

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

**YEMEKLİK BAKLAGİL TOHUMLARIYLA
TAŞINAN BAZI VİRÜSLERİN TEŞHİSİ,
KARAKTERİZASYONU VE MÜCADELESİNDE
ÇEŞİTLİ TOHUM UYGULAMALARININ
ETKİNLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

Mehmet Zeki KIZMAZ

Danışman : Prof. Dr. Mustafa GÜMÜŞ

Bitki Koruma Anabilim Dalı
Fitopatoloji Doktora Programı

İzmir
2021

Mehmet Zeki KIZMAZ tarafından doktora tezi olarak sunulan “**Yemeklik Baklagil Tohumlarıyla Taşınan Bazı Virüslerin Teşhisi, Karakterizasyonu ve Mücadelesinde Çeşitli Tohum Uygulamalarının Etkinliğinin Araştırılması**” başlıklı bu çalışma EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve **17.02.2021** tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı	: Prof. Dr. Mustafa GÜMÜŞ	
Raportör Üye	: Doç. Dr. İsmail Can PAYLAN	
Üye	: Prof. Dr. İbrahim DUMAN	
Üye	: Prof. Dr. Saadettin BALOĞLU	
Üye	: Prof. Dr. Ahmet BAYRAM	

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Doktora Tezi olarak sunduğum **“Yemeklik Baklagil Tohumlarıyla Taşınan Bazı Virüslerin Teşhisi, Karakterizasyonu ve Mücadelesinde Çeşitli Tohum Uygulamalarının Etkinliğinin Araştırılması”** başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

17 / 02 / 2021

Mehmet Zeki KIZMAZ

ÖZET**YEMEKLİK BAKLAGİL TOHUMLARIYLA TAŞINAN BAZI
VİRÜSLERİN TEŞHİSİ, KARAKTERİZASYONU VE
MÜCADELESİNDE ÇEŞİTLİ TOHUM UYGULAMALARININ
ETKİNLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

KIZMAZ, Mehmet Zeki

Doktora Tezi, Bitki Koruma Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mustafa GÜMÜŞ

Şubat 2021, 195 sayfa

Bu tezde 2017 yılında Türkiye'nin farklı illerindeki üreticilerden ve firmalardan temin edilen bakla, bezelye, mercimek ve nohut tohum örneklerinde *Alfalfa mosaic alfamovirus* (AMV), *Bean yellow mosaic potyvirus* (BYMV), *Cucumber mosaic cucumovirus* (CMV) ve *Pea seed-borne mosaic potyvirus* (PSbMV) virüslerinin bulunma durumunun belirlenmesi, tespit edilen virüslerin biyolojik ve moleküler karakterizasyonu ve virüslere karşı çeşitli inaktifleştirme uygulamalarının etkinliğinin belirlenmesi amacıyla çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

Tohum örneklerinde virüslerin saptanmasında, DAS-ELISA ve RT-PCR yöntemleri kullanılmıştır. Tespit edilen virüsler mekanik inokulasyonla test bitkilerine taşınarak biyolojik karakterizasyonu yapılmıştır. Daha sonra RT-PCR yöntemiyle çoğaltılan virüslerin CP gen bölgelerinin dizi analizleri yapılarak, MEGA programı vasıtasıyla dünya izolatlarıyla karşılaştırılmalı olarak filogenetik analizi gerçekleştirilmiştir. Son olarak virüslerin inaktifleştirilmesi amacıyla tohumlara sıcak su, sıcak hava ve ozon uygulamaları gerçekleştirilmiş ve uygulamaların tohumlar üzerindeki olası etkilerini belirlemek için çimlendirme testleri yapılmıştır.

Bakla, mercimek ve nohut tohum örneklerinde virüslere rastlanırken, bezelye tohumlarında herhangi bir virüse rastlanmamıştır. Biyolojik karakterizasyon çalışmalarında, elde edilen AMV, BYMV, CMV ve PSbMV izolatları dünya izolatlarıyla farklılıklar ve benzerlikler göstermiştir. Ayrıca, dünya izolatlarıyla yüksek oranda nükleotit ve aminoasit benzerliği belirlenmiştir. Ozon uygulamaları

imlenmeyi olumsuz etkilemeden virüsleri inaktifleştiren en etkili uygulamalar olmuştur. Sıcak su uygulamaları ise tohum çimlenmesini önemli derecede olumsuz etkilemiştir.

Anahtar sözcükler: Baklagiller, tohum, bitki virüsleri, karakterizasyon, inaktifleştirme.



ABSTRACT**DIAGNOSIS AND CHARACTERIZATION OF SOME VIRUSES
TRANSMITTED BY EDIBLE LEGUMINOUS SEEDS AND
INVESTIGATION OF THE EFFECTIVENESS OF VARIOUS SEED
TREATMENTS IN THEIR CONTROL**

KIZMAZ, Mehmet Zeki

Ph.D. in Plant Protection

Supervisor: Prof. Dr. Mustafa GÜMÜŞ

February 2021, 195 pages

In this thesis, studies were carried out to determine the presence of *Alfalfa mosaic alfamovirus* (AMV), *Bean yellow mosaic potyvirus* (BYMV), *Cucumber mosaic cucumovirus* (CMV) and *Pea seed-borne mosaic potyvirus* (PSbMV) in broad bean, pea, lentil and chickpea seed samples obtained from producers and companies from different provinces of Turkey in 2017, biological and molecular characterization of the detected viruses and determination of the effectiveness of various inactivation applications against viruses.

DAS-ELISA and RT-PCR methods were used to detect viruses in seed samples. The detected viruses were transported to test plants by mechanical inoculation and their biological characterization was made. Afterwards, by sequencing the CP gene regions of viruses reproduced by RT-PCR method, phylogenetic analysis was performed by means of the MEGA program in comparison with world isolates. Finally, hot water, hot air and ozone applications were applied to the seeds in order to inactivate the viruses and germination tests were carried out to determine the possible effects of the applications on the seeds.

While viruses were found in broad bean, lentil and chickpea seed samples, viruses were not found in pea seeds. In biological characterization studies, the isolates obtained from AMV, BYMV, CMV and PSbMV showed differences and similarities with world isolates. In addition, a high rate of nucleotide and amino acid similarity with world isolates has been determined. Ozone applications have been the most effective applications that inactivate viruses without adversely

affecting germination. Hot water applications significantly negatively affected seed germination.

Keywords: Leguminous, seed, plant viruses, characterization, inactivation.



İÇİNDEKİLERSayfa

İÇ KAPAK	ii
KABUL ONAY SAYFASI	iii
ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI.....	v
ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvi
TABLolar DİZİNİ.....	xx
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xxiii
1.GİRİŞ.....	1
2.GENEL BİLGİLER	7
2.1 Baklagil Bitkilerinde Görülen Virüs Hastalıkları	7
2.2 Araştırma Konusu Virüsler	9
2.2.1 Alfalfa mosaic virus (AMV).....	9
2.2.2 Bean yellow mosaic virus (BYMV)	12

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

2.2.3 Cucumber mosaic virus (CMV).....	15
2.2.4 Pea seed-borne mosaic virus (PSbMV)	18
2.3 Teşhis ve Tanılama Konusunda Yapılmış Çalışmalar	21
2.4 Biyolojik Karakterizasyon Konusunda Yapılmış Çalışmalar	27
2.4.1 AMV'nin biyolojik karakterizasyonu konusunda yapılmış çalışmalar.....	27
2.4.2 BYMV'nin biyolojik karakterizasyonu konusunda yapılmış çalışmalar	31
2.4.3 CMV'nin biyolojik karakterizasyonu konusunda yapılmış çalışmalar.....	34
2.4.4 PSbMV'nin biyolojik karakterizasyonu konusunda yapılmış çalışmalar	37
2.5 Moleküler Karakterizasyon Konusunda Yapılmış Çalışmalar.....	39
2.5.1 AMV'nin moleküler karakterizasyonu ile ilgili yapılmış çalışmalar.....	39
2.5.2 BYMV'nin moleküler karakterizasyonu ile ilgili yapılmış çalışmalar	42
2.5.3 CMV'nin moleküler karakterizasyonu ile ilgili yapılmış çalışmalar	45
2.5.4 PSbMV'nin moleküler karakterizasyonu ile ilgili yapılmış çalışmalar	48
2.6 Virüslerin İnaktifleştirilmesi Konusunda Yapılmış Çalışmalar.....	50
2.6.1 Termoterapi konusunda yapılmış çalışmalar	51
2.6.2 Ozon ile virüslerin inaktifleştirilmesi konusunda yapılmış çalışmalar	54

İÇİNDEKİLER (devam)Sayfa

3.MATERYAL VE YÖNTEM.....	59
3.1 Materyal	59
3.1.1 Tohum örnekleri	59
3.1.2 DAS-ELISA yönteminde kullanılan materyaller.....	65
3.1.3 Biyolojik indekslemede kullanılan materyaller	65
3.1.4 Moleküler çalışmalarda kullanılan materyaller	66
3.1.5 Elektroforez çalışmalarında kullanılan materyaller.....	67
3.1.6 Biyoenformatik analiz çalışmalarında kullanılan materyaller	67
3.1.7 İnaktifleştirme çalışmalarında kullanılan materyaller	67
3.1.8 Tohum çimlenme testlerinde kullanılan materyaller	68
3.2 Yöntem	68
3.2.1 Tohum örneklerinin toplanması ve belirti yönünden incelenmesi	68
3.2.2 Tohum örneklerinin DAS-ELISA yöntemiyle testlenmesi.....	69
3.2.3 Biyolojik karakterizasyon çalışmaları	70
3.2.4 Moleküler çalışmalar	71
3.2.5 Elektroforez çalışmaları.....	74

İÇİNDEKİLER (devam)Sayfa

3.2.6 DNA dizi analizi ve biyoenformatik çalışmalar	75
3.2.7 Tohumdaki virüslere yönelik inaktifleştirme çalışmaları	75
3.2.8 Tohum çimlenme testleri	76
3.2.9 İstatistiksel analiz.....	78
4. BULGULAR.....	79
4.1 Tohum Örneklerinde Görülen Belirtiler	79
4.2 DAS-ELISA Testi Sonuçları.....	80
4.3 Biyolojik Karakterizasyon Çalışmaları Sonuçları.....	81
4.4 Moleküler Çalışmaların Sonuçları	87
4.4.1 Virüslerin RT-PCR ile teşhisi	87
4.4.2 Moleküler karakterizasyon çalışmaları	88
4.5 Virüs İnaktifleştirme Uygulamaları ve Çimlenme Testleri.....	103
5.TARTIŞMA	139
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	153
KAYNAKLAR DİZİNİ	156
TEŞEKKÜR.....	194

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

ÖZGEÇMİŞ	195
----------------	-----



ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 AMV'nin dünyadaki yayılımı.....	9
2.2 AMV'nin genom organizasyonu	10
2.3 BYMV'nin dünyadaki yayılımı	12
2.4 BYMV'nin genom organizasyonu.....	13
2.5 CMV'nin dünya'daki yayılımı.....	15
2.6 CMV'nin genom organizasyonu.....	16
2.7 PSbMV'nin dünyadaki yayılımı	19
2.8 PSbMV'nin genom organizasyonu	19
3.1 DAS-ELISA çalışmaları	70
3.2 Biyolojik karakterizasyon çalışmaları	71
3.3 TNA izolasyon çalışmaları	72
3.4 PCR çalışmaları	74
3.5 Elektroforez çalışmaları	74
3.6 Virüs inaktifleştirme çalışmaları.....	76
3.7 Tohum çimlenme testleri	77
4.1 Mercimek tohumlarında görülen belirtiler.....	79
4.2 Nohut tohumlarında görülen belirtiler	79

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.3 AMV'nin <i>Chenopodium quinoa</i> bitkisinde meydana getirdiği belirtiler	81
4.4 AMV'nin <i>Vicia faba</i> bitkisinde meydana getirdiği belirtiler	82
4.5 AMV'nin <i>Datura stramonium</i> bitkisinde meydana getirdiği belirtiler	82
4.6 AMV'nin <i>Nicotiana rustica</i> bitkisinde meydana getirdiği belirtiler	83
4.7 BYMV'nin <i>Chenopodium quinoa</i> bitkisinde meydana getirdiği belirtiler	83
4.8 BYMV'nin <i>Vicia faba</i> bitkisinde meydana getirdiği belirtiler	84
4.9 BYMV'nin <i>Nicotiana rustica</i> bitkisinde meydana getirdiği belirtiler	84
4.10 CMV'nin <i>Chenopodium quinoa</i> bitkisinde meydana getirdiği belirtiler	85
4.11 CMV'nin <i>Vicia faba</i> bitkisinde meydana getirdiği belirtiler	85
4.12 PSbMV'nin <i>Chenopodium quinoa</i> bitkisinde meydana getirdiği belirtiler	86
4.13 PCR ürünlerinin UV görüntüsü	88
4.14 AMV nohut izolatının filogenetik analizini gösteren dendogram	90
4.15 BYMV nohut izolatının filogenetik analizini gösteren dendogram	92
4.16 CMV nohut izolatının filogenetik analizini gösteren dendogram	95
4.17 PSbMV nohut izolatının filogenetik analizini gösteren dendogram	97
4.18 BYMV mercimek izolatının filogenetik analizini gösteren dendogram	100

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.19 PSbMV bakla izolatının filogenetik analizini gösteren dendogram	102
4.20 Sıcak hava uygulanan AMV ile bulaşık nohut tohum örnekleri.....	106
4.21 Sıcak su uygulanan AMV ile bulaşık nohut tohum örnekleri.....	107
4.22 O ₃ (Kuru tohum) uygulanan AMV ile bulaşık nohut tohum örnekleri..	108
4.23 O ₃ (Ön ıslatılmış tohum) uygulanan AMV ile bulaşık nohut tohum örnekleri	109
4.24 O ₃ su uygulanan AMV ile bulaşık nohut tohum örnekleri	110
4.25 Sıcak hava uygulanan BYMV ile bulaşık nohut tohum örnekleri	113
4.26 Sıcak su uygulanan BYMV ile bulaşık nohut tohum örnekleri	114
4.27 O ₃ (Kuru tohum) uygulanan BYMV ile bulaşık nohut tohum örnekleri.....	115
4.28 O ₃ (Ön ıslatılmış tohum) uygulanan BYMV ile bulaşık nohut tohum örnekleri	116
4.29 O ₃ su uygulanan BYMV ile bulaşık nohut tohum örnekleri.....	117
4.30 Sıcak hava uygulanan CMV ile bulaşık nohut tohum örnekleri	120
4.31 Sıcak su uygulanan CMV ile bulaşık nohut tohum örnekleri	121
4.32 O ₃ (Kuru tohum) uygulanan CMV ile bulaşık nohut tohum örnekleri..	122
4.33 O ₃ (Ön ıslatılmış tohum) uygulanan CMV ile bulaşık nohut tohum örnekleri	123

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.34 O ₃ su uygulanan CMV ile bulaşık nohut tohum örnekleri	124
4.35 Sıcak hava uygulanan PSbMV ile bulaşık nohut tohum örnekleri.....	127
4.36 Sıcak su uygulanan PSbMV ile bulaşık nohut tohum örnekleri.....	128
4.37 O ₃ (Kuru tohum) uygulanan PSbMV ile bulaşık nohut tohum örnekleri	129
4.38 O ₃ (Ön ıslatılmış tohum) uygulanan PSbMV ile bulaşık nohut tohum örnekleri.....	130
4.39 O ₃ su uygulanan PSbMV ile bulaşık nohut tohum örnekleri	131
4.40 Sıcak hava uygulanan BYMV ile bulaşık mercimek tohum örnekleri..	134
4.41 Sıcak su uygulanan BYMV ile bulaşık mercimek tohum örnekleri.....	135
4.42 O ₃ (Kuru tohum) uygulanan BYMV ile bulaşık mercimek tohum örnekleri.....	136
4.43 O ₃ (Ön ıslatılmış tohum) uygulanan BYMV ile bulaşık mercimek tohum örnekleri.....	137
4.44 O ₃ su uygulanan BYMV ile bulaşık mercimek tohum örnekleri	138

TABLOLAR DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
1.1 Dünya baklagil ekim alanları ve üretim miktarları.....	2
1.2 Türkiye baklagil ekim alanları ve üretim miktarları.....	2
1.3 Ükelere göre baklagil ekim alanı, üretim miktarı ve verim.....	3
2.1 Baklagillerde görülen ekonomik öneme sahip virüsler ve taşınma yolları	8
2.2 Ülkemizde ve Dünya’da başlıca baklagil bitkilerinde AMV, BYMV, CMV ve PSbMV’nin bulunma durumu.....	22
3.1 Toplanan bakla tohum örneklerine ait bilgiler	59
3.2 Toplanan bezelye tohum örneklerine ait bilgiler	60
3.3 Toplanan mercimek tohum örneklerine ait bilgiler	61
3.4 Toplanan nohut tohum örneklerine ait bilgiler	62
3.5 Biyolojik indekslemede kullanılan test bitkileri.....	66
3.6 PCR çalışmalarında kullanılan primerler	67
3.7 Araştırma konusu bitkilerin tohum üretim miktarları, tescilli çeşit sayısı ve toplanacak örnek sayısı.....	68
3.8 Moleküler Çalışmalarda kullanılan PCR Döngüleri.....	73
3.9 Virüs inaktifleştirme çalışmalarında gerçekleştirilen uygulamalar	76
3.10 Çimlendirme testlerinde kullanılan ISTA (2017) standartları.....	77
4.1 DAS-ELISA yöntemiyle enfekteli bulunan tohum örnek sayısı ve oranı	80

TABLÖLAR DİZİNİ (devam)

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
4.2 Tohum örneklerinde bulunan virüsler ve enfeksiyon tipleri	80
4.3 Biyolojik karakterizasyon çalışmalarında oluşan belirtiler ve DAS-ELISA sonuçları	87
4.4 RT-PCR yöntemiyle testlenen tohum örnekleri	88
4.5 AMV nohut izolatu ile NCBI veri tabanından alınan izolatların nükleotit ve aminoasit benzerlik oranları	91
4.6 BYMV nohut izolatu ile NCBI veri tabanından alınan izolatların nükleotit ve aminoasit benzerlik oranları	93
4.7 CMV nohut izolatu ile NCBI veri tabanından alınan izolatların nükleotit ve aminoasit benzerlik oranları	96
4.8 PSbMV nohut izolatu ile NCBI veri tabanından alınan izolatların nükleotit ve aminoasit benzerlik oranları	98
4.9 BYMV mercimek izolatu ile NCBI veri tabanından alınan izolatların nükleotit ve aminoasit benzerlik oranları	101
4.10 PSbMV bakla izolatu ile NCBI veri tabanından alınan izolatların nükleotit ve aminoasit benzerlik oranları	103
4.11 AMV ile bulaşık nohut tohum örneğinin inaktifleştirme uygulamaları sonuçları	105
4.12 BYMV ile bulaşık nohut tohum örneğinin inaktifleştirme uygulamaları sonuçları	112

TABLÖLAR DİZİNİ (devam)

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
4.13 CMV ile bulaşık nohut tohum örneğinin inaktifleştirme uygulamaları sonuçları.....	119
4.14 PSbMV ile bulaşık nohut tohum örneğinin inaktifleştirme uygulamaları sonuçları.....	126
4.15 BYMV ile bulaşık mercimek tohum örneğinin inaktifleştirme uygulamaları sonuçları.....	133

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
°C	Santigrat derece
da	Dekar
ha	Hektar
kDa	Kilodalton
kg	Kilogram
M	Molar
µl	Mikrolitre
n	Son sayım günü çimlenen toplam tohum sayısı
N	Teste konulan toplam tohum sayısı
NaI	Sodium Iodide
ni	i. gündeki çimlenen tohum sayısı
nm	nanometre
Nm ³	Nominal metre küp
O ₃	Ozon
ti	Sayımın yapıldığı gün
V	Volt

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
AMV	<i>Alfalfa mosaic alfamovirus</i>
ANOVA	Analysis of Variance
BBSV	<i>Broad bean stain comovirus</i>
BBWV	<i>Broad bean wilt fabavirus</i>
BCMV	<i>Bean common mosaic potyvirus</i>
BCMNV	<i>Bean common mosaic necrosis potyvirus</i>
BGMV	<i>Bean golden mosaic begomovirus</i>
BLRV	<i>Bean leafroll luteovirus</i>
BYMV	<i>Bean yellow mosaic potyvirus</i>
BSV	<i>Banana streak badnavirus</i>
BWYV	<i>Beet western yellows polerovirus</i>
CABI	<i>Centre for Agriculture and Bioscience International</i>
CabMV	<i>Cowpea aphid-borne mosaic potyvirus</i>
CARNA-5	CMV-Associated RNA-5
cDNA	Complementary DNA
CMV	<i>Cucumber mosaic cucumovirus</i>
CP	Coat Protein

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
CpCDV	<i>Chickpea chlorotic dwarf mastrevirus</i>
CpCSV	<i>Chickpea chlorotic stunt polerovirus</i>
cv.	Cultivar
DAS-ELISA	Double Antibody Sandwich Enzyme Linked Immunosorbent Assay
dk	Dakika
DNA	Deoksiribo Nucleic Acid
FAO	Food and Agriculture Organization
FBNYV	<i>Faba bean necrotic yellows nanovirus</i>
GBNV	<i>Groundnut bud necrosis orthotospovirus</i>
GRV	<i>Groundnut rosette umbravirus</i>
HC-Pro	Helper component proteinase
ICTV	International Committee on Taxonomy of Viruses
IC-RT-PCR	Immunocapture Reverse Transcriptase-Polimerase Chain Reaction
ISTA	International Seed Testing Association
MEGA	Molecular Evolutionary Genetics Analysis
MP	Movement Protein

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
MYMIV	<i>Mungbean yellow mosaic india begomovirus</i>
MYMV	<i>Mungbean yellow mosaic begomovirus</i>
NCBI	National Center for Biotechnology Information
NIa-Pro	Nuclear Inclusion a Protease
NIb	Nuclear Inclusion Protein b
ORF	Open Reading Frame
P1	Protein 1
P3	Protein 3
PCR	Polymerase Chain Reaction
PeMoV	<i>Peanut mottle potyvirus</i>
PEMV-1	<i>Pea enation mosaic enamovirus 1</i>
PEMV-2	<i>Pea enation mosaic umbravirus 2</i>
PPSMV	<i>Pigeonpea sterility mosaic emaravirus</i>
PSbMV	<i>Pea seed-borne mosaic potyvirus</i>
RNA	Ribonucleic acid
rpm	repeat per minute
RT-PCR	Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
SBMV	<i>Southern bean mosaic sobemovirus</i>
SMV	<i>Soybean mosaic potyvirus</i>
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
TAE	Tris-acetate-EDTA
TBIA	Tissue-blot immunoassay
TNA	Total Nucleic Acid
ToMV	<i>Tomato mosaic tobamovirus</i>
ToRSV	<i>Tomato ringspot nepovirus</i>
TSWV	<i>Tomato spotted wilt orthospovirus</i>
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UV	Ultraviyole
VPg	Viral protein genome-linked

1. GİRİŞ

Yaklaşık 500 cins ve 12 bin tür otsu, çalı ve ağaç formunda bitki bulunduran Leguminosae (Fabaceae) familyası Papilionatae, Caesalpinoideae ve Mimosoideae alt familyalarına ayrılmaktadır (Edwardson and Christie, 2018). Yemeklik baklagiller olarak adlandırılan soya fasulyesi (*Glycine max*), yer fıstığı (*Arachis hypogaea*), fasulye (*Phaseolus vulgaris*), börülce (*Vigna unguiculata*), güvercin bezelye (*Cajanus cajan*), nohut (*Cicer arietinum*), bezelye (*Pisum sativum*), maş fasulyesi (*Vigna radiata*), siyah fasulye (*Vigna mungo*), bakla (*Vicia faba*) ve mercimek (*Lens culinaris*) bitkileri Papilionatae alt familyası içinde yer alan ve dünya çapında yetiştiriciliği yapılan en önemli baklagil türleridir (Lewis et al., 2005). Soya fasulyesi, yer fıstığı, fasulye, börülce, güvercin bezelye, maş fasulyesi ve siyah fasulye sıcak mevsimlerde yetiştirilirken; nohut, bezelye, bakla ve mercimek serin mevsimlerde yetiştirilmektedir.

Baklagil bitkileri insan ve hayvan beslenmesinde kullanılan bitkiler arasında hububatlardan sonra ikinci sırada bulunmaktadır. Besin değeri olarak hububat tohumlarından 2-3 kat daha fazla protein içermektedir. Yüksek protein içeriği nedeniyle insan beslenmesinde önemli yer tutmakta ve çiftlik hayvanları için kaliteli yem kaynağı olarak kullanılmaktadır. Yeşil gübre olarak kullanılmalarının yanısıra, *Rhizobium* bakterileriyle ortak yaşam kurması nedeniyle bitkilerin azot ihtiyacının karşılanması ve toprağın azot içeriğinin artırılmasını sağlar. Azotlu gübrelerin üretimi ve kullanımından kaynaklı çevre sorunlarının azaltılmasına da yardımcı olmaktadır. Ayrıca tıp, boya ve parfüm sanayilerinde, lif kaynağı ve süs bitkisi olarak, reçine ve tanen üretiminde de kullanılmaktadırlar (Edwardson and Christie, 2018).

Yemeklik Baklagillerin dünyanın farklı bölgelerine göre üretim değerleri değişmekte ve bazı bölgelerde değişik türler daha fazla önem kazanmaktadır. Latin Amerika'da fasulye, soya fasulyesi, yer fıstığı, börülce ve nohut; Doğu Asya'da mercimek, güvercin bezelye, nohut, maş fasulyesi ve siyah fasulye; Orta Asya ve Kuzey Afrika'da bakla, mercimek ve nohut; Afrika'da ise yer fıstığı, börülce ve fasulye temel besin kaynağı olarak önem kazanmaktadır.

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün (Food and Agriculture Organization of United Nations, FAO) üretim verilerine göre 2018 yılında 241.7 milyon ha alanda soya fasulyesi, yer fıstığı, fasulye, nohut, bezelye, börülce, mercimek, güvercin bezelye ve bakla üretimi gerçekleştirilmiş, 480.2 milyon ton ürün elde edilmiştir (Tablo 1.1).

Tablo 1.1. Dünya baklagil ekim alanları ve üretim miktarları (FAO, 2018).

Bitki Adı	Ekim Alanı (ha)	Üretim Miktarı (ton)
Soya fasulyesi	124.921.956	348.712.311
Yer fıstığı	28.515.387	45.950.901
Fasulye	34.495.662	30.434.280
Nohut	17.814.502	17.192.188
Bezelye	7.878.051	13.534.166
Börülce*	12.496.305	7.233.408
Mercimek	6.100.922	6.333.352
Güvercin bezelye	6.992.553	5.960.575
Bakla	2.511.813	4.923.090
Toplam	241.727.151	480.274.271

*Börülce üretim verileri TÜİK (2019) verilerinden alınmıştır.

Türkiye'de ise 2018 yılı verilerine göre 942 bin ha alanda 1.5 milyon ton baklagil üretimi gerçekleştirilmiştir (Tablo 1.2).

Tablo 1.2. Türkiye baklagil ekim alanları ve üretim miktarları (FAO, 2018).

Bitki Adı	Üretim Alanı (ha)	Üretim Miktarı (ton)
Nohut	514.102	630.000
Mercimek	259.374	353.000
Fasulye	84.786	220.000
Yer fıstığı	44.290	173.835
Soya fasulyesi	32.848	140.000
Bakla	4.772	13.198
Bezelye	907	2.603
Börülce*	1.308	1.392
Toplam	942.387	1.534.028

*Börülce üretim verileri TÜİK (2019) verilerinden alınmıştır.

Ülkeler düzeyinde en fazla soya fasulyesi üretimi Amerika’da, yer fıstığı ve bakla üretimi Çin’de, fasulye, nohut ve güvercin bezelyesi üretimi Hindistan’da, börülce üretimi Nijerya’da, bezelye ve mercimek üretimi Kanada’da gerçekleşmektedir. Türkiye nohut üretiminde dünyada üçüncü ve mercimek üretiminde dördüncü sırada yer almaktadır (FAO, 2018) (Tablo 1.3).

Tablo 1.3. Ülkelere göre baklagil ekim alanı, üretim miktarı ve verim.

Bitki Adı	Ülkeler	Ekilen Alanı (ha)	Üretim miktarı (ton)	Verim (kg/da)
Soya Fasulyesi	Amerika	35.657.240	123.664.230	3.468
	Brezilya	34.771.690	117.887.672	3.390
	Arjantin	16.318.060	37.787.927	2.316
Yer Fıstığı	Çin	4.640.843	17.392.071	3.747
	Hindistan	4.940.000	6.695.000	1.355
	Sudan	3.065.000	2.884.000	941
Fasulye	Hindistan	13.545.518	6.220.000	459
	Myanmar	2.701.865	4.779.927	1.769
	Brezilya	2.837.697	2.915.030	1.027
Nohut	Hindistan	11.899.185	11.380.000	956
	Avustralya	1.075.136	998.231	928
	Türkiye	514.102	630.000	1225
Börülce	Nijerya	2.853.097	2.606.912	914
	Nijer	5.889.677	2.376.727	403
	Burkina Faso	1.307.336	630.965	483
Bezelye	Kanada	1.431.200	3.580.700	2.502
	Rusya	1.385.555	2.304.432	1.663
	Çin	1.000.094	1.525.476	1.525
Mercimek	Kanada	1.499.400	2.092.136	1.395
	Hindistan	2.215.397	1.620.000	731
	Amerika	290.560	381.380	1.313
Güvercin Bezelyesi	Hindistan	5.583.059	4.290.000	768
	Myanmar	532.622	676.198	1.270
	Malavi	249.510	434.792	1.743
Bakla	Çin	865.982	1.806.010	2.085
	Etiyopya	464.313	988.262	2.128
	İngiltere	154.600	402.000	2.600

Virüs hastalıkları tropik ve subtropik bölgelerde yemeklik baklagil üretimini sınırlayan başlıca biyotik faktörlerden biri olup, şimdiye kadar kültürü yapılan baklagillerde hastalık meydana getiren farklı cinslere ait yaklaşık 150 virüs olduğu belirlenmiştir (Loebenstein and Thottappilly, 2003; Rao et al., 2008; Sastry and Zitter, 2014; ICTV, 2020). *Bean common mosaic potyvirus* (BCMV), *Soybean mosaic potyvirus* (SMV), *Cucumber mosaic cucumovirus* (CMV), *Alfalfa mosaic alfamovirus* (AMV), *Peanut mottle cucumovirus* (PeMoV), *Pea seed-*

borne mosaic potyvirus (PSbMV) ve *Bean yellow mosaic potyvirus* (BYMV) gibi tohum kaynaklı virüsler dünya çapında yayılım göstermekte ve çeşitli baklagillerde hastalık meydana getirmektedir (Albrechtsen, 2006; Sastry, 2013). Diğer virüs hastalıkları ise dünyanın farklı bölgelerinde görülmekte, bazıları da belirli bölgelerde görülen endemik hastalıklar olabilmektedir. Örneğin; *Groundnut rosette umbravirus* (GRV) sadece Afrika'da görülen endemik bir virüs hastalığıdır (Alegbejo and Abo, 2002; Kumar et al., 2008b). *Groundnut bud necrosis othrotospovirus* (GBNV), *Pigeonpea sterility mosaic emaravirus* (PPSMV), *Mungbean yellow mosaic begomovirus* (MYMV) ve *Mungbean yellow mosaic India begomovirus* (MYMIV) Güneydoğu Asya'ya özgü virüs hastalıklarıdır. (Kumar et al., 2008a; Malathi and John, 2008; Mandal et al., 2012). Fasulyeyi enfekte eden begomovirüsler daha çok Latin Amerika'da yaygındır (Navas-Castillo et al., 2011). *Faba bean necrotic yellows nanovirus* (FBNYV) Batı Asya ve Kuzey Afrika'da soğuk iklimde yetiştirilen baklagillerde en yaygın görülen virüstür (Kumari and Makkouk, 2007; Makkouk and Kumari, 2009; Makkouk et al., 2012).

Dünyada kültür bitkilerinin yaklaşık % 90'ının tohum aracılığıyla yetiştirilmesi nedeniyle, tohumla taşınan bitki virüsleri büyük problem oluşturmaktadır (Erkan, 1998). Gerek yurt dışında gerekse ülkemizde yapılan araştırmalarda sertifika almış tohumlarda bile viral etmenlerin var oldukları çeşitli araştırmalarda belirlenmiştir (Çiçek ve Yorgancı, 1991; Erkan vd., 1991; Erkan vd., 1992; Sayasa et al., 1993; Çiçek, 1998). Tohumla taşınan virüsler bitkilerde hastalık meydana getirerek; tohum oluşumunun engellenmesine, tohumun çimlenme yeteneğinin azalmasına veya kaybolmasına, tohumlarda renk ve şekil bozukluklarına ve bunlara bağlı olarak ürün miktarı ve kalitesinde azalmaya neden olmaktadır. Ayrıca virüslere karşı mücadelede yapılan harcamalar ve oluşan maliyetler dolaylı olarak zarar vermektedir. Enfekteli tohumların primer enfeksiyon kaynağı olması, bu tohumlardan oluşan bitkilerin sekonder inokulum kaynağı oluşturması, tohum vasıtasıyla virüslerin dünya geneline yayılması ve virüslerin yıldan yıla taşınarak devamlılık kazanmasına neden olduğu için tohum enfeksiyonları virüs ekolojisi ve epidemiyolojisinde büyük öneme sahiptir (Erkan, 1998; Albrechtsen, 2006; Sastry, 2013).

Tohum kökenli virüs hastalıklarının baklagil bitkilerinin gelişimi ve verimi üzerine etkisi, bitki tür ve çeşidi, virüsün ırkı, enfeksiyon zamanı, mevsim, lokasyon ve iklim faktörlerine bağlı olarak değişmektedir (Jones and Barbetti, 2012). Farklı araştırmacılar tarafından yapılan tarla denemelerinde, AMV'nin baklada % 45, mercimekte % 81-87 ve nohutta % 98 (Latham et al., 2004); BYMV'nin baklada % 45 (Alkhalaf et al., 2010) ve mercimekte % 96 (Kumari et al., 1994); CMV'nin fasulyede % 5-75 (Morales, 2003; Schwartz et al., 2005), mercimekte % 80-90 (Latham et al., 2004) ve nohutta % 80 (Jones et al., 2008); PSbMV'nin baklada % 40.5 (Makkouk et al., 1993), bezelyede % 25 (Coutts et al., 2009) ve mercimekte % 96 (Coutts et al., 2008) verim kaybına neden olduğu bildirilmiştir.

Bitki virüs hastalıklarına karşı doğrudan mücadele yöntemleri bulunmaması nedeniyle, daha çok karantina önlemleri, hastalıktan arı tohum kullanımı, dayanıklı çeşitlerin kullanımı, vektörlerle kimyasal, fiziksel ve biyolojik mücadele gibi dolaylı yöntemler tercih edilmektedir. Bu yöntemler virüslere karşı etkili bir mücadele sağlamasa da entegre mücadele programı içerisinde birden fazla yöntemin birlikte kullanılmasıyla virüs hastalıkları minimize edilebilmektedir (Hooks and Fereres, 2006; Malathi and John, 2008; Sreenivasulu et al., 2008; Reddy et al., 2009; Hema et al., 2014). Tohumla yetiştirilen bitkilerde tohum kaynaklı virüslere özgü olarak mücadelede genel yöntemler dışında enfekteli tohumların imhası, uç meristem kültürü, kimyasal dezenfeksiyon, sıcak su, sıcak hava ve ışın yoluyla dezenfeksiyon yöntemleri kullanılmaktadır. Kimyasal uygulamalar external taşınan virüslere karşı etkili olurken, sıcaklık uygulamaları internal taşınan virüslere karşı daha etkili olmaktadır (Hema et al., 2014; Sastry and Zitter, 2014). Belirtilen yöntemler virüsün tohumla taşınma oranını azaltmakta ve dolaylı olarak virüsün yayılmasını azaltmaktadır.

Bu tez çalışmasıyla, dünyada ve ülkemizde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan bakla, bezelye, mercimek ve nohut bitkilerinde tohumla taşındığı ve ekonomik kayıplara neden olduğu daha önceki çalışmalarla ortaya konmuş en yaygın dört virüsün ülkemizdeki bulunma durumu belirlenmiştir. Elde edilen Türkiye'ye özgü virüs izolatları, dünya izolatlarıyla karşılaştırılarak farklılık ve benzerlikleri saptanmış, ayrıca taksonomideki yerleri belirlenmiştir. Ayrıca, bu

virüslerin kontrol edilme olanaklarını araştırmak amacıyla sıcaklık ve ozon uygulamalarının etkinliği ve bu uygulamaların tohumların kalitesine olası etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Baklagil Bitkilerinde Görülen Virüs Hastalıkları

Dünya genelinde farklı araştırmacılar tarafından Leguminosae familyasına ait bitkileri doğal olarak enfekte eden 64 cinsten 281 virüs türü bildirilmiştir (Hampton, 1984; Bos et al., 1988; Jones and McLean, 1989; Makkouk, 1994; Boiteux et al., 1995; Schwinghamer et al., 1999; Makkouk et al., 2003b; Thomas et al., 2004; Kumari and Makkouk, 2007; Kumari et al., 2009; Makkouk et al., 2012; Edwardson and Christie, 2018). Bunların dışında yapay inokulasyonla enfeksiyona neden olduğu belirlenen, ancak doğal şartlarında rapor edilmemiş virüsler de bulunmaktadır. Örneğin; *Apple stem grooving capillovirus*'un *Phaseolus vulgaris* bitkisini (Lister, 1970), *Freesia streak potyvirus*'un *Trifolium incarnatum* bitkisini (Brunt, 1968), *Papaya mosaic potexvirus*'un *Cassia occidentalis* bitkisini (De Bokx, 1965) ve *Wound tumor phytoreovirus*'un *Melilotus officinalis* bitkisini (Black, 1945) yapay inokulasyonla enfekte edebildiği belirlenmiştir.

Sadece yemeklik baklagil bitkilerinde doğal enfeksiyona neden olduğu bildirilen yaklaşık 150 virüs bulunmaktadır. Bu sayı her geçen gün değişken olan virüslerin genotipi, vektörler, konukçu bitkiler ve çevre faktörleri nedeniyle artmaktadır. Bu virüslerin 1/3'ten fazlası tohumla taşınabilmektedir (Edwardson and Christie, 2018). Baklagillerde ekonomik öneme sahip virüsler ve bazı özellikleri Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1. Baklagillerde görülen ekonomik öneme sahip virüsler ve taşınma yolları.

Bitki Adı	Virüs Adı	Kısaltma	Cins adı	Taşınma yolları
Soya Fasulyesi	<i>Soybean mosaic virus</i>	SMV	<i>Potyvirus</i>	M, T, YB (NP)
	<i>Tobacco ringspot virus</i>	TRSV	<i>Nepovirus</i>	M, T, N
	<i>Cowpea severe mosaic virus</i>	CPSMV	<i>Comovirus</i>	Sap, B (SP)
	<i>Groundnut bud necrosis virus</i>	GBNV	<i>Orthotospovirus</i>	Sap, Th (C)
	<i>Tobacco streak virus</i>	TSV	<i>Ilarvirus</i>	M, T, Th
	<i>Soybean dwarf virus</i>	SbDV	<i>Luteovirus</i>	YB (C)
	<i>Mungbean yellow mosaic virus</i>	MYMV	<i>Begomovirus</i>	BS (C)
	<i>Bean golden mosaic virus</i>	BGMV		
Yer Fıstığı	<i>Groundnut rosette assistor virus</i>	GRAV	CY	YB (C)
	<i>Groundnut rosette virus</i>	GRV	<i>Umbravirus</i>	M, YB (C)
	<i>Tomato spotted wilt virus</i>	TSWV	<i>Orthotospovirus</i>	M, Th (CP)
	<i>Groundnut bud necrosis virus</i>	GBNV		
	<i>Tobacco streak virus</i>	TSV	<i>Ilarvirus</i>	M, T, Th
	<i>Peanut clump virus</i>	PCV	<i>Pecluvirus</i>	M, T, F
	<i>Indian peanut clump virus</i>	IPCV		
	<i>Peanut mottle virus</i>	PeMoV	<i>Potyvirus</i>	M, T, YB (NP)
Fasulye	<i>Cucumber mosaic virus</i>	CMV	<i>Cucumovirus</i>	
	<i>Bean common mosaic virus</i>	BCMV	<i>Potyvirus</i>	M, T, YB (NP)
	<i>Bean common mosaic necrosis virus</i>	BCMN		
	<i>Bean golden mosaic virus</i>	BGMV	<i>Begomovirus</i>	BS (C)
	<i>Bean golden yellow mosaic virus</i>	BGYMV		
	<i>Bean dwarf mosaic virus</i>	BDMV	<i>Cucumovirus</i>	M, T, YB (NP)
Börülce	<i>Cucumber mosaic virus</i>	CMV		
	<i>Cowpea aphid-borne mosaic virus</i>	CABMV	<i>Potyvirus</i>	M, T, YB (NP)
	<i>Cowpea mosaic virus</i>	CPMV	<i>Comovirus</i>	M, T, B (SP)
	<i>Cowpea severe mosaic virus</i>	CPSMV		
	<i>Southern bean mosaic virus</i>	SBMV	<i>Sobemovirus</i>	M, T, YB (NP)
	<i>Cucumber mosaic virus</i>	CMV	<i>Cucumovirus</i>	
	<i>Cowpea golden mosaic virus</i>	CPGMV	<i>Begomovirus</i>	BS (C)
	<i>Mungbean yellow mosaic India virus</i>	MYMIV		
	<i>Dolichos yellow mosaic virus</i>	DoYMV	<i>Carlavirus</i>	M, T, BS (NP)
	<i>Cowpea mild mottle virus</i>	CPMMV		
Nohut	<i>Cowpea chlorotic mottle virus</i>	CCMV	<i>Bromovirus</i>	M, B (SP)
	<i>Cowpea mottle virus</i>	CPMoV	<i>Gammacarmovirus</i>	M, T, B (SP)
	<i>Bean leafroll virus</i>	BLRV	<i>Luteovirus</i>	YB (C)
	<i>Soybean dwarf virus</i>	SbDV		
	<i>Chickpea chlorotic stunt virus</i>	CpCSV	<i>Polerovirus</i>	YB (C)
	<i>Beet western yellows virus</i>	BWYV		
	<i>Chickpea chlorotic dwarf virus</i>	CpCDV	<i>Mastrevirus</i>	YP (C)
	<i>Chickpea redleaf virus</i>	CpRLV		
Bezelye	<i>Chickpea yellows virus</i>	CpYV		
	<i>Chickpea chlorosis virus</i>	CpCV		
	<i>Chickpea chlorosis Australia virus</i>	CpAV		
	<i>Pea seed-borne mosaic virus</i>	PSbMV	<i>Potyvirus</i>	M, T, YB (NP)
	<i>Bean yellow mosaic virus</i>	BYMV		
Bakla	<i>Pea enation mosaic virus 1</i>	PEMV-1	<i>Enamovirus</i>	M, YB (C)
	<i>Pea enation mosaic virus 2</i>	PEMV-2	<i>Umbravirus</i>	M, YB (C)
	<i>Bean leafroll virus</i>	BLRV	<i>Luteovirus</i>	YB (C)
	<i>Faba bean necrotic yellows virus</i>	FBNYV	<i>Nanovirus</i>	YB (C)
	<i>Faba bean necrotic stunt virus</i>	FBNSV		
Mercimek	<i>Bean leafroll virus</i>	BLRV	<i>Luteovirus</i>	YB (C)
	<i>Faba bean necrotic yellows virus</i>	FBNYV	<i>Nanovirus</i>	YB (C)
	<i>Pea seed-borne mosaic virus</i>	PSbMV	<i>Potyvirus</i>	M, T, YB (NP)
	<i>Bean yellow mosaic virus</i>	BYMV		
	<i>Cucumber mosaic virus</i>	CMV	<i>Cucumovirus</i>	M, T, YB (NP)
	<i>Broad bean stain virus</i>	BBSV	<i>Comovirus</i>	M, B (SP)

M; mekanik taşınma, T; tohum, YB; yaprak biti, N; nematod, B; çeşitli böcekler, Th; tihipris, BS; beyaz sinek, F; fungus, YP; yaprak piresi, NP; nonpersistent, SP; semipersistent, C; circulative, CP; circulative ve propagative, CY: herhangi bir cins içine yerleştirilmemiştir.

2.2. Araştırma Konusu Virüsler

2.2.1. Alfalfa Mosaic Virus (AMV)

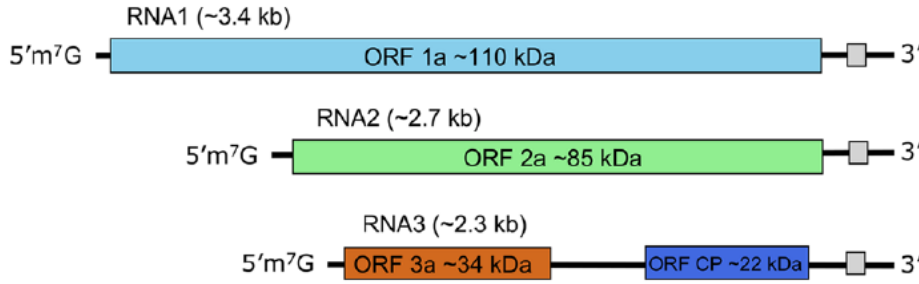
Bromoviridae familyasının *Alfamovirus* cinsi içinde yer almaktadır (ICTV, 2020). İlk kez Amerika’da Weimer tarafından kaba yonca bitkisinde belirlenmiş olup, dünya genelinde yayılım gösteren bir virüstür (Weimer, 1931) (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. AMV’nin dünyadaki yayılımı (CABI, 2019a).

AMV virionu, zarfsız, bacilliformda, T=1 icosahedral simetrik ve 18 nm çapındadır. RNA1, RNA2 ve RNA3’ten oluşan üç parçalı, pozitif polariteli, tek iplikçikli bir genoma sahiptir (Jaspars, 1985). Genom RNA’larının ayrı ayrı kapsidasyonu sonucunda, 30-57 nm arasında değişen uzunlukta, 5 tip virüs partikülü (B, M, Ta, Tb ve To) bulunmaktadır (Jaspars, 1974, 1985). Bu partiküllerin hiç birisinin tek başına enfeksiyon yapabilme yeteneği bulunmamaktadır. B, M ve Tb kombinasyonu ortamda protein kılıfı bulunması durumunda başarılı enfeksiyon oluşturabilmektedir. Virüs partikülünün yaklaşık % 17.8’i RNA’dan oluşmaktadır (Hull et al., 1969). RNA 1 ve 2’de replikasyondan sorumlu P1 ve P2 proteinleri kodlanmıştır (Bol, 1999). RNA 3’te MP proteini kodlanmış olup (Langereis et al., 1986), RNA 3’ün üzerinde bulunan subgenomik RNA4’te ise CP proteini kodlanmıştır (Brederode et al., 1980; Smit and Jaspars, 1982; Van der Vossen et al., 1994; Bol, 1999; Tenllado and Bol, 2000) (Şekil. 2.2). CP genlerinin filogenetik analizine dayalı olarak AMV

izolatları orijinlerine göre I ve II alt gruplarına ayrılmaktadır (Parrella et al., 2000).



Şekil 2.2. AMV'nin genom organizasyonu (Bujarski et al., 2019).

AMV için termal inaktifleşme noktası 48 °C (Milbrath, 1963) ve 66-69 °C (Babovic et al., 1975) olarak hesaplanmıştır. Son seyrelme noktası ise 10^{-2} 'den (Kreitlow and Price, 1949) 10^{-5} - 10^{-6} 'ya (Babovic, 1968) kadar değişmektedir. İn vitro'da 1-2 günden (Nour and Nour, 1962) 30 güne (Hein, 1957) kadar stabil kalabilmektedir.

Dünya genelinde yayılım gösteren ve çok sayıda konukçuya sahip bir virüstür (Jasper and Boss, 1980). AMV 48 familyadan, 155 farklı cinsten, 232 bitki türünde rapor edilmiştir. Konukçularından 21 cinsten 53 bitki türü Leguminosae (Baklagiller) familyası içinde yer almaktadır. Bakla, bezelye, fasulye, mercimek, nohut, üçgül ve yonca bitkileri önemli konukçularıdır (Edwardson and Christie, 2018).

AMV yonca bitkisinin genç yapraklarında küçük, yuvarlak ve sarı-yeşil lekeler neden olmaktadır. Daha sonra klorotik lekeler, şeritler ve halkalar şeklinde büyümektedir. Yaşlı yapraklarda açık sarı ve beyazımsı lekeler oluşmaktadır. Erken enfekte olan bitkilerin yaprakları buruşmakta ve gelişme geriliği görülmektedir. Enfekteli bitkilerde bodurlaşma ve sonuçta ölüm meydana gelmektedir (Graham et al., 1972). Bezelye bitkisinde yapraklarda kıvrılma, kloroz ve nekrotik lekeler neden olmakta ve bitkide bodurlaşma görülmektedir (Ford and Baggett, 1965). Mercimek bitkilerinin yapraklarında küçülme ve kloroz meydana gelmektedir. Bitkilerde bodurlaşma görülmekte ve erken ölüm olabilmektedir. Çiçeklenme ve tohum oluşumunda azalma meydana gelmekte ve

oluşan tohumlar küçük ve buruşuk olmaktadır (Sastry et al., 2019). Nohut bitkilerinde oluşan erken enfeksiyon, bitki boyunca yayılan ve ölümle sonuçlanan sürgün ucu nekrozlarına neden olmaktadır. Geç dönem enfeksiyonlarında, sürgünlerin uç kısmında sınırlı nekrozlar meydana gelmekte ve yapraklarda klorotik halaklar oluşmaktadır. Bazı bitkilerde yan sürgünlerin çoğalmasına neden olmaktadır. Enfekteli bitkilerde bodurlaşma, yaprak dökümü ve erken ölüm gerçekleşmektedir (Sastry et al., 2019).

AMV mekanik olarak kolay bir şekilde taşınabilmesinin yanı sıra *Acyrtosiphon kondoi* (Garran and Gibbs, 1982), *A. pisum* (Weimer, 1934), *A. primulae* (Heinze, 1960), *A. solani* (Severin, 1947), *Aphis craccivora* (Swenson, 1952), *A. fabae* (Swenson, 1954), *A. frangulae gossypii* (Severin, 1947), *A. thalictri* (Heinze, 1963), *Aulacorthum circumflexum* (Heinze, 1960), *A. solani* (Heinze, 1960), *Idiopterus nephrolepidis* (Heinze, 1960), *Macrosiphum euphorbiae* (Porter, 1935), *M. pisi* (Verhoyen, 1961), *Metapalophium primulae* (Heinze, 1960), *Micromyzus violae* (Severin, 1947), *Myzus ajugae* (Heinze, 1963), *M. ornatus* (Heinze, 1960), *M. persicae* (Severin, 1947), *Nearctaphis bakeri* (Manglitz and Kreitlow, 1960), *Neomyzus circumflexus* (Severin, 1947), *Phorodon cannabis* (Schmidt and Karl, 1970) ve *Therioaphis trifolii* f. *maculata* (Schmidt, 1977f) yaprak bitleriyle nonpersistent olarak taşınabilmektedir. Ayrıca, Leguminosae, Amaranthaceae ve Solanaceae familyalarından bazı bitki türlerinin tohumlarıyla taşınabilmektedir (Edwardson and Christie, 2018). Bakla tohumlarıyla % 0.04 (Latham et al., 2004), mercimek tohumlarıyla 0.1-5% (Jones and Coutts, 1996; Makkouk and Attar, 2003) ve Nohut tohumlarıyla 0.1-1% (Jones and Coutts, 1996) oranlarında taşınabilmektedir. Yonca bitkisinin tohumlarıyla % 74'e varan oranlarda taşınabilmektedir (Jones and Pathipanawat, 1989; Bailiss and Offei, 1990; Cali, 1990; Jones, 2004; Mando et al., 2004). Enfekteli yonca bitkisinin tohum kabuğu ve embriyosunda bulunduğu bildirilmiştir (Pesic and Hiruki, 1986). Ayrıca polen vasıtasıyla taşınabildiği bilinmektedir (Frosheiser, 1974; Hemmati and McLean, 1977). *Cuscuta campestris*, *C. epilinum*, *C. europea*, *C. lupuliformis* ve *C. subinclusa* gibi küsküt türleri tarafından da yayılabilmektedir.

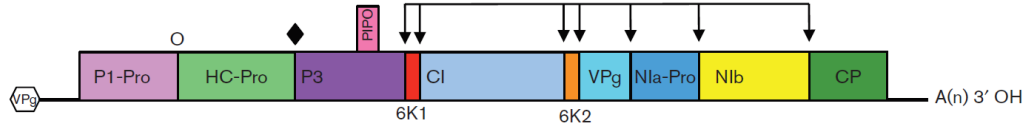
2.2.2. Bean Yellow Mosaic Virus (BYMV)

Bean yellow mosaic virus (BYMV) *Potyviridae* familyasının *Potyvirus* cinsi içinde yer almakta olup (ICTV, 2020), ilk kez 1934 yılında Pierce tarafından fasulye bitkilerinde saptanmıştır. Ülkemizde de varlığı bilinen virüs (Acikgoz and Citir, 1986), tüm dünya genelinde de yayılım göstermektedir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. BYMV'nin dünyadaki yayılımı (CABI, 2019b).

BYMV ipliksi, 750 nm uzunluğunda ve 15 nm genişliğinde bir viriona sahiptir (Brunt et al., 1990). *Potyvirus* cinsine bağlı diğer virüsler gibi tek zincirli pozitif polariteli RNA'ya sahiptir. Genomik RNA üzerinde proteolitik süreçler sonucu virüsün replikasyonu ve taşınmasında rol alan 11 proteine dönüşebilen çeşitli bölgeler kodlanmıştır. Söz konusu kodlanmış bölgeler; P1 (translasyon, replikasyon modülatörü), HC-Pro (gen susturma/ durdurma ve yaprak bitiyle taşınma), P3 (Virüs replikasyonu ve taşınma), P3N-PIPO (Hücreden hücreye taşınma), 6K1 (Replikasyon veziküllerinin oluşumu), CI (Virüsün replikasyon ve taşınmasında görev alan helikaz), 6K2 (Replikasyon veziküllerinin oluşumu), VPg (Translasyon, virüsün taşınması ve replikasyon), NIa-Pro (Polyprotein süreci), NIb (RNA'ya bağlı RNA polimeraz) ve CP (Virüsün taşınması, virion oluşumu ve yaprak bitiyle taşınma)'dir (Revers and Garcia, 2015; White, 2015; Cui and Wang, 2016) (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. BYMV'nin genom organizasyonu (Wylie et al., 2017).

BYMV için termal inaktifleşme noktası 50-55 °C (Goodchild, 1956) ve 70-80 °C (Singh and Singh, 1977) olarak hesaplanmıştır. Son seyrelme noktası ise 8×10^{-2} 'den (Smith, 1957) 10^{-7} - 10^{-8} 'e (Singh and Singh, 1977) kadar değişmektedir. İn vitro'da 24-32 saatten (Frandsen, 1952) 31-40 güne (Singh and Singh, 1977) kadar stabil kalabilmektedir.

BYMV, geniş bir konukçu dizisine sahip olup, 14 familyadan 54 cins içinde yer alan 188 bitki türünde rapor edilmiştir. Konukçuları arasında Leguminosae familyasından 26 cins, 150 tür bulunmaktadır. Bakla, bezelye, börülce, fasulye, mercimek, nohut, üçgül ve yonca önemli konukçularıdır (Edwardson and Christie, 2018).

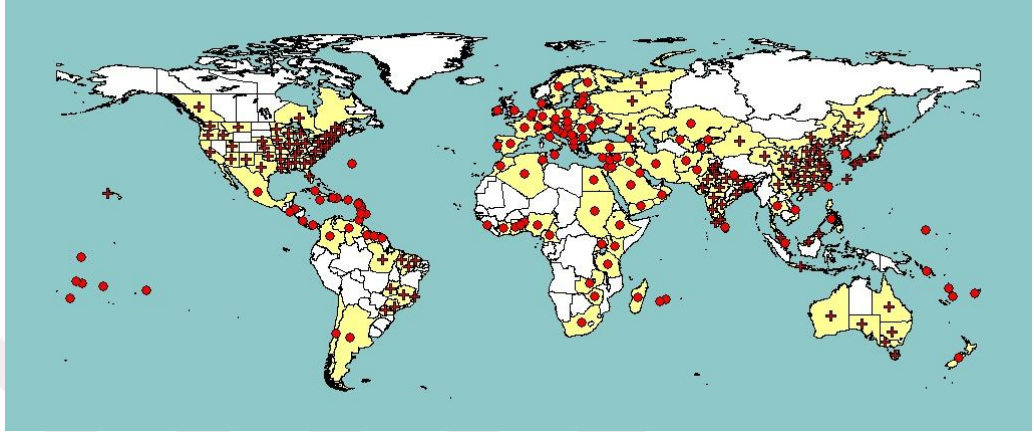
BYMV ile enfekteli fasulye bitkisinin yapraklarında buruşma, aşağı doğru kıvrılma, sarı beneklenme ve damarlar boyunca nekroz belirtileri görülmektedir. BYMV'nin bazı ırkları fasulye yapraklarında mor lekeler, bitkide bodurlaşma ve geç olgunlaşmaya neden olabilmektedir. BYMV'nin nekrotik ırkları ise fasulye bitkisinde uç sürgünlerde nekrozlara ve yaprak dökümüne neden olabilmektedir (Tu, 1997). Bakla bitkisinde genç yapraklarda belirtiler daha belirgin olup, damarlarda renk açılması, mozaik, damar bantlaşması ve kloroza neden olmaktadır. BYMV'nin bazı ırkları bakla bitkisinde mozaik, bodurlaşma, nekroz ve bitki ölümüne neden olabilmektedir (Vovlas and Russo 1978). Virüsle enfekteli bezelye bitkilerinde mozaik, yaprak damarlarında kloroz ve uç sürgünlerde nekroz belirtileri görülmektedir. Mercimek bitkisinde kloroz, hafif mozaik veya beneklenme ve bodurlaşma belirtileri oluşmaktadır. Yapraklarda kıvrılma veya yaprak kenarları boyunca nekrozlu kıvrılma meydana gelmektedir. Ayrıca, çiçeklenme ve tohum oluşumunda azalma ve tohum boyutunda azalmaya neden olmaktadır. Nohut bitkisinde sürgünlerin uçlarında nekroz, yaprak kenarlarında kırmızılaşıma, bodurlaşma ve erken yaşlanma belirtilerine neden

olmaktadır. Erken enfekte olup ölmeyen bitkilerin yapraklarında iplikleşme ve şekil bozukluğu oluşmaktadır (Sastry et al., 2019).

BYMV mekanik olarak taşınabilmesinin yanısıra *Acyrtosiphon destructor* (Carter, 1962), *A. onobrychis* (Devergne, 1959), *A. pisum* (Hagedorn and Walker, 1950), *A. scarioli* (Swenson, 1957), *A. sesbaniae* (Kaiser, 1973b), *Anuraphis bakeri* (Sommereyns, 1967), *Aphis craccae* (Heinze, 1952), *A. craccivora* (Kennedy et al., 1962), *A. fabae* (Swenson, 1957), *A. gossypii* (Swenson, 1957), *A. helianthi* (Swenson, 1957), *A. medicaginis* (Corbett, 1958), *A. spiraecola* (Evans and Zettler, 1970), *Aulacorthum barri* (Carter, 1962), *A. circumflexus* (Smith and Brierley, 1944), *A. scariolae* (Quantz, 1968a), *A. solani* (Swenson, 1957), *Brachycaudus cardui* (Swenson, 1957), *B. helichrysi* (Kovachevsky, 1973), *B. helichrysi* (Sommereyns, 1967), *Brachycolus atriplicis* (Swenson, 1957), *Brevicoryne brassicae* (Carter, 1962), *Cavariella aegopodii* (Swenson, 1957), *Cerosipha gossypii* (Carter, 1962), *Chaetosiphon fragaefolii* (Swenson, 1957), *Comaphis helianthi* (Carter, 1962), *Dysaphis crataegi* (Swenson, 1957), *Dysaulacorthum pseudosolanii* (Carter, 1962), *D. vincae* (Carter, 1962), *Hayhurstia atriplicis* (Swenson, 1957), *Hyperomyzus lactucae* (Swenson, 1957), *Macrosiphum avenae* (Swenson, 1957), *M. euphorbiae* (Swenson, 1954), *M. rosae* (Swenson, 1957), *M. solanifolii* (Carter, 1962), *Megoura viciae* (Sommereyns, 1967), *Myzus cerasi* (Quantz, 1968a), *M. cerasifolii* (Swenson, 1957), *M. certus* (Swenson, 1957), *M. persicae* (Swenson, 1954), *Myzocallidium riehmi* (Quantz, 1968a), *Nearctaphis bakeri* (Manglitz and Kreitlow, 1960), *Pentatrachopus fragaefolii* (Swenson, 1957), *Rhopalosiphum maidis* (Carter, 1962), *Therioaphis riehmi* (Fritzsche, 1972) ve *Yezabura tulipae* (Carter, 1962) yaprak bitleriyle nonpersistent olarak taşınabilmektedir. Farklı bitki türlerinin tohumlarıyla da taşınabilmektedir. Daha önce yapılmış çalışmalarda, fasulye tohumlarıyla % 7 (Crowley, 1957), bakla tohumlarıyla % 9-12 (Sasaya et al., 1993; El-DougDoug et al., 1999), bezelye tohumlarıyla % 10-30 (Inouye, 1967) ve mercimek tohumlarıyla % 0.8 oranında taşınabildiği rapor edilmiştir (Kumari et al., 1994; Jones and Coutts 1996; Erdiller et al., 1997).

2.2.3. Cucumber Mosaic Virus (CMV)

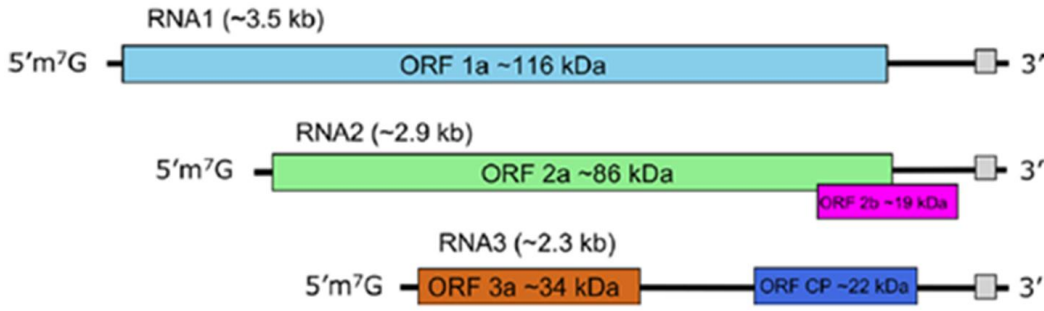
Bromoviridae familyasının *Cucumovirus* cinsi içinde yer almaktadır (ICTV, 2020). İlk kez 1916 yılında Doolittle tarafından hıyar ve kavun bitkilerinde ve aynı yıl Jagger tarafından hıyar bitkisinde tespit edilmiştir (Doolittle, 1916; Jagger, 1916). Dünya genelinde yayılım göstermektedir (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. CMV'nin dünya'daki yayılışı (CABI, 2019c).

CMV, zarfsız, küresel, T=3 icosahedral simetricali, 29 nm çapında bir partiküle sahiptir. Protein kılıfı 12 pentamer ve 20 hexamer olmak üzere toplam 180 proteinden oluşmaktadır. (Francki et al., 1966). RNA 1 (3,379 nükleotit), RNA 2 (3,038 nükleotit) ve RNA 3 (2,206 nükleotit) moleküllerinden oluşan üç parçalı pozitif polariteli tek iplikçikli bir genoma sahip olup, başarılı bir enfeksiyon için bu üç RNA'nın da ortamda bulunması zorunludur. (Peden and Symons, 1973; Lot and Kaper, 1976; Hwang et al., 2005; Kumari et al., 2013). Ayrıca RNA 3'ten sentezlenen subgenomik RNA 4 bulunmaktadır (Schwinghamer and Symons, 1975). Bazı CMV ırklarında da CARNA-5 (CMV-Associated RNA-5) olarak adlandırılan satellite RNA bulunmaktadır (Richards et al., 1978). RNA 1 ve RNA 2'de sırasıyla 1a ve 2a proteinleri kodlanmıştır. Viral genomun replikasyonu için 1a ve 2a proteinlerinin ortamda bulunması zorunludur. RNA 3'te ise 3a taşınma proteini (Movement Protein, MP) kodlanmıştır. Bu protein, viral genomun plasmodesmata yoluyla enfekteli hücrelerden komşu hücrelere taşınmasını sağlamaktadır (Hwang et al., 2005). Subgenomik RNA 4 ise kılıf proteini sentezinde mRNA görevi görmektedir (Gould and Symons, 1982) (Şekil 2.6). Şimdiye kadar dizi analizi ve protein yapısına dayalı yapılan araştırmalarda, CMV izolatları aralarındaki benzerlik ve farklılıklara göre I ve II

gruplarına ayrılmıştır. I grubu ise IA ve IB alt gruplarına ayrılmıştır (Roossinck et al., 1999; Palukaitis and García-Arenal, 2003; Jacquemond, 2012).



Şekil 2.6. CMV'nin genom organizasyonu (Bujarski et al., 2019).

CMV için termal inaktifleşme noktası 60-75 °C ve son seyrelme noktası 10^{-4} - 10^{-5} olarak hesaplanmıştır (Nogay, 1986). İn vitro'da 10 güne kadar stabil kalabilmektedir (Parvin et al., 2007).

CMV, 101 familyadan 498 cins içinde yer alan 1241 bitki türünde enfeksiyon meydana getirebilen, geniş konukçu dizisine sahip bir virüstür (Kaper and Waterworth, 1981; Palukaitis et al., 1992). Baklagiller familyasından 34 cins, 106 tür bitkide rapor edilmiştir. Bu bitkilerden doğal enfeksiyon sonucu rapor edilen 28 cins, 64 tür baklagil bitkisi bulunmaktadır. Bakla, bezelye, börülce, fasulye, mercimek, nohut, üçgül ve yonca önemli konukçularıdır (Edwardson and Christie, 2018).

