T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HATAY İLİ YERFISTIĞI ve SOYA FASULYESİ ÜRETİM ALANLARINDA VİRÜS HASTALIKLARININ ARAŞTIRILMASI

DİLAN ÇEN

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HATAY
ARALIK - 2022

T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HATAY İLİ YERFISTIĞI ve SOYA FASULYESİ ÜRETİM ALANLARINDA VİRÜS HASTALIKLARININ ARAŞTIRILMASI

DİLAN ÇEN
ORCID:0000-0001-7425-9275

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman
Prof. Dr. GÜLŞEN SERTKAYA
ORCID: 0000-0003-3319-1790

HATAY
ARALIK - 2022

02/12/2022

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

İmzası

Dilan ÇEN

ÖZET

HATAY İLİ YERFISTIĞI ve SOYA FASULYESİ ÜRETİM ALANLARINDA VİRÜS HASTALIKLARININ ARAŞTIRILMASI

Bu çalışma, Hatay ilinin Antakya-Serinyol, Erzin, Kırıkhan, Kumlu ve Reyhanlı ilçelerinde yerfıstığı ve soya fasulyesinde sorun olan virüs ve fitoplazma hastalıklarının araştırılması amacıyla yürütülmüştür. Arazi çıkışlarında belirti gösteren toplam 173 adet bitkiden (94 yerfıstığı ve 65 soya fasulyesi, 14 yabancı ot) örnekleme yapılmış ve DAS-ELISA yöntemi ile testlenmiştir. Yerfıstığı alanlarından toplanan örnekler, alfalfa mosaic virus (AMV), cucumber mosaic virus (CMV), groundnut ringspot virus (GRSV), peanut stunt virus (PSV), tomato spotted wild virus (TSWV), tomato yellow fruit ring virus (TYFRV) için; soya fasulyesi alanlarından toplanan örnekler ise, alfalfa mosaic virüs (AMV), cucumber mosaic virus (CMV), soybean mosaic virus (SMV), tobacco mosaic tobamovirus (TMV), tobaccco ringspot virus (TRSV) ve potato Y virus (PVY) için serolojik yöntem (DAS-ELISA) ile testlenmiştir.

Yerfıstığı için yapılan ELISA sonucunda 5 örnek CMV, 6 örnek TSWV enfeksiyonu yönünden pozitif sonuç vermiştir. Soya için yapılan ELISA sonuçlarında ise 2 örnek AMV, 2 örnek CMV, 4 örnek SMV, 3 örnek TRSV için ve 2 örnek PVY için pozitif sonuç vermiştir. Fitoplazma enfeksiyonundan şüphelenilen örnekler moleküler yöntemler (nested-PCR: nPCR) ile incelenmiş ve 13 adet örnek (4 örnek yerfıstığı, 8 örnek soya fasulyesi, 1 yabancı ot türü *Chenopodium album*) pozitif bulunmuştur. Hatay ili soya fasulyesi üretim alanlarında *Chenopodium album* türünde PVY ve fitoplazma enfeksiyonu ilk kez belirlenmiştir.

Potansiyel vektörlerin belirlenmesi amacı ile atrap ve vakumlu böcek toplama aleti (D-VAC) ile yerfıstığı alanlarından böcek örnekleri toplanmıştır. Cicadellidae örneklerinde Empoasca türlerinin en yoğun olduğu belirlenmiştir. Böcek örnekleri her örnekte 5 ergin birey olacak şekilde hazırlanmış ve nPCR ile analiz edilmiştir. Kırıkhan yerfıstığı alanlarından toplanan *Empoasca* spp. örnekleri 5/10 oranında fitoplazma yönünden pozitif bulunmuştur. Hatay'da yerfıstığı alanlarında *Empoasca* türlerinin fitoplazma hastalıklarının taşınmasında potansiyel vektör olabileceği ilk kez saptanmıştır.

2022, 45 sayfa

Anahtar Kelimeler: Yerfıstığı, Soya fasulyesi, Virüs, Fitoplazma, Vektör

ABSTRACT

INVESTIGATION of VIRUS DISEASES in PEANUT and SOYBEAN PRODUCTION AREAS in HATAY PROVINCE

This study was conducted to investigate the viruses and phytoplasma diseases that are a problem in peanut and soybean in Antakya-Serinyol, Erzin, Kırıkhan, Kumlu and Reyhanlı districts of Hatay province. Sampling was made from a total of 173 plants (94 peanut and 65 soybean and 14 weed samples) showing symptoms in the fields and tested by DAS-ELISA method for presence of viruses. The samples collected from peanut fields were tested for presence of alfalfa mosaic virus (AMV), cucumber mosaic virus (CMV), groundnut ringspot virus (GRSV), peanut stunt virus (PSV), tomato spotted wild virus (TSWV), tomato yellow fruit ring virus (TYFRV). The samples obtained from soybean areas were tested for the presence of alfalfa mosaic virus (AMV), cucumber mosaic virus (CMV), soybean mosaic virus (SMV), tobacco mosaic tobamovirus (TMV), tobaccco ringspot virus (TRSV) and potato Y virus (PVY).

The results of the DAS-ELISA for peanut samples gave positive reaction for infections of CMV (5) and TSWV (6). The soybean samples were obtained to be infected with AMV (2 samples), CMV (2 samples), SMV (4 samples), TRSV (3 samples) and PVY (2 samples). Suspicious plants for phytoplasma infections were examined by molecular methods (nested-PCR: nPCR) and totally 13 samples were given positive results for presence of phytoplasmas (4 samples of peanut, 8 samples of soybean, 1 weed species: *Chenopodium album*). PVY and phytoplasma infections in *Chenopodium album* samples were detected for the first time in soybean production areas in Hatay province.

Insect samples were collected from peanut fields in order to determine potential vectors by using sweep net and vacuum insect net (D-VAC). *Empoasca* spp. were determined to be the most abundant species among the Cicadellidae samples collected from groundnut fields. Insect samples were prepared as containing 5 individuls in each sample and analyzed by nPCR method. As a result of nPCR analysis, Empoasca spp. samples collected from Kırıkhan district were found positive for phytoplasma at a rate of 5/10. In this study it was determined for the first time that Empoasca species could be a potential vector for the transmission of phytoplasma diseases in peanut fields in Hatay.

2022, 45 pages

Key Words: Peanut, Soybean, Virus, Phytoplasma, Vector

TEŞEKKÜR

Mesleki ve akademik hayatımda önemli kararlar almam gerektiğinde sürekli yanımda olan ve varlığı ile benim için önemli bir rol model oluşturan gerek doktora tez konumunun belirlenmesinde gerek araştırılması ve yazımı sırasında sahip olduğu bilgi birikimi ve tecrübesi ile çalışmalarıma ışık tutan ve yardımını esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Gülşen SERTKAYA'ya sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmalarım sırasında tüm bölüm olanaklarından yararlanmamı sağlayan Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (HMKÜ-BAP) Koordinatörlüğüne ve Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmalarım süresince, tüm laboratuvar çalışmalarımda yapmış oldukları katkı ve yardımları nedeniyle Dr. Öğr. Üyesi Hakan ÇARPAR, Arş. Gör. Yusuf GÜMÜŞ ve Zir. Yük. Müh. Berat DURMAZ'a çok teşekkür ederim.

Eğitim hayatım boyunca beni maddi ve manevi olarak destekleyen, güvenen ve daima yanımda olan canım aileme sonsuz minnet ve şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET I
ABSTRACT II
TEŞEKKÜR III
İÇİNDEKİLER IV
ÇİZELGELER DİZİNİ V
ŞEKİLLER DİZİNİ VI
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ VII
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 8
2.1. Yerfıstığı ile ilgili Önceki Çalışmalar 8
2.2. Yerfıstığı Fitoplazma Hastalıkları ile ilgili Çalışmalar 9
2.3. Soya Fasulyesi Fitoplazma Hastalıkları ile ilgili Çalışmalar 11
3. MATERYAL ve YÖNTEM 13
3.1. Materyal 13
3.2. Yöntem 14
3.2.1. Arazi Çalışmaları 14
3.2.2. Simptom Değerlendirmesi ve Bitki Örneklemesi ile ilgili Çalışmalar 14
3.2.3. Doğal Konukçular ile ilgili Çalışmalar 14
3.2.4. Vektör Böceklere Yönelik Çalışmalar 14
3.2.5. İklim Odası Çalışmaları 15
3.2.6. Laboratuvar Çalışmaları 15
3.2.6.1. Serolojik Çalışmalar (DAS-ELISA: Double Antibody Sandwich Enzyme Linked Immunosorbent Assay) 15
3.2.6.2. Moleküler Çalışmalar (nested Polimerase Chain Reaction: nPCR) 16
3.2.6.2.1. Bitki örneklerinden Doyle ve Doyle (1990) yöntemine göre DNA izolasyonu 17
3.2.6.2.2. Böcek Örneklerinden Morhery Nogel-Insect Yöntemine Göre DNA İzolasyonu 17
3.2.6.2.3. Direct ve Nested PCR Çalışmaları 19
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 20
4.1. Arazi Değerlendirmeleri ve Simptomolojik Gözlemler 20
4.2. İklim Odası Çalışmaları 25
4.3. Laboratuvar Çalışmaları ve Değerlendirmeler 27
4.3.1. ELISA Çalışmalarına ait bulgular 27
4.3.2. Moleküler Çalışmalara ait Bulgular 29
4.3.2.1. Nested Polimerase Chain Reaction: nPCR 29
5. SONUÇ ve ÖNERİLER 33
KAYNAKLAR 37
ÖZGEÇMİŞ 42
EKLER 43

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Türkiye'de yıllara göre yerfıstığı üretimi ve verim miktarı (TÜİK, 2021)...3
Çizelge 1.2. Türkiye'de yıllara göre soya fasulyesi üretimi ve verim miktarı (TÜİK, 2021).....6
Çizelge 4.1. Hatay ili yerfıstığı üretim alanlarından toplanan bitki örneklerinin DAS-ELISA sonuçları.....28
Çizelge 4.2. Hatay ili soya fasulyesi üretim alanlarından toplanan bitki örneklerinin DAS- ELISA sonuçları.....29
Çizelge 4.6. Hatay ili yerfıstığı alanlarında toplanan örneklerden nPCR sonuçlarına göre fitoplazma ile enfekteli bitki sayısı 31
Çizelge 4.7. Hatay ili soya fasulyesi alanlarında toplanan nPCR sonuçlarına göre fitoplazma ile enfekteli örnek sayısı ve oranı.....31
Çizelge 4.8. Hatay ili Kırıkhan ilçesinde yerfıstığı alanlarından toplanan *Empoasca* spp. örneklerinde nPCR sonuçlarına göre fitoplazma ile enfekteli örnek sayısı ve oranı.....32

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Hatay ili yerfıstığı (kırmızı) ve soya fasulyesi (mavi) arazi sörveyleri yapılan yerler (yeşil renk ile gösterilmiştir) 13
Şekil 4.1. Sörvey yapılan soya fasulyesi (A-B) ve yerfıstığı (C-D) arazileri 21
Şekil 4.2. Arazi çalışmalarında yaygın olarak gözlenen simptomlar: A) sararma, B) damar aralarında renk açılmaları ve C) yapraklarda şekil bozukluğu ve mozaik belirtileri. 22
Şekil 4.3. Erzin'de yerfıstığı bitkisinde yapılan arazi çalışmalarında ve gözlenen simptomlar: A) sararma, B) kloroz, C) beneklenme ve D) damar arası renk açılması, E) halkalı leke ve F) mozaik belirtileri 22
Şekil 4.4. Yerfıstığında *Cercospora* yaprak lekesi belirtileri 23
Şekil 4.5. Arazi sörveylerinde yerfıstığı üretim alanlarında toplanan *Empoasca* sp. 23
Şekil 4.6. Soya fasulyesi alanlarında unlu bit zararlısına bağlı fumajin ve bitki kurumaları(A-B), unlu bit (C) 24
Şekil 4.7. Arazi çalışmalarında soya fasulyesinde görülen simptomlar: A) beneklenmeler, B) kloroz, C) renk açılmaları, sararma ve D) olgunlaşmada gecikme-yaprakların yeşil kalması. 25
Şekil 4.8. Yerfıstığı tohumundaki belirtiler (A) yerfıstığı fidelerinde görülen *Cercospora* yaprak lekesi (B-C), yapraklarda damar arası açılması (D). 26
Şekil 4.9. Soya fasulyesi ve yerfıstığı alanlarından toplanan ve fitoplazma ile enfekteli bulunan bitki örneklerinin bazılarının PCR analiz sonucu agaroz jel elektrofaz görüntüsü. M: Moleküler marker, W: Su kontrol, PK: Pozitif kontrol 30
Şekil 4.10. Yerfıstığı alanlarından toplanan ve fitoplazma yönünden pozitif bulunan böcek (*Empoasca* spp.) örnekleri 31

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

°C	: Derece Celsius
ha	: Hektar
µg	: Mikrogram
mg	: Miligram
g	: Gram
kg	: Kilogram
ml	: Mililitre
dk	: Dakika
rpm	: Rotation per minute (dakikadaki dönme sayısı)
µl	: Mikrolitre
%	: Yüzde
nm	: Nanometre
da	: Dekar
s	: Saniye

KISALTMALAR

AMV	: Alfalfa mosaic virus
FAO	: Food and Agriculture Organization of the United Nations
TSV	: Tobacco streak virus
TSWV	: Tomato spotted wilt virus
DAS-ELISA	: Double Antibody Sandwich- Enzyme Linked Immunosorbent Assay
DNA	: Deoksiribo nükleik asid
PSV	: Peanut stunt virus
WB	: Witche’s broom
TMV	: Tobacco mosaic virus
PCR	: Polymerase chain reaction: Polimeraz zincir reaksiyonu
CMV	: Cucumber mosaic virus
PVY	: Potato virus Y
GRSV	: Groundnut ringspot virus
TYFRV	: Tomato yellow fruit ring virus
TRSV	: Tobacco ringspot virus
ELISA	: Enzyme Linked Immunosorbent Assay
RT-PCR	: RealTime- PCR
IgG	: Immunogamma globulin
nPCR	: Nested polymerase chain reaction

1. GİRİŞ

Yerfıstığı (*Arachis hypogaea*), fasulye, bakla ve bezelye ile aynı aileden, baklagiller (Leguminosae) familyasından, kelebek çiçekliler (Papilionacea) alt familyası, *Arachis* cinsine ait olan yazlık, tek yıllık, otsu bir yağ bitkisidir. Bunlar meyvelerinin toprak içinde olmasıyla diğerlerinden ayrılan yağ bitkilerindendir. Kabuğunun üzerindeki işlemlerden dolayı Arachis, toprak altında yetişmesinden dolayı da hypogaea adını almıştır (Öğütçü, 1969).

