. Turkish Phytopathology 13(1), 29-38.

Yurtmen, M., Güldür, M.E. and Yılmaz, M.A., 1998. *Tomato Spotted Wilt Virus* On Peppers In İçel Provinces Of Turkey "Recent Advances In Vegetable Virus Resarch", Ninth Conference Of The I.S.H.S. Vegetable Virus Working Group, Torino, İtaly, 22-27 August, 91-92.

Yurtmen, M., Güldür, M.E., Yılmaz, M.A., 1999. *Tomato Spotted Wilt Virus* on peppers in İçel province of Turkey. PETRİA, Giornale di Patologia Delle Plante, 9 (3): 243-344.

Zindovic, J., Bulajic, A., Krstic, B., Ciuffo, M., Margaria, P., Turina, M., 2011. First Report of *Tomato Spotted Wilt Virus* on pepper in Montenegro. Plant Disease 95: 882



## ÖZGEÇMİŞ

Elican SIZAR, Adana’da İlköğrenimini İsmet İnönü İlköğretim Okulunda tamamladı. Lise eğitimini Melikşah Anadolu lisesinde tamamladı. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma bölümüne 2015 yılında başladı, hazırlık eğitiminden sonra 2016 yılında Çukurova Üniversitesi Bitki Koruma Bölümünde lisans eğitimine devam etti, 2020 yılında lisans eğitimini tamamlayıp, Fitopatoloji Ana Bilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı.