CMV ile enfekteli hıyar bitkilerinde, damarlarda renk açılması ve mozaik veya düzensiz şekilli beneklenme belirtileri oluşmaktadır. Bazı hıyar çeşitlerinde yaprakta küçülme, bitkide gelişme geriliği ve meyvede şekil bozukluğu görülebilmektedir. Bezelye bitkisinde şiddetli mozaik, beneklenme ve yapraklarda buruşma belirtilerini takiben bitkilerde bodurlaşma meydana gelmektedir. Mercimek bitkisinde kloroz, yapraklarda şekil bozukluğu ve bodurlaşma belirtilerini takiben bitki ölümü gerçekleşmektedir. Bakla ve tohum sayısında azalma meydana gelmektedir. Nohut bitkisinde uç sürgünlerde kloroz, yaprak boyutunda azalma ve genç yapraklarda çalılışma meydana gelmektedir. Bazı çeşitlerde yapraklarda başlayan kırmızılışmayı takiben tüm bitki kırmızı rengini alabilmektedir. Uç sürgünlerin zarar görmesi nedeniyle yan sürgün oluşumunda

artış ve bitkide bodurlaşma görülmektedir. Enfekteli bitkilerde erken yaprak dökümü ve bitki ölümü gerçekleşebilmektedir (Sastry et al., 2019)

Farklı araştırmacılar tarafından CMV'nin mekanik inokulasyonla çok kolay bir şekilde taşınabildiği rapor edilmiştir. (Doolittle and Walker, 1923; Mogendroff, 1930; Chamberlain, 1939; Ryjkoff et al., 1944; Severin, 1950; Doolittle and Zaulneyer 1953; Rao and Reddy, 1971; Sangar, 1988; Roossinck, 1991; Singh et al., 1999). Hıyar bitkisinin tohumlarıyla % 1.4 (Doolittle, 1920), Mercimek tohumlarıyla % 64.2 (Jones and Coutts, 1996; Fletcher et al., 1999; Makkouk et al., 2003a; Makkouk and Attar 2003) ve nohut tohumlarıyla 0.1–2% (Jones and Coutts, 1996) oranlarında taşınabilmektedir. *Acyrtosiphon caraganae* (Kennedy et al., 1962), *A. pisum* (Dickson et al., 1949), *A. scariolae* (Swenson and Nelson, 1959), *A. solani* (Kennedy et al., 1962), *Amphorophora rubi* (Harrison, 1958), *A. rubitoxica* (Swenson and Nelson, 1959), *Anuraphis subterranea* (Heinze, 1950), *Aphis acanthi* (Heinze, 1957), *A. affinis* (Heinze, 1959b), *A. citricola* (Aly et al., 1986), *A. confusa* (Heinze, 1959b), *A. craccae* (Heinze, 1950), *A. craccivora* (Dickson et al., 1949), *A. epilobiina* (Heinze, 1957), *A. frangulae* (Doolittle, 1916), *A. gossypii* (Doolittle, 1916), *A. maidis* (Wellman, 1934), *A. nasturtii* (Heinze, 1939), *A. plantaginis* (Heinze, 1959b), *A. pomi* (Swenson and Marsh, 1967), *A. praeterita* (Kennedy et al., 1962), *A. ruborum* (Heinze, 1952), *A. rumicis* (Conti et al., 1979), *A. serpylli* (Heinze, 1959a), *A. urticata* (Heinze, 1950), *A. verbasci* (Heinze, 1959a), *Aulacorthum circumflexum* (Heinze, 1939), *A. solani* (Heinze, 1957), *Brachycaudus cardui* (Swenson and Nelson, 1959), *B. helichrysi* (Heinze, 1950), *B. lychnidis* (Schwarz, 1959), *B. prunicola* (Fritzsche, 1972), *B. tragopogonis* (Fritzsche, 1972), *Brevicoryne brassicae* (Heinze, 1950), *Cavariella aegopodii* (Conti et al., 1979), *C. brassicae* (Heinze, 1950), *Chaitophorus betulinus* (Heinze, 1957), *Coloradoa tanacetina* (Heinze, 1950), *Cryptomyzus galeopsidis* (Heinze, 1959b), *C. korschelti* (Heinze, 1959a), *C. ribis* (Heinze, 1952), *Dactynotus ambrosiae* (Becquer and Bencome, 1974), *D. cichoricola* (Semal, 1958), *D. erigeronensis* (Heinze, 1959b), *D. jaceae* (Heinze, 1959b), *D. jaceae henrichi* (Heinze, 1959c), *D. obscurus* (Heinze, 1950), *D. sonchi* (Conti et al., 1979), *D. tanacetii* (Heinze, 1950), *Delphiniobium janackianum* (Heinze, 1952), *Dysaphis crataegi* (Karl, 1971), *Hyadaphis erysimi* (Kennedy et al., 1962), *H. foeniculli* (Heinze, 1960), *Hyaloplerus pruni* (Heinze,

1950), *Hyperomyzus lactucae* (Heinze, 1950), *Lipaphis erysimi* (Heinze, 1960), *Macrosiphoniella millefolii* (Kennedy et al., 1962), *Macrosiphum agaleae* (Kennedy et al., 1962), *M. albifrons* (Eppler and Hinz, 1987), *M. californicum* (Swenson and Marsh, 1967), *M. daphnidis* (Heinze, 1959c), *M. euphorbiae* (Heinze, 1950), *M. rosae* (Swenson and Nelson, 1959), *Masonaphis azaleae* (Swenson and Nelson, 1959), *Megoura viciae* (Heinze, 1957), *Metopeurum fuscoviride* (Heinze, 1952), *Metopolophium occidentale* (Heinze, 1957), *Myzocallis asclepiadis* (McClanahan and Guyer, 1964), *Myzus ascalonicus* (Doncaster and Kassanis, 1946), *M. cerasi* (Swenson and Marsh, 1967), *M. certus* (Heinze, 1960), *M. humuli* (Kennedy et al., 1962), *M. ligustri* (Heinze, 1952), *M. lythri* (Swenson and Marsh, 1967), *M. ornatus* (Kassanis, 1947), *M. persicae* (McClintock and Smith, 1918), *M. persicae dyslycialis* (Heinze, 1960), *Nasonovia ribis-nigri* (Heinze, 1950), *Pentalonia nigronervosa* (Magee, 1940), *Phorodon cannabis* (Karl, 1967), *Rhopalosiphonius latysiphon* (Heinze, 1950), *Rhopalosiphonius tulipaellus* (Heinze, 1959a), *Rhopalosiphum maidis* (Dickson et al., 1949), *R. nymphaeae* (Heinze, 1952), *R. padi* (Swenson and Nelson, 1959), *Sipha maydis* (Heinze, 1957) ve *Thecabius affinis* (Conti et al., 1979) yaprak bitleriyle nonpersistent olarak taşınabilmektedir.

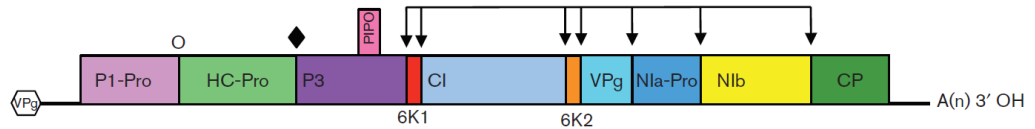
2.2.4. Pea Seed-borne Mosaic Virus (PSbMV)

Potyviriidae familyasının *Potyvirus* cinsi içinde yer almaktadır (ICTV, 2020). İlk kez Çekoslovakya’da bezelye bitkisinde tespit edilmiştir (Musil, 1966). Tohumla yüksek oranda ve çok kolay taşınması nedeniyle dünya genelinde yayılım göstermektedir (Hampton and Mink, 1975; Khetarpol and Maury, 1987) (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. PSbMV'nin dünyadaki yayılımı (CABI, 2019d).

PSbMV kıvrımlı iplikçik şeklinde, yaklaşık 750 nm uzunluğunda ve 12 nm genişliğinde bir partiküle sahiptir (Inouye, 1967; Hampton et al., 1981; Makkouk et al., 1993). Genomu monopartite (tek parçalı), pozitif polariteli tek iplikçikli RNA molekülünden oluşmaktadır (Makkouk et al., 2012). *Potyvirus* içinde yer alan BYMV virüsü gibi genom üzerinde daha sonra virüs kodlu proteazlar tarafından fonksiyonel proteinlere dönüştürülen bir polyprotein kodlanmıştır. Potyviruslerde tipik olan 10 farklı protein bölgesi içeren genom organizasyonu Şekil 2.8'de gösterilmiştir (Adams, 2013). Virüs kodlu üç proteinaz, poliproteinin proteolitik sürecinde görev almaktadır. Serin proteinaz P1 ve sistein proteinaz HC-Pro, C uçlarında otokatalitik bölünmelerden sorumluyken, serin proteinaz NIaPro diğer tüm bölgelerin bölünmesinden sorumludur (Lo'pez-Moya and Garcı'a, 2008).



Şekil 2.8. PSbMV'nin genom organizasyonu (Wylie et al., 2017).

PSbMV için termal inaktifleşme noktası 50-70 °C (Musil, 1966; Bos, 1970), son seyrelme noktası ise 10^{-2} - 10^{-4} (Musil, 1966; Inouye, 1967) ve in vitro'da yaşam süresi 1-8 gün (Musil, 1966; Bos, 1970) olarak hesaplanmıştır.

Bakla, bezelye, mercimek ve nohut başta olmak üzere farklı familyalardan çok sayıda konukçusu bulunmaktadır. *Astragalus sp.*, *Aquilegia sp.*, *Brassica pekinensis*, *Capsella bursa-pastoris*, *Chenopodium album*, *C. amaranthicolor*, *C. botrys*, *C. capitatum*, *C. foetidum*, *C. murale*, *C. quinoa*, *C. urbicum*, *Cicer arietinum*, *Cucurbita maxima*, *Gomphrena globosa*, *Humulus lupulus*, *Lathyrus ciceria*, *L. odoratus*, *Lens culinaris*, *Medicago lupulina*, *M. sativa*, *Pisum arvense*, *P. sativum*, *Portulaca grandiflora*, *Proboscidea jussieui*, *Senecio vulgaris*, *Tegragonia expansa*, *Vicia angustifolia*, *V. articulata*, *V. benghalensis*, *V. cornigea*, *V. dasycarpa*, *V. ervilia*, *V. faba subsp. Major*, *V. globosa*, *V. hirsuta*, *V. hybrida*, *V. lutea*, *V. macrocarpa*, *V. monantha*, *V. narbonensis*, *V. onobrychoides*, *V. pannonica*, *V. persica*, *V. peregrina*, *V. sativa*, *V. villosa*, *Vinca rosea* ve *Zinnia elegans* konukçusu olan bitkilerdir (Stevenson and Hagedorn, 1973; Musil and Hulman, 1974; Haddad et al., 1978; Lundsgaard, 1981; Khetarpal and Maury, 1987).

PSbMV ile enfekteli bezelye bitkisinde mozaik, damarlarda renk açılması, yapraklarda kıvrılma, bitkide kloroz ve bodurlaşma belirtileri görülmektedir. Çiçek ve oluşan tohumlarda şekil bozukluğu ve bakla boyutunda azalma meydana gelmektedir (Milicic and Plavsic, 1978; Alconero et al., 1986). Virüsle enfekteli bakla bitkisinde özellikle genç yaprakların damarlarında renk açılması ve mozaik belirtileri meydana gelmektedir. Sera şartlarında mekanik inokulasyon yapılan bazı çeşitlerde belirti meydana getirmedeği ve bazı çeşitlerde farklı şiddette bodurlaşma ve yaprak, çiçek ve baklalarda şekil bozukluğu oluşturduğu rapor edilmektedir (Fagbola et al., 1996). Enfekteli bitkilerden oluşan tohumların boyutunda azalma, kabuk üzerinde çatlama ve nekrotik lekeler meydana gelmektedir (Sastry et al., 2019). Virüsle enfekteli mercimek bitkilerinde bodurlaşma, yapraklarda mozaik ve beneklenme, yaprak boyutunda azalma ve aşağı doğru kıvrılma ve uç sürgünlerde nekrotik belirtiler meydana gelmektedir. Ayrıca tohum kapsülünde şekil bozukluğu ve tohum sayısında azalma meydana gelmektedir (Kumari and Makkouk 1995; Bayaa et al., 1998; Erdiller vd., 1998; Makkouk et al., 2001; Coutts et al., 2008). PSbMV ile enfekteli nohut bitkisinde, yapraklarda iplikleşme, kıvrılma, hafif mozaik, beneklenme ve nekrotik lekeler oluşmaktadır. Ayrıca uç sürgünlerde nekrozlar, bitkide bodurlaşma ve tohum oluşumunda azalma görülmektedir (Sastry et al., 2019).

PSbMV bitki özsuyuyla mekanik olarak ve tohumla doğrudan taşınabilmektedir. Bakla tohumlarıyla % 0.1-3 (Latham and Jones, 2001; Coutts et al., 2008), bezelye tohumlarıyla % 65-90 (Khetarpal and Maury, 1990; Wang et al., 1993; Johansen et al., 1996a; Coutts et al., 2008), Mercimek tohumlarıyla % 44 (Hampton and Muehlbauer, 1977; Kumari and Makkouk, 1995) ve Nohut tohumlarıyla % 0.7 (Makkouk et al., 1993) oranında taşınabildiği rapor edilmiştir. *Acyrtosiphon pelargoni* (Karl and Schmidt, 1978), *A. pisum* (Kvicala, 1967), *A. sesbaniae* (Kaiser, 1973b), *Aphis craccivora* (Quantz, 1968b), *A. fabae* (Quantz, 1968b), *A. frangulae* (Karl and Schmidt, 1978), *A. frangulae* (Karl and Schmidt, 1978), *A. nasturtii* (Karl and Schmidt, 1978), *Aulacorthum circumflexum* (Karl and Schmidt, 1978), *A. solani* (Ashby et al., 1986), *Brevicoryne brassicae* (Karl and Schmidt, 1978), *Cryptomyzus ribis* (Kvicala et al., 1973), *Dactynotus lescalandtii* (Aapola and Mink, 1973), *Macrosiphum avenae* (Karl and Schmidt, 1978), *M. euphorbiae* (Kvicala, 1967), *M. pisi* (Stevenson and Hagedorn, 1969), *M. rosae* (Kvicala, 1967), *Metopolophium dirhodum* (Karl and Schmidt, 1978), *Myzus persicae* (Musil, 1966), *Phorodon cannabis* (Karl and Schmidt, 1978), *Rhopalosiphum padi* (Inouye, 1967) ve *Semiaphis dauci* (Karl and Schmidt, 1978) yaprak bitleriyle nonpersistent olarak taşınabilmektedir.

2.3. Teşhis ve Tanılama Konusunda Yapılmış Çalışmalar

Hem ülkemizde hem de dünyada baklagillerin de içinde bulunduğu farklı bitkilerde AMV, BYMV, CMV ve PSbMV'nin saptandığı çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Araştırma konusu virüslerin bakla, bezelye, mercimek ve nohut bitkilerinde ülkemizde ve dünyada başlıca baklagil bitkilerinde bulunma durumu Tablo 2.2'de verilmiştir.

Tablo 2.2. Ülkemizde ve Dünya’da başlıca baklagil bitkilerinde AMV, BYMV, CMV ve PSbMV’nin bulunma durumu.

Bitki Adı	Araştırma Konusu Virüsler							
	AMV		BYMV		CMV		PSbMV	
	T	D	Ü	D	Ü	D	Ü	D
Bakla	-	+	+	+	-	+	-	+
		(1)	(20)	(2)		(3)		(4)
Bezelye	-	+	+	+	-	+	+	+
		(5)	(20)	(6)		(5)	(20)	(7)
Börülce	-	+	-	+	+	+	-	-
		(8)		(9)	(20)	(10)		
Fasulye	+	+	+	+	+	+	-	-
	(23)	(11)	(19)	(12)	(24)	(13)		
Mercimek	+	+	+	+	-	+	+	+
	(20)	(14)	(22)	(15)		(15)	(21)	(16)
Nohut	+	+	-	+	-	+	-	+
	(20)	(17)		(14)		(15)		(18)

T: Türkiye’de bulunma durumu, D: Dünya’da bulunma durumu, +: Virüs rapor edilmiş, -: Virüs rapor edilmemiş, Parantez içindeki rakamlar kaynakçayı ifade etmektedir: (1) El-Attar et al., 1971a; (2) El-Attar et al., 1971b; (3) Mills and Ahmed, 1984; (4) Lundsgaard, 1981; (5) Bos et al., 1988; (6) Eldin et al., 1981; (7) Musil, 1966; (8) Kaiser, 1979; (9) Mali and Kulthe, 1980a; (10) Anderson, 1955; (11) Zaumeyer, 1963; (12) Pierce, 1934; (13) Whipple and Walker, 1941; (14) Kaiser, 1981; (15) Kaiser et al., 1968; (16) Hampton, 1982; (17) Kaiser and Danesh, 1971; (18) Ouizbouben and Fortass, 1997; (19) Acikgoz and Citir, 1986; (20) Fidan, 1988; (21) Makkouk et al., 1993; (22) Erdiller et al., 1997; (23) Gümüş vd., 2001; (24) Çulal Kılıç ve Yardımcı, 2012.

Acikgoz and Citir (1986) Erzincan ovasında yaygın olarak görülen mozaik belirtileri gösteren fasulyelerden aldıkları örneklerle yürüttükleri mekanik inokulasyon, serolojik ve elektron mikroskobu çalışmaları neticesinde BCMV ve BYMV virüslerini tespit etmişlerdir.

Fidan (1988) tarafından yürütülen ege bölgesinde yetiştirilen baklagillerdeki virüs hastalıklarının tanılanması konulu doktora çalışmasında, toplanan farklı baklagil türlerine ait örnekler mekanik inokulasyon ve serolojik testlere tabi tutulmuş ve neticede araştırma bölgesindeki nohut ve mercimekte AMV; baklada BBSV ve BYMV; fasulyede BCMV ve BYMV; börülcede CABMV ve CMV; bezelyede BYMV ve PSbMV ve soya fasulyesinde SMV saptanmıştır. Bu çalışmayla BBSV ve PSbMV Türkiye’de ilk kez rapor edilirken, BYMV bezelyede, AMV mercimekte ve nohutta ilk kez belirlenmiştir.

Fidan and Yorgancı (1990) Ege bölgesindeki yemeklik baklagil alanlarından topladıkları tohum örneklerindeki virüsleri tespit etmek ve tohumla taşınma

durumlarını tespit etmek amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Sonuç olarak, nohut tohum örneklerinde virüs bulunamazken, mercimek tohum örneklerinde AMV, bakla tohum örneklerinde BBSV ve BYMV, bezelye tohum örneklerinde BYMV ve PSbMV, fasulye tohum örneklerinde BYMV ve BCMV, börülce tohum örneklerinde CABMV ve CMV, soya tohum örneklerinde SMV tespit etmişlerdir. Ayrıca bu çalışmada, AMV'nin mercimek ve nohut tohumlarıyla taşınmadığı, BBSV'nin bakla tohumlarıyla %20-23 oranında taşındığı, BYMV'nin fasulye, bakla ve bezelye tohumlarıyla taşınmadığı, BCMV'nin fasulye tohumlarıyla %56 oranında taşındığı, CABMV'nin börülce tohumlarıyla %16 oranında taşındığı, CMV'nin börülce tohumlarıyla %3.3 oranında taşındığı, PSbMV'nin bezelye tohumlarıyla %76 oranında taşındığı ve SMV'nin soya tohumlarıyla %18 oranında taşındığı bildirilmiştir.

Türkiye'nin de içinde olduğu Batı Asya ve Kuzey Afrika ülkelerindeki bakla ve mercimek üretim alanlarında PSbMV'nin varlığını araştırmak için gerçekleştirilen bir araştırmada, yapılan ELISA testi sonucunda Türkiye'den toplanan mercimek örneklerinin PSbMV ile enfekteli olduğu rapor edilmiştir (Makkouk et al., 1993).

Yeni Zelenda'da mercimek, bezelye ve bakla yetiştirilen alanlarda virüs hastalıklarını saptamak için yürütülen bir çalışmada ELISA yöntemi ve test bitkileri kullanılarak testlemeler yapılmış ve araştırma konusu bitkilerin tümünde değişik oranlarda AMV, CMV, PSbMV, BYMV ve BWYV virüslerinin varlığı ortaya konmuştur. Mercimek bitkisinde AMV, BYMV, CMV ve PSbMV ve bakla bitkisinde CMV ve PSbMV Yeni Zelanda için ilk kez rapor edilmiştir (Fletcher, 1993).

Erdiller ve arkadaşları Mardin ilinden topladıkları mercimek tohumlarını biyolojik ve serolojik yöntemleri kullanarak AMV, BYMV, BBMV, BBSV, CMV ve PSbMV virüsleri yönünden testlemişlerdir. Direkt ELISA yöntemi sonucuna göre mercimek tohumlarında BBSV, BYMV ve PSbMV virüsleri belirlenirken, AMV, BBMV ve CMV virüslerine rastlanmamıştır (Erdiller et al., 1997).

Bayaa et al. (1998) tarafından Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesinde mercimek üretim alanlarında görülen virüs hastalıklarını belirlemek amacıyla yürütülen bir araştırmada, BBSV, BYMV ve PSbMV virüslerinin bulunduğu rapor edilmiştir. Bu çalışmayla BBSV, BYMV ve PSbMV virüsleri Türkiye'de mercimek bitkisinde ilk kez belirlenmiştir.

Erdiller vd. (1998) Diyarbakır ilinden topladıkları mercimek tohumlarında var olan virüslerin tespiti ve taşınma durumu üzerine bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. İndirekt ELISA testi sonucunda tohumların farklı kısımlarında BBSV, BYMV ve PSbMV virüsleri belirlenmiştir. BYMV tohumun bütün aksamalarında (kabuk, kotiledon ve embriyo) belirlenmesine rağmen, virüsün fidelere taşınmadığı ve daha çok tohumun kotiledonunda bulunduğu belirlenmiştir. PSbMV'nin ise daha çok tohumun embriyosunda bulunduğu ve taşınmanın embriyosu bulaşık tohumlarda olduğu belirlenmiştir.

El-Muadhidi et al. (2001) Irak'ın baklagil üretim alanlarından topladıkları bakla, mercimek ve nohut bitki örneklerinde bulunan virüsleri saptamak amacıyla TBIA (Tissue Blot Immunoassay) yöntemiyle testlemişlerdir. Testler sonucunda, Bakla bitkisinde BYMV ve BLRV'nin en yaygın virüsler olduğunu ve AMV, FBNYV, CMV, *Broad bean wilt fabavirus* (BBWV), BWYV ve *Cowpea chlorotic dwarf mastrevirus* (CpCDV) virüslerinin de düşük düzeylerde bulunduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca, mercimek bitkisinde BYMV ve FBNYV; nohut bitkisinde CpCDV virüslerinin bulunduğunu rapor etmişlerdir.

Gümüş vd. (2001) tarafından bazı sebzelerde tohum kaynaklı virüslerin saptanmasına yönelik yapılan çalışmada, DAS-ELISA testi sonucunda bezelye tohumlarında PEMV ve PSbMV'ye rastlanmadığı ve fasulye tohumlarının %41.17'sinin AMV, %23.52'sinin BCMV ve %35.29'unun SMV ile bulaşık olduğunu bildirilmişlerdir.

Kutluk Yılmaz vd. (2002) Tokat bölgesinden topladıkları fasulye tohum örneklerini AMV, BCMV ve BYMV yönünden DAS-ELISA yöntemiyle testlemiş ve toplanan örneklerde BCMV'nin olduğu saptanmış, ancak AMV ve BYMV virüslerine rastlanmamıştır.

Etiyopya’da mercimek ve bezelye tohumlarında virüs varlığını tespit etmek için toplanan tohum örnekleri serolojik olarak testlenmiştir. Mercimekte PSbMV, BYMV, BBSV, AMV ve CMV virüsleri, bezelyede ise *Pea early-browning tobnavirus* (PEBV) ve BYMV virüsleri belirlenmiştir (Abraham and Makkouk, 2002).

Guzel and Arli Sokmen (2003) Samsun’un fasulye üretim alanlarından topladıkları yaprak ve tohum örneklerini DAS-ELISA yöntemiyle testlemişlerdir. Testler sonucunda; yaprak örneklerinde BCMV, BCMNV, BYMV ve CMV virüsleri belirlenirken, tohum örneklerinde AMV, BCMV, BCMNV ve CMV virüsleri belirlenmiştir.

Ghorbani et al. (2010) İran’ın Guilan bölgesinde fasulye üretim alanlarında görülen virüsleri belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada, DAS-ELISA testi sonucunda BCMV, BGMV, BLRV, BYMV, BCMNV, CMV, CPMMV ve SBMV virüslerinin bulunduğunu belirlemişlerdir.

Azerbaycan’da mercimek ve nohut yetiştirilen alanlarda zarar yapan virüs hastalıklarını tespit etmek için yapılan bir çalışmada, BWYV, BLRV, CpCSV ve FBNYV mercimek ve nohut alanlarında görülen en yaygın virüsler olduğu rapor edilmiş ve ayrıca mercimek bitkisinde PSbMV’nin varlığı rapor edilmiştir (Mustafayev et al., 2011).

Çulal Kılıç ve Yardımcı (2012) Burdur’un Çine ovasında yetiştirilen fasulye bitkilerinde CMV’nin belirlenmesi amacıyla yürüttükleri çalışmada, DAS-ELISA ve Immunocapture Reverse Transcriptase-Polimerase Chain Reaction (IC-RT-PCR) yöntemlerini kullanarak CMV’nin varlığını tespit etmişlerdir.

Paylan ve Erkan (2013) bakla, börülce ve fasulyenin aralarında olduğu bazı sebze tohumlarını AMV, CMV, BCMV, *Tobacco mosaic tobamovirus* (TMV), *Tomato ringspot nepovirus* (ToRSV), TSWV, *Tomato black ring nepovirus* (TBRV) ve TSV virüsleri için DAS-ELISA ve RT-PCR yöntemleriyle testlemişlerdir. Testler sonucunda; fasulye ve börülce tohumlarında CMV belirlenirken, bakla tohumlarında virüse rastlanmamıştır.

Çulal Kılıç vd. (2013) Muğla'nın Fethiye ilçesinde topladıkları fasulye bitki örneklerini DAS-ELISA yöntemini kullanarak BCMV, AMV ve CMV yönünden testlemişlerdir. DAS-ELISA sonucunda enfeksiyon oranları %17.85 BCMV, %3.57 AMV ve %1.78 CMV olarak belirlenmiştir. Aynı araştırmacılar tarafından Burdur bölgesi fasulye alanlarında yürütülen diğer bir çalışmada BCMV'nin bulunduğu rapor edilmiştir (Çulal Kılıç ve Yardımcı, 2014).

Çulal Kılıç ve Yardımcı (2014) Burdur'un fasulye üretim alanlarında karşılaştıkları mozaik, kolorotik beneklenme, damar bantlaşması ve şekil bozukluğu gösteren bitkilerden topladıkları örneklerde DAS-ELISA ve IC-RT-PCR (Immuno Capture Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction) yöntemleri sonucunda AMV'yi tespit etmişlerdir.

Yunanistan'ın mercimek üretim alanlarındaki tohum kökenli virüs hastalıklarını belirlemek için yürütülen diğer bir çalışmada toplanan bitki örnekleri TBIA yöntemiyle test edilmiş ve örneklerde PSbMV (%4.9), AMV (%2.4) ve BYMV (%1.0) virüsleri belirlenmiştir. Daha sonra tekrar edilen surveylerde örnekler toplanarak ELISA ile test edilmiştir. ELISA testi sonucunda, BLRV (%36.1) ve PEMV-1 (%35.0) virüsleri tespit edilmiş ve ikinci surveylerde ise PSbMV (%2.2), AMV (%2.2), BYMV (%3.9) ve CMV (%2.8) virüslerinin bulunduğu belirlenmiştir. (Chatzivassiliou et al., 2016).

Karanfil ve Korkmaz (2017) Çanakkale'nin börülce ve fasulye üretim alanlarından topladıkları bitki örneklerini DAS-ELISA yöntemiyle testlemişlerdir. Test sonucunda, fasulye bitkisinde enfeksiyona rastlanmazken, börülce bitkisinde CMV tespit edilmiştir. Bu çalışmayla Türkiye'de ilk kez ticari börülce üretim alanlarında CMV belirlenmiştir.

Sertkaya vd. (2017) Hatay'ın patates üretim alanlarında yapraklarda sarı-krem renkli lekeler ve uç sürgünlerde kloroz belirtileri gösteren bitkilerden topladıkları örneklerde, yürüttükleri DAS-ELISA ve biyolojik indeksleme çalışmaları sonucunda AMV'yi tespit etmişlerdir.

Ulum vd. (2020) tarafından Burdur'un fasulye üretim alanlarında BYMV'nin varlığını belirlemek amacıyla yürütülen çalışmada, yapraklarda mozaik, şekil bozukluğu ve bodurlaşma belirtileri gösteren bitkilerden toplanan örnekler DAS-ELISA yöntemiyle testlenmiştir. Test sonucunda 443 örnekten 97'sinde (%21.89) BYMV belirlenmiştir.

2.4. Biyolojik Karakterizasyon Konusunda Yapılmış Çalışmalar

2.4.1. AMV'nin biyolojik karakterizasyonu konusunda yapılmış çalışmalar

Fidan ve Yorgancı (1990) Ege bölgesinde baklagil bitkilerinde görülen virüslerin tespiti ve tanımlanmasına yönelik yürüttükleri bir çalışmada, mercimek ve nohut bitkilerinden elde ettikleri AMV izolatlarının mekanik inokulasyon sonucunda, *Chenopodium amaranticolor* ve *C. quinoa* bitkilerinde lokal lezyonlar oluşturduğunu, AMV nohut izolatının *Nicotiana tabacum* White Burley bitkisinde klorotik halkalı lekeler ve nekrotik lokal lezyonlar oluşturduğunu, AMV mercimek izolatının aynı bitkide nekrotik lokal lezyonlar oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Yardımcı ve Açıkgöz (1997) Erzurum'da yonca üretim alanlarında mozaik belirtilerine neden olan virüsün test bitkilerine mekanik inokulasyonu çalışmaları neticesinde AMV olduğunu tespit etmişlerdir. Mekanik inokulasyon gerçekleştirilen *Phaseolus vulgaris*, *Vicia faba*, *Vigna sinensis*, *Gomphrena globosa* ve *N. benthamiana* bitkilerinde herhangi bir belirti oluşmazken, *C. quinoa* bitkisinde lokal nekrotik lezyonlar; *Datura stramonium* bitkisinde lokal nekrotik lezyonlar ve deformasyon; *N. tabacum* cv. Samsun bitkisinde mozaik, klorotik lekeler ve deformasyon; *N. tabacum* cv. White Burley bitkisinde sistemik klorotik lekeler ve deformasyon; *N. glutinosa* bitkisinde sistemik klorotik lekeler ve mozaik ve deformasyon; *N. rustica* bitkisinde sistemik mozaik ve deformasyon; *N. tabacum* cv. Xanthii bitkisinde klorotik ve nekrotik lezyon belirtileri oluşmuştur.

Xu and Nie (2006) tarafından Kanada'nın patates üretim alanlarında tespit edilen AMV izolatının mekanik inokulasyonu sonucunda, *C. quinoa* bitkisinde lokal lezyonlar ve sistemik klorotik lekeler ve nekrotik beneklenme; *Solanum tuberosum* cv. Russet Burbank bitkisinde calico belirtileri oluşmuştur.

Yardımcı et al. (2007) Isparta'nın yonca üretim alanlarında karşılaştıkları mozaik belirtisi gösteren bitkilerden topladıkları örneklerde DAS-ELISA yöntemi sonucunda AMV'yi tespit etmişlerdir. AMV'nin test bitkilerine mekanik inokulasyonu sonucunda, *C. amaranticolor* ve *C. quinoa* bitkilerinde lokal nekrotik lezyonlar; *D. stramonium* bitkisinde lokal nekrotik lezyonlar ve deformasyon; *N. tabacum* cv. Xanthii bitkisinde sistemik mozaik, deformasyon ve lokal nekrotik ve klorotik lezyonlar; *N. tabacum* cv. Samsun, *N. tabacum* cv. White Burley ve *N. glutinosa* bitkilerinde sistemik mozaik, deformasyon ve lokal klorotik lekeler; *N. rustica* bitkisinde sistemik mozaik, deformasyon ve lokal nekrotik lekeler oluşurken, *G. globosa* bitkisinde belirti meydana gelmemiştir.

Zitikaitė and Samuitienė (2008) Litvanya'da domates bitkisinden izole ettikleri AMV izolatının tanılanması amacıyla bir takım test bitkisine mekanik inokulasyon gerçekleştirmişlerdir. Mekanik inokulasyon yapılan *Solanum lycopersicum* bitkisinde sistemik hafif sarı beneklenme ve yaprakçıklarda bozulmalar; *C. amaranticolor* bitkisinin yapraklarında çok sayıda lokal klorotik leke veya halka ve sistemik olarak hafif beneklenme; *Cucumis sativus* bitkisinde lokal küçük klorotik lekeler, damarlarda renk açılması ve sürgünlerde deformasyonla birlikte sistemik mozaik; *D. stramonium* bitkisinin yapraklarında açık yeşil hafif beneklenme; *P. vulgaris* cv. Bataaf bitkisinin yapraklarında lokal nekrotik lezyonlar; *Nicandra physalodes* bitkisinde lokal nekrotik lekeler ve sistemik olarak damarlar arası kloroz veya mozaik; *N. tabacum* cv. White Burley ve *N. t.* cv. Samsun bitkilerinin inokule edilen yapraklarında konsantrik nekrotik lekeler ve sistemik olarak damarlarda hafif renk açılması ve nadiren şekil bozukluğu; *N. debneyi* bitkisinde düzensiz nekrotik lekeler ve sistemik olarak yaprak damarlarında renk açılması, yaprak ayasında küçülme ve bitkide bodurlaşma; *G. globosa* bitkisinde lokal şiddetli nekrotik lezyonlar ve sistemik olarak hafif mozaik ve yaprakçıklarda şekil bozukluğu; *V. faba* bitkisinde daha sonra tüm yaprağı saran lokal küçük nekrotik lezyonlar meydana gelmiştir.

Moreira et al. (2010) Brezilya'da yaygın olarak yetiştirilen papaya bitkisinde şiddetli mozaik, yapraklarda şekil bozukluğu ve sistemik nekroz belirtilerine rastlamışlardır. Yaptıkları biyolojik, serolojik ve moleküler testler sonucunda bu virüsün AMV olduğunu tespit etmişlerdir. Yapılan biyolojik çalışmalar sonucunda

AMV'nin *C. amaranticolor*, *C. quinoa*, *G. globosa* ve *N. glutinosa* bitkilerinde sistemik enfeksiyona neden olduğunu bildirmişlerdir.

Petrović et al. (2010) Sırbistan'ın fasulye üretim alanlarında görülen virüsleri belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada elde ettikleri AMV Fasulye izolatının test bitkilerine mekanik inokulasyonu sonucunda, *Lupinus albus* ve *D. stramonium* bitkilerinde belirti oluşmazken, *Glycine max* bitkisinde yapraklarda şekil bozukluğu ve mozaik; *Zinnia elegans* bitkisinde klorotik alanlar şeklinde mozaik; *N. tabacum* var. Samsun bitkisinde şiddetli mozaik; *N. glutinosa* bitkisinde yapraklarda kılıç şeklinde kıvrılma belirtileri meydana gelmiştir.

El-Helaly et al. (2012) Mısırda patates bitkisini doğal olarak enfekte eden AMV için yürüttükleri biyolojik karakterizasyon çalışmasında, *Solanum tuberosum* cv. Spunta bitkisinde calico belirtileri; *N. glutinosa* L. bitkisinde lokal klorotik lezyonlar; *N. tabacum* cv. White Burley bitkisinde mozaik; *C. quinoa* bitkisinde lokal nekrotik lezyonlar oluşmuştur.

Al-Saleh and Amer (2013) Suudi Arabistan'ın Riyad bölgesinde mozaik ve beneklenme belirtileri gösteren yonca bitkilerinden elde ettikleri iki farklı AMV izolatının (Sajer ve Wadi aldawasser) biyolojik karakterizasyonunu gerçekleştirmişlerdir. Her iki izolat da *C. quinoa* ve *C. amaranticolor* bitkilerinde lokal lezyonlar; *V. unguiculata* ve *N. tabacum* bitkilerinde mozaik belirtileri meydana getirirken, *N. tabacum*, *N. benthamiana*, *Capsicum annuum* ve *Cucumis sativus* bitkilerinde enfeksiyon meydana getirmemişlerdir. Farklı olarak, Sajer izolatı *V.faba* bitkisinde hafif mozaik ve beneklenme belirtileri meydana getirirken, Wadi aldawasser izolatı belirti meydana getirmemiştir.

Al-Saleh et al. (2014) Suudi Arabistan'ın Hail ve Wadi aldawasser bölgelerinde beneklenme ve yaprak şekil bozukluğu gösteren patates bitkilerinden topladıkları örneklerde AMV virüsünü belirlemişlerdir. Biyolojik indeksleme çalışmaları sonucunda, *C. ammaranticolor* ve *C. quinoa* bitkilerinde lokal klorotik lezyonlar; *N. tabaccum*, *V. unguiculata* ve *V. faba* bitkilerinde sistemik mozaik; *Solanum tuberosum* bitkisinde calico belirtileri meydana gelmiştir. *V. unguiculata*, *N. tabacum* ve *Vicia faba* bitkilerinde sistemik olarak çeşitli belirtiler oluşurken, *C. quinoa* ve *C. amaranticolor* bitkilerinde lokal klorotik lekeler oluşmuş ve

Pisum sativum, *N. benthamiana*, *N. rustica*, *Capsicum annuum* ve *Cucumis sativus* bitkilerinde enfeksiyon gerçekleşmemiştir.

Pourrahim and Farzadfar (2016) Tahran’da kişiye özel bir bahçede karşılaştıkları mozaik ve beneklenme belirtileri gösteren acemborusu (*Campsis radicans*) bitkisinde tespit ettikleri AMV virüsünün biyolojik karakterizasyonu sonucunda, *G. globosa*, *C. amaranticolor*, *P. vulgaris* cv. Talash ve *V. unguiculata* bitkilerinde lokal nekrotik lezyon; *V. faba* cv. Barakat bitkisinde lokal klorotik lekeler ve beneklenme; *N. tabacum* cv. White Burley, *N. tabacum* cv. Xanthi ve *Petunia hybrid* bitkilerinde mozaik ve damarlarda renk açılması; *D. stramonium* ve *N. glutinosa* bitkilerinde beneklenme ve damarlarda renk açılması belirtileri oluşurken, *Ocimum basilicum* ve *Solanum lycopersicum* cv. Red Cloud bitkilerinde belirti oluşmamıştır.

Sertkaya vd. (2017) tarafından Hatay’ın patates üretim alanlarında virüs benzeri belirti gösteren bitkilerden alınan örneklerle yürütülen DAS-ELISA ve biyolojik İndeksleme çalışmaları sonucunda AMV tespit edilmiştir. Mekanik inokulasyon yapılan *C. amaranticolor*, *C. quinoa* ve *G. globosa* bitkilerinde nekrotik lokal lezyon; *N. benthamiana* bitkisinde mozaikleşme, klorotik lokal lezyon, yapraklarda şekil bozukluğu ve küçülme; *N. tabacum* cv. Xanthii bitkisinde mozaikleşme, şekil bozukluğu, nekrotik veya klorotik lokal lezyon; *N. tabacum* cv. Samsun ve *N. glutinosa* bitkilerinde mozaikleşme, şekil bozukluğu, klorotik lokal lezyon; *P. vulgaris* ve *V. unguiculata* bitkilerinde nekrotik lokal lezyon, üst yapraklarda mozaik lekeler ve kloroz meydana gelmiştir.

El-Abhar et al. (2018) Mısır’ın patates üretim alanlarından elde ettikleri AMV izolatıyla yürüttükleri biyolojik karakterizasyon çalışmasında, *C. amaranticolor* bitkisinde lokal klorotik lezyonlar ve sistemik klorotik beneklenme; *C. quinoa* bitkisinde yapraklarda şekil bozukluğu ve kıvrılma; *Solanum tuberosum* cv. Ditta bitkisinde calico belirtileri; *N. tabacum* cv. White Burley bitkisinde sistemik olarak hafif beneklenme, klorotik lekeler ve damar bantlaşması; *S. lycopersicum* cv. Casel Rok ve Hienz H8704 bitkilerinde hafif benekli parlak sarı lekeler ve yapraklarda bronz renk oluşumu; *Datura metel* bitkisinde sistemik olarak yapraklar boyunca genişleyen nekrotik lekeler, damar

bantlaşması ve büzülme; *C. annuum* cv. Gedeon F1 bitkisinde mozaikle birlikte şekil bozukluğu; *V. faba* cv. Balady bitkisinde lokal nekrotik lezyonlar ve gövde nekrozu; *P. sativum* bitkisinde mozaik, yapraklarda sararma ve bitki ölümü; *P. vulgaris* bitkisinde lokal klorotik lezyon ve sistemik mozaik; *Medicago sativa* cv. Hegazy bitkisinde sarı çizgiler ve mozaik belirtileri oluşurken, *V. unguiculata* ve *Ocimum basilicum* bitkilerinde enfeksiyon gerçekleşmemiştir. *N. tabacum* cv. White Burley, *C. annuum* cv. Gedeon F1, *P. sativum*, *M. sativa*, *Glycine max* cv. Giza 111 ve *S. tuberosum* cv. Ditta bitkilerinde sadece sistemik belirtiler oluşurken, *V. faba* cv. Balady, *P. vulgaris* cv. Giza 4, *C. amaranticolor* ve *C. quinoa* bitkilerinde hem lokal hem de sistemik belirtiler oluşmuştur.

2.4.2. BYMV'nin biyolojik karakterizasyonu konusunda yapılmış çalışmalar

Chalam (1982) tarafından Hindistan'ın nohut üretim alanlarında görülen BYMV'nin karakterizasyonu amacıyla yürütülen doktora tez çalışmasında, BYMV'nin *Canavalia ensiformis* bitkisinde mozaik ve beneklenme; *P. vulgaris* cv. Ababa bitkisinde mozaik; *P. vulgaris* cv. Red kidney bitkisinde damarlarda nekrozlar, mozaik ve beneklenme; *P. vulgaris* cv. Dwarf bitkisinde damarlarda ve uç sürgünlerde nekrozlar, mozaik, beneklenme ve yapraklarda deformasyon; *P. vulgaris* cv. Pinto bitkisinde damarlarda nekrozlar, mozaik, beneklenme ve yapraklarda deformasyon belirtileri oluşurken, *Tetragonia expansa*, *G. globosa*, *C. amaranticolor*, *C. murale*, *Chrysanthemum* sp., *Cucumis sativus*, *Cucurbitu pepo*, *Arachis hypogaea*, *Cajanus cajan*, *Macrotyloma uniflorum*, *P. vulgaris* cv. Porriolo, *P. vulgaris* cv. Munroe, *P. vulgaris* cv. Lavica, *P. sativum*, *V. faba* cv. Early long pod, *V. unguiculata* cv. Early Ramshorn, *V. unguiculata* cv. Barsati mutant, *V. unguiculata* cv. Pusa Dophasli, *C. annuum*, *D. stramonium*, *Solanum lycopersicum* cv. Pusa Ruby, *N. tabacum* cv. Xanthi-nc, *N. rustica* cv. White Pathar ve *Petunia hybrida* bitkilerinde belirti meydana gelmemiştir.

Fidan and Yorgancı (1990) fasulye, bezelye ve bakla bitkisinden elde ettikleri izolatlarla yürüttükleri biyolojik karakterizasyon çalışmasında, fasulye ve bezelye izolatlarının *C. amaranticolor* bitkisinde klorotik lokal lezyon ve mozaik, bakla izolatının aynı bitkide klorotik lokal lezyon oluşturduğunu ve bakla, fasulye

izolatlarının *C. quinoa* bitkisinde klorotik halkalı lekeler ve nekrotik lokal lezyonlar oluşturduğunu bildirmişlerdir.

Tsuji et al. (1996) Japonya’da *Ixia hybrida* bitkisinden izole ettikleri BYMV izolatının test bitkilerine mekanik inokulasyonu sonucunda, *Freesia* sp., *N. clevelandii*, *C. amaranticolor*, *Spinacia oleracea* cv. Nihondane, *Vicia faba*, *P. vulgaris* cv. Kintoki ve *Trifolium incarnatum* bitkilerinde sistemik enfeksiyon oluşurken, *C. quinoa*, *Beta vulgaris*, *Tetragonia expansa* ve *G. globosa* bitkilerinde lokal enfeksiyon ve *N. tabacum* cv. Samsun, *Spinacia oleracea* cv. Orion ve *P. vulgaris* cv. Kurosando bitkilerinde latent enfeksiyon gerçekleşmiştir. Sistemik enfeksiyon gelişen bitkilerden *Freesia* sp. bitkisinde hafif mozaik, *N. clevelandii* bitkisinde sararma ve bodurlaşma, *C. amaranticolor* bitkisinde klorotik lekeler, *P. vulgaris* cv. Kintoki bitkisinde şiddetli mozaik ve bodurlaşma, *V. faba* bitkisinde hafif mozaik, *Trifolium incarnatum* bitkisinde şiddetli mozaik ve *Spinacia oleracea* cv. Nihondane bitkisinde latent sistemik enfeksiyon oluşmuştur.

Erdiller et al. (1997) doğal enfekteli mercimek bitkisinden elde ettikleri BYMV ile yürüttükleri biyolojik karakterizasyon çalışmasında, *C. amaranticolor* ve *C. quinoa* bitkilerinde lokal klorotik lezyonlar; *C. murale* bitkisinde lokal nekrotik lezyonlar oluşurken, *G. globosa*, *N. clevelandii* ve *N. glutinosa* bitkilerinde belirti oluşmamıştır.

Sasaya et al. (1998) Japonya’nın farklı bölgelerinden farklı konukçulardan elde edilen 28 BYMV izolatının biyolojik reaksiyonlarının karşılaştırılması amacıyla yürüttükleri çalışmada, izolatlar indikatör bitkilerdeki oluşturdukları belirtilere göre dört farklı patotipe ayrılmıştır. Mekanik inokulasyon yapılan bitkilerde görülen belirtilerin, BYMV izolatının orijini ve mekanik inokulasyon yapılan bitkinin türü ve çeşidine göre çok yüksek çeşitlilik gösterdiği belirlenmiştir.

Kulshrestha et al. (2006) iris (*Iris × hollandica* Hort.) bitkisinden elde ettikleri BYMV izolatıyla yürüttükleri biyolojik karakterizasyon çalışmasında, *C.*

amaranticolor bitkisinde lokal klorotik lezyonlar; *Trifolium repens* ve *N. glutinosa* bitkilerinde mozaik belirtileri oluşmuştur.

Nezamabad et al. (2010) İran'ın Tahran bölgesinden topladıkları *Gladiolus* soğanlarından elde ettikleri BYMV izolatıyla gerçekleştirdikleri biyolojik karakterizasyon çalışmasında, *N. benthamiana*, *P. vulgaris* cv. *Bountiful* ve *V. faba* bitkilerinde mozaik; *C. quinoa* ve *C. amaranticolor* bitkilerinde lokal klorotik lekeler; *N. clevelandii* bitkisinde belirtisiz sistemik enfeksiyon meydana gelmiştir.

Al-Ani and Adhab (2013) Irak'ta mozaik, yaprak deformasyonu, bodurlaşma ve sararma belirtileri gösteren bakla bitkilerinde tespit ettikleri BYMV izolatının biyolojik karakterizasyonunu gerçekleştirmişlerdir. Test bitkilerine yapılan mekanik inokulasyon sonucunda, *V. faba* bitkisinde inokulasyondan 7 gün sonra damarlar çevresinde hafif sararmalar ve inokulasyondan 14 gün sonra mozaik ve yeni çıkan yapraklarda deformasyonlar; *C. amaranticolor*, *C. quinoa*, *C. murale* ve *Tetragonia expansa* bitkilerinde inokulasyondan 7 gün sonra lokal klorotik lezyonlar ve inokulasyondan 12 gün sonra üst yapraklarda deformasyonlar; *G. globosa* bitkisinde lokal nekrotik lezyonlar oluşmuştur.

Hosseini and Hosseini (2014) Fasulye bitkisinden elde ettikleri BYMV'nin biyolojik karakterizasyonu amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmada, *C. quinoa*, *C. amaranticolor* ve *Helianthus annuus* bitkilerinde lokal klorotik lezyonlar veya mozaik; *Lactuca sativa* bitkisinde lokal klorotik lezyonlar veya belirti oluşmamış; *Ph. vulgaris* bitkisinde lokal nekrotik lezyonlar veya mozaik ve solgunluk; *Pi. sativum* ve *Solanum lycopersicum* bitkilerinde lokal nekrotik lezyonlar veya mozaik; *V. faba* bitkisinde lokal klorotik lezyonlar veya mozaik ve solgunluk; *D. stramonium* bitkisinde lokal klorotik lezyonlar veya latent; *N. benthamiana* ve *N. tabacum* cv.Samsun bitkilerinde lokal nekrotik lezyonlar veya latent olarak enfeksiyon oluşmuştur. *Cucurbita pepo* ve *Cucumis melo* bitkilerinde belirti oluşmamıştır.

Ulum vd. (2020) Burdur'un fasulye üretim alanlarında yapraklarda mozaik, şekil bozukluğu ve bitkide bodurlaşma belirtileri gösteren bitkilerde tespit ettikleri BYMV ile yürüttükleri biyolojik karakterizasyon çalışmasında, *N. rustica* bitkisinde mozaik; *P. vulgaris* bitkisinde mozaik, deformasyon ve kloroz; *Lupinus* sp. ve *Glycine max* bitkilerinde mozaik ve deformasyon belirtileri oluşurken, *C. amaranticolor* bitkisinde belirti meydana gelmediğini bildirmişlerdir.

2.4.3. CMV'nin biyolojik karakterizasyonu konusunda yapılmış çalışmalar

Chalam (1982) tarafından Hindistan'ın nohut üretim alanlarında görülen CMV'nin karakterizasyonu amacıyla yürütülen doktora tez çalışmasında, CMV *Tetragonia expansa*, *Cucurbitu pepo* ve *D. stramonium* bitkilerinde lokal klorotik lezyonlar; *C. amaranticolor*, *C. murale*, *Cajanus cajan*, *Phaseolus vulgaris* cv. Ababa, *P. vulgaris* cv. Red kidney, *P. vulgaris* cv. Pinto, *P. vulgaris* cv. Porriolo, *P. vulgaris* cv. Munroe, *P. vulgaris* cv. Lavica, *Vicia faba* cv. Early long pod, *Vigna unguiculata* cv. Early Ramshorn, *V. unguiculata* cv. Barsati mutant, ve *V. unguiculata* cv. Pusa Dophasli bitkilerinde lokal nekrotik lezyonlar; *N. tabacum* cv. Xanthi-nc ve *N. rustica* cv. White Pathar bitkilerinde mozaik ve beneklenme belirtileri oluştururken, *P. vulgaris* cv. Dwarf, *G. globosa*, *Chrysanthemum* sp., *Cucumis sativus*, *Arachis hypogaea*, *Macrotyloma uniflorum*, *P. sativum*, *V. unguiculata* cv. 'Early Ramshorn', *C. annuum*, *Solanum lycopersicum* cv. Pusa Ruby, *N. tabacum* cv. Xanthi-nc, *N. rustica* cv. White Pathar ve *Petunia hybrida* bitkilerinde belirti meydana getirmemiştir.

Fidan and Yorgancı (1990) börülce bitkisinden elde ettikleri CMV izolatının *C. amaranticolor*, *C. quinoa*, *C. album* ve *N. tabacum* cv. White Burley bitkilerinde lokal lezyonlar; *N. clevelandii*, *N. glutinosa* ve *N. sativus* bitkilerinde sistemik mozaik belirtileri oluşturduğunu bildirmişlerdir.

Davino et al. (2005) *Mandevilla Sanderi* (Brezilyalı yasemin) bitkisinden elde ettikleri CMV izolatının biyolojik karakterizasyonunda, *C. murale*, *C. quinoa*, *P. sativum* cv. Mezza Rama, ve *Vigna sinensis* bitkilerinde lokal lezyonlar; *N. tabacum* cv. Samsun, *N. benthamiana*, *N. glutinosa* ve *N. clevelandii*, bitkilerinde sistemik mozaik ve yaprak boyutunda azalma; *C.*

annuum, *Cucumis melo*, ve *Citrullus vulgaris* cv. Crismon Sweet bitkilerinde klorotik beneklenme ve genç yapraklarda malformasyon belirtileri oluşmuştur. *Ocimum basilicum*, *P. vulgaris* cv. Bobis, *Vicia faba* ve *Solanum melongena* bitkilerinde enfeksiyon gerçekleşmemiştir.

Parvin et al. (2007) *Cosmos sulphureus* (Yaz kozmosu) bitkisinde tespit ettikleri CMV izolatının biyolojik karakterizasyonu sonucunda, *G. globosa* ve *P. sativum* bitkilerinde lokal nekrotik lezyonlar; *C. amaranticolor*, *D. stramonium*, *D. metel* ve *Physalis floridana* bitkilerinde lokal klorotik lezyonlar; *Tagetes erecta* ve *Cosmos sulphureus* bitkilerinde sarı mozaik; *C. bipinnatus* bitkisinde mozaik; *Cucumis sativus*, *Luffa cylindrica*, *L. acutangula*, *Cucurbita moschata*, *Lagenaria siceraria*, *Benincasa hispida*, *Trichosanthes anguina*, *Phaseollus vulgaris*, *V. unguiculata*, *Solanum lycopersicum*, *N. glutinosa*, *N. tabacum* ve *N. rustica* bitkilerinde sistemik mozaik oluşurken, *Zinnia elegans* ve *Citrullus lanatus* bitkilerinde belirti oluşmamıştır.

Kelaniyangoda and Madhubashini (2010) CMV'nin teşhisinde kullanılacak potansiyel test bitkilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmada hıyar bitkisinden elde ettikleri CMV izolatını çeşitli test bitkilerine inokule etmişlerdir. Mekanik inokulasyon yapılan test bitkilerinden *C. annuum* bitkisinde sistemik olarak mozaik ve yaprak şekil bozukluğu; *D. stramonium* bitkisinde sistemik olarak mozaik; *Solanum melongena* bitkisinde beneklenme ve yaprak şekil bozukluğu; *C. quinoa* ve *G. globosa* bitkilerinde lokal lezyonlar meydana gelmiştir. *N. tabacum* cv. White burley, *N. glutinosa*, *N. tabacum* cv. Xanthi, *N. debneyii*, *Physalis floridana* ve *Cucumis sativus* bitkilerinde belirti oluşmamıştır. Moloklonal antiserumlarla yapılan indirekt ELISA testi sonucu tüm indikatör bitkiler için negatif çıkmıştır. Mekanik inokulasyonun başarısız olmasının bitkinin fizyolojik durumundan kaynaklanabileceği ifade edilmektedir. Bitki tarafından salgılanan bazı engelleyicilerin virüs partikülüne bağlandığı ve bunların mekanizmasının bilinmediği belirtilmiştir.

Petrović et al. (2010) Sırbistan'da CMV fasulye izolatıyla yürüttükleri biyolojik karakterizasyon çalışmaları sonucunda, mekanik inokulasyon yapılan *Lupinus albus* ve *Zinnia elegans* bitkilerinde belirti oluşmadığı, *Glycine max*

bitkisinde mozaik ve yapraklarda hafif kıvrılma; *D. stramonium* bitkisinde klorotik alanlar şeklinde mozaik; *N. tabacum* var. Samsun bitkisinde damarlar boyunca hafif mozaik; *N. glutinosa* bitkisinde kesik çizgili mozaik belirtileri oluşmuştur.

Iqbal et al. (2011) tarafından farklı konukçu bitkilerden elde edilen CMV izolatlarının biyolojik karakterizasyonu amacıyla bir çalışma yürütülmüştür. CMV soğan izolatıyla inokule edilen *Solanum lycopersicum*, *C. murale*, *C. quinoa* ve *N. glutinosa* bitkilerinde lokal klorotik belirtiler; CMV tütün izolatıyla inokule edilen *C. murale*, *Datura* sp., *Cucumis sativus*, *Arachis hypogea* ve *C. quinoa* bitkilerinde latent enfeksiyon meydana gelmiştir. Yapılan DAS-ELISA testi sonucunda, CMV biber izolatının *C. murale*, *C. quinoa* ve *N. tabacum* cv. White Burley; CMV POG izolatının *C. quinoa* ve *C. sativus*; CMV ayçiçeği izolatının *C. murale*, *C. quinoa* ve *Arachis hypogea*; CMV çemenotu izolatının *D. stramonium*, *C. sativus* ve *C. quinoa* bitkilerinde enfeksiyon oluşturmadığı belirlenmiştir. Bulgular, CMV'nin her bir izolatının oluşturduğu enfeksiyon şekliyle, kendi karakteristik özelliklerine sahip olduğunu göstermiştir. Bu izolatların farklı düzeylerde heterojen olduğu belirlenmiştir.

Kim et al. (2011) mısır bitkisinden elde ettikleri CMV izolatıyla gerçekleştirdikleri biyolojik karakterizasyon çalışmasında, *N. tabacum* cv. 'Xanthi-nc' bitkisinde inokule edilen yapraklarda lokal klorotik lezyonlar ve sistemik olarak mozaik ve damarlarda renk açılması; *N. glutinosa* bitkisinde inokule edilen yapraklarda lokal klorotik halkalar ve sistemik olarak şiddetli mozaik, yapraklarda şekil bozukluğu; *C. annuum* bitkisinde inokule edilen yapraklarda lokal klorotik lezyonlar ve sistemik olarak mozaik; *Solanum lycopersicum* bitkisinde sistemik olarak mozaik; *D. stramonium* bitkisinde inokule edilen yapraklarda lokal klorotik lezyonlar; *Solanum melongena* bitkisinde sistemik olarak mozaik; *Cucurbita pepo* cv. Taeyang bitkisinde inokule edilen yapraklarda lokal klorotik lezyonlar ve sistemik olarak lokal klorotik lezyonlar ve bodurlaşma; *Cucurbita Moschata* cv. Jinhan Aihobag bitkisinde inokule edilen yapraklarda lokal klorotik lezyonlar; *C. amaranticolor* ve *C. quinoa* bitkilerinde inokule edilen yapraklarda lokal nekrotik lezyonlar oluşurken, *Phaseolus*

angularis, *Brassica pekinensis* ve *Raphanus sativus* bitkilerinde enfeksiyon oluşmamıştır.

Pratap et al. (2012) domates bitkisinden elde ettikleri CMV izolatıyla gerçekleştirdikleri biyolojik karakterizasyon çalışmasında, *C. album* bitkisinde lokal nekrotik lezyonlar; *C. amaranticolor* ve *Spinacia oleracea* bitkilerinde lokal klorotik lezyonlar; *Solanum lycopersicum* bitkisinde lokal olarak hafif mozaik ve sistemik olarak şiddetli mozaik ve yapraklarda iplikleşme; *Cucumis sativus* bitkisinde sistemik olarak şiddetli mozaik; *Datura innoxia* bitkisinde sistemik olarak şiddetli mozaik ve yapraklarda iplikleşme; *Hyoscyamus muticus* bitkisinde sistemik olarak hafif mozaik; *N. benthamiana* bitkisinde sistemik olarak yapraklarda şekil bozukluğu ve kıvrılma; *N. glutinosa* bitkisinde sistemik olarak şiddetli mozaik ve yapraklarda iplikleşme belirtileri oluşurken, *Amaranthus tricolor*, *Chrysanthemum morifolium*, *Cucurbita maxima*, *C. annuum*, *N. tabaccum* cv. Samsun, *N. tabacum* cv. White Burley, *N. rustica* ve *Pitunia hybrida* bitkilerinde herhangi bir belirti oluşmamıştır.

Kumari et al. (2013) CMV hıyar izolatıyla yürüttükleri biyolojik karakterizasyon çalışmasında, *Cucumis sativus* var. Veer ve *C. s.* var. Summer bitkilerinde bodurlaşma, kloroz ve mozaik; *Solanum lycopersicum* var. Pusa Ruby bitkisinde klorotik lekeler, yapraklarda deformasyon ve kıvrılma; *Capsicum annuum* bitkisinde bodurlaşma ve klorotik lekeler; *C. quinoa* bitkisinde klorotik nekrotik lezyonlar; *N. glutinosa* bitkisinde mozaik; *N. clevelandii* bitkisinde konsantrik klorotik lezyonlar oluşmuştur.

2.4.4. PSbMV'nin biyolojik karakterizasyonu konusunda yapılmış çalışmalar

Fidan and Yorgancı (1990) bezelye bitkisinden elde ettikleri PSbMV izolatının *C. amaranticolor*, *C. quinoa* ve *C. murale* bitkilerinde lokala lezyonlar oluştururken, *Cucumis sativus*, *N. tabacum* Samsun, *V. unguiculata* ve *D. stramonium* bitkilerinde belirti oluşturmadığını bildirmişlerdir.

Makkouk et al. (1993) tarafından yürütülen biyolojik karakterizasyon çalışmasında, PSbMV bezelye izolatının *C. album*, *C. amaranticolor* ve *C. quinoa* bitkilerinde lokal klorotik ve nekrotik lekeler; *Cicer arietinum*, *Lens culinaris*, *P. sativum* ve *V. faba* bitkilerinde sistemik olarak yapraklarda kıvrılma ve sararma ve bitkide cüceleşmeye neden olduğunu belirtmişlerdir.

Johansen et al. (1996b) PSbMV virüsünün DPD1 (Patotip P-1) ve NY (Patotip P-4) izolatları arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Bu çalışma sonucunda, DPD1 izolatı bezelye çeşitlerinde damarlarda renk açılması, yaprak kenarlarında aşağı doğru kıvrılma ve boğumlar arasında kısılmaya neden olurken, NY izolatı bezelye çeşitlerinde gelişme geriliğine neden olmaktadır. Bununla birlikte, DPD1 izolatı *C. quinoa* bitkisinde sistemik enfeksiyon oluştururken, NY izolatı inokule edilen yapraklarda lokal enfeksiyon oluşturmuştur. Ayrıca, DPD1 izolatı sıklıkla tohumla (% 24) taşınabilirken, NY izolatı nadiren tohumla (% 0.3) taşınabilmektedir.

Ali and Randles (1998) PSbMV'nin S6 (Patotip P-4) ve US (Patotip P-1) izolatlarının bezelye bitkisinde meydana getirdiği belirtiler yönünden karşılaştırmışlardır. S6 izolatıyla inokule edilen bitkilerde damar bantlaşması, şiddetli mozaik, yapraklarda şekil bozukluğu, sülüklerde anormal kıvrılma, bodurlaşma, petal yapraklarda renk bozukluğu, erken uç sürgün oluşumu, çiçeklerde ve kapsüllerde çürüme belirtileri görülmüştür. US izolatıyla inokule edilen bitkilerde ise yapraklarda hafif kıvrılma, bodurlaşma ve taç yapraklarda renk bozukluğu belirtileri görülmüştür.

Kararah et al. (2014) börülce bitkisinden izole ettikleri PSbMV ile yürüttükleri çalışmada, *N. tabacum* cv. Xanthi bitkisinde sistemik mozaik; *N. t.* cv. Samsun bitkisinde sistemik beneklenme ve yapraklarda şekil bozukluğu; *N. glutinosa* L. bitkisinde nekrotik lokal lezyonlar; *C. quinoa* ve *C. amaranticolor* bitkilerinde lokal lezyonlar; *P. sativum* cv. Litel Marvel, *Vicia faba* cv. Giza 3, *C. arietinum* cv. Giza 531 ve *L. culinaris* cv. Kordy1 bitkilerinde sistemik mozaik belirtileri meydana getirdiği ve *N. rustica* bitkisinde belirti meydana getirmediğini bildirmişlerdir.

Gheshlaghi et al. (2019) İran'da mercimek bitkisinden elde ettikleri PSbMV izolatının mekanik inokulasyonu sonucunda, *L. culinaris* bitkisinde mozaik,

sararma ve yaprakta şekil bozukluğu; *C. amaranticolor* bitkisinde lokal klorotik lezyonlar; *C. arietinum* bitkisinde mozaik ve uç sürgünlerde nekroz; *V. faba* bitkisinde mozaik ve yaprak kıvrılması; *P. sativum* bitkisinde hafif beneklenme; *Vicia narbonensis* bitkisinde sararma ve mozaik; *Lathyrus sativus* bitkisinde mozaik ve damarlarda renk açılması belirtilerinin oluştuğunu ve *V. unguiculata*, *Vigna radiata* ve *P. vulgaris* bitkilerinde belirti oluşmadığını bildirmişlerdir.

2.5. Moleküler Karakterizasyon Konusunda Yapılmış Çalışmalar

Moleküler karakterizasyon ile ilgili literatür incelendiğinde, Dünya'nın farklı bölgelerinden AMV, BYMV, CMV ve PSbMV virüslerinin farklı bitkilerde çok sayıda ırkları rapor edilmiştir. Virüslerin genomlarının bazı bölgeleri veya tamamı üzerinden filogenetik analiz yapılarak genetik çeşitliliği ortaya koyan çok sayıda çalışma bulunmaktadır.

2.5.1. AMV'nin moleküler karakterizasyonu ile ilgili yapılmış çalışmalar

Xu and Nie (2006) Kanada'nın patates üretim alanlarından elde ettikleri 8 AMV izolatını CP gen bölgesi üzerinden filogenetik analizini gerçekleştirmiştir. Filogenetik analiz sonucunda, Kanada izolatlarından 7 tanesi CP gen bölgesinin nükleotit ve amino asit dizileri yönünden % 98'in üzerinde benzerlik gösterirken, sadece Ca175 izolatının diğerlerinden az bir farklılık gösterdiği ortaya çıkmıştır. AMV Kanada izolatları, NCBI veritabanında bulunan 18 AMV izolatıyla % 94'ün üzerinde nükleotit ve % 93'ün üzerinde amino asit benzerliği göstermiştir.

Parrella et al. (2011), İspanya'da cape hanımeli (*Tecoma capensis*) bitkisinden izole ettikleri AMV izolatının tüm genom dizi analizini gerçekleştirmişlerdir. Tec-1 olarak adlandırılan AMV izolatı için RNA1'in 3643, RNA2'nin 2594 ve RNA3'ün 2037 nükleotitten oluştuğu belirlenmiştir. CP gen bölgesine dayalı yapılan karşılaştırmalı dizi analizinde, Tec-1 izolatının I alt grubu ile uzaktan ilişkili olduğu ve ayrı bir klad oluşturmaya rağmen II alt grubu ile daha yakın ilişkili olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle, AMV'nin II alt grubunun daha önce bulunan II alt grubu izolatlarının oluşturduğu IIA ve yeni İspanyol Tec-1 izolatının oluşturduğu IIB olarak ikiye ayrılması önerilmektedir.

El-Helaly et al. (2012) Mısır'da patates bitkisinden elde ettikleri AMV izolatının CP gen bölgesini çoğaltarak filogenetik analizini gerçekleştirmişlerdir. Daha önce sekans analizi yapılmış farklı ülkelerden yedi izolat ile Mısır izolatının % 97-98 benzerlik gösterdiği bildirmişlerdir.

Al-Saleh and Amer (2013) Suudi Arabistan'ın Riyad bölgesinden topladıkları yonca örneklerinden elde ettikleri AMV izolatlarının CP gen bölgesine dayalı filogenetik analizini gerçekleştirmişlerdir. Daha önce rapor edilmiş olan AMV izolatlarıyla yapılan analiz sonucu % 90.3-99.3 benzerlik gösterdiği ortaya çıkmıştır. Suudi izolatları en yüksek benzerliği Avustralya, Brezilya, Puglia ve Çin izolatlarıyla gösterirken, en düşük benzerliği ise İspanya ve Yeni Zellanda izolatlarıyla gösterdiği söylenmiştir.

Al-Abrahim (2014) Suudi Arabistan'da AMV yonca izolatının CP gen bölgesine dayalı filogenetik analizini gerçekleştirmiştir. Filogenetik analiz sonucunda, suudi izolatının filogenetik analize alınan diğer izolatlarla % 97'nin üzerinde benzerlik taşıdığı belirlenmiştir. CP gen bölgesine dayalı analiz sonucu, İran, ABD, Sırbistan ve İtalya izolatlarıyla yakın ilişkili olduğu ve Kore ve Arjantin izolatlarıyla % 100 benzerlik taşıdığı ortaya çıkmıştır.

Al-Saleh et al. (2014) Suudi Arabistan'nın iki farklı bölgesinde yetiştirilen patates bitkisinden elde ettikleri iki AMV izolatının CP gen bölgesi dizi analizi sonucunda, % 96.5 benzerlik gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca, GenBank'ta bulunan 28 izolatla karşılaştırıldığında, % 93.2-99.7 arasında benzerlik taşıdığı belirlenmiştir.

Bergua et al. (2014) İspanya'nın farklı bölgelerinde farklı bitki türlerinden elde ettikleri 60 AMV izolatında genetik çeşitliliği belirlemek amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. P1, P2, MP ve CP gen bölgelerinin nükleotit dizi analizi sonucunda, İspanyol AMV izolatlarının kendi aralarında düşük genetik çeşitlilik gösterdiği belirlenmiştir. İspanyol izolatları, daha önce bildirilmiş dünya izolatlarıyla P1 gen bölgesine göre filogenetik analizinde I ve II grupları, MP ve CP gen bölgelerine göre filogenetik analizinde I, IIA ve IIB grupları içinde kümelenirken, P2 gen bölgesi için yapılan filogenetik analizde belir bir grupta

kümelenme gerçekleşmemiştir. Restriction fragment length polymorphism (RFLP) analizine göre, İspanyol AMV popülasyonu, yeniden sıralama (reassortment) ile üretilen iki haplotip ve biri rekombinasyonu içeren yedi haplotipten oluşmaktadır. Sırasıyla P1, MP ve CP gen bölgeleri için en sık haplotipler I-I-I (% 37), II-IIB-IIB (% 30) ve II-I-I (% 17) olmuştur. Haplotip dağılımının homojen olmaması, AMV popülasyonunu oluşturan izolatların coğrafi kökenine göre yapılandırıldığını göstermektedir.

Pourrahim and Farzadfad (2016) İran'da özel bir bahçede beneklenme ve mozaik belirtileri gösteren acemborusu (*Campsis radicans*) bitkilerinden topladıkları örneklerde AMV tespit etmişlerdir. CP gen bölgesine dayalı yapılan filogenetik analizde AMV İran izolatının I grubu içinde yer aldığını belirlemişlerdir. Nükleotit analizine göre; AMV izolatları % 93.1-98.8 arasında benzerlik göstermiştir. AMV İran izolatı en yüksek nükleotit dizi benzerliğini %98.3 ile İtalya izolatıyla gösterirken, en düşük benzerliği % 94.7 ile Fransa izolatıyla göstermiştir.

Trucco et al. (2014) Arjantin'de yonca bitkisinden izole ettikleri AMV izolatının tüm genom dizi analizini gerçekleştirmişlerdir. AMV-Arg genomunun RNA 1 bölgesinde 3643, RNA 2 bölgesinde 2593 ve RNA 3 bölgesinde 2038 nükleotit belirlenmiştir. AMV-Arg izolatını hem tüm genom hem de kodlanmış bölgeler (P1, P2, MP ve CP) üzerinden Çin, İtalya, İspanya ve Amerika izoaltlarıyla karşılaştırmalı olarak filogenetik analizi yapmışlardır. Nükleotit benzerlik oranı, RNA 1, 2 ve 3 için % 95.9-99.1, P1, P2, MP ve CP için % 93.7-99 olarak belirlenirken; amino asit benzerliği % 93.4-99.5 olarak belirlenmiştir. Ayrıca 25 AMV izolatıyla CP gen bölgesine dayalı yapılan filogenetik analizde, en yüksek nükleotit benzerliği bir Çin izolatıyla % 98.3 olarak belirlenirken, en yüksek amino asit benzerliği ise iki İtalya, bir Brezilya ve bir Çin izolatıyla % 98.6 olarak belirlenmiştir. Filogenetik analiz AMV-Arg izolatının I grubu içinde yer aldığını ortaya koymuştur.

Bandzo et al. (2017) Makedonya'nın biber üretim alanlarından elde ettikleri KUA7-2013 AMV izolatını CP gen bölgesine için filogenetik analizini gerçekleştirmişlerdir. Dünya'nın farklı bölgelerinden 29 AMV izolatıyla

karşılaştırmalı olarak yapılan filogenetik analizler sonucunda, % 92-94.4 nükleotit ve % 91.9-97.1 amino asit benzerliği belirlenmiştir. Oluşturulan filogenetik ağaçta KUA7-2013 AMV izolatı Fransa ve İngiltere izolatlarıyla birlikte II grubu içinde yer almıştır.