Yerfıstığı üretimi yaklaşık 3500 yılı aşkın bir tarihe sahiptir. Birçok araştırmacı tarafından yapılan çalışmalar neticesinde anavatanın Brezilya olduğu bulunmuştur. Güney Amerika'da önemli bir yere sahiptir. Peru da yerfıstığı üretiminin öncü yetiştiricilerinden biridir. Yerfıstığı daha sonraki yıllarda Portekiz'de yayılmış ve buradan tüccarlar aracılığıyla Afrika'ya ve İspanya'ya ulaşmıştır. İyi bir enerji deposuna sahip olması ve doyurucu özelliği nedeniyle Portekizli tüccarlar tarafından çok beğenilmiş ve seyahatlerinde bu kuruyemişi tüketmişlerdir (İşler, 2009).

Afrikalı köleler sayesinde Kuzey Amerika yerfıstığı ile tanışmış, gelen Afrikalılar yerfıstığını nasıl yetiştireceklerini öğretmişler ve burada tarımı yapılmaya başlamıştır. Yapılan çalışmalarda görülen verilere göre 1800'lü yıllarda Güney Carolina'da yağ yapımında ve yiyecek olarak kullanılmış ve burada üretimi çok yapılan kakao üretimini de geçtiği görülmüştür. ABD de 1860'lı yıllarda iç savaşta fıstıkla tanışmış ve bu dönemde fıstık tüketimi yaygınlaşmıştır. Fıstık çok güçlü bir enerji deposuna sahip olması ve doyurucu özelliği sebebiyle Kuzey ve Güney'de askerler arasında fıstık tüketimi yaygınlaşmıştır. Fakat, 1900lü yıllara gelindiğinde fıstık yoksulların yiyeceği olmuş ve yetiştiriciliğinin yavaş ve zahmetli olması nedeniyle fıstık yetiştiriciliği daha fazla gelişememiştir (Sayın ve ark., 2014).

Dünya'da toplam yerfıstığı üretimi 2020 verilerine göre 53.638.932 tondur. Bu üretimin yarıdan fazlası Asya kıtasına aittir. Başlıca yerfıstığı üreticileri arasında sırasıyla; Çin, Hindistan, Nijerya, ABD ve birçok Afrika ve Güney Amerika ülkeleri yer almaktadır (Anonymus, 2020).

Yerfıstığının Anadolu'da yaygınlaşması ise; Batılı tüccarların Asya seferlerinde fıstığı Anadolu'ya tanıtmaları ile olmuştur. Ülkemizde ilk olarak Trakya ve Ege bölgelerinde oradan da Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu'da yaygınlaşmış, güneyde ilk

olarak üretiminin Osmaniye'de olduğu tarihçiler tarafından belirtilmektedir. Yerfıstığı bir baklagiller bitkisi olmasından dolayı, havanın serbest azotunu toprağa bağlayarak kendinden sonra gelen bitkiye azot ve organik madde depolayan önemli bir bitkidir (İşler, 2009).

Dünya'da ve Türkiye'de yetişen yerfıstığı çeşitleri Virginia, Spanish, Runner ve Valencia olarak dört grupta toplanmakta, ülkemizde Virginia çeşidinin yarı yatık formu yerfıstığı üretiminde ağırlıklı olarak kullanılmaktadır. Yerfıstığı tohumları; yüksek yağ, protein, karbonhidrat, vitaminler ve madensel maddeler ile insanlar ve hayvanlar için değerli bir besindir. Yerfıstığı tohumları, çeşitlere göre değişmekle beraber, %44-56 oranında yağ içermektedir. Yerfıstığı yağı, tadı ve dayanıklılık özelliğinden dolayı birçok diğer bitkisel yağlardan daha iyidir. Yağı çıkarıldıktan sonra geriye kalan küspesi, hayvan yemi için çok değerli bir besin olarak işlev görmektedir. Yerfıstığı bir baklagil bitkisi olmasından dolayı bitki kısımları da küspesi gibi çok değerli bir hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Yerfıstığının bu kadar kullanım alanları olmasına rağmen genellikle çerezlik olarak kullanılmaktadır (Arıoğlu, 2013).

Türkiye'de Güney ve Güney-batı kıyı bölgelerinde ticari anlamda tarımı yapılmaktadır. Yerfıstığı gerek verim potansiyeli gerekse pazarlama kolaylıklarından dolayı bölge için en avantajlı bitkilerdendir. Yerfıstığı tohumları içerdikleri yağ, protein, karbonhidratlar, vitaminler ve madensel maddeler bakımından oldukça zengin bir yapıya sahip olmasından dolayı çerez olarak tüketilmesi dışında fıstık ezmesi, yağ ve sabun elde edilmesinde, pastacılık sanayi gibi alanlarda da faydalanılmaktadır. Yerfıstığı bitkisinin bu kadar alternatif yönlerinin olmasından dolayı satış fiyatlarınıda etkilemekte ve yetiştirildiği bölgelerde alternatif diğer bitkilere oranla daha yüksek fiyatlarda pazarlanmaktadır (Arıoğlu ve ark., 2000).

Türkiye'de yerfıstığının 90 yıllık bir geçmişi olmasına rağmen ekim, hasat ve harman teknolojisi yeterince gelişmemiş ve bu yüzden yağ sanayisinde değerlendirilememektedir. Bu da üretimde satışı etkilemektedir. Ülkemizde yerfıstığı yağ elde etme teknolojisi gelişmediğinden dolayı yerfıstığı üretimi diğer yağlı tohumlu bitkilere oranla daha yüksektir. Bu nedenle, dünyada genellikle yağ bitkisi olarak değerlendirilen yerfıstığı, ülkemizde çerez olarak tüketilmektedir (Kadiroğlu, 2018).

Kültürü yapılan yerfıstığı çeşitleri, pazar tiplerine göre dört grup altında toplanmaktadır. Bunlar; Valencia, Spanish, Virginia ve Runner çeşitleridir. Bunlardan

Spanish ve Valencia çeşitleri dik gelişme gösterir, Runner tipi çeşitler yatık, Virginia tipindeki çeşitler ise yarı yatık ve yatık gelişme gösterirler. Ülkemizde ana ürün ve ikinci ürün ekilişleri vardır. Ana ürün, Ekim ayında; ikinci ürün ise Kasım ayında hasat edilmektedir. Hasat esnasında üründe %35-45 oranında rutubet vardır. Bu nemin %8-10'a düşürülmesi gerekir. Elle veya söküm makinası ile hasat edilen ürün tarlada 2-3 gün pörsümeye terk edildikten sonra harmanlanır (Kadiroğlu, 2018).

Yapılan bir çalışmada, yerfıstığı üreten işletmelerin tamamına yakınında yerfıstığı hasadı yapılırken bitkiler söküm pulluğuyla topraktan çıkarıldıktan sonra işçiler tarafından ters çevrilmektedir. İşletmelerde kullanılan üretim tekniği ve materyal sonucu dekara elde edilen yerfıstığı miktarı ortalama 353 kg olarak gerçekleşmiştir. Türkiye yerfıstığı üretiminde ilk sırayı Akdeniz Bölgesi almakta ve neredeyse tamamına yakın bir kısmı (%93.6) bu bölgede üretilmektedir. Bunu sırasıyla Ege ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi takip etmektedir.

Akdeniz Bölgesi ülkemizin en önemli yerfıstığı üretim alanıdır. Türkiye yerfıstığı ekim alanının %93.7'sini, üretimin %93.6'sını Akdeniz Bölgesi oluşturmaktadır. Bölgede en önemli iller sırasıyla Adana, Osmaniye ve Hatay'dır. Türkiye'de yerfıstığı ekiminde 245.269 da ile Adana ilk sırada yer almakta olup bu ili sırasıyla; Osmaniye 144.613, Şırnak 75.575, Hatay 23.672, Antalya 11.855 takip etmektedir (TUİK, 2021).

Türkiye toplam yerfıstığı ekim alanı ve üretimi yıllara göre artmakta, 2015 yılında üretim 147.537 (ton) iken 2020 yılında 215.927 (ton), 2021 yılına gelindiğinde ise üretimin 234.167 (ton) olduğu görülmektedir (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1. Türkiye'de yıllara göre yerfıstığı üretimi ve verim miktarı (TÜİK, 2021)

Yıllar	Ekilen alan (da)	Üretim (ton)	Verim (kg/da)
2015	377.729	147.537	391
2016	422.444	164.186	388
2017	419.495	165.330	394
2018	443.342	173.835	392
2019	424.211	169.328	399
2020	547.000	215.927	394
2021	547.000	234.167	428

Ülkemizde ve dünyada yerfıstığının ekim alanı ve üretim değeri artmaktadır. Yerfıstığı yetiştiriciliğinin daha da yaygınlaşabilmesi için üretim ve verimi etkileyecek önlemlerin alınması sağlanılmalıdır. Yerfıstığı ekim alanlarının artması, üretim ve

verimini etkileyecek yabancı ot, zararlılar ve hastalıkları da beraberinde getirmiştir. Bu hastalıklarla mücadele edilerek verim artışı sağlanabilir. Dünyada ve Türkiye'de yerfıstığı üretim alanlarında yaygın olarak tohum çürüklükleri (*Penicillium* spp., *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani*), kök boğazı çürüklüğü (*Aspergillus niger*), gövde çürüklüğü (*Sclerotium rolfsii*), beyaz çürüklük (*Sclerotinia* spp.), cercospora yaprak lekesi (*Cercospora arachidis*) gibi fungal hastalıklar yoğun olarak görülmektedir. Tarla sarmaşığı (*Convolvulus arvensis*), kanyaş (*Sorgum halepense*), domuz pıtrağı (*Xanthium strumarium*), semizotu (*Portulaca oleracea*) yerfıstığı üretim alanlarında verimi etkileyen yabancı otlardır (Kadiroğlu, 2018). Yerfıstığı üretim alanlarında zarar yapan zararlı türler ise yeşil kurt (*Heliothis armigera*) ve kırmızı örümcek (*Tetranychus urticae*) olarak bildirilmiştir (Bademci ve Sertkaya, 2021; Özçelik, 2022).

Dünya'da ve Türkiye'de yerfıstığı bitkisi üretimi yapılan alanlarda; virüs hastalıkları olarak, yerfıstığı tomurcuk nekroz virüsü (peanut/groundnut bud necrosis tospovirus-GBNV), yerfıstığı yığın virüsü (peanut clump pecluvirus-IPCV), yerfıstığı rozet virüsü (groundnut rosette disease-GRV), yerfıstığı benek virüsü (peanut mottle potyvirus-PMV), yerfıstığı çizgi virüsü (peanut stripe potyvirus-PStV),yerfıstığı bodurluk virüsü (peanut stunt virus-PSV), yerfıstığı sarı leke virüsü (peanut yellow spot virus-PYSV), domates lekeli solgunluk virüsü (tomato spotted wild virus-TSWV), yerfıstığı kıvırcıklık virüsü (groundnut crinkle virus-GCV), fıstık sarı benek virüsü (peanut yellow mottle virus-PeYMV), yerfıstığı yeşil mozaik virüsü (peanut green mozaik virus -PGMV), fitoplasma hastalığı olarak cadısüpürgesi (witches' broom-WB) yer almaktadır (Öztürk, 2008).

Soya fasulyesi; (*Glycine max*) *Rosales* takımı, Fabacea (Leguminosae) familyası, *Glycine* cinsine ait yağlı tohumlu bir bitki türüdür (İşler, 2009).

Anavatanının Doğu Asya'da, Çin olduğuna inanılan soya, kültüre alınan ve yetiştirilen tarihteki eski bitkilerden bir tanesidir. Soya fasulyesinin tarihine bakılırsa doğu mutfağında oldukça önemli bir yeri olduğu görülür. Yaklaşık 5 bin yıl önce Doğu Asya ovalarında keşfedilen 'soya' Asya halkının beslenme alışkanlığında bir devrim yaratmıştır. Batı ülkelerinde soyanın önem kazanması 20. yüzyılda başlamıştır. İkinci Dünya Savaşı sırasında protein ve yağ teminindeki yetersizlikler soya fasulyesinin insan gıdası olma yönündeki önemini artırmıştır (Yılmaz ve Çubukçu, 2015).

Soya fasulyesi derin bir kök sistemine sahip ve atmosferdeki serbest azotu tutma kabiliyetinden dolayı çevre dostu bir bitkidir. Ayrıca soya fasulyesinin adaptasyonu yüksek ve besin değeri fazla olan, özellikle yağ endüstrisinin önemli ham maddelerindendir (Souza ve ark., 2013).

Soya fasulyesi içerdiği değerli besin maddeleri ve ürünlerinin ticari değeri nedeniyle dünyada ‘‘harika bitki, kutsal bitki, tanrı bitkisi, üreyen altın, sarı mücevher ve doğu’nun kemiksiz eti’’ olarak tanınmaktadır. Soya fasulyesi besin değeri çok yüksek olan bir sıcak iklim bitkisidir. Tohumlarında %18-24 oranında yağ ve %30-40 oranında ise protein bulunmaktadır. Küspesi %16 protein içeriği ile değerlidir. Soya unu, ekmek ve makarna unlarına belli oranlarda katılmaktadır. Süt, salça, et, kahve yapımında da yararlanılmaktadır (Arıoğlu, 1994). Hem insan beslenmesinde hem de hayvan beslenmesinde kullanılmaktadır. Ayrıca sabun, kâğıt, mum, zamk maddeleri, basımevi mürekkepleri, kandil yağları gibi maddelerin yapımında da değerlendirilmektedir. Soya fasulyesi bir kazık köke ve ondan çıkan yan köklere sahiptir. Ana sap diktir, dallı ve yoğun tüylüdür. Yapraklar sap üzerindeki boğumlardan karşılıklı olarak çıkar ve tüylüdür. Taç yapraklar beyaz veya mavi menekşe rengindedir. Tanesi yumurta biçimindedir. Renkleri beyaz, sarı, kahve-sarı, yeşilimsi, kırmızımsı veya siyah olabilir. Soya fasulyesi yetişme periyodu boyunca 2400-3000°C aralığında sıcaklık alması gerekir. İlk başlarda 2-10°C sıcaklık istemekte, gelişme devam ettikçe bu sıcaklık isteği 30°C’lere ulaşmaktadır. Toprak seçiciliğinde killi, killi-kumlu toprağa ve besin maddesince zengin toprak isteğine sahiptir. İkinci ekim yapılacak yerlerde arpa ve buğday hasadından sonra tarla hazırlanıp, ekimi yapılmaktadır. Ana ürün ekimi Türkiye’nin her yerinde nisan-mayıs ayları ekimi en uygun zamandır. Su isteği açısından dekara 500-600 ton arasında isteğe sahiptir. Soya fasulyesi bir baklagiller bitkisidir ve atmosferdeki serbest azotu bağlar. Bu nedenle tarlaya ekim yapılmadan önce tohumların veya toprağın *Rhizobium japonicum* bakterisi ile aşılanması yapılmalıdır (Tuğay, 2007).

Ülkemizde yıllara göre soya fasulyesi ekim ve üretimin oranlarında değişkinlikler görülmektedir. Ancak yine de son yıllara bakıldığında hem ekim açısından hem de üretim açısından artış görülmektedir. 2015 yılında üretim 161.000 ton iken 2017-2018 yıllarında 140.000 tona inmiş, ancak 2021 yılına gelindiğinde üretimin 175.000 tona kadar arttığı görülmüştür. Üretimdeki bu artışa rağmen ülkemiz soya fasulyesi üretimi iç piyasa ihtiyacı için yetersizdir ve bu yüzden ithal edilmektedir (Çizelge 1.2; TÜİK, 2021).

Çizelge 1.2. Türkiye'de yıllara göre soya fasulyesi üretimi ve verim miktarı (TÜİK, 2021)

Yıllar	Ekilen	Üretim (ton)	Verim (Kg/da)
2015	367.323	161.000	438
2016	381.804	165.000	432
2018	328.483	140.000	426
2019	352.947	150.000	425
2020	351.341	155.225	441
2021	359.000	175.000	487

Ülkemizde soya fasulysi yetiştiriciliği için sıcaklık ve yağış rejimi uygunluğu bakımından Karadeniz ve Marmara bölgeleri daha uygundur (Turan ve Göksoy, 1998).

Ülkemizde soya fasulyesi tarımı Ege, Akdeniz ve GAP projesiyle birlikte Güneydoğu Anadolu bölgelerinde hem ana hem de ikinci ürün olarak yetiştirilmektedir. Karadeniz ve Trakya bölgelerinde ikinci ürün için erkenci çeşitler tercih edilir. (İşler, 2009). Türkiye'de soya fasulyesi ekimi alanı yönünden sırasıyla Adana 274.914 da, Mersin 80.776 da, Kahramanmaraş 36.890 da, Osmaniye 27.375 da ve Hatay 6.086 da en çok ekimi yapılan illerdir (TÜİK, 2021). Türkiye soya fasulyesi için uygun iklim ve topraklara sahip olmasına rağmen diğer yağlı tohumlu bitkilere oranla yetiştiriciliği az yapılmaktadır.

Ülkemizde soya fasulyesi tarım alanlarının son yıllarda artmasıyla birlikte üretimi etkileyecek bazı zararlılar, yabancı ot ve hastalık sorunlarında da artışı beraberinde getirmektedir. Soya fasulyesi üretim alanlarında yoğun olarak; *Spodoptera littoralis, Bemisia tabaci, Tetranicus* spp. gibi zararlılar bulunmaktadır (Yardım, 2019). Fungal hastalık olarak külleme (*Erysiphe diffusa*), antraknoz (*Colletotrichum* spp.) ve mildiyö (*Peronospora manshurica*) bulunmaktadır. Ülkemizde soya fasulyesi tarım alanlarında bulunan yaygın virüs hastalıkları; Fasulye adi mozaik virüsü (bean common mosaic necrosis potyvirus-BCMNV), fasulye sarı mozaik virüsü (bean yellow mosaic potyvirus-BYMV), tütün mozaik virüsü (tobacco mosaic tobamoviru-TMV), tütün halkalı leke virüsü (tobacco ringspot virus-TRSV), tütün çizgi virüsü (tobacco streak virus-TSV) ve yonca mozaik virüs (alfalfa mosaic virus-AMV) gibi önemli virüs ve fitoplazma hastalıkları bulunmaktadır.

Hatay ili yerfıstığı ve soya fasulyesi üretim alanlarından virüs hastalıklarını araştırmak üzere toplanan örnekler moleküler ve serolojik yöntemler ile analiz edilmiştir. Bu çalışma ile;

1-Hatay ilinde yerfıstığı ve soya fasulyesi üretiminde sorun olan virüs etmenlerinin belirlenmesi,

2-Virüs enfeksiyon oranlarının ve yaygınlığının tespit edilmesi,

3-Yerfıstığı ve soya fasulyesi alanlarında konukçu olabilecek yabancı ot türlerinin virüs yönünden incelenmesi,

4-Yerfıstığı ve soya fasulyesi yetiştiriciliğinde sorun olabilecek diğer önemli hastalıkların durumunun genel olarak değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

Yağlı tohumlu bitkiler üretimde önemli bir yere sahip olan Hatay ilinde yerfıstığı ve soya fasulyesi yetiştiriciliğinde virüs hastalıklarının durumu, potansiyel vektörleri ile diğer doğal konukçuları araştırılmıştır. Ayrıca, diğer önemli hastalıklardan kaynaklanan bitki koruma sorunları da belirlenmeye çalışılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Yerfıstığı ile ilgili Önceki Çalışmalar

Yerfıstığında sorun olan virüslerden yerfıstığı tomurcuk nekroz virüsü (groundnut bean nekrotik virus-GBNV), yaz aylarında önemli zararlara neden olabilmektedir. Bu virüs tripsler ile taşınabilmektedir. Belirtiler öncelikle genç yapraklarda klorotik benek veya lekelenmeler ya da çizgiler şeklinde gözlenmektedir. Erken enfeksiyonlarda hiç ürün alınamazken, geç enfeksiyonlarda tohumlar küçük kalır, tohum kabuğunda genellikle lekeler ve renk bozuklukları oluşmaktadır. Hastalıklı bitkinin ilerleyen gelişme aşamalarında; yan sürgünler hızlı bir şekilde çoğalmaktadır (Anonymous, 2006).

Tolin (1984) yaptığı çalışmada peanut stunt virus (PSV), yerfıstığı bitkisinin tamamında, bir veya birden fazla dalında ciddi zararlara neden olduğu bildirilmiştir. Genel belirtileri yaprak sapında kısalma, kloroz ve bodurluk belirtisi gözlemlenmiştir. Büyüme mevsiminde erken enfekte olan bitkilerde şekil bozukluğu görülmüştür. PSV (peanut stunt virüs), *Myzus persicae, Aphis craccivora* ve *A. spiraecola* yaprak bitleri ile nonpersistent olarak taşındığı bildirilmiştir.

Smith (1984) yaptığı çalışmada domates lekeli solgunluk virüsü (TSWV)'nün, virüs enfekteli bitkiler üzerindeki yapraklarda genel olarak klorotik lekelere, bodurluk belirtilerine, kloroz ve yaprak bozulmalarına neden olduğu gözlemlenmiştir. Tohumlarda büzüşmeler ve küçülmeler meydana gelmiştir. Virüsü taşıyan thrips türlerinin, *Frankliniella schultzei, F. fusca, F. occidentalis, Schothtips dorsalis, Thrips tabaci* ve *T. parmi* olduğu bildirilmiştir.

Reddy (1984) tarafından yapılan çalışmada yerfıstığı rozet virüsünün (groundnut rosette virus -GRV), simptomlarına bağlı olarak, yerfıstığı klorotik rozet (GCR) ve yerfıstığı yeşil rozet (GGR) olmak üzere iki tip rozet hastalığına neden olduğu görülmüştür. GCR genellikle genç yapraklarda kloroza neden olduğu ve bitkilerde kıvrılmalara yol açtığı görülmüştür. Yaşlı yapraklar parlak sarı renkte ve damarlar koyu yeşil olarak görülmektedir. GGR ile enfekteli genç bitkilerin yapraklarında klorotik beneklenmeler ve dar klorotik çizgiler gözlenmiştir. Erken enfeksiyonlarda yapraklar koyu yeşil renktedir, geç enfeksiyonlarda ise, ikincil sürgünler oluşmuştur.

Kuhn ve Demski (1984) yerfıstığı benek virüsünün (peanut mottle virüs-PMV), genç yapraklarda lekelenmelere ve yaprakçıkların kenarlarının yukarıya doğru

kıvrıldığını gözlemlemişlerdir. PMV yaprak bitleri ile *(Aphis craccivora, A. gossypi* ve *Myzus persicae)* ile taşınmaktadır.

Reddy (1989) yaptığı çalışmada yerfıstığı sarı leke virüsü (PYSV) ile bulaşık olan bitkilerde küçük klorotik lekeler görüldüğü, daha sonra klorotik sarı alanların nekrotik alanlara dönüştüğü, virüsün *Scirtothrips dorsalis* ile taşınabildiği bildirilmiştir.

Reddy (1991) yerfıstığı yetiştiriciliğinde PStV ve TSWV'nin ekonomik önemi olduğu ve yerfıstığı rozet hastalığının etiyolojisinde virüslerin etkisinin araştırılması gerektiği, PMV ve PStV gibi virüslerin yaygın olduğu ülkelerde karantina uygulamalarına dikkat edilmesi gerektiği bildirilmiştir.

Lizuka (1982) yerfıstığı yeşil mozaik virüsü (peanut green mosaic virüs-PGMV)'nün; mozaik ve klorotik halkalar şeklinde belirti gösterdiğini bildirmiştir. Virüsün *Aphis gossypii ve Myzus persicae* vektörleri ile taşındığı rapor edilmiştir.

Reddy (1991) cadısüpürgesi (witches' broom) enfeksiyonunun ana belirtilerinin bitkilerde tepe sürgünlerde aşırı sürgün oluşumu olduğunu bildirmiştir. Yapraklar soluk sarı renktedir ve boyutları küçülmüş fakat şekil bozukluğu oluşmamaktadır. Sürgünler yukarı doğru gelişme eğilimi göstermekte, tohum veriminde önemli azalma meydana gelmektedir. Başlıca vektörleri *Orosius* sp. olup birçok ülkede henüz araştırılmamıştır.

Riley ve Pappu (2000) ABD-Georgia' da 1997 yılında TSWV'den kaynaklanan ürün kaybının domateste yaklaşık 44 milyon dolar, biber, yerfıstığı ve tütünde ise yaklaşık 100 milyon dolar olduğunu bildirilmişlerdir.

Hoffman ve ark. (1998) ABD-Texas'da1980'lerde yerfıstığındaki ilk salgınlardan sonra, virüsün ABD'deki tüm fıstık üreten eyaletlere yayıldığını bildirmiştir. Yerfıstığı *(Arachis hypogaea)* domates lekeli solgunluk virüsü (TSWV) ve fıstık benekli virüs (PMV) ile iki kez enfekte olmuş bitkiler, geçici hafif yaprak benekliliğinin PMV benzeri simptomlarından şiddetli yaprak bozulması ve bodurluğun TSWV benzeri simptomlarına kadar çok çeşitli simptomlar sergilediğini bildirmişlerdir.

2.2. Yerfıstığı Fitoplazma Hastalıkları ile ilgili Çalışmalar

Sharman (2019) tarafından Avustralya'da yapılan bir çalışmada yerfıstığı çekirdeklerindeki buruşma ve baklada bulunan kabarıklıkların aralarında bir bağlantı olduğu ve bunun fitoplazma olduğunu ve testlenen bu örneklerin pozitif olduğu, yerfıstığında hastalıklı bitkilerde lekelenmeler, küçük ve şekilsiz yaprak, zayıf kök

gelişimi ve daha az meyve tutumu gibi simptomlar gözlendiği, fitoplazmanın vektörünün *Orosius orientalis* olabileceği, ancak yapılan testlerin bunu doğrulamadığını bildirmiştir.

Lee ve ark. (1993 ve 1998); Schneider (1995); Harling (2009); Arocha (2009); Ahudaki ve Razg (2011); Singh (2012); Salehi (2016); Yadav (2016); Al-Subhi (8018); Swarnalatha (2019) peanut witches' broom (PWB) gibi 16SrII grubuna ait birçok fitoplazma hastalığının *Amaranthus* sp., bakla, biber, börülce, domates, soya fasulyesi, havuç, ıspanak, kabak, karnabahar, kişniş, marul, patlıcan, roka, hıyar, tamarillo, tarla bezelyesi, tatlı patates gibi bitkilerde var olduğu birçok ülkeden rapor edilmiştir

Gibb (1995) Avustralya'nın kuzeyindeki tatlı patates ve diğer bitki türlerinde tatlı patates küçük yapraklı fitoplazmasının 16SrII grubuna dahil olduğu tespit edilmiştir.

Xu ve ark. (2013); Singh ve ark. (2012); Kumari ve ark. (2018); Kumari ve ark. (2019) dünyada farklı fitoplazma gruplarıyla ilişkili olduğu bilinen domates iri tomurcuk ve biber iri tomurcuk (tomato/ pepper big bud) hastalığının Çin, Hindistan ve Suudi Arabistan'da peanut witches' broom (16SrII) grubu fitoplazmalar tarafından oluşturulduğu tespit edilmiştir.

Alhudaib ve Razq (2011) tarafından Suudi Arabistan'da cadısüpürgesi simptomları gösteren domates bitkilerinde domates cadısüpürgesi (tomato witches' broom) peanut witches' broom (16SrII) grubunda ('Candidatus Phytoplasma aurantifolia') olduğu ilk kez tespit edilmiştir

Singh ve ark. (2012) tarafındn Hindistan'da domates fitoplazma hastalığının Peanut witches' broom grubuna ait 16SrII-D alt grubu fitoplazma 'Candidatus Phytoplasma aurantifolia' ile ilişkili olduğu ilk kez rapor edilmiştir.

Al-Subhi ve ark. (2018) tarafından İran'ın Bushehr vilayetinde Peanut witches' broom (PWB) 16SrII grubuna ait olan fitoplazmanın, domates cadısüpürgesi (tomato witches'- broom) hastalığının etmeni olarak tespit edilmiştir.

Salehi ve ark. (2016) İran'ın güney kesimindeki Fars ve Buşehr vilayetlerinde bakla fillodi (faba bean phyllody -FBP) fitoplazma hastalığını araştırılmıştır. FBP etmeni, Peanut witches' broom (16SrII) fitoplazma grubunun üyeleri olarak tespit edilmiştir. Ayrıca witches'broom hastalığından etkilenen yonca alanlarının güney İran'daki FBP fitoplazmasının doğal kaynağı olduğunu öne sürmüşlerdir.