Abdalla et al. (2020) Suudi Arabistan'da yonca üretim alanları, çevredeki yabancı otlar ve komşu alanlardaki kültür bitkilerinden topladıkları örneklerden izole ettikleri 33 AMV izolatıyla CP gen bölgesine dayalı fiogenetik analiz gerçekleştirmişlerdir. Nükleotit ve protein dizisi yönünden suudi izolatları kendi aralarında % 87.9-100 benzerlik gösterirken, GenBank'tan alınan diğer 17 izolatla % 86.2-100 benzerlik göstermektedir.

2.5.2. BYMV'nin moleküler karakterizasyonu ile ilgili yapılmış çalışmalar

Al-Khalaf et al. (2008) daha önce yürütülmüş bir çalışmada bakla bitkisinden elde edilmiş BYMV izolatının CP gen bölgesine dayalı filogenetik analizini gerçekleştirmişlerdir. BYMV Suriye izolatı filogenetik analizde kullanılan diğer izolatlarla 2 grup içinde kümelenmiştir. Araştırılan BYMV izolatı Hindistan, Avustralya ve Japonya izolatlarıyla birinci grup içinde yer alırken, Çin, Hollanda ve ABD izolatları ikinci grup içinde yer almıştır. Filogenetik ağaç incelendiğinde, BYMV Suriye izolatı en yüksek benzerliği % 99 ile Hindistan izolatıyla göstermektedir.

Wylie et al. (2008) Avustralya'nın 4 farklı bölgesinden elde ettikleri BYMV izolatlarının genetik çeşitliliğini belirlemek amacıyla CP gen ve VPg (Genome-linked Viral Protein) gen bölgesine dayalı filogenetik analiz gerçekleştirmişlerdir. Filogenetik analiz çalışmaları, CP gen bölgesi için 17 yeni izolat ve veri tabanından 47 izolatla, VPg gen bölgesi için dört yeni izolat ve veri tabanından 10 izolatla yürütülmüştür. CP gen bölgesinin filogenetik analizinde yedi farklı grup oluşmuş ve bunlardan altısı polytipik ve bir tanesi monotipik grup oluşturmuştur. VPg sekansının filogenetik analizinde ise üç polytypic ve iki monotypic olmak üzere beş grup ortaya çıkmıştır. Filogenetik analiz sonucu oluşan gruplar izole edildikleri konukçularla bağdaşmaktadır. Ancak VPg ve CP filogenetik ağaç

topolojileri bazı yerlerde uyumsuzluk göstermektedir. Ayrıca VPg için grup içi genetik çeşitlilik CP bölgesinden daha yüksek olarak belirlenmiştir.

Kumar et al. (2009) Hindistan'ın kuzeyinde serada yetiştirilen frezya bitkilerinden klorotik lekeler gösterenlerden topladıkları örneklerde ELISA ve RT-PCR yöntemlerini kullanarak BYMV tespit etmişlerdir. BYMV frezya izolatının CP gen ve 3' UTR bölgelerine dayalı filogenetik analizi sonucunda, en yüksek benzerlik Hindistan, Danimarka ve ABD'de glayöl bitkisinde rapor edilmiş BYMV izolatlarıyla belirlenmiştir. BYMV frezya izolatının glayölden bulaşmış olabileceği ifade edilmiştir. Bu çalışmayla, Hindistan'da frezya bitkisinde BYMV'nin ilk kez tespit edilmiş ve dünyada frezya bitkisinden elde edilen BYMV'nin moleküler karakterizasyonu ilk kez gerçekleştirilmiştir.

Selvaraj et al. (2009) Çek Cumhuriyeti'nin 3 farklı bölgesinden topladıkları glayöl bitkilerinden izole ettikleri M71, J95 ve N4 AMV izolatlarını coat protein-nuclear inclusion protein b (CP-NIb) genom bölgesine dayalı olarak kısmi filogenetik analizini yapmışlardır. Araştırılan izolatlar filogenetik ağaçta 3 farklı grup içinde yer almıştır. M71 izolatı AB439730 (Glayöl, Japonya), D288191 ve D837491 (*Nicotiana benthamiana*, Japonya) izolatlarıyla aynı grupta; J95 izolatı AB439729 (Glayöl, Japonya) ve AY 192568 (ABD) izolatlarıyla aynı grupta; N4 izolatı AB079782, AB097089 ve AB097090 (Cüce centiyana, Japonya), AB079887 ve AB079886 (Japonya), AJ311371 (Çin), AM884180 (Kır centiyana, Tayvan), AY845012 ve AY845011 (*Vanilla fragrans*, Hindistan) izolatlarıyla aynı grup içinde yer almıştır. Filogenetik analize göre M71 ve J95 izolatları arasındaki benzerlik N4 izolatına göre daha fazladır. Farklı bölgelerden ve konukçu bitkilerden kaynaklı BYMV izolatları arasında herhangi bir ilişki bulunamamıştır.

Farag et al. (2015) Suudi Arabistan'ın Al-Makhwah bölgesinde fasulye bitkisinden izole edilen AMV izolatını NIb-CP gen bölgesine dayalı filogenetik analiz yapmışlardır. Filogenetik analiz sonucunda, BYMV suudi izolatı Japonya izolatıyla % 99, ABD izolatıyla % 95 ve diğer bir Japonya izolatıyla % 93 benzerlik taşımaktadır. BYMV izolatlarının özellikle CP gen bölgesine göre çok

farklılaştığı, ancak Nİb gen bölgesinin daha korunaklı olması nedeniyle BYMV teşhisinde daha kullanışlı olduğu belirtilmiştir.

Kaur et al. (2013) Hindistan'ın iki farklı bölgesinde bakla bitkilerinden iki BYMV izolatu izole edip Nİb gen bölgesine dayalı filogenetik analizini gerçekleştirmişlerdir. Diğer dünya izolatlarıyla yapılan filogenetik analiz sonucunda, % 86-87 dizi benzerliği belirlenmiştir. BYMV izolatları iki farklı grup içinde kümelenmiştir. Araştırma konusu iki Hindistan izolatu, daha önce Japonya, Tayvan, Çin ve Hindistan'dan rapor edilmiş izolatlarla aynı grup içinde yer almıştır.

Kaur et al. (2014) Hindistan'da şiddetli mozaik, yapraklarda şekil bozukluğu ve cüceleşme belirtileri gösteren altın çilek (*Physalis peruviana*) bitkilerinden topladıkları örneklerde BYMV tespit etmişlerdir. Filogenetik analizi yapılan BYMV izolatları arasında % 98-99 nükleotit dizi benzerliği belirlenirken, en yüksek benzerlik ve en yakın filogenetik ilişki % 99 ile Avustralya orjinli *Diuris* sp.'den izole edilen BYMV izolatıyla belirlenmiştir.

Sharma et al. (2015) fasulye bitkisinden izole ettikleri BYMV izolatını CP gen bölgesine dayalı olarak filogenetik analiz yapmışlardır. Buna göre; BYMV izolatu karşılaştırılan diğer izolatlar arasında % 83-99 nükleotit benzerliği ve % 89-99 amino asit benzerliği belirlenmiştir. Japonya'dan rapor edilen *Gladiolus* sp.'den izole edilmiş BYMV izolatıyla maksimum benzerlik taşımaktadır.

Kyrychenko et al. (2017) Ukrayna'da fasulye ve soya bitkilerinden elde ettikleri BYMV izolatlarını kendi aralarında ve GenBank'a kayıtlı izolatlarla CP gen bölgesine dayalı olarak filogenetik analizini yapmışlardır. Yapılan dizi analizi neticesinde fasulye ve soya bitkilerinden elde edilen BYMV izolatlarının % 98 benzerlik taşıdığı ve aynı virüs ırkının farklı izolatları olduğu belirlenmiştir. Ukrayna BYMV izolatları GenBank'ta bulunan diğer izolatlarla karşılaştırıldığında, Rusya izolatıyla % 98, Avustralya izolatıyla % 97-98 ve Arjantin izolatıyla % 96 benzerlik taşıdığı belirlenmiştir. En düşük benzerlik oranı, Irak, İran ve Japonya izolatlarıyla % 89-95 olarak belirlenmiştir.

Maina et al. (2020) yürütülen çalışmadan 14 yıl önce mercimek bitkisinden izole edilerek muhafaza edilen BYMV izolatının tüm genomunun filogenetik analizini gerçekleştirmişlerdir. Dünya izolatlarıyla maksimum olasılık (Maximum likelihood) yöntemine göre yapılan filogenetik analiz sonucunda, izolatlar 9 grup içinde kümelenmiştir. Araştırma konusu izolat I grubu içinde yer alırken, en yüksek nükleotit benzerliğini % 98.4 ile BYMV Batı Avustralya (*Lupinus angustifolius*) izolatıyla göstermiştir.

2.5.3. CMV'nin moleküler karakterizasyonu ile ilgili yapılmış çalışmalar

Geçmişte GenBank'ta bulunan CMV ırkları serolojik veriler, CP gen bölgesinin peptit haritalanması, nükleik asit hibridizasyonu ve nükleotid benzerliklerine göre yapılan gruplandırmada, I ve II olarak adlandırılan iki alt gruptan oluşmaktaydı (Palukaitis et al., 1992). Sonraki yıllarda çok sayıda yeni CMV ırkının tespitiyle alt grup I'in kendi içinde bölünebileceğini ortaya çıkarmıştır (Chaumpluk et al., 1996). Roossinck et al. (1999) 26 CMV ırkının RNA 3'ün 5' UTR (Untranslated Region) bölgesine dayalı yaptıkları filogenetik analizde, CMV ırklarının üç farklı grup (IA, IB ve II) içinde kümeleştiğini belirlemişlerdir. Aynı araştırmacılar tarafından gerçekleştirilen 53 CMV ırkının CP-ORF (Coat Protein-Open Reading Frame) bölgesinin filogenetik analizi bu sonucu desteklemiştir. Yapılan filogenetik çalışmalar, her alt grubun tek noktadan yayılmaya başladığını ve bir ortak atadan evrimleştiğini göstermektedir.

Eiras et al. (2004) Brezilya'da mozaik, şekil bozukluğu ve klorotik halkalı leke belirtileri gösteren farklı bitki türlerinden topladıkları örneklerden elde ettikleri CMV izolatlarının filogenetik analizini gerçekleştirmişlerdir. Yapılan dizi analizi Brezilya CMV izolatlarının % 92-99 nükleotit benzerliği gösterdiği ve I altgrubu içinde yer aldığını ortaya koymuştur. Filogenetik analiz sonucunda, CMV izolatları 3 farklı grupta kümelenmiştir. Brezilya CMV izolatlarının çoğu kendi aralarında yakın ilişkili olup, diğer CMV izolatlarıyla IA altgrubu içinde kümelenmiştir. Bir Brezilya CMV izolatı IB altgrubunda kümelenmiştir. Sonuç olarak Brezilya'da I altgrubu CMV yaygınlık kazanmıştır.

Kim et al. (2011) Güney Kore’de beneklenme ve bodurlaşma belirtileri gösteren mısır bitkisinden elde ettikleri CMV izolatının tüm genomu dayalı filogenetik analizini gerçekleştirmişlerdir. I altgrubu izolatlarla RNA 1 için % 89.2-92.4 nükleotit benzerliği ve % 94.4-98.0 aminoasit benzerliği, RNA 2 için % 85.3-97.6 nükleotit benzerliği ve % 74.5-97.5 aminoasit benzerliği ve RNA 3 için % 92-99.2 nükleotit benzerliği ve % 94.3-100.00 amino asit benzerliği göstermiştir. CMV Kore izolatının I altgrubu içinde yer aldığı belirlenmiştir.

Ali et al. (2012) Hindistan’da ateş çiçeğinden (*Salvia splendens* Ker-Gawl.) elde ettikleri CMV izolatının CP gen bölgesine dayalı filogenetik analizini gerçekleştirmişlerdir. En yüksek nükleotit benzerliğini IB altgrubu izolatlarla % 93-97 ile gösterirken, IA altgrubu izolatlarla % 88-89 ve II altgrubu izolatlarla % 67-70 nükleotit benzerliği göstermiştir. Sonuç olarak CMV Hindistan izolatı IB altgrubu içinde yer almıştır.

Elbeshehy and Sallam (2012) Mısır’da sistemik mozaik, meyve şekil bozukluğu ve bodurlaşma belirtileri gösteren hıyar bitkilerinden elde ettikleri CMV izolatlarını CP gen bölgesine dayalı filogenetik analizini gerçekleştirmişlerdir. Mısır CMV hıyar izolatları kendi aralarında % 92-99 nükleotit benzerliği göstermiştir. En yüksek nükleotit benzerliği % 95 ile Yeni Zellanda izolatıyla belirlenirken, en düşük nükleotit benzerliği % 92 ile Hindistan izolatıyla belirlenmiştir.

Nematollahi et al. (2012) İran’ın farklı bölgelerinde virüs belirtisi gösteren domates ve kabakgillerden topladıkları örneklerden elde ettikleri CMV izolatlarının farklı genomik bölgelere (CP, MP ve 2b) dayalı filogenetik analizini gerçekleştirmişlerdir. CMV İran izolatları, CP ve MP gen bölgelerine dayalı filogenetik analize göre IA ve IB altgruplarında, 2b gen bölgesine dayalı filogenetik analize göre IA altgrubu içinde yer almıştır.

Kumari et al. (2013) Hindistan’da hıyar bitkisinden elde ettikleri CMV izolatının tüm genomu (RNA 1, RNA 2 ve RNA 3) üzerinden gerçekleştirdikleri filogenetik analizde, CMV hıyar izolatının II altgrubu içinde yer aldığını belirlemişlerdir. II altgrubu içindeki izolatlarla RNA 1 için % 95.1-98.7, RNA 2

için % 87.7-98.0 ve RNA 3 için % 85.4-97.1 nükleotit benzerliği göstermiştir. RNA 1 ve 2 için en yakın benzerliği Japon izolatıyla ve RNA 3 için en yakın benzerliği Amerika izolatıyla gösterdiği belirlenmiştir.

Rasoulpour et al. (2016) sistemik klorotik lekeler ve mozaik belirtileri gösteren kavun bitkilerinden elde ettikleri CMV izolatının filogenetik analizi sonucunda, IB alt grubu izolatlarla % 99 aminoasit benzerliği gösterdiği ve IB alt grubu içinde yer aldığı belirlenmiştir.

Karanfil ve Korkmaz (2017) börülce bitkisinden elde ettikleri CMV izolatıyla gerçekleştirdikleri moleküler karakterizasyon çalışmasında, CMV börülce izolatının diğer dünya izolatları ile nükleotid düzeyinde % 80-99, aminoasit düzeyinde ise % 90-100 benzerlik gösterdiğini belirlemişlerdir. Ayrıca CMV börülce izolatının IB alt grubu içinde yer aldığını belirlemişlerdir. Bu çalışmayla ilk kez ticari börülce üretim alanlarında CMV tespit edilmiş ve ilk kez baklagil üretim alanlarından elde edilen CMV izolatının moleküler karakterizasyonu gerçekleştirilmiştir.

Miftakhurohmah et al. (2017) Endonezya'da Piper sarmentosum (Sarılan karabiber) bitkisinden elde ettikleri CMV izolatıyla yürüttükleri filogenetik analiz çalışmaları sonucunda, altgrup IA grubu izolatlarla % 92.6-94.3 nükleotit benzerliği ve % 96.3-98.1 aminoasit benzerliği taşıdığı belirlenmiştir.

Kurtoğlu ve Korkmaz (2018) Çanakkalenin ıspanak üretim alanlarında tespit ettikleri CMV izolatının filogenetik analizini gerçekleştirmişlerdir. CP gen bölgesine dayalı yapılan filogenetik analiz sonucunda, CMV ıspanak izolatı diğer izolatlarla % 87-98 nükleotit benzerliği ve % 91-98 aminoasit benzerliği göstermiştir. CMV ıspanak izolatı IA alt grubu içinde yer aldığı tespit edilmiştir.

Moyle et al. (2018) tarafından yürütülen bir araştırmada daha önce dizi analizi rapor edilmiş Çin orjinli CMV K ırkının tüm genom analizini Illumina sistemini kullanarak yeniden gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucuna göre RNA1 3382 nükleotit, RNA2 3050 nükleotit ve RNA3 2218 nükleotitten oluşmaktadır. RNA1'in 3158. nükleotiti (A veya G) ve RNA3'ün 4. ve 8. (ikisi de A veya T)

nükleotitlerinde dizi varyasyonları meydana geldiği belirlenmiştir. CMV K ırkı RNA2 segmentinin 1994 yılında rapor edilen CMV K RNA2 sekansı ile hizalanması, izolatın 22 yıllık sürede 35 tek nükleotid polimorfizmi (SNP) ve üç indelin meydana geldiğini ortaya çıkarmıştır. Benzer şekilde, 1999'da rapor edilen CMV K RNA3 sekansı ile hizalama, 17 yıllık sürede 15 SNP ve bir indelin meydana geldiğini ortaya çıkarmıştır. RNA 1, 2 ve 3 segmentlerinin filogenetik analizi, CMV K ırkının RNA1 ve RNA2'nin alt grup IB ve RNA 3'ün alt grup IA içinde yer aldığı ortaya çıkarmıştır. IA alt grubundan bir izolat ile karışık bir enfeksiyondan sonra RNA 3'te meydana gelen bir rekombinasyon sonucu CMV K ırkının oluştuğu tahmin edilmektedir.

2.5.4. PSbMV'nin moleküler karakterizasyonu ile ilgili yapılmış çalışmalar

Johansen et al. (1996b) PSbMV'nin simptomatolojik olarak farklılık gösteren iki izolatının (DPD1 (Patotip 1) ve NY (Patotip 4)) moleküler karakterizasyon sonucunda, % 81 nükleotit benzerliği ve % 88 aminoasit benzerliği taşıdığı belirlenmiştir.

Andersen and Johansen (1998) *Chenopodium quinoa* bitkisinde sistemik enfeksiyona neden olan ve olmayan iki PSbMV izolatının (DPD1 ve NY) CP gen bölgesindeki farklılığı belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada, sistemik enfeksiyon oluşturan DPD1 izolatının CP gen bölgesinin 47. aminoasiti prolin iken, sistemik enfeksiyon oluşturmeyen NY izolatının CP gen bölgesinin 47. aminoasiti serin olarak belirlenmiştir. Ayrıca CP gen bölgesinin 47. amino asiti serin olan farklı iki izolatın *C. quinoa* bitkisinde sistemik enfeksiyon oluşturabildiği belirlenmiştir.

Torok (2001) Avustralya'nın bezelye ve bakla üretim alanlarından topladıkları bitki örneklerinden elde ettikleri PSbMV izolatlarının biyolojik ve moleküler çeşitliliğini belirlemek amacıyla doktora çalışması gerçekleştirmiştir. Araştırma konusu PSbMV izolatları ve Genbank'tan alınan diğer izolatlar karşılaştırıldığında, HC-Pro gen bölgesine göre % 88.6-100 aminoasit benzerliği ve 79.4-99.8 nükleotit benzerliği; CI/6K2/VPg gen bölgelerine göre % 77.7-100 nükleotit benzerliği ve % 84.4-100 aminoasit benzerliği belirlenmiştir. Filogenetik

analiz sonucunda Avustralya PSbMV izolatlarının patotip I, II ve IV grupları içinde yer aldığı belirlenmiştir.

Safarova et al. (2008) Çek Cumhuriyeti'nde bezelye bitkisinden elde ettikleri PSbMV izolatlarını 5'(Nter)NIB-CP-UTR3' bölgesini baz alarak GenBank'ta bulunan dünya izolatlarıyla BLAST algoritmasını kullanarak karşılaştırmışlardır. Moleküler karakterizasyon sonucunda, izolatların kendi arasında önemli farklılıklar gösterdiği ve patogrup 1 ve patogrup 4 içinde yer aldığı belirlenmiştir.

Wylie et al. (2011) bezelye bitkisinden elde ettikleri Avustralya orijinli 11 PSbMV ve bakla bitkisinden elde ettikleri Çin orijinli bir PSbMV izolatının filogenetik analizini gerçekleştirmişlerdir. Filogenetik analizde kullanılan PSbMV izolatları 3 klad (A, B ve C) içinde kümelenmiştir. Avustralya izolatları patotip P-1 izolatlarından oluşan A kladı ve patotip P-4 izolatlarından oluşan C kladı içinde yer almıştır. A kladı içinde yer alan Avustralya izolatları % 95 nükleotit benzerliği ve C kladı içinde yer alan Avustralya izolatları % 98 nükleotit benzerliği göstermiştir. Çin PSbMV bakla izolatı A kladı içinde yer almıştır.

Yunanistan'ın mercimek üretim alanlarında görülen PSbMV'nün moleküler karakterizasyonu için yapılan bir çalışmada, CP, P1 ve HC-Pro proteaz genlerini kodlayan bölgelere spesifik primerler sentezlenerek yapılan filogenetik analiz sonucunda, PSbMV Yunanistan izolatının patogrup 1 gubu içinde yer aldığı belirlenmiştir (Giakountis, 2015).

Aftab et al. (2018) Avustralya'da ilk kez Çemen otunda (*Trigonella foenum-graecum*) belirledikleri PSbMV'nin moleküler karakterizasyonunu gerçekleştirmişlerdir. CP gen bölgesine dayalı filogenetik analiz sonucunda, PSbMV Çemen otu izolatı patotip P-4 izolatlarıyla % 100 nükleotit benzerliği gösterirken, patotip P-1 ve P-2 izolatlarla % 95-96 nükleotit benzerliği göstermiştir.

Gheshlaghia et al. (2019) İran'ın farklı bölgelerinden mercimek bitkisinden elde ettikleri PSbMV izolatlarının CP gen bölgesine dayalı filogenetik analizi

sonucunda, İran izolatlarının kendi aralarında % 91-94 nükleotit ve % 63-98 amino asit benzerliği gösterdiklerini belirlemişlerdir. İran izolatları arasından seçilen Lorestan (B2), Golestan (G1) ve Tehran (V18) izolatlarının dünya izolatlarıyla neighbor-joining (komşu birleştirme) yöntemine göre filogenetik analizi gerçekleştirilmiştir. Filogenetik analize alınan izolatlar iki ana grub içinde kümelenirken, B2 ve G1 izolatları Çek Cumhuriyeti, Avustralya, Çin, Yunanistan, Pakistan ve Mısır izolatlarıyla I altgrubu içinde yer almıştır. V18 izolatı ise diğer izolatlardan bağımsız olarak II altgrubu içinde yer almıştır. Amino asit analizine göre izolatlar iki grup içinde kümelenmiştir. İran izolatları Avustralya izolatlarıyla II altgrubu içinde kümelenirken, diğer dünya izolatları I altgrubu içinde kümelenmiştir.

Navrátil and Šafářová (2019) farklı yoğunlukta belirtilere neden olan P1 patotipi içinde yer alan 3 farklı PSbMV izolatının filogenetik analizini gerçekleştirmişlerdir. Tüm genom içim yapılan filogenetik analiz sonucunda, kısmen CI ve 6K2 bölgelerini kapsayan 2028 nükleotitlik bölgede doğal rekombinasyon belirlenmiştir. Bu çalışmayla, CI-6K2 bölgesinde belirlenen rekombinasyonun gelişen belirtilerden sorumlu olduğu gösterilmiş ve ilk kez PSbMV izolatları arasında doğal bir rekombinasyon tespit edilmiştir.

2.6. Virüslerin İnaktifleştirilmesi Konusunda Yapılmış Çalışmalar

Yapılan araştırmalar incelendiğinde, günümüzde virüslerle mücadelede kullanılan temel yöntemlerin geçmişte de kullanıldığı ve çok fazla değişim meydana gelmediği görülmektedir. Kullanılan ana mücadele yöntemlerinin amacı virüs kaynağının azaltılması veya yok edilmesi, virüsün yayılmasının sınırlandırılması ve virüs hastalıklarının verim ve kalite üzerine etkisinin azaltılmasıdır (Garrett et al., 1985; Walkey, 1985; Falk and Duffus, 1988).

Tohumla taşınan virüslere karşı mücadelede kullanılabilen bazı temel yöntemler bulunmaktadır. Bunlar; enfekteli tohumlardan virüslerin temizlenmesi, virüslerin yayılmasını engellemek veya kayıpları minimize etmek için vektörlerle mücadele, karantina tedbirleri, sertifikasyon programlarıyla virüsten ari tohum üretimi ve virüs teşhis yöntemleridir. Virüsle enfekteli tohumların dezenfeksiyonu

amacıyla termoterapi, kemoterapi, kriyoterapi ve ozonla terapi yöntemleri kullanılmaktadır (Varveri, 2015).

2.6.1. Termoterapi konusunda yapılmış çalışmalar

İskoç çiftçilerinin lale yumrularını sıcak suya daldırdıktan sonra ekim işlemini gerçekleştirmesi, sıcaklık uygulamalarının bitkiler için kullanıldığı ilk kayıtlar olarak bilinmektedir (Zandbergen, 1964). Bitki virolojisinde sıcaklık uygulamaları, başlangıçta virüslerin termal inaktivasyon noktalarından faydalanarak virüslerin tanımlanması ve karışık hastalık oluşumlarında virüslerin ayrılması amaçlarıyla kullanılmıştır. Daha sonra virüslerin yüksek sıcaklıklara duyarlı olduklarının anlaşılmasıyla, virüslerin enfekteli bitkilerden ve bulaşık üretim materyallerinden elimine edilmesinde kullanılmaya başlanmıştır (Kantha, 1986).

Howles (1961) TMV ile enfekteli domates tohumlarına 22 gün 72 °C kuru sıcaklık uygulamasının virüsü elimine edemediğini, ancak daha sonraki çalışmalarda 1-3 gün 70 °C uygulamasının virüsü elimine etmede başarılı olduğunu bildirmiştir. Ayrıca marul tohumlarına 3 gün 80 °C sıcak hava uygulamasının tohum kalitesine zarar vermeden LMV virüsünü elimine ettiğini bildirmiştir.

Vovk (1961) TMV ile enfekteli domates tohumlarına 2 gün 50-52 °C kuru sıcaklık uygulanması sonrasında 1 gün 78-80 °C kuru sıcaklık uygulanmasının virüsü elimine ettiğini bildirmiştir.

Fletcher et al. (1969) hıyar tohumlarına 1 günden fazla 70 °C sıcak hava uygulanmasının CGMMV virüsünü elimine ettiğini, buna karşın 80 °C uygulamasının çimlenmeyi geciktirdiğini ve kotiledon yapraklarında zarara neden olduğunu bildirmişlerdir.

Megahed and Moore (1969) vişne tohumlarının 80 °C kuru sıcaklıkta 1 saat veya 90 °C kuru sıcaklıkta 1 saat bekletilerek Cherry necrotic ring spot virus ve Prune dwarf virüs virüslerinden arındırılabilirliğini bildirmişlerdir. Başka bir

çalışmalarında vişne tohumlarının 55 °C'de 6 hafta bekletilmesiyle Necrotic ring spot virus inaktifleştirildiğini bildirmişlerdir.

Sharma and Chohan (1971) balkabağı tohumlarına 2 gün 70 °C veya 4 hafta 40 °C sıcak hava uygulamasının Cucumis virus-1 virüsünü inaktifleştirdiğini bildirmişlerdir.

Verma (1971) tarafından yürütülen bir çalışmada *Cowpea mosaic virus* (CPMV) ile enfekteli börülce tohumlarının 30 °C'de 4 gün ya da 55 °C'de 15 dk sıcak hava uygulamasını müteakiben tohumların 25 °C'de 4 gün bekletilmesiyle virüs inaktifleşmektedir.

Sharma and Varma (1975) börülce tohumlarına 45 °C/40 dk ve 50 °C/ 20 dk sıcak su uygulamasının CpBMV virüsünün tohumla yayılmasını tamamen engellediğini bildirmişlerdir. Ayrıca 50 °C/ 50 dk, 60 °C/ 30 dk ve 65 °C/ 20 dk sıcak hava uygulamalarının virüs enfeksiyonunu azalttığını, ancak tohumun çimlenme yeteneğini azalttığını bildirmişlerdir. Tohumlar 65 °C/15 dk sıcak hava uygulandıktan sonra 30 °C'de 2, 4 ve 8 gün bekletildiğinde virüsün elimine edilmesinde daha etkili olmakta ve tohumun çimlenme yeteneği daha az etkilenmektedir.

Beniwal et al. (1980) siyah mercimek tohumlarının 55 °C sıcak suda 30 dk bekletilerek *Urdbean leaf crinkle virus* (ULCV) virüsünü tohumun çimlenme kabiliyeti olumsuz etkilenmeden elimine edilebildiğini bildirmişlerdir.

Kaiser (1980) patates yumrularına 3-6 hafta boyunca 37 °C sıcak hava uygulanmasıyla Alfalfa mosaic virus (AMV), *Potato leaf roll virus* (PLRV) ve *Tomato black ring virus* (TBRV) virüslerinin tamamen inaktifleştirdiğini ve uygulama yapılan yumrulardan yetiştirilen bitkilerde virüse rastlanmadığını bildirmiştir. Benzer 10 haftalık sıcak hava uygulaması *Potato virus Y* (PVY) virüsünün iki ırkına karşı başarısız olmuştur. 50 °C/25-180 dk. ve 52.5 °C/15-90 dk. sıcak su uygulamalarının AMV, PLRV ve TBRV virüslerinin inaktifleştirilmesinde etkili olmadığı belirlenmiştir. Sıcak hava uygulanan yumruların canlılığı 6 hafta sonra % 44-87 arasında değişkenlik göstermiştir.

Sharma and Varma (1983) CpBMV ile enfekteli börülce tohumlarında sıcak hava uygulamasının virüsü inaktifleştirmedeki etkisini araştırmışlardır. Enfekteli tohumların 65  C’de 15 dk sıcak hava uygulaması sonrasında 30  C’de 4-8 gün bekletilmesi ya da 55  C 15dk sıcak hava uygulaması sonrasında 25  C’de 4 gün bekletilmesiyle virüsün tohumda bulunma oranının % 13.1-24.7’den % 0.9-3.3’e düştüğü bildirilmiştir. Ayrıca termoterapi uygulanmış tohumlardan oluşan tarlada virüs bulunma oranı % 4.7-9.1 iken, termoterapi uygulanmayan tohumlardan oluşan tarlada % 23.7-29.7 olmuştur. Termoterapi uygulanan tohumlardan oluşan tarlada verimin % 19.3-22.4 daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Tayvan’da TMV’ye karşı 78  C 2 gün kuru sıcak uygulaması tavsiye edilmektedir. Sıcaklık uygulaması tohumun çimlenmesini geciktirmekte, ancak canlılığını olumsuz etkilememektedir (Green et al., 1987).

Lee et al. (2004) kuru sıcaklık uygulamalarında tohum nem içeriğini önemli bir faktör olduğunu vurgulamışlar ve yaptıkları çalışmada %50 bağıl nem bulunan bir ortamda 35  C’de 24 saat, 50  C’de 24 saat ve 75  C’de 72 bekletilen tohumlarda nem içeriğinin önemli derecede düştüğünü belirlemişlerdir. Çimlenme sırasında uygulama yapılan tohumlarda su emiliminin daha yavaş olduğu ve bu durumun çimlenmeyi geciktirdiği bildirilmiştir.

C rdoba-Sell s et al. (2007) domates tohumlarında taşınan *Pepino mosaic virus* (PepMV) inaktifleştirilmesine yönelik sıcak hava (80  C’de 24 saat, 74 C’de 48 saat ve 70 C’de 96 saat) ve kemoterapi (10% trisodium phosphate/ 3saat, 3 g/litre pectinase/ 24 saat, 3 g/litre pectinase+2% HCl / 24 saat, 3 g/litre pectinase+2% HCl+ 30% ticari çamaşır suyu/ 24 saat) uygulamaları gerçekleştirmişlerdir. Kontrole göre 74  C ve 80  C sıcak hava uygulamalarında enfekteli tohum oranında değişiklik görülmezken, 80  C sıcak hava uygulanan tohumların DAS-ELISA absorbans değerlerinde kontrole göre % 60 azalma meydana gelmiştir. 70  C sıcak hava uygulamasında ise enfekteli tohum oranında hafif bir azalma görülürken, DAS-ELISA absorbans değerleri kontrole göre %42.5 daha düşük çıkmıştır.

Ling (2010) domates tohumunda taşınan *Pepino mosaic virus* (PepMV) karşı yürüttüğü inaktifleştirme çalışmalarında sıcak su (55 °C’de 2 saat) ve sıcak hava (72 veya 80 °C’de 48-72 saat) uygulamalarını kullanmıştır. Sıcak suyu uygulamasının virüsü inaktif etteğini ancak tohumun çimlenme gücüne zarar verdiğini ve sıcak hava uygulamasının virüs enfeksiyonunu azalttığını ve tohumun çimlenme gücü üzerine zararlı bir etkisi olmadığını bildirmiştir.

Silva et al. (2011) domates tohumlarından *Tomato mosaic virus* (ToMV) etmenini elemine etmek için sıcak hava (70 °C’de 24, 48 ve 72 saat) uygulaması yapmışlardır. Bu çalışmaya göre 3 farklı sürede gerçekleştirilen uygulama tohumlarda virüs enfeksiyon oranının azaltılmasında etkili olup, süre arttıkça tohum kalitesinde azalma meydana geldiği belirlenmiştir. 70 C’de 24 saat uygulamasının tohumların kalitesi üzerine daha az zararlı olduğu bildirilmiştir.

Sastry (2013) enfekteli tohumların 55 °C sıcak suda 60 dakika bekletilerek virüslerin tohum çimlenme kabiliyetini etkilemeden elimine edilebileceğini bildirmiştir.

2.6.2. Ozon ile virüslerin inaktifleştirilmesi konusunda yapılmış çalışmalar

Remondino and Valdenassi (2018), Schonbein isimli bir araştırmacının 1840 yılında bir fırtına esnasında yıldırım düştüğünde havada tuhaf kokulu bir atmosferik bileşen oluştuğunu farketmiştir. Daha sonra oksijene elektrik şoku uyguladığında benzer gazın oluştuğunu belirlemiş ve ortaya çıkan bu gazı ozon adını verdiğini belirtmişlerdir. Sonraki yıllarda çok sayıda araştırmacı tarafından bu gazın kökeni, moleküler yapısı ve etkileri üzerine çok sayıda çalışma gerçekleştirildiği rapor edilmiştir.

Ozon üç tane oksijen atomunun birleşmesi sonucu oluşan ve atmosferde doğal olarak bulunan bir gazdır. Atmosferin 10-50 km arasında doğal olarak bulunan ve atmosferdeki toplam ozonun % 90’ını oluşturan stratosferik ozon, güneş ışınlarını süzerek canlıları güneş ışığının zararlı etkilerinden korumaktadır. Geriye kalan % 10’luk ozon yerden 10-15 km yükseklikte bulunan ve insan

kaynaklı olan troposferik ozondur. Troposferik ozonun canlılar üzerine olumsuz etkileri bulunmaktadır (Newman, 2020).

İnsan faaliyetleri sonucu atmosferde bulunan ozon yoğunluğunun yükselmesi aralarında virüslerinde yer aldığı konukçu-patojen etkileşiminde değişikliklere yol açmaktadır. Bu değişim bitki ve patojene göre farklılık göstermekte ve bitkinin hassasiyetinde veya dayanıklılığında artış şeklinde görülebilmektedir (Bilgin et al., 2008). Ayrıca ozonun oksidatif özelliği sayesinde fungus, bakteri, virüs ve diğer bitki patojenlerinin makro moleküllerini parçalayarak hastalık oluşumlarını engelleyebilmektedir (Remondino and Valdenassi, 2018).

Ozon ile ilgili yapılan araştırmalar, ozon-bitki savunma sistemi etkileşimleri ve ozon-patojen etkileşimlerini kapsamaktadır. Bitki virüsleri ve ozon konusunda yapılmış araştırmalar ise bulaşık üretim meteryallerine ozon uygulanarak virüslerin inaktifleştirilmesi ve enfeksiyon öncesi bitkilere ozon uygulanarak dayanıklılık kazandırılması konularını kapsamaktadır. Ayrıca bir hava kirleticisi olarak kabul edilen ozonun bitkiler üzerindeki zararlı etkisini azaltmak amacıyla bitkilere virüs inokulasyonu ile ilgili araştırmalar da bulunmaktadır. Bu konuda yapılmış araştırmalar kriminolojik olarak aşağıda özetlenmiştir.

Brennan and Leone (1970) *Nicotiana sylvestri* bitkilerine TMV inokule edip, 2, 6, 12 gün beklettikten sonra ozon uygulayarak virüs enfeksiyonunun ozon toksisitesini nasıl etkilediğini ve ozonun hastalık gelişimini nasıl etkilediğini araştırmışlardır. Ozon uygulanan virüssüz bitkilerin yapraklarında nekrotik lekeler ve beneklenme belirtileri oluşmuştur. Virüs ile 2 gün boyunca enfekte olmuş bitkiler hafifçe beneklenmişken, 6 ila 12 gün boyunca enfekte olmuş bitkiler herhangi bir ozon toksisitesi belirtisi göstermemiştir. Yapılan analizlerde TMV ile enfekteli bitkilerin yapraklarında daha yüksek solunum oranı ve azot içeriği ve daha düşük karbonhidrat içeriği belirlenmiştir. Ozonun virüs aktivitesi üzerine etkisini belirlemek amacıyla TMV ile enfekteli ozon uygulanmış bitkilerden alınan inokulum fasulye bitkisine inokule edildiğinde ozon uygulanmamış tütün bitkilerinden alınan inokulumuza göre daha çok sayıda lezyon oluşturduğu görülmüştür.

Bisessar and Temple (1977) ozonun toksisitesi üzerine yaptıkları araştırmada, TMV inokule edilen tütün bitkilerinde inokule edilmeyen bitkilere göre ozon zararının daha az olduğu belirlenmiştir. TMV inokule edilen bitkilerde zarar gören yaprak oranı % 5 iken, inokule edilmeyen bitkilerde % 11 olarak gerçekleşmiştir.

Ormrod and Kemp (1979) TMV ve/veya CMV ile enfekteli domates bitkilerinde ozonun etkilerini belirlemek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Virüs, bitki çeşidi, ozon konsantrasyonu ve virüs inkubasyon süresine bağlı olarak hafif ve şiddetli ozon zararı gözlenmiştir. Virüs inokule edilmeyen bitkilerde ozon zararı iki kat daha fazla olurken, ozon zararı TMV inokule edilen bitkilerde CMV ile inokule edilen bitkilerden daha fazla olmuştur. Virüs inokulasyonundan 7 ve 14 gün sonra ozon uygulanan bitkilerde zararlanmada artış olurken, inokulasyondan 21 gün sonra ozon uygulanan bitkilerde ozon zararı azalmıştır.

Yürütülen bir araştırmada, tütün bitkisine dört gün boyunca günde altı saat 0.20 µl/l konsantrasyonunda ozon uygulandığında TMV'ye karşı bitkide dayanıklılık oluştuğu ve TMV'nin neden olduğu lezyonlarda azalma gözlenmiştir. Bu durum salisik asit ve patogenezele ilişkili 1a ve 1b proteinlerinin miktarında artış olduğu bildirilmiştir (Yalpani et al., 1994).

Morgan et al. (2003) 70 ppb ozona maruz kalan soya bitkilerinde biyo kütlede % 34 ve tohum veriminde % 24 azalma olduğunu belirtmişlerdir. Bu kayıpların azalan yaprak alanı ve fotosentez aktivitesinden kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Sudhakar et al. (2007) tarafından CMV içeren inokuluma ozon uygulanarak virüsün inaktifleştirilmesi ve inaktifleştirilen viral inokulumun domates bitkisinde CMV'ye karşı dayanıklılığın uyarılması amacıyla bir çalışma yürütülmüştür. CMV içeren inokuluma 0.4 mg/l konsantrasyonlu ozon uygulandığında virüsün tamamen inaktifleştiği belirlenmiştir. CMV inokulasyonundan 5 gün önce inaktif viral inokulum uygulanan domates bitkilerinde sistemik dayanıklılık oluştuğu ve domates bitkilerini CMV'den koruduğu değerlendirilmiştir. Tarla denemelerinde,

inokulasyondan 28 gün sonra yapılan ELISA testi sonucunda virüs birikiminin uygulama yapılan bitkilerde % 16 uygulama yapılmayan bitkilerde % 89.5 olduğu belirlenmiştir. Uygulamadan 5 gün sonra kontrole göre uygulama yapılan bitkilerde çözünebilir fenolik madde miktarının 10 kat ve salisilik asit miktarının 16 kat daha fazla olduğu bildirilmiştir.

Bilgin et al. (2008) SMV ile enfekteli soya bitkilerine O₃ uygulandığında bitkilerde virüs enfeksiyonun yavaşladığı ve virüse karşı yaklaşık üç hafta süren spesifik olmayan dayanıklılık oluştuğunu bildirmişlerdir. Virüs enfeksiyonundan olumsuz etkilenen doymuş karbon asimilasyonunun ozon uygulamasıyla korunduğunu belirtilmiştir. Ayrıca bitkilerde dayanıklılıktan sorumlu PR-1, PR-5, PR-10 ve EDS1 genlerin ve flavonoid biyosentezinden sorumlu genlerin transkriptlerinin üretiminde artış olduğu belirlenmiştir.

Pollina et al. (2008) ozonun virüslerden kaynaklı hastalıkların şiddeti ve yayılımı üzerine etkilerini belirlemek amacıyla *Avena fatua* bitkisine dört saat boyunca 100 ppbv ve 10-15 ppbv (atmosfer konsantrasyonu) ozon uyguladıktan bir hafta sonra *Barley yellow dwarf luteovirus* (BYDV) yaprak bitkileri vasıtasıyla inokule etmişlerdir. Deney şartları yaprak bitlerinin beslenmesini etkilediği için ozon uygulanan ve uygulanmayan bitkiler arasında hastalık oranı açısından önemli bir fark olmamıştır. 10-15 ppbv ozon uygulaması bitki biyokütlesinde önemli derecede azalmaya neden olmuştur. 100 ppbv ozon uygulaması bitkilerde virüs konsantrasyonunu azaltmış ve virüsün biyokütle üzerindeki olumsuz etkisini ortadan kaldırmıştır.

Paylan vd. (2010) tarafından bezelye, fasulye ve mercimeğin yer aldığı çeşitli sebzelerin tohumlarında belirli virüslere karşı çeşitli inaktifleştirme uygulamalarının (kimyasal, kuru sıcaklık, ozon, sıcak su ve UV) etkinliği araştırılmıştır. Sonuç olarak, HCl ve ozon uygulamaları viral etmenleri elimine etmedeki başarısının yanı sıra çimlenme değerleri üzerine olumsuz etkileri olmaması nedeniyle en etkili yöntemler olarak saptanmıştır.

Sudhakar et al. (2011) ozon gazı uygulamasının domates tohumlarında dormansi üzerine etkilerini araştırmak için 4 farklı dozu (0.001, 0.01, 0.1 ve 1 g

O₃/g) 3 farklı süre (10, 20 ve 30 dk) için denemişlerdir. 0.01 g O₃/g dozunda 20 dk uygulama yapılan tohumların kontrole ve diğer uygulama sürelerine göre daha hızlı çimlendiği belirlenmiştir. Uzun süreli ve yüksek konsantrasyonlu uygulamaların çimlenme oranını azalttığı buna karşın düşük konsantrasyonlu 20 dakikalık uygulamaların daha faydalı olduğunu bildirmişlerdir. O₃ uygulamasının, tohumlarda azalmış absisik asit seviyesi ile ilişkili olan dormansiye önceden kırarak tohum çimlenmesini hızlandırmada etkili olduğu düşünülmektedir.

Abraitienė and Girgždienė (2013) tarafından ozon uygulamasının *Potato spindle tuber pospiviroid* (PSTVd) inokule edilen domates bitkilerine ozon uygulamasının patojenite ve hastalığın bitkide yayılması üzerine etkilerini belirlemek amacıyla bir çalışma yürütülmüştür. PSTVd ile inokule edilen ve edilmeyen bitkiler arasında fenotipik ve büyüme yönünden önemli derecede farklılık olmadığı gözlenmiş ve sonuç olarak ozon uygulamasının konukçu-viroid etkileşimi üzerine önemli bir etkisi olmadığı belirlenmiştir. Büyüme dönemi sonunda, viroid inokule edilmemiş-ozon uygulanmış bitkilerde yaprak dökümünün viroid inokule edilmiş-ozon uygulanmış ve viroid inokule edilmemiş-ozon uygulanmamış bitkilerden daha fazla olduğu bildirilmiştir.

3. MATERİYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırma materyallerini toplanan tohum örnekleri, biyolojik indeksleme çalışmalarında kullanılan test bitkileri, DAS-ELISA çalışmalarında kullanılan çeşitli firmalardan temin edilen kitler, moleküler çalışmalarda kullanılan enzim ve kimyasallar, tohum uygulama testlerinde kullanılan Ozon reaktörü, biyoenformatik çalışmalarda kullanılan çeşitli bilgisayar programları ve bu çalışmalarda kullanılan ekipmanlar oluşturmuştur.

3.1.1. Tohum örnekleri

Ülkemizde bakla, bezelye, mercimek ve nohut yetiştiriciliğinde kullanılan yerel ve ticari tohum örnekleri ve bu örneklerden elde edilen virüs izolatları karakterizasyon çalışmalarında kullanılmak üzere ana materyali oluşturmuştur. Toplanan tohum örneklerine ilişkin alındığı yer, firma adı ve çeşit adı bilgileri 3.1, 3.2, 3.3 ve 3.4 nolu tablolarda verilmiştir.

Tablo 3.1. Toplanan bakla tohum örneklerine ait bilgiler.

Örnek No	Örneğin Alındığı Yer			Çeşit Adı	Firma Adı ve Orijini
	İl	İlçe	Köy/Mah.		
1	Bursa	Yenişehir	Yolören Köyü	Yerel	Üretici
2	Bursa	Yenişehir	Yolören köyü	Yerel	Üretici
3	Balıkesir	Merkez	Merkez	Yerel	Üretici
4	İzmir	Konak	Konak Mah.	Sevil	Bayi-Yerli
5	İzmir	Konak	Konak Mah.	Sevil	Bayi-Yerli
6	İzmir	Konak	Konak Mah.	Sevil	Bayi-Yerli
7	İzmir	Konak	Konak Mah.	Sevil	Bayi-Yerli
8	Balıkesir	Merkez	Merkez	Yerel	Üretici
9	Balıkesir	Altıeylül	Gümüşçeşme Mah.	Sakız	Küçükçiftlik Toh.- Yerli
10	Balıkesir	Altıeylül	Gümüşçeşme Mah.	Sakız	Küçükçiftlik Toh.- Yerli
11	Balıkesir	Altıeylül	Gümüşçeşme Mah.	Sakız	Küçükçiftlik Toh.- Yerli
12	Balıkesir	Altıeylül	Gümüşçeşme Mah.	Sakız	Küçükçiftlik Toh.- Yerli
13	Balıkesir	Altıeylül	Gümüşçeşme Mah.	Sevil	Küçükçiftlik Toh.- Yerli
14	Balıkesir	Altıeylül	Gümüşçeşme Mah.	Sevil	Küçükçiftlik Toh.- Yerli
15	Balıkesir	Altıeylül	Gümüşçeşme Mah.	Sevil	Küçükçiftlik Toh.- Yerli
16	Balıkesir	Altıeylül	Gümüşçeşme Mah.	Sevil	Küçükçiftlik Toh.- Yerli

Tablo 3.1. Toplanan bakla tohum örneklerine ait bilgiler (devam).

Örnek No	Örneğin Alındığı Yer			Çeşit Adı	Firma Adı ve Orijini
	İl	İlçe	Köy/Mah.		
17	Balıkesir	Altıeylül	Gümüşçeşme Mah.	Emiralem	Küçükçiftlik Toh.- Yerli
18	Balıkesir	Altıeylül	Gümüşçeşme Mah.	Emiralem	Küçükçiftlik Toh.- Yerli
19	Antalya	Kepez	Altınova Sinan Mah.	Histal	Fito Toh.- İthal
20	Antalya	Kepez	Altınova Sinan Mah.	Histal	Fito Toh.- İthal
21	Antalya	Kepez	Altınova Sinan Mah.	Histal	Fito Toh.- İthal
22	Antalya	Kepez	Altınova Sinan Mah.	Histal	Fito Toh.- İthal
23	Antalya	Kepez	Altınova Sinan Mah.	Luz De Otono	Fito Toh.- İthal
24	Antalya	Kepez	Altınova Sinan Mah.	Luz De Otono	Fito Toh.- İthal
25	Antalya	Kepez	Altınova Sinan Mah.	Luz De Otono	Fito Toh.- İthal
26	Antalya	Kepez	Altınova Sinan Mah.	Luz De Otono	Fito Toh.- İthal
27	İzmir	Konak	Konak Mah.	Sevil	Bayi-Yerli
28	İzmir	Konak	Konak Mah.	Sevil	Bayi-Yerli
29	İzmir	Konak	Konak Mah.	Sevil	Bayi-Yerli
30	İzmir	Konak	Konak Mah.	Sevil	Bayi-Yerli

Tablo 3.2. Toplanan bezelye tohum örneklerine ait bilgiler.

Örnek No	Örneğin Alındığı Yer			Çeşit Adı	Firma Adı ve Orijini
	İl	İlçe	Köy/Mah.		
1	Bursa	Yıldırım	Samanlı Mah.	LOT1A	May Toh.- İthal
2	Bursa	Yıldırım	Samanlı Mah.	LOT1B	May Toh.- İthal
3	Bursa	Yıldırım	Samanlı Mah.	LOT2A	May Toh.- İthal
4	Bursa	Yıldırım	Samanlı Mah.	LOT2B	May Toh.- İthal
5	Bursa	Yıldırım	Samanlı Mah.	LOT3A	May Toh.- İthal
6	Bursa	Yıldırım	Samanlı Mah.	LOT3B	May Toh.- İthal
7	Bursa	Yıldırım	Samanlı Mah.	LOT4A	May Toh.- İthal
8	Bursa	Yıldırım	Samanlı Mah.	LOT4B	May Toh.- İthal
9	Bursa	Yenişehir	Çardak Köyü	Yerel	Üretici
10	İzmir	Konak	Konak Mah.	Utrillo	Bayi- İthal
11	İzmir	Konak	Konak Mah.	Utrillo	Bayi- İthal
12	İzmir	Konak	Konak Mah.	Utrillo	Bayi- İthal
13	Balıkesir	Altıeylül	Gümüşçeşme Mah.	Utrillo	Küçükçiftlik Toh.- İthal
14	Balıkesir	Altıeylül	Gümüşçeşme Mah.	Utrillo	Küçükçiftlik Toh.- İthal
15	Bursa	Osmangazi	Gülbahçe Mah.	Rundo	Bursa Toh (İthal)
16	Bursa	MustafaKemalPaşa	Atariye Mah.	Jof	United Genetic- İthal
17	Bursa	MustafaKemalPaşa	Atariye Mah.	Siena	United Genetic- İthal
18	Bursa	MustafaKemalPaşa	Atariye Mah.	Follux	United Genetic- İthal
19	Bursa	MustafaKemalPaşa	Atariye Mah.	Utrillo	United Genetic- İthal
20	Bursa	MustafaKemalPaşa	Atariye Mah.	Bolero	United Genetic- İthal

Tablo 3.2. Toplanan bezelye tohum örneklerine ait bilgiler (devam).

Örnek No	Örneğin Alındığı Yer			Çeşit Adı	Firma Adı ve Orijini
	İl	İlçe	Köy/Mah.		
21	Bursa	MustafaKemalPaşa	Atarıye Mah.	Karina	United Genetic- İthal
22	Bursa	Yıldırım	Samanlı Mah.	Utrillo	May Toh.- İthal
23	Bursa	Yıldırım	Samanlı Mah.	Mayer	May Toh.- İthal
24	Bursa	Yıldırım	Samanlı Mah.	Utrillo	May Toh.- İthal
25	Bursa	Yıldırım	Samanlı Mah.	Mayer	May Toh.- İthal

Tablo 3.3. Toplanan mercimek tohum örneklerine ait bilgiler.

Örnek No	Örneğin Alındığı Yer			Çeşit Adı	Firma Adı ve Orijini
	İl	İlçe	Köy/Mah.		
1	Mardin	Midyat	Narlı	Yerel	Üretici
2	Mardin	Midyat	Gülveren	Yerel	Üretici
3	Mardin	Midyat	Bağlarbaşı	Yerel	Üretici
4	Mardin	Midyat	Barıştepe	Yerel	Üretici
5	Mardin	Midyat	Yolağzı	Yerel	Üretici
6	Mardin	Midyat	Doğançay	Yerel	Üretici
7	Mardin	Midyat	Şenköy	Yerel	Üretici
8	Mardin	Savur	Başkavak	Yerel	Üretici
9	Mardin	Midyat	Barıştepe	Yerel	Üretici
10	Mardin	Midyat	Acurlu	Yerel	Üretici
11	Mardin	Nusaybin	Turgutlu	Fırat87	Üretici
12	Mardin	Nusaybin	Adabaşı	Fırat87	Üretici
13	Mardin	Nusaybin	Turgutlu	Fırat87	Üretici
14	Mardin	Nusaybin	Hasantepe	Fırat87	Üretici
15	Mardin	Savur	Harmanlı	Yerel	Üretici
16	Mardin	Artuklu	Sulak köyü	Yerel	Üretici
17	Mardin	Nusaybin	Durakbaşı	Yerel	Üretici
18	Mardin	Artuklu	Küçükköy	Fırat87	Üretici
19	Mardin	Artuklu	Yukarı aydınlık	Yerel	Üretici
20	Mardin	Artuklu	Çayırpınar	Yerel	Üretici
21	Mardin	Artuklu	Çukuryurt	Yerel	Üretici
22	Mardin	Artuklu	Ambar	Yerel	Üretici
23	Mardin	Artuklu	Yukarı aydınlık	Yerel	Üretici
24	Mardin	Artuklu	Çayırpınar	Yerel	Üretici
25	Mardin	Artuklu	Karademir	Yerel	Üretici
26	Mardin	Artuklu	Akıncı	Yerel	Üretici
27	Diyarbakır	Sur	Merkez	Fırat87	Tarımsal Arş. Enst.- Yerli
28	Diyarbakır	Sur	Merkez	Çağıl	Tarımsal Arş. Enst.- Yerli
29	Diyarbakır	Sur	Merkez	Tigris	Tarımsal Arş. Enst.- Yerli

Tablo 3.3. Toplanan mercimek tohum örneklerine ait bilgiler (devam).

Örnek No	Örneğin Alındığı Yer			Çeşit Adı	Firma Adı ve Orijini
	İl	İlçe	Köy/Mah.		
30	Adıyaman	Merkez	Bahçelievler Mah.	Tigris	Olgunlar Toh.- Yerli
31	Adıyaman	Merkez	Bahçelievler Mah.	Çağıl	Olgunlar Toh.- Yerli
32	Adıyaman	Merkez	Bahçelievler Mah.	Şakar	Olgunlar Toh.- Yerli
33	Adıyaman	Merkez	Bahçelievler Mah.	Fırat87	Olgunlar Toh.- Yerli
34	Gaziantep	Merkez	Merkez	Yerel	Üretici
35	Adıyaman	Merkez	Akdere	Komando	Üretici
36	Adıyaman	Merkez	Merkez	Fırat87	Üretici
37	Adıyaman	Merkez	Merkez	Fırat87	Üretici
38	Adıyaman	Merkez	Merkez	Şakar	Üretici
39	Adıyaman	Merkez	Merkez	Şakar	Üretici
40	Adıyaman	Merkez	Merkez	Çağıl	Üretici
41	Adıyaman	Merkez	Merkez	Çağıl	Üretici
42	Mardin	Artuklu	Ambar	Yerel	Üretici
43	Adıyaman	Merkez	Merkez	Şakar	Üretici
44	Mardin	Artuklu	Karademir	Yerel	Üretici
45	Mardin	Nusaybin	Adabaşı	Fırat87	Üretici
46	Mardin	Nusaybin	Turgutlu	Fırat87	Üretici
47	Mardin	Nusaybin	Turgutlu	Fırat87	Üretici
48	Adıyaman	Merkez	Bahçelievler Mah.	Tigris	Olgunlar Toh.- Yerli
49	Adıyaman	Merkez	Bahçelievler Mah.	Fırat87	Olgunlar Toh.- Yerli
50	Adıyaman	Merkez	Bahçelievler Mah.	Çağıl	Olgunlar Toh.- Yerli

Tablo 3.4. Toplanan nohut tohum örneklerine ait bilgiler.

Örnek No	Örneğin Alındığı Yer			Çeşit Adı	Firma Adı ve Orijini
	İl	İlçe	Köy/Mah.		
1	Uşak	Eşme	Kıranköy	Yerel	Üretici
2	Denizli	Kale	Çamlarca Köyü	Yerel	Üretici
3	Denizli	Kale	Çamlarca	Yerel	Üretici
4	Denizli	Kale	Çamlarca	Yerel	Üretici
5	Denizli	Kale	Karaköy	Yerel	Üretici
6	Denizli	Kale	Karaköy	Yerel	Üretici
7	Denizli	Kale	Karaköy	Yerel	Üretici
8	Uşak	Eşme	Kemer Mah.	Beyaz nohut	Üretici
9	Uşak	Eşme	Şehit Alibey Mah.	Sarı nohut	Üretici
10	Uşak	Eşme	Yeşilkavak	Beyaz nohut	Üretici
11	Uşak	Eşme	Yaylaköyü	Beyaz nohut	Üretici
12	Uşak	Eşme	Yaylaköyü	Sarı nohut	Üretici
13	Uşak	Eşme	Armutlu Köyü	Sarı nohut	Üretici
14	Uşak	Savaşlı	Merkez	Beyaz nohut	Üretici

Tablo 3.4. Toplanan nohut tohum örneklerine ait bilgiler (devam).

Örnek No	Örneğin Alındığı Yer			Çeşit Adı	Firma Adı ve Orijini
	İl	İlçe	Köy/Mah.		
15	Uşak	Savaslı	Merkez	Sarı nohut	Üretici
16	Mardin	Midyat	Narlı	Yerel	Üretici
17	Mardin	Midyat	Bağlarbaşı	Yerel	Üretici
18	Mardin	Midyat	Gülveren	Yerel	Üretici
19	Mardin	Midyat	Barıştepe	Yerel	Üretici
20	Mardin	Midyat	Erişti	Yerel	Üretici
21	Mardin	Midyat	Yolağzı	Yerel	Üretici
22	Mardin	Midyat	Doğançay	Yerel	Üretici
23	Mardin	Midyat	Söğütlü	Yerel	Üretici
24	Mardin	Midyat	Şenköy	Yerel	Üretici
25	Mardin	Midyat	Alagöz	Siyah nohut	Üretici
26	Mardin	Nusaybin	Kayadibi	Yerel	Üretici
27	Mardin	Nusaybin	Tepeören mah.	Yerel	Üretici
28	Mardin	Nusaybin	Dirim mah.	Yerel	Üretici
29	Mardin	Artuklu	Yenice	Yerel	Üretici
30	Mardin	Artuklu	Alakuş	Yerel	Üretici
31	Mardin	Artuklu	Küçükköy	Azkan	Üretici
32	Mardin	Artuklu	Çukuryurt	Azkan	Üretici
33	Mardin	Artuklu	Alakuş, incekeyu	Yerel	Üretici
34	Mardin	Artuklu	Karademir	Yerel	Üretici
35	Mardin	Nusaybin	Sulak köyü	Yerel	Üretici
36	Mardin	Artuklu	Akıncı mah.	Yerel	Üretici
37	Mardin	Artuklu	Çukuryurt	Yerel	Üretici
38	Mardin	Artuklu	Tilkitepe	Yerel	Üretici
39	Mardin	Artuklu	Ambar	Yerel	Üretici
40	Diyarbakır	Sur	Merkez	ILC. 482	Tarımsal Arş. Enst.- Yerli
41	Diyarbakır	Sur	Merkez	Arda	Tarımsal Arş. Enst.- Yerli
42	Diyarbakır	Sur	Merkez	Diyar95	Tarımsal Arş. Enst.- Yerli
43	Adıyaman	Merkez	Merkez	Aras	Üretici
44	Adıyaman	Merkez	Bahçelievler Mah.	Göksu	Olgunlar Toh.- Yerli
45	Adıyaman	Merkez	Bahçelievler Mah.	Arda	Olgunlar Toh.- Yerli
46	Adıyaman	Merkez	Bahçelievler Mah.	Azkan	Olgunlar Toh.- Yerli
47	Adıyaman	Merkez	Bahçelievler Mah.	Sezenbey	Olgunlar Toh.- Yerli
48	Adıyaman	Merkez	Bahçelievler Mah.	Zuhal	Olgunlar Toh.- Yerli
49	Adıyaman	Merkez	Merkez	Çağatay	Üretici
50	Balıkesir	Merkez	Merkez	Yerel	Bayi
51	Balıkesir	Merkez	Merkez	Yerel	Bayi
52	Balıkesir	Bandırma		Yerel	Bayi
53	Bursa	Yenişehir	Karacaali köyü	Yerel	Bayi

Tablo 3.4. Toplanan nohut tohum örneklerine ait bilgiler (devam).

Örnek No	Örneğin Alındığı Yer			Çeşit Adı	Firma Adı ve Orijini
	İl	İlçe	Köy/Mah.		
54	Isparta	Merkez	Merkez	Yerel	Bayi
55	Isparta	Merkez	Merkez	Yerel	Bayi
56	Konya	Merkez	Merkez	Yerel	Bayi
57	Çorum	Merkez	Merkez	Yerel	Üretici
58	Adıyaman	Samsat	Bağarası	İspanyol	Üretici
59	Adıyaman	Samsat	Bağarası	İspanyol	Üretici
60	Adıyaman	Samsat	Yarımbağ	İspanyol	Üretici
61	Adıyaman	Samsat	Yarımbağ	İspanyol	Üretici
62	Adıyaman	Merkez	Merkez	Merkez	Üretici
63	Adıyaman	Merkez	Merkez	Azkan	Üretici
64	Adıyaman	Merkez	Merkez	Azkan	Üretici
65	Adıyaman	Merkez	Merkez	Sezenbey	Üretici
66	Adıyaman	Merkez	Merkez	Sezenbey	Üretici
67	Denizli	Kale	Çamlarca	Yerel	Üretici
68	Uşak	Eşme	Şehit Alibey Mah.	Yerel	Üretici
69	Mardin	Artuklu	Alakuş, incekuşu	Yerel	Üretici
70	Diyarbakır	Sur	Merkez	ILC. 482	Tarımsal Arş. Enst.- Yerli
71	Mardin	Artuklu	Karademir	Yerel	Üretici
72	Uşak	Eşme	Kıranköy	Yerel	Üretici
73	Uşak	Eşme	Yaylaköyü	Yerel	Üretici
74	Mardin	Nusaybin	Sulak köyü	Yerel	Üretici
75	Denizli	Kale	Karaköy	Yerel	Üretici
76	Denizli	Kale	Çamlarca	Yerel	Üretici
77	Denizli	Kale	Karaköy	Yerel	Üretici
78	Mardin	Nusaybin	Tepeören mah.	Yerel	Üretici
79	Mardin	Midyat	Erişti	Yerel	Üretici
80	Adıyaman	Merkez	Bahçelievler Mah.	Arda	Olgunlar Toh.- Yerli
81	Mardin	Artuklu	Küçükköy	Azkan	Üretici
82	Mardin	Nusaybin	Kayadibi	Yerel	Üretici
83	Mardin	Artuklu	Ambar	Yerel	Üretici
84	Mardin	Artuklu	Çukuryurt	Azkan	Üretici
85	Uşak	Eşme	Kemer Mah.	Yerel	Üretici
86	Adıyaman	Merkez	Bahçelievler Mah.	Zuhal	Olgunlar Toh.- Yerli
87	Mardin	Artuklu	Alakuş	Yerel	Üretici
88	Adıyaman	Merkez	Bahçelievler Mah.	Çağatay	Olgunlar Toh.- Yerli
89	Uşak	Savaşlı	Merkez	Yerel	Üretici
90	Adıyaman	Merkez	Bahçelievler Mah.	Sezenbey	Olgunlar Tohumculuk
91	Mardin	Artuklu	Çukuryurt	Yerel	Üretici
92	Adıyaman	Merkez	Bahçelievler Mah.	Aras	Olgunlar Toh.- Yerli

Tablo 3.4. Toplanan nohut tohum örneklerine ait bilgiler (devam).

Örnek No	Örneğin Alındığı Yer			Çeşit Adı	Firma Adı ve Orijini
	İl	İlçe	Köy/Mah.		
93	Adıyaman	Merkez	Bahçelievler Mah.	Göksu	Olgunlar Toh.- Yerli
94	Adıyaman	Merkez	Bahçelievler Mah.	Azkan	Olgunlar Toh.- Yerli
95	Uşak	Savash	Merkez	Yerel	Üretici
96	Uşak	Eşme	Yeşilkavak	Yerel	Üretici
97	Mardin	Midyat	Doğançay	Yerel	Üretici
98	Denizli	Kale	Çamlarca	Yerel	Üretici
99	Denizli	Kale	Karaköy	Yerel	Üretici
100	Mardin	Midyat	Alagöz	Siyah nohut	Üretici

3.1.2. DAS-ELISA yönteminde kullanılan materyaller

Bioreba AG (İtalya), LOEWE (Almanya), DSMZ (Almanya) firmalarından temin edilen virüslere özgü kitler ve tampon çözeltiler DAS-ELISA çalışmalarının materyalini oluşturmuştur. Bu kit içinde virüse özgü antibody, conjugate, pozitif ve negatif kontroller bulunmaktadır. Ayrıca ELISA tabakları, mikropipet ve uçları, havan ve eli ve eldivenler kullanılmıştır. ELISA tabaklarının okunması ve sonuçların değerlendirilebilmesi için 405 nm dalga boyuna sahip Titertek multiskan marka ELISA okuyucu kullanılmıştır.

3.1.3. Biyolojik indekslemede kullanılan materyaller

Biyolojik indeksleme çalışmalarında daha önceki araştırmalarda kullanılmış olan virüslere hassas indikatör bitkiler kullanılmıştır (Tablo 3.5). Bu bitkiler Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki koruma Bölümü serası, Viroloji laboratuvarı ve serası ile herboloji araştırma seralarında yetiştirilmiştir. Tohum ekimi için 1:1 oranında torf ve toprak karıştırılmış ve küvetlere doldurularak tohum ekimi gerçekleştirilmiştir. Karborandum tozu, fosfat tamponu, pamuklu çubuk, havan ve eli mekanik inokulasyonda kullanılan diğer materyallerdir.

Tablo 3.5. Biyolojik indekslemede kullanılan test bitkileri.

Bilimsel Adı	Türkçe Adı	Familya
<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.	Kaz ayağı, Kinoa	Amaranthaceae
<i>Vicia faba</i> L.	Bakla	Fabaceae
<i>Datura stramonium</i> L.	Şeytan elması, Boru çiçeği	<u>Solanaceae</u>
<i>Nicotiana rustica</i> L.	Tütün, Maraşotu	<u>Solanaceae</u>

3.1.4. Moleküler çalışmalarda kullanılan materyaller

Total Nükleik Asit (TNA) izolasyonunda kullanılan materyaller

TNA izolasyonunda çeşitli kimyasallar kullanılarak hazırlanan ezme tamponu, sarcosil, sodyum iyodür (NaI) çözeltisi, silika çözeltisi ve yıkama tamponu kullanılmıştır. Farklı aşamalarda havan ve eli, ependorf tüpleri, mikropipet ve uçları, ETG MBT 250 marka ısıtıcı blok, Sigma 1-14 marka santrifüj, Heidolph REAX top marka karıştırıcı, Heidolph UNIMAX 2010 marka çalkalayıcı ve Scostman AF 100 marka buz makinesi kullanılmıştır.

Komplementer DNA (cDNA) sentezinde kullanılan materyaller

TNA izolasyonu çalışmaları sonunda, virüsle enfekteli tohumlardan elde edilen TNA ekstraktları, RT-PCR çalışmalarında materyal olarak kullanılmıştır. cDNA sentezi için Thermo Scientific firmasından temin edilen RevertAid First Strand cDNA Synthesis kiti kullanılmıştır. Kit içinde RevertAid RT (200 U/μL), RiboLock RNase Inhibitor (20 U/μL), 5X Reaction Buffer, 10 mM dNTP Mix, Oligo(dT)18 Primer, Random Hexamer Primer ve Saf su bulunmaktadır. Uygulanmasında mikropipetler ve uçları, PCR tüpleri, Scostman AF 100 marka buz makinesi ve PE Applied BioSystems GeneAmp PCR System 9700 marka Thermocycler kullanılmıştır.

PCR çalışmalarında kullanılan materyaller

PCR çalışmalarında; cDNA sentezi gerçekleştirilen örnekler, Thermo Scientific PCR Master Mix (2X) (0.05 U/μL *Taq* DNA polymerase, reaction

buffer, 4 mM MgCl₂, 0.4 mM dNTP), Sentromer DNA teknolojileri firmasında sentezlenen forward ve reverse primerler ve ultra safsu kullanılmıştır. PCR çalışmalarında kullanılan reverse ve forward primerlerin baz dizisi ve çoğalttığı bölge büyüklüğü tablo 3.6'da verilmiştir. PCR'ın uygulanmasında mikropipetler ve uçları, PCR tüpleri, Scostman AF 100 marka buz makinesi ve PE Applied BioSystems GeneAmp PCR System 9700 marka Thermocycler kullanılmıştır.

Tablo 3.6. PCR çalışmalarında kullanılan primerler.

Primer Adı	Primer Baz Dizisi	Hedef Bölge Büyüklüğü
AMV-CP Forward AMV-CP Reverse	5'-TGCGAATAGATGCCGGTTCTC-3' 5'-CATACCTTGACCTTAATCCAC-3' (Pourrahim and Farzadfar, 2016)	880
BYMV-CP Forward BYMV-CP Reverse	5'-GTCGATTTCAATCCGAACAAG-3' 5'-GGAGGTGAAACCTCACTAATAC-3' (Al-Khalaf et al., 2008)	907
CMV-CP Forward CMV-CP Reverse	5'-ATGGACAAATCTGAATCAAC-3' 5'-TCAAACCTGGGAGCACCC-3' (Kavyashri et al., 2016)	700
PSbMV-CP Forward PSbMV-CP Reverse	5'-GAAAGAGGAGGAGGACAGAAAG-3' 5'-GGCTCTCATTCCGAGAAGATT-3' (Giakountis et al., 2015)	833

3.1.5. Elektroforez çalışmalarında kullanılan materyaller

Elektroforez ve jel görüntüleme çalışmalarında Owl B1 marka jel tankı, Consort E815 marka güç kaynağı ve DNr MiniBIS Pro marka UV translimünatör kullanılmıştır. Jel hazırlanmasında ise agaroz, saf su, Sartorius BL 1505 marka hassas terazi ve Beko mikrodalga fırın kullanılmıştır.

3.1.6. Biyoenformatik analiz çalışmalarında kullanılan materyaller

PCR ürünlerine ait dizi analiz verileri, NCBI veri tabanı ve Mega programları biyoenformatik analiz çalışmalarında kullanılmıştır.

3.1.7. İnaktifleştirme çalışmalarında kullanılan materyaller

Testler sonucunda enfekteli olduğu bilinen tohum örnekleri inaktifleştirme çalışmalarının materyalini oluşturmuştur. Sıcak su uygulamalarında Dedeoğlu SB 4025 marka sıcak su banyosu, kuru sıcaklık uygulamalarında Memert marka etüv

ve ozon uygulamalarında Anseros Hoxon Oxidation System marka ozon reaktörü kullanılmıştır.

3.1.8. Tohum çimlenme testlerinde kullanılan materyaller

İnaktifleştirme uygulamalarında kullanılan tohum örnekleri, kurutma kağıtları, Memmert ICP 500 marka inkübatör tohum çimlenme testlerinde kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Tohum örneklerinin toplanması ve belirti yönünden incelenmesi

ISTA (2017) örnekleme listesindeki 20.000 kg ve üzeri miktarlardaki lot büyüklüğünde alınacak örnek sayısı kriteri dikkate alınarak, bakla, bezelye, mercimek ve nohut bitkilerinin ülke bazındaki tohum üretim miktarları üzerinden hesaplama yapılmış ve elde edilen sonuçlar 1/50 oranında azaltılarak toplanılan minimum örnek sayıları belirlenmiştir (Tablo 3.7).

Tablo 3.7. Araştırma konusu bitkilerin tohum üretim miktarları, tescilli çeşit sayısı ve toplanacak örnek sayısı.

Bitki adı	Üretilen tohum miktarı (ton)*	Tescilli çeşit sayısı**	Toplanan örnek sayısı
Bakla	704	3	~ 30
Bezelye	469	30	~ 20
Mercimek	1140	21	~50
Nohut	2300	21	~ 100

* Kaynak: GTHB, 2016

** Kaynak: GTHB, 2017

Çeşitli kuruluş, firma ve üreticilerden toplanan araştırma konusu bitki türlerine ait tohum örneklerinin toplandığı yer, alındığı firma, çeşit adları ve diğer bilgileri veri formlarına işlenmiştir. Daha sonra tohum örnekleri simptomatolojik yönden incelenerek mevcut belirtiler görüntülenerek kayıt altına alınmıştır.

3.2.2. Tohum örneklerinin DAS-ELISA yöntemiyle testlenmesi

Toplanan tohum örnekleri öncelikle çimlendirilip gerçek yaprakları oluştuktan sonra bitkiler DAS-ELISA yöntemi ile AMV, BYMV, CMV ve PSbMV virüsleri için testlenmiştir. DAS-ELISA testi Clark and Adams (1977) ve kitin temin edildiği firmanın önerileri dikkate alınarak aşağıda verildiği şekilde uygulanmıştır (Şekil 3.1).

a. Kaplama: Sulandırılmış polyclonal antiserumdan ELISA plate'nin her çukuruna 200 µl konulmuş, bu plate plastik kapakla kapatılarak 37 °C'de 4 saat olacak şekilde inkubasyona bırakılmıştır. Bu süreden sonra çıkarılan plate 4 kez 3'er dakika süreyle yıkama tamponu ile yıkanmıştır.

b. Örnek ilavesi: ELISA testi için alınan örnekler 1/10 w/v (ağırlık/hacim) olacak şekilde ekstraksiyon tamponunda ezilmiştir. Ezilen örnekler buradan alınarak 2 ml tüplere konup, daha sonra her örnek için ELISA plate'ine 200 µl örnek çukurlara yerleştirilmiştir. Örnek ilavesinden sonra temin edilen ticari pozitif ve negatifler ilave edilmiş ve +4 °C bir gece olacak şekilde inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra plate 4 kez 3'er dakika süreyle yıkama tamponu ile yıkanmıştır.

c. Conjugate ilavesi: İnkübasyon süresinin sonunda ELISA plate'i alınmış ve 1/200 oranında sulandırılan conjugate her çukura 200 µl ilave edilerek plate 37 °C'de 4 saat olacak şekilde bekletilmiştir. Bu aşamadan sonra plate yine 4 kez 3'er dakika süreyle yıkama tamponu ile yıkanmıştır.

d. Substrate ilavesi: Substrat tamponu içerisinde taze olarak 1 mg/ml konsantrasyonunda hazırlanan substrate (p-nitrophenol phosphate) her çukura 200 µl olacak şekilde plate'e ilave edilmiş ve plate oda sıcaklığında ve karanlıkta 1-2 saat inkube edildikten sonra 405 nm dalga boyunda ELISA okuyucusunda değerlendirilip absorbans değerleri kaydedilmiştir. Plate'lerde her bir örnek için altı üstlü bitişik iki çukur kullanılmıştır.



Şekil 3.1. DAS-ELISA çalışmaları.

3.2.3. Biyolojik karakterizasyon çalışmaları

DAS-ELISA sonucunda virüsle enfekteli olduğu tespit edilen örneklerden elde edilen virüs izolatlarının biyolojik karakterizasyonu amacıyla biyolojik indekслеme çalışmaları yürütülmüştür. Araştırma konusu virüslerin biyolojik karakterizasyonunda en çok kullanılan indikatör test bitkileri Bitki Koruma Bölümü Serası, Viroloji Labortuarı ve serası ve Herboloji serasında yetiştirilmiştir. Gelişen bitkiler daha sonra saksılara şaşırtılarak mekanik inokulasyonda kullanılmıştır (Şekil 3.2).

Mekanik inokulasyon literatürdeki çalışmalara (Yorgancı, 1975; Nogay, 1983; Matthews, 1991) bakılarak aşağıda verildiği gibi uygulanmıştır.

a. Seçilen enfekteli tohum örneklerinin 1:5 oranında inokulasyon tamponu eklenerek homojenize edilmesi,

b. Homojenatın tülbent vasıtasıyla süzülmesi ve inokulasyonu kolaylaştırmak için karborandum tozunun eklenmesi,

c. İnokulumun pamuklu çubuk vasıtasıyla test bitkileri yapraklarına ovulması ve 2-5 dk bekletilmesi,

d. İnokule edilen test bitkileri yapraklarının saf su ile yıkanması,

e. Test bitkilerinin iklim odasında uygun bir yere yerleştirilmesi ve haftada en az iki kez 1 ay süreyle gözlenmesi.

f. Test bitkilerinden alınan örneklerin DAS-ELISA yöntemi ile testlenmesi.

Mekanik inokulasyondan sonra elde edilen simptomatolojik veriler kullanılarak virüslerin biyolojik karakterizasyonu gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.2. Biyolojik karakterizasyon çalışmaları.

3.2.4. Moleküler çalışmalar

DAS-ELISA testi sonucu pozitif ve pozitif yakın çıkan tohum örneklerinden önce TNA izolasyonu gerçekleştirilmiştir. Daha sonra cDNA sentezi yapıp, PCR yöntemiyle hedef bölgeler çoğaltılarak elektroforez ve UV görüntüleme çalışmaları yürütülmüştür.

Total nükleik asit (TNA) izolasyonu

TNA izolasyonunda her örnek için çimlendirilen tohumdan alınan yaklaşık 1 g yeşil aksam kullanılmıştır. Örnekler 5 ml ekstraksiyon tamponuna 50 µl %1 mercapto-ethanol eklenerek steril havanda ezilmiştir. Ezilen örneklerden eppendorf tüplerine 500 µl alınıp, her tüpe 100 µl sarcosil (%10) eklenmiştir ve ısıtıcıda 70 °C’de 10 dk inkübe edilip 5 dk buzda bekletilmiştir. Buzdan alınan örnekler 14000 rpm’de 10 dk santrifüj edilip üst sıvıdan 300 µl alınarak yeni tüplere aktarılmıştır. Yeni tüpteki örneklerin üzerine 300 µl Sodyum iyodür, 50 µl silika ve 150 µl etil alkol eklenip çalkalayıcıda 10 dk tutulmuştur. Çalkalayıcıdan alınan tüplere 6000 rpm’de 1 dk santrifüj uygulanmıştır. Daha sonra sıvı kısım dökülüp tüplerin dibindeki silikalı kısım bırakılmıştır. Her tüpün içine 500 µl yıkama tamponu eklenerek, katı kısım çözülene kadar karıştırıcıda karıştırılmış ve tüplere 6000 rpm’de 1 dk santrifüj uygulanmıştır. Sıvı kısım dökülüp benzer şekilde yıkama tamponu eklenerek işlem tekrar edilmiştir. Daha sonra içinde silika bulunan tüplere 150 µl saf su eklenerek 70 °C’de 4 dk inkübe edilmiş ve 14000 rpm’de 3 dk santrifüj uygulanmıştır. Santrifüjden sonra sıvı kısımlar yeni tüplere aktarılmış ve böylece TNA izolasyonu tamamlanmıştır. TNA’lar elektroforez yöntemiyle kontrol edilmiştir. Elde edilen TNA’lar diğer sonraki çalışmalarda kullanılıncaya kadar -20 °C’de muhafaza edilmiştir (Foissac et al., 2001) (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. TNA izolasyon çalışmaları.

Komplementer DNA (cDNA) sentezi

TNA izolasyonu yapılmış olan örneklerden cDNA sentezi için Thermo Scientific firmasından temin edilen cDNA sentez kitleri kullanılmış ve firmanın önerdiği protokol doğrultusunda cDNA sentezi gerçekleştirilmiştir.

Bu yöntemle göre; eppendorf tüplerin içerisine 4-5 µl (0.1 ng -5 µg) TNA, 1 µl reverse primer konulup saf su ile 12 µl'ye tamamlanmıştır. Tüpler 70 °C'de 5 dk inkubasyon uygulandıktan sonra, içlerine sırasıyla 4 µl 5X reaction buffer, 1 µl Ribolock RNase inhibitör (20 U/µl), 2 µl 10 mM dNTP mix ve 1 µl RevertAid M-MuLV RT (200 U/µl) eklenmiştir. Daha sonra tüplere 42 °C'de 60 dk ve 70 °C'de 5 dk inkubasyon uygulanarak cDNA sentez aşaması tamamlanmıştır.

PCR Çalışmaları

cDNA sentezi gerçekleştirilen örnekler Thermo Scientific firmasının PCR için önerdiği miktarlar dikkate alınarak 50 µl reaksiyon hacminde çoğaltılmıştır. Steril PCR tüplerine 25 µl PCR master mix (2X), 2 µl forward primer, 2 µl reverse primer, 8 µl cDNA ve 13 µl nuclease free su eklenmiştir. Tüpler PCR cihazına yerleştirilerek daha önceki yayınlardan alınan virüsler için spesifik olan PCR döngüleri uygulanmıştır. Kullanılan virüslere özgü PCR döngüleri Tablo 3.8'te verilmiştir (Şekil 3.4).

Tablo 3.8. Moleküler Çalışmalarda kullanılan PCR Döngüleri.

Virüs Adı ve Kaynak	PCR Döngüsü				
	Ön Denetürasyon	Tekrar (35X)*			Final Uzama
		Denatürasyon	Primer Bağlanması	Uzama	
AMV (Pourrahim and Farzadfar, 2016)	95°C/ 12dk	95°C/ 45sn	47°C/ 1dk	72°C/ 1dk	72°C/ 10dk
BYMV (Al-Khalaf et al., 2008)	94°C/ 5dk	94°C/ 1dk	50°C/ 1dk	72°C/ 2dk	72°C/ 5dk
CMV (Kavyashri et al., 2016)	94°C/ 3dk	94°C/ 1dk	53°C/ 1dk	72°C/ 2dk	72°C/ 10dk
PSbMV* (Giakountis et al., 2015)	95°C/ 5dk	95°C/ 20sn	60°C/ 30sn	72°C/ 1dk	72°C/ 10dk

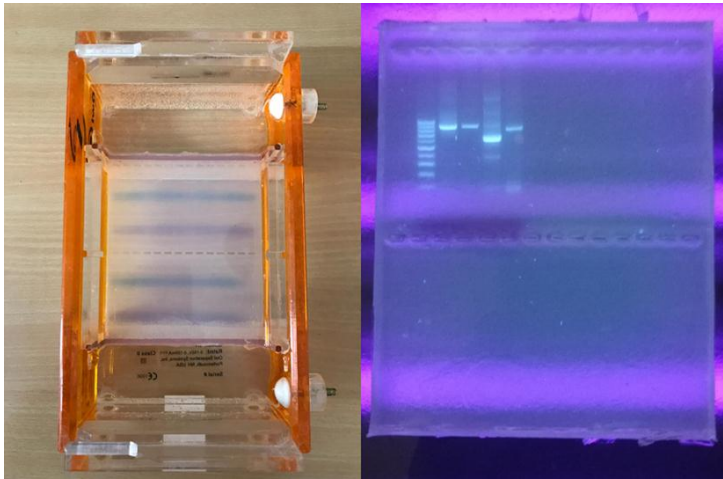
* PSbMV için 45 tekrar uygulanmıştır.



Şekil 3.4. PCR çalışmaları.

3.2.5. Elektroforez çalışmaları

Örneklerin yükleneceği jel, 100 ml 1X TAE tamponu içine 1.5 g agaroz konulup mikrodalga fırında 3-5 dakika tutularak hazırlanmıştır. 10 μ l örneğe 2 μ l EZ-Vision nükleik asit boyama maddesi eklenerek jele yükleme yapılmıştır. Elektroforez koşumu, 90 V'da 60 dk süreyle ve 1X TAE çözeltisi içerisinde uygulanmıştır. Daha sonra jel UV transilüminatör vasıtasıyla görüntülenerek değerlendirme yapılmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Elektroforez çalışmaları.

3.2.6. DNA dizi analizi ve biyoenformatik çalışmalar

RT-PCR çalışmaları sonucunda çoğaltılan virüs hedef bölgeleri hizmet alımı yoluyla triogen firmasında dizi analizleri gerçekleştirilmiştir. Firmadan gelen virüs izolatlarının forward ve reverse kromotogram dosyaları MEGA-X programı kullanılarak hizalama yapıp konsensüs diziler elde edilmiştir. Elde edilen konsensus dizileri NCBI veri tabanında bulunan referans izolatlarla karşılaştırmalı olarak filogenetik analiz gerçekleştirilmiştir. Karşılaştırılması yapılan referans diziler hizalama yapılarak nükleotit ve aminoasit dizilerinin benzerlik oranları belirlenmiştir. Yerel izolatlara ait konsensüs diziler, NCBI veri tabanına kaydedilerek biyoenformatik çalışmalar sonlandırılmıştır.

3.2.7. Tohumlardaki virüslere yönelik inaktifleştirme çalışmaları

DAS-ELISA ve RT-PCR çalışmaları ile virüsle enfekteli olduğu bilinen tohumlardan virüs konsantrasyonu yüksek olanlar seçilerek inaktifleştirme çalışmalarında kullanılmıştır. Viral etmenlerin inaktifleştirilmesi uygulamaları tesadüf parselleri deneme planına göre her tekerrürde 25 tohum olacak şekilde 4 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. İnaktifleştirme çalışmalarında kullanılacak tohum örneklerinden tesadüfi olarak her uygulama için 300 tohum seçilmiştir. Sıcak su uygulaması, belirlenen sıcaklık ve süreler dikkate alınarak tülbent içine konulan tohumlar sıcak su banyosuna daldırılarak gerçekleştirilmiştir. Sıcak hava uygulaması, etüv içerisinde belirlenen sıcaklık ve sürelerle göre tohumların bekletilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Ozon uygulaması ise belirlenmiş olan konsantrasyon ve sürelerle göre tülbent içine konulan tohumların ozon tankına daldırılmasıyla ve kapalı bir kutu içerisine yerleştirilen tohumların üzerine ozon gazı verilmesiyle gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.6). Virüs inaktifleştirme çalışmalarında gerçekleştirilen uygulamalar Tablo 3.9’da verilmiştir.

Tablo 3.9. Virüs inaktifleştirme çalışmalarında gerçekleştirilen uygulamalar.

Uygulama Adı	Sıcaklık derecesi/ Konsantrasyon	Süre
Sıcak Hava	60 °C	1 saat
	70 °C	
	80 °C	
Sıcak Su	55 °C	15 dakika
		20 dakika
		25 dakika
O ₃ (Su)	8 g/Nm ³	10 dakika
		30 dakika
		60 dakika
O ₃ (Gaz) (Kuru Tohum)	100 mg/Nm ³	10 dakika
		30 dakika
		60 dakika
O ₃ (Gaz) (Ön ıslatılmış)	100 mg/Nm ³	10 dakika
		30 dakika
		60 dakika



Şekil 3.6. Virüs inaktifleştirme çalışmaları.

3.2.8. Tohum çimlenme testleri

İnaktifleştirme uygulamalarının tohumların çimlenme gücü üzerine etkilerini belirlemek için çimlenme testleri gerçekleştirilmiştir. Sıcak su, sıcak hava ve ozon uygulanan tohumlar kurutma kağıtları arasına rulo sistemine uygun olarak ekilmiş ve çimlenme testleri 4 tekerrürlü yürütülmüştür (Şekil 3.7). ISTA (2017) çimlenme testleri standartlarında bitki türüne göre önerilen ön soğutma,

çimlenme sıcaklıkları, ilk ve son sayım günleri dikkate alınarak çimlenme testleri gerçekleştirilmiştir (Tablo 3.10). Çimlenme testlerinde kökçük (radikula) 2 mm çıkan tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiştir (Anderson, 1987; Duman ve Eşiyok, 1998; ISTA, 2017).

Tablo 3.10. Çimlendirme testlerinde kullanılan ISTA (2017) standartları.

Bitki Adı	Ön soğutma	Çimlenme sıcaklığı	İlk sayım	Son sayım
Bakla	3-7 gün	20 °C	4.gün	14.gün
Bezelye	-	20 °C	5.gün	8.gün
Mercimek	3-7 gün	20 °C	5.gün	10.gün
Nohut	-	20 °C	5.gün	8.gün



Şekil 3.7. Tohum çimlenme testleri.

Çimlenme testleri sonucunda elde edilen veriler kullanılarak çimlenme oranları (ÇO) ve ortalama çimlenme süreleri (OÇS) hesaplanmıştır.

Çimlenme oranı aşağıda verilen denklem kullanılarak hesaplanmıştır (Bewley and Black, 1994).

$$\text{ÇO}(\%) = \frac{n}{N} \times 100$$

ÇO(%): Çimlenme oranı, n: son sayım günü çimlenen toplam tohum sayısı, N: Teste konulan toplam tohum sayısı

Ortalama çimlenme süresi aşağıda verilen denklem kullanılarak hesaplanmıştır (Bewley and Black, 1994).

$$O\check{S} = \frac{\sum(t_i \cdot n_i)}{\sum n_i}$$

OÇS: Ortalama çimlenme süresi, t_i: sayımın yapıldığı gün, n_i: i. gündeki çimlenen tohum sayısı

3.2.9. İstatistiksel analiz

Hesaplanan çimlenme oranları ve çimlenme süreleri, IBM SPSS Statistics 26 programı kullanılarak tek yönlü varyans (One-Way ANOVA) analizi gerçekleştirilmiştir. Ortalamalar arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla, Duncan testiyle P<0.05 önem düzeyinde çoklu karşılaştırmalı istatistiksel analizi yapılmıştır. Çimlenme oranları Arcsin√x ve çimlenme süreleri log(x+1) transformasyon ile dönüştürüldükten sonra istatistiksel analiz gerçekleştirilmiştir. Tablolarda gerçek değerler ve standart hataları verilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Tohum Örneklerinde Görülen Belirtiler

İncelenen bakla ve bezelye tohum örneklerinde belirti görülmezken, mercimek tohum örneklerinde şekil bozukluğu, tohum kabuğunda buruşma ve nekrozlar ve tohum boyutunda azalma belirtileri (Şekil 4.1), nohut tohum örneklerinde ise tohum boyutunda azalma, tohum kabuğunda buruşma ve renk bozuklukları belirlenmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.1. Mercimek tohumlarında görülen belirtiler.



Şekil 4.2. Nohut tohumlarında görülen belirtiler.

4.2. DAS-ELISA Testi Sonuçları

Çiftçilerden ve firmalardan toplanan 30 adet bakla, 25 adet bezelye, 50 adet mercimek ve 100 adet nohut tohum örneği *Alfalfa mosaic alfamovirus* (AMV), *Bean yellow mosaic potyvirus* (BYMV), *Cucumber mosaic cucumovirus* (CMV) ve *Pea seed-borne mosaic potyvirus* (PSbMV) virüslerinin varlığını belirlemek için DAS-ELISA yöntemiyle testlenmiştir. DAS-ELISA sonucuna göre; 4 nolu bakla, 9 nolu mercimek ve 1, 11, 43, 49 ve 57 nolu nohut tohum örneklerinin virüsle enfekteli olduğu belirlenmiştir. Bezelye tohum örneklerinde ise virüse rastlanmamıştır (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. DAS-ELISA yöntemiyle enfekteli bulunan tohum örnek sayısı ve oranı.

Bitki Adı	AMV			BYMV			CMV			PSbMV		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Bakla	30	-	0.00	30	-	0.00	30	1	3.33	30	0	0.00
Bezelye	25	-	0.00	25	-	0.00	25	-	0.00	25	-	0.00
Mercimek	50	-	0.00	50	1	2.00	50	0	0.00	50	-	0.00
Nohut	100	1	1.00	100	2	2.00	100	1	1.00	100	3	3.00

a: Testlenen tohum örnek sayısı, **b:** Enfekteli tohum örnek sayısı, **c:** Enfekteli tohum örnek oranı (%).

Testlenen tohum örneklerinin bazıları tek virüsle enfekteliyken, bazı tohum örneklerinin birden fazla virüsle enfekteli olduğu belirlenmiştir. 4 nolu bakla örneğinde CMV+PSbMV, 9 nolu mercimek örneğinde BYMV+CMV, 1 nolu nohut örneğinde CMV, 11 nolu nohut örneğinde BYMV, 49 ve 57 nolu nohut örneklerinde PSbMV ve 43 nolu nohut örneğinde AMV+BYMV+PSbMV virüsleri belirlenmiştir (Tablo 4.2).

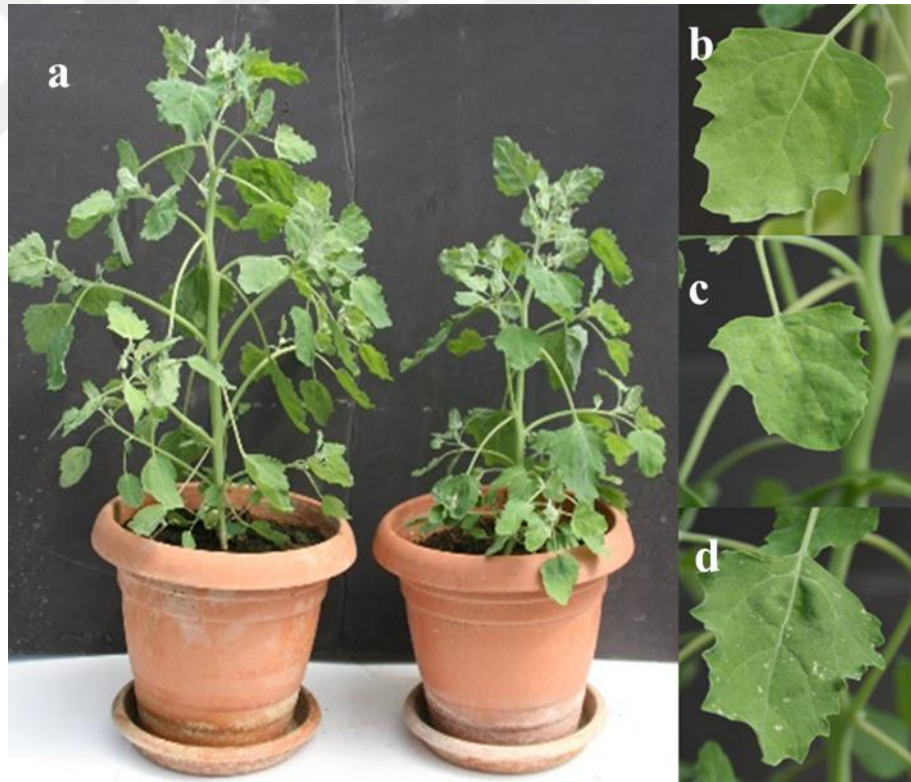
Tablo 4.2. Tohum örneklerinde bulunan virüsler ve enfeksiyon tipleri.

Enfeksiyon tipi	Bitki Adı			
	Bakla	Bezelye	Mercimek	Nohut
BYMV	-	-	-	1
CMV	-	-	-	1
PSbMV	-	-	-	2
BYMV+CMV	-	-	1	-
CMV+PSbMV	1	-	-	-
AMV+BYMV+PSbMV	-	-	-	1

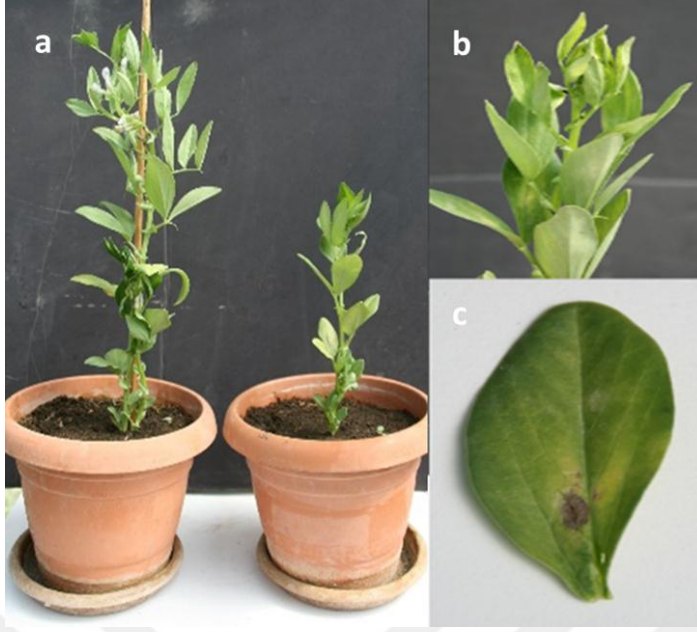
4.3. Biyolojik Karakterizasyon Çalışmaları Sonuçları

DAS-ELISA yöntemi sonucunda enfekteli olduğu tespit edilen tohumlardan elde edilen ekstraktlar inokulum kaynağı olarak kullanılmıştır. Bitki ekstraktları mekanik inokulasyonla test bitkilerine uygulanarak elde edilen belirtiler fotoğraf makinasıyla kaydedilmiştir.

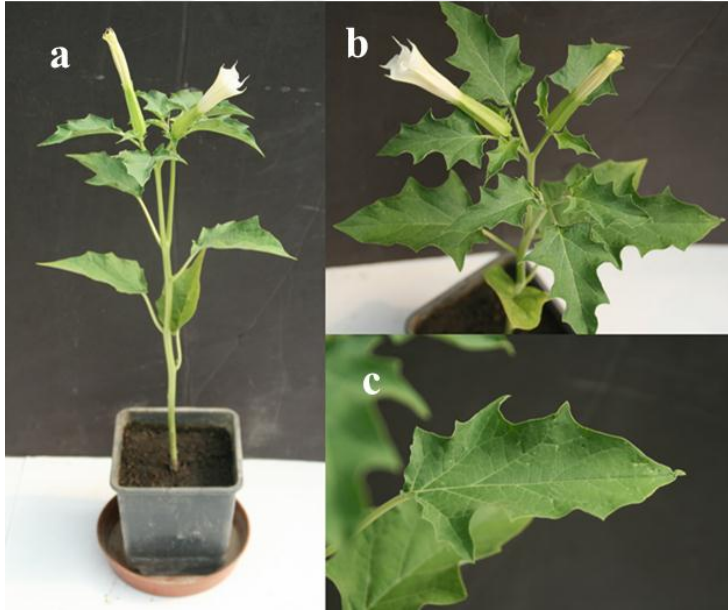
AMV ile bulaşık olduğu bilinen nohut tohum ekstraktıyla inokule edilen *Chenopodium quinoa* bitkisinde bodurlaşma, yapraklarda hafif mozak ve şekil bozukluğu, lokal nekrotik lekeler ve sistemik klorotik lekeler (Şekil 4.3); *Vicia faba* bitkisinde bodurlaşma ve renk açılması, yapraklarda lokal nekrotik lezyonlar ve sistemik klorotik lekeler (Şekil 4.4); *Datura stramonium* bitkisinde sistemik nekrotik lekeler ve bitkide renk açılması belirtileri oluşurken (Şekil 4.5), *Nicotiana rustica* bitkisinde belirti meydana gelmemiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.3. AMV'nin *C. quinoa* bitkisinde meydana getirdiği belirtiler:
a) Bodurlaşma, b) Klorotik lekeler, c) yaprakta şekil bozukluğu ve hafif mozaik, d) yaprakta nekrotik lekeler.



Şekil 4.4. AMV'nin *V. faba* bitkisinde meydana getirdiği belirtiler: a) Bitkide bodurlaşma, b) Uç sürgünlerde renk açılması ve çalılışma, c) Yaprakta nekrotik lezyonlar.

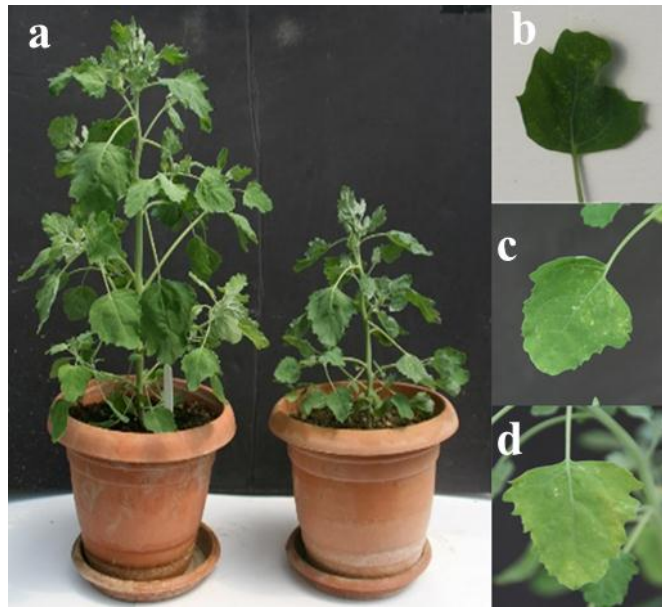


Şekil 4.5. AMV'nin *D. stramonium* bitkisinde meydana getirdiği belirtiler: a) Bitkide zayıf gelişme, b) Bitkide renk açılması, c) Yapraklarda nekrotik lekeler.



Şekil 4.6. AMV'nin *N. rustica* bitkisinde meydana getirdiği belirtiler: İnokule edilen bitkide (sağda) belirti oluşmadı.

BYMV ile bulaşık olduğu bilinen nohut tohum ekstraktıyla inokule edilen *C. quinoa* bitkisinde bodurlaşma, yapraklarda şekil bozukluğu, lokal klorotik lekeler ve lokal nekrotik lekeler (Şekil 4.7); *V. faba* bitkisinde bodurlaşma, sistemik nekrotik lezyonlar ve yeni çıkan yapraklarda deformasyon (Şekil 4.8); *D. stramonium* bitkisinde kloroz belirtileri oluşurken, *N. rustica* bitkisinde belirti meydana gelmemiştir (Şekil 4.9).



Şekil 4.7. BYMV'nin *C. quinoa* bitkisinde meydana getirdiği belirtiler: a) Bitkide bodurlaşma, b) Yaprakta şekil bozukluğu, c) Yaprakta nekrotik lekeler, d) Yaprakta klorotik lekeler.



Şekil 4.8. BYMV'nin *V. faba* bitkisinde meydana getirdiği belirtiler: İnokule edilen bitkide (sağda) bodurlaşma ve yaprakta nekrotik leyonlar.



Şekil 4.9. BYMV'nin *N. rustica* bitkisinde meydana getirdiği belirtiler: Belirti oluşmadı.

CMV ile bulaşık olduğu bilinen nohut tohum ekstraktıyla inokule edilen *C. quinoa* bitkisinde bodurlaşma, yapraklarda klorotik ve nekrotik lekeler ve şekil bozukluğu belirtileri (Şekil 4.10); *V. faba* bitkisinde gelişme geriliği, lokal nekrotik lekeler ve sonunda bitki ölümü (Şekil 4.11); *D. stramonium* bitkisinde klorotik lekeler oluşurken, *N. rustica* bitkisinde belirti meydana gelmemiştir.

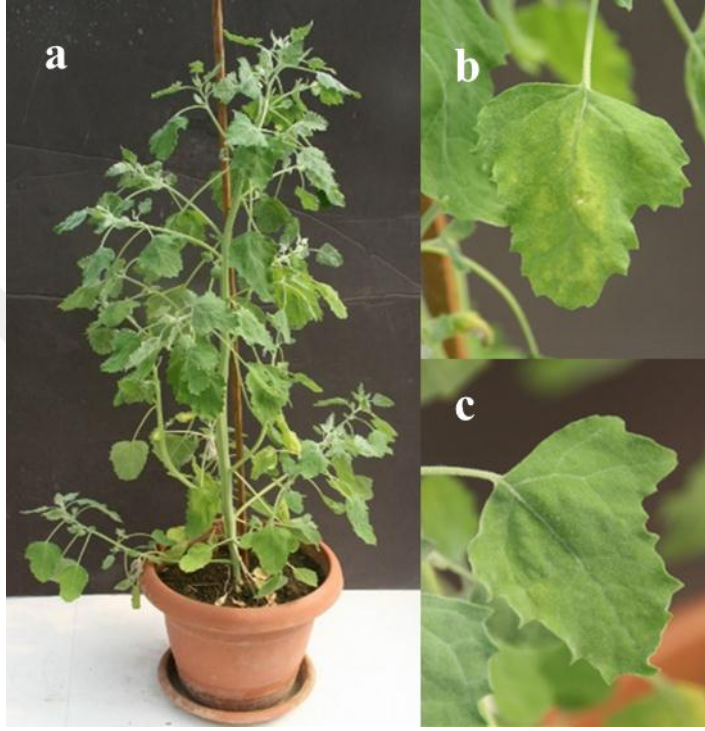


Şekil 4.10. CMV'nin *C. quinoa* bitkisinde meydana getirdiği belirtiler: a) Bitkide bodurlaşma, b) Yaprakta nekrotik lekeler, c) Yaprakta klorotik lekeler, d) Yaprakta şekil bozukluğu.



Şekil 4.11. CMV'nin *V. faba* bitkisinde meydana getirdiği belirtiler: Yaprakta nekrotik lezyonlar ve bitki ölümü.

PSbMV ile bulaşık olduğu bilinen nohut tohum ekstraktıyla inokule edilen *C. quinoa* bitkisinde sistemik klorotik lekeler, yapraklarında şekil bozukluğu ve mozaik belirtileri (Şekil 4.12); *V. faba* bitkisinde yapraklarda şekil bozukluğu ve mozaik; *D. stramonium* bitkisinde sistemik olarak klorotik lekeler ve nekrotik noktalar; *N. rustica* bitkisinde ise belirti meydana gelmemiştir.



Şekil 4.12. PSbMV'nin *C.quinoa* bitkisinde meydana getirdiği belirtiler: a) Bitkide renk açılması ve çalılışma, b) Yaprakta klorotik lekeler, c) Yaprakta şekil bozukluğu ve hafif mozaik.

Biyolojik karakterizasyon çalışmalarında kullanılan test bitkilerinden örnekler alınarak DAS-ELISA yöntemiyle testlenmiştir. DAS-ELISA sonuçlarına göre BYMV ve CMV inokule edilen *N. rustica* bitkileri dışında tüm test bitkileri pozitif çıkmıştır. Ayrıca AMV ve PSbMV ile inokule edilen *N. rustica* bitkilerinde belirti oluşmamasına rağmen test sonucu pozitif çıkmıştır (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Biyolojik karakterizasyon çalışmalarında oluşan belirtiler ve DAS-ELISA sonuçları.

Virüs Adı	İndikatör Bitki Adı	Virüsün meydana getirdiği belirtiler									DAS-ELISA sonucu
		B	KL		NL		K	YŞB	M	BÖ	
			L	S	L	S					
AMV	<i>C. quinoa</i>	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+
	<i>V. faba</i>	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+
	<i>D. stramonium</i>	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+
	<i>N. rustica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
BYMV	<i>C. quinoa</i>	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+
	<i>V.faba</i>	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+
	<i>D. stramonium</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
	<i>N. rustica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CMV	<i>C. quinoa</i>	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+
	<i>V. faba</i>	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+
	<i>D. stramonium</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+
	<i>N.rustica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PSbMV	<i>C. quinoa</i>	-	-	+	-	-	-	+	+	-	+
	<i>V. faba</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+
	<i>D. stramonium</i>	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+
	<i>N. rustica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+

B: Bodurlaşma, S: Sistemik, L: Lokal, KL: Klorotik leke, NL: Nekrotik leke, K: Kloroz, YŞB: Yaprakta şekil bozukluğu, M: Mozaik, BÖ: Bitki ölümü

4.4. Moleküler Çalışmaların Sonuçları

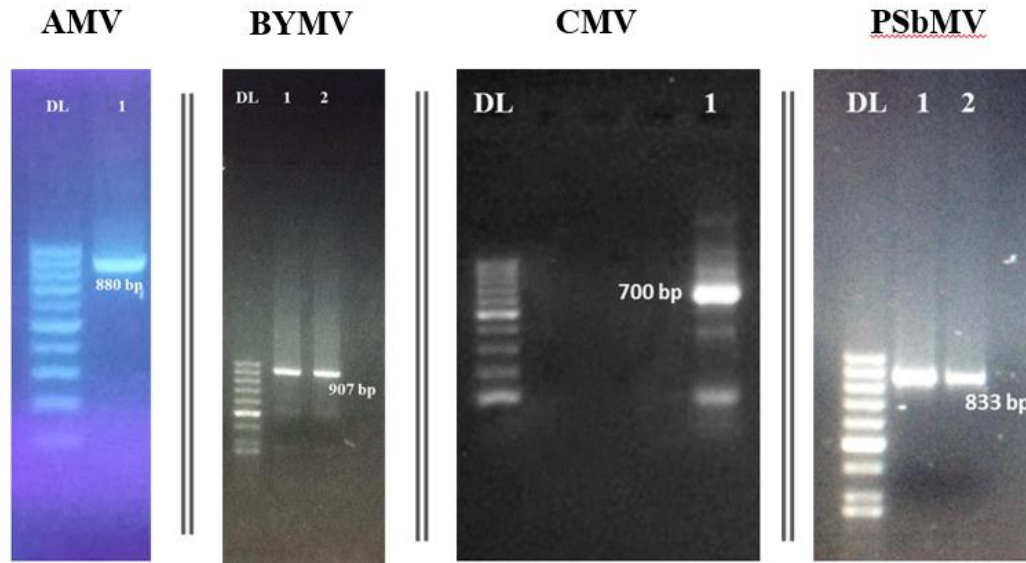
4.4.1. Virüslerin RT-PCR ile teşhisi

DAS-ELISA testleri sonucunda absorbans değerleri negatifin 2 katı olan tohum örnekleri ve absorbans değeri negatifin üzerinde olan virüsle bulaşık olduğundan şüphelenilen tohum örnekleri RT-PCR yöntemiyle testlenmiştir. Testlenen tohum örnekleri Tablo 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4.4. RT-PCR yöntemiyle testlenen tohum örnekleri.

Virüs Adı	Testlenen Tohum Örnekleri	
	DAS-ELISA sonucu pozitif olan örnekler	DAS-ELISA sonucu pozitif olduğundan şüphelenilen örnekler
AMV	N43	M6, N54
BYMV	M9, N11, N43	-
CMV	Ba4, M9, N1	Be9, Be17, M5, M15, N43, N54
PSbMV	Ba4, N43, N49, N57	Ba11, Ba15, Ba16, Be7, Be8, Be11, Be12, Be19, Be20, M1, M19, M20, M22, M26, M34, N2, N6, N10, N23, N26, N56

Testlenen N43 (AMV), M9 (BYMV), N11 (BYMV), N1 (CMV), N49 (PSbMV) ve N57 (PSbMV) nolu tohum örneklerinin bulaşık olduğu PCR yöntemiyle teyit edilmiştir (Şekil 4.13).

**Şekil 4.13.** PCR ürünlerinin UV görüntüsü

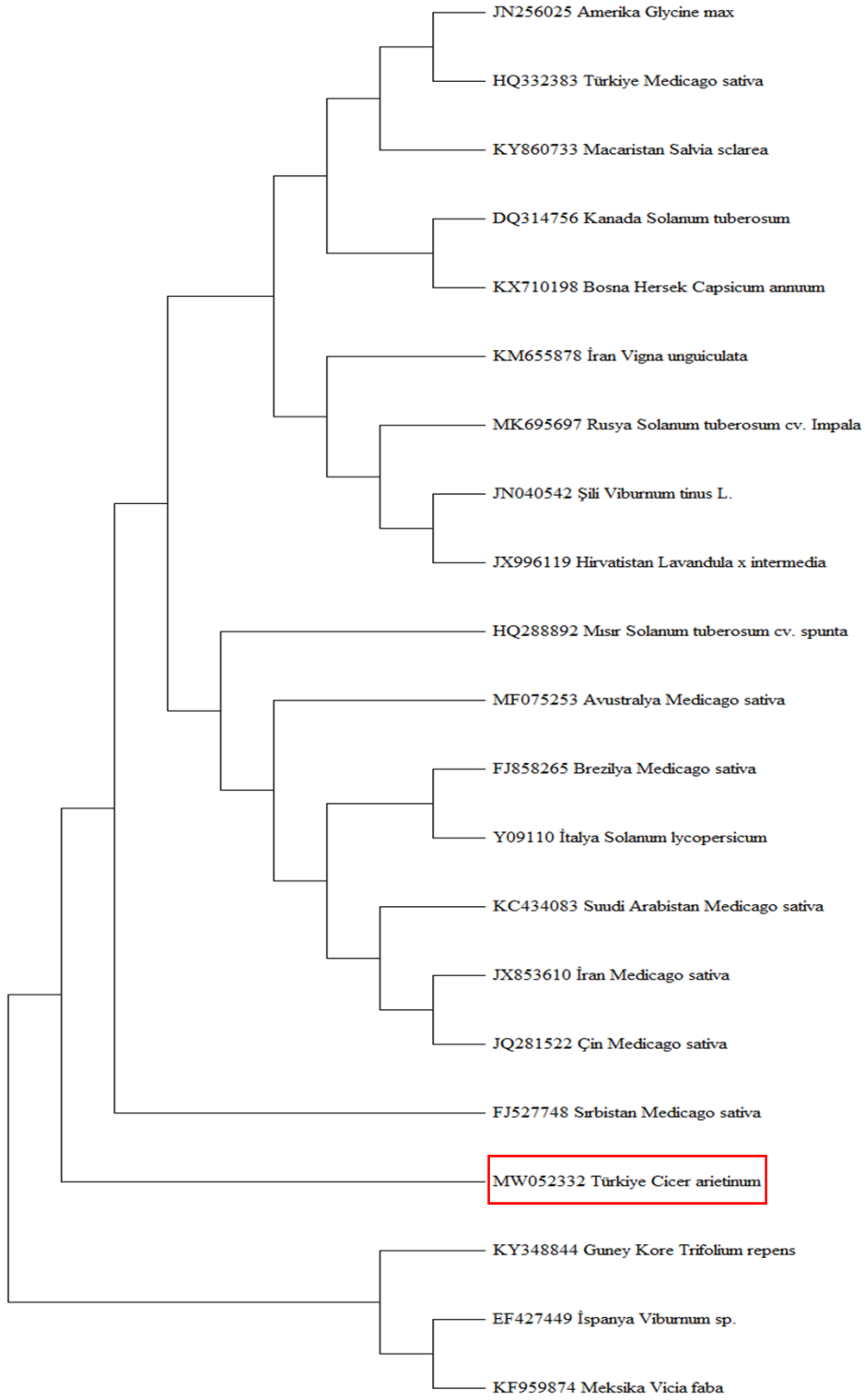
4.4.2. Moleküler karakterizasyon çalışmaları

PCR yöntemiyle çoğaltılan AMV nohut izolatu, BYMV nohut izolatu, CMV nohut izolatu, PSbMV nohut izolatu, BYMV mercimek izolatu ve PSbMV bakla izolatının hedef bölgelerinin dizi analizi yapılarak, Türkiye ve dünyadaki izolatlarla karşılaştırmalı olarak filogenetik analizi gerçekleştirilmiştir.

Nohut bitkisinden elde edilen AMV izolatu, MW052332 erişim numarasıyla NCBI veri tabanına kaydedilmiştir. RT-PCR ile çoğaltılan 880 bp cDNA'dan 222 aminoasit kodlayabilen 666 bp uzunluğunda bir bölgenin filogenetik analizi geręekleřtirilmiřtir. Dünya izolatlari ve bizim ęalıřmamızdan elde edilen AMV nohut izolatu'nun dizi bilgisi ile oluşturulan filogenetik ağağ şekil 4.14'te verilmiştir.

Ağağ topolojisi incelendiğinde, AMV izolatu'nun iki klada ayrıldığı görölmektedir. Filogenetik analizde yer alan JN256025 erişim numaralı Amerika izolatu, HQ332383 erişim numaralı Türkiye izolatu, KY860733 erişim numaralı Macaristan izolatu, DQ314756 erişim numaralı Kanada izolatu, KX710198 erişim numaralı Bosna Hersek izolatu, KM655878 erişim numaralı İran izolatu, MK695697 erişim numaralı Rusya izolatu, JN040542 erişim numaralı şili izolatu, JX996119 erişim numaralı Hırvatistan izolatu, HQ288892 erişim numaralı Mısır izolatu, MF075253 erişim numaralı Avustralya izolatu, FJ858265 erişim numaralı Brezilya izolatu, Y09110 erişim numaralı İtalya izolatu, KC434083 erişim numaralı Suudi Arabistan izolatu, JX853610 erişim numaralı İran izolatu, JQ281522 erişim numaralı Çin izolatu, FJ527748 erişim numaralı Sırbistan izolatu ve ęalıřmamızdan elde edilen MW052332 erişim numaralı AMV izolatu birinci klad içinde kümelenirken, KY348844 erişim numaralı Güney Kore izolatu, EF427449 erişim numaralı İspanya izolatu ve KF959874 erişim numaralı Meksika izolatu ise ikinci klad içinde kümelenmiştir. Birinci grubun 3 alt gruba ayrıldığı görölmektedir. İzolatu'nun çoğu birinci alt grup içinde kümelenirken, bizim ęalıřmamızdan elde edilen MW052332 erişim numaralı AMV izolatu ve FJ527748 erişim numaralı Sırbistan izolatu, iki farklı dış grup oluşturmuşlardır (şekil 4.14).

Nökleotit dizileri karşılaştırıldığında, AMV nohut izolatuyla dünya izolatlari arasında % 93.25-97.73 nökleotit benzerliği belirlenmiştir. En yüksek nökleotit benzerliği % 97.73 ile Rusya (Patates) izolatuyla belirlenirken, en düşük nökleotit benzerliği % 93.25 ile Güney Kore (Üęęöl) izolatuyla belirlenmiştir. Aminoasit dizisi karşılaştırıldığında, AMV nohut izolatuyla dünya izolatlari arasında % 73.27-96.00 aminoasit benzerliği belirlemiştir. En yüksek aminoasit benzerliği % 96.00 ile Rusya (Patates) izolatuyla belirlenirken, en düşük aminoasit benzerliği % 73.27 ile Türkiye (Yonca) izolatuyla belirlenmiştir (Tablo 4.5).



Şekil 4.14. AMV nohut izolatının filogenetik analizini gösteren dendrogram.

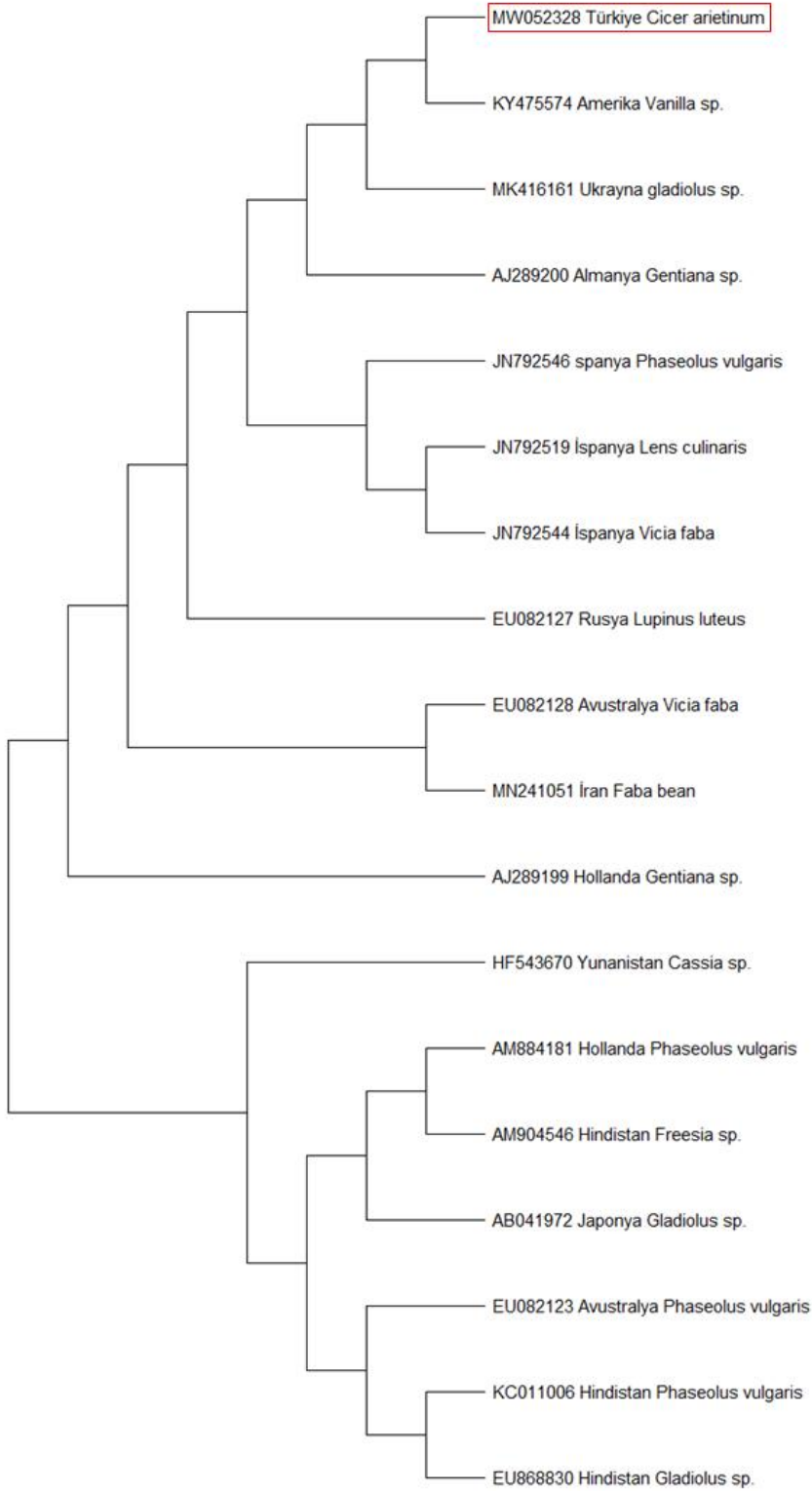
Tablo 4.5. AMV nohut izolatu ile NCBI veri tabanından alınan izolatların nükleotit ve aminoasit benzerlik oranları.

Erişim Numarası	Ülke	Konukçu	Nükleotit Benzerliği (%)	Aminoasit Benzerliği (%)
KM655878	İran	<i>Vigna unguiculata</i>	97.57	83.49
FJ527748	Sırbistan	<i>Medicago sativa</i>	97.14	82.57
KX710198	Bosna Hersek	<i>Capsicum annuum</i>	97.64	86.27
Y09110	İtalya	<i>Solanum lycopersicum</i>	96.51	82.81
JN040542	Şili	<i>Viburnum tinus L.</i>	97.48	85.29
JX996119	Hırvatistan	<i>Lavandula x intermedia</i>	97.32	85.78
MK695697	Rusya	<i>Solanum tuberosum</i> cv. Impala	97.73	96.00
DQ314756	Kanada	<i>Solanum tuberosum</i>	97.00	82.35
MF075253	Avustralya	<i>Medicago sativa</i>	96.70	82.81
HQ288892	Mısır	<i>Solanum tuberosum</i> cv. Spunta	96.70	81.90
FJ858265	Brezilya	<i>Medicago sativa</i>	96.56	82.81
JN256025	Amerika	<i>Glycine max</i>	96.55	82.81
JQ281522	Çin	<i>Medicago sativa</i>	95.68	82.81
JX853610	İran	<i>Medicago sativa</i>	95.66	82.81
KY348844	Günay Kore	<i>Trifolium repens</i>	93.25	79.19
EF427449	İspanya	<i>Viburnum sp.</i>	94.22	84.31
KC434083	Suudi Arabistan	<i>Medicago sativa</i>	95.69	95.51
KY860733	Macaristan	<i>Salvia sclarea</i>	97.14	84.44
KF959874	Meksika	<i>Vicia faba</i>	94.68	85.71
HQ332383	Türkiye	<i>Medicago sativa</i>	96.14	73.27

Nohut bitkisinden elde edilen BYMV izolatu, MW052328 erişim numarasıyla NCBI veri tabanına kaydedilmiştir. RT-PCR ile çoğaltılan 907 bp cDNA'dan 250 aminoasit kodlayabilen 750 bp uzunluğunda bir bölgenin filogenetik analizi gerçekleştirilmiştir. Dünya izolatları ve bizim çalışmamızdan elde edilen BYMV dizi bilgisi ile oluşturulan filogenetik ağaç Şekil 4.15'te verilmiştir.

Ağaç topolojisi incelendiğinde, BYMV izolatlarının iki büyük klada ayrıldığı görülmektedir. Çalışmamızdan elde edilen MW052328 erişim numaralı BYMV nohut izolatu, KY475574 erişim numaralı Amerika izolatu, MK416161 erişim numaralı Ukrayna izolatu, AJ289200 erişim numaralı Almanya izolatu, JN792546 erişim numaralı İspanya izolatu, JN792519 erişim numaralı İspanya izolatu, JN792544 erişim numaralı İspanya izolatu, EU082127 erişim numaralı Rusya izolatu, EU082128 erişim numaralı Avustralya izolatu, MN241051 erişim numaralı İran izolatu ve AJ289199 erişim numaralı Hollanda izolatu birinci klad içinde kümelenirken, HF543670 erişim numaralı Yunanistan izolatu, AM884181 erişim numaralı Hollanda izolatu, AM904546 erişim numaralı Hindistan izolatu, AB041972 erişim numaralı Japonya izolatu, EU082123 erişim numaralı

Avustralya izolatu, KC011006 erişim numaralı Hindistan izolatu ve EU868830 erişim numaralı Hindistan izolatu ikinci klad içinde kümelenmiştir (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. BYMV nohut izolatının filogenetik analizini gösteren dendrogram.

Nükleotit dizileri karşılaştırıldığında, BYMV nohut izolatıyla dünya izolatları arasında % 85.95-98.51 nükleotit benzerliği belirlenmiştir. En yüksek nükleotit benzerliği % 98.51 ile Amerika (*Vanilla* sp.) izolatıyla belirlenirken, en düşük nükleotit benzerliği % 85.95 ile İran (*Vicia faba*) izolatıyla belirlenmiştir. Aminoasit dizisi karşılaştırıldığında, AMV nohut izolatıyla dünya izolatları arasında % 81.12-100.00 aminoasit benzerliği belirlenmiştir. En yüksek aminoasit benzerliği % 100.00 ile İspanya (*Vicia faba*) ve İspanya (*Lens culinaris*) izolatlarıyla belirlenirken, en düşük aminoasit benzerliği % 81.12 ile Hindistan (*Gladiolus* sp.) izolatıyla belirlenmiştir (Tablo 4.6).

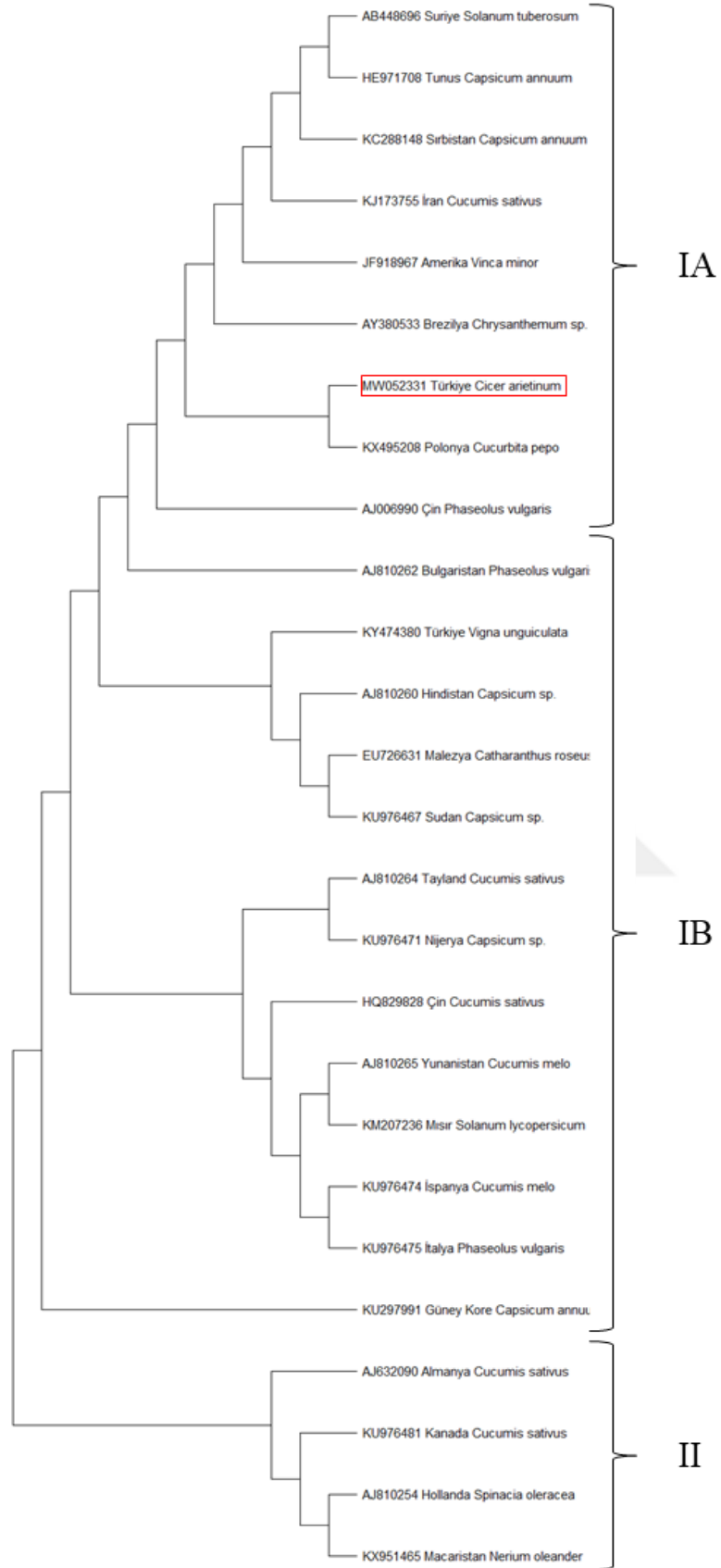
Tablo 4.6. BYMV nohut izolatı ile NCBI veri tabanından alınan izolatların nükleotit ve aminoasit benzerlik oranları.

Erişim Numarası	Ülke	Konukçu	Nükleotit Benzerliği (%)	Aminoasit Benzerliği (%)
EU082127	Rusya	<i>Lupinus luteus</i>	91.11	95.98
MK416161	Ukrayna	<i>Gladiolus</i> sp.	98.09	99.48
KY475574	Amerika	<i>Vanilla</i> sp.	98.51	99.44
AB041972	Japonya	<i>Gladiolus</i> sp.	87.86	92.77
AJ289200	Almanya	<i>Gentiana</i> sp.	98.08	98.66
EU082128	Avustralya	<i>Vicia faba</i>	87.47	95.98
KC011006	Hindistan	<i>Phaseolus vulgaris</i>	86.57	93.17
JN792544	İspanya	<i>Vicia faba</i>	96.52	100.00
JN792546	İspanya	<i>Phaseolus vulgaris</i>	96.52	99.28
AM884181	Hollanda	<i>Phaseolus vulgaris</i>	86.91	92.77
JN792519	İspanya	<i>Lens culinaris</i>	96.11	100.00
EU868830	Hindistan	<i>Gladiolus</i> sp.	86.54	81.12
EU082123	Avustralya	<i>Phaseolus vulgaris</i>	86.38	93.57
AM904546	Hindistan	<i>Freesia</i> sp.	85.97	91.16
AJ289199	Hollanda	<i>Gentiana</i> sp.	92.28	97.96
MN241051	İran	<i>Vicia faba</i>	85.95	96.38
HF543670	Yunanistan	<i>Cassia</i> sp.	88.66	98.53

Nohut bitkisinden elde edilen CMV izolatı MW052331 erişim numarasıyla NCBI veri tabanına kaydedilmiştir. RT-PCR ile çoğaltılan 700 bp cDNA'dan 211 aminoasit kodlayabilen 633 bp uzunluğunda bir bölgenin filogenetik analizi gerçekleştirilmiştir. Dünya izolatları ve bizim çalışmamızdan elde edilen CMV dizi bilgisi ile oluşturulan filogenetik ağaç Şekil 4.16'te verilmiştir.

Ağaç topolojisi incelendiğinde, CMV izolatlarının iki klada ayrıldığı görülmektedir. Çalışmamızdan elde edilen MW052331 erişim numaralı CMV izolatı, AB448696 erişim numaralı Suriye izolatı, HE971708 erişim numaralı Tunus izolatı, KC288148 erişim numaralı Sırbistan izolatı, KJ173755 erişim numaralı İran izolatı, JF918967 erişim numaralı Amerika izolatı, AY380533 erişim numaralı Brezilya izolatı, KX495208 erişim numaralı Polonya izolatı, AJ006990 erişim numaralı Çin izolatı, AJ810262 erişim numaralı Bulgaristan izolatı ve KY474380 erişim numaralı Türkiye izolatı birinci klad içinde kümelenirken, AJ810260 erişim numaralı Hindistan izolatı, EU726631 erişim numaralı Malezya izolatı, KU976467 erişim numaralı Sudan izolatı, AJ810264 erişim numaralı Tayland izolatı, KU976471 erişim numaralı Nijerya izolatı, HQ829828 erişim numaralı Çin izolatı, AJ810265 erişim numaralı Yunanistan izolatı, KM207236 erişim numaralı Mısır izolatı, KU976474 erişim numaralı İspanya izolatı, KU976475 erişim numaralı İtalya izolatı ve KU297991 erişim numaralı Güney Kore izolatı birinci klad içinde kümelenirken, AJ632090 erişim numaralı Almanya izolatı, KU976481 erişim numaralı Kanada izolatı, AJ810254 erişim numaralı Hollanda izolatı ve KX951465 erişim numaralı Macaristan izolatı ikinci klad içinde kümelenmiştir (Şekil 4.16).

Nükleotit dizileri karşılaştırıldığında, CMV nohut izolatıyla dünya izolatları arasında % 78.05-98.54 nükleotit benzerliği belirlenmiştir. En yüksek nükleotit benzerliği % 98.54 ile Polonya (*Cucurbita pepo*) izolatıyla belirlenirken, en düşük nükleotit benzerliği % 78.05 ile Hollanda (*Spanacia oleracea*) izolatıyla belirlenmiştir. Aminoasit dizileri karşılaştırıldığında, CMV nohut izolatıyla dünya izolatları arasında % 83.60-99.39 aminoasit benzerliği belirlenmiştir. En yüksek aminoasit benzerliği % 99.39 ile Tunus (*Capsicum annuum*) izolatıyla belirlenirken, en düşük aminoasit benzerliği % 83.60 ile Macaristan (*Nerium oleander*) izolatıyla belirlenmiştir (Tablo 4.7).



Şekil 4.16. CMV nohut izolatının filogenetik analizini gösteren dendrogram.

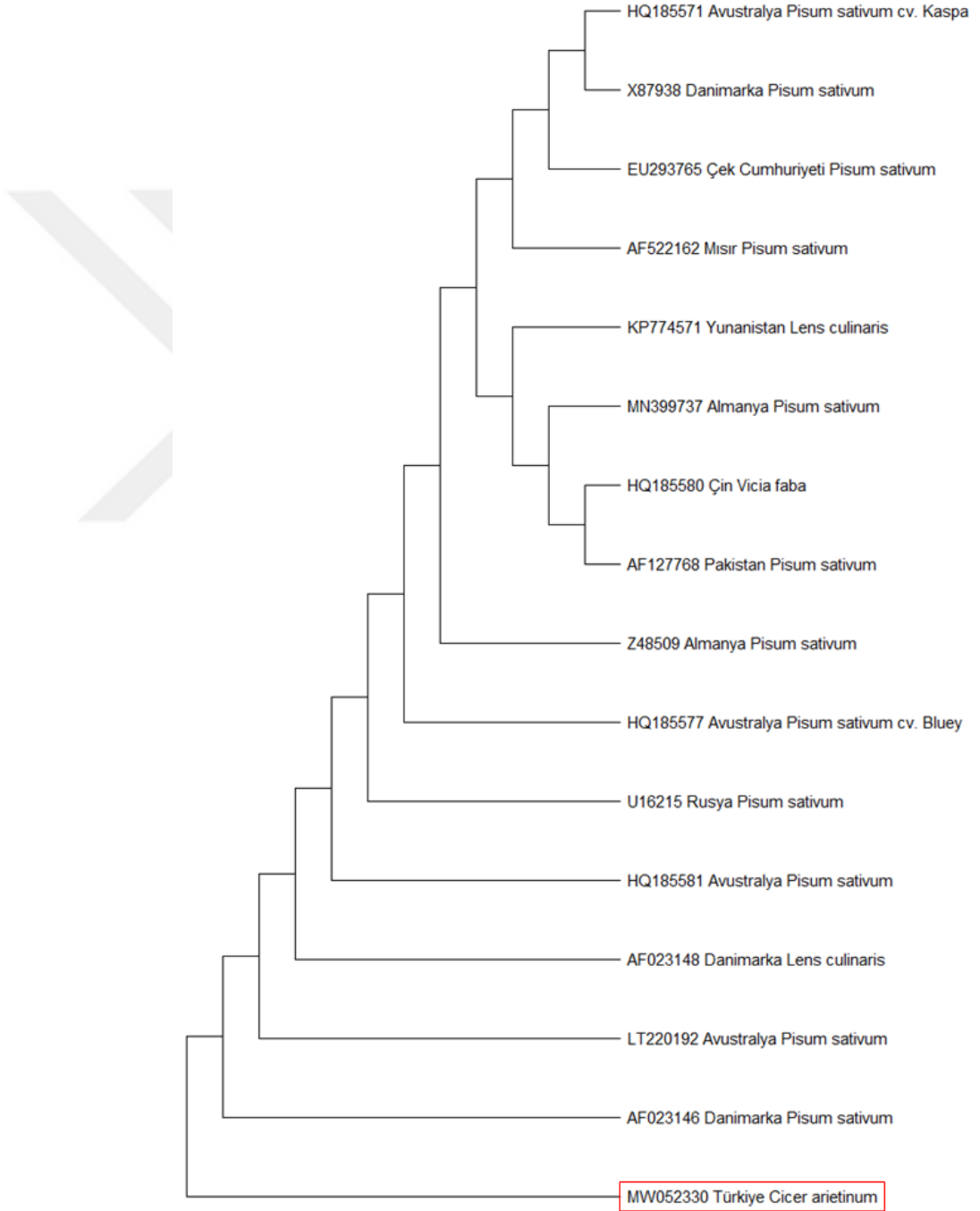
Tablo 4.7. CMV nohut izolatu ile NCBI veri tabanından alınan izolatların nükleotit ve aminoasit benzerlik oranları.