Harling ve ark. (2009) 'Ca. P. aurantifolia ile ilişkili altgrup 16srII-D tarafından neden olunan fitoplazma hastalığının pek çok ülkede soya fasulyesi ve birçok kültür

bitkisinde hastalık oluşturduğu bilinmektedir. Endonezya'da biber ve tamarillo bitkilerinin hastalıktan %100'e kadar etkilendiği bildirilmiştir.

Dong ve ark. (2013) yaptığı çalışmada 'Ca. P. Çin'de hastalığın domates bitkilerinde görülme sıklığı, %10'a kadar çıktığını bildirmiştir.

Ömer ve Foissac (2012) Candidatus Phytoplasma hastalığının Mısır'da kabak alanlarında %1, patlıcan ve domates tarlalarında %15 oranında görüldüğü bildirilmiştir.

Murithi ve ark. (2015) Tanzanya'da yaptıkları çalışmada Candidatus Phytoplasma hastalığıın soya fasulyesi bitkilerinin görülme sıklığı %50'ye kadar çıktığı bildirilmiştir.

Madhupriya ve ark. (2015) Hindistan'ın dokuz eyaletinde susam bitkilerinde 2011-2013 döneminde, susam fillodisi ve cadısüpürgesi simptomlarının %7-55 oranında olduğunu gözlemişlerdir.

Khan ve ark. (2001) Suudi Arabistan'da yaptığı çalışmada havuç tarlalarında hastalık yoğunluğunun 7 aylık ekimden sonra yaklaşık %3 ila %100 arasında değişmiştir. Yonca cadı süpürgesi (alfalfa witches's broom) hastalığının neden olduğu yıllık kayıplar 23 milyon dolardan fazla olduğunun tahmin edildiği bildirilmiştir.

Omar (2017) yaptığı çalışmada Suudi Arabistan'da yonca tarlalarında ekimden 1 yıl sonra hastalıklı bitki oranı yaklaşık %3-77 arasında değiştiği ve baklagillerde yaklaşık %47 olduğu saptanmıştır.

Esmaeilzadeh-Hosseini ve ark. (2019) tarafından İran'da 16SrII- D alt gruba ait fitoplazmanın yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia,* Fabaceae)'da enfeksiyon oluşturduğu ilk kez rapor edilmiştir. 16SrII- D'nin İran'daki kültür bitkileri ve yabani otlardaki hastalıklarla ilişkili önemli fitoplazma grubu olması nedeni ile enfekteli yalancı akasya bitkilerinin diğer bitki türleri için ciddi bir tehdit oluşturacağı saptanmıştır.

2.3. Soya Fasulyesi Fitoplazma Hastalıkları ile ilgili Çalışmalar

Iwaki ve ark. (1978) Endonezya'da yapılan çalışmalarda baklagillerde cadı süpürgesi (legume witches' broom) hastalığı ile ilişkili fitoplazmalar olduğu bildirilmiştir. Yerfıstığı ve soya fasulyesi cadı süpürgesi (peanut witches' broom ve soybean witches' broom) hastalığının etmenleri, yerfıstığı, soya fasulyesi, mung fasulyesi (*Vigna radiata*), börülce, yeşil gübre ve münavebe bitkisi olarak yetiştirilen *Crotalaria juncea* (Krotalarya kahverrengi kenevir) gibi bitkilere *Orosius argentatus* tarafından taşınabildiği ve tipik simptomların gözlendiği bildirilmiştir.

Plumb-Dhindsa ve Mondjane (1984) Mozambik'te soya fasulyesinde fillodi (Phyllody) ve cadı süpürgesi (witches'-broom) simptomlarının ortaya çıktığını bildirilmiş ancak etmenle ilgili bir bilgi verilmemiştir.

Kumar ve ark. (2011) Malawi ve Mozambik'in Zambezia Eyaletinde 2010 yılında gerçekleştirilen bir saha araştırması sırasında, fitoplazma enfeksiyonuna özgü fillodi ve cadı-süpürgesi hastalığı ile enfekteli soya fasulyesi bitkileri gözlendiği rapor edilmiştir. Simptomlar çoklu sürgün oluşumu (proliferation), azalmış yaprakçıklar, boğum arasında kısalma, cadısüpürgesi, virescence, fillodi ve proliferation-çoklu sürgün gibi simptomlar oluştuğu, Malawi'de simptomlu bitkilerin görülme sıklığı <%1'den az iken Mozambik'te %10-15 arasında olduğu bildirilmiştir. Etkilenen bitkilerde verim kaybı %100 olmuştur. Bu çalışma ile Malawi'deki soya fasulyesi fillodi ve cadısüpürgesi hastalığının ilk kez rapor edildiği ve 16SrII-C grubu fitoplazmanın Malawi ve Mozambik'teki hastalıkla ilişkisinin ilk kez moleküler yöntemlerle belirlendiği rapor edilmiştir. Sahra altı Afrika'da soya fasulyesi üretiminde yıkıcı bir hastalık olan fillodi ve cadı süpürgesi hastalığının yaygın olarak ortaya çıkmasının soya fasulyesi üretimini olumsuz etkileyebileceği, alternatif konakçıların ve vektör türlerinin belirlenmesinin mücadelesi için katkıda bulunacağı bildirilmiştir.

Ghayeb ve Aldaghi (2018) tarafından İran ve Umman'da yapılan çalışmada bezelye üzerindeki fitoplazma hastalığının gözlemlendiği rapor edilmiştir. Örneğin, İran'da 16SrIV fitoplazmanın fasulye (*Phaseolus vulgaris*) ve soya fasulyesi (*Glycine max*) ile ilişkili olduğu rapor edilmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Arazi çalışmaları yerfıstığı (2018 ve 2019 yıllarında) ve soya fasulyesi (2019 yılında) alanlarında virüs enfeksiyonlarının saptanması amacıyla, Hatay ilinin Antakya, Erzin, Kırıkhan, Kumlu ve Reyhanlı ilçelerinde yürütülmüştür (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Hatay ili yerfıstığı (kırmızı) ve soya fasulyesi (mavi) arazi sörveyleri yapılan yerler (yeşil renk ile gösterilmiştir)

3.2. Yöntem

3.2.1. Arazi Çalışmaları

3.2.2. Simptom Değerlendirmesi ve Bitki Örneklemesi ile ilgili Çalışmalar

Arazi çalışmaları yerfıstığı ve soya fasulyesi üretim döneminde yürütülmüş ve araştırma alanlarında incelenen bitkilerden ve yabancı ot türlerinden virüs şüpheli simptom gösteren bitki örnekleri ve bu bitkilerde belirlenen potansiyel vektör böcekler toplanmıştır.

Simptomlu örnekler toplanan bölgenin konumu ve örnekteki simptomlar yazılarak örnek poşetlerine her bir örnek ayrı olacak şekilde alınmıştır. Simptomlu örnekler çalışmalarda kullanılmak amacıyla fotoğrafları çekilmiştir. Ayrıca köklü bitki örnekleri ile birlikte virüslerin tohumla taşınma durumunun incelemek amacıyla tohum örnekleri de toplanmıştır.

Simptom sergileyen şüpheli bitkilerden serolojik (ELISA) ve mekanik (özsu) inokülasyon ile virüslere benzer belirtiler oluşturan fitoplazmaları araştırmak üzere moleküler analizler için yaprak, sürgün örneği alınmış, laboratuvara getirileen bitki örnekleri (orta damar) alınarak analiz işlemlerine kadar 80 °C'de saklanmıştır.

3.2.3. Doğal Konukçular ile ilgili Çalışmalar

Arazi çalışmaları sırasında yoğun olarak bulunan yabancı ot türlerinde incelemeler sonucu simptom gösteren örnekler gerekli kodlamalar yapılarak polietilen torbalara alınarak laboratuvar getirilmiştir.

3.2.4. Vektör Böceklere Yönelik Çalışmalar

Arazi koşullarında incelenme yapılan alanlarda fitoplazmalar için potansiyel vektör olabilecek böcek türleri D-VAC (vakumlu böcek toplama aleti) ve atrap ile toplanarak örnek poşetlerine alınmış incelenmek üzere laboratuvara getirilmiştir. Böcek örneklerinin tür teşhislerinin yapılabilmesi için derin dondurucuda öldürüldükten sonra petri kaplarına alınarak binoküler mikroskop altında ayrımları yapılmış teşhis edilmek üzere konu uzmanına (Prof. Dr. Hüseyin Başpınar-Aydın Adnan Menderes Üniversitesi) gönderilmiştir.

3.2.5. İklim Odası Çalışmaları

İklim odasında yapılan çalışmalarda test bitkisi olarak hıyar (*Cucumis sativus*), tütün (*Nicotiana benthamiana, N. tabacum*), börülce (*Vigna unguiculata*), soya fasulyesi (*Glycine max*), yerfıstığı (*Arachis hypogaea)* ve domates (*Solanum lycopersicum*) bitkilerinin tohumları torflara ekilmiş ve çimlendikten sonra bu bitkiler saksılara şaşırtırılmıştır. Yerfıstığı mekanik inokulasyon çalışmaları için hıyar (*Cucumis sativus*), tütün (*Nicotania benthamiana, N. tabacum*), domates (*Solanum lycopersicum*), yerfıstığı (*Arachis hypogaea*) test bitkileri kullanılmıştır. Soya fasulyesi mekanik inokulasyon çalışmaları için ise börülce (*Vigna unguiculata*) ve soya fasulyesi (*Glycine max*) kullanılmıştır. Mekanik inokulasyon için şüpheli bitkilerin yapraklarından alınan örnekler standart fosfat tamponu (pH:7) ile ezilmiştir. Elde edilen bitki öz suyu test bitkilerinin yapraklarına bulaştırılmıştır. Her örnek için her türden 4 sağlıklı test bitkisi kullanılmıştır. İnoküle edilen test bitkileri 22-24 °C sıcaklık ve 16/8 saat (ışık/karanlık) koşullarında simptom gelişimi yönünden 6-8 hafta süreyle gözlenmiştir.

3.2.6. Laboratuvar Çalışmaları

3.2.6.1. Serolojik Çalışmalar (DAS-ELISA: Double Antibody Sandwich Enzyme Linked Immunosorbent Assay)

Virüs simptomlarına benzer belirtiler gösteren şüpheli bitkilerden genç yaprak ve sürgün örnekleri alınarak DAS-ELISA yöntemi yapılmıştır.

Şüpheli örneklerden yaklaşık 2 g yaprak örneği alınarak ezme tampon (buffer) çözeltisi (EK1) ile örnekler homojen olarak ezilmiştir. DAS-ELISA yöntemi için kullanılan antiserumlar firmanın belirttiği protokole göre hazırlanarak örnekler testlenmiştir.

DAS ELISA çalışması Clark ve Adams (1977) geliştirdikleri yönteme göre ve firmanın belirlemiş olduğu protokole uygun olarak yapılmıştır.

1. Hazırlanmış olan kaplama tamponu çözeltisi içinde Immuno gamma globulin (IgG), ilgili firmanın belirlemiş olduğu protokole göre sulandırılarak ELISA plaklarının her bir çukuruna 100 µl konulmuş ve plakların üzeri kapatılarak kutu içinde hazırlanan nemli ortamda 37 ºC'de 4 saat inkübasyona alınmıştır.

2. İnkübasyon bittikten sonra plaklardaki tüm çukurlar 3 kez yıkama tamponu ile yıkanmıştır. Her yıkama 3 dakika bekletilmiştir. Bu işlemden sonra plaklar ters

çevrilerek boşaltılmış ve kâğıt havlu üzerine hızlı bir şekilde vurularak kurutulmuştur.

3. Örnek tamponu ile özsu haline getirilen örnekler hazırlanmış plana göre alt alta gelecek şekilde her çift çukura 100 µl eklenmiştir. Hazırlanmış aynı plana göre pozitif ve negatif alt alta gelecek şekilde her çift çukura eklenmiş ve plakların üzeri kapatılarak +4 ^{o}C' de tüm gece boyunca bekletilmiştir.
4. İnkübasyon bittikten sonra plaklardaki tüm çukurlar 3 kez yıkanmıştır. Her yıkama 3 dakika bekletilmiştir. Bu işlemden sonra plaklar ters çevrilerek boşaltılmış ve kâğıt havlu üzerine hızlı bir şekilde vurularak kurutulmuştur.
5. ELISA plağına firmanın belirlemiş olduğu protokole göre hazırlanan konjugat tamponu ile sulandırılmış konjugat tampon her çukura 100 µl olacak şekilde eklenmiştir. Yine örneklerin üzeri kapatılarak nemli ortama 37 ^{o}C' de 4 saat inkübasyona alınmıştır.
6. İnkübasyon süresi bittikten sonra plaklar tekrar yıkama tamponu ile 3 kez 3'er dakika arayla yıkanmış ve kurutulmuştur.
7. Substrat tamponunda hazırlanmış olan substrat, plaktaki her çukura 100 µl olacak şekilde eklenmiştir. İşlemden sonra plakların üzeri kapatılmış ve oda sıcaklığında 2 saat karanlık ortamda bekletilmiştir.

3.2.6.2. Moleküler Çalışmalar (nested Polimerase Chain Reaction: nPCR)

Soya fasulyesi ve yerfıstığı bitkilerinde virüslere benzer sararma, yaprak küçülmesi, çalılaşma gibi belirtiler fitoplazma enfeksiyonlara bağlı olarakta gelişe bildiğinden şüpheli bulunan örnekler fitoplazma enfeksiyonu yönünden moleküler analiz (nPCR) ile de incelenmiştir.

Arazi sörveyleri sırasında şüpheli bitki örnekleri toplanmış yaprak orta damarları alınarak, sıvı azotta ezildikten sonra steril ependorf tüplere doldurulup daha sonra DNA izolasyanı ve PCR analizleri yapılmak suretiyle -80 °C'de saklanmıştır. Sıvı azotta ezilen 0,1 g'lık bitki doku örneğinden DNA izolasyonu için Doyle ve Doyle (1990) yöntemi yöntemi uygulanmıştır. Bitki ve böcek örneklerinden DNA analizleri için aşağıdaki yöntemler kullanılmıştır.