Erişim Numarası	Ülke	Konukçu	Nükleotit Benzerliği (%)	Aminoasit Benzerliği (%)
KX495206	Polonya	<i>Cucurbita pepo</i>	98.54	98.42
KJ173755	İran	<i>Cucumis sativus</i>	98.06	98.42
AY380533	Brezilya	<i>Chrysanthemum</i> sp.	97.90	97.89
AB448696	Suriye	<i>Solanum tuberosum</i>	97.90	98.42
KC288148	Sırbistan	<i>Capsicum annuum</i>	97.74	98.42
KM207236	Mısır	<i>Solanum lycopersicum</i>	97.26	97.37
JF918967	Amerika	<i>Vinca minor</i>	96.94	97.89
KU976474	İspanya	<i>Cucumis melo</i>	95.48	98.42
KU976475	İtalya	<i>Phaseolus vulgaris</i>	95.32	97.89
AJ006990	Çin	<i>Phaseolus vulgaris</i>	94.68	97.37
AJ810265	Yunanistan	<i>Cucumis melo</i>	94.52	97.37
AJ810262	Bulgaristan	<i>Phaseolus vulgaris</i>	94.52	98.42
KU976471	Nijerya	<i>Capsicum</i> sp.	94.52	97.89
AJ810264	Tayland	<i>Cucumis sativus</i>	94.21	97.37
HQ829828	Çin	<i>Cucumis sativus</i>	93.55	96.84
KU297991	Güney Kore	<i>Capsicum annuum</i>	92.75	95.79
AJ810260	Hindistan	<i>Capsicum</i> sp.	92.26	95.79
EU726631	Malezya	<i>Catharanthus roseus</i>	92.10	95.26
KU976467	Sudan	<i>Capsicum</i> sp.	91.94	96.32
HE971708	Tunus	<i>Capsicum annuum</i>	98.17	99.39
KY474380	Türkiye	<i>Vigna unguiculata</i>	92.20	96.59
KU976481	Kanada	<i>Cucumis sativus</i>	78.21	84.66
AJ810254	Hollanda	<i>Spanacia oleracea</i>	78.05	84.13
KX951465	Macaristan	<i>Nerium oleander</i>	77.72	83.60
AJ632090	Almanya	<i>Cucumis sativus</i>	78.42	85.39

PSbMV nohut izolatu MW052330 erişim numarasıyla NCBI veri tabanına kaydedilmiştir. RT-PCR ile çoğaltılan 833 bp cDNA'dan 264 aminoasit kodlayabilen 792 bp uzunluğunda bir bölgenin filogenetik analizi gerçekleştirilmiştir. Dünya izolatları ve bizim çalışmamızdan elde edilen PSbMV izolatının dizi bilgileriyle oluşturulan filogenetik ağaç Şekil 4.17'te verilmiştir.

Ağaç topolojisi incelendiğinde, PSbMV izolatlarının iki klada ayrıldığı görülmektedir. HQ185571 erişim numaralı Avustralya izolatu, x87938 erişim numaralı Danimarka izolatu, EU293765 erişim numaralı Çek Cumhuriyeti izolatu, AF522162 erişim numaralı Mısır izolatu, KP774571 erişim numaralı Yunanistan izolatu, MN399737 erişim numaralı Almanya izolatu, HQ185580 erişim numaralı Çin izolatu, AF127768 erişim numaralı Pakistan izolatu, Z48509 erişim numaralı

Almanya izolatu, HQ185577 erişim numaralı Avustralya izolatu, U16215 erişim numaralı Rusya izolatu, HQ185581 erişim numaralı Avustralya izolatu, AF023148 erişim numaralı Danimarka izolatu, LT220192 erişim numaralı Avustralya izolatu ve AF023146 erişim numaralı Danimarka izolatu birinci klad içinde kümelenirken, çalışmamızdan elde edilen PSbMV nohut izolatu tek başına ikinci klad içinde yer almıştır (Şekil 4.17).



Şekil 4.17. PSbMV nohut izolatinin filogenetik analizini gösteren dendogram.

Nükleotit dizileri karşılaştırıldığında, PSbMV nohut izolatıyla dünya izolatları arasında % 86.59-98.98 nükleotit benzerliği belirlenmiştir. En yüksek nükleotit benzerliği % 98.98 ile Çin (*Vicia faba*) ve Almanya (*Pisum sativum*) izolatlarıyla belirlenirken, en düşük nükleotit benzerliği % 86.59 ile Avustralya (*Pisum sativum* cv. Kaspia) izolatıyla belirlenmiştir. Aminoasit dizileri karşılaştırıldığında, PSbMV nohut izolatıyla dünya izolatları arasında % 93.04-98.86 aminoasit benzerliği belirlenmiştir. En yüksek aminoasit benzerliği % 98.86 ile Çin (*Vicia faba*), Almanya (*Pisum sativum*) ve Pakistan (*Pisum sativum*) izolatlarıyla belirlenirken, en düşük aminoasit benzerliği % 93.04 ile Danimarka (*Pisum sativum*) izolatıyla belirlenmiştir (Tablo 4.8).

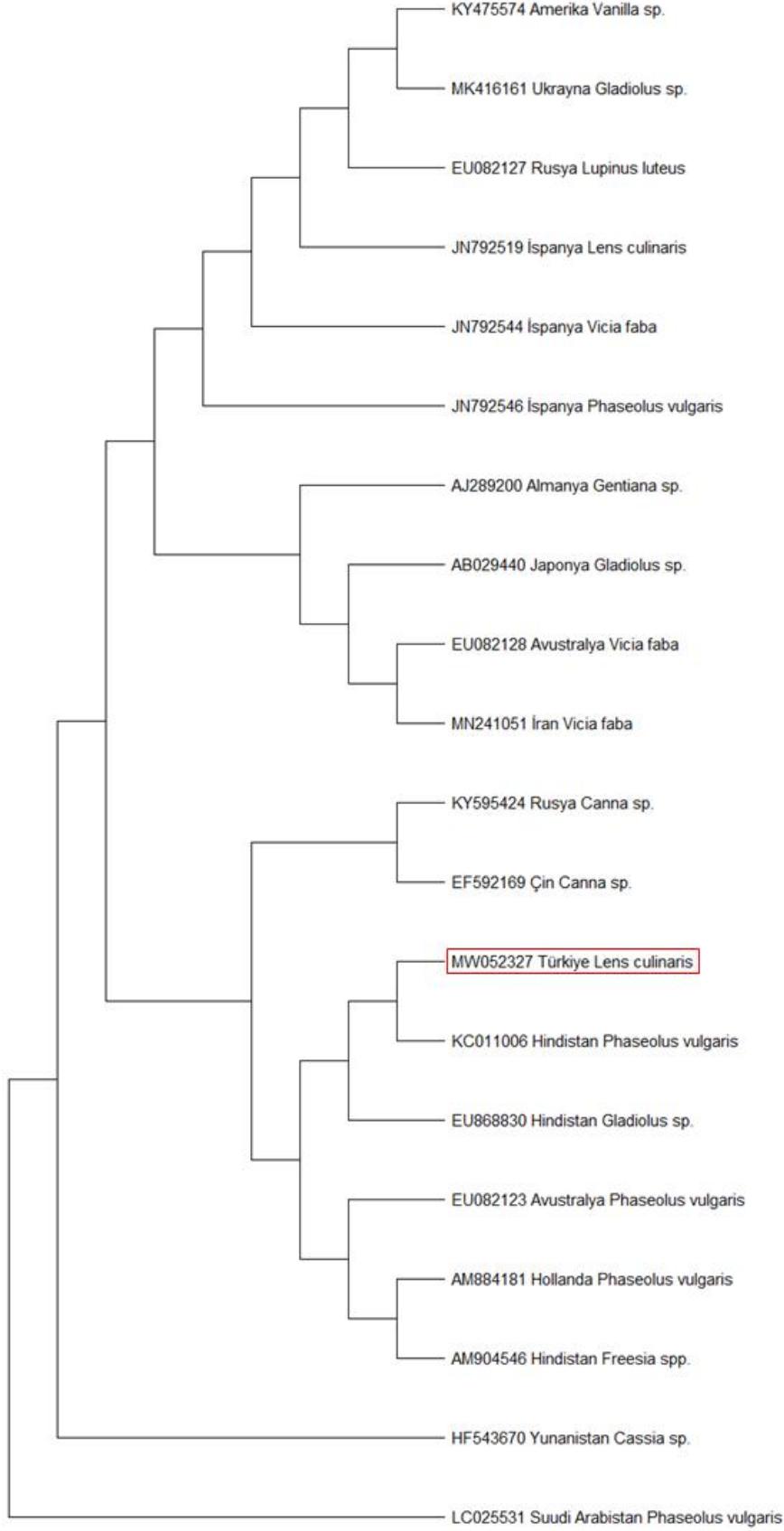
Tablo 4.8. PSbMV nohut izolatı ile NCBI veri tabanından alınan izolatların nükleotit ve aminoasit benzerlik oranları.

Erişim Numarası	Ülke	Konukçu	Nükleotit Benzerliği (%)	Aminoasit Benzerliği (%)
HQ185580	Çin	<i>Vicia faba</i>	98.98	98.86
KP774571	Yunanistan	<i>Lens culinaris</i>	98.57	98.80
U16215	Rusya	<i>Pisum sativum</i>	94.42	96.84
Z48509	Almanya	<i>Pisum sativum</i>	91.23	95.65
HQ185581	Avustralya	<i>Pisum sativum</i>	93.09	96.04
X87938	Danimarka	<i>Pisum sativum</i>	88.69	96.05
AF522162	Mısır	<i>Pisum sativum</i>	88.56	94.47
EU293765	Çek Cumhuriyeti	<i>Pisum sativum</i>	87.80	95.26
HQ185571	Avustralya	<i>Pisum sativum</i> cv. Kaspia	86.59	94.62
LT220192	Avustralya	<i>Pisum sativum</i>	91.20	93.97
AF023148	Danimarka	<i>Lens culinaris</i>	90.40	93.91
AF023146	Danimarka	<i>Pisum sativum</i>	90.13	93.04
MN399737	Almanya	<i>Pisum sativum</i>	98.98	98.86
AF127768	Pakistan	<i>Pisum sativum</i>	98.86	98.86
HQ185577	Avustralya	<i>Pisum sativum</i> cv Bluey	95.17	96.96

Mercimek bitkisinden elde edilen BYMV izolatı MW052327 erişim numarasıyla NCBI veri tabanına kaydedilmiştir. RT-PCR ile çoğaltılan 907 bp cDNA'dan 274 aminoasit kodlayabilen 822 bp uzunluğunda bir bölgenin filogenetik analizi gerçekleştirilmiştir. Dünya izolatları ve bizim çalışmamızdan elde edilen PSbMV izolatının dizi bilgileriyle oluşturulan filogenetik ağaç Şekil 4.18'de verilmiştir.

Ağaç topolojisi incelendiğinde, BYMV izolatlarının iki klada ayrıldığı görülmektedir. Çalışmamızdan elde edilen BYMV mercimek izolatu, KY475574 erişim numaralı Amerika izolatu, MK416161 erişim numaralı Ukrayna izolatu, EU082127 erişim numaralı Rusya izolatu, JN792519 erişim numaralı İspanya izolatu, JN792544 erişim numaralı İspanya izolatu, JN792546 erişim numaralı İspanya izolatu, AJ289200 erişim numaralı Almanya izolatu, AB029440 erişim numaralı Japonya izolatu, EU082128 erişim numaralı Avustralya izolatu, MN241051 erişim numaralı İran izolatu, KY595424 erişim numaralı Rusya izolatu, EF592169 erişim numaralı Çin izolatu, KC011006 erişim numaralı Hindistan izolatu, EU868830 erişim numaralı Hindistan izolatu, EU082123 erişim numaralı Avustralya izolatu, AM884181 erişim numaralı Hollanda, AM904546 erişim numaralı Hindistan izolatu ve HF543670 erişim numaralı Yunanistan izolatu birinci klad içinde kümelenirken, LC025531 erişim numaralı Suudi Arabistan izolatu tek başına ikinci klad içinde yer almıştır (Şekil 4.18).

Nükleotit dizileri karşılaştırıldığında, BYMV mercimek izolatuyla dünya izolatları arasında % 80.47-94.47 nükleotit benzerliği belirlenmiştir. En yüksek nükleotit benzerliği % 94.47 ile Hindistan (*Phaseolus vulgaris*) izolatuyla belirlenirken, en düşük nükleotit benzerliği % 80.47 ile İran (*Vicia faba*) izolatuyla belirlenmiştir. Aminoasit dizileri karşılaştırıldığında, BYMV mercimek izolatuyla dünya izolatları arasında % 84.56-97.83 aminoasit benzerliği belirlenmiştir. En yüksek aminoasit benzerliği % 97.83 ile İspanya (*Lens culinaris*) ve İspanya (*Vicia faba*) izolatlarıyla belirlenirken, en düşük aminoasit benzerliği % 84.56 ile Hindistan (*Gladiolus* sp.) izolatuyla belirlenmiştir (Tablo 4.9).



Şekil 4.18. BYMV mercimek izolatının filogenetik analizini gösteren dendrogram.

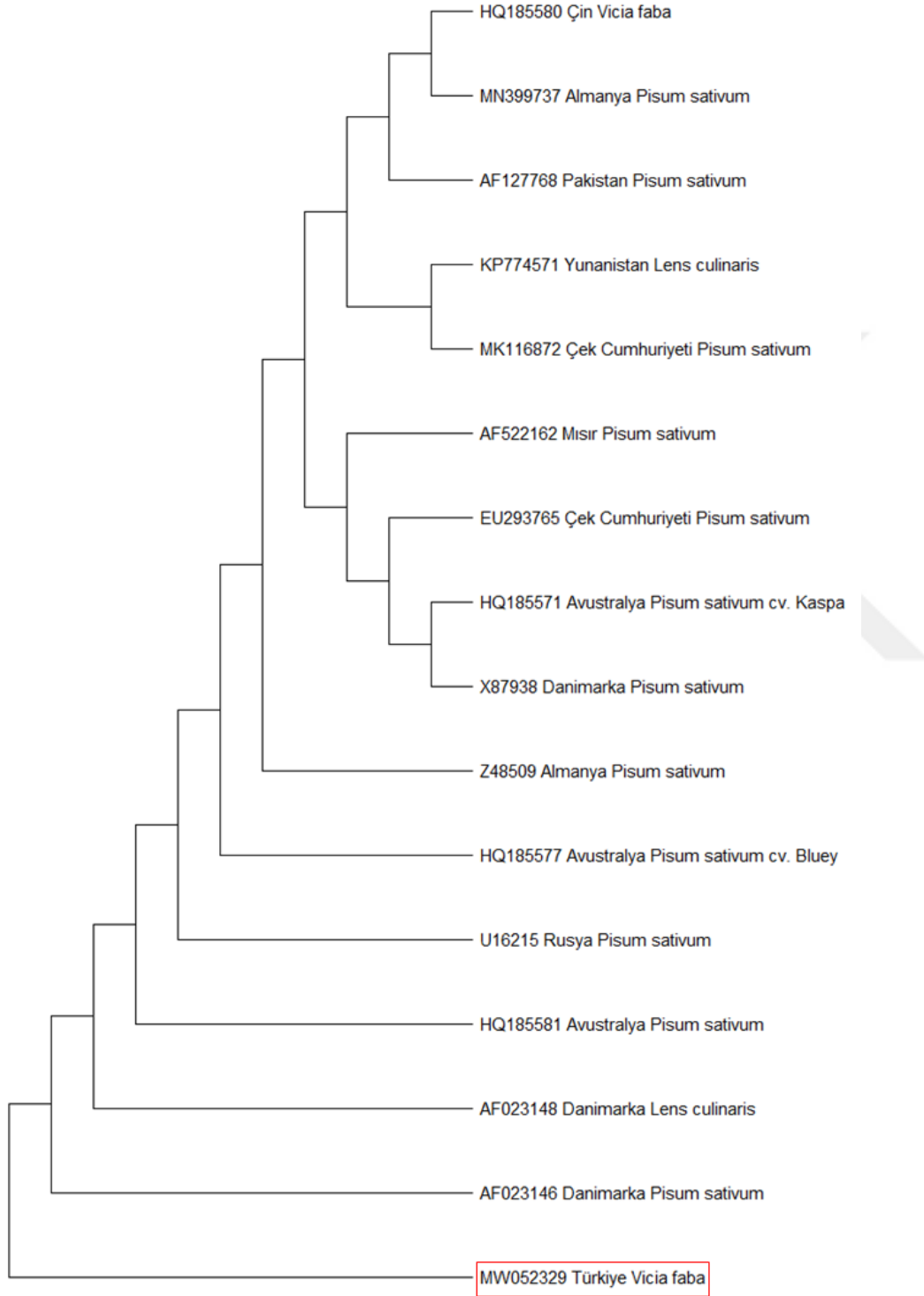
Tablo 4.9. BYMV mercimek izolatu ile NCBI veri tabanından alınan izolatların nükleotit ve aminoasit benzerlik oranları.

Erişim Numarası	Ülke	Konukçu	Nükleotit Benzerliği (%)	Aminoasit Benzerliği (%)
MN241051	İran	<i>Vicia faba</i>	80.47	92.92
KY595424	Rusya	<i>Canna sp.</i>	82.46	90.04
EF592169	Çin	<i>Canna sp.</i>	82.50	88.93
KC011006	Hindistan	<i>Phaseolus vulgaris</i>	94.47	96.32
EU868830	Hindistan	<i>Gladiolus sp.</i>	93.71	84.56
EU082123	Avustralya	<i>Phaseolus vulgaris</i>	91.19	93.41
AM884181	Hollanda	<i>Phaseolus vulgaris</i>	89.42	93.38
AM904546	Hindistan	<i>Freesia sp.</i>	89.23	93.75
HF543670	Yunanistan	<i>Cassia sp.</i>	85.27	96.32
LC025531	Suudi Arabistan	<i>Phaseolus vulgaris</i>	88.73	86.96
KY475574	Amerika	<i>Vanilla sp.</i>	82.50	94.94
MK416161	Ukrayna	<i>Gladiolus sp.</i>	82.67	94.79
EU082127	Rusya	<i>Lupinus luteus</i>	81.96	91.54
JN792519	İspanya	<i>Lens culinaris</i>	84.63	97.83
JN792544	İspanya	<i>Vicia faba</i>	84.40	97.83
JN792546	İspanya	<i>Phaseolus vulgaris</i>	84.40	97.10
AJ289200	Almanya	<i>Gentiana sp.</i>	86.65	96.64
AB029440	Japonya	<i>Gladiolus sp.</i>	81.99	91.54
EU082128	Avustralya	<i>Vicia faba</i>	81.02	90.81

Bakla bitkisinden elde edilen PSbMV izolatu MW052329 erişim numarasıyla NCBI veri tabanına kaydedilmiştir. RT-PCR ile çoğaltılan 833 bp cDNA'dan 252 aminoasit kodlayabilen 756 bp uzunluğunda bir bölgenin filogenetik analizi gerçekleştirilmiştir. Dünya izolatları ve bizim çalışmamızdan elde edilen PSbMV izolatının dizi bilgileriyle oluşturulan filogenetik ağaç Şekil 4.19'de verilmiştir.

Ağaç topolojisi incelendiğinde; HQ185580 erişim numaralı Çin izolatu, MN399737 erişim numaralı Almanya izolatu, AF127768 erişim numaralı Pakistan izolatu, KP774571 erişim numaralı Yunanistan izolatu, MK116872 erişim numaralı Çek Cumhuriyeti izolatu, AF522162 erişim numaralı Mısır izolatu, EU293765 erişim numaralı Çek Cumhuriyeti izolatu, HQ185571 erişim numaralı Avustralya izolatu, X87938 erişim numaralı Danimarka izolatu, Z48509 erişim numaralı Almanya izolatu, HQ185577 erişim numaralı Avustralya izolatu, U16215 erişim numaralı Rusya izolatu, HQ185581 erişim numaralı Avustralya izolatu, AF023148

erişim numaralı Danimarka izolatu ve AF023148 erişim numaralı Danimarka izolatu birinci klad içinde kümelenirken, çalışmamızdan elde edilen PSbMV bakla izolatu tek başına ikinci klad içinde yer almıştır (Şekil 4.19).



Şekil 4.19. PSbMV bakla izolatu'nun filogenetik analizini gösteren dendrogram.

Nükleotit dizileri karşılaştırıldığında, PSbMV bakla izolatıyla dünya izolatları arasında % 86.71-99.45 nükleotit benzerliği belirlenmiştir. En yüksek nükleotit benzerliği % 99.45 ile Yunanistan (*Lens culinaris*) izolatıyla belirlenirken, en düşük nükleotit benzerliği % 86.71 ile Avustralya (*Pisum sativum* cv. Kaspia) izolatıyla belirlenmiştir. Aminoasit dizileri karşılaştırıldığında, PSbMV bakla izolatıyla dünya izolatları arasında % 93.04-99.59 aminoasit benzerliği belirlenmiştir. En yüksek aminoasit benzerliği % 99.59 ile Çin (*Vicia faba*), Çek Cumhuriyeti (*Pisum sativum*), Almanya (*Pisum sativum*) ve Pakistan (*Pisum sativum*) izolatlarıyla belirlenirken, en düşük aminoasit benzerliği % 93.04 ile Danimarka (*Pisum sativum*) izolatıyla belirlenmiştir (Tablo 4.10).

Tablo 4.10. PSbMV bakla izolatı ile NCBI veri tabanından alınan izolatların nükleotit ve aminoasit benzerlik oranları.

Erişim Numarası	Ülke	Konukçu	Nükleotit Benzerliği (%)	Aminoasit Benzerliği (%)
HQ185580	Çin	<i>Vicia faba</i>	99.34	99.59
KP774571	Yunanistan	<i>Lens culinaris</i>	99.45	98.74
U16215	Rusya	<i>Pisum sativum</i>	94.69	96.68
Z48509	Almanya	<i>Pisum sativum</i>	91.10	95.44
HQ185581	Avustralya	<i>Pisum sativum</i>	92.88	96.04
X87938	Danimarka	<i>Pisum sativum</i>	88.84	95.85
AF522162	Mısır	<i>Pisum sativum</i>	88.44	94.19
EU293765	Çek Cumhuriyeti	<i>Pisum sativum</i>	87.90	95.02
MK116872	Çek Cumhuriyeti	<i>Pisum sativum</i>	99.20	99.59
HQ185571	Avustralya	<i>Pisum sativum</i> cv. Kaspia	86.71	94.62
AF023148	Danimarka	<i>Lens culinaris</i>	89.79	93.91
AF023146	Danimarka	<i>Pisum sativum</i>	89.79	93.04
MN399737	Almanya	<i>Pisum sativum</i>	99.34	99.59
AF127768	Pakistan	<i>Pisum sativum</i>	99.20	99.59
HQ185577	Avustralya	<i>Pisum sativum</i> cv Bluey	95.22	97.51

4.5. Virüs İnaktifleştirme Uygulamaları ve Çimlenme Testleri

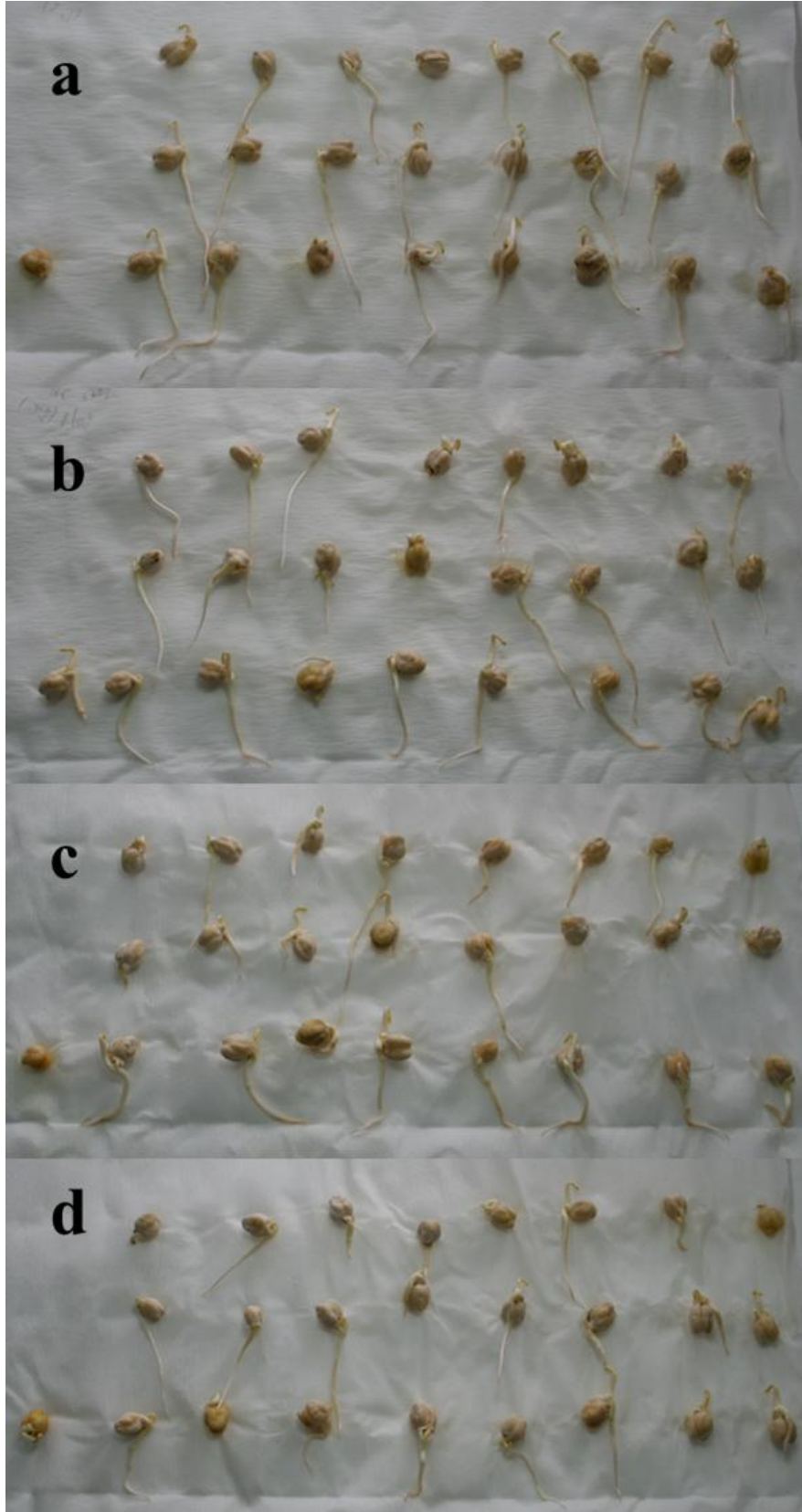
Bitki türü ve virüs türü dikkate alınarak daha önce virüsle bulaşık olduğu belirlenen tohum örneklerinden, AMV ile enfekteli nohut, BYMV ile enfekteli nohut, BYMV ile enfekteli mercimek, CMV ile enfekteli nohut ve PSbMV ile enfekteli nohut örnekleri seçilerek virüs inaktifleştirme uygulamalarında kullanılmıştır.

AMV ile bulaşık nohut tohum örneğine yapılan inaktifleştirme uygulamaları sonucunda, çimlenme oranları % 74-100 arasında değişkenlik göstermiştir. En

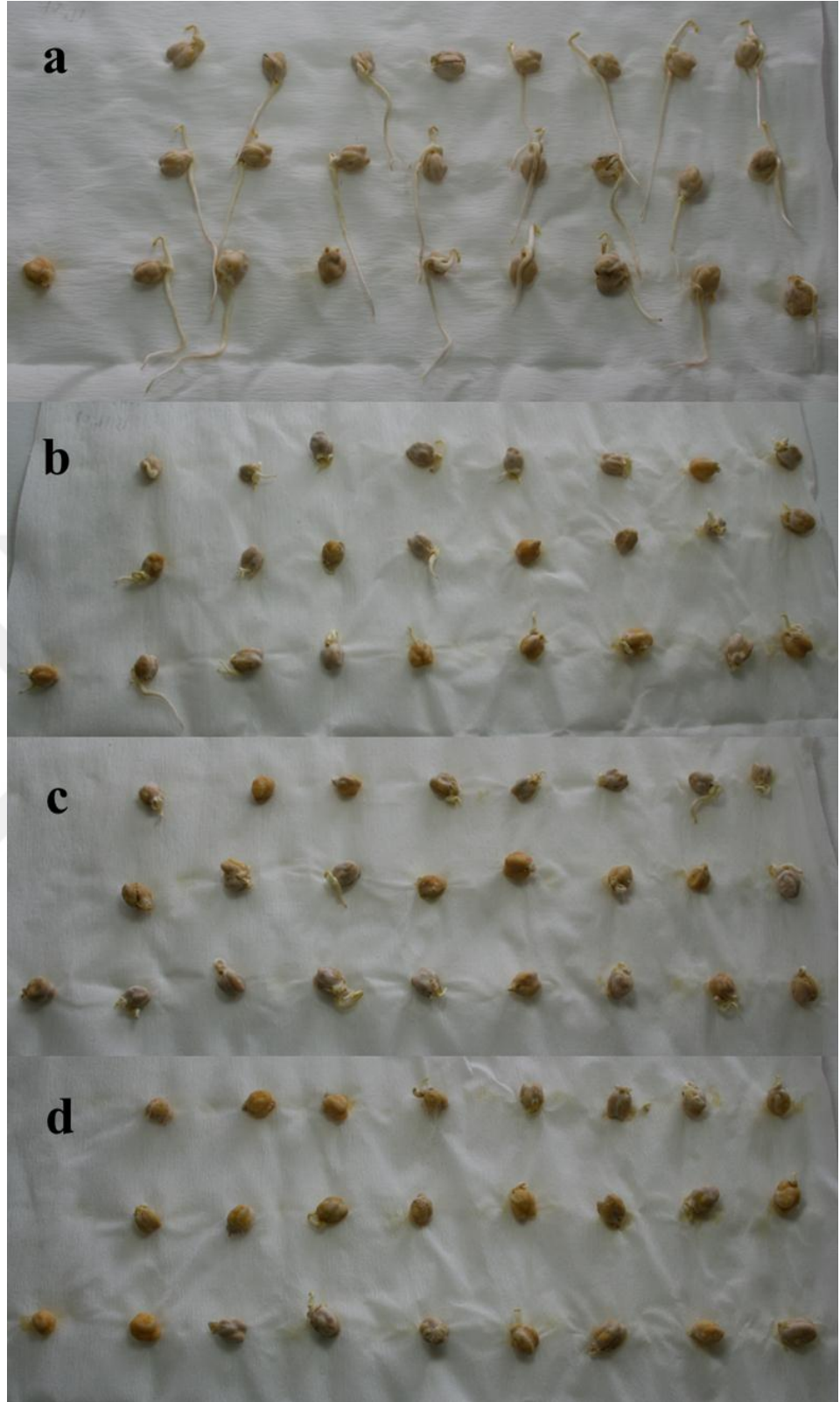
yüksek çimlenme oranı % 100 ile sıcak hava (60 °C/ 1 s), O₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm³/ 60 dk) ve O₃ Ön Islatılmış Tohum (100 mg/ Nm³/ 10 dk) uygulanan tohumlarda belirlenirken, en düşük çimlenme oranı ise % 74 ile sıcak su (55 °C/ 25 dk) uygulanan tohumlarda belirlenmiştir. Çimlenen tohumlar incelendiğinde, ozon uygulanan tohumlar hem yüksek çimlenme göstermiş hem de anormal çimlenen tohum sayısı düşük kalmıştır. Ozon uygulanan tohumlardan bazılarının kabuklarında kararmalar meydana geldiği, ancak kotiledon ve radikula gelişiminin daha iyi olduğu gözlenmiştir. Sıcak su uygulanan tohumlar ise düşük çimlenme göstermesinin yanı sıra çimlenen tohumların tamamı anormal çimlenme göstermiştir. Uygulamalar ortalama çimlenme süresi yönünden değerlendirildiğinde; 30 ve 60 dk O₃ kuru tohum (100 mg/ Nm³), 10, 30 ve 60 dk O₃ ön ıslatılmış tohum (100 mg/ Nm³) ve 60 dk O₃ su (8 g/ Nm³) uygulanan tohumlar en kısa çimlenme süresine sahipken, sıcak su uygulanan tohumlar en uzun çimlenme süresine sahip tohumlar olmuştur. Virüsün inaktifleştirilmesi amacıyla yapılan uygulamalar % 88.04-93.25 arasında etkili olmuştur. Uygulamalardan % 100 etkili olan uygulama bulunmasa da sıcak hava (70 °C/ 1 s) uygulaması % 93.25, O₃ ön Islatılmış Tohum (100 mg/ Nm³/ 10 dk) uygulaması % 89.62 ve O₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm³/ 30 dk) uygulaması % 87.30 ile en etkili uygulamalar olurken, sıcak su (55 °C/ 20 dk) % 80.04, O₃ kuru tohum (100 mg/ Nm³/ 10 dk) % 80.27 ve O₃ kuru tohum (100 mg/ Nm³/ 60 dk) uygulaması % 80.34 ile en düşük etkili uygulamalar olmuştur. İstatistiksel olarak uygulamalara göre çimlenme oranları ortalamaları arasındaki farklar önemli bulunurken ($F_{\text{ç.o.}} = 13.766$, $df=15, 48$, $P<0.0001$), çimlenme süreleri ($F_{\text{ç.s.}} = 1.741$, $df=15, 48$, $P=0.074$) ve yüzde etki değerleri ($F_{\text{y.e.}} = 1.042$, $df=14, 45$, $P=0.432$) arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır (Tablo 4.11) (Şekil 4.20-24).

Tablo 4.11. AMV ile bulaşık nohut tohum örneğinin inaktifleştirme uygulamaları sonuçları.

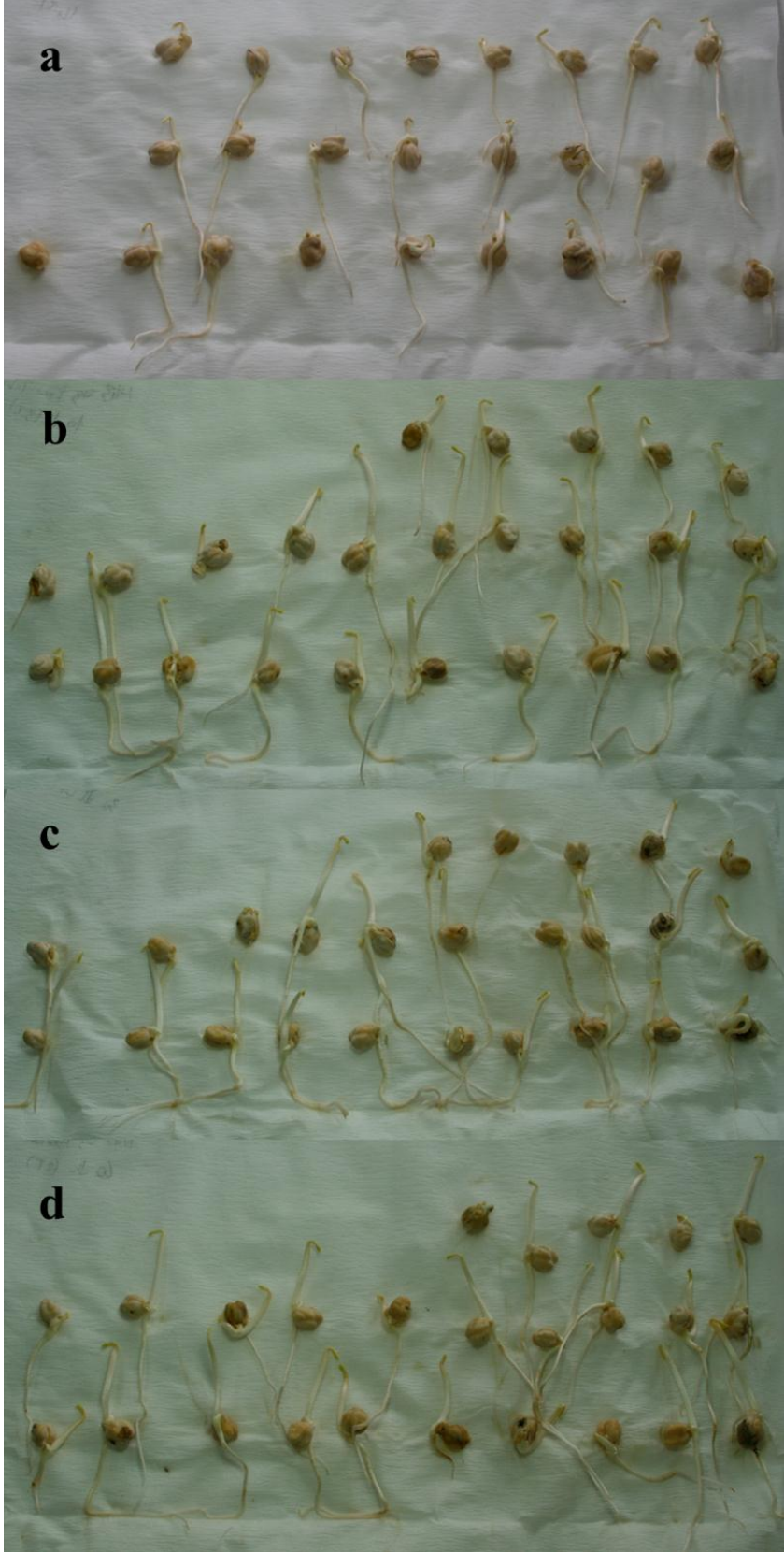
Uygulama Adı	Çimlenme Oranı (%)	Normal Çimlenen (%)	Anormal Çimlenen (%)	Ortalama Çimlenme Süresi (Gün)	Yüzde Etki (%)
Kontrol	99.00±1.00 (a)	84	16	5.01±0.01 (a)	-
Sıcak Hava (60 °C/ 1 s)	100.00±0.00 (a)	84	16	5.02±0.01 (a)	87.00±0.04 (ab)
Sıcak Hava (70 °C/ 1 s)	94.00±2.00 (ab)	72	24	5.01±0.01 (a)	93.25±0.02 (a)
Sıcak Hava (80 °C/ 1 s)	96.00±1.63 (a)	64	32	5.02±0.02 (a)	85.00±0.05 (ab)
Sıcak Su (55 °C/ 15 dk)	89.00±1.92 (b)	4	84	5.01±0.01 (a)	86.00±0.05 (ab)
Sıcak Su (55 °C/ 20 dk)	80.00±3.65 (c)	0	80	5.04±0.02 (a)	80.04±0.03 (b)
Sıcak Su (55 °C/ 25 dk)	74.00±4.76 (d)	0	76	5.13±0.06 (b)	82.56±0.04 (ab)
O ₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm ³ / 10 dk)	98.00±2.00 (a)	80	20	5.03±0.03 (a)	84.27±0.01 (ab)
O ₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm ³ / 30 dk)	99.00±1.00 (a)	84	16	5.00±0.00 (a)	87.30±0.03 (ab)
O ₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm ³ / 60 dk)	100.00±0.00 (a)	84	16	5.00±0.00 (a)	80.34±0.04 (b)
O ₃ Ön Islatılmış Tohum (100 mg/ Nm ³ / 10 dk)	100.00±0.00 (a)	88	12	5.00±0.00 (a)	89.62±0.03 (ab)
O ₃ Ön Islatılmış Tohum (100 mg/ Nm ³ / 30 dk)	99.00±1.00 (a)	80	20	5.00±0.00 (a)	82.36±0.02 (ab)
O ₃ Ön Islatılmış Tohum (100 mg/ Nm ³ / 60 dk)	95.00±2.52 (ab)	84	12	5.00±0.00 (a)	80.65±0.05 (b)
O ₃ Su (8 g/ Nm ³ / 10 dk)	96.00±1.63 (a)	80	16	5.05±0.05 (ab)	85.72±0.02 (ab)
O ₃ Su (8 g/ Nm ³ / 30 dk)	99.00±1.00 (a)	92	8	5.06±0.04 (ab)	80.95±0.01 (b)
O ₃ Su (8 g/ Nm ³ / 60 dk)	96.00±1.63 (a)	80	16	5.00±0.00 (a)	84.27±0.01 (ab)
F değeri	13.766	-	-	1.741	1.042
df	15, 48	-	-	15, 48	14, 45
P<0.0001	0.000	-	-	0.074	0.432



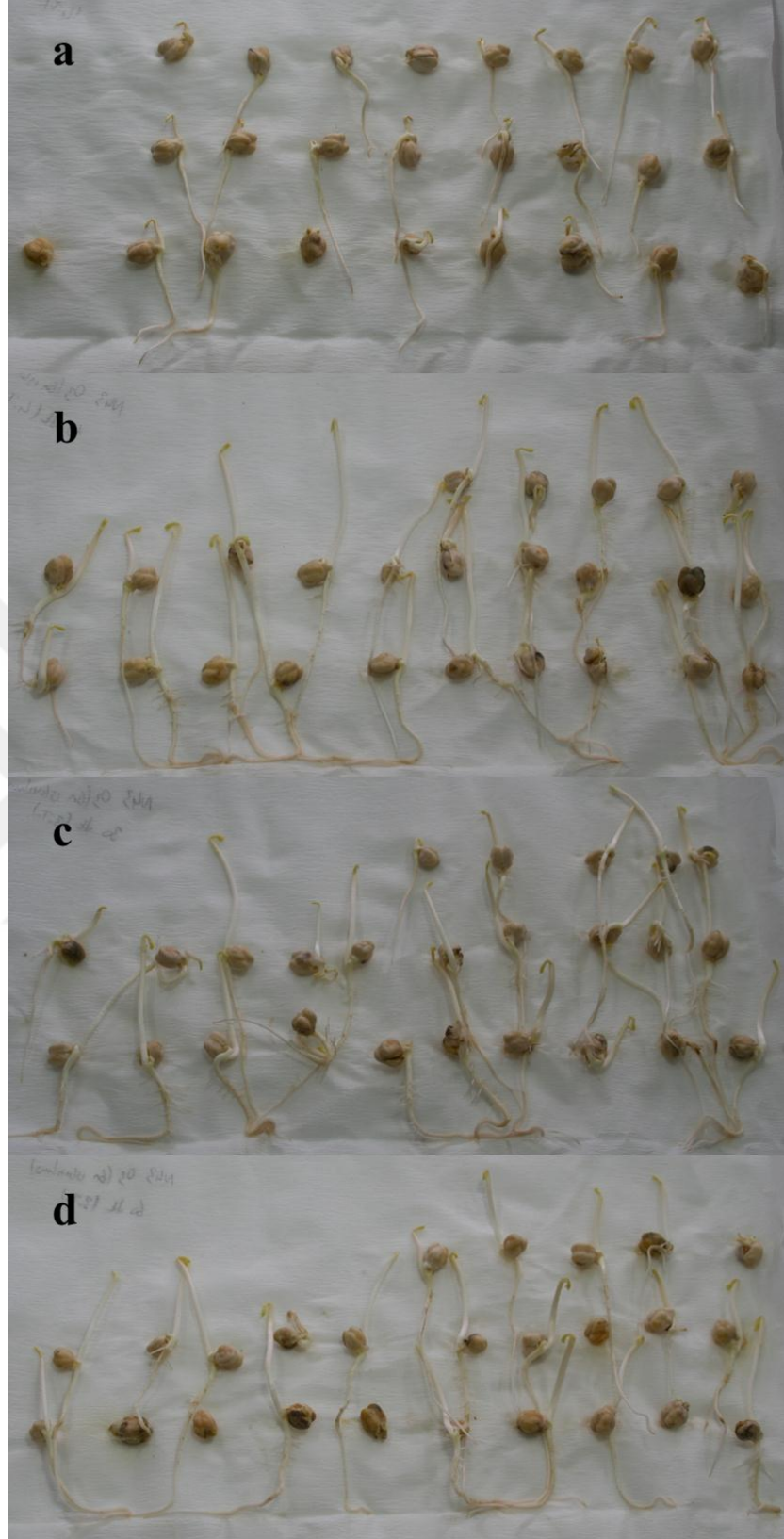
Şekil 4.20. Sıcak hava uygulanan AMV ile bulaşık nohut tohum örnekleri a) Kontrol, b) Sıcak hava (60 °C/ 1 s), c) Sıcak hava (70 °C/ 1 s), d) Sıcak hava (80 °C/ 1 s).



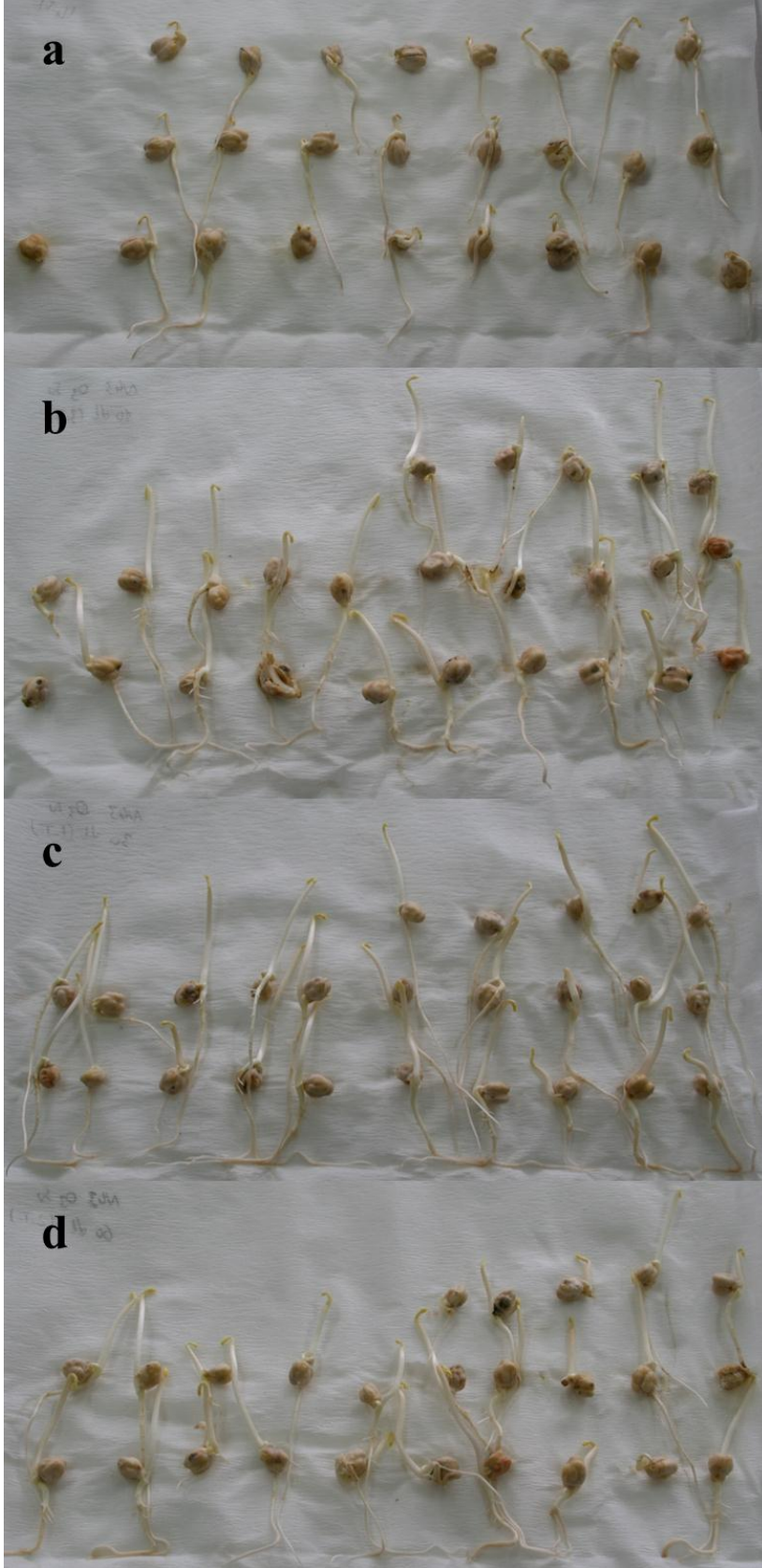
Şekil 4.21. Sıcak su uygulanan AMV ile bulaşık nohut tohum örnekleri a) Kontrol, b) Sıcak su (55 °C/ 15 dk), c) Sıcak su (55 °C/ 20 dk), d) Sıcak su (55 °C/ 25 dk).



Şekil 4.22. O₃ (Kuru tohum) uygulanan AMV ile bulaşık nohut tohum örnekleri a) Kontrol, b) O₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm³/ 10 dk), c) O₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm³/ 30 dk), d) O₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm³/ 60 dk).



Şekil 4.23. O₃ (Ön ıslatılmış tohum) uygulanan AMV ile bulaşık nohut tohum örnekleri a) Kontrol, b) O₃ Ön İslatılmış Tohum (100 mg/ Nm³/ 10 dk), c) O₃ Ön İslatılmış Tohum (100 mg/ Nm³/ 30 dk), d) O₃ Ön İslatılmış Tohum (100 mg/ Nm³/ 60 dk).

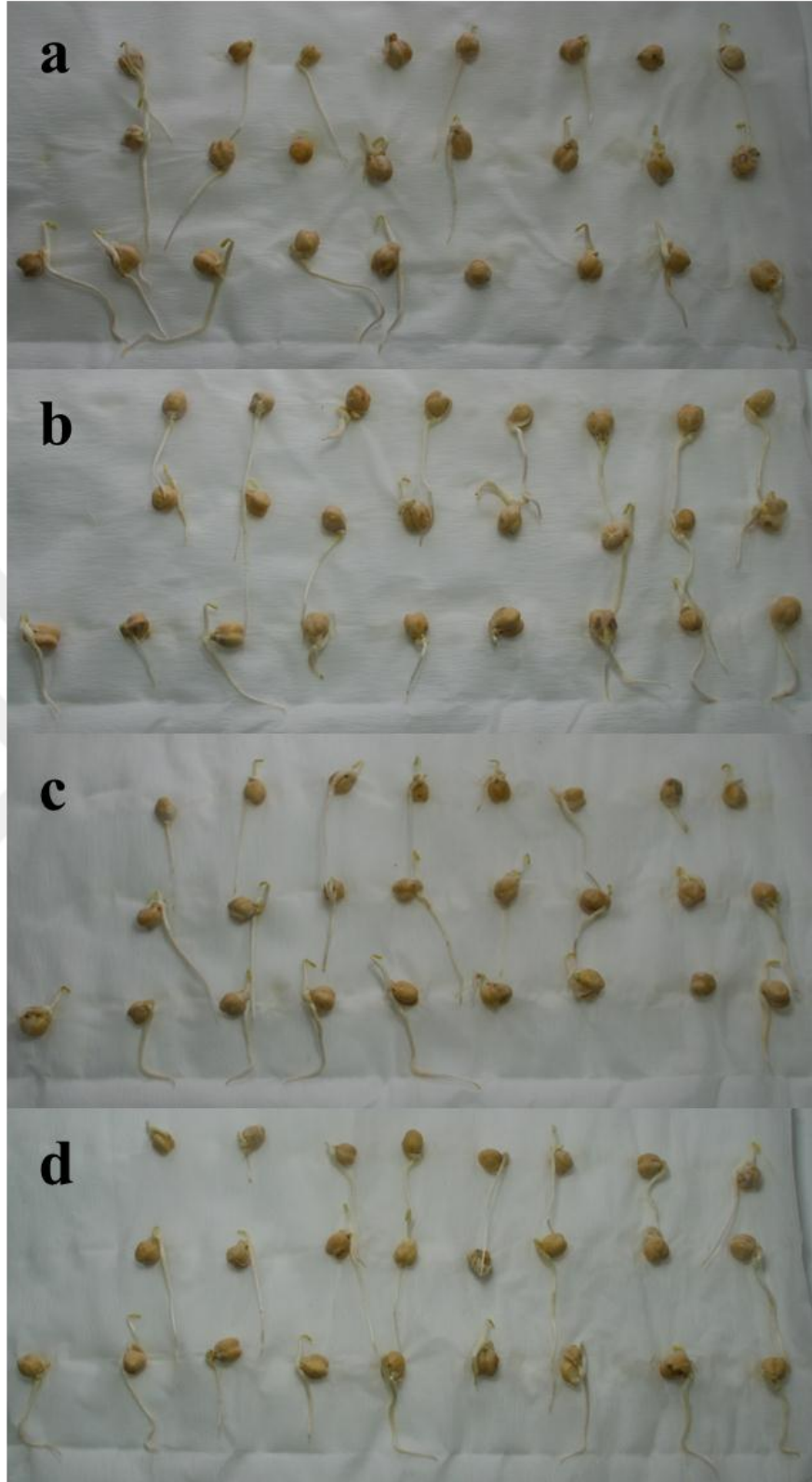


Şekil 4.24. O₃ su uygulanan AMV ile bulaşık nohut tohum örnekleri a) Kontrol, b) O₃ su (8 g/ Nm³/ 10 dk), c) O₃ su (8 g/ Nm³/ 30 dk), d) O₃ su (8 g/ Nm³/ 60 dk).

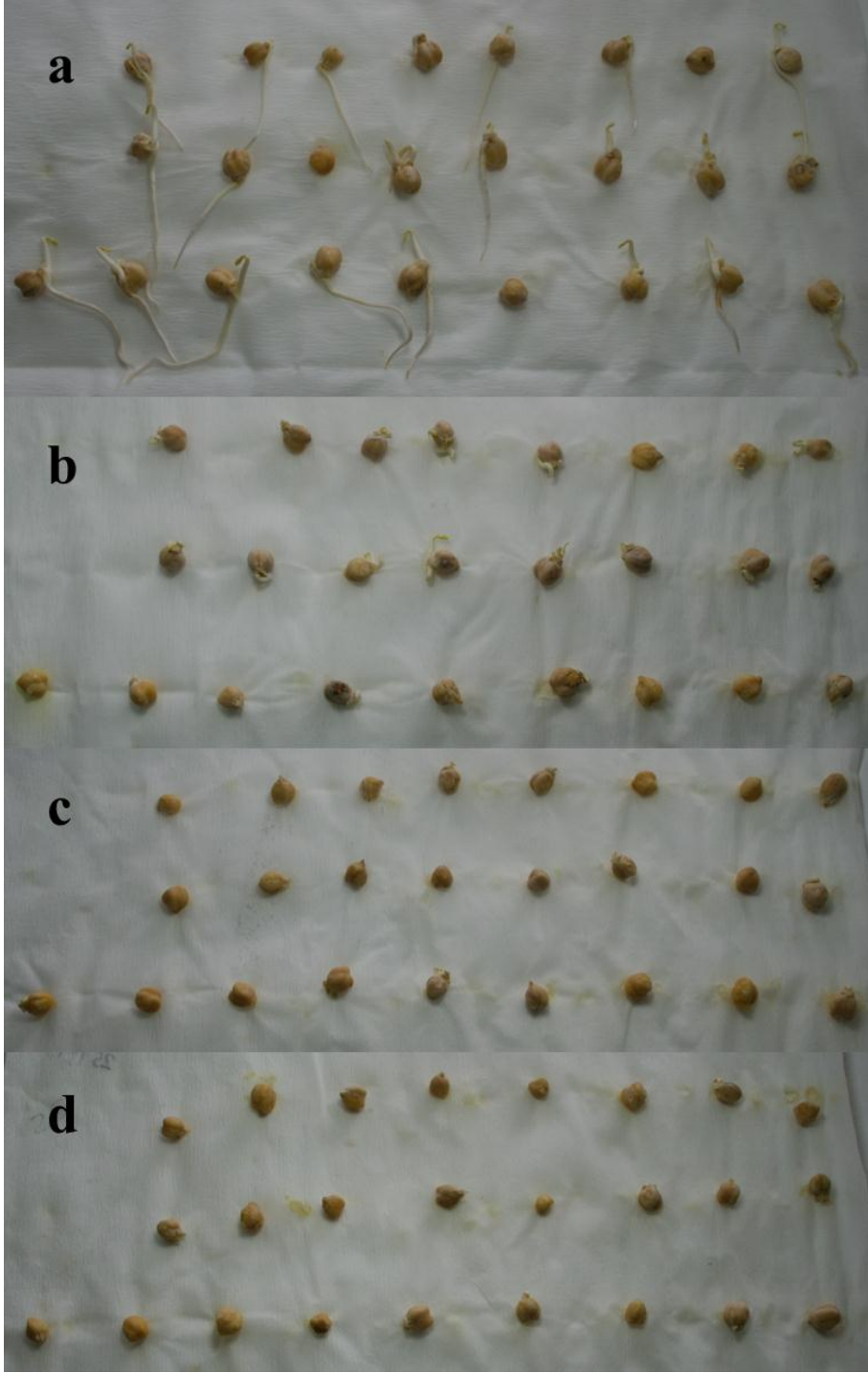
BYMV ile bulaşık nohut tohum örneğine yapılan inaktifleştirme uygulamaları sonucunda, çimlenme oranları % 50-100 arasında değişkenlik göstermiştir. En yüksek çimlenme oranı % 100 ile sıcak hava (70 °C/ 1 s) ve sıcak hava (80 °C/ 1 s) uygulanan tohumlarda belirlenirken, en düşük çimlenme oranı ise % 50 ile sıcak su (55 °C/ 25 dk) uygulanan tohumlarda belirlenmiştir. Çimlenen tohumlar incelendiğinde; sıcak hava uygulamaları, çimlenme oranının en yüksek ve anormal çimlenmenin en düşük olduğu uygulamalar olmuştur. Sıcak su uygulanan tohumlar ise düşük çimlenme göstermesinin yanı sıra çimlenen tohumların tamamına yakını anormal şekilde çimlenmiştir. Ozon uygulanan tohumlar, kontrol ve diğer uygulamalara göre hem daha yüksek çimlenme oranı göstermiş hem de kotiledon ve radikula daha iyi gelişmiştir. Ozon uygulanan tohumlarda kararmalar meydana geldiği gözlenmiştir. Ortalama çimlenme süresi yönünden değerlendirildiğinde; sıcak hava ve ozon uygulamalarında en kısa çimlenme süreleri görülürken, sıcak su uygulanan tohumlar en uzun çimlenme süresine sahip olmuştur. Virüsün inaktifleştirilmesi amacıyla yapılan uygulamalar % 61.88-93.31 arasında etkili olmuştur. Uygulamalardan % 100 etkili olan uygulama bulunmasa da Ozon Su (8 g/ Nm³/ 60 dk) uygulaması % 93.31, Sıcak Hava (60 °C/ 1 s) uygulaması 91.46 ve O₃ su (8 g/ Nm³/ 10 dk) uygulaması % 90.59 ile en etkili uygulamalar olurken, Sıcak Su (55 °C/ 15 dk) uygulaması % 61.88, O₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm³/ 60 dk) uygulaması % 65.71 ve O₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm³/ 10 dk) uygulaması % 67.20 ile en düşük etkili uygulamalar olmuştur. Uygulamalara göre çimlenme oranı ve çimlenme süreleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunurken ($F_{Ç.O.} = 19.533$, $df=15, 48$, $P<0.0001$; $F_{Ç.S.} = 3.776$, $df=15, 48$, $P<0.0001$), yüzde etki değerleri arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır ($F_{Y.E.} = 1.015$, $df=14, 45$, $P=0.456$) (Tablo 4.12) (Şekil 4.25-29).

Tablo 4.12. BYMV ile bulaşık nohut tohum örneğinin inaktifleştirme uygulamaları sonuçları.

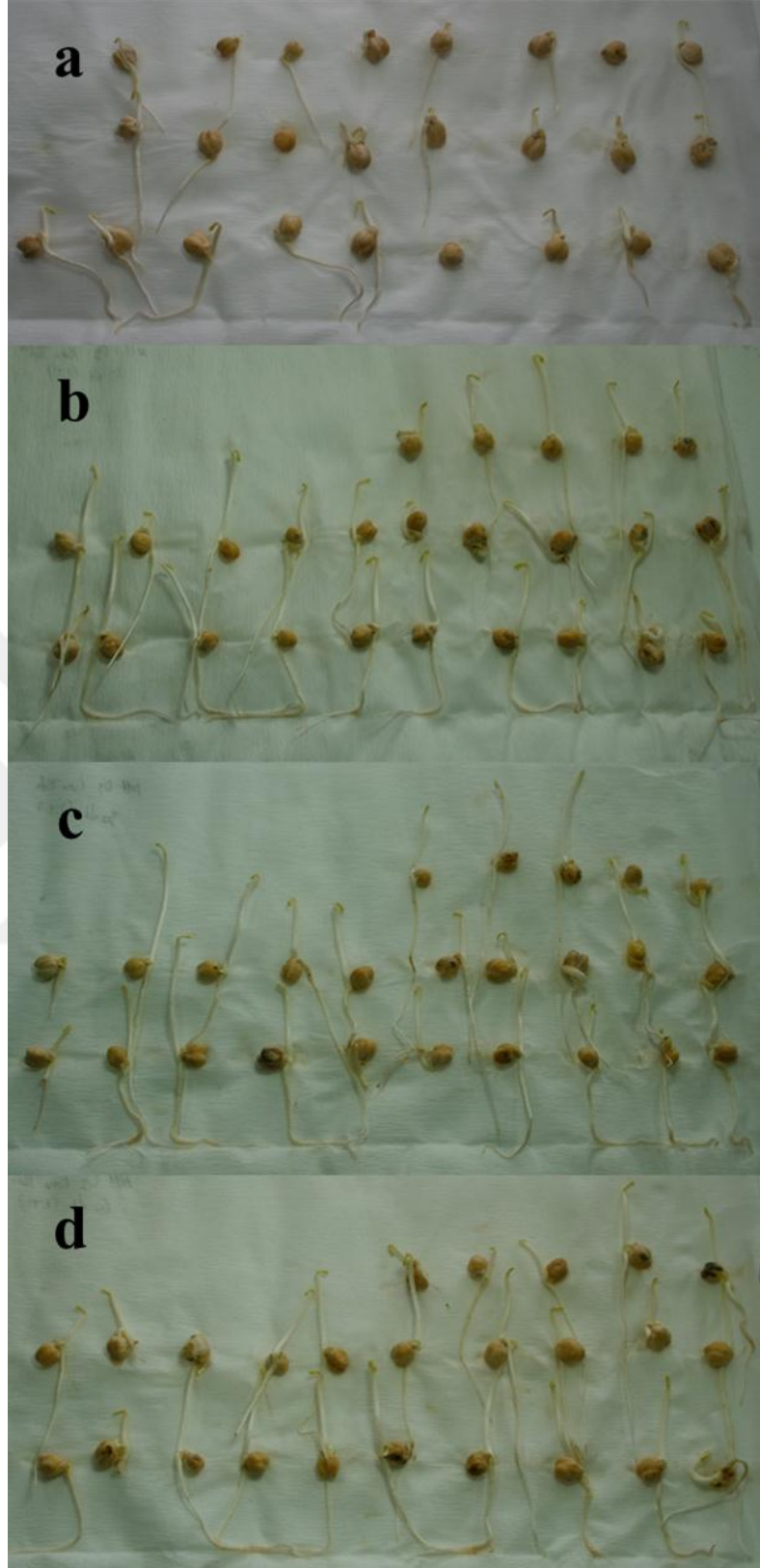
Uygulama Adı	Çimlenme Oranı (%)	Normal Çimlenen (%)	Anormal Çimlenen (%)	Ortalama Çimlenme Süresi (Gün)	Yüzde Etki (%)
Kontrol	96.00±0.05 (ab)	84	12	5.00±0.00 (a)	-
Sıcak Hava (60 °C/ 1 s)	99.00±0.03 (a)	92	8	5.00±0.00 (a)	91.46±0.04 (a)
Sıcak Hava (70 °C/ 1 s)	100.00±0.00 (a)	92	8	5.01±0.00 (a)	81.93± 0.03 (a)
Sıcak Hava (80 °C/ 1 s)	100.00±0.00 (a)	88	12	5.00±0.00 (a)	77.35±0.03 (a)
Sıcak Su (55 °C/ 15 dk)	82.00±0.01 (cd)	8	76	5.02±0.00 (a)	61.88±0.10 (a)
Sıcak Su (55 °C/ 20 dk)	60.00±0.04 (e)	0	60	5.05±0.00 (a)	69.18±0.09 (a)
Sıcak Su (55 °C/ 25 dk)	50.00±0.02 (e)	0	52	5.15±0.00 (b)	70.29±0.06 (a)
O ₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm ³ / 10 dk)	99.00±0.03 (a)	84	16	5.00±0.00 (a)	67.20±0.08 (a)
O ₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm ³ / 30 dk)	99.00±0.03 (a)	84	16	5.00±0.00 (a)	79.95±0.05 (a)
O ₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm ³ / 60 dk)	99.00±0.03 (a)	84	16	5.02±0.00 (a)	65.71±0.11 (a)
O ₃ Ön Islatılmış Tohum (100 mg/ Nm ³ / 10 dk)	79.00±0.02 (d)	76	16	5.03±0.00 (a)	73.39±0.12 (a)
O ₃ Ön Islatılmış Tohum (100 mg/ Nm ³ / 30 dk)	82.00±0.05 (cd)	72	12	5.03±0.00 (a)	72.89±0.09 (a)
O ₃ Ön Islatılmış Tohum (100 mg/ Nm ³ / 60 dk)	84.00±0.04 (cd)	64	20	5.02±0.00 (a)	73.39±0.02 (a)
O ₃ Su (8 g/ Nm ³ / 10 dk)	94.00±0.06 (ab)	88	8	5.00±0.00 (a)	90.59±0.02 (a)
O ₃ Su (8 g/ Nm ³ / 30 dk)	93.00±0.01 (bc)	80	16	5.00±0.00 (a)	88.36±0.04 (a)
O ₃ Su (8 g/ Nm ³ / 60 dk)	87.00±0.02 (cd)	76	12	5.00±0.00 (a)	93.31±0.03 (a)
F değeri	19.533	-	-	3.776	1.015
df	15, 48	-	-	15, 48	14, 45
P<0.0001	0.000	-	-	0.000	0.456



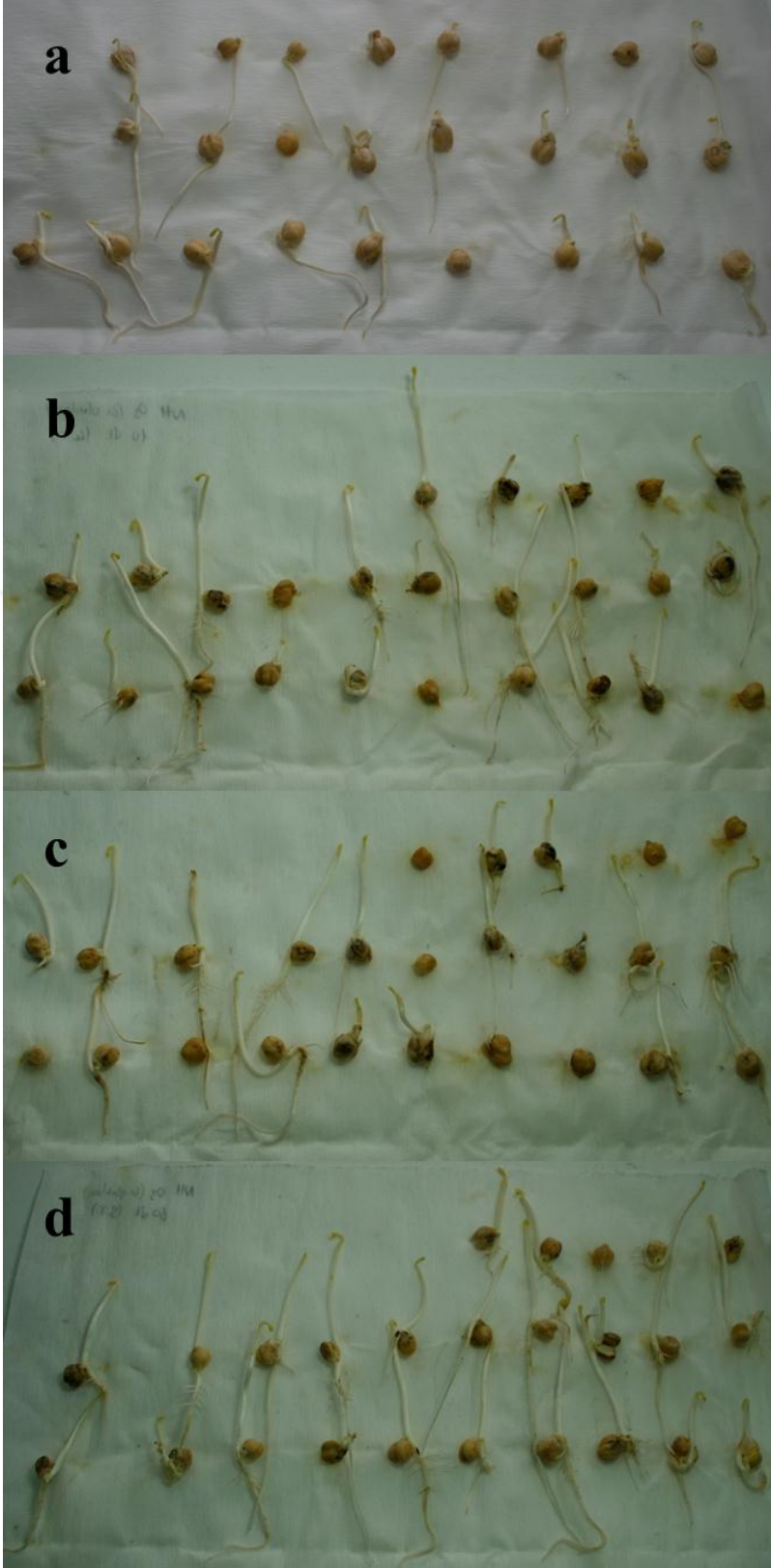
Şekil 4.25. Sıcak hava uygulanan BYMV ile bulaşık nohut tohum örnekleri a) Kontrol, b) Sıcak hava (60 °C/ 1 s), c) Sıcak hava (70 °C/ 1 s), d) Sıcak hava (80 °C/ 1 s).