3.2.6.2.1. Bitki örneklerinden Doyle ve Doyle (1990) yöntemine göre DNA izolasyonu

1. Bulaşık bitki yaprak orta damarları veya çiçek kısımları alınan 0.1 g bitki dokusu sıvı azot yardımıyla ezilmiştir.
2. Havanlar oda sıcaklığında örnek çözününceye kadar bekletilip üzerine 1 ml %2 CTAB solüsyonu ve %2 merkaptofenol eklenerek ve 2 ml'lik tüplere konulmuştur.
3. Örnekler 60 °C'lik sıcak su banyosunda bekletildikten sonra 25 °C'de 15.000 rpm'de 10 dk santrifüj edilmiştir.
4. Yeni 2 ml'lik tüplere 750 µl fenol: chloroform: isoamilalkol konmuş üzerine santrifüjden çıkan örnek içerisinden 750 µl üst faz sıvısı (25:24:1) eklenmiş ve 25 °C'de 6.000 rpm'de 5 dk santrifüj edilmiştir (bu işlem 2 kez yapılmıştır).
5. Yeni 2 ml'lik tüplere 700 µl chloroform: isoamilalkol (25:24:1) eklenerek santrifüjden çıkan örnek içerisinden 700 µl üst faz sıvısı eklenmiş ve 25 °C'de 6000 rpm'de 5 dk santrifüj edilmiştir.
6. Örnek içerisinden 500 µl üst faz sıvısı yeni 1.5 ml'lik tüplere alınıp üzerine 800 µl soğuk izopropanol eklenerek -20 °C'de 2 saat bekletilmiştir. Daha sonra örnekler 4 °C'de 15.000 rpm'de 15 dk santrifüj edilmiştir.
7. Santrifüjden çıkan örnekler 'den üst faz dökülerek izopropanol uzaklaştırılıp çökelti üzerine 2 kez %70'lik 1 ml soğuk ethanol yıkaması yapılmıştır ve kalan sıvıyı çökeltmek için 4 °C'de 15.000 rpm'de 15 dk santrifüj edilmiştir.
8. Sıvı faz dökülerek uzaklaştırılmış ve çökelti 37 °C 'de 30 dk bekletilerek kurutulmuştur. Daha sonra bu çökeltinin üzerine 80-100 µl TE tampon eklenerek süspansiyon haline getirilmiştir.

3.2.6.2.2. Böcek Örneklerinden Morhery Nogel-Insect Yöntemine Göre DNA İzolasyonu

Böceklerde fitoplazma saptanması amacıyla yürütülen çalışmalarda yerfıstığı alanlarından toplanan vektör böcekler ayıklanıp petrilere alınmıştır ve üzerine kodlar yazılarak -20 ºC'de muhafaza edilmiştir. Ayıklanan vektör böcekler, her bir tüplere 5'er örnek olacak şekilde ayrıştırılmıştır. Tüpteki örneklerin üzerine alkol eklenmiş ve izolasyona başlamadan önce örnekler kurutulmuş ve Nucleospin Bead tüplere yerleştirilmiştir öneklerden böcek DNA izolasyonu için Marhery Nogel-İnsect DNA

izolasyonu kiti ile DNA izolasyonları yapılmıştır. Daha sonra örnekler moleküler yöntem (PCR) ile incelenmiştir.

1. Nükleospin beat tüpteki örneklerin üzerine 100 µl elüsyon tampon (BE) eklenmiştir.
2. Daha sonra üzerine 40 µl tampon MG eklenmiştir.
3. Bunun üzerine de 10 µl Likid Proteniase K eklenip örnekler 10 dk vortekslenmiştir.
4. Vorteksten sonra örnekteki tüpler 11.000 g'de (10.000 rpm)'de 30 s santrifüj edilmiştir.
5. Santrifüjden çıkan örneklerin üzerine 600 µl MG tampon eklenir ve 3 s vorteks uygulanmıştır.
6. 11.000 g (10.000 rpm)'de 30 s santrifüj edilmiştir.
7. S-Pernotantı (500-600 µl), 2 ml'lik collection tüpe üzerinde bulunan Nükleospin DNA Insect Colum'a transfer edilmiştir.
8. 10.000 rpm 30 s santrifüjlenmiştir.
9. Alttaki Collection tüp atılır ve yerine yeni collection tüp yerleştirilir
10. Örneklerin üzerine 500 µl BW tampon eklenmiştir
11. 10.000 rpm'de 30 s santrifüj edilmiştir.
12. Collection tüpe çöken sıvı boşaltılmıştır.
13. Üzerine 500 µl tampon BE eklenmiştir.
14. 10.000 rpm'de 30 s santrifüj edilmiştir.
15. Collection tüpe çöken sıvı boşaltılmıştır.
16. 10.000 rpm'de 30 s santrifüjlenmiştir.
17. Filtreli spin colum tüpe yeni bir tüp yerleştirilmiştir.
18. Örnek üzerine 100 µl BE tampon eklenmiştir.
19. Oda sıcaklığında 1 dk inkübasyon yapılmıştır.
20. 10.000 rpm'de 30 s santrifüj edilmiştir.

3.2.6.2.3. Direct ve Nested PCR Çalışmaları

Elde edilen DNA'lar 1/30 oranında sulandırılmıştır. PCR çalışmalarında kullanılan malzemeler Çizelge 3.1'de verilmiştir. Polimeraz zincir reaksiyon (PCR) işlemi iki aşamada yapılmıştır. Bu aşamalar direkt-PCR ve nested-PCR (nPCR)'dir. Kullanılan primer çiftleri ve PCR döngüleri Çizelge 3.2 ve Çizelge 3.3'te verilmiştir.

Çizelge 3.1. Direct ve Nested PCR çalışmalarında kullanılan ürünler

Direct PCR girdileri	**Miktar (1örnek için)**	**Nested PCR girdileri**	**Miktar (1örnek için)**
Distile su	16.34	Distile su	16.34
10X buffer	2.5	10X buffer	2.5
$MgCl_2$	2	$MgCl_2$	2
dNTP	0.5	dNTP	0.5
F1	1	F2n	1
R0	1	R2	1
Taq	0.16	*Taq*	0.16
Toplam	23.5	Toplam	23.5
Genomik DNA	1.5	Genomik DNA	1.5

Çizelge 3.2. Direct ve Nested PCR çalışmalarında kullanılan primer çiftleri

Primer dizilimleri		**Kaynak**
F1	5'-AAGACGAGGATAACAGTTGG-3'	Lee ve ark., 1994
R0	5'-GGATACCTTGTTACGACTTAACCCC-3'	Lee ve ark., 1994
F2n	5'-CGACTGCTAAGACTGG-3	Gundersen ve Lee, 1996
R2	5'- TGACGGGCGGTGTGTACAAACCCCG-3'	Gundersenn ve Lee, 1996

Çizelge 3.3. Direct ve Nested PCR çalışmalarında kullanılan PCR döngüleri

PCR Döngüleri			
Direct-PCR		**Nested-PCR**	
94 ºC	3 dk	94 ºC	3 dk
94 ºC	1 dk	94 ºC	30 sn
50 ºC	2 dk — 35 döngü	58 ºC	30 sn — 35 döngü
72 ºC	3 dk	72 ºC	1 dk
72 ºC	10 dk	72 ºC	10 dk

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

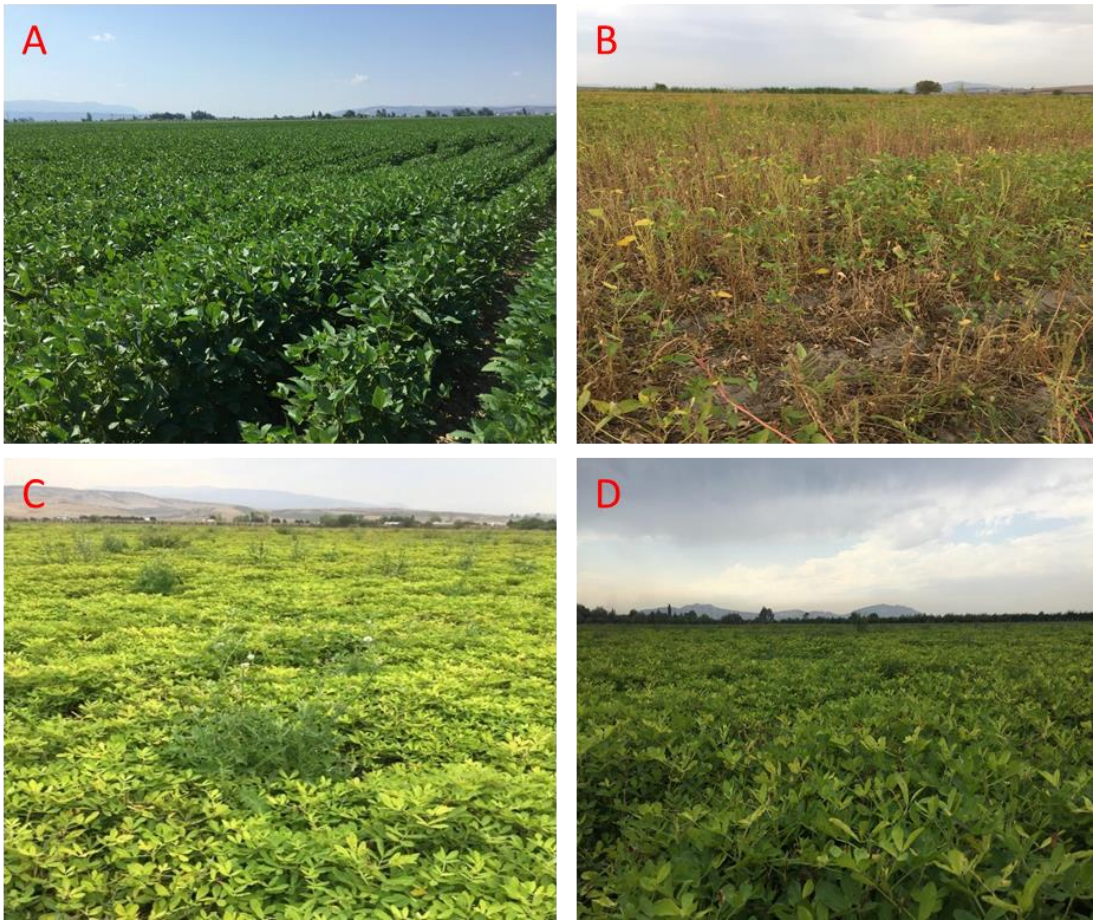
4.1. Arazi Değerlendirmeleri ve Simptomolojik Gözlemler

Hatay ili yerfıstığı ve soya fasulyesi üretimi yapılan Antakya (Serinyol), Erzin Kırıkhan, Kumlu ve Reyhanlı ilçelerinde 2018 ve 2019 yıllarında arazi sörveyleri sırasında bitki incelemeleri ve simptom gözlemleri yapılmıştır (Şekil 4.1). Yapılan gözlemler sonucunda şüpheli görülen kültür bitkileri (yerfıstığı ve soya fasulyesi) ve yabancı otlardan incelemek üzere örnekler alınmıştır.

Arazi çalışmalarında yapılan incelemeler sonucunda yerfıstığı bitkilerinde halkalı leke, sararma, mozaik simptomlar, bodurluk, damar aralarında renk açılması, beneklenme, morarma şeklinde virüs simptomları gözlemlenmiş, en yaygın simptomların renk açılması ve sararma (şiddetli kloroz) olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.2 ve Şekil 4.3). Bu simptomlara sahip bitkilerden meyve ve yaprak örnekleri alınmıştır. Ayrıca bazı yerfıstığı bitkilerinden toprak altı kısımları ile birlikte örnek alınmış ve incelenmek üzere laboratuvara getirilmiştir (Şekil 4.2; Şekil 4.5). Hastalık belirtisi gösteren bitkilerden ekim için yerfıstığı meyve örneği alınmış ve iklim odasında ekilmiştir. Kırıkhan ilçesinde yapılan sörveyler sırasında yeni çıkış gösteren yerfıstığı fidelerinden örnek alınmış dikimi yapılmış ve daha sonra kontrollü iklim odası koşullarında simptomolojik gözlemler yapılmıştır.

Soya fasulyesinde AMV enfeksiyonlarına bağlı parlak sarı geniş lekeler şeklinde mozaikleşmeler görülmüştür. AMV'nin diğer baklagil (Fabaceae: Leguminosae) türlerinde olduğu gibi soya fasulyesi bitkilerinde de alacalılık olarak ifade edilebilecek parlak sarı alanlar veya mozaik lekelere neden olduğu bilinmektedir (Brunt ve ark., 1996; Jaspers ve Bos, 1980).

TRSV ile enfekteli soya fasulyesi bitkilerinde olgunlaşmada gecikmeler olduğu ve bu bitkilerin genellikle diğer bitkiler olgunlaştıktan sonra uzun süre yeşil kaldığı, enfekteli bitkilerin düzleşmiş-yassılaşmış içi boş veya sadece bir tohum içeren baklalara sahip olabildiği, TRSV'nin ayrıca kök büyümesini ve nodülasyonu azaltabildiği bildirilmiş, TRSV'nin %25-100 oranında verim kaybına neden olabileceği rapor edilmiştir (Malvick, 1992). Özellikle olgunlaşmada gecikme, tohum baklalarında azalam ve küçülme belirtileri gibi benzer belirtiler Erzin yöresindeki tarlalarda daha yoğun gözlenmiştir.



Şekil 4.1. Sörvey yapılan soya fasulyesi (A-B) ve yerfıstığı (C-D) arazileri

TRSV ile enfekteli soya fasulyesi bitkilerinde mozaik, nekrotik lekeler, klorotik halkalı lekeler ve damar bantlaşmasına neden olduğu, bununla birlikte, bu simptomların tipik olarak enfeksiyondan hemen sonra kaybolduğu bildirilmiştir (Brunt ve ark., 1996; Stace-Smith, 1985). Erken dönemde TRSV ile enfekte olan ve şiddetli tomurcuk nekrozu olan bitkilerin az tohum ürettiği, ancak bu virüslerin tohumla taşınma riskinin yüksek (%90) olduğu, geç dönemde enfekte olan ve daha az şiddetli simptom tablosuna sahip soya fasulyesi bitkilerinde tohum oranının düşük olduğu bildirilmiştir (Brunt ve ark., 1996; NCRSP, 2012). Bu nedenle bu simptomların bitkinin ilk gelişme dönemlerinden itibaren düzenli olarak izlenmesi gerektiği düşünülmektedir.

TRSV'nin en iyi bilinen vektörü kamalı nematod *Xiphinema americanum*'dur. Ancak TRSV'nin bazı soya fasulyesi tarlalarında hızla yayılma özelliği göstermesi böcek vektörlerin de araştırılmasına neden olmuştur. Yapılan çalışmada iki yaprak biti (*Myzus*

persicae ve *Aphis gossypii*), çekirgeler ve tripsler test edilmiş, ancak TRSV'nin bazı soya fasulyesi tarlalarında` bu türler ile hızlı taşınmasını açıklayabilecek bir ilişki belirlenemediği, daha etkin bir TRSV vektörü arayışının devam ettiği bildirilmiştir (Brunt ve ark., 1996; NCRSP, 2012).



Şekil 4.2. Arazi çalışmalarında yaygın olarak gözlenen simptomlar: A) sararma, B) damar aralarında renk açılmaları ve C) yapraklarda şekil bozukluğu ve mozaik belirtileri.



Şekil 4.3. Erzin'de yerfıstığı bitkisinde yapılan arazi çalışmalarında ve gözlenen simptomlar: A) sararma, B) kloroz, C) beneklenme ve D) damar arası renk açılması, E) halkalı leke ve F) mozaik belirtileri

Arazide yapılan incelemelerde yerfıstığı bitkilerinde virüs simptomları ile birlikte fungal hastalık etmeni *Cercospora* yaprak lekesi enfeksiyonuna ait olduğu düşünülen belirtiler yoğun olarak gözlenmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Yerfıstığında *Cercospora* yaprak lekesi belirtileri

Yerfıstığı arazilerinde D-VAC ve atrap ile böcek örneklerinden en fazla *Empoasca* spp. nimf ve ergin bireyleri belirlenmiştir (Şekil 4.5). Bu türlerin potansiyel virüs ve fitoplazma hastalıklarının vektörü olması nedeni ile fitoplazmalar yönünden moleküler analizler ile incelenmiştir. Zararlı böcek türleri dışında avcı böcek türlerinden biri olan *Chrysoperla carnea* türleri yoğun olarak gözlenmiştir.



Şekil 4.5. Arazi sörveylerinde yerfıstığı üretim alanlarında toplanan *Empoasca* sp.

Soya fasulyesi arazi sörveyleri Antakya-Serinyol ve Erzin'de yapılmıştır. Sörvey çalışmalarında yapılan gözlemlerde yoğun olarak sararma, bodurlaşma ve beneklenmeler, olgunlaşmada gecikme-yaprakların yeşil kalması veya yapraklarda kızarıklık veya nekroz

gözlenmiştir. Erzin bölgesinde yapılan sörveylerde soya fasulyelerinde yoğun bir şekilde solma ve kuruma belirtileri gözlenmiştir.

Şüpheli bitkilerden örnekler alınmış ve laboratuvarda serolojik ve moleküler çalışmalar yapılmıştır. Arazi çalışmalarında yapılan gözlemlerde soya fasulyesinin gövdesinde yoğun olarak unlu bit bulaşıklığına rastlanmıştır ve bu bölgelerde yoğun olarak fumajin oluşturduğu, yaprak sayısında azalma ve solgunluk ile genel olarak bitki ve dolayısıyla verim kayıplarına neden olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.6). Sörvey çalışmalarında soya fasulyesi bitkisi meyvesinden tohumlar alınarak iklim odasında ekilmiştir.



Şekil 4.6. Soya fasulyesi alanlarında unlu bit zararlısına bağlı fumajin ve bitki kurumaları(A-B), unlu bit (C)



Şekil 4.7. Arazi çalışmalarında soya fasulyesinde görülen simptomlar: A) beneklenmeler, B) kloroz, C) renk açılmaları, sararma ve D) olgunlaşmada gecikme-yaprakların yeşil kalması.

Soya fasulyesi alanlarında yapılan sörveylerde yabancı ot türleri olarak; darıcan *(Echinochloa crus-galli)*, horoz ibiği *(Amaranthus retroflexus)*, topalak *(Cyperus rotundus)*, kanyaş *(Sorghum halepense)*, kirpi darı (*Setaria viridis*), semiz otu (*Portulaca oleracea*), sirken (*Chenopodium album*), sütleğen (*Euphorbia helioscopia*.) ve tarla sarmaşığı *(Convolvulus arvensis)* tespit edilmiştir.

Belirlenen yabancı ot türlerinden *Chenopodium album* bitkilerinde sararma ve yapraklarda küçülme belirtileri gözlenmiş, serolojik ve moleküler olarak testlenmiştir. Yerfıstığı alanlarında ise yaygın olarak horozibiği (*Amaranthus retroflexus)*, darıcan *(Echinochloa crus-galli)*, domuz pıtrağı *(Xanthium strumarium)*, semiz otu (*Portulaca oleracea)* yaygın olarak görülmüştür.

4.2. İklim Odası Çalışmaları

Yerfıstığı ve soya fasulyesi örneklerinden alınan ekanik inokulasyon ve simptom gözlemleri yapılan test bitkileri börülce, hıyar ve domates bitkilerinde kloroz, hafif yaprak kırışıklığı ve lekelenmebelirtileri gözlenmiştir.

Arazi çalışmaları sırasında araştırma alanlarından alınan yerfıstığı ve soya fasulyesi tohumları iklim odasında ekilerek virüsler yönünden simptomolojik gözlemler yapılmış,

kontrollü koşullarda yetiştirilen bu tohumlardan sağlıklı bitkiler elde edilememiştir. Şiddetli tohum enfeksiyonlardan dolayı çoğunluğu ekimden sonra çürümüş bazıları çimlenmesine rağmen cılız olmasından dolayı çimlenebilen fidelerde bitki gelişimi de zayıf ve sağlıksız (şiddetli kloroz, nekrotik yaprak lekesi vb.) olmuştur. Bitkiler simptom değerlendirmeleri sürecinde serolojik testlemeler yapılmadan önce ölmüştür (Şekil 4.7).

Sörveyler sırasında köklü olarak alınabilinen şüpheli yerfıstığı fideleri saksılara alınarak iklim odasında kontrollü koşullarda gözlemler yapılmıştır. Ancak yapılan gözlemler sırasında bitkilerin yapraklarında virüs simptomları yerine yoğun olarak Cercospora yaprak lekesi *(Cercospora spp.)* belirtileri gelişmiştir (Şekil 4.7).



Şekil 4.8. Yerfıstığı tohumundaki belirtiler (A) yerfıstığı fidelerinde görülen *Cercospora* yaprak lekesi (B-C), yapraklarda damar arası açılması (D).

Soya fasulyesinde enfeksiyon meydana getiren virüslerin birçoğunun tohumla taşındığı, daha önce yapılan çalışmalardan bilinmekte ve dayanıklılık ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Farklı soya fasulyesi çeşitleri üzerinde SMV'nün 7 farklı ırkının reaksiyonları gözlenerek dayanıklı çeşitler belirlenmeye çalışıldığı bildirilmiştir (Cho ve Godmaan, 1978). Çin ve Japonya'da da soya fasulyesinin SMV'nin bazı ırklarına dayanıklılık konusunda çalışmalar yapılmıştır (Ma ve ark., 1995).

4.3. Laboratuvar Çalışmaları ve Değerlendirmeler

Arazi sörveylerinde yapılan gözlemler neticesinde virüs ve fitoplazma belirtisi gösteren yerfıstığı ve soya fasulyesi kültür bitkilerinde ve bu arazilerinde bulunan yabancı otlardan örnekler alınmış ve incelenmek amacı ile laboratuvara getirilmiştir. Bu örneklerden beneklenmeler, halkalı lekeler, mozaik belirtilerini gösteren bitkilere numaralar verilerek kodlanmış ve DAS-ELISA testi için yaprak örneklerinden homojen olarak 1g taze örnekler alınmış, ELISA tampon çözeltisi ile homojen edilmiş ve örnek tüplerine alınmıştır

PCR çalışmaları için bodurluk, sararma, kıvrılma, küçülme gibi simptomlar gösteren soya fasulyesi ve yerfıstığı bitkilerinden alınan örnekler sıvı azotla ezilmiş numaralarla kodlanmış ve DNA izolasyonları yapılmıştır.

4.3.1. ELISA Çalışmalarına ait bulgular

Simptomolojik gözlemler neticesinde yerfıstığında Hatay ilinin toplam 5 ilçesinden alınan toplam 94 adet örnek ELISA ile testlenmiştir. Bu örneklerde sararma, damar arası renk açılması, mozaik leke simptomları yoğun olarak gözlenmiştir (Şekil 4.2 ve Şekil 4.3). AMV, CMV, GRSV, PSV, TSWV ve TYFRV için ELISA testi yapılmış, bunlardan 6 adet örnek TSWV, 5 adet örnek CMV için pozitif olarak belirlenmiştir. AMV, GRSV, PSV, ve TYFRV ile enfekteli örnek belirlenememiştir.

Soya fasulyesi için yapılan çalışmalarda toplanan 65 adet örnekte alfalfa mosaic virüs (AMV), cucumber mosaic virus (CMV), soybean mosaic virus (SMV), potato Y virüs (PVY), tobacco mosaic tobamovirus (TMV) ve tobaccco ringspot virüs (TRSV) için ELISA testi yapılmıştır.

Test sonuçlarında AMV ve CMV için 2 adet örnek, TRSV için 3 örnek, PVY için 2 adet, SMV için 4 adet pozitif reaksiyon vermiş, hiçbir örnekte TMV belirlenememiştir. Bu örneklerde yoğun olarak sararma, damar arası renk açılması ve solgunluk belirtileri gözlemlenmiştir. TSWV'nin yerfıstığında klorotik lekeler, bodurluk, kloroz ve yaprak bozulmalarına yol açtığı, tohumlarda büzüşmeler ve küçülme meydana getirdiği bilinmektedir (Smith, 1984).

Çizelge 4.1. Hatay ili yerfıstığı üretim alanlarından toplanan bitki örneklerinin DAS-ELISA sonuçları

	Enfekteli örnek sayısı / Toplam örnek sayısı					
Örnekleme yeri	**TSWV**	**CMV**	**AMV**	**TYFRV**	**GRSV**	**PSV**
Erzin	4/36 (11.1)	3/36 (8.3)	0/36 (0.0)	0/36 (0.0)	0/36 (0.0)	0/36 (0.0)
Kırıkhan	1/21 (4.7)	0/21 (0.0)	0/21 (0.0)	0/21 (0.0)	0/21(0.0)	0/21 (0.0)
Kumlu	1/15 (6.6)	2/15 (13.3)	0/15 (0.0)	0/15 (0.0)	0/15(0.0)	0/15 (0.0)
Reyhanlı	0/22 (0.0)	0/22 (0.0)	0/22 (0.0)	0/22 (0.0)	0/22 (0.0)	0/22 (0.0)
Toplam	6/94 (6.38)	5/94(5.31)	0/94 (0.0)	0/94 (0.0)	0/94 (0.0)	0/94 (0.0)

ABD-Georgia' da 1997 yılında TSWV'nin domateste yaklaşık 44 milyon dolar, biber, yerfıstığı ve tütünde ise yaklaşık 100 milyon dolar ürün kaybına yol açtığı bildirilmiştir (Riley ve Pappu, 2000). Dünya soya fasulyesi yetiştiriciliğinde en yaygın virüslerden biri olan SMV (Soybean mosaic virüs) tohum kalitesinde ciddi bir şekilde bozulmalara neden olduğundan bu virüse karşı dayanıklılık yönünden pek çok çalışma yapılmıştır (Yu ve ark., 1993). PSV'nin, bazen dalların hepsinde bazen de birkaçında zarar yaptığı, yapraklarada kloroz, kısalma, bodurluk belirtileri gösterdiği, erken gelişen bitkilerde şekil bozukluğuna neden olduğu bilinmektedir (Tolin, 1984), ancak bu çalışmada belirlenememiştir (Çizelge 4.1).

Soya fasulyesi alanlarından toplanan yabancı ot örneklerinden yapraklarda seyrelme, küçülme, sararma ve lekelenme belirtisi gösteren 2 adet *Chenopodium album* örneği PVY ile enfekteli bulunmuştur. Hatay ilinde soya fasulyesi alanlarında PVY ile enfekteli *C. album* ilk kez belirlenmiştir. Çalışmada PVY ile enfekteli olduğu belirlenen yabancı ot örneği *Chenopodium album* türünün PVY için duyarlı indikatörlerden biri olduğu bilinmekte (Abbas ve ark., 2014) olup, Kanada da *Chenopodium album'*un PVY'nin araştırılan alanlar için virüsün önemli bir konukçusu olmadığı bildirilmiş (Nanayakkara ve ark., 2012), ancak Avrupa'da doğal bir konukçusu olduğu belirlenmiştir (Kaliciak ve Syller, 2009). Ülkemizde patetes alanlarında PVY ırklarının belirlenmesine yönelik yapılan bir çalışmada ise *Chenopodium murale'*nin PVYNTN ırkı ile enfekteli olduğu bildirilmiştir (Güner ve ark., 2016).

Çizelge 4.2. Hatay ili soya fasulyesi üretim alanlarından toplanan bitki örneklerinin DAS-ELISA sonuçları

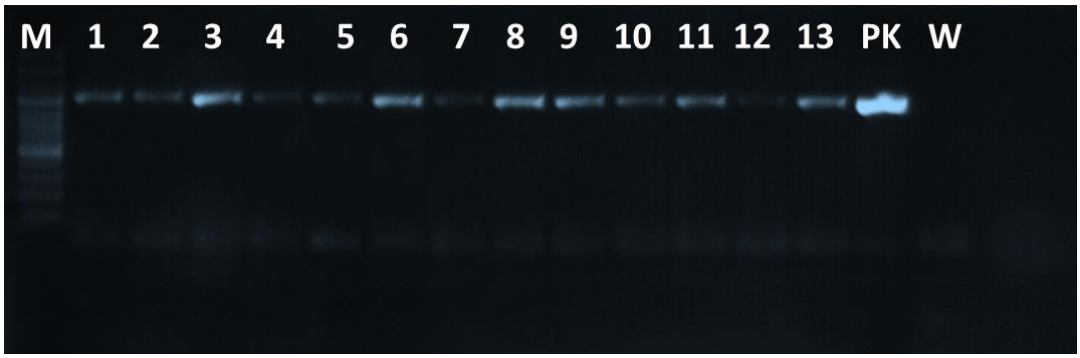
Örnekleme yeri	**Testlenen Virüsler Enfekteli örnek sayısı / Toplam örnek sayısı (%)**					
	AMV	**CMV**	**SMV**	**TMV**	**TRSV**	**PVY**
Antakya	0/24 (0.0)	2/24 (8.33)	0/24 (0.0)	0/24 (0.0)	0/24 (0.0)	0/24 (0.0)
Erzin	2/20 (10)	0/20 (0.0)	4/20 (20)	0/20 (0.0)	3/20 (15)	2/20 (10)
Reyhanlı	0/21 (0.0)	0/21 (0.0)	0/21 (0.0)	0/21 (0.0)	0/21 (0.0)	0/21 (0.0)
Toplam	2/65 (3.07)	2/65 (3.07)	4/65 (6.15)	0/65 (0.0)	3/65(4.61)	2/65 (3.07)

4.3.2. Moleküler Çalışmalara ait Bulgular

Arazi çalışmalarında 2018 ve 2019 yıllarında yapılan sörveylerde bodurlaşma, çalılaşma, morarma, sararma belirtisi gösteren örnekler moleküler analizler ile fitoplazmalar yönünden incelenmiştir. Bu örneklerin Doyle ve Doyle (1990) yöntemine göre DNA izolasyonları yapılmış ve bir sonraki aşama olan nPCR sistemi uygulanmıştır. Bu örneklerden R16F1-R0 fitoplazma primerleri kullanılarak nPCR işlemi yapılmış ve PCR ürünlerinden elektroforez işlemi sonrası UV ışınlarıyla görüntülenmiştir. Elde edilen bulgular (Şekil 4.9; Çizelge 4.6 ve Çizelge 4.7) verilmiştir.