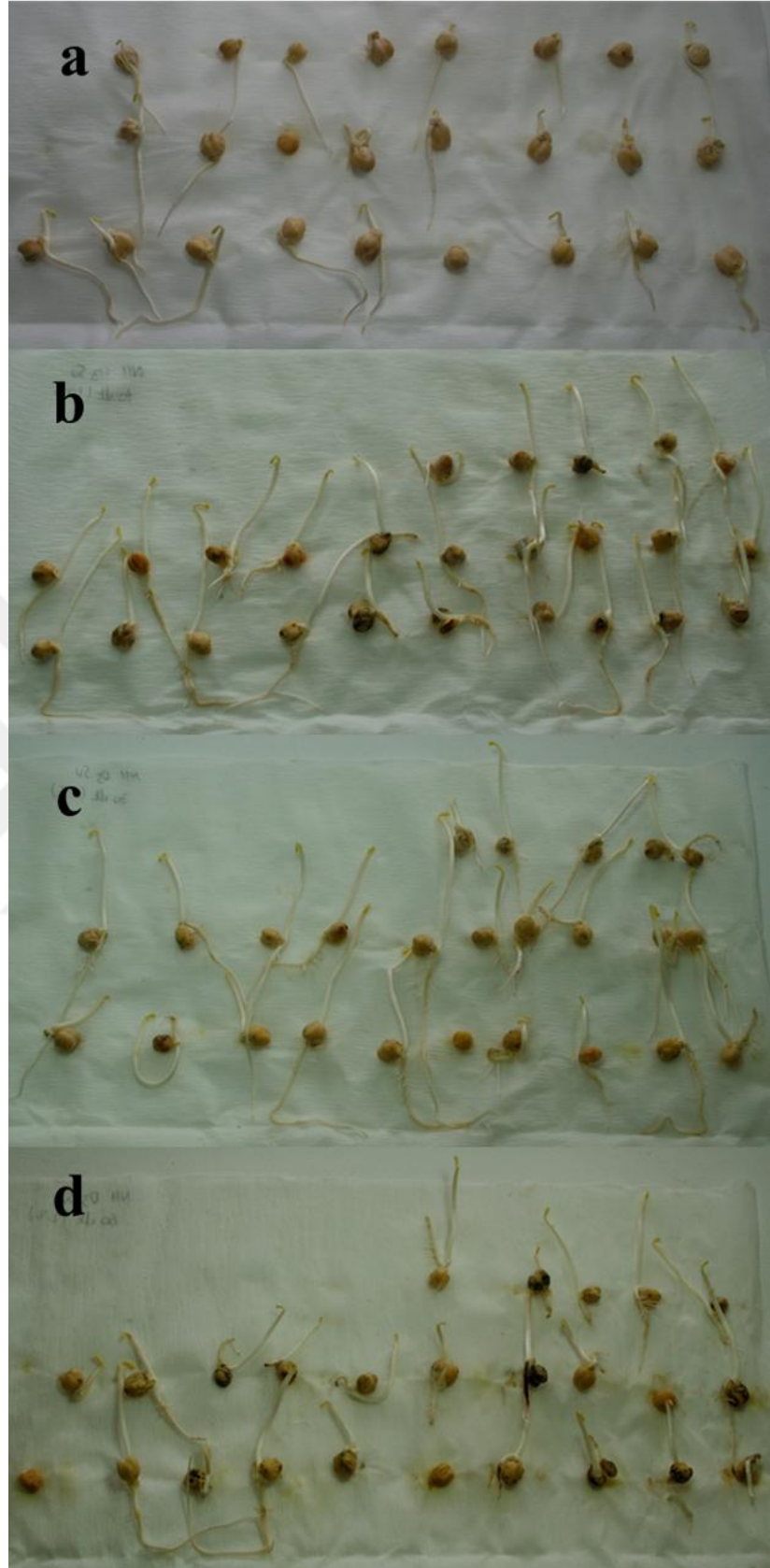
Şekil 4.26. Sıcak su uygulanan BYMV ile bulaşık nohut tohum örnekleri a) Kontrol, b) Sıcak su (55 °C/ 15 dk), c) Sıcak su (55 °C/ 20 dk), d) Sıcak su (55 °C/ 25 dk).



Şekil 4.27. O₃ (Kuru tohum) uygulanan BYMV ile bulaşık nohut tohum örnekleri a) Kontrol, b) O₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm³/ 10 dk), c) O₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm³/ 30 dk), d) O₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm³/ 60 dk).



Şekil 4.28. O₃ (Ön ıslatılmış tohum) uygulanan BYMV ile bulaşık nohut tohum örnekleri a) Kontrol, b) O₃ Ön İslatılmış Tohum (100 mg/ Nm³/ 10 dk), c) O₃ Ön İslatılmış Tohum (100 mg/ Nm³/ 30 dk), d) O₃ Ön İslatılmış Tohum (100 mg/ Nm³/ 60 dk).

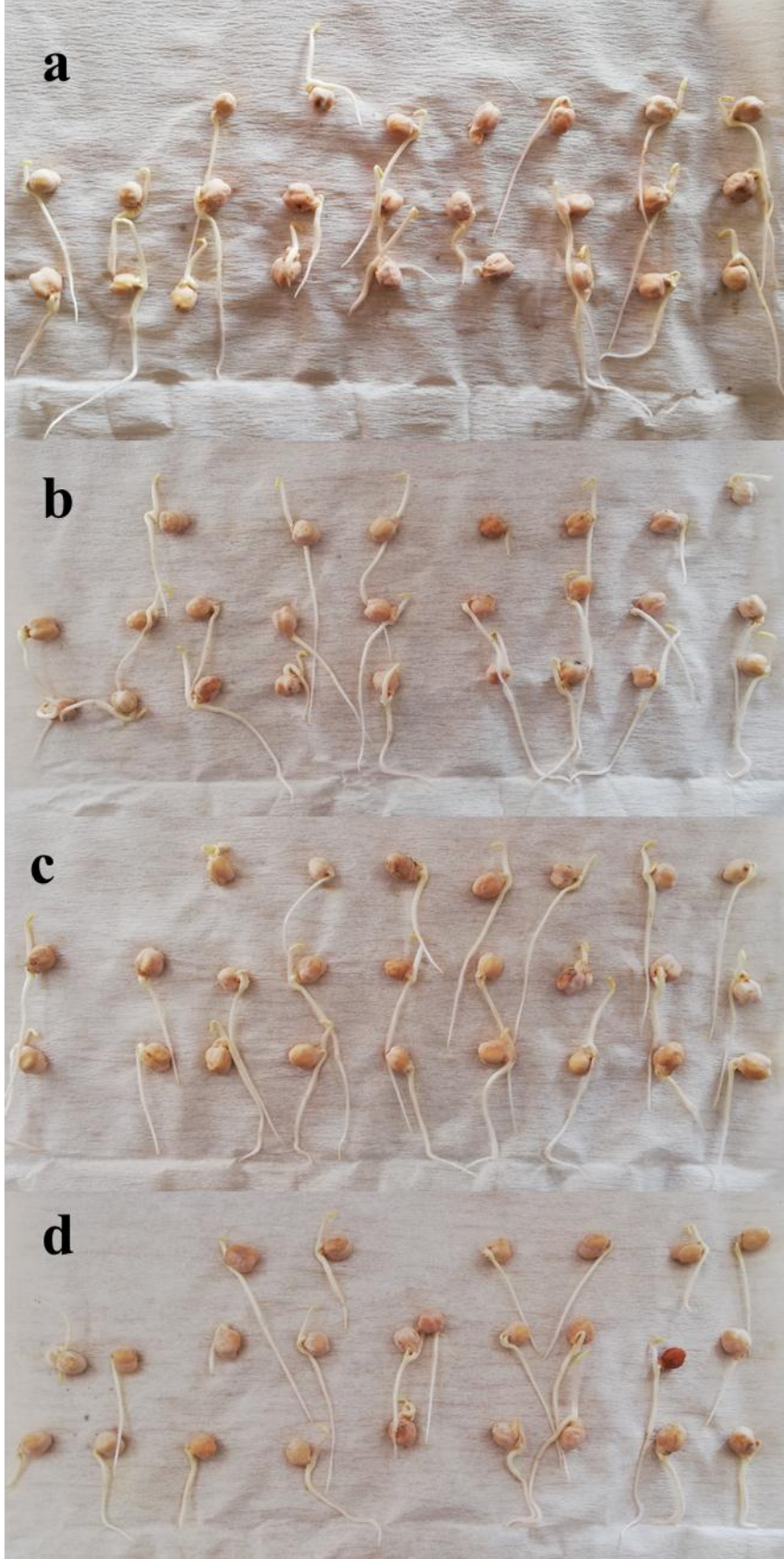


Şekil 4.29. O₃ su uygulanan BYMV ile bulaşık nohut tohum örnekleri a) Kontrol, b) O₃ su (8 g/ Nm³/ 10 dk), c) O₃ su (8 g/ Nm³/ 30 dk), d) O₃ su (8 g/ Nm³/ 60 dk).

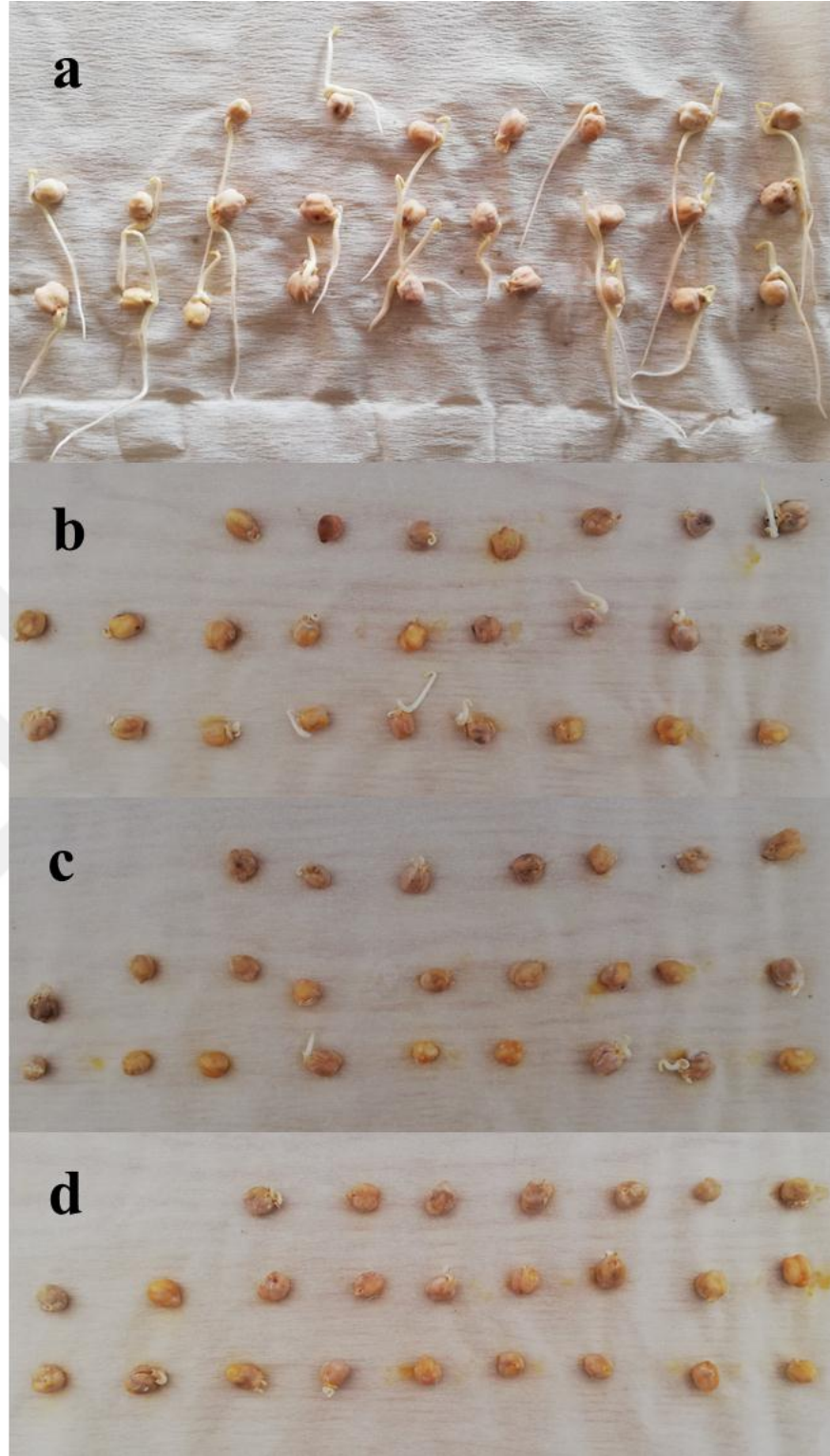
CMV ile bulaşık nohut tohum örneğine yapılan inaktifleştirme uygulamaları sonucunda, çimlenme oranları % 32-100 arasında değişkenlik göstermiştir. En yüksek çimlenme oranı % 100 ile sıcak hava (60 °C/ 1 s), sıcak hava (80 °C/ 1 s) ve O₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm³/ 10 dk) uygulanan tohumlarda belirlenirken, en düşük çimlenme oranı ise % 32 ile sıcak su (55 °C/ 25 dk) uygulanan tohumlarda belirlenmiştir. Çimlenen tohumlar incelendiğinde, ozon uygulanan tohumlar arasında anormal çimlenen tohum sayısı çok düşük olmuştur. Sıcak su uygulanan tohumlar ise düşük çimlenme göstermesinin yanında çimlenen tohumların tamamına yakını anormal şekilde çimlenmiştir. Ozon uygulanan tohumlar, kontrol ve diğer uygulamalara göre hem yüksek çimlenme oranı göstermiş hem de kotiledon ve radikula daha iyi gelişmiştir. Ozon uygulanan tohumlarda kararmalar meydana geldiği gözlenmiştir. Ortalama çimlenme süresi yönünden değerlendirildiğinde; 10, 30 ve 60 dk O₃ Su (8 g/ Nm³/ 10 dk), 10 ve 60 dk O₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm³) ve Sıcak Hava (60 °C/ 1 s) uygulanan tohumlar en kısa çimlenme süresine sahipken, sıcak su uygulanan tohumlar en uzun çimlenme süresine sahip olmuştur. Virüsün inaktifleştirilmesi amacıyla yapılan uygulamalar % 88.04-97.90 arasında etkili olmuştur. Uygulamalardan % 100 etkili olan uygulama bulunmasa da O₃ Su (8 g/ Nm³/ 60 dk) uygulaması % 97.90, O₃ su uygulaması (8 g/ Nm³/ 10 dk) % 97.05 ve Sıcak Hava (60 °C/ 1 s) uygulaması % 97.32 ile en etkili uygulamalar olurken, sıcak su (55 °C/ 15 dk) uygulaması % 88,04, O₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm³/ 60 dk) uygulaması % 89,24 ve O₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm³/ 10 dk) uygulaması % 89,71 ile en düşük etkili uygulamalar olmuştur. Uygulamalara göre çimlenme oranı ve çimlenme süreleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunurken ($F_{Ç.O.}=28.163$, $df=15, 48$, $P<0.0001$; $F_{Ç.S.}=49.539$, $df=15, 48$, $P<0.0001$), yüzde etki değerleri arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır ($F_{Y.E.}=1.088$, $df=14, 45$, $P=0.394$) (Tablo 4.13) (Şekil 4.30-34).

Tablo 4.13. CMV ile bulaşık nohut tohum örneğinin inaktifleştirme uygulamaları sonuçları.

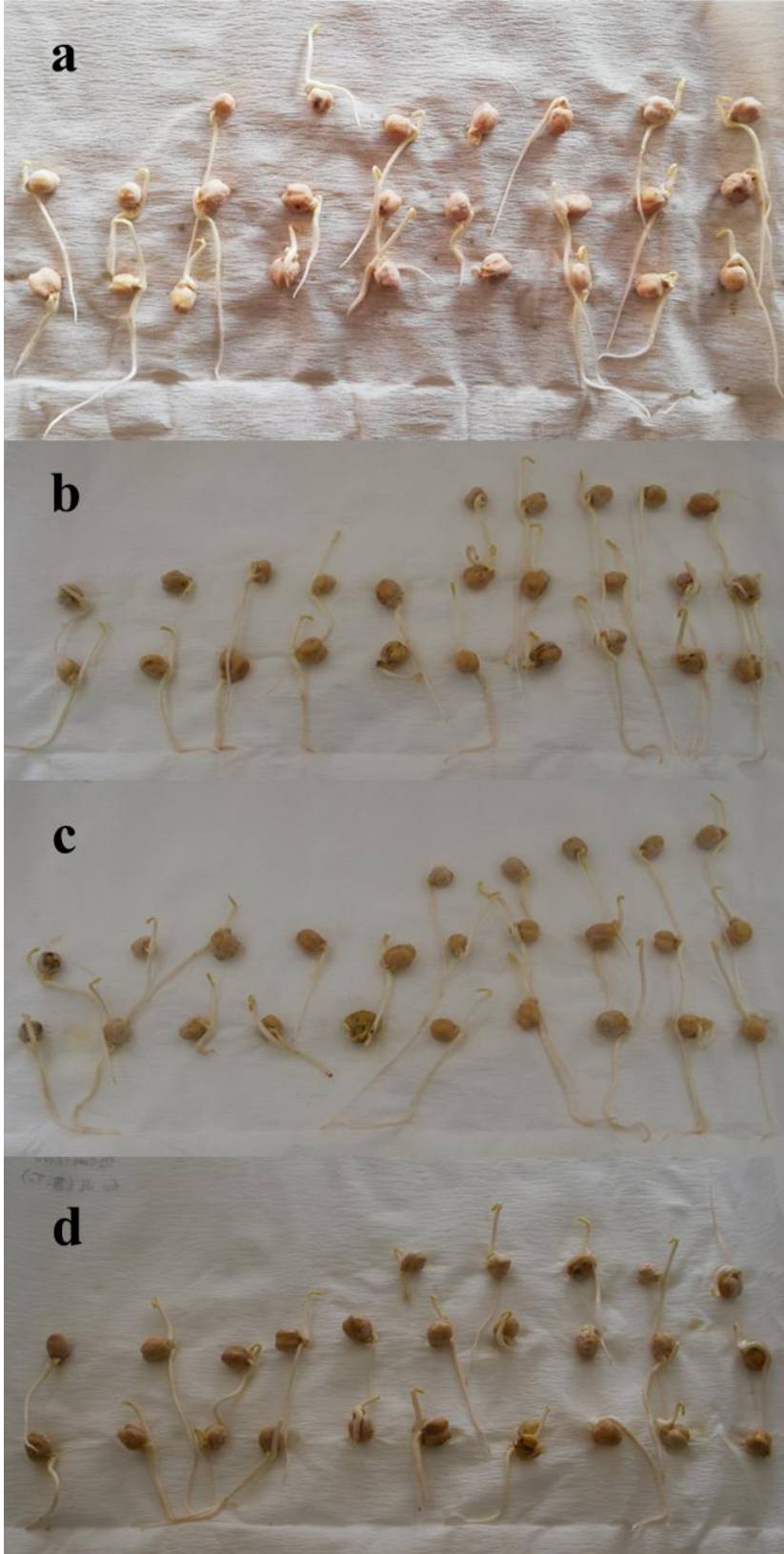
Uygulama Adı	Çimlenme Oranı (%)	Normal Çimlenen (%)	Anormal Çimlenen (%)	Ortalama Çimlenme Süresi (Gün)	Yüzde Etki (%)
Kontrol	98.00±0.04 (ab)	80	20	5.04±0.04 (a)	-
Sıcak Hava (60 °C/ 1 s)	100.00±0.00 (a)	80	20	5.00±0.02 (a)	97.32±0.02 (a)
Sıcak Hava (70 °C/ 1 s)	99.00±0.03 (ab)	68	32	5.01±0.02 (a)	94.33±0.01 (a)
Sıcak Hava (80 °C/ 1 s)	100.00±0.00 (a)	64	36	5.01±0.02 (a)	92.89±0.01 (a)
Sıcak Su (55 °C/ 15 dk)	57.00±0.02 (c)	4	56	5.25±0.09 (b)	88.04±0.05 (a)
Sıcak Su (55 °C/ 20 dk)	56.00±0.03 (c)	4	56	5.14±0.09 (b)	90.33±0.05 (a)
Sıcak Su (55 °C/ 25 dk)	32.00±0.03 (d)	0	32	5.37±0.00 (c)	90.68±0.03 (a)
O ₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm ³ / 10 dk)	100.00±0.00 (a)	84	16	5.00±0.01 (a)	89.71±0.04 (a)
O ₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm ³ / 30 dk)	98.00±0.03 (ab)	84	16	5.01±0.01 (a)	93.71±0.03 (a)
O ₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm ³ / 60 dk)	98.00±0.03 (ab)	80	20	5.00±0.02 (a)	89.24±0.05 (a)
O ₃ Ön Islatılmış Tohum (100 mg/ Nm ³ / 10 dk)	98.00±0.03 (ab)	76	20	5.02±0.01 (a)	91.65±0.06 (a)
O ₃ Ön Islatılmış Tohum (100 mg/ Nm ³ / 30 dk)	95.00±0.05 (ab)	64	32	5.01±0.02 (a)	91.49±0.04 (a)
O ₃ Ön Islatılmış Tohum (100 mg/ Nm ³ / 60 dk)	95.00±0.04 (b)	76	20	5.01±0.03 (a)	91.65±0.01 (a)
O ₃ Su (8 g/ Nm ³ / 10 dk)	98.00±0.04 (ab)	80	20	5.00±0.02 (a)	97.05±0.01 (a)
O ₃ Su (8 g/ Nm ³ / 30 dk)	97.00±0.04 (ab)	76	20	5.00±0.05 (a)	96.35±0.02 (a)
O ₃ Su (8 g/ Nm ³ / 60 dk)	99.00±0.03 (ab)	76	24	5.00±0.04 (a)	97.90±0.02 (a)
F değeri	28.163	-	-	49.539	1.088
df	15, 48	-	-	15, 48	14, 45
P<0.0001	0.000	-	-	0.000	0.394



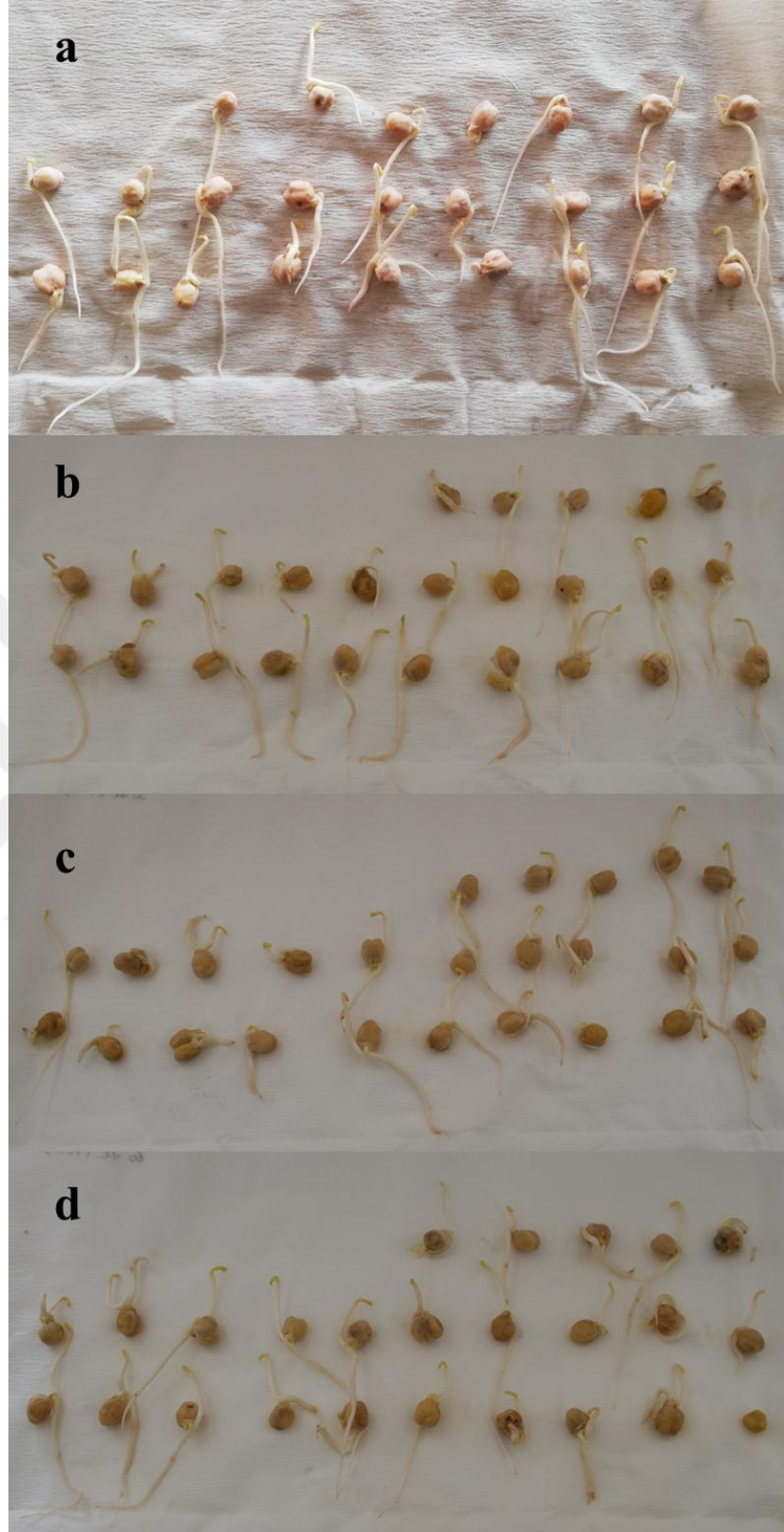
Şekil 4.30. Sıcak hava uygulanan CMV ile bulaşık nohut tohum örnekleri, a) Kontrol, b) Sıcak hava (60 °C/ 1 s), c) Sıcak hava (70 °C/ 1 s), d) Sıcak hava (80 °C/ 1 s).



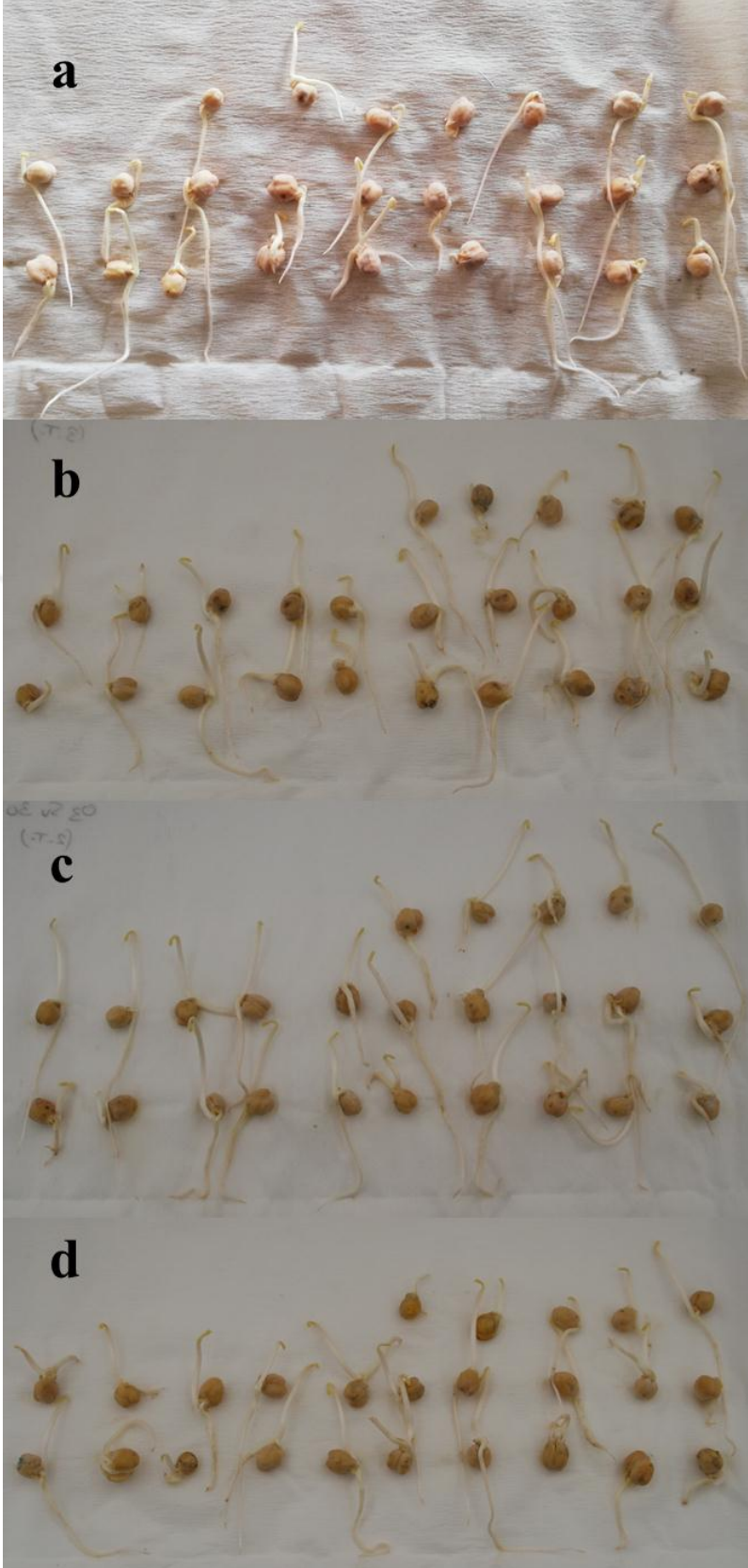
Şekil 4.31. Sıcak su uygulanan CMV ile bulaşık nohut tohum örnekleri a) Kontrol, b) Sıcak su (55 °C/ 15 dk), c) Sıcak su (55 °C/ 20 dk), d) Sıcak su (55 °C/ 25 dk).



Şekil 4.32. O₃ (Kuru tohum) uygulanan CMV ile bulaşık nohut tohum örnekleri a) Kontrol, b) O₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm³/ 10 dk), c) O₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm³/ 30 dk), d) O₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm³/ 60 dk).



Şekil 4.33. O₃ (Ön ıslatılmış tohum) uygulanan CMV ile bulaşık nohut tohum örnekleri a) Kontrol, b) O₃ Ön Islatılmış Tohum (100 mg/ Nm³/ 10 dk), c) O₃ Ön Islatılmış Tohum (100 mg/ Nm³/ 30 dk), d) O₃ Ön Islatılmış Tohum (100 mg/ Nm³/ 60 dk).

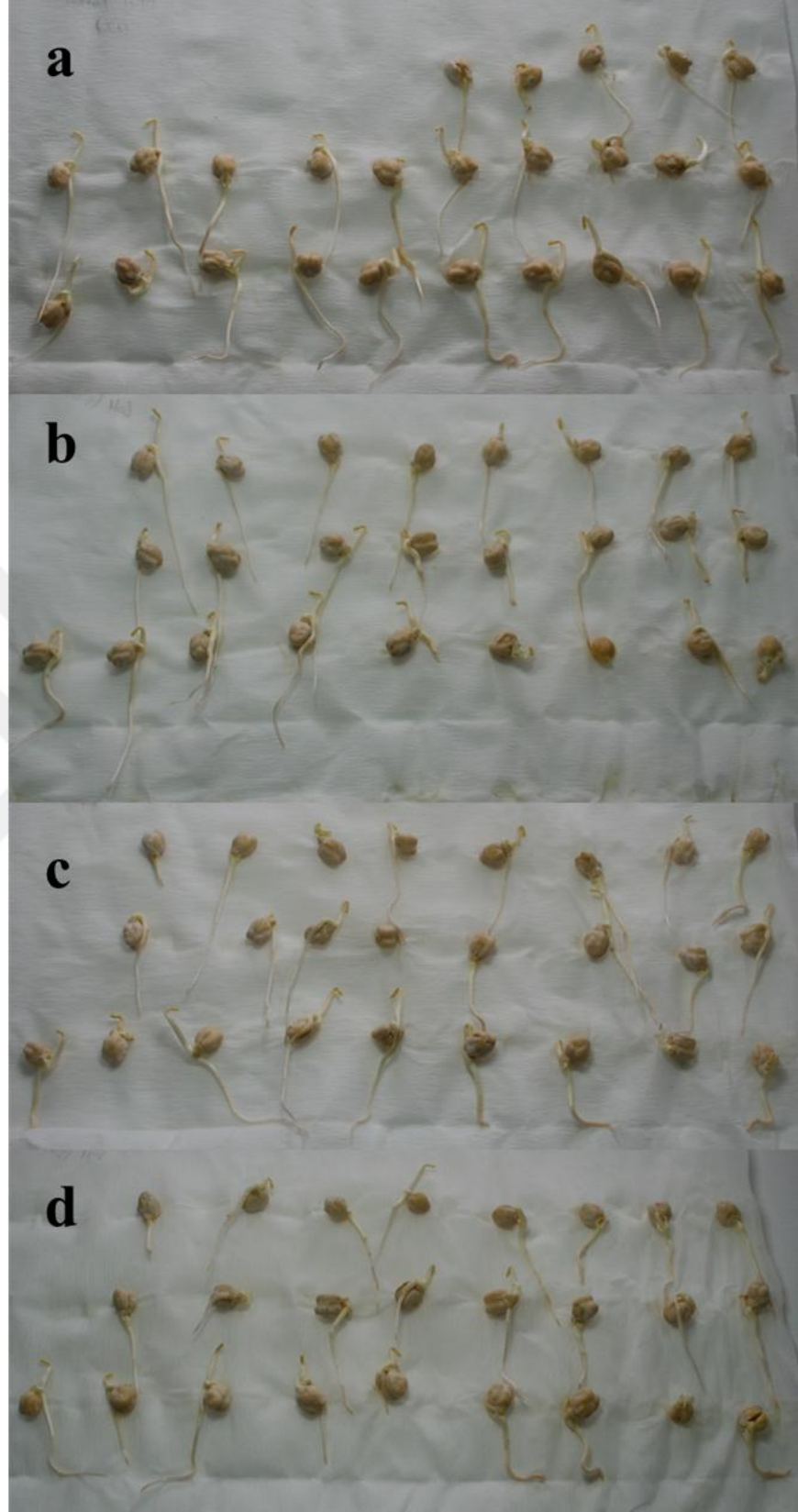


Şekil 4.34. O₃ su uygulanan CMV ile bulaşık nohut tohum örnekleri a) Kontrol, b) O₃ su (8 g/ Nm³/ 10 dk), c) O₃ su (8 g/ Nm³/ 30 dk), d) O₃ su (8 g/ Nm³/ 60 dk).

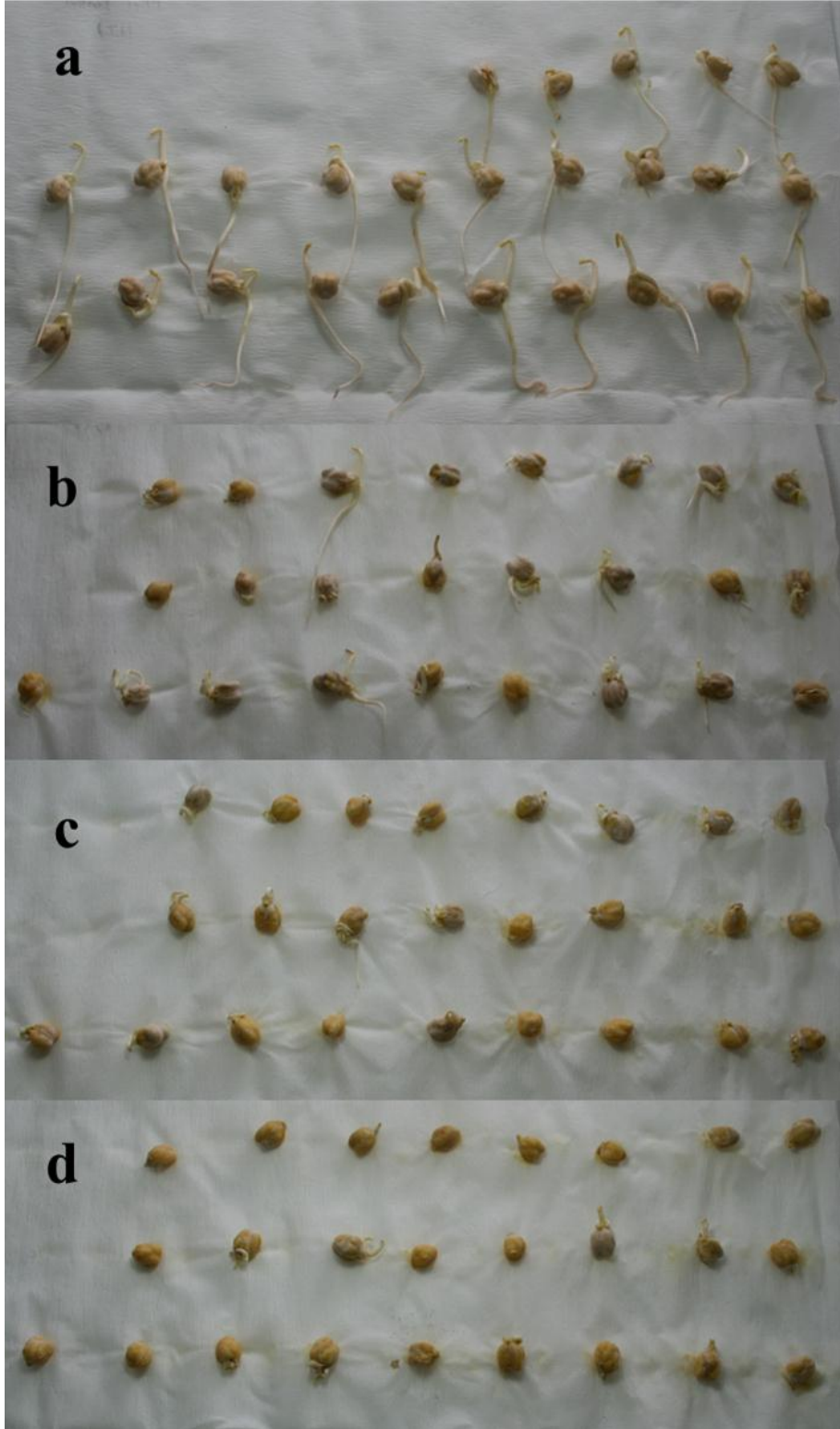
PSbMV ile bulaşık nohut tohum örneğine yapılan inaktifleştirme uygulamaları sonucunda, çimlenme oranları % 66-100 arasında değişkenlik göstermiştir. En yüksek çimlenme oranı % 100 ile sıcak hava (60 °C/ 1 s), sıcak hava (70 °C/ 1 s), sıcak hava (80 °C/ 1 s), O₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm³/ 60 dk), O₃ Ön Islatılmış Tohum (100 mg/ Nm³/ 60 dk), O₃ Su (8 g/ Nm³/ 30 dk) ve O₃ Su (8 g/ Nm³/ 60 dk) uygulanan tohumlarda belirlenirken, en düşük çimlenme oranı ise % 66 ile sıcak su (55 °C/ 25 dk) uygulanan tohumlarda belirlenmiştir. Çimlenen tohumlar incelendiğinde; sıcak su uygulamaları dışındaki uygulamalarda tohumlar hem yüksek oranda çimlenme göstermiş hem de düşük oranda anormal çimlenme elde edilmiştir. Sıcak su uygulanan tohumlar ise düşük çimlenme göstermesinin yanı sıra çimlenen tohumların tümü anormal şekilde çimlenmiştir. Ozon uygulanan tohumlardan bazılarının kabuklarında kararmalar meydana geldiği, ancak kotiledon ve radikula gelişiminin daha iyi olduğu gözlenmiştir. Ortalama çimlenme süresi yönünden değerlendirildiğinde; Sıcak Hava (70 °C/ 1 s), Sıcak Hava (80 °C/ 1 s), O₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm³/ 10 dk), O₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm³/ 60 dk), O₃ Ön Islatılmış Tohum (100 mg/ Nm³/ 30 dk), O₃ Su (8 g/ Nm³/ 10 dk), O₃ Su (8 g/ Nm³/ 30 dk) ve O₃ Su (8 g/ Nm³/ 60 dk) uygulanan tohumlar en kısa çimlenme süresine sahipken, sıcak su uygulanan tohumlar en uzun çimlenme süresine sahip olmuştur. Virüsün inaktifleştirilmesi amacıyla yapılan uygulamalar % 70.47-100.00 arasında etkili olmuştur. Ozon uygulamalarının tümü % 100.00 ile en etkili uygulamalar olurken, Sıcak Hava (80 °C/ 1 s) uygulaması % 70.47 ile en düşük etkili uygulama olmuştur. İstatistiksel olarak uygulamalara göre çimlenme oranları ortalamaları ($F_{Ç.O.}=17.409$, $df=15, 48$, $P<0.0001$) ve yüzde etki değerleri ($F_{Y.E.}=5.241$, $df=14, 45$, $P<0.0001$) arasındaki farklar önemli bulunurken, çimlenme süreleri ortalamaları arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır ($F_{Ç.S.}=1.795$, $df=15, 48$, $P=0.064$) (Tablo 4.14) (Şekil 4.35-39).

Tablo 4.14. PSbMV ile bulaşık nohut tohum örneğinin inaktifleştirme uygulamaları sonuçları.

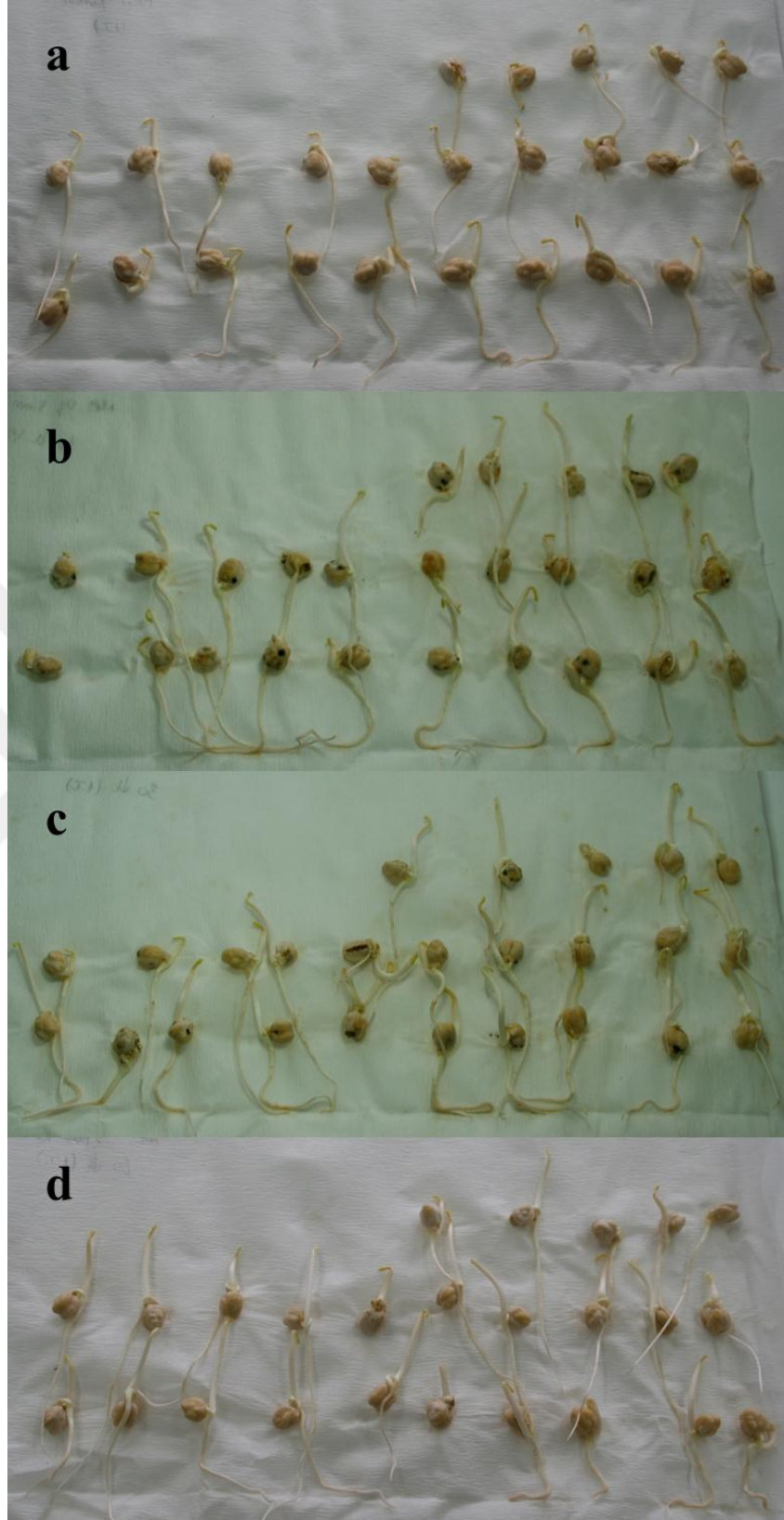
Uygulama Adı	Çimlenme Oranı (%)	Normal Çimlenen (%)	Anormal Çimlenen (%)	Ortalama Çimlenme Süresi (Gün)	Yüzde Etki (%)
Kontrol	100.00±0.00 (a)	92	8	5.01±0.00 (a)	-
Sıcak Hava (60 °C/ 1 s)	100.00±0.00 (a)	88	12	5.02±0.00 (a)	89.76±0.08 (ab)
Sıcak Hava (70 °C/ 1 s)	100.00±0.00 (a)	88	12	5.00±0.00 (a)	87.04±0.09 (ab)
Sıcak Hava (80 °C/ 1 s)	100.00±0.00 (a)	84	16	5.00±0.00 (a)	70.47±0.07 (c)
Sıcak Su (55 °C/ 15 dk)	94.00±0.04 (b)	4	88	5.03±0.00 (ab)	90.85±0.03 (b)
Sıcak Su (55 °C/ 20 dk)	84.00±0.03 (c)	0	84	5.02±0.00 (a)	87.32±0.07 (b)
Sıcak Su (55 °C/ 25 dk)	66.00±0.03 (d)	0	68	5.05±0.00 (b)	85.33±0.08 (b)
O ₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm ³ / 10 dk)	99.00±0.03 (a)	80	20	5.00±0.00 (ab)	100.00±0.00 (a)
O ₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm ³ / 30 dk)	98.00±0.03 (ab)	84	12	5.02±0.00 (a)	100.00±0.00 (a)
O ₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm ³ / 60 dk)	100.00±0.00 (a)	80	20	5.00±0.00 (a)	100.00±0.00 (a)
O ₃ Ön Islatılmış Tohum (100 mg/ Nm ³ / 10 dk)	99.00±0.03 (a)	88	12	5.03±0.00 (ab)	100.00±0.00 (a)
O ₃ Ön Islatılmış Tohum (100 mg/ Nm ³ / 30 dk)	99.00±0.03 (a)	88	12	5.00±0.00 (a)	100.00±0.00 (a)
O ₃ Ön Islatılmış Tohum (100 mg/ Nm ³ / 60 dk)	100.00±0.00 (a)	80	20	5.03±0.00 (ab)	100.00±0.00 (a)
O ₃ Su (8 g/ Nm ³ / 10 dk)	97.00±0.04 (ab)	88	12	5.00±0.00 (a)	100.00±0.00 (a)
O ₃ Su (8 g/ Nm ³ / 30 dk)	100.00±0.00 (a)	88	12	5.00±0.00 (a)	100.00±0.00 (a)
O ₃ Su (8 g/ Nm ³ / 60 dk)	100.00±0.00 (a)	80	20	5.00±0.00 (a)	100.00±0.00 (a)
F değeri	17.409	-	-	1.795	5.241
df	15, 48	-	-	15, 48	14, 45
P<0.0001	0.000	-	-	0.064	0.000



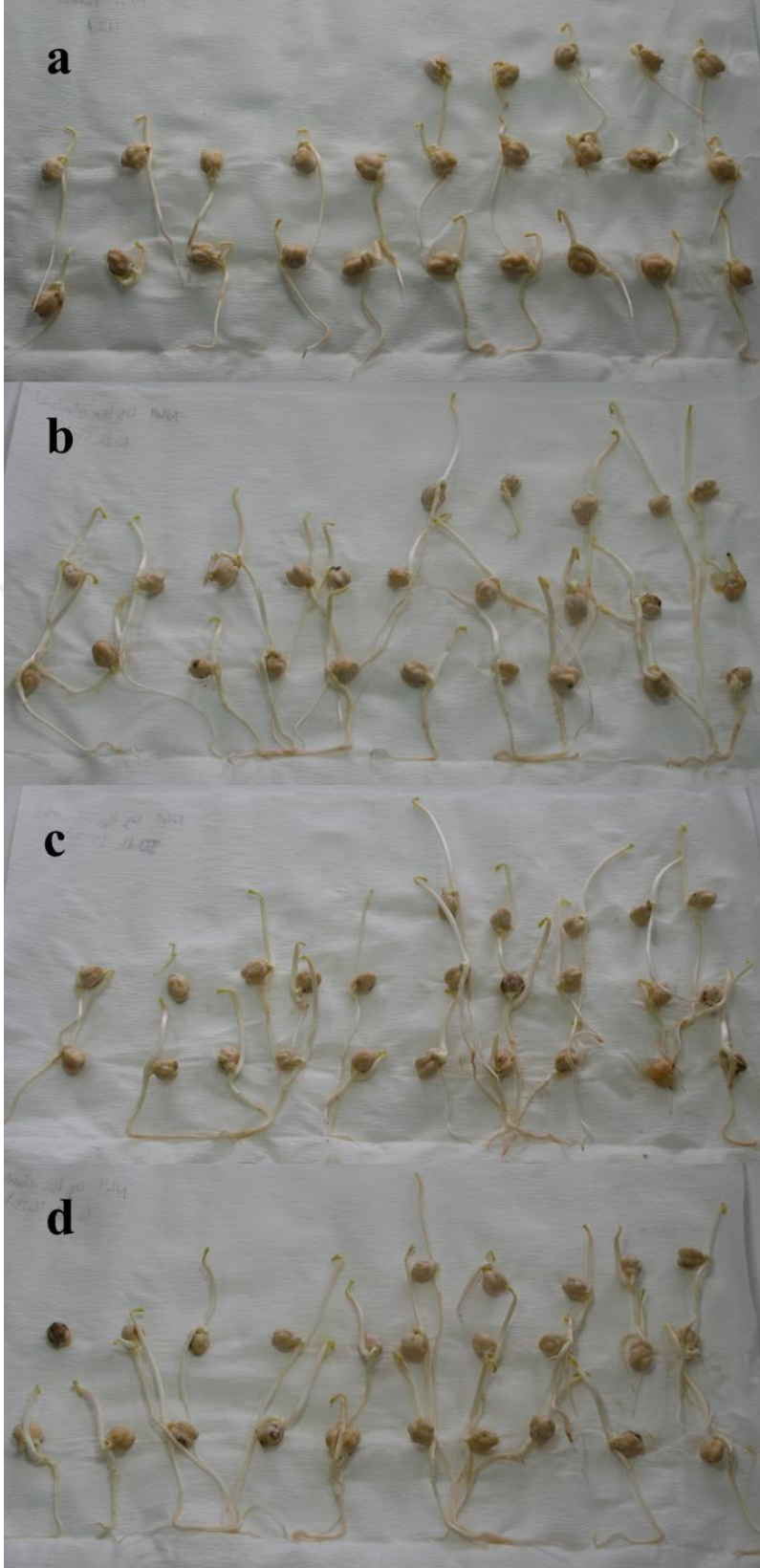
Şekil 4.35. Sıcak hava uygulanan PSbMV ile bulaşık nohut tohum örnekleri a) Kontrol, b) Sıcak hava (60 °C/ 1 s), c) Sıcak hava (70 °C/ 1 s), d) Sıcak hava (80 °C/ 1 s).



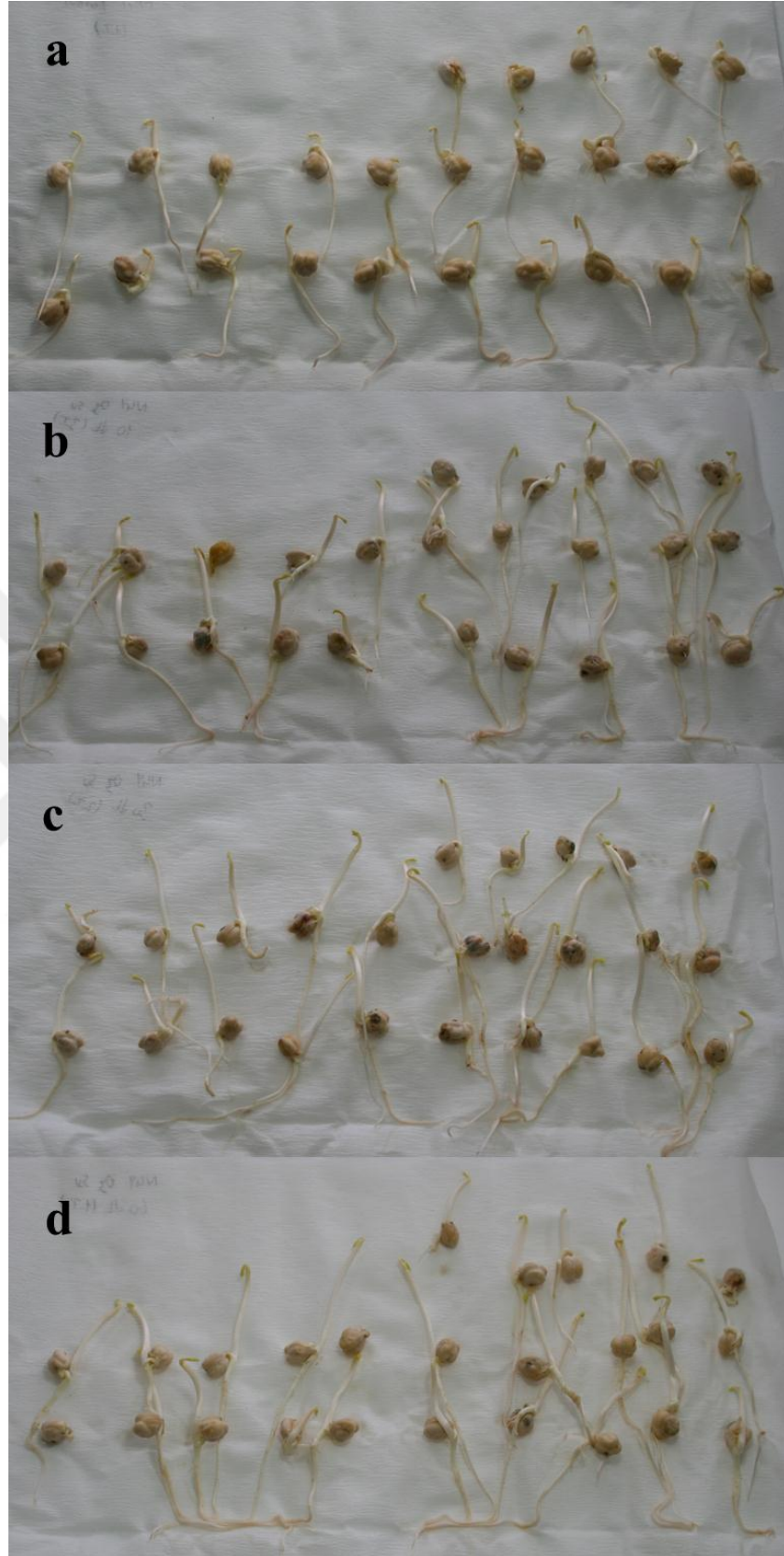
Şekil 4.36. Sıcak su uygulanan PSbMV ile bulaşık nohut tohum örnekleri a) Kontrol, b) Sıcak su (55 °C/ 15 dk), c) Sıcak su (55 °C/ 20 dk), d) Sıcak su (55 °C/ 25 dk).



Şekil 4.37. O₃ (Kuru tohum) uygulanan PSbMV ile bulaşık nohut tohum örnekleri a) Kontrol, b) O₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm³/ 10 dk), c) O₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm³/ 30 dk), d) O₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm³/ 60 dk).



Şekil 4.38. O₃ (Ön ıslatılmış tohum) uygulanan PSbMV ile bulaşık nohut tohum örnekleri a) Kontrol, b) O₃ Ön İslatılmış Tohum (100 mg/ Nm³/ 10 dk), c) O₃ Ön İslatılmış Tohum (100 mg/ Nm³/ 30 dk), d) O₃ Ön İslatılmış Tohum (100 mg/ Nm³/ 60 dk).

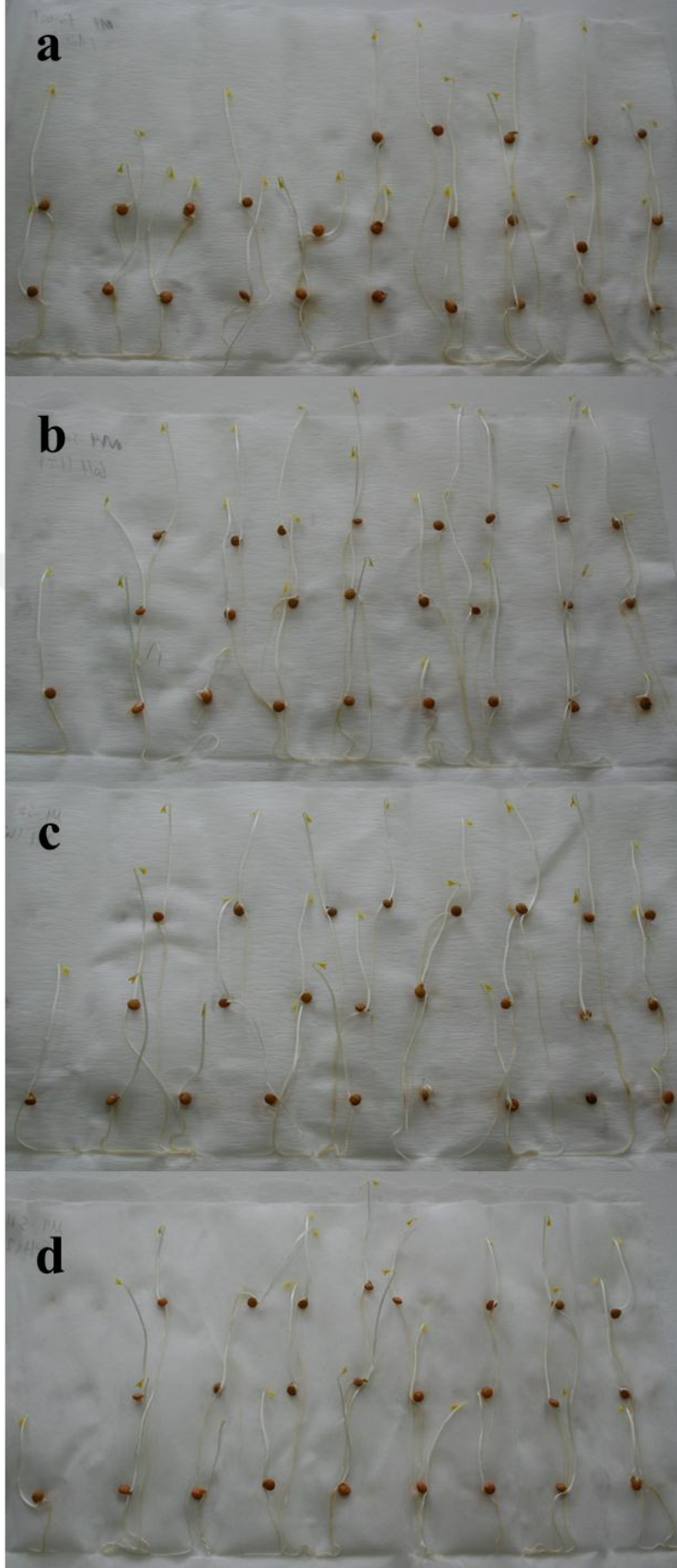


Şekil 4.39. O₃ su uygulanan PSbMV ile bulaşık nohut tohum örnekleri a) Kontrol, b) O₃ su (8 g/ Nm³/ 10 dk), c) O₃ su (8 g/ Nm³/ 30 dk), d) O₃ su (8 g/ Nm³/ 60 dk).

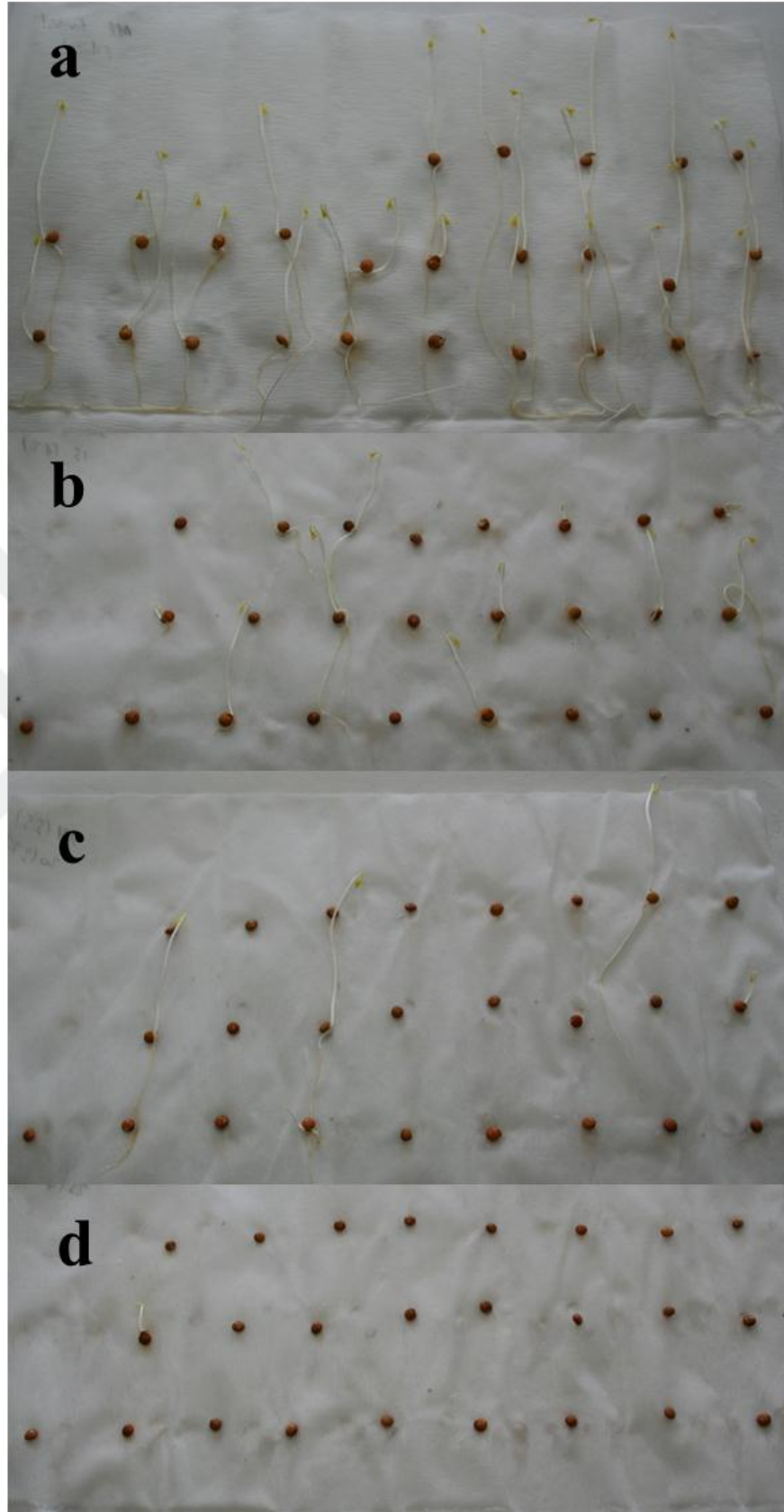
BYMV ile bulaşık mercimek tohum örneğine yapılan inaktifleştirme uygulamaları sonucunda, çimlenme oranları % 6-100 arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek çimlenme oranı % 100 ile O₃ Su (8 g/ Nm³/ 60 dk) uygulanan tohumlarda belirlenirken, en düşük çimlenme oranı ise % 6 ile sıcak su (55 °C/ 25 dk) uygulanan tohumlarda belirlenmiştir. Çimlenen tohumlar incelendiğinde; sıcak su uygulamaları dışındaki uygulamalarda tohumlar hem yüksek oranda çimlenme göstermiş hem de düşük oranda anormal çimlenme elde edilmiştir. Sıcak su uygulanan tohumlar ise düşük çimlenme göstermesinin yanı sıra çimlenen tohumların çoğu anormal şekilde çimlenmiştir. Ozon uygulanan tohumlarda kotiledon ve radikula gelişiminin daha iyi olduğu gözlenmiştir. Ortalama çimlenme süresi yönünden değerlendirildiğinde; Sıcak Hava (60 °C/ 1 s), Sıcak Hava (70 °C/ 1 s), O₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm³/ 10 dk), O₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm³/ 60 dk), O₃ Ön Islatılmış Tohum (100 mg/ Nm³/ 10 dk), O₃ Ön Islatılmış Tohum (100 mg/ Nm³/ 30 dk), O₃ Ön Islatılmış Tohum (100 mg/ Nm³/ 60 dk) ve O₃ Su (8 g/ Nm³/ 10 dk) uygulanan tohumlar en kısa çimlenme süresine sahipken, sıcak su uygulanan tohumlar en uzun çimlenme süresine sahip olmuştur. Virüsün inaktifleştirilmesi amacıyla yapılan uygulamalar % 72.12-100.00 arasında etkili olmuştur. O₃ Ön Islatılmış Tohum (100 mg/ Nm³/ 60 dk), O₃ Su (8 g/ Nm³/ 10 dk), O₃ Su (8 g/ Nm³/ 30 dk) ve O₃ Su (8 g/ Nm³/ 60 dk) uygulamaları % 100 ile en etkili uygulamalar olurken, Sıcak Su (55 °C/ 25 dk) uygulaması % 72.12, sıcak hava (70 °C/ 1 s) uygulaması % 75.99 ve Sıcak Su (55 °C/ 15 dk) uygulaması % 79.44 ile en düşük etkili uygulamalar olmuştur. İstatistiksel olarak uygulamalara göre çimlenme oranı ortalamaları, çimlenme süresi ve yüzde etki değerleri ortalamaları arasındaki farklar önemli bulunmuştur (F_{Ç.O.} =33.019, df=15, 48, P<0.0001; F_{Ç.S.} =7.507, df=15, 48, P<0.0001; F_{Y.E.} =7.023, df=14, 45, P<0.0001) (Tablo 4.15) (Şekil 4.40-44).

Tablo 4.15. BYMV ile bulaşık mercimek tohum örneğinin inaktifleştirme uygulamaları sonuçları.