4.3.2.1. Nested Polimerase Chain Reaction: nPCR

Arazi sörveylerinden toplanan örneklerden yapılan moleküler analizler sonucunda 4 adet yerfıstığı örneği, 8 adet soya fasulyesi örneği ve 1 adet yabancı ot (*Chenopodium album*) örneği fitoplazma yönünden pozitif bulunmuştur. PCR çalışmaları sonucu elde edilen pozitif örnekler Şekil 4.9 'da gösterilmiştir. Ülkemizde yerfıstığı, soya fasulyesi ve soya fasulyesi alanlarından toplanan *Chenopodium album*'da ilk kez bu çalışma ile fitoplazma enfeksiyonu belirlenmiştir. Bu örneklerden yerfıstığında sararma, renk açılması, mozaik beneklenme şeklinde simptomlar görülmüştür. Soya fasulyesinde sararma, beneklenme, solgunluk belirtilerine yoğun olarak rastlanmıştır. Soya fasulyesi alanlarında fitoplazmaların doğal konukçusu olarak belirlenen *C. album'*da sararma ve yaprak küçülmesi belirtileri gözlenmiştir.



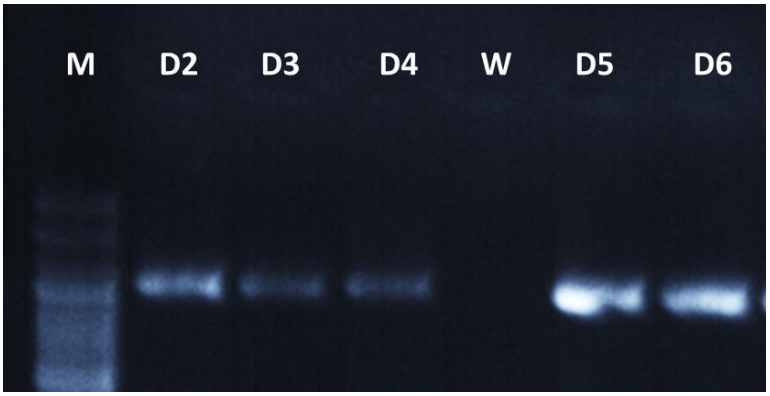
Şekil 4.9. Soya fasulyesi ve yerfıstığı alanlarından toplanan ve fitoplazma ile enfekteli bulunan bitki örneklerinin bazılarının PCR analiz sonucu agaroz jel elektrofaz görüntüsü. M: Moleküler marker, W: Su kontrol, PK: Pozitif kontrol (Örnek kodları, soya fasuyesi (**8**:4730, **2**:47110, **3**: 47113, **4**:47114, **5**:47115, **6**:47119, **7**:47121, **13**:47127), sirken (**12**:47126), yerfıstığı (**1**:47106, **9**:4745, **10**:4766, **11**:47104))

Çekya'da domates ve biber bitkilerinin yer aldığı meyve bahçelerinde yapılan bir çalışmada sararma, yapraklarda küçülme, çoklu sürgün (proliferation), bitki genelinde gelişme geriliği ve çiçek yapılarında küçülme belirtileri gösteren *Chenopodium album* bitkilerinde 16SrIII ve 16SrXII gruplarına ait fitoplazma enfeksiyonları belirlenmiştir (Safarova ve ark, 2011). Hindistan'ın Yeni Delhi, Karrataka, Maharashta ve Andhra Pradesh eyaletlerinde 2015-2017 yıllarında yapılan bir çalışmada arazi sörveyleri sırasında *Chrysanthemum morifolium* alanlarında fillodi, witches' broom ve sararma gibi fitoplazma belirtileri gözlemlenmiştir. Yapılan çalışmalarda 16S rDNA'nin alt gruplarından 16SrI, 16SrII-D, 16SrVI-D ve 16SrXIV olduğu saptanmıştır. Aynı alanlardan toplanan *Chenopodium album* ve *Parthenium hysterophorus* yabancı otlarında fitoplazma belirtileri gözlemlenmiştir, yapılan çalışmalarda 16SrII-D alt grubundan olduğu bildirilmiştir.

Ülkemizde de *C. Album*'un domates fitoplazmalarının alternatif bir konukçusu olduğu bildirilmiştir (Özdemir ve ark., 2009). Hatay'da yapılan bu çalışmada soya fasulyesi üretim alanlarında C*henopodium album* türünde PVY ve fitoplazma enfeksiyonlarına konukçuluk yaptığı ilk kez belirlenmiştir.

Arazi sörveyleri sırasında Kırıkhan ilçesinde yerfıstığı arazilerinde yoğun olarak böcek varlığı gözlenmiş ve vektör potansiyeli yönünden araştırmak üzere yapılan PCR çalışmaları neticesinde 5 adet *Empoasca* örneği pozitif olarak belirlenmiştir (Şekil 4.10; Çizelge 4.8). Hatay ilinde biber alanlarında yapılan bir çalışmada *Empoasca* spp.'nin

‘Candidatus Phytoplasma trifolii (16SrVI)’nin potansiyel vektörü olduğu, 9/18 oranında fitoplazma pozitif böcek örneğinin testlendiği bildirilmiştir (Çarpar ve Sertkaya, 2022).



Şekil 4.10. Yerfıstığı alanlarından toplanan ve fitoplazma yönünden pozitif bulunan böcek (*Empoasca* spp.) örnekleri

Çizelge 4.3. Hatay ili yerfıstığı alanlarında toplanan örneklerden nPCR sonuçlarına göre fitoplazma ile enfekteli bitki sayısı

Örnek	**Toplam**	**Enfekteli**	**Enfeksiyon**	**Enfekteli**
Antakya	9	0	0	-
Erzin	36	2	5.5	47104, 47106
Kırıkhan	21	1	4.7	4745
Kumlu	16	1	6.25	4766
Reyhanlı	12	0	0	-
TOPLAM	94	4	4.2	

PCR sonuçlarına göre soya fasulyelerinde en fazla fitoplazma enfeksiyon oranı %30.7 ile Erzin’de bulunmuş, Antakya’dan alınan soya fasulyesi bitkilerinde fitoplazma ile enfekteli örnek oranı %6.6 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Hatay ili soya fasulyesi alanlarında toplanan nPCR sonuçlarına göre fitoplazma ile enfekteli örnek sayısı ve oranı

Örnek	**Toplam**	**Enfekteli**	**Enfeksiyon**	**Enfekteli bitki**
Antakya	15	1	6.6	4730
Erzin	26	8	0.7	47110, 47113,
TOPLAM	41	9	21.9	

*Yabancı ot örneği (kazayağı/sirken: *Chenopodium album*)

Çizelge 4.5. Hatay ili Kırıkhan ilçesinde yerfıstığı alanlarından toplanan *Empoasca* spp. örneklerinde nPCR sonuçlarına göre fitoplazma ile enfekteli örnek sayısı ve oranı

Toplam örnek sayısı	**Enfekteli örnek sayısı**	**Enfeksiyon oranı (%)**	**Enfekteli böcek kodları**
10*	5	50	D2, D3, D4, D5, D6

***** Her örnek 5 adet ergin *Empoasca* spp. bireyi içermektedir.

Endonezya'da yapılan çalışmalarda baklagillerde cadı süpürgesi hastalığı ile ilişkili fitoplazmalar bildirilmiştir. Yerfıstığı ve soya fasulyesi cadı süpürgesi (peanut witches' broom ve soybean witches' broom) hastalıklarının etmenleri, yerfıstığı ve soya fasulyesine *Orosius argentatus* tarafından taşınabildiği ve tipik simptomların gözlendiği bildirilmiştir (Iwaki ve ark., 1978).

Peanut witches' broom (PWB) 16SrII grubuna ait birçok fitoplazma hastalığının soya fasulyesi başta olmak üzere bir çok bitkide var olduğu birçok ülkede bildirilmiştir (Lee ve ark., 1993 ve 1998; Schneider ve ark., 1995; Harling ve ark., 2009; Arocha ve ark., 2009; Ahudaki ve Razg, 2011; Singh ve ark., 2012; Salehi ve ark., 2016; Yadav ve ark., 2016; Al-Subhi ve ark., 2018; Swarnalatha ve ark., 2019).

Yapılan bir çalışmada cadı süpürgesi (witches' broom) enfeksiyonunun ana belirtileri belirlenmiş, bitkilerde aşırı sürgün oluşumuna bağlı çalılaşma, yapraklarda soluk sarı renklenme ve boyutlarında küçülme oluşmamaktadır. Sürgünler yukarı doğru gelişme görülmekte ve tohum veriminde azalma meydana gelmektedir (Reddy, 1991).

Malawi ve Mozambik'te 2010 yılında yapılan çalışmalarda soya fasulyelerinde fillodi, cadısüpürgesi, çoklu sürgün ve azalmış yapraklar gibi simptomların gözlendiği, fitoplazma hastalığının ilk defa moleküller çalışmalarla belirlendiği bildirilmiştir (Kumar ve ark., 2011).

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Yağlı tohumlu bitkiler hem dünyada hem de Türkiye açısından çok yönlü kullanımları olan önemli bitkilerdendir. Sahip oldukları yağ, protein, karbonhidrat, mineral maddeler ve vitaminler nedeniyle, insan ve hayvan beslenmesinde önemli rol oynamaktadır. Ham madde olarak üretildikleri gibi sanayide yağ elde etmek amacıyla da kullanılmaktadır. Bunların arasında yerfıstığı ve soya fasulyesi üretimi son yıllarda artmaktadır. Türkiye'de yerfıstığı tarımı yoğun olarak Akdeniz ve Ege bölgesinde yapılmaktadır. Hatay ilinde son yıllarda soya fasulyesi üretimi özellikle Erzin ve Kırıkhan'da, yerfıstığı üretimi ise Antakya, Erzin, Kırıkhan ve Reyhanlı ilçelerinde artmıştır. Türkiye'de yerfıstığı fiyatlarının yüksekliğinden dolayı yağ sanayisinden çok çerez olarak üretilmektedir. Soya fasulyesi de yerfıstığı gibi son yıllarda üretimi artan yağlı tohumlu bitkilerdendir. Ülkemizde Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde hem ana hem de ikinci ürün olarak yetiştirilebilmektedir. Soya fasulyesi tohumlarında %18-20 oranında yağ bulunmaktadır. Soya fasulyesi yağı dışında küspesinde önemli protein kaynağına sahip olduğu için değerli bir öneme sahiptir. Yağı çıkarıldıktan sonra kalan küspesi un yapımında kullanılmakta, ayrıca süt, salça, et, kahve yapımında da yararlanılmaktadır. Ülkemizde yerfıstığı ve soya fasulyesi tarımının artırılması için üretim alanlarında bitki koruma sorunlarının ve çözüm yollarının araştırılmasına yönelik araştırmaların artırılması gerekmektedir.

Bu çalışma Hatay ilinde yerfıstığı ve soya fasulyesinde sorun olan virüs ve fitoplazma hastalıklarının varlığının araştırılması amacıyla Antakya-Serinyol, Erzin, Kırıkhan, Kumlu ve Reyhanlı ilçelerinde yerfıstığı ve soya fasulyesi yetiştiriciliğinin yapıldığı alanlarda yürütülmüştür.

Ayrıca fitoplazma hastalıklarının yayılmasında önemli etken olan potansiyel vektör böcekler ile ilgili çalışmalar yapılmıştır

Arazi çalışmaları yerfıstığı ve soya fasulyesi vejetasyon dönemleri boyunca yapılmıştır. Yapılan sörveyler sonucunda şüpheli görülen yerfıstığı ve soya fasulyesi bitkilerinden örnekler toplanmıştır. Simptomolojik gözlemler sonucunda yerfıstığında halkalı leke, sararma, bodurluk, cüceleşme, mozaik lekeler gözlenmiştir. Bu belirtileri gösteren bitkilere virüs çalışmaları için serolojik yöntem (DAS-ELISA) ve mekanik inokulasyon yöntemleri, fitoplazma araştırmaları için moleküler yöntem (nPCR) uygulanmıştır.

Yapılan analizler sonucunda Kırıkhan ve Kumlu ilçelerinde alınan örneklerden DAS-ELISA sonucunda TSWV (tomato spotted wilt virus), Erzin ilçesinden alınan örneklerden CMV (cucumber mosaic virus)'de pozitif örnekler bulunmuştur.

Soya fasulyesinde sararma, bodurlaşma ve beneklenme belirtileri gösteren bitkilerden alınan örnekler DAS-ELISA yöntemi uygulanmıştır. Örnekler AMV (alfalfa mosaic virus), CMV (cucumber mosaic virus), SMV (soybean mosaic virus), TMV (tobacco mosaic tobamovirus), TRSV (tobacco ringspot virus) ve PVY (potato virus Y) ile testlenmiştir. Test sonucunda TMV için reaksiyon görülmemiştir. PVY, AMV, CMV, SMV ve TRSV için pozitif örnekler testlenmiştir.

TSWV Solanaceaea familyası başta olmak üzere 21 familyada zarar yapan önemli bir virüstür. Belirtileri konukçunun yaşı ve ırkına bağlı olarak değişiklik göstermesine rağmen yoğun olarak sararma, nekrotik lekeler, nekrotik çizgiler, cüceleşme, bodurluk, tüm bitkide genel sararma, yapraklarda klorotik düzensiz lekeler, mozaik gibi belirtilere yol açmaktadır. Çalışmamız sırasında yerfıstığında bu belirtilerin bazıları özellikle halkalı leke, mozaik, sararma gibi simptomlar gözlemlenmiş ve ELISA testi sonucunda varlığı tespit edilmiştir.