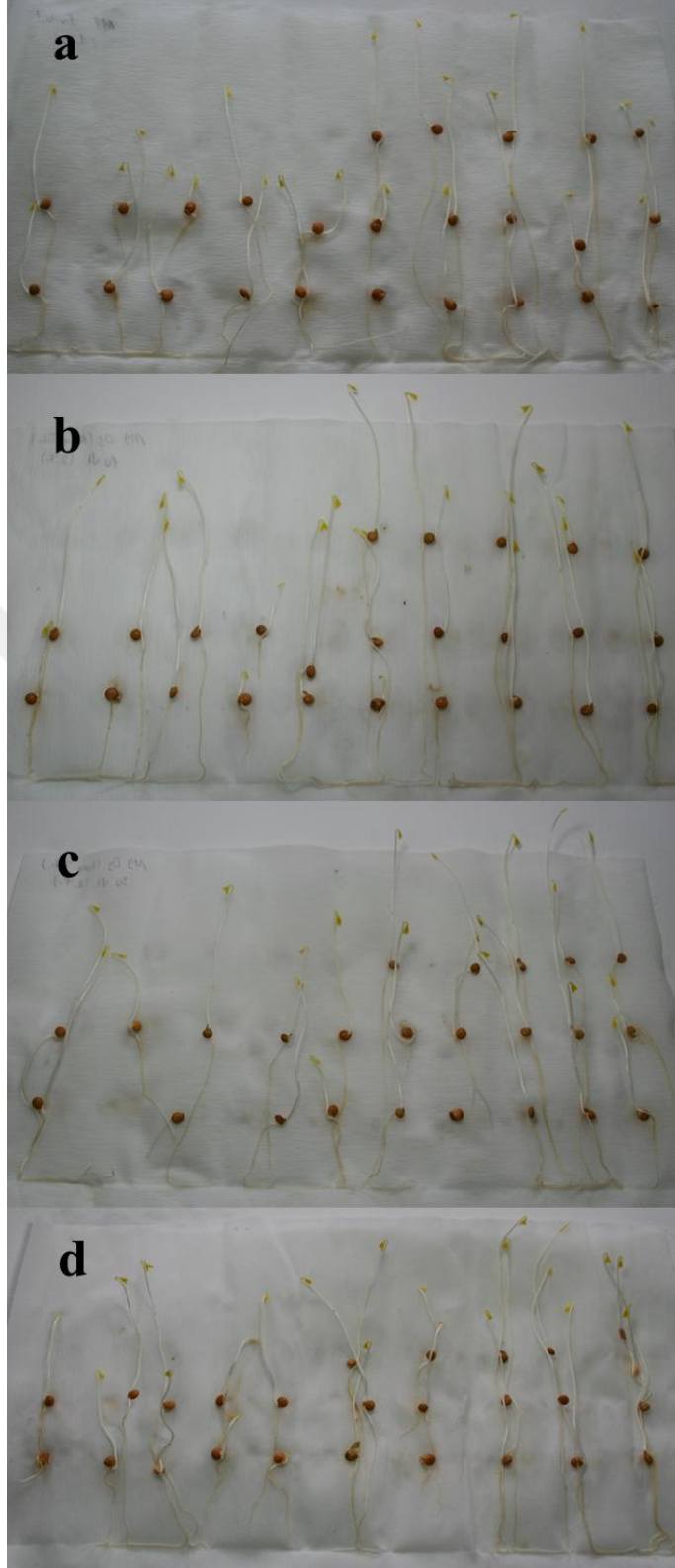
Uygulama Adı	Çimlenme Oranı (%)	Normal Çimlenen (%)	Anormal Çimlenen (%)	Ortalama Çimlenme Süresi (Gün)	Yüzde Etki (%)
Kontrol	100.00±0.00 (a)	96	4	5.03±0.00 (a)	-
Sıcak Hava (60 °C/ 1 s)	99.00±0.03 (a)	96	4	5.00±0.00 (a)	86.68±0.04 (cd)
Sıcak Hava (70 °C/ 1 s)	98.00±0.03 (a)	96	4	5.00±0.00 (a)	75.99±0.02 (d)
Sıcak Hava (80 °C/ 1 s)	99.00±0.03 (a)	96	4	5.02±0.00 (a)	81.91±0.04 (cd)
Sıcak Su (55 °C/ 15 dk)	59.00±0.09 (b)	32	28	5.24±0.00 (a)	79.44±0.02 (d)
Sıcak Su (55 °C/ 20 dk)	27.00±0.03 (c)	12	16	6.53±0.02 (b)	80.18±0.03 (cd)
Sıcak Su (55 °C/ 25 dk)	6.00±0.04 (d)	0	4	6.70±0.05 (b)	72.12±0.08 (d)
O ₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm ³ / 10 dk)	99.00±0.03 (a)	88	12	5.00±0.00 (a)	94.41±0.03 (abc)
O ₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm ³ / 30 dk)	99.00±0.03 (a)	88	12	5.02±0.00 (a)	98.19±0.03 (ab)
O ₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm ³ / 60 dk)	97.00±0.04 (a)	92	8	5.00±0.00 (a)	97.94±0.04 (ab)
O ₃ Ön Islatılmış Tohum (100 mg/ Nm ³ / 10 dk)	96.00±0.05 (a)	92	4	5.00±0.00 (a)	98.68±0.03 (a)
O ₃ Ön Islatılmış Tohum (100 mg/ Nm ³ / 30 dk)	98.00±0.03 (a)	92	8	5.00±0.00 (a)	81.83±0.12 (bcd)
O ₃ Ön Islatılmış Tohum (100 mg/ Nm ³ / 60 dk)	96.00±0.05 (a)	88	12	5.00±0.00 (a)	100.00±0.00 (a)
O ₃ Su (8 g/ Nm ³ / 10 dk)	99.00±0.03 (a)	100	0	5.00±0.00 (a)	100.00±0.00 (a)
O ₃ Su (8 g/ Nm ³ / 30 dk)	98.00±0.04 (a)	96	4	5.03±0.00 (a)	100.00±0.00 (a)
O ₃ Su (8 g/ Nm ³ / 60 dk)	100.00±0.00 (a)	92	8	5.03±0.00 (a)	100.00±0.00 (a)
F değeri	33.019	-	-	7.507	7.023
df	15, 48	-	-	15, 48	14, 45
P<0.0001	0.000	-	-	0.000	0.000



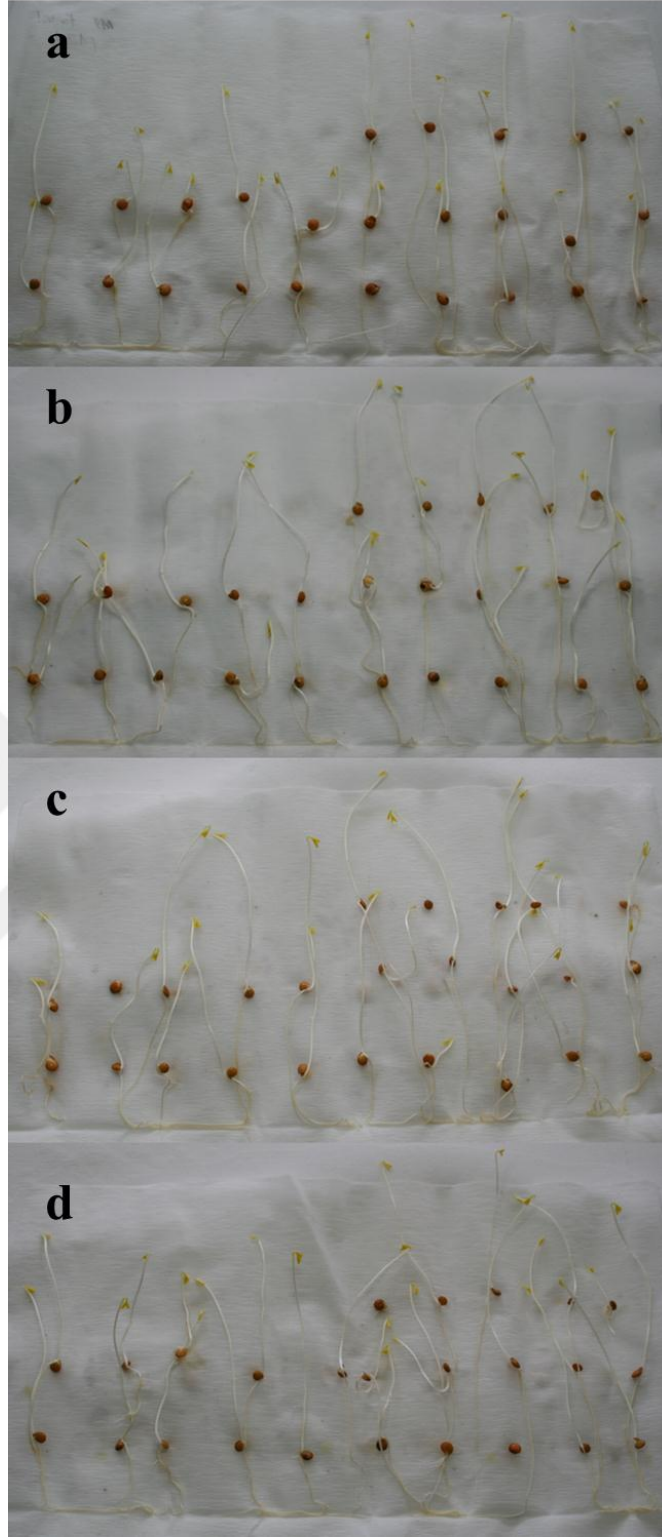
Şekil 4.40. Sıcak hava uygulanan BYMV ile bulaşık mercimek tohum örnekleri a) Kontrol, b) Sıcak hava (60 °C/ 1 s), c) Sıcak hava (70 °C/ 1 s), d) Sıcak hava (80 °C/ 1 s).



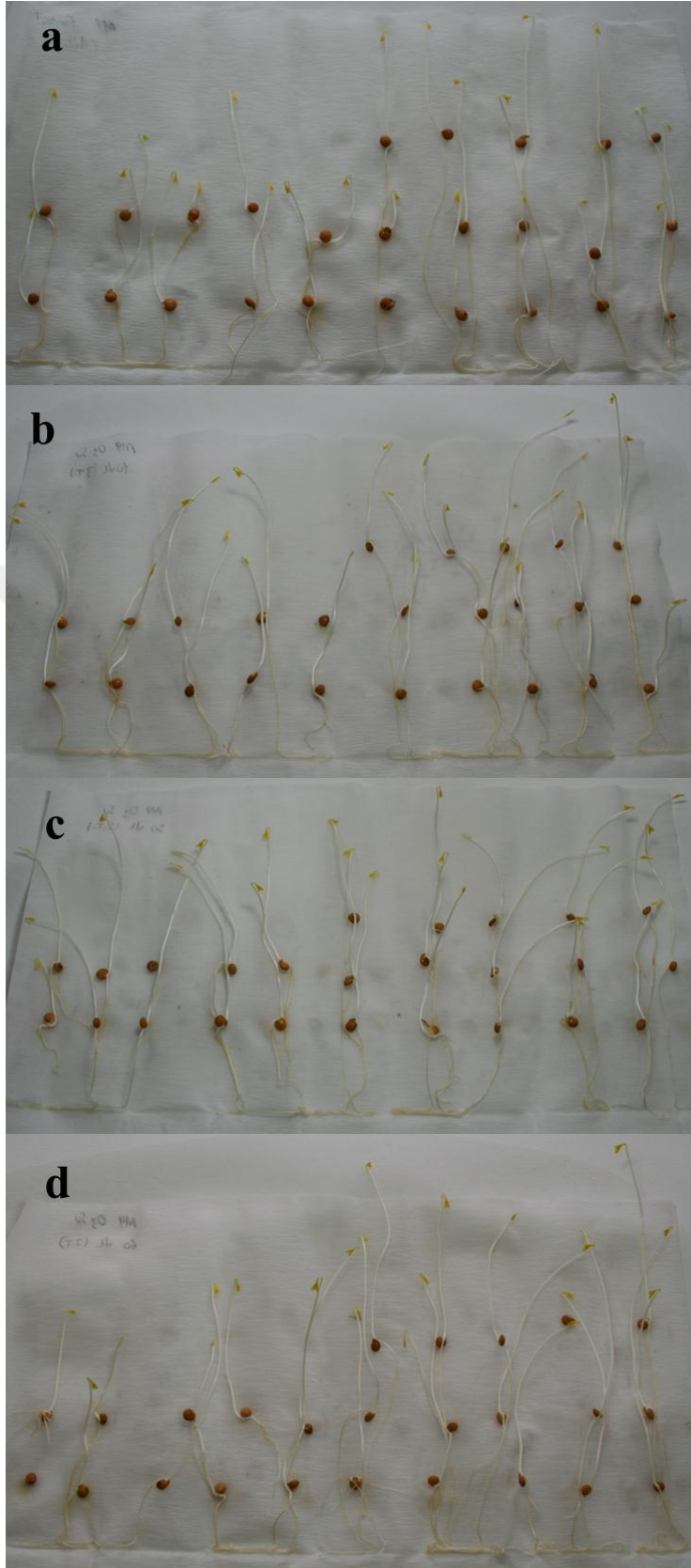
Şekil 4.41. Sıcak su uygulanan BYMV ile bulaşık mercimek tohum örnekleri a) Kontrol, b) Sıcak su (55 °C/ 15 dk), c) Sıcak su (55 °C/ 20 dk), d) Sıcak su (55 °C/ 25 dk).



Şekil 4.42. O₃ (Kuru tohum) uygulanan BYMV ile bulaşık mercimek tohum örnekleri a) Kontrol, b) O₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm³/ 10 dk), c) O₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm³/ 30 dk), d) O₃ Kuru Tohum (100 mg/ Nm³/ 60 dk).



Şekil 4.43. O₃ (Ön ıslatılmış tohum) uygulanan BYMV ile bulaşık mercimek tohum örnekleri a) Kontrol, b) O₃ Ön İslatılmış Tohum (100 mg/ Nm³/ 10 dk), c) O₃ Ön İslatılmış Tohum (100 mg/ Nm³/ 30 dk), d) O₃ Ön İslatılmış Tohum (100 mg/ Nm³/ 60 dk).



Şekil 4.44. O₃ su uygulanan BYMV ile bulaşık mercimek tohum örnekleri a) Kontrol, b) O₃ su (8 g/ Nm³/ 10 dk), c) O₃ su (8 g/ Nm³/ 30 dk), d) O₃ su (8 g/ Nm³/ 60 dk).

5. TARTIŞMA

Tez çalışması kapsamında, üretici ve firmalardan bakla, bezelye, mercimek ve nohut tohum örneklerinin toplanması ve simptomatolojik yönden incelenmesi, tohum örneklerinin serolojik ve moleküler yöntemlerle araştırma konusu virüsler yönünden testlenmesi, belirlenen virüslerin biyolojik ve moleküler karakterizasyonu ve virüslere karşı inaktifleştirme uygulamalarının değerlendirilmesi amacıyla çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

Simptomatolojik yönden incelenen tohum örneklerinin bazılarında tohum büyüklüğünde azalma, şekil bozukluğu, tohum kabuğunda büzülme, renk bozuklukları ve nekroz belirtilerine rastlanmıştır. Çalışmamızda, PSbMV belirlenen bakla tohum örneğinde belirti görülmemiştir. Makkouk et al., (1993) tarafından yapılan bir çalışmada, PSbMV'nin enfekteli bakla bitkilerden hasat edilen tohumlarda belirti oluşturmada bulunabileceği rapor edilmiştir. Bununla birlikte, bazı mercimek tohum örneklerinde belirlenen şekil bozukluğu, tohum boyutunda azalma ve tohum kabuğunda nekroz belirtileri daha önce yapılan farklı çalışmalarda bildirilmiştir. Jones and Coutts (1996) BYMV'nin mercimekte erken dönem enfeksiyonlarda tohum boyutu ve miktarında azalmaya neden olduğunu belirtirken, Larsen et al. (2003) ise BYMV'nin mercimek tohumlarında şekil ve renk bozukluğu ve tohumlarda küçülmeye neden olduğunu bildirmişlerdir. Bazı nohut tohum örneklerinde şekil bozukluğu, tohum kabuğunda büzülme ve tohum boyutunda azalma belirtileri belirlenmiştir. Önceki çalışmalarda AMV, BYMV, CMV ve PSbMV virüslerinin nohut tohumlarında renk bozukluğu, şekil bozukluğu, tohum kabuğunda büzülme belirtilerine neden olduğu bildirilmiştir (Milicic and Plavsic, 1978; Alconero et al., 1986; Sastry et al., 2019). Virüslerin bitkilerde neden olduğu belirtiler virüsün türü/ırkı, bitkinin türü/çeşidi, enfeksiyon zamanı ve çevre faktörlerine bağlı olarak çok fazla değişkenlik göstermektedir. Aynı zamanda besin elementi noksanlıkları, fizyolojik kuraklık, herbisit zararı, aşırı sulama vb. faktörlerden kaynaklı belirtilerle benzerlik göstermesi nedeniyle simptomatolojik teşhis zorlaşmaktadır. Ancak, simptomatoloji hastalıkların teşhisinde ilk adım olması ve diğer yöntemlerle birlikte değerlendirilmesi yönünden önemlidir.

DAS-ELISA testi sonucunda, bir nohut tohum örneğinde AMV enfeksiyonu, bir nohut tohum örneğinde CMV enfeksiyonu, iki nohut tohum örneğinde PSbMV enfeksiyonu, bir mercimek tohum örneğinde BYMV+CMV ikili enfeksiyonu, bir bakla tohum örneğinde CMV+PSbMV ikili enfeksiyonu, bir nohut örneğinde AMV+BYMV+PSbMV üçlü enfeksiyonu belirlenmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda, AMV, BYMV, CMV ve PSbMV'nin bakla, bezelye, mercimek ve nohut bitkilerinde enfeksiyon oluşturduğu ve farklı oranlarda tohumla taşındığı farklı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Musil, 1966; Kaiser et al., 1968; El-Attar et al., 1971a, 1971b; Kaiser and Danesh, 1971; Eldin et al., 1981; Kaiser, 1981; Lundsgaard, 1981; Hampton, 1982; Mills and Ahmed, 1984; Bos et al., 1988; Ouizbouben and Fortass, 1997). Ülkemizde daha önce yapılmış çalışmalarda ise bakla bitkisinde BYMV, bezelye bitkisinde BYMV ve PSbMV, mercimek bitkisinde AMV, BYMV ve PSbMV, nohut bitkisinde AMV virüslerinin varlığı bildirilmiştir (Fidan, 1988; Makkouk et al., 1993; Erdiller et al., 1997). Çalışmamızda ülkemiz için bakla bitkisinde PSbMV ve nohut bitkisinde BYMV, CMV ve PSbMV virüslerinin varlığı ilk kez belirlenmiştir. Ayrıca, birden fazla virüsün aynı tohum örneğinde bulunabileceği bildirilmiştir (Jones and Coutts, 1996).

Araştırma konusu virüslerin tohum örneklerinde bulunma durumuna bakıldığında; nohut tohum örneklerinde AMV için % 1.00, nohut tohum örneklerinde BYMV için % 2.00, mercimek tohum örneklerinde BYMV için % 2.00, bakla tohum örneklerinde CMV için % 3.33, nohut tohum örneklerinde CMV için % 1.00 ve nohut tohum örneklerinde PSbMV için % 3.00 olarak belirlenmiştir. Bulunma oranlarının düşük olması, söz konusu virüslerin belirtilen bitkilerde düşük oranlarda taşınmasıyla açıklanabilir. Nitekim, AMV'nin nohut tohumlarıyla % 0.1-1 oranında ((Latham et al., 2001), BYMV'nin mercimek tohumlarıyla % 0.8 oranında (Kumari et al., 1994), CMV'nin nohut tohumlarıyla % 0.1-2 oranında (Jones and Coutts, 1996), PsbMV'nin bakla tohumlarıyla % 0.1-3 (Latham and Jones, 2001; Coutts et al., 2008) ve PSbMV'nin nohut tohumlarıyla % 0.7 oranında (Makkouk et al., 1993) taşınabildiği daha önce yapılan çalışmalarda bildirilmiştir.

Biyolojik karakterizasyon konusunda daha önce yapılmış çalışmalar ve çalışmamızdan elde edilen sonuçlar göstermiştir ki mekanik inokulasyon yapılan test bitkilerinde görülen belirtiler, virüsün türü/ırkı, virüsün izole edildiği bitki ve bölge, kullanılan test bitkisinin türü ve çeşidine bağlı olarak çok yüksek çeşitlilik göstermektedir. Örneğin; Xu and Nie (2006) AMV patates izolatının *Chenopodium quinoa* bitkisinde sistemik klorotik lekeler oluşturduğu bildirirken, Yardımcı et al. (2007) AMV yonca izolatının aynı bitkide lokal nekrotik lezyonlar oluşturduğunu bildirmişlerdir. Diğer bir çalışmada Al-Saleh and Amer (2013) Suudi Arabistan'ın iki farklı bölgesinden alınan yonca bitki örneklerinden izole ettikleri Sajer izolatının *Vicia faba* bitkisinde hafif mozaik ve beneklenme belirtileri meydana getirirken, Wadi aldawasser izolatının aynı bitkide belirti meydana getirmediğini bildirmişlerdir. Pourrahim and Farzadfar (2016) AMV acemborusu izolatının *V. faba* cv. Barakat bitkisinde lokal klorotik lekeler ve beneklenme belirtileri oluşturduğunu belirtirken, El-Abhar et al. (2018) AMV patates izolatının *V. faba* L. cv. Balady bitkisinde lokal nekrotik lezyonlar ve gövde nekrozu oluşturduğunu bildirmiştir. Biyolojik indeksleme yöntemiyle virüslerin belirtilere dayalı teşhisi tek başına yeterli olmayıp, daha hassas ikinci bir yöntemle teyit edilmeye ihtiyaç duyulmaktadır. Çalışmamızda belirti göstermeyen bitkilerin latent enfeksiyon olup olmadığı veya belirti gösteren bitkilerde enfeksiyonun araştırma konusu virüsten kaynaklı olduğunu teyit etmek amacıyla, test bitkilerinden örnekler alınarak DAS-ELISA yöntemiyle testlenmiştir.

AMV nohut izolatı *C. quinoa* bitkisinde bodurlaşma, yapraklarda hafif mozaik ve şekil bozukluğu, lokal nekrotik lekeler ve sistemik klorotik lekeler meydana getirmiştir (Bkz. Şekil 4.3). Bu belirtilere benzer olarak, Xu and Nie (2006) AMV patates izolatının sistemik klorotik lekeler; Yardımcı et al. (2007) AMV yonca izolatının lokal nekrotik lezyonlar; El-Helaly et al. (2012) AMV patates izolatının lokal nekrotik lezyonlar; Sertkaya vd. (2017) AMV patates izolatının lokal nekrotik lezyonlar; El-Abhar e al. (2018) AMV patates izolatının yapraklarda şekil bozukluğu oluşturduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda AMV nohut izolatı *V. faba* bitkisinde sistemik klorotik lezyonlar, lokal nekrotik lezyonlar ve bodurlaşma meydana getirmiştir (Bkz. Şekil 4.4). Daha önce yapılan çalışmalarda, benzer olarak Zitikaite ve Samuitiené (2008) AMV domates

izolatının lokal nekrotik lezyonlar oluşturduğunu ve El-Abhar et al. (2018) AMV patates izolatının lokal nekrotik lezyonlar ve gövde nekrozu oluşturduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmalar dışında, AMV yonca izolatının belirti oluşturmadığını (Yardımcı ve Açıkgöz, 1997), Suudi Arabistan'ın farklı bölgelerinde yonca bitkisinden elde edilen iki izolattan birinin belirti oluşturmazken, diğerinin hafif mozaik ve beneklenme belirtileri oluşturduğunu (Al-Saleh and Amer, 2013), AMV patates izolatının sistemik mozaik oluşturduğunu (Al-Saleh et al., 2014) ve AMV acemborusu izolatının bitkisinde lokal klorotik lekeler ve beneklenme oluşturduğunu (Pourrahim and Farzadfar, 2016) rapor eden çalışmalar da bulunmaktadır. Çalışmamızda AMV nohut izolatı *Datura stramonium* bitkisinde sistemik nekrotik lekeler ve bitkide hafif kloroz belirtileri meydana getirmiştir (Bkz. Şekil 4.5). AMV nohut izolatından farklı olarak Yardımcı ve Açıkgöz (1997) ve Yardımcı et al. (2007) AMV yonca izolatının lokal nekrotik lezyonlar ve deformasyon belirtileri; Zitikaité and Samuitiené (2008) AMV domates izolatının yapraklarda açık yeşil renkte hafif beneklenme belirtileri; Petrović et al. (2010) AMV fasulye izolatının belirti oluşturmadığını; Pourrahim and Farzadfar (2016) AMV acemborusu izolatının beneklenme ve damarlarda renk açılması belirtileri oluşturduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda AMV nohut izolatı *Nicotiana rustica* bitkisinde belirti oluşturmamış (Bkz. Şekil 4.6) ve DAS-ELISA testi pozitif çıkmıştır. Bu durum latent enfeksiyon olduğunu göstermektedir. Al-Saleh et al. (2014) AMV patates izolatının *N. rustica* bitkisinde belirti oluşturmadığını bildirirken, Yardımcı et al. (2007) AMV yonca izolatının *N. rustica* bitkisinde sistemik mozaik, deformasyon ve lokal nekrotik lekeler oluşturduğunu bildirmişlerdir. Biyolojik endeksleme çalışmaları, AMV nohut izolatının daha önce rapor edilen izolatlarla fenotipik olarak benzer olduğunu göstermektedir.

BYMV nohut izolatı *C. quinoa* bitkisinde bodurlaşma, yapraklarda şekil bozukluğu, lokal nekrotik ve klorotik lekeler meydana getirmiştir (Bkz. Şekil 4.7). Daha önce yapılan çalışmalarda, Fidan and Yorgancı (1990) BYMV fasulye izolatının lokal nekrotik lekeler, Erdiller et al. (1997) BYMV mercimek izolatının lokal klorotik lekeler, Nezamabad et al. (2010) BYMV glayöl izolatının lokal klorotik lekeler, Al-Ani and Adhab (2013) BYMV bakla izolatının lokal klorotik lezyonlar ve yapraklarda deformasyon, Hosseini and Hosseini (2014) BYMV

fasulye izolatının lokal klorotik lezyonlar veya mozaik oluşturduğunu bildirmişlerdir. BYMV nohut izolatı *V. faba* bitkisinde bodurlaşma, sistemik nekrotik lezyonlar ve yeni çıkan yapraklarda deformasyon oluşturmuştur (Bkz. Şekil 4.8). Daha önce yapılan çalışmalarda Chalam (1982) BYMV nohut izolatının belirti oluşturmadığını, Tsuji et al. (1996) Japonya’da *Ixia hybrida* bitkisinden elde edilen BYMV izolatının hafif mozaik, Nezamabad et al. (2010) BYMV glayöl izolatının mozaik, Al-Ani and Adhab (2013) BYMV bakla izolatının mozaik ve yeni yapraklarda deformasyon belirtileri ve Hosseini and Hosseini (2014) BYMV fasulye izolatının lokal klorotik lezyonlar veya mozaik ve solgunluk belirtileri oluşturduğunu bildirmişlerdir. BYMV nohut izolatı *D. stramonium* bitkisinde kloroz meydana getirirken, *N. rustica* bitkisinde belirti meydana getirmemiştir. DAS-ELISA sonucunda *D. stramonium* pozitif ve *N. rustica* negatif çıkmıştır. Daha önce yapılan çalışmalarda Hosseini and Hosseini (2014) BYMV fasulye izolatının *D. stramonium* bitkisinde lokal klorotik lezyonlar meydana getirdiğini veya latent olarak kaldığını bildirmiştir. Ulum vd. (2020) ise BYMV fasulye izolatının *N. rustica* bitkisinde mozaik belirtileri oluşturduğunu bildirmiştir. BYMV inokule edilen *N. rustica* bitkisi için DAS-ELISA testi sonucu negatif çıkmıştır. Kelaniyangoda and Madhubashini (2010) bu konuyla ilgili bitki tarafından salgılanan bazı engelleyicilerin virüs partikülüne bağlandığı ve bunların mekanizmasının bilinmediğini belirtilmişlerdir.

Çalışmamızda CMV nohut izolatı *C. quinoa* bitkisinde bodurlaşma, lokal klorotik ve nekrotik lekeler ve yapraklarda şekil bozukluğu meydana getirmiştir (Bkz. Şekil 4.10). Daha önce yapılan çalışmalarda, Fidan and Yorgancı (1990) CMV börülce izolatının ve Davino et al. (2005) CMV yasemin izolatının lokal lezyonlar oluşturduğunu; Iqbal et al. (2011) CMV soğan izolatının lokal klorotik lekeler, CMV tütün izolatının latent enfeksiyon, CMV biber ve çemenotu izolatlarının enfeksiyon oluşturmadığını; Kim et al. (2011) CMV mısır izolatının lokal nekrotik lezyonlar oluşturduğunu bildirmişlerdir. CMV nohut izolatı *V. faba* bitkisinde lokal nekrotik lezyonlar ve gelişme geriliği meydana getirmiş ve sonunda bitki ölümü gerçekleşmiştir (Bkz. Şekil 4.11). Chalam (1982) CMV nohut izolatının lokal nekrotik lezyonlara neden olduğu bildirmiştir. CMV nohut izolatı *D. stramonium* bitkisinde lokal klorotik lekeler oluştururken, *N. rustica* bitkisinde belirti meydana getirmemiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda Chalam

(1982) CMV nohut izolatinin, Parvin et al. (2007) CMV yaz kozmosu izolatinin ve Kim et al. (2011) CMV mısır izolatinin *D. stramonium* bitkisinde lokal klorotik lezyonlar oluşturduğunu bildirirken, Iqbal et al. (2011) CMV tütün izolatinin aynı bitkide latent enfeksiyon oluşturduğunu bildirmiştir. Chalam (1982) CMV nohut izolatinin ve Pratap et al. (2012) CMV domates izolatinin *N. rustica* bitkisinde belirti meydana getirmediğini bildirmişlerdir. CMV inokule edilen *N. rustica* bitkisinin DAS-ELISA testi sonucu negatif çıkmıştır. Bu durum, CMV nohut izolatinin *N. rustica* bitkisinde enfeksiyon gerçekleştirmediğini göstermektedir.

PSbMV nohut izolatu *C. quinoa* bitkisinde sistemik klorotik lekeler, yaprak şekil bozukluğu ve mozaik belirtileri meydana getirmiştir (Bkz. Şekil 4.12). Daha önce yapılan çalışmalarda, Fidan and Yorgancı (1990) PSbMV bezelye izolatinin lokal lezyonlar; Makkouk et al. (1993) PSbMV bezelye izolatinin lokal klorotik ve nekrotik lekeler; Kararah et al. (2014) PSbMV börülce izolatinin lokal lezyonlar oluşturduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda PSbMV nohut izolatu, *V. faba* bitkisinde yaprak şekil bozukluğu ve mozaik; *D. stramonium* bitkisinde sistemik klorotik lekeler ve nekrotik lekeler oluştururken, *N. rustica* bitkisinde belirti meydana getirmemiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda, Makkouk et al. (1993) PSbMV bezelye izolatinin *V. faba* bitkisinde sistemik olarak yapraklarda kıvrılma, sararma ve bitkide bodurlaşma; Kararah et al. (2014) PSbMV börülce izolatinin *V. faba* L. cv. Giza 3 bitkisinde sistemik mozaik; Gheshlaghi et al. (2019) PSbMV mercimek izolatinin mozaik ve yaprak kıvrılması meydana getirdiğini bildirmişlerdir. Fidan and Yorgancı (1990) PSbMV bezelye izolatinin *D. stramonium* bitkisinde belirti oluşturmadığını bildirmiştir. Kararah et al. (2014) PSbMV börülce izolatinin *N. rustica* bitkisinde belirti oluşturmadığını bildirmişlerdir. PSbMV inokule edilen *N. rustica* bitkisinin DAS-ELISA testi sonucu pozitif çıkmıştır. Bu durum, latent enfeksiyon gerçekleştiğini göstermektedir. PSbMV nohut izolatinin farklı biyolojik özelliklere sahip olduğu ve diğer izolatlarla farklı düzeylerde heterojenlik gösterdiği söylenebilir.

AMV nohut (MW052332) izolatuyla Genbank'ta bulunan AMV izolatlarının CP gen bölgesine (222 aminoasit kodlayabilen 666 bp uzunluğunda bölge) dayalı filogenetik analizi sonucunda, % 93.25-97.73 nükleotit benzerliği ve % 73.27-96.00 aminoasit benzerliği belirlenmiştir (Bkz. Tablo 4.5). En yüksek nükleotit (%)

97.73) ve aminoasit (% 96.00) benzerliği MK695697 (Rusya/ Patates) erişim numaralı izolatla belirlenmiştir. Bergua et al. (2014) tarafından birbirine yakın bölgelerden izolatların yüksek benzerlik gösterebildiği ifade edilmiştir. AMV nohut izolatı, HQ332383 (Türkiye/Yonca) erişim numaralı izolat ile % 96.14 nükleotit benzerliği gösterirken, % 73.27 aminoasit benzerliği göstermiştir. Aminoasit benzerlik oranının nükleotit benzerlik oranından daha düşük olması, az sayıda nükleotit değişikliklerinin kodonların aminoasit ifadesini değiştirebilen değişiklikler olduğunu göstermektedir. Xu and Nie (2006) aynı bölge ve bitkiden alınan AMV izolatlarının bile kendi aralarında farklılıklar gösterebildiğini belirtmişlerdir. Filogenetik ağaç (Bkz. Şekil 4.14) incelendiğinde, AMV nohut izolatı dünya izolatlarının çoğunun bulunduğu grup içinde tek başına farklı bir alt grup oluşturmuştur. Bu durum, yüksek benzerlik oranlarına rağmen yüksek genetik çeşitliliğin olabileceğini göstermektedir. Daha önce benzer sonuçların alındığını gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Xu and Nie, 2006); Al-Saleh et al., 2014; Bergua et al., 2014).

BYMV nohut (MW052328) izolatı ile Genbank'ta bulunan BYMV izolatlarının CP gen bölgesine (250 aminoasit kodlayabilen 750 bp uzunluğunda bölge) dayalı filogenetik analizi sonucunda, % 85.95-98.51 nükleotit benzerliği ve % 81.12-100.00 aminoasit benzerliği belirlenmiştir (Bkz. Tablo 4.6). En yüksek nükleotit benzerliği (% 98.51) KY475574 (Amerika/ *Vanilla* sp.) erişim numaralı izolat ile belirlenirken, en yüksek aminoasit benzerliği (%100) JN792544 (İspanya/ *Vicia faba*) ve JN792519 (İspanya/ *Lens culinaris*) erişim numaralı izolatlar ile belirlenmiştir. Ayrıca % 100 aminoasit benzerliği gösteren izolatlarla % 96'nın üzerinde nükleotit benzerliği bulunmaktadır. KY475574 erişim numaralı izolatın nükleotit benzerliği daha fazla olmasına rağmen, aminoasit dizisini değiştirebilecek nükleotit değişiklikleri olduğu anlaşılmaktadır. Sharma et al., 2015 tarafından benzer sonuçlar elde edilmiş ve dünyanın farklı bölgelerinden ve farklı bitkilerden izole edilen BYMV izolatlarının yüksek benzerlik gösterebileceği anlaşılmaktadır. Filogenetik ağaç (Bkz. Şekil 4.15) incelendiğinde, BYMV izolatlarının iki büyük gruba ayrıldığı ve MW052328 erişim numaralı BYMV nohut izolatının farklı ülkelere çoğunlukla baklagil bitkilerden elde edilen izolatlarla aynı grupta yer aldığı görülmektedir. Wylie et al.

(2008) filogenetik ağaçta oluşan grupların izole edilen bitkilerle bağdaştırılabileceğini ifade etmektedirler.

CMV nohut (MW052331) izolatu ile Genbank'ta bulunan CMV izolatlarının CP gen bölgesine (211 aminoasit kodlayabilen 633 bp uzunluğunda bölge) dayalı filogenetik analizi sonucunda, % 78.05-98.54 nükleotit benzerliği ve % 83.60-99.39 aminoasit benzerliği belirlenmiştir (Bkz. Tablo 4.7). Yüksek nükleotit benzerliği görülen izolatlar ile paralel olarak yüksek aminoasit benzerliği görülürken, düşük nükleotit benzerliği görülen izolatlar ile düşük aminoasit benzerliği belirlenmiştir. En yüksek nükleotit benzerliğini (% 98.54) KX495206 erişim numaralı (Polonya/ *Cucurbita pepo*) izolatuyla gösterirken, en yüksek aminoasit benzerliğini (% 99.39) HE971708 (Tunus/ *Capsicum annuum*) erişim numaralı izolatlar göstermiştir. Filogenetik ağaç (Bkz. Şekil 4.16) incelendiğinde, CMV nohut izolatının en yüksek benzerliği IA altgrubu izolatlarla gösterdiği ve aynı grup içinde kümелendiği görülmektedir. Ayrıca düşük benzerlik gösteren izolatların II grubu içinde yer alan izolatlar olduğu ve farklı bir grup içinde kümелendiği görülmektedir. Daha önce ülkemizde yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde, CMV'nin IA ve IB altgrubu izolatlarının ülkemizde yaygın olduğu söylenebilir (Karanfil ve Korkmaz, 2017; Kurtoğlu ve Korkmaz, 2018). IA ve IB altgubu izolatların aynı ülkede bulunabileceği bildirilmiştir (Eiras et al., 2004).

PSbMV nohut (MW052330) izolatu ile Genbank'ta bulunan PSbMV izolatlarının CP gen bölgesine (264 aminoasit kodlayabilen 792 bp uzunluğunda bölge) dayalı filogenetik analizi sonucunda, % 86.59-98.98 nükleotit benzerliği ve % 93.04-98.86 aminoasit benzerliği belirlenmiştir (Bkz. Tablo 4.8). En yüksek nükleotit benzerliği (% 98.98) HQ185580 (Çin/ *Vicia faba*) ve MN399737 (Almanya/ *Pisum sativum*) erişim numaralı izolatlarla belirlenirken, en yüksek aminoasit benzerliği (% 98.86) HQ185580 (Çin/ *Vicia faba*), MN399737 (Almanya/ *Pisum sativum*) ve AF127768 (Pakistan/ *Pisum sativum*) erişim numaralı izolatlarla belirlenmiştir. P-2 patotip izolatlarla daha yüksek benzerlik gösterdiği anlaşılmaktadır. Johansen et al. (1996) tarafından farklı patotip gruplar arasında düşük benzerlik oranlarının olduğu bildirilmiştir. Düşük nükleotit benzerliği gösteren bazı izolatların aminoasit benzerlik oranlarının daha yüksek

olduğu görülmektedir. Kodonlarda bazı nükleotidlerin farklı olsa da sentezlenecek aminoasit tipini değiştirmedeği anlaşılmaktadır. Benzer sonuçlar Filogenetik ağaç (Bkz. Şekil 4.17) incelendiğinde, az sayıdaki nükleotit farklılıkları nedeniyle diğer izolatlardan ayrı bir dış grup oluşturmuştur. Tek başına bir dış grup oluşturması monotipik bir izolat olduğunu göstermektedir.

BYMV mercimek (MW052327) izolatı ile Genbank'ta bulunan BYMV izolatlarının CP gen bölgesine (274 aminoasit kodlayabilen 822 bp uzunluğunda bölge) dayalı filogenetik analizi sonucunda, % 80.47-94.47 nükleotit benzerliği ve % 84.56-97.83 aminoasit benzerliği belirlenmiştir (Bkz. Tablo 4.9). En yüksek nükleotit benzerliği (% 94.47) KC011006 (Hindistan/ *Phaseolus vulgaris*) erişim numaralı izolatla belirlenirken, en yüksek aminoasit benzerliği (% 97.83) JN792519 (İspanya/ *Vicia faba*) ve JN792544 (İspanya/ *Lens culinaris*) erişim numaralı izolatlarla belirlenmiştir. Nükleotit yönünden daha çok uzak doğu ülkeleri izolatlarla benzerken, aminoasit yönünden Avrupa izolatlarıyla daha çok benzerlik gösterdiği anlaşılmaktadır. Aynı zamanda baklagil bitkilerinden izolatlarla daha çok benzerlik göstermektedir. Daha önceki çalışmalarda BYMV izolatlarının CP gen bölgesinin diğer genom bölgelerinden daha çok çeşitlilik gösterdiği belirtilmiş ve benzer sonuçlar alınmıştır (Frag et al., 2015; Sharma et al., 2015; Kyrychenko et al., 2017). Filogenetik ağaç (Bkz. Şekil 4.18) incelendiğinde, farklı konukçu ve ülkelerden izolatların birlikte kümelenildiği görülmektedir. BYMV izolatları arasında coğrafik bölge ve konukçu bitkilerden kaynaklı herhangi bir ilişki bulunmadığı söylenebilir. Daha önce yapılan çalışmalarda, farklı bölge ve bitkilerden izole edilen BYMV izolatların aynı grup içinde kümelenemediğini gösteren sonuçlar bildirilmiştir (Selvaraj et al., 2009; Frag et al., 2015; Kyrychenko et al., 2017)

PSbMV bakla (MW052329) izolatı ile Genbank'ta bulunan PSbMV izolatlarının CP gen bölgesine (252 aminoasit kodlayabilen 756 bp uzunluğunda bölge) dayalı filogenetik analizi sonucunda, % 86.71-99.45 nükleotit benzerliği ve % 93.04-99.59 aminoasit benzerliği belirlenmiştir (Bkz. Tablo 4.10). En yüksek nükleotit benzerliği (% 99.45) KP774571 (Yunanistan/ *Lens culinaris*) erişim numaralı izolatla belirlenirken, en yüksek aminoasit benzerliği (% 99.59) HQ185580 (Çin/ *Vicia faba*), MK116872 (Çek Cumhuriyeti/ *Pisum sativum*),

MN399737 (Almanya/ *Pisum sativum*) ve AF127768 (Pakistan/ *Pisum sativum*) erişim numaralı izolatlarla belirlenmiştir. Nükleotit ve aminoasit benzerlik oranları incelendiğinde, PSbMV izolatının P-2 patotip izolatlarla daha çok benzerlik gösterdiği anlaşılmaktadır. Ayrıca P-4 patotip izolatlarla daha düşük nükleotit benzerliği göstermesine rağmen, % 93'ün üzerinde aminoasit benzerliği göstermektedir. Andersen and Johansen (1998) tarafından yapılan çalışmada bir aminoasit değişikliğinin bile virüslerin biyolojik özelliklerinde değişikliğe neden olabildiği bildirilmiştir. Nitekim, PSbMV'nin farklı patotiplerinin farklı biyolojik özelliklere sahip olduğu bilinmektedir (Johansen et al., 1996). Filogenetik ağaç (Bkz. Şekil 4.19) incelendiğinde, PSbMV bakla izolatının tek başına bir dış grup içinde yer aldığı görülmektedir. Yüksek nükleotit ve aminoasit benzerliğine rağmen, diğer izolatlardan farklı olarak bazı nükleotit dizilerine sahip olduğu ve nükleotit değişikliklerinin virüsün biyolojik özelliklerinde değişikliklere neden olduğu anlaşılmaktadır. Nitekim, biyolojik indeksleme sonuçlarında PSbMV bakla izolatu daha önceki çalışmalardan farklılıklar göstermiştir.

Virüs inaktifleştirme çalışmalarında enfeksiyon tipi, virüs konsantrasyonu ve bitki türü dikkate alınarak seçilen AMV enfekteli nohut, BYMV enfekteli nohut, CMV enfekteli nohut, PSbMV enfekteli nohut ve BYMV enfekteli mercimek tohum örneklerine sıcak hava, sıcak su ve ozon uygulamaları yapılarak değerlendirilmiştir.

İnaktifleştirme uygulamaları yapılan AMV ile bulaşık nohut tohum örneklerine ait çimlenme oranı (ÇO), normal çimlenen (NÇ), anormal çimlenen (AÇ), ortalama çimlenme süresi (OÇS) ve yüzde etki (YE) değerleri incelendiğinde (Bkz. Tablo 4.11), uygulamaların % 80'in üzerinde etkinlik gösterdiği belirlenmiştir. İstatistiksel olarak OÇS yönünden uygulamalar arasında önemli bir fark bulunmazken, ÇO, NÇ ve AÇ yönünden önemli farklar olduğu görülmektedir. Yüzde etkinlik değerleri yönünden % 100 etkili uygulama bulunmasa da tüm uygulamaların önemli derecede virüsü azalttığı ve en etkili uygulamaların ozon uygulamaları olduğu belirlenmiştir. Paylan vd. (2010) ozon uygulamasının çimlenme kabiliyetini etkilemeden virüslerin elemine edilmesinde etkili olduğunu bildirmişlerdir. Kontrolden farklı olarak, sıcak hava uygulanan tohumlarda ÇO ve NÇ değerleri biraz daha düşük belirlenmiştir. En düşük ÇO

sıcak su uygulanan tohumlarda belirlenmiş ve aynı zamanda tohumların tamamı anormal çimlenme göstermiştir. Ling (2010) tarafından sıcak su uygulamasının virüs enfeksiyonunu azaltırken çimlenme gücünü olumsuz etkilediğini ve sıcak hava uygulamasının tohum gücünü etkilemeden virüs enfeksiyonu azalttığı bildirilmiştir. Ayrıca, Silva et al. (2011) sıcak hava uygulamasının virüs enfeksiyonunun azaltılmasında etkili olduğu ancak sıcaklık ve süre arttıkça tohumun kalitesinde düşme olduğunu bildirmişlerdir. Nitekim çalışmamızda sıcak hava uygulamasında sıcaklık arttıkça anormal çimlenen tohum sayısının arttığı görülmektedir. Farklı ozon uygulamalarından benzer sonuçlar alınırken, ozon uygulanan tohumlarda kontrole göre daha yüksek çimlenme oranı ve normal çimlenen tohum sayısı belirlenmiştir. Sudhakar et al. (2007) ozon uygulamasının virüsleri konsantrasyonunu önemli derecede azalttığını ve bitkilerde fenolik madde ve salisik asit miktarında artış sağladığını bildirilmiştir. Çimlenme testlerine ait görseller (Bkz. Şekil 4.20-24) incelendiğinde, sıcak su uygulanan tohumların daha az çimlenme olduğu ve çimlenen tohumların anormal çimlendiği görülmektedir. Sıcak hava uygulanan tohumlarda kontrole göre anormal çimlenen tohum sayısının biraz daha fazla olduğu, ancak bitki kısımlarının (radikula ve kotiledon) daha iyi geliştiği görülmektedir. Kontrole göre ozon uygulanan tohumların radikula ve kotiledonunun daha iyi geliştiği ve sekonder köklerin uzadığı görülmektedir. Pollina et al. (2008) ozon uygulamasının virüs konsantrasyonunu azalttığı ve virüsün bitki biyokütlesi üzerindeki olumsuz etkisini ortadan kaldırdığını bildirmişlerdir.

İnaktifleştirme uygulamaları yapılan BYMV ile bulaşık nohut tohum örneklerine ait çimlenme oranı (ÇO), normal çimlenen (NÇ), anormal çimlenen (AÇ), ortalama çimlenme süresi (OÇS) ve yüzde etki (YE) değerleri incelendiğinde (Bkz. Tablo 4.12), uygulamaların % 61.88-93.31 arasında etkinlik gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek çimlenme oranı % 99-100 ile sıcak hava uygulamalarında belirlenirken, en düşük çimlenme oranı % 50-82 ile sıcak su uygulamalarında belirlenmiştir. Su ile muamelenin olduğu sıcak su ve O₃ (ön ıslatılmış tohum) uygulamalarında çimlenme oranlarının diğer uygulamalara göre daha düşük olduğu ve uygulama süresi arttıkça çimlenme oranının azaldığı görülmektedir. Sıcak su uygulamalarında sıcak suyun tohumun iç kısımlarına daha kolay nüfus etmesi nedeniyle tohum yapısının olumsuz etkilendiği

söylenbilir. O₃ (ön ıslatılmış tohum) uygulamalarında ise ön ıslatma sonrası kurutma işleminin tohumun su absorbe etme yeteneğini azaltması nedeniyle çimlenme oranının düşük olabileceği düşünülmektedir. Sıcak hava uygulamaları hem NÇ hem de ÇO en yüksek uygulamalar bulunurken, O₃ su uygulamaları virüsün azaltılmasında daha etkili olmuştur. OÇS yönünden en uzun süre sıcak su uygulamalarında belirlenirken, diğer uygulamalarda birbirine yakın sonuçlar elde edilmiştir. Çimlenme testlerine ait görseller (Bkz. Şekil 4.25-29) incelendiğinde, sıcak su uygulanan tohumların çimlenerek sağlıklı gelişmediği görülmektedir. Sıcak hava uygulanan tohumlar kontrole eşdeğer çimlenme ve gelişme gösterirken, ozon uygulanan tohumlarda çimlenme sonrası gelişmenin daha iyi olduğu ve yan kökçüklerin geliştiği görülmektedir. Ayrıca ozonun oksidatif özelliği nedeniyle tohum kabuklarında kararmalar olduğu, ancak bu durumun tohum çimlenmesini ve çimlenme sonrası gelişimi olumsuz etkilemediği görülmektedir. Sudhakar et al. (2011) ozon uygulamasının dormansiye erkenden kırarak çimlenmeyi olumlu yönde etkilediğini ifade etmişlerdir. Daha önce yapılan çalışmalarda ozonun çimlenmeyi olumlu yönde etkilediğini ve virüsün bitki gelişimi üzerine olan olumsuz etkisini engellediğini bildiren çalışmalar bulunmaktadır (Sudhakar et al., 2007; Pollina et al., 2008).

İnaktifleştirme uygulamaları yapılan CMV ile bulaşık nohut tohum örneklerine ait çimlenme oranı (ÇO), normal çimlenen (NÇ), anormal çimlenen (AÇ), ortalama çimlenme süresi (OÇS) ve yüzde etki (YE) değerleri incelendiğinde (Bkz. Tablo 4.13), uygulamaların % 88.04-97.90 arasında etkinlik gösterdiği belirlenmiştir. İstatistiksel olarak ÇO ve OÇS arasındaki farklar önemli bulunmuştur. En düşük çimlenme oranı sıcak su uygulamalarında belirlenmiş ve süre arttıkça çimlenme oranının düştüğü görülmektedir. Aynı zamanda sıcak su uygulamalarında çimlenen tohumların çoğu anormal çimlenme göstermiş ve en uzun çimlenme süreleri belirlenmiştir. Sıcak hava ve ozon uygulamaları karşılaştırıldığında, ÇO ve OÇS yönünden birbirine yakın sonuçlar elde edilmiş, ancak sıcak hava uygulamalarında anormal çimlenen tohum sayısı daha fazla olmuştur. Çimlenme testlerine ait görseller (Bkz. Şekil 4.25-29) incelendiğinde, sıcak hava uygulanan tohumların kontrole benzer gelişim gösterdiği, sıcak su uygulanan tohumlarda çimlenmenin olumsuz etkilendiği ve ozon uygulanan tohumlarda çimlenme ve gelişimin daha iyi olduğu görülmektedir. Ayrıca, ozonun

oksidatif özelliği nedeniyle tohum kabuklarında kararmalar meydana gelmiştir. Daha önceki çalışmalarda benzer sonuçlar bildirilmiştir (Sudhakar et al., 2007; Pollina et al., 2008; Ling, 2010; Silva et al., 2011).

İnaktifleştirme uygulamaları yapılan CMV ile bulaşık nohut tohum örneklerine ait çimlenme oranı (ÇO), normal çimlenen (NÇ), anormal çimlenen (AÇ), ortalama çimlenme süresi (OÇS) ve yüzde etki (YE) değerleri incelendiğinde (Bkz. Tablo 4.14), uygulamaların % 70.47-100 arasında etkinlik gösterdiği belirlenmiştir. İstatistiksel olarak ÇO arasındaki farklar önemli bulunurken, OÇS arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır. ÇO yönünden sıcak hava ve ozon uygulamaları birbirine yakinken, en düşük ÇO sıcak su uygulamalarında belirlenmiştir. Sıcak hava ve ozon uygulanan tohumlarda ÇO birbirine yakın olsa da ozon uygulamalarının virüsün inaktifleştirilmesinde daha etkili olduğu görülmektedir. Sıcak su uygulamaları % 85'in üzerinde etkinlik göstermesine rağmen, tohumlarda çimlenmenin olumsuz etkilendiği ve uygulama süresi arttıkça anormal çimlenen tohum sayısının arttığı görülmektedir. Ozon uygulamaları değerlendirildiğinde, yüksek ÇO ve düşük anormal çimlenmenin yanı sıra virüsün inaktifleştirilmesinde en etkili uygulamalar olmuşlardır. Ayrıca, farklı ozon uygulamaları arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Çimlenme testlerine ait görseller (Bkz. Şekil 4.35-39) incelendiğinde, kontrol ve sıcak hava uygulanan tohumlar arasında benzerlik olduğu, sıcak su uygulanan tohumlarda çimlenmenin önemli derecede olumsuz etkilendiği ve ozon uygulanan tohumlarda çimlenmenin daha iyi olduğu ve kökçük ve kotiledonun daha iyi geliştiği görülmektedir. Daha önceki çalışmalarda sıcak su uygulamalarının çimlenme üzerine olumsuz etki gösterdiği ve ozon uygulamalarının çimlenmeyi teşvik ettiği ve virüs konsantrasyonunu azalttığına yönelik sonuçlar bildirilmiştir (Sudhakar et al., 2007; Pollina et al., 2008; Ling, 2010; Silva et al., 2011).

İnaktifleştirme uygulamaları yapılan BYMV ile bulaşık mercimek tohum örneklerine ait çimlenme oranı (ÇO), normal çimlenen (NÇ), anormal çimlenen (AÇ), ortalama çimlenme süresi (OÇS) ve yüzde etki (YE) değerleri incelendiğinde (Bkz. Tablo 4.15), uygulamaların % 72.12-100 arasında etkinlik gösterdiği belirlenmiştir. En düşük ÇO sıcak su uygulamalarında belirlenirken, sıcak hava ve ozon uygulamalarında birbirine yakın ÇO belirlenmiştir. Ayrıca,

sıcak su uygulamalarında süre arttıkça çimlenen tohum sayısında önemli derecede azalma olduğu görülmektedir. OÇS incelendiğinde, sıcak su uygulamalarının çimlenmeyi geciktirdiği ve diğer uygulamaların çimlenme süresi üzerine herhangi bir olumsuz etkisinin olmadığı anlaşılmaktadır. Çimlenme kalitesi yönünden sıcak hava ve ozon uygulamaları başarılı olurken, sıcak su uygulanan tohumlarda ÇO düşük olmasının yanı sıra anormal çimlenmeye neden olduğu belirlenmiştir. Çimlenme testlerine ait görseller (Bkz. Şekil 4.40-44) incelendiğinde, sıcak hava uygulanan tohumların kontrole eşdeğer çimlenme ve gelişim gösterdiği, sıcak uygulanan tohumlarda çimlenmenin önemli derecede olumsuz etkilendiği ve ozon uygulamalarının çimlenme ve gelişimi teşvik ettiği görülmektedir. Ayrıca, ozonun oksidatif özelliği nedeniyle tohum kabuğunda kararmalara neden olduğu ve bu durumun tohumun çimlenmesi üzerine herhangi bir olumsuz etkisinin bulunmadığı belirlenmiştir. Elde edilen sonuçları destekler nitelikte daha önce yapılmış çalışmalar bulunmaktadır (Sudhakar et al., 2007; Pollina et al., 2008; Ling, 2010; Silva et al., 2011).

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu tez çalışmasıyla, üretici ve firmalardan toplanan bakla, bezelye, mercimek ve nohut tohum örneklerinde AMV, BYMV, CMV ve PSbMV'nin DAS-ELISA ve RT-PCR yöntemleri kullanılarak bulunma durumunun tespiti, elde edilen virüs izolatlarının biyolojik karakterizasyonu, dünya izolatlarıyla filogenetik ilişkilerinin belirlenmesi ve araştırma konusu virüslerin inaktifleştirilmesinde termoterapi (sıcak hava ve sıcak su) ve ozon uygulamalarının etkinliğinin belirlenmesi amacıyla çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

Tez çalışmasının ilk aşamasında toplanan tohum örnekleri semptomatolojik olarak incelenmiş, DAS-ELISA ve RT-PCR yöntemleriyle virüsler belirlenmiştir. İncelenen mercimek ve nohut tohum örneklerinden bazılarında şekil bozukluğu, tohum boyutunda azalma, tohum kabuğunda buruşma ve nekroz belirtilerine rastlanmıştır. Yapılan DAS-ELISA ve RT-PCR testleri sonucunda; bakla, mercimek ve nohut tohum örneklerinde farklı tiplerde tekli veya çoklu virüs enfeksiyonları belirlenirken, bezelye tohum örneklerinde araştırma konusu virüslere rastlanmamıştır.

DAS-ELISA ve RT-PCR yöntemleriyle tespit edilen virüsler çeşitli test bitkilerine inokule edilerek biyolojik karakterizasyonu gerçekleştirilmiştir. Biyolojik indeksleme çalışmaları sonucunda, elde edilen izolatların daha önceki çalışmalarda bildirilen virüslerle benzerlikleri ve farklılıkları bulunmaktadır. Virüs izolatlarının alındığı bölge, izole edildiği bitki türü/çeşidi ve kullanılan test bitkilerinin türüne göre biyolojik çeşitlilik gösterdiği belirlenmiştir.

Moleküler karakterizasyon çalışmaları kapsamında, çalışmamızdan elde edilen farklı virüs türlerine ait izolatlar ile dünyanın farklı bölgelerinden farklı bitkilerden izole edilen aynı virüs türlerinin nükleotit ve aminoasit benzerlikleri bulunmuş ve filogenetik analizi yapılarak filogenetik ağaçlar oluşturulmuştur. Çalışmamızdan elde edilen izolatlar ile dünya izolatları arasında yüksek benzerlik bulunmakta ve virüslerin türleri kendi içinde genetik çeşitlilik göstermektedir.

Virüs inaktifleştirme çalışmaları değerlendirildiğinde, istatistiksel olarak çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi ve yüzde etkinlik değerleri arasındaki

farklar önemli bulunmuştur. Ozon uygulamaları en etkili uygulamalar olmuştur. Virüs konsantrasyonunu azaltmasının yanı sıra tohumun çimlenmesini ve bitki gelişimini teşvik etmektedir. Sıcak su uygulamaları virüs konsantrasyonunu azaltmakta, ancak tohumların çimlenme yeteneğini önemli derecede olumsuz etkilemektedir. Sıcak hava uygulamaları ise virüs konsantrasyonunu azaltmasının yanında çimlenme yeteneği üzerine olumlu veya olumsuz herhangi bir etkisi bulunmamaktadır.

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda şunlar önerilmektedir;

- Tohum kökenli virüslerin erken teşhisi büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, tohum üreten firmaların bünyesinde bitki hastalıkları teşhis laboratuvarları kurulmalı ve satış öncesi tohumların uluslararası standartlara uygun tohum sağlık testlerinin yapılması gerekmektedir.
- Üretimde kullanılan ithal tohumların görevli kurumlar tarafından daha titiz bir şekilde tohum sağlık testlerinden geçirilip, virüs bulundurmadığından emin olduktan sonra satışı sağlanmalıdır.
- Araştırma konusu virüsler düşük oranlarda taşınmasına rağmen, yaprak bitleriyle nonpersistent olarak taşınabilmesi sayesinde kısa sürede geniş alanlara yayılabilme, yüksek verim ve kalite kayıplarına neden olma potansiyeli bulunmaktadır. Bu nedenle, üreticilerin sertifikalı tohum kullanması teşvik edilmeli ve tohum kökenli hastalıkların mücadelesi konusunda bilinçlendirilmesi amacıyla yayım çalışması gerçekleştirilmelidir.
- Virüslerin meydan getirdiği belirtiler diğer biyotik ve abiyotik etmenlerle benzerlik gösterdiğinden simptomatolojik teşhis zor olmaktadır. Bu nedenle, biyolojik indeksleme çalışmalarında meydan gelen belirtilerin araştırma konusu virüsten kaynaklı olup olmadığının anlaşılması için ikinci bir yöntemle teyit edilmesi gerekmektedir.

- Virüslerin CP gen bölgesine dayalı filogenetik analizi tür tayini için yeterli olsa da genetik çeşitliliğin daha detaylı belirlenmesi ve izolatlar arasındaki farklılıkların daha iyi anlaşılması amacıyla tüm genomu dayalı filogenetik analizin yapılması daha uygun olacaktır.
- Virüsten ari tohumluk bulunmadığı durumlarda, virüslerin zararını minimize etmek amacıyla ozon ve sıcak hava uygulamaları kullanılabilir. Ancak, uygulama öncesi bitki türü ve tohum yapısı dikkate alınarak süre ve dozların belirlenmesi gerekmektedir.



KAYNAKLAR DİZİNİ

- Aapola, A.A. and Mink, G.I.**, 1973, Potential aphid vectors of pea seedborne mosaic virus in Washington, *Plant Disease Reporter*, 57(6): 552 pp.
- Abdalla, O.A., Al-Shahwan, I.M., Al-Saleh, M.A. and Amer, M.A.**, 2020, Molecular characterization of Alfalfa mosaic virus (AMV) isolates in alfalfa and other plant species in different regions in Saudi Arabia, *European Journal of Plant Pathology*, 156(1): 603-613 pp.
- Abraham, A. and Makkouk, K.M.**, 2002, The incidence and distribution of seed-transmitted viruses in pea and lentil seed lots in Ethiopia, *Seed Science and Technology*, 30(3): 567-574 pp.
- Abraitienė, A. and Girgždienė, R.**, 2013, Impact of the short-term mild and severe ozone treatments on the potato spindle tuber viroid-infected tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.), *Zemdirbyste-Agriculture*, 100(3): 277-282 pp.
- Acikgoz, S. and Citir, A.**, 1986, Incidence, epidemiology and identification of viruses on *Phaseolus vulgaris* L. in Erzincan plain in Turkey, *Journal of Turkish Phytopathology*, 15(2): 61-76 pp.
- Adams, M.**, 2013, "Cleavage sites in the family *Potyviridae*", <http://www.dpvweb.net/potycleavage/index.html> (Erişim tarihi: 20 Ağustos 2020)
- Aftab, M., Nancarrow, N., Freeman, A., Davidson, J., Rodoni, B. and Trębicki, P.**, 2018, Natural infection of Cucumber mosaic virus, Pea seed-borne mosaic virus and Turnip yellows virus in a fenugreek crop (*Trigonella foenum-graecum*), *Australasian Plant Disease Notes*, 13:2.
- Albrechtsen, S.E.**, 2006, Testing Methods for Seed Transmitted Viruses: Principles and Protocols, Danish Government Institute of Seed Pathology, Copenhagen, Denmark, 268p.
- Alconero, R., Provvidenti, R. and Gonsalves, D.**, 1986, Three Pea seed-borne mosaic pathotypes from pea and lentil germplasm, *Plant Disease*, 70(8): 783-786 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Alegbejo, M.D. and Abo, M.E.**, 2002, Etiology, ecology, epidemiology and control of groundnut rosette disease in Africa, *Journal of Sustainable Agriculture*, 20(2): 17-29 pp.
- Ali, A. and Randles, J.W.**, 1998, The effects of two pathotypes of pea seed-borne mosaic virus on the morphology and yield of pea, *Australasian Plant Pathology*, 27(4): 226-233 pp.
- Ali, S., Akhtar, M., Singh, K.S. and Naqvi, Q.A.**, 2012, RT-PCR and CP gene based molecular characterization of a cucumber mosaic cucumovirus from Aligarh, U.P., India, *Agricultural Sciences*, 3(8): 971-978 pp.
- Aly, R., Stein, A., Levy, S., Raccach, B. and Loebenstein, G.**, 1986, Spread and control of cucumber mosaic virus in gladiolus, *Phytoparasitica*, 14(3): 205-217 pp.
- Al-Abraham, J.S.**, 2014, **Molecular** identification of alfalfa mosaic virus isolated from naturally infected alfalfa (*Medicago sativa*) crop in Saudi Arabia, *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*, 4(1): 348-352 pp.
- Al-Ani, R.A. and Adhab, M.A.**, 2013, Bean Yellow Mosaic Virus (BYMV) on broadbean: characterization and resistance induced by *Rhizobium leguminosarum*, *Journal of Pure And Applied Microbiology*, 7(1): 135-142 pp.
- Alkhalaf, M., Kumari, S.G., Haj Kasem, A., Makkouk, K.M. and Al-Chaabi, S.**, 2010, Bean yellow mosaic virus on cool-season food legumes and weeds: Distribution and its effect on faba bean yield and control in Syria, *Arab Journal of Plant Protection*, 28:38-47 pp.
- Al-Khalaf, M., Kumari, S.G., Kasem, A.H., Makkouk, K.M., Shalaby A-B.A. and Al-Chaabi, S.**, 2008, Molecular characterization of a *Bean yellow mosaic virus* isolate from Syria, *Phytopathologia Mediterranea*, 47(3): 282-285 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Al-Saleh M.A. and Amer M.A.**, 2013, Biological and molecular variability of Alfalfa mosaic virus affecting alfalfa crop in Riyadh Region, *The Plant Pathology Journal*, 29(4) : 410-417 pp.
- Al-Saleh, M.A., Amer, M.A., Al-Shahwan, I.M., Abdalla, O.A. and Shakeel, M.T.**, 2014, Molecular characterization of two alfalfa mosaic virus isolates infecting potato crop in central region of Saudi Arabia, *International Journal of Agriculture and Biology*, 16(5): 976-980 pp.
- Andersen, K. and Johansen, I.E.**, 1998, A single conserved amino acid in the coat protein gene of Pea seed-borne mosaic potyvirus modulates the ability of the virus to move systemically in *Chenopodium quinoa*, *Virology*, 241(2): 304-311 pp.
- Anderson, C.W.**, 1955, Vigna and crotalaria viruses in Florida, *Plant Disease Reporter*, 39(5): 346-348 pp.
- Anderson, L.**, 1987, Survey and control of seedborne diseases of tomatoes in Zambia: Report from a minor field study, Sveriges Landbrukuniversitet Arbetsrapport, 56, Working Paper Uppsala, 27p.
- Ashby, J.W., Fletcher, J.D., Jermyn, W.A. and Goulden, D.**, 1986, Some properties of a strain of Pea seed-borne mosaic virus isolated from field peas in New Zealand, *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*, 14(2): 209-213 pp.
- Babovic, M.**, 1968, Virus diseases of alfalfa in Yugoslavia, *Zaštita Bilja*, 19(102): 335-410 pp.
- Babovic, M., Tasic, M., and Pesic, Z.**, 1975, Contribution to the study of alfalfa mosaic virus strains, *Zaštita Bilja*, 26(134): 325-332 pp.
- Bailiss, K.W. and Offei, S.K.**, 1990, Alfalfa mosaic virus in lucerne seed during seed maturation and storage, and in seedlings. *Plant Pathology*, 39(3): 539-547 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Bandzo, K., Rusevski, R., Kuzmanovska, B., Jankulovska, M. and Popovski Z.,** 2017, Molecular detection and identification of Alfalfa mosaic virus (AMV) on pepper cultivated in open fields in R. Macedonia, *Genetika*, 49(3): 1047-1057 pp.
- Bayaa, B., Kumari, S.G., Akkaya, A., Erskine, W., Makkouk, K.M., Turk, Z. and Özberk, I.,** 1998, Survey of major biotic stresses of lentil in South-East Anatolia, Turkey, *Phytopathologia Mediterranea*, 37(2): 88-95 pp.
- Becquer, A. and Bencome, I.,** 1974, **Vectores** del virus del mosaico del platano, *Revista de Agricultura*, 7(2): 24-34 pp.
- Beniwal, S.P.S., Chaubey, S.N. and Bharatan, N.,** 1980, Presence of urdbean leaf crinkle virus in seeds of mungbean germplasm [Mungo vigna Radiata, Vigna mungo L., India], *Indian Phytopathology*, 33(2): 360-361 pp.
- Bergua, M., Luis-Arteaga, M. and Escriu, F.,** 2014, Genetic Diversity, Reassortment, and Recombination in *Alfalfa mosaic virus* Population in Spain, *Virology*, 104 (11): 1241-1250 pp.
- Bewley, J.D. and Black, M.,** 1994, Seeds: Physiology of Development and Germination. Plenum Press, New York, 445p.
- Bilgin, D.D., Aldea, M., O'Neill, B.F., Benitez, M., Li, M., Clough, S.J. and DeLucia, E.H.,** 2008, Elevated Ozone Alters Soybean-Virus Interaction, *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 21(10): 1297-1308 pp.
- Bisessar, S. and Temple, P.J.,** 1977, Reduced ozone injury on virus infected tobacco in the field, *Plant Disease Reporter*, 61: 961-963 pp.
- Black, L.M.,** 1945, A virus tumor of plants, *American Journal of Botany*, 32(7): 408-415 pp.
- Boiteux, L.S., De Avila, A.C., Giordano, L.B., Lima, M.I. and Kitajima, E.W.,** 1995, Apical chlorosis disease of chickpea (*Cicer arietinum*) caused by tomato spotted wilt virus in Brazil. *Journal of Phytopathology*, 143(10): 629-631 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Bol, J.F.**, 1999, Alfalfa mosaic virus and ilarviruses: Involvement of coat protein in multiple steps of the replication cycle, *Journal of General Virology*, 80 (5): 1089-1102 pp.
- Bos., L.**, 1970, The identification of three new viruses isolated from wisteria and pisum in the Netherlands, and the problem of variation within the potato virus Y group, *Netherlands Journal of Plant Pathology*, 76(1): 8-46 pp.
- Bos, L., Hampton, R.O. and Makkouk, K.M.**, 1988, Viruses and virus diseases of pea, lentil, faba bean and chickpea, 591-615, *World Crops: Cool Season Food Legumes*, R.J. Summerfield (Ed.), Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 1179p.
- Brederode, F.T., Koper-Zwarthoff, E.C. and Bol, J.F.**, 1980, Complete nucleotide sequence of Alfalfa mosaic virus RNA 4. *Nucleic Acids Research*, 8(10): 2213-2223 pp.
- Brennan, E. and Leone I.A.**, 1970, Note on the interaction of tobacco mosaic virus and ozone in *Nicotiana sylvestris*, *Journal of The Air Pollution Control Association*, 20(7):470 pp.
- Brunt, A.A.**, 1968, Freesia streak virus (FSV), Annual Report, Glasshouse Crops Research Institute, 104-105 pp.
- Brunt, A, Crabtree, K. and Gibbs, A.**, 1990, Viruses of Tropical Plants: Descriptions and Lists from VIDE Database, CAB International, Wallingford, 707p.
- Bujarski, J., Gallitelli, D., García-Arenal, F., Pallás, V., Palukaitis, P., Reddy, M.K., Wang, A. and ICTV Report Consortium**, 2019, ICTV Virus Taxonomy Profile: Bromoviridae, *Journal of General Virology*, 100(8): 1206-1207 pp.
- CABI**, 2019a, “Centre for Agriculture and Bioscience International, Alfalfa mosaic virus”, <https://www.cabi.org/isc/datasheet/4346#toDistributionMaps> (Erişim tarihi: 4 Aralık 2019)

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- CABI**, 2019b, “Centre for Agriculture and Bioscience International, Bean yellow mosaic virus”, <https://www.cabi.org/isc/datasheet/9433#830D6622-45CE-4904-9A93-0C97607ADC3> (Erişim tarihi: 4 Aralık 2019)
- CABI**, 2019c, “Centre for Agriculture and Bioscience International, Pea seed-borne mosaic virus”, <https://www.cabi.org/isc/datasheet/16970#toDistributionMaps> (Erişim tarihi: 19 Ağustos 2020)
- CABI**, 2019d, “Centre for Agriculture and Bioscience International, Pea seed-borne mosaic virüs” <https://www.cabi.org/isc/datasheet/39776> (Erişim tarihi: 2 Ocak 2020)
- Cali, S.**, 1990, Investigations of virus infections of lucerne in central Anatolia and their transmission through weeds and seeds, Arastirma Yayınları Serisi, 72, 104p.
- Carter, W.**, 1962, Insects in Relation to Plant Disease, Wiley-Interscience, New York, 759p.
- Chalam, T.V.**, 1982, Identification and characterization of cucumber mosaic and bean yellow mosaic viruses affecting chickpea (*Cicer Arietinum* L.) in India, Doctoral Thesis, Andhra Pradesh Agricultural University, 129 p.
- Chamberlain, E.E.**, 1939, Cucumber mosaic (*Cucumis virus* L.). *New Zealand Journal of Science and Technology Section A*, 21: 74-90 pp.
- Chatzivassiliou, E.K., Giakountis, A., Kumari, S.G. and Makkouk, K.M.**, 2016, Viruses affecting lentil (*Lens culinaris* Medik.) in Greece; incidence and genetic variability of *Bean leafroll virus* and *Pea enation mosaic virus*, *Phytopathologia Mediterranea*, 55(2): 239-252 pp.
- Chaumpluk, P., Sasaki, Y., Nakajima, N., Nagano, H., Nakamura, I., Suzuki, K., Mise, K., Inouye, N., Okuno, T. and Furusawa, I.**, 1996, Six new subgroup I members of Japanese cucumber mosaic virus as determined by nucleotide sequence analysis of RNA3's cDNAs, *Annals of the Phytopathological Society of Japan*, 62: 40-44 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Clark, M.F. and Adams, A.N.**, 1977, Characteristic of microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for detection of plant viruses, *Journal of General Virology*, 34(3): 475-483 pp.
- Conti, M., Caciagli, P. and Casetta, A.**, 1979, Infection sources and aphid vectors in relation to the spread of cucumber mosaic virus in pepper crops, *Phytopathologia Mediterranea*, 18: 123-128 pp.
- Corbett, M.K.**, 1958, A virus disease of lupines caused by bean yellow mosaic virus, *Phytopathology*, 48: 86-91 pp.
- Córdoba-Sellés, M. C., García-Rández, A., Alfaro-Fernández, A. and Jordá-Gutiérrez, C.**, 2007, Seed transmission of *Pepino mosaic virus* and efficacy of tomato seed disinfection treatments, *Plant Disease*, 91(10): 1250-1254 pp.
- Coutts, B.A., Prince, R.T. and Jones, R.A.C.**, 2008, Further studies on Pea seed-borne mosaic virus in cool-season crop legumes: responses to infection and seed quality defects, *Australian Journal of Agricultural Research*, 59:1130-1145 pp.
- Coutts, B.A., Prince, R.T. and Jones, R.A.C.**, 2009, Quantifying effects of seedborne inoculum on virus spread, yield losses, and seed infection in the Pea seed-borne mosaic virus field pea pathosystem, *Phytopathology*, 99:1156-1167 pp.
- Crowley, N.C.**, 1957, Studies on the seed transmission of plant virus diseases, *Australian Journal of Biological Sciences*, 10: 449-464 pp.
- Cui, H. and Wang, A.**, 2016, Plum pox virus 6K1 protein is required for viral replication and targets the viral replication complex at the early stage of infection, *Journal of Virology*, 90(10): 5119-5131 pp.
- Çiçek, Y.**, 1998, Ege Bölgesinde Sertifikalı Domates, Biber, Patlıcan ve Marul Tohumlarında Bulunan Virüslerin Saptanması Üzerinde Araştırmalar, Doktora Tezi, EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 136s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Çiçek, Y. and Yorgancı, Ü.**, 1991, Studies on the incidence of Tobacco mosaic virus on certified seed of tomato, pepper and eggplant in Aegean region, *The Journal of Turkish Phytopathology*, 20(2-3): 57-68 pp.
- Çulal Kılıç, H. ve Yardımcı, N.**, 2012, Burdur Çine ovası fasulye alanlarında hıyar mozaik virüsü, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 3(2): 12-15 s.
- Çulal Kılıç, H. ve Yardımcı, N.**, 2014, Burdur ili fasulye üretim alanlarında fasulye adi mozayik virüsü'nün serolojik ve moleküler yöntemlerle belirlenmesi, *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(2): 289-294 s.
- Çulal Kılıç, H., Yardımcı, N. ve Ürgen, G.**, 2013, Muğla ili Fethiye ilçesinde fasulye alanlarında önemli bazı virüs hastalıklarının araştırılması, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(1): 1-8s.
- Davino, S., Bellardi, M.G., Di Bella, M., Davino, M. and Bertaccini, A.**, 2005, Characterization of a Cucumber mosaic virus isolate infecting *Mandevilla sanderi* (Hemsl.) Woodson, *Phytopathologia Mediterranea*, 44: 220-225 pp.
- Devergne, J.C.**, 1959, Identification a partir de *Trifolium repens* L. d'un virus proche du virus de la mosaïque jaune du haricot *Phaseolus virus 2*, Smith, *Annual Epiphytes*, 4: 475-489 pp.
- De Bokx, J. A.**, 1965, Hosts and electron microscopy of two papaya viruses, *Plant Disease Reporter*, 49(9): 742-746 pp.
- Dickson, R.C, Swift, J.E., Anderson, L.D. and Middleton, J.T.**, 1949, Insect vectors of cantaloupe mosaic in California desert valleys, *Journal of Economic Entomology*, 42(5): 770-774 pp.
- Doncaster, J.P. and Kassanis, B.**, 1946, The shallot aphid, *Myzus ascalonicus* Doncaster, and its behavior as a vector of plant viruses, *Annals of Applied Biology*, 33(1): 66-68 pp.
- Doolittle, S.P.**, 1916, A new infectious mosaic disease of cucumber, *Phytopathology*, 6: 145-147 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Doolittle, S.P.**, 1920, The mosaic disease of cucurbits, US Department Agriculture Bulletin 879:1-69 pp.
- Doolittle, S.P. and Walker, M.N.**, 1923, Cross inoculation studies with cucurbit mosaic. *Science*, 57(1477): 477 pp.
- Doolittle, S.P. and Zaumeyer, W.J.**, 1953, A pepper ringspot caused by strains of cucumber mosaic virüs from pepper and alfalfa, *Phytopathology*, 43: 333-337 pp.
- Duman, İ. ve Eşiyok, D.**, 1998, Ekim öncesi PEG ve KH₂PO₄ uygulamalarının havuç tohumlarının çimlenme ve çıkış oranı ile verim üzerine etkileri, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 22: 445-449 s.
- Edwardson, J.R. and Christie, R.**, 2018, CRC Handbook of Viruses Infecting Legumes, CRC Press, Boca Raton, 505p.
- Eiras, M., Boari A.J., Colariccio, A., Chaves, A.L.R., Briones, M.R.S., Figueira, A.R. and Harakava, R.**, 2004, Characterization of isolates of the cucumovirus *Cucumber Mosaic Virus* present in Brazil, *Journal of Plant Pathology*, 86(1): 61-69 pp.
- Elbeshehy, E.K.F. and Sallam, A.A.A.**, 2012, Partial characterization of an isolate of Cucumber Mosaic Virus (CMV) from Ismailia Governorate, *International Journal of Virology*, 8(1): 90-97 pp.
- Eldin, A.S.G., El-Kady, M.A. and El-Amrety, A.A.**, 1981, Pea mosaic virus (PMV) strain of Bean yellow mosaic virus isolated from pea, *Egyptian Journal of Phytopathology*, 13: 23-28 pp.
- El-Abhar, M.A., Elkady, M.A., Ghanem, K.M. and Bosila, H.A.**, 2018, Identification, characterization and ultrastructure aspects of *Alfalfa mosaic virus* infecting potato (*Solanum tuberosum* L.) in Egypt, *Journal of Virological Sciences*, 3(1): 68-77 pp.
- El-Attar, S., Ghabrial, S.A. and Nour-Eldin, F.**, 1971a, A strain of alfalfa mosaic virus on broad bean in the Arab Republic of Egypt, *Agricultural Research Review*, 49: 277-284pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- El-Attar, S., Nour-Eldin, F. and Ghabrial, S.A.,** 1971b, A strain of bean yellow mosaic virus naturally occurring on broad bean in the Arab Republic of Egypt, *Agricultural Research Review*, 49: 285-290 pp.
- El-DougDoug, K.A., Taha, R.M. and Mousa, A.A.,** 1999, Studies on faba bean seed-borne diseases, *Arab Universities Journal of Agricultural Sciences*, 7: 381-390 pp.
- El-Helaly, H.S., Ahmed, A.A., Awad, M.A. and Soliman, A.M.,** 2012, Biological and molecular characterization of potato infecting Alfalfa mosaic virus in Egypt, *International Journal of Virology*, 8(1): 106-113 pp.
- El-Muadhidi, M.A., Makkouk, K.M., Kumari, S.G., Jerjess, M., Murad, S.S., Mustafa, R.R. and Tarık, F.,** 2001, Survey for legume and cereal viruses in Iraq, *Phytopathologia Mediterranea*, 40: 224-233 pp.
- Eppler, A. and Hinz, U.,** 1987, Die Lupinenblattlaus *Macrosiphum albifrons* Essig, ein neuer Schaderreger und Virusvektor in Deutschland, *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 104(1-5): 510-518 pp.
- Erdiller G., Akbaş B. and Sağır A.,** 1997, Survey of seedborne viruses in lentil seeds in Mardin province, *The Journal of Turkish Phytopathology*, 26(2-3): 69-75 s.
- Erdiller G., Akbaş B. ve Sağır A.,** 1998, Diyarbakır ili ve çevresinde yetiştiricilerin kullandığı mercimek tohumlarında yer alan virüsler ve bunların tohumla taşınma durumu, Türkiye VIII. Fitopatoloji Kongresi, 21-25 Eylül, Ankara.
- Erkan, S.,** 1998, Tohum Patolojisi, Gözdem Ofis, İZMİR, 275 s.
- Erkan S., Özaktan, H. ve Yorgancı, Ü.,** 1991, Domates tohumlarında domates mozayığı ve bakteriyel solgunluk etmenlerinin varlığının belirlenmesi üzerinde araştırmalar, VI. Türkiye Fitopatoloji Kongresi, 7-11 Ekim, İzmir, Türkiye Fitopatoloji Derneği yayınları, 6: 347-352 s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Erkan, S., Özaktan, H., Yorgancı, Ü., ve Yoltaş, T.,** 1992, Sanayi domatesi tohum örneklerinde domates mozaik virüsü ve bakteriyel solgunluk etmenlerinin bulunma durumunun saptanması üzerinde araştırmalar, Sanayi Domatesi Üretimini Geliştirme Projesi (SANDOM) Yayın No: 6, 45-50 s.
- Evans, I.R. and Zettler, F.W.,** 1970, Aphid and mechanical transmission properties of bean yellow mosaic virus isolates, *Phytopathology*, 60: 1170-1174 pp.
- Fagbola, O., Boulton, R.E., Jellis, G.J. and Bhillon, N.P.S.,** 1996, The reaction of some varieties of faba bean (*Vicia faba* L.) Pea seed-borne mosaic potyvirus, *Plant Varieties Seeds*, 9: 43-51 pp.
- Falk, B.W and Duffus, J.E.,** 1988, Ecology and control, 275-296, The Plant Viruses, Vol. 4, Milne, R.G. (Ed.), Plenum Press, New York, 444p.
- FAO,** 2018, “Statistics, Food and Agriculture Organization of the United Nations”, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Erişim tarihi: 28 Eylül 2020)
- Farag, A.G., Khattab, E.A. and Al-Shamrany, I.M.,** 2015, Nucleotide sequence of capsid protein gene of *Bean yellow mosaic potyvirus* in bean plants from Al-Makhwah Governorate, Saudi Arabia, *International Journal of Virology*, 11(2): 41-53 pp.
- Fidan, Ü.,** 1988, Ege Bölgesinde Baklagillerde Görülen Virüs Hastalıklarının Tanılanması ve Tohumla Taşınma Durumlarının Belirlenmesi Üzerinde Araştırmalar, Doktora tezi, EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 100s.
- Fidan, Ü. and Yorgancı, Ü.,** 1990, Investigation on the detection and seed transmission of the virus diseases occurring on pulse crops in Aegean Region, *Journal of Turkish Phytopathology*, 19(1): 1-5 pp.
- Fletcher, J.D.,** 1993, Surveys of virus diseases in pea, lentil, dwarf and broad bean crops in South Island, New Zealand, *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 21(1): 45-53 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Fletcher, J.T., George, A.J. and Green, D.E.**, 1969, Cucumber green mottle mosaic virus, its effect on yield and its control in the Lea Valley, England, *Plant Pathology*, 18:16-22 pp.
- Fletcher, J.D., Russell, A.C. and Butler, R.C.**, 1999, Seed-borne Cucumber mosaic virus in New Zealand lentil crops: yield effects and disease incidence, *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 27: 197-204 pp.
- Foissac, X., Savalle-Dumas, L., Gentit, P., Dulucq, M.J. and Candresse, T.**, 2001, Polyvalent detection of fruit tree Tricho, Capillo, and Foveaviruses by nested RTPCR using degenerated and inosine-containing primers (PDO RT-PCR), *Acta Horticulturae*, 550: 37-44 pp.
- Ford, R.E. and Baggett, J.R.**, 1965, Relative severity of legume viruses in peas measured by plant growth reduction, *Plant Disease Reporter*, 49: 627-629 pp.
- Francki, R.I.B., Randles, J.W., Chambers, T.C. and Wilson, S.B.**, 1966, Some properties of purified cucumber mosaic virus (Q strain), *Virology*, 28: 729-741 pp.
- Frandsen, N.O.**, 1952, Untersuchungen zur Virusresistenzzüchtung bei *Phaseolus vulgaris* L., *Zeitschrift Fur Pflanzenzüchtung*, 31:381-426 pp.
- Fritzsche, R., Karl, E., Lehmann, W. and Proeseler, G.**, 1972, *Tierische Vektoren pflanzenpathogener Viren*, Gustav Fischer Verlag, Jena. 521p.
- Frosheiser, F.I.**, 1974, Alfalfa mosaic virus transmission to seed through alfalfa gametes and longevity in alfalfa seed, *Phytopathology*, 64: 102-105 pp..
- Garran, J. and Gibbs, A.**, 1982, Studies on alfalfa mosaic virus and alfalfa aphids, *Australian Journal of Agricultural Research*, 33(4) 657-664 pp.
- Garrett, R.G., Cooper, J.A., and Smith, P.R.**, 1985, Virus epidemiology and control, 269-297, *The Plant Viruses*, Vol. 1, Francki, R.I.B. (Ed.), Plenum Press, New York, 324p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Gheshlaghia, T.M., Shahraeenb, N. and Rakhshandehrooa, F.,** 2019, Serological and molecular characteristics of pea seed borne mosaic virus-PSbMV from lentil (*Lens culinaris Medik L.*) in Iran, *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 59(9-10): 873-883 pp.
- Ghorbani, S.G.M., Shahraeena, N. and Elahinia, S.A.,** 2010, Distribution and impact of virus associated diseases of common bean (*Phaseolus vulgaris L.*) in northern Iran, *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 43(12): 1183-1189 pp.
- Giakountis, A., Skoufa, A., Paplomatas, E.I., Tokatlidis, I.S. and Chatzivassiliou, E.K.,** 2015, Molecular characterization and phylogenetic analysis of a Greek lentil isolate of Pea seed-borne mosaic virus, *Phytoparasitica*, 43: 615-628 pp.
- Goodchild, D.J.,** 1956, Relationships of legume viruses in Australia: I. Strains of bean yellow mosaic virus and pea mosaic virus, *Australian Journal of Biological Sciences*, 9(2):231-237 pp.
- Gould, A.R. and Symons, R.H.,** 1982, Cucumber mosaic virus RNA, III. Determination of the nucleotide sequence provides the amino acid sequences of protein 3A and viral coat protein, *Eur. J. Biochem.*, 126(2): 217-226 pp.
- Graham, J.H., Kreitlow, K.W. and Faulkner, L.R.,** 1972, Diseases, 497-523, Alfalfa Science and Technology, Hanson, C.H.(Ed.), Agronomy Monograph No: 15, American Society of Agronomy, Madison.
- Green, S.K., Hwang, L.L. and Kuo, Y.J.,** 1987, Epidemiology of tomato mosaic virus in Taiwan and identification of strains, *Zeischrift für Pflanzenkrankheiten and Pflanzenschutz*, 94(4): 386-397 pp.
- GTHB,** 2016, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü Tohumculuk Daire Başkanlığı, Tohumculuk, T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Eğitim Yayın ve Yayınlar Dairesi Başkanlığı, 128s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- GTHB**, 2017, “Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü, Kayıt Listeleri”, <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Menu/30/Kayit-Listeleri> (Erişim tarihi: 29 Mart 2017)
- Gümüş, M., Erkan, S., Yorgancı, Ü. ve Duman, İ.**, 2001, Bazı sebzelerin tohumlarında bulunan viral etmenlerin saptanması üzerine araştırmalar, Türkiye IX. Fitopatoloji Kongresi, 190-197, 3-8 Eylül, Tekirdağ.
- Guzel, O. and Arlı Sokmen, M.**, 2003, Determination of some viruses infecting common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and their incidences in seed lots in Samsun Province, *Journal of Turkish Phytopathology*, 32(2): 99-106 pp.
- Haddad, N.I., Muehlbauer, F.J. and Hampton, R.O.**, 1978, Inheritance of resistance to pea seed-borne mosaic virus in lentils, *Crop Science*, 18(4): 613-615 pp.
- Hagedorn, D.J. and Walker, J.C.**, 1950, The relation of bean virus 2 to pea mosaic in Wisconsin, *Phytopathology*, 40: 684.
- Hampton, R.O.**, 1982, Incidence of the lentil strain of Pea seed-borne mosaic virus as a contaminant of *Lens culinaris* germplasm. *Phytopathology*, 72: 695-698 pp.
- Hampton, R.O.**, 1984, Diseases caused by viruses, 31-37, Compendium of pea diseases and pests, Hagedorn, D.J. (Ed.), American Phytopathological Society, St. Paul, MN.
- Hampton, R.O. and Mink, G.I.**, 1975, Pea seed-borne mosaic virus, *CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses*, 146: 4.
- Hampton, R.O. and Muehlbauer, F.J.**, 1977, Seed transmission of Pea seed-borne mosaic virus in lentils, *Plant Disease Reporter*, 61: 235-238 pp.
- Hampton, R., Mink, G., Bos, L., Inouye, T., Musil, M. and Hagedorn, D.**, 1981, Host differentiation and serological homology of pea seed-borne mosaic virus isolates, *Netherlands Journal of Plant Pathology*, 87(1): 1-10 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Harrison, B.D.**, 1958, Cucumber mosaic virus in raspberry, *Plant Pathology*, 7(3): 109-111 pp.
- Hein, A.**, 1957, Beiträge zur Kenntnis der Viruskrankheiten an Unkrautern. II. Das Luzernemosaik- und das Lamium-Gelbmosaik, *Phytopathologische Zeitschrift*, 29: 79-116 pp.
- Heinze, K.**, 1939, Übertragung und Überwinterung des Lupinenbraune-Virus, *Mitt. Biol. Reichsanst. Land Forstwirtschaft. Berlin-Dahlem*, 59: 84-86 pp.
- Heinze, K.**, 1950, Zur Übertragung pflanzlicher Viruskrankheiten durch Blattlaus, *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*, 2(4): 49-53 pp.
- Heinze, K.**, 1952, Virusübertragungsversuche mit Blattläusen auf Dahlien, Gurken, Zwiebeln, Wasserruben und einigen anderen Pflanzen, *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie) und Pflanzenschutz*, 59(1-2): 3-13 pp.
- Heinze, K.**, 1957, Weitere Versuche zur Übertragung von phytopathogenen Viren mit Blattläusen, *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*, 9: 22-25 pp.
- Heinze, K.**, 1959a, Beitrag zur Ermittlung neuer Überträger für phytopathogene Viren, *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie) und Pflanzenschutz*, 66: 391-395 pp.
- Heinze, K.**, 1959b, Neue Gelegenheitsüberträger für das Gurkenmosaik-Virus (*Marmor cucumeris*), das Y-Virus der Kartoffel (*Marmor epsilon*), die Tomatenstauche (*dwarfing of tomato*) und ein neuer Überträger für die Vergilbungskrankheit der Rübe (*Corium betae*), *Verlag Zeitschrift für Naturforschung*, 14b: 414-415 pp.
- Heinze, K.**, 1959c, Neue Überträger für das Enationen-Virus der Erbse (*pea enation mosaic*) und einige andere Virosen, *Phytopathologische Zeitschrift*, 35(1): 103-104 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Heinze, K.**, 1960, Versuche zur Übertragung nichtpersistenter und persistenter Viren durch Blattläuse, *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*, 12: 119-121 pp.
- Heinze, K.**, 1963, Über Virus übertragung mit Blattläusen auf landwirtschaftlichen Kulturpflanzen unter Berücksichtigung verschiedener Stadien des Entwicklungszyklus, *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*, 15: 5-9 pp.
- Hema, M., Sreenivasulu, P., Patil, B.L., Lava Kumar, P. and Reddy, D.V.R.**, 2014, Tropical food legumes: virus diseases of economic importance and their control, *Advances in Virus Research*, 90: 431-505 pp.
- Hemmati, K. and McLean, D.L.**, 1977, Gamete-seed transmission of alfalfa mosaic virus and its effect on seed germination and yield in alfalfa plants, *Phytopathology*, 67: 576-579 pp.
- Hooks, C.R.R. and Fereres, A.**, 2006, Protecting crops from non-persistently aphid transmitted viruses: A review on the use of barrier plants as a management tool, *Virus Research*, 120: 1-16 pp.
- Hosseini, A. and Hosseini, S.**, 2014, Occurrence and distribution of *Bean Common Mosaic Virus* and *Bean Yellow Mosaic Virus* from common bean fields of Kerman Province, Iran, *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences*, 4(2): 528-535 pp.
- Howles, R.**, 1961, Inactivation of tomato mosaic virus on tomato seed, *Plant Pathology*, 10: 160-161 pp.
- Hull, R., Hills, G.J. and Markham, R.**, 1969, Studies on alfalfa mosaic virus: II. The structure of the virus components, *Virology*, 37(3): 416-428 pp.
- Hwang, M.S., Kim, S.H., Lee, J.H., Bae, J.M., Paek, K.H. and Park, Y.**, 2005, Evidence for interaction between the 2a polymerase protein and the 3a movement protein of *Cucumber mosaic virus*. *Journal of General Virology*, 86: 3171-3177 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- ICTV**, 2020, “International Committee on Taxonomy of Viruses”, <https://talk.ictvonline.org/taxonomy/> (Erişim tarihi: 29 Aralık 2020)
- Inouye, T.**, 1967, A seed-borne mosaic virus of pea, *Annals of the Phytopathological Society of Japan*, 33(1): 38-42 pp.
- Iqbal, S., Ashfaq, H. and Shah, H.**, 2011, Biological characterization of pakistani isolates of Cucumber mosaic cucumovirus (CMV). *Pakistan Journal of Botany*, 43: 3041-3047 pp.
- ISTA**, 2017, “International Rules for Seed Testing”, https://www.seedtest.org/upload/cms/user/ISTA_Rules_2017_02_sampling.pdf (Erişim tarihi: 4 Nisan 2017)
- Jacquemond, M.**, 2012, Cucumber mosaic virus, *Advances in Virus Research*, 84: 439-504 pp.
- Jagger, I.C.**, 1916, Experiments with the cucumber mosaic disease, *Phytopathology*, 6: 148-151 pp.
- Jaspars, E.M.J.**, 1974, Plant viruses with a multipartite genome, *Advances in Virus Research*, 19: 37-149 pp.
- Jaspars, E.M.J.**, 1985. Interaction of Alfalfa Mosaic Virus Nucleic Acid and Protein, 155-221, *Molecular Plant virology*, Volume I: Virus Structure and Assembly and Nucleic Acid-Protein Interactions, Davies, J.W. (Ed.), CRC Press, New York, 239p.
- Jasper, E.M.J. and Bos, L.**, 1980, Alfalfa mosaic virus, *Association of Applied Biologists Description of Plant Viruses*, No: 229, 7p.
- Johansen, I.E., Dougherty, W.G., Keller, K.E., Wang, D. and Hampton, R.O.**, 1996a, Multiple viral determinants affect seed transmission of Pea seed-borne mosaic virus in *Pisum sativum*, *Journal of General Virology*, 77: 3149-3154 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Johansen, I.E., Keller, K.E., Dougherty, W.G. and Hampton, R.O.**, 1996b, Biological and molecular properties of a pathotype P-1 and a pathotype P-4 isolate of pea seed-borne mosaic virus, *Journal of General Virology*, 77: 1329-1333 pp.
- Jones, R.A.C.**, 2004, Occurrence of virus infection in seed stocks and three year old pastures of lucerne (*Medicago sativa*), *Australian Journal of Agricultural Research*, 55: 757-764 pp.
- Jones, R.A.C. and Barbeti, M.J.**, 2012, Influence of climate change on plant disease infections and epidemics caused by viruses and bacteria, *Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 7(22):1-31 pp.
- Jones, R.A.C. and Coutts, B.A.**, 1996, Alfalfa mosaic and Cucumber mosaic virus infection in chickpea and lentil: incidence and seed transmission, *Annals of Applied Biology*, 129: 491-506 pp.
- Jones, R.A.C. and McLean, G.D.**, 1989, Virus diseases of lupins, *Annals of Applied Biology*, 114:609-637 pp.
- Jones, R.A.C. and Pathipanawat, W.**, 1989, Seed-borne Alfalfa mosaic virus infecting annual medics (*Medicago* spp.) in western Australia, *Annals of Applied Biology*, 115:263-277pp.
- Jones, R.A.C., Coutts, B.A., Latham, L.J. and McKirdy, S.J.**, 2008, Cucumber mosaic virus infection of chickpea stands: Temporal and spatial patterns of spread and yieldlimiting potential, *Plant Pathology*, 57: 842-853 pp.
- Kaiser, W.J.**, 1973b, Etiology and biology of viruses affecting lentil (*Lens esculenta* Moench.) in Iran, *Phytopathologia Mediterranea*, 12:7-14 pp.
- Kaiser, W.J.**, 1979, Natural infection of cowpea and mung bean by alfalfa mosaic virus in Iran, *Plant Disease Reporter*, 63:414-418 pp.
- Kaiser, W.J.**, 1980, Use of thermotherapy to free potato tubers of Alfalfa mosaic, Potato leaf roll, and Tomato black ring viruses, *Phytopathology*, 70:1119-1122 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kaiser, W.J.**, 1981, Disease of chickpea, lentil, pigeonpea and tepary bean in continental United States and Puerto Rico, *Economic Botany*, 35:300-320 pp.
- Kaiser, W.J. and Danesh, D.**, 1971, Etiology of virus-induced wilt of *Cicer arietinum*, *Phytopathology*, 61:453-457 pp.
- Kaiser, W. J., Danesh, D., Okhovat, M. and Mossahebi, H.**, 1968, Diseases of pulse crops (edible legumes) in Iran, *Plant Disease Reporter*, 52:687-691 pp.
- Kaper, I.M. and Waterworth, H.E.**, 1981, Cucumoviruses, 257-332, Handbook of Plant Virus Infections: Comparative Diagnosis, Kurstak, E. (Ed.), Elsevier Science Ltd., North- Holland, 943p.
- Karanfil, A. ve Korkmaz, S.**, 2017, Çanakkale ili börülce üretim alanlarında *Hıyar mozaik virüsü* (*Cucumber mosaic virus*; CMV)'nün tespiti ve kılıf protein genine göre moleküler karakterizasyonu, Bitki Koruma Bülteni, 57(3):293-304 s.
- Kararah, M., Om-Hashem, M., El-Banna, S., Zein, N. ve Abd-Elrehim, A.**, 2014, Biological and serological studies on *Pea seed –borne mosaic virus* (PSbMV) on cowpea forage crop (*Vigna unguiculata* L.Walp), *Egyptian Journal of Virology*, 11(2):288-310 pp.
- Karl, E.**, 1967, Experiments for the ability of transmitting viruses by the hemp aphid (*Phorodon cannabis* Pass.), Plant Virology: Proc. 6th Conf. Czech. Plant Virologists, Olomouc, 276.
- Karl, E.**, 1971, Neue Vektoren für einige nichtpersistente Viren, *Archiv für Pflanzenschutz*, 7(5):337-342 pp.
- Karl, E. and Schmidt, H.E.**, 1978, Untersuchungen zum Artenspektrum der Aphidenvektoren des Erbsenblattrollmosaik-Virus (pea leaf rolling mosaic virus), *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 14(6):367-372 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kartha, K.K.**, 1986, Production and Indexing of Disease Free Plants, 219-238, Plant Tissue Culture and Its Agricultural Applications, Withers, L.A. and Anderson, P.G. (Eds.), Butterworth-Heinemann, London, England, 542p.
- Kassanis, B.**, 1947, Studies on dandelion yellow mosaic and other virus diseases of lettuce, *Annals of Applied Biology*, 34(3):412-421 pp.
- Kaur, C., Kumar S. and Raj S.K.**, 2013, New record of association of bean yellow mosaic virüs with mosaic disease of vicia faba in India, *Indian Journal of Virology*, 24(1):95-96 pp.
- Kaur C., Raj R., Kumar S. and Raj S.K.**, 2014, First report of *Bean yellow mosaic virus* on Cape gooseberry in India, *New Disease Reports*, 29:17 pp.
- Kavyashri, V.V., Pappachan, A., Padmaja, A.S., Nagaraju, N. and Rangaswamy, K.T.**, 2016, Biological and molecular characterization of cucumber mosaic virus isolate causing severe mosaic in Gherkin (*Cucumis Anguria* L.) in India, *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 10(3):2089-2098 pp.
- Kelaniyangoda, D.B. and Madhubashini, L.W.M.**, 2010, Indicator plants: Tools for detecting Papaya ring spot potyvirus and Cucumber mosaic cucumovirus, *Journal of Food and Agriculture*, 1(2): 64-69 pp.
- Kennedy, J.S., Day, M.F. and Eastop, V.F.**, 1962, A Conspectus of Aphids as Vectors of Plant Viruses, Commonwealth Institute Entomology, The Eastern Press Ltd., London, 114p,
- Khetarpol, K. and Maury, Y.**, 1987, Pea seed-borne mosaic virus: a review, *Agronomie*, 7(4):215-224 pp.
- Khetarpal, R.K. and Maury, Y.**, 1990, Seed transmission of pea seed-borne mosaic virus in peas: early and late expression of the virus in the progeny, *Journal of Phytopathology*, 129:265-270 pp.
- Kim, M.-K., Kwak, H.-R., Lee, S.-H., Kim, J.-S., Kim, K.-H., Cha, B.J. and Choi, H.-S.**, 2011, Characteristics of Cucumber mosaic virus isolated from Zea mays in Korea, *Plant Pathology Journal*, 27(4):372-377 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kovachevsky, I.**, 1973, Studies on the pathogen of yellow mosaic of bean, *Plant Science*, 10:129 pp.
- Kreitlow, K.W. and Price, W.C.**, 1949, A new virus disease of ladino clover, *Phytopathology*, 39:517-528 pp.
- Kulshrestha, S., Hallan, V., Raikhy, G., Ram, R. and Zaidi A.A.**, 2006, Incidence of *Bean Yellow Mosaic Virus* on Iris, *Acta Horticulturae*, 722: 235-240 pp.
- Kumar, P.L., Jones, A.T. and Waliyar, F.**, 2008a, Virus Diseases of Pigeonpea, 235-258, Vegetable and Pulse Crops: Vol. 3. Characterization, Diagnosis and Management of Plant Viruses, Rao, G.P., Kumar, P.L. and Holguin-Peña, R.J. (Eds.), Studium Press LLC., Houston, USA, 395p.
- Kumar, P.L., Kumari, S.M.G. and Waliyar, F.**, 2008b, Virus Diseases of Chickpea, 213-234, Vegetable and Pulse Crops: Vol. 3. Characterization, Diagnosis and Management of Plant Viruses, Rao, G.P., Kumar, P.L. and Holguin-Peña, R.J. (Eds.), Studium Press LLC., Houston, USA, 395p.
- Kumar, Y., Hallan, V. and Zaidi, A.A.**, 2009, Identification and characterization of *Bean yellow mosaic virus* infecting *Freesia*, *Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology*, 18(2):253-255 pp.
- Kumari, R., Bhardwaj, P., Singh, L., Zaidi, A.A., and Hallan, V.**, 2013, Biological and molecular characterization of *Cucumber mosaic virus* subgroup II isolate causing severe mosaic in cucumber. *Indian Journal of Virology*, 24(1):27-34 pp.
- Kumari, S.G., Makkouk, K.M.**, 1995, Variability among twenty lentil genotypes in seed transmission rate and yield loss induced by pea seed-borne mosaic potyvirus infection, *Phytopathologia Mediterranea*, 34:129-132 pp.
- Kumari, S.G. and Makkouk, K.M.**, 2007, Virus diseases of faba bean (*Vicia faba* L) in Asia and Africa, *Plant Viruses*, 1:93-105 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kumari, S.G., Larsen, R., Makkouk, K.M. and Bashir, M.,** 2009, Virus diseases of lentil and their control, 306-325, *The Lentil: Botany, Production and Uses*, Erskine, W., Muehlbauer, F.J., Sarker, A. and Sharma, B. (Eds.), CABI, UK, 480p.
- Kumari, S., Makkouk, K. and Ismail, I.D.,** 1994, Seed transmission and yield loss induced in lentil by Bean yellow mosaic potyvirus, *Lens Newsletter*, 21(1):42-44 pp.
- Kurtoğlu, A. and Korkmaz, S.,** 2018, Determination and molecular characterization of Cucumber Mosaic Virus (CMV) infection on spinach production fields of Çanakkale Province, Turkey, *Journal of Turkish Phytopathology*, 47(2):43-51 pp.
- Kutluk Yılmaz, N.D., Gümüş, M. ve Erkan, S.,** 2002, Tokat ilinde fasulye tohumlarındaki viral etmenlerin saptanması üzerinde araştırmalar, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 39(3):49-55 s.
- Kvicala, B.A.,** 1967, Some further experiments with pea leaf rolling virus and its aphid vectors, *Plant Virology: Proc. 6th Conf. Czechoslovak Plant Virologists*, Czechoslovak Academy of Sciences, Prague, 332p.
- Kvicala, B.A., Leskova, O., and Musil, M.,** 1973, A seed-borne pea leaf rolling mosaic virus of pulse crops in Czechoslovakia, *Ochrana Rostlin*, 9:271-280 pp.
- Kyrychenko, A.M., Antipov, I.O., and Hrynychuk, K.V.,** 2017, Phylogenetic analysis of ukrainian BYMV isolates from soybeans and beans, *Cytology and Genetics*, 51(3):173-178 pp.
- Langereis, K., Mugnier, M.-A., Cornelissen, B.J.C., Pink, L. and Bol, J.F.,** 1986, Variable repeats and poly(A)-stretches in the leader sequence of Alfalfa mosaic virus RNA 3, *Virology*, 154:409-414 pp.
- Larsen, R.C., Kaiser, W.J., Wyatt, S.D., Buxton-Druffel, K.L. and Berger, P.H.,** 2003, Characterization of a new potyvirus naturally infecting chickpea, *Plant Disease*, 87(11):1366-1371 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Latham, L.J. and Jones, R.A.C.**, 2001, Incidence of virus infection in experimental plots, commercial crops and seed stocks of cool season crop legumes, *Australian Journal of Agricultural Research*, 52:397-413 pp.
- Latham, L.J., Jones, R.A.C. and Coutts, B.A.**, 2004, Yield losses caused by virus infection in four combination of non-persistently aphid transmitted virus and cool-season crop legume, *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 44(1):57-63 pp.
- Lee, S.-H., Kim, J.-S. and Lee, J.-M.**, 2004, Moisture contents in bottle gourd seeds during dry heat treatment and subsequent germination, *HortScience*, 39(4):758-759 pp.
- Ling, K.-S.**, 2010, Effectiveness of chemo- and thermotherapeutic treatments on *Pepino mosaic virus* in tomato seed. *Plant Disease*, 94:325-328 pp.
- Lister, R.M.**, 1970, Apple stem grooving virus, CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses, No. 31, Commonwealth Agricultural Bureaux/Association of Applied Biologists, Farnham, Slough, England, 1970.
- Loebenstein, G. and Thottappilly, G.**, 2003, Virus and virus-like diseases of major crops in developing countries, Springer, Netherlands, 800p.
- Lo'pez-Moya J.J. and Garcí'a J.**, 2008, Potyviruses, 313-322, *Encyclopedia of Virology* (Third Edition), Mahy, B.W.J. and Van Regenmortel, M.H.V. (Eds.), Elsevier Ltd., 3234p.
- Lot, H. and Kaper, J.M.**, 1976, Physical and chemical differentiation of three strains of cucumber mosaic virus and peanut stunt virüs, *Virology*, 74: 209-222 pp.
- Lundsgaard, T.**, 1981, Pea seedborne mosaic virus isolated from broad bean (*Vicia faba* L.) in Denmark, *Acta Agriculturae Scandinavica*, 31(2):116-122pp.
- Magee, C.J.P.**, 1940, Transmission of infectious chlorosis or heartrot of the banana and its relationship to cucumber mosaic, *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science*, 6(1):44-47 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Maina, S., Zheng, L., King, S., Aftab M., Nancarrow, N., Trebicki, P. and Rodonib, B.,** 2020, Genome sequence and phylogeny of a *Bean Yellow Mosaic Virus* isolate obtained from a 14-year-old australian lentil sample, *Microbiology Resource Announcement*, 9(2):1-3 pp.
- Makkouk, K.M.,** 1994, Viruses and virus diseases of cool season food legumes in West Asia and North Africa, *Journal of Agricultural Research*, 4:98-115 pp.
- Makkouk, K.M. and Attar, N.,** 2003, Seed transmission of Cucumber mosaic virus and Alfalfa mosaic virus in lentil seeds, *Arab Journal of Plant Protection*, 21:49-52 pp.
- Makkouk, K.M. and Kumari, S.G.,** 2009, Epidemiology and integrated management of persistently transmitted aphid-borne viruses of legume and cereal crops in West Asia and North Africa, *Virus Research*, 141: 209-918 pp.
- Makkouk, K.M., Attar, N. and Kumari, S.G.,** 2003a, Seed transmission of Cucumber mosaic virus in lentil seeds in Syria, Eighth Arab congress of plant protection, 12-16 October, El-Beida, Libya.
- Makkouk, K.M., Bashir, M., Jones, R.A.C. and Kumari, S.G.,** 2001, Survey for viruses in lentil and chickpea crops in Pakistan, *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie) und Pflanzenschutz*, 108:258-268 pp.
- Makkouk, K.M., Kumari, S.G. and Bos, L.,** 1993, Pea seed-borne mosaic virus: occurrence in faba bean (*Vicia faba*) and lentil (*Lens culinaris*) in West Asia and North Africa, and further information on host range, transmission characteristics, and purification, *Netherlands Journal of Plant Pathology*, 99:115-124 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Makkouk, K.M., Kumari, S.G., Hughes, J.d'A., Muniyappa, V., and Kulkarni, N.K.,** 2003b, Other Legumes: Faba Bean, Chickpea, Lentil, Pigeonpea, Mungbean, Blackgram, Lima Bean, Horegram, Bambara Groundnut and Winged Bean, 447-476, Virus and virus-like diseases of major crops in developing countries, Loebenstein, G. and Thottappilly, G. (Eds.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands, 800p.
- Makkouk, K., Pappu, H., and Kumari, S.G.,** 2012, Virus diseases of peas, beans, and faba bean in the Mediterranean region, *Advances in Virus Research*, 84: 367-402 pp.
- Malathi, V.G. and John, P.,** 2008, Gemini viruses infecting legumes, vegetable and pulse Crops, 97-123, Characterization, Diagnosis and Management of Plant Viruses, G.P. Rao, P.L. Kumar and R.J. Holguin-Peña (Eds.), Studium Press LLC, USA, 422p.
- Mali, V.R. and Kulthe, K.S.,** 1980a, A seed-borne potyvirus causing mosaic disease of cowpea in India, *Plant Disease*, 64:925-928 pp.
- Mandal, B. and Jain, R.K., Krishnareddy, M., Krishna Kumar, N. K., Ravi, K. S. and Pappu, H.R.,** 2012, Emerging problems of Tospoviruses (Bunyaviridae) and their management in the Indian Subcontinent, *Plant Disease*, 96:468-479 pp.
- Mando, J.S., Kawas, H.Z., Makkouk, K.M., Kumari, S.G.,** 2004, Forage legume viruses in Syria: economic importance and seed transmission, *Arab Journal of Plant Protection*, 22:122-127 pp.
- Manglitz, G.R. and Kreitlow, K.W.,** 1960, Vectors of alfalfa and bean yellow mosaic viruses in ladino White clover, *J. Econ. Entomol.*, 53(1):113-115 pp.
- Matthews, R.E.F.,** 1991, *Plant Virology*, Academic Press, New York, 897p.
- McClanahan, R.J. and Guyer, G.E.,** 1964, The role of insects in the spread of cucumber mosaic virus, *Canadian Journal of Plant Science*, 44(1):1-6 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- McClintock, J.A. and Smith, L.B.**, 1918, True nature of spinach-blight on the relation of insects to its transmission, *Journal Agricultural Research*, 14:1-60 pp.
- Megahed, E.S. and Moore, J.D.**, 1969, Inactivation of necrotic ringspot and prune dwarf viruses in seeds of some *Prunus* spp., *Phytopathology*, 59:1758-1760 pp.
- Miftakhurohmah, M., Mariana, M. and Wahyuno, D.**, 2017, Molecular characterization of Cucumber mosaic virus infecting wild betel (*Piper sarmentosum*), *Current Science*, 112(12): 2369-2371 pp.
- Milbrath, J.A.**, 1963, An investigation of thermal inactivation of alfalfa mosaic virus, *Phytopathology*, 53:1036-1040 pp.
- Milicic, D. and Plavsic, B.**, 1978, Contribution to the knowledge of Pea seed-borne mosaic virus, *Acta Botanica Croatica*, 37:9-19 pp.
- Mills, P.R. and Ahmed, A.H.**, 1984, Host range and properties of cucumber mosaic virus (CMV-Su) infecting *Vicia faba* in Sudan, *FABIS Newsletter*, 9:31-33 pp.
- Mogendroff, N.**, 1930, Fern leaf of tomato, *Phytopathology*, 20: 25-46 pp.
- Morales, F.J.**, 2003, Common bean, 425-445 pp., Virus and virus-like diseases of major crops in developing countries, Loebenstein, G. and Thottappilly, G. (Eds.), Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 800p.
- Moreira A.G., Kitajima E.W. and Rezende J.A.M.**, 2010, Identification and partial characterization of a Carica papaya-infecting isolate of Alfalfa mosaic virus in Brazil, *Journal of General Plant Pathology*, 76:172-175 pp.
- Morgan, P.B., Ainsworth, E.A. and Long, S.P.**, 2003, How does elevated ozone impact soybean? A meta-analysis of photosynthesis, growth and yield. *Plant, Cell and Environment*, 26:1317-1328 pp.
- Moyle, R., Pretorius, L.-S., Shuey, L.S., Nowak, E. And Schenka, P.M.**, 2018, Analysis of the complete genome sequence of *Cucumber mosaic virus* Strain K, *Genome Announcement*, 6(7):1-2 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Musil, M.**, 1966, Über das Vorkommen des Virus des Blattrollens der Erbse in der Slowakei, *Biologia (Bratislava)*, 21:133-138 pp.
- Musil, M. and Hulman, I.**, 1974, The response of some pea and field pea varieties to infection by the pea leaf rolling mosaic virus, *Ochr. Rostl.*, 10:129 pp.
- Mustafayev, E., Kumari, S.G., Attar, N. and Zeynal, A.**, 2011, Viruses infecting chickpea and lentil crops in Azerbaijan, *Australasian Plant Pathology*, 40:612-620 pp.
- Navas-Castillo, J., Fiallo-Olive, E. and Sanchez-Campos, S.**, 2011, Emerging virus diseases transmitted by whiteflies, *Annual Review of Phytopathology*, 49:219-248 pp.
- Navrátil, M. and Šafářová, D.**, 2019, Naturally occurring recombinant isolate of Pea seed-borne mosaic virus-Short Communication, *Plant Protection Science*, 55(3):167-171 pp.
- Nematollahi, S., Sokhandan-Bashir, N., Rakhshandehroo, F. and Zamanizadeh, H.R.**, 2012, Phylogenetic analysis of new isolates of Cucumber mosaic virus from Iran on the basis of different genomic regions, *The Plant Pathology Journal*, 28(4):381-389 pp.
- Newman, P.A.**, 2020, “An Introduction to Stratospheric Ozone”, http://www.ccpo.odu.edu/SEES/ozone/class/Chap_1/index.htm (Erişim tarihi: 8 Nisan 2020).
- Nezamabad, P. S., Habibi, M. K. and Dizadji, A.**, 2010, Characterization of *Bean yellow mosaic virus* (BYMV) isolated from *Gladiolus* in Tehran Province, *19th Iranian Plant Protection Congress*, 31 July-3 August, Iran.
- Nogay, A.**, 1983, Marmara Bölgesi Cucurbitaceae Familyası Kültür Bitkilerinde Görülen Virüs Hastalıklarının Tanılanması, Tohumla Geçiş Durumlarının ve Konukçu Dizilerinin Saptanması Üzerinde Araştırmalar, Doktora tezi, Erenköy- İstanbul, 120s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Nogay, A.**, 1986, Trakya'da önemli domates ekim alanlarında görülen domates sürgün yanıklığı üzerinde ön çalışmalar, *Bitki Koruma Bülteni*, 26(1-2): 23-39 s.
- Nour, M.A. and Nour, J.J.**, 1962, A mosaic disease of *Dolichos lablab* and diseases of other crops caused by alfalfa mosaic virus in the Sudan, *Phytopathology*, 52:427-432 pp.
- Ormrod, D.P. and Kemp, W.G.**, 1979, Ozone response of tomato plants infected with cucumber mosaic virus and/or tobacco mosaic virus, *Canadian Journal of Plant Science*, 59:1077-1083 pp.
- Quizbouben, A. and Fortass, M.**, 1997, Survey of chickpea for viruses in Morocco, *EPPO Bulletin*, 27:249-254 pp.
- Palukaitis, P. and García-Arenal, F.**, 2003, Cucumoviruses, *Advances in Virus Research*, 62:241-323 pp.
- Palukaitis, P., Roossink, M., Dietzgen, R.G. and Franchi, R.I.B.**, 1992, Cucumber mosaic virus, *Advances in Virus Research*, 41: 281-348 pp.
- Parrella, G., Acanfora, N., Ori'lon A.F. and Navas-Castillo, J.**, 2011, Complete nucleotide sequence of a Spanish isolate of alfalfa mosaic virus: evidence for additional genetic variability, *Archives of Virology*, 156:1049-1052 pp.
- Parrella, G., Lanave, C., Marchoux, G., Finetti Sialer, M.M., Di Franco, A., Gallitelli, D.**, 2000, Evidence for two distinct subgroups of alfalfa mosaic virus (AMV) from France and Italy and their relationships with other AMV strains Brief report, *Archives of Virology*. 145(12):2659-2667 pp.
- Parvin, M.S., Akanda A.M. and Rahman A.H.M.A.**, 2007, Summer Cosmos - A Host of Cucumber mosaic virus, *Journal of Agriculture and Rural Development*, 5(1-2): 84-93 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Paylan, I.C., Erkan, S., Çetinkaya, N., Ergun, M. and Candar A.,** 2010, The effects of various inactivation treatments on seed germination characteristics in vegetable seeds infected with the viruses, *Journal of Turkish Phytopathology*, 39(1-3):45-66 s.
- Paylan, İ.C. ve Erkan, S.,** 2013, Bazı Sebze Tohumlarındaki Viral Etmenlerin Saptanması ve Yaygınlık Oranlarının Belirlenmesi, *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 50 (3): 231-240 s.
- Peden, K.W.C. and Symons, R.H.,** 1973, Cucumber mosaic virus contains a functionally divided genome, *Virology*, 53(2):487-492 pp.
- Pesic, Z. and Hiruki, C.,** 1986, Differences in the incidence of alfalfa mosaic virus in seed coat and embryo of alfalfa seed, *Canadian Journal of Plant Pathology*, 8:39 pp.
- Petrović, D., Ignjatov M., Nikolić Z., Vujaković M., Vasić M., Milošević M. and Taški-Ajduković, K.,** 2010, Occurrence and distribution of viruses infecting the bean in Serbia. *Archives of Biological Sciences.*, 62(3):595-601 pp.
- Pierce, W.H.,** 1934, Viruses of the bean, *Phytopathology*, 24: 87-115 pp.
- Pollina, E.C., Power, A.G. and Sparks, J. P.,** 2008, Effects of elevated ozone on transmission and symptom severity of a generalist plant virus, The 93rd ESA Annual Meeting, August 3-8, Milwaukee, Wisconsin, USA.
- Porter, D.R.,** 1935, Insect transmission, host range and field spread of potato calico, *Hilgardia*, 9:383 pp.
- Pourrahim, R. and Farzadfar, S.,** 2016, Biological and molecular characterization of Alfalfa mosaic virus infecting trumpet creeper (*Campsis radicans*) in Iran, *Journal of Phytopathology*, 164: 276-280 pp.
- Pratap, D., Kumar, S., Snehi, S.K. and Raj, S.K.,** 2012, Biological and molecular characterization of Cucumber mosaic virus isolate causing shoestring disease of tomato in India which has closer affinity to european or east asian isolates of CMV, *Indian Journal of Virology*, 23(1): 57-63 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Quantz, L.**, 1968a, Das Gelbmosaik der Gartenbohne, 113, Pflanzliche Virologie, Volume 2, Klinkowski, M. (Ed.), Akademie Verlag, Berlin, 393p.
- Quantz, L.**, 1968b, Das gewöhnlich Erbsenmosaik, 99, Pflanzliche Virologie, Volume 2, Klinkowski, M. (Ed.), Akademie Verlag, Berlin, 393p.
- Rao, G.P., Kumar, P.L. and Holguin-Peña, R. J. H.**, 2008, Vegetable and pulse crops: Vol. 3. Characterization diagnosis and management of plant viruses, Studium Press LLC, USA, 408p.
- Rao, M.H.P. and Reddy, D.V.R.**, 1971, A new strain of TMV. *Indian Phytopathology*, 24:672-678 pp.
- Rasoulpour, R., Afsharifar, A. and Izadpanah, K.**, 2016, Partial biological and molecular characterization of a Cucumber mosaic virus isolate naturally infecting *Cucumis melo* in Iran, *Virusdisease*, 27(2):193-197 pp.
- Reddy, D.V.R., Sudarshana, M.R., Fuchs, M., Rao, N.C. and Thottappilly, G.**, 2009, Genetically engineered virus-resistant plants in developing countries: Current status and future prospects, *Advances in Virus Research*, 75:185-220 pp.
- Remondino, M. and Valdenassi, L.**, 2018, Different uses of ozone: Environmental and corporate sustainability. Literature review and case study, *Sustainability*, 10(12):1-18 pp.
- Revers, F., and Garcia, J.A.**, 2015, Molecular biology of potyviruses, *Advances in Virus Research*, 92:101-199 pp.
- Richards, K.E., Jonard, G., Jacquemond, M. and Lot, H.**, 1978, Nucleotide sequence of cucumber mosaic virus-associated RNA 5, *Virology*, 89(2):395-408 pp.
- Roossinck, M.J.**, 1991, Temperature sensitive replication of CMV in Muskmelon, *Journal of General Virology*, 72(7): 1747-1750 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Roossinck, M.J., Zhang, L. and Hellwald, K.H.**, 1999, Rearrangements in the 5' nontranslated region and phylogenetic analysis of *Cucumber mosaic virus* RNA 3 indicate radial evolution of three subgroups, *Journal of Virology*, 73(8):6752-6758 pp.
- Ryjkoff, V.L., Vovk, A.M. and Alexeena**, 1944, On the physiological peculiarities of the yellow strain of tobacco mosaic virus, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 13:84-96 pp.
- Safarova, D., Navrátil, M., Petrusová, J., Pokorný, R. and Pláková, Z.**, 2008, Genetic and biological diversity of the Pea seed-borne mosaic virus isolates occurring in Czech Republic, *Acta Virologica*, 52(1): 53-57 pp.
- Sangar, R.B.S.**, 1988, Filiform disease of summer squash in Madhya Pradesh, *Journal of Farm science*, 3: 8-81 pp.
- Sasaya, T., Iwasaki, M. and Yamamoto, T.**, 1993, Seed transmission of Bean yellow mosaic virus in broad bean (*Vicia faba*), *Annals of the Phytopathological Society of Japan*, 59:559-562 pp.
- Sasaya, T., Nozu, Y. and Koganezawa, H.**, 1998, Biological and serological comparisons of Bean Yellow Mosaic Virus (BYMV) isolates in Japan, *Annals of the Phytopathological Society of Japan*, 64:24-33 pp.
- Sastry, K.S.**, 2013, Seed-borne Plant Virus Diseases, Springer, India, 327 p.
- Sastry, K.S., Mandal, B., Hammond, J., Scott, S.W. and Briddon, R.W.**, 2019, Encyclopedia of Plant Viruses and Viroids, Springer Nature India Private Limited, New Delhi, India, 2946p.
- Sastry, K.S. and Zitter, T.A.**, 2014, Management of Virus and Viroid Diseases of Crops in the Tropics, 149-480, Plant Virus and Viroid Diseases in the Tropics, Volume 2: Epidemiology and Management, Sastry, K.S. and Zitter, T.A. (Eds.), Springer, Dordrecht, 489p.
- Sayasa, T., Iwasaki, M. and Yamamoto, T.**, 1993, Seed transmission of Bean yellow mosaic virus in broad bean (*Vicia faba*), *Annals of the Phytopathological Society of Japan*, 59:559-562 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Schmidt, H.E.**, 1977f, Leguminosen, 144-243, Pflanzliche Virologie, Volume 2, Schmelzer, K. and Spaar, D. (Eds.), Akademie Verlag, Berlin.
- Schmidt, H.E. and Karl, E.**, 1970, Ein Beitrag zur Analyse der Viroten des Hanfes (*Cannabis sativa* L.) unter Berücksichtigung der Hanfblattlaus (*Phorodon cannabis* Pass.) als Virusvektor, *Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde, Infektionskrankheiten und Hygiene*, 125:16-22 pp.
- Schwarz, R.**, 1959, Epidemiologische Untersuchungen über einige Viren der Unkraut- und Ruderalflora Berlins, *Phytopathol. Z.*, 35(3):238-270 pp.
- Schwartz, H.F., Steadman, J.R., Hall, R. and Foster, R.L.**, 2005, Compendium of bean diseases (2nd ed.), American Phytopathological Society, USA, 120 p.
- Schwinghamer, M.W. and Symons, R.H.**, 1975, Fractionation of cucumber mosaic virus RNA and its translation in a wheat embryo cell-free system, *Virology*, 63(1):252-262 pp.
- Schwinghamer, M.W., Johnstone, G.R. and Johnston-Lord, C.F.**, 1999, First records of bean leafroll luteovirus in Australia, *Australasian Plant Pathology*, 28(3):260 pp.
- Selvaraj D.G., Pokorný, R. And Holková, L.**, 2009, Variability of Bean yellow mosaic virus isolates in the Czech Republic, *Acta virologica*, 53:277-280 pp.
- Semal, J.**, 1958, Virus transmission by *Dactynotus cichoricola* H.R.L., a new aphid in chicory, *Nature*, 181(4610):721 pp.
- Sertkaya, G., Çarpar, H. ve Sertkaya, E.**, 2017, Hatay ili patates üretim alanlarında Yonca Mozaik Virüsü (*Alfalfa Mosaic Virus: AMV*)'nün araştırılması, *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(1): 23-29 s.
- Severin, H.H.P.**, 1947, Viruses that induce breaking in color of flower petals in pansies and violas, *Hilgardia*, 17(18):577-594 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Severin, H.H.P.**, 1950, Multiple virus of tomato inducing fruit malformation and leaf symptoms, *Hilgardia*, 20(7):109-113 pp.
- Sharma, P.N., Sharma, V., Sharma, A., Rajput, K. and Sharma S.K.**, 2015, Identification and molecular characterization of Bean yellow mosaic virus infecting French bean in Himachal Pradesh, *Virus Dis.*, 26(4):315-318 pp.
- Sharma, S.R. and Varma, A.**, 1975, Three sap transmissible viruses from cowpea in India, *Indian Phytopathology*, 23:192-198 pp.
- Sharma, S.R. and Varma, A.**, 1983, Effect of heat treatment of infected seeds and granular application of insecticide on field spread of cowpea banding mosaic and seed yield of cowpea, *Journal of Turkish Phytopathology*, 12(2-3): 103-111 pp.
- Sharma, Y.R. and Chohan, J.S.**, 1971, Control by thermotherapy of seed-borne vegetable marrow mosaic virus, *FAO Plant Protection Bulletin*, 19:86-88 pp.
- Silva, P.P., Freitas, R.A. and Nascimento, W.M.**, 2011. Detection of Tomato mosaic virus in Tomato Seed and Treatment by Thermotherapy, *Acta Horticulturae*, 917:303-308 pp.
- Singh, R. and Singh, A.K.**, 1977, Observations on mosaic diseases of sunn hemp, (*Crotalaria juncea L.*), *Phytopathologia Mediterranea*, 16(2/3):132-136 pp.
- Singh, D., Naquvi, Q.A. and Garg, I.D.**, 1999, A strain of Cucumber mosaic cucumovirus causing mosaic in Marigold in India, *Indian Phytopathology*, 52: 114-117 pp.
- Smit, C.H. and Jaspars, E.M. J.**, 1982, Evidence that RNA 4 of alfalfa mosaic virus does not replicate autonomously, *Virology*, 117(1):271-274 pp.
- Smith, K.M.**, 1957, *A Textbook of Plant Virus Diseases*, 2nd edition, Little, Brown, London, 652p.
- Smith, F.F. and Brierley, P.**, 1944, Preliminary report on some mosaic diseases of iridaceous plants, *Phytopathology*, 34(6):593-597 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Sommereyns, G.**, 1967, *Les Virus des Vegetaux*, Duclot, J. (Ed.), Gembloux, Duculot, 345p.
- Sreenivasulu, P., Subba Reddy, C., Ramesh, B. and Kumar, P.L.**, 2008, Groundnut viruses, 47-97, *Industrial Crops* (Vol. 1), Characterization, Diagnosis and Management of Plant Viruses, Rao, G.P., Paul Khurana, S.M. and Lenardon, S.L. (Eds.), Studium Press LLC, USA, 522p.
- Stevenson, W.R. and Hagedorn, D.J.**, 1969, A new seed borne virus of peas, *Phytopathology*, 59:1051-1052 pp.
- Stevenson, W.R. and Hagedorn, D.J.**, 1973, Overwintering of pea seedborne mosaic virus in hairy vetch, *Vicia villosa*, *Plant Disease Reporter*, 57:349-352 pp.
- Sudhakar, N., Nagendra-Prasad, D., Mohan, N. and Murugesan, K.**, 2007, A bench-scale, cost effective and simple method to elicit *Lycopersicon esculentum* cv. PKM1 (tomato) plants against *Cucumber mosaic virus* attack using ozone-mediated inactivated *Cucumber mosaic virus* inoculum, *Journal of Virological Methods*, 146:165-171 pp.
- Sudhakar, N., Nagendra-Prasad, D., Mohan, N., Hill, B., Gunasekaran, M., Murugesan, K.**, 2011, Assessing influence of ozone in tomato seed dormancy alleviation, *American Journal of Plant Sciences*, 2(3):443-448 pp.
- Swenson, K.G.**, 1954, Aphid transmission of a bean yellow mosaic virus, *Journal of Economic Entomology*, 47(6):1121-1123 pp.
- Swenson, K.G.**, 1957, Transmission of bean yellow mosaic virus by aphids, *Journal of Economic Entomology*, 50(6):727-731 pp.
- Swenson, K.G. and Marsh, T.G.**, 1967, Aphid transmission of a cucumber mosaic virus from cherry, *Journal of Economic Entomology*, 60(1):261-262 pp.
- Swenson, K.G. and Nelson, R.L.**, 1959, Relation of aphids to the spread of cucumber mosaic virus in *Gladiolus*, *Journal of Economic Entomology*, 52(3):421-425 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Tenllado, F. and Bol, J.F.**, 2000, Genetic detection of the multiple functions of Alfalfa mosaic virus coat protein in viral RNA replication, encapsidation, and movement, *Virology*, 268:29-40 pp.
- Thomas, J.E., Schwinghamer, M.W., Parry, J.N., Sharman, M., Schilg, M.A. and Dann, E.K.**, 2004, First report of Tomato spotted wilt virus in chickpea (*Cicer arietinum*) in Australia, *Australasian Plant Pathology*, 33(4):597-599 pp.
- Toroc, V.A.**, 2001, Biological and Molecular Variation Among Isolates of Pea Seed Borne Mosaic Virus, PhD Thesis, University of Adelaide, 257p.
- Trucco, V., Breuil, S., Bejerman, N., Lenardon, S., Giolitti, F.**, 2014, Complete nucleotide sequence of Alfalfa mosaic virus isolated from alfalfa (*Medicago sativa* L.) in Argentina, *Virus Genes*, 48(3):562-565 pp.
- Tsuji, T., Maeda, T., Kondo, H. and Inouye, N.**, 1996, Characterization of Bean Yellow Mosaic Virus from *Ixia hybrida*, *Bulletin of the Research Institute for Bioresources Okayama University*, 4: 201-213 pp.
- Tu, J.C.**, 1997, Effect of necrotic and non-necrotic strains of Bean common mosaic and Bean yellow mosaic viruses on nodulation and root tip necrosis of bean (*Phaseolus vulgaris*), *Can J Plant Pathol*, 19(2):156-160 pp.
- TUİK**, 2019, “Bitkisel Üretim İstatistikleri” http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001 (Erişim tarihi: 28 Eylül 2020)
- Ulum, M., Çulal Kılıç, H. ve Yardımcı, N.**, 2020, Burdur ilinde yetiştirilen fasulye bitkilerinde Bean Yellow Mosaic Virus (BYMV)’ünün araştırılması, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 24(1): 43-47 pp.
- Van der Vossen, E.A.G., Neeleman, L. and Bol, J.F.**, 1994, Early and late functions of Alfalfa mosaic virus coat protein can be mutated separately, *Virology*, 202(2):891-903 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Varveri, C., Varvara, I.M., Kapari-Isaia, T.,** 2015, Principles for Supplying Virus-Tested Material, *Advances in Virus Research*, 91:1-32 pp.
- Verhoyen, M.,** 1961, Identification en Belgique du virus de la mosaïque de la luzerne (Lucerne Mosaic Virus) symptomatologie et caractéristiques, *Parasitica*, 17:65 pp.
- Vovk, A.M.,** 1961, Inactivation of tobacco mosaic virus in tomato seed at different storage times, *Trans. Inst. Genet. Acad. Sci.*, 28:269-276 pp.
- Vovlas, C. and Russo, M.,** 1978, Virus diseases of vegetable crops in Apulia, XXIII: Bean yellow mosaic in broad bean, *Phytopathologia Mediterranea*, 17(3):201-204 pp.
- Walkey, D.G.A.,** 1985, Applied Plant Virology, John Wiley & Sons, New York, 352p.
- Wang, D., Maule, A.J., Biddle, A.J., Woods, R.D. and Cockbain, A.J.,** 1993, A susceptibility of pea cultivars to Pea seed-borne mosaic virus infection and virus seed transmission in the UK, *Plant Pathology*, 42:42-47 pp.
- Weimer, J.L.,** 1931, Alfalfa mosaic, *Phytopathology*, 21:122-123 pp.
- Weimer, J.L.,** 1934, Studies on alfalfa mosaic, *Phytopathology*, 24:239 pp.
- Wellman, F.L.,** 1934, A disease of banana, markedly similar to bunchy top, produced by celery virus 1 in U.S.A., *Phytopathology*, 24:1032-1034 pp.
- Verma, V.S.,** 1971, Effect of heat on seed transmission of mosaic disease of cowpea (*Vigna sinensis* Savi), *Acta Microbiologica Polonica*, 3(3):163-165 pp.
- Whipple, O.C. and Walker, J.C.,** 1941, Strains of Cucumber mosaic virus pathogenic on bean and pea, *Journal of Agricultural Research*, 62:27-60 pp.
- White, K.A.,** 2015, The polymerase slips and PIPO exists, *EMBO Reports*, 16:885-886 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Wylie, S.J., Adams, M., Chalam, C., Kreuze, J., López-Moya, J.J., Ohshima, K., Praveen, S., Rabenstein, F., Stenger, D., Wang, A., Zerbini, F.M. and ICTV Report Consortium**, 2017, ICTV Virus Taxonomy Profile: *Potyviridae*, *Journal of General Virology*, 98:352-354 pp.
- Wylie, S.J., Coutts, B.A. and Jones, R.A.C.**, 2011, Genetic variability of the coat protein sequence of pea seed-borne mosaic virus isolates and the current relationship between phylogenetic placement and resistance groups, *Archives of Virology*, 156(7):1287-1290 pp.
- Wylie, S.J., Coutts, B.A., Jones, M.G.K. and Jones, R.A.C.**, 2008, Phylogenetic analysis of *Bean yellow mosaic virus* isolates from four continents: Relationship between the seven groups found and their hosts and origins, *Plant Disease*, 92:1596-1603 pp.
- Xu, H. and Nie, J.**, 2006, Identification, characterization, and molecular detection of *Alfalfa mosaic virus* in potato, *Phytopathology*, 96:1237-1242 pp.
- Yalpani, N., Enyedi, A., Leon, J. and Raskin, I.**, 1994, Ultraviolet light and ozone stimulate accumulation of salicylic acid, pathogenesis-related proteins and virus resistance in tobacco, *Planta*, 193:372-376 pp.
- Yardımcı, N., Eryiğit, H. and Erdal, I.**, 2007, Effect of Alfalfa Mosaic Virus (AMV) on the content of some macro and micronutrients in alfalfa, *Journal of Culture Collections*, 5:90-93 pp.
- Yardımcı, N. ve Açıkgöz, S.**, 1997, Erzurum Yöresi Yoncalarında, Mozayik Hastalığı Etmeninin Test Bitkileri ile Tanılanması, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(2): 195-205 s.
- Yorgancı, Ü.**, 1975, İzmir İlinde Domateslerdeki Virüs Hastalıkları, Yayılma ve Zarar Durumları, Elde Edilen İzolatlarla Biyolojik ve Serolojik Araştırmalar (Doçentlik Tezi). TOAG/127 No'lu Proje Nihai Raporu. Ege Üniv. Ziraat Fak. Bornova-İzmir, 102 s.
- Zandbergen, M.**, 1964, Hot water treatment for bulbs, *Journal of the Royal Horticultural Society*, Daffodil-Tulip Yearbook, 30:187 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Zaumeyer, W.J., 1963, Two new strains of Alfalfa mosaic virus systemically infectious to bean, *Phytopathology*, 53:444-449 pp.

Zitikaitė, I. and Samuitienė, M., 2008, Identification and some properties of Alfalfa mosaic alfamovirus isolated from naturally infected tomato crop, *Biologija*, 54(2):83-88 pp.



TEŞEKKÜR

Tez çalışmasının yürütülmesi sırasında çalışma ortamı ve imkânı sağlayan ve hiçbir desteğini esirgemeyen danışmanım Sayın Prof. Dr. Mustafa GÜMÜŞ'e, emekli olana kadar danışmanlığımı yürüten ve değerli görüşlerinden faydalandığım Sayın Prof. Dr. Semih ERKAN'a, değerli katkılarından dolayı Tez İzleme Komitesi üyeleri Sayın Prof. Dr. İbrahim DUMAN ve Sayın Doç. Dr. İsmail Can PAYLAN'a, tez savunma jürisine katılıp katkı sağlayan Sayın Prof. Dr. Saadettin BALOĞLU ve Sayın Prof. Dr. Ahmet BAYRAM'a, ozon çalışmalarının gerçekleştirilmesinde değerli katkı ve desteklerini aldığım Dr. Öğr. Üyesi Nedim ÇETİNKAYA'ya, yanımda bulunmasalar da manevi desteklerini her zaman hissettiğim aileme, gösterdikleri misafirperverlik için görevli olarak bulunduğum Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü personeline ve emeği geçen herkese gönülden teşekkür ederim.

17 / 02 / 2021

Mehmet Zeki KIZMAZ

ÖZGEÇMİŞ

Araştırmacı 2004 yılında Mardin Lisesi'nden mezun oldu. Aynı yıl kazandığı Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Mühendisliğinde başladığı lisans eğitimini 2008 yılında aynı fakültenin Bitki Koruma Bölümünden mezun olarak tamamladı. 2009-2011 yıllarında Batman İli Sason İlçe Tarım Müdürlüğü'nde Ziraat Mühendisi olarak görev yaptı. 2011 yılında Tarım Bakanlığı'ndaki görevinden ayrılarak Bingöl Üniversitesi'nde Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. Aynı yıl içinde babasının sağlık problemi nedeniyle Bingöl Üniversitesi'ndeki görevinden ayrılarak Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'nde Öğretim Üyesi Programı kapsamında Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. Yüksek Lisans eğitimini 2011-2014 yıllarında görev yaptığı Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı'nda "Diyarbakır ve Mardin İlleri Kabakgil Üretim Alanlarında Görülen Viral Hastalıkların Yaygınlığı, Oranları ve Etmenlerinin Belirlenmesi" adlı çalışmayı gerçekleştirerek tamamladı. 2014 yılında Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Bölümünde doktora eğitimine başladı. Doktora eğitiminden sonra Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'ndeki görevine devam etmektedir.