Tospovirüs cinsine ait ve yakın zamanlarda bulunan TYFRV (tomato yellow fruit ring virüs), yerfıstığı halkalı leke virüsü GRSV (groundnut ringspot virüs) ile aynı olan klorotik benek, lekelenme ve çizgi oluşumu gibi belirtiler oluşturduğundan dolayı testler yapılmıştır. Ancak serolojik olarak testlenen yerfıstığı örneklerinde GRSV ve TYFRV belirlenememiş olup bu belirtilerin TSWV ile enfekteli olduğu belirlenen örneklerde gözlenmiş olmasından dolayı halkalı leke belirtilerinin yerfıstığında TSWV'den kaynaklandığı düşünülmektedir.

PSV'nin yerfıstığı bitkisinde yaprakta kısalma, kloroz, şekil bozukluğu ve bodurluk simptomlarına neden olmasına rağmen testlenen örneklerde PSV belirlenememiştir.

Yerfıstığı alanlarında şüpheli görülen bitkilerden alınan yaprak örnekleri mekanik inokulasyon çalışmalarında kullanılmıştır. Bu amaçla alınan örnekler fosfat tamponu ile ezilmiş ve özsuyu ile bulaştırma işlemi yapılmıştır. Elde edilen bitki özsuyu domates (*Solanum lycopersicum*), hıyar (*Cucumis sativus*) ve tütün *(Nicotania* sp.*) test* bitkilerine mekanik inokulasyon yöntemi bulaştırılmıştır. Yaklaşık üçüncü haftadan sonra domateste hıyar ve mozaik lekeler görürmüştür. Bu belirtiler neticesin de CMV ve TSWV için ELISA yöntemi uygulanmış ama testler negatif çıkmıştır.

Hatay'da yapılan bu çalışmada soya fasulyesi üretim alanlarında *Chenopodium album* türünde PVY ve fitoplazma enfeksiyonlarına konukçuluk yaptığı ilk kez belirlenmiştir.

Yerfıstığında yapılan sörveylerde virüs hastalıkları dışında her tarlada yoğun olarak fungal hastalık olan Cercocopora yaprak lekesi gözlenmiştir. Ayrıca, alınan tohum örnekleri iklim odası koşullarında ekilmiş, bu tohumlarda çoğunlukla çimlenme görülmemiştir. Çimlenen bitki örneklerinde çoğunlukla Cercocopora yaprak lekesi belirtileri gelişmiştir.

Soya fasulyesi alanlarında yapılan sörveylerde yabancı ot olarak; darıcan *(Echinochloa crus-galli)*, horoz ibiği *(Amaranthus caudatus)*, topalak *(Cyperus rotundus)*, kanyaş *(Sorghum halepense)*, kirpi darı (*Setaria viridis*), semiz otu (*Portulaca oleracea*), sirken (*Chenopodium album*), sütleğen (*Euphorbia helioscopia*.) ve tarla sarmaşığı *(Convolvulus arvensis)* tespit edilmiştir. Bunlar arasında sirken *(Chenopodium album)* türünde sararma belirtileri gözlenmiş ve yapılan ELISA ve PCR testi sonucunda bu türün PVY ve fitoplazma hastalığının doğal konukçusu olduğu saptanmıştır.

Yerfıstığı alanlarında yaygın olarak horozibiği (*Amaranthus retroflexus)*, darıcan *(Echinochloa crus-galli)*, domuz pıtrağı *(Xanthium strumarium)*, semiz otu (*Portulaca oleracea)* görülmüştür. Yerfıstığı alanlarında enfekteli yabancı ot belirlenmemiştir.

Fitoplazma ile ilgili yapılan çalışmalarda toplam 135 soya fasulyesi ve yerfıstığı örneği nPCR ile test edilmiştir. Bu pozitif örneklerin 4 adeti yerfıstığı, 8 adeti soya fasulyesi ve 1 tanesi yabancı ot türü (*Chenopodium album*) olmak üzere 13 örnek fitoplazma yönünden pozitif bulunmuştur.

Yerfıstığında yoğun olarak *Empoasca* spp. (Yaprak pireleri) ve avcı böcek olan *Chrysoperla carnea* görülmüştür. Yaprak pirelerinin birçok virüs ve fioplazma hastalığına vektörlük yaptığı bilinmektedir. Sörveyler sırasında yerfıstığı ve soya fasulyesi tarlalarından potansiyel vektörleri belirlemek için D-VAC ve atrap ile böcek örnekleri toplanmıştır. Toplanan *Empoasca* örneklerinden DNA izolasyonu yapıldıktan sonra nPCR yöntemi ile analiz edilmiştir. *Empoasca* spp. ait örnekler 5/10 oranında fitoplazma yönünden pozitif bulunmuştur. Kırıkhan ilçesinde yerfıstığı sörveylerinde yoğun olarak *Empoasca* spp. rastlanmış ve yapılan PCR testi sonucu *Empoasca* türlerinin Hatay'da yerfıstığında fitoplazma hastalıklarının potansiyel vektörü olduğu belirlenmiştir.

Soya fasulyesinde Erzin ilçesinde yapılan çalışmalarda yoğun olarak unlu bit bulaşıklığı görülmüş olup, unlu bitlerin soya fasulyesi yaprak ve gövdelerinde yoğun fumajin oluşturdukları ve bitki kurumalarına-ölümlerine neden olduğu görülmüştür. Unlu bit türünün son yıllarda ülkemizde ve bölgemizde süs bitkileri ile birçok kültür bitkisinde sorun oluşturmaya başlayan *Phenacoccus solenopsis* olduğu düşünülmekle birlikte soya fasulyesi alanlarında bu zararlının varlığının ve yaygınlığının araştırılması gerektiği düşünülmektedir.

Ülkemizde ve Hatay ilinde yerfıstığı ve soya fasulyesi tarımının artırılması için üretim alanlarında özellikle virüs ve fitoplazma ile diğer fungal hastalıkların durumunun incelenmesi, *Empoasca* gibi potansiyel vektörlerinin araştırılması, yabancı ot türleri gibi doğal konukçularının belirlenmesi, unlu bit türleri gibi zararlıların araştırılması gibi konularda olmak üzere bitki koruma sorunlarının ve çözüm yollarına yönelik araştırmaların yürütülmesi gerektiği önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Abbas, M.F., Hameed, S., and Rauf, C.A. 2014. Presence of New Strain of Potato Virus Y in Pakistan. **Internatıonal Journal of Agriculture & Biology**, 16(5): 941-945.

Alhudaib, K. and Razq A., 2011. First report of witches' broom disease of tomato associated with phytoplasmas in Saudi Arabia**. Bulletin of Insectology** 64: S237–S238.

Al-Subhi, A. M., Al-Saady, N. A., Khan, A. J., and Deadman, M. L., 2011. First report of a group 16SrII phytoplasma associated with witches' broom of eggplant in Oman. **Plant Disease**, 95:360.

Anonymus, 2020. FAOSTAT 2020 verileri. https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL (Erişim tarihi: 27.11.2022)

Anonymous, 2006. Management of Groundnut Bud Necrosis Virus. http://raitamitra.kar.nic.in/Necrosis.htm. (Erişim tarihi: 27.11.2022)

Arıoğlu, H.H., 2013. Yerfıstığı Tarımı. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, **Tarla Bitkileri Bölümü Yayını**, Adana.

Arıoğlu, H., 1994. **Yağ Bitkileri** (Soya ve Yerfıstığı) Ç.Ü. Ziraat Fakültesi

Arıoğlu, H.H., Çalışkan, M.E. and Çalışkan, S., 2000. Doğu Akdeniz Bölgesi Koşullarına Uygun Yerfıstığı Çeşitlerinin Geliştirilmesi Üzerine Araştırmalar**. M.K.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi**, 5(1-2): 7-28.

Arocha, Y., Singh, A., Pandey, M., Tripathi, A.N., Chandra, B., Shukla, S.K., Singh, Y., Kumar, A., Srivastava, R.K., Zaidi, N.W., Arif, M., Narwal, S., Tiwari, A.K., Gupta, M.K., Nath, P.D., Rabindran, R., Khirbat, S.K., Byadgi, A.S., Singh, G. and Boa, E., 2009. New plant hosts for group 16SrII, '*Candidatus* Phytoplasma aurantifolia', in India. **Plant Pathology**, 58: 391.

Bademci, M. and Sertkaya, E., 2021. Adana ve Osmaniye illeri yerfıstığı üretim alanlarında Yeşilkurt, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)'nın yaygınlığı, bulaşıklık oranları ve popülasyon değişimi. **Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi**, 25(2): 193-203.

Brunt, A.A., K. Crabtree, M.J., Dallwitz, A.J., Gibbs, L., Watson, L. and Zurcher, E.J., 1996. Plant Viruses Online: Descriptions and Lists from the VIDE Database. (Version: 20 August 1996)

Çarpar, H. and Sertkaya, G., 2022. Investigation on phytoplasma diseases, their potential insect vectors and other hosts in pepper (*Capsicum annuum* L.) growing areas of Hatay-Turkey. **Mustafa Kemal University Journal of Agricultural Sciences**, 27(2): 241-252.

Cho, E.K. and Godmaan, R.M., 1978. Strains of soybean mosaic virüs: Clasification based on virulence in Resistan Soybean Cultivars. **Phytopathology**, 69: 467-470.

Clark, M.F. and Adams, A.N., 1977. Characteristic of microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay fordetection of plant viruses. **Journal of General Virology**, 34:475-483.

Dong, J.H., Zhang, L., Li, W.H., McBeath, J.H. and Zhang, Z.K., 2013. Candidatus Phytoplasma aurantifolia'-related strain associated with tomato yellows disease in China. **Journal of General Plant Pathology**, 79: 366–369.

Doyle, J.J. and Doyle J.L., 1990. Isolation of plant DNA from fresh tissue. **Focus**, 12: 13-15.

Esmaeilzadeh-Hosseini, S.A., Babaei, G. and Purmohamadi, S. 2019. First report of a 16SrII phytoplasma (subgroup D) associated with *Robinia pseudoacacia* witches' broom and dieback in Iran. **New Disease Reports**, 40: 19.

ETAE, 2007. Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, **Soya Tarımı**

Ghayeb Z.M., and Aldaghi, M., 2018. First report of a'Candidatus Phytoplasma trifolii'-related strain associated with soybean bud proliferation and seed pod abortion in Iran. **New Disease Reports**, 37: 15.

Gibb, K.S., Padovan, A.C. and Mogen, B.D., 1995. Studies on sweet potato little-leaf phytoplasma detected in sweet potato and other plant species in northern Australia. **Phytopathology**, 85: 169-174.

Gundersen, D.E. and Lee, I.M., 1996. Ultrasensitive detection of phytoplasmas by nested-PCR assays using two universal primer. **Phytopathologia Mediterranea**, 35(3): 144-151.

Harling, R., Arocha, Y., Harju, V., Tobing, C., Boa, E., Kelly, R. and Reeder, R., 2009. First report of 16SrII 'Candidatus Phytoplasma aurantifolia' infecting chilli and tamarillo in Indonesia. **Plant Pathology**, 58: 791–791.

Hoffmann, K., Geske, S.M. and Moyer, J.W., 1998. Pathogenesis of Tomato spotted wilt virus in peanut plants dually infected with peanut mottle virus. **Plant Disease**, 82: 610-614.

Iizuka, N., 1982. Peanut Green Mosaic Potyvirus. **Plant Viruses**

Iwaki, M., Roechan, M., Saleh, N., Suguiura, M. and Hibino, H., 1978. Identity of mycoplasma-like agents of legume witches' broom in Indonesia. **General Agrıcultural Research Statıon Bogor**, 41: 1-11.

İşler, N., 2009. **Yerfıstığı Yetiştiriciliği.** M.K.Ü. Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, https://docplayer.biz.tr/60409064-Yerfistigi-yetistiriciligi-prof-dr-necmi-isler-m-k-u-ziraat-fakultesi-tarla-bitkileri-bolumu.html (Erişim Tarihi: 18 Kasım 2021).

Jaspers, E.M.J. and Bos L., 1980. Alfalfa mosaic virus. Descriptions of Plant Viruses. No. 229. **Association of Applied Biologists**, http://www.dpvweb.net/dpv/showdpv.php?dpvno=229 (Erişim Tarihi: 20.08.2022).

Kadiroğlu, A., 2018. **Yerfıstığı Yetiştiriciliği**. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya. https://arastirma.tarimorman.gov.tr/batem/Belgeler/Kutuphane/Teknik%20Bilgiler/yerfistigi%20yetistiriciligi.pdf. (Erişim Tarihi: 18 Kasım 2021).

Kaliciak, A. and Syller, J., 2009. New hosts of Potato virus Y (PVY) among common wild plants in Europe. **European Journal of Plant Pathology**, 124(4): 707-713.

Khan, A.J., Azam, K.M., Deadman, M.L., Al-Subhi, A.M. and Jones, P., 2001. First report of alfalfa witches broom disease in Oman caused by a phytoplasma of the 16SrII group. **Plant Disease**, 85, 1287.

Kumar, P.L.K., Sharma, S., Boahen, F., Tefera, H. and Tamò, M., 2011. First report of soybean witches' broom disease caused by group 16SrII phytoplasma in soybean in Malawi and Mozambique. **Plant Disease**, 95: 492.

Kumari, D.A., Vennila, D.S., Bhat, M.N. and Rao, G.P., 2018. Increasing incidence of tomato big bud phytoplasma in Ranga Reddy District of Telangana State, India. **Indian Phytopathology**, 71, 207–211.

Kumari, S., Nagendran, K., Rai, A.B., Singh, B., Rao, G.P. and Bertaccini A., 2019. Global status of phytoplasma diseases in vegetable crops. **Frontiers in Microbiology**, 10: 1349.

Lee, I.M., Gundersen-Rindal, D.E., Davis, R.E. and Bartoszyk, I.M., 1998. Revised Classification Scheme of Phytoplasmas Based on RFLP Analyses of 16S rRNA and Ribosomal Protein Gene Sequences. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, 48, 1153-1169.

Lee, I.-M., Gundersen, D. E., Hammond, R. W. and Davis, R. E., 1994. Use of mycoplasmalike organism (MLO) group-specific oligonucleotide primers for nested-PCR assays to detect mixed- MLO infections in a single host plant. Phytopathology, 84 (6): 559-566.

Lee, I.M., Hammond, R.W., Davis, R.E. and Gundersen, D.E., 1993. Universal amplification and analysis of pathogen 16s rDNA for classification and identification of myco- plasma like organisms. **Phytopathology**, 83(8): 34-842.

Ma, G., Chen, P., Buss. G.R. and Tolin, S.A., 1995. Genetic characteristics of two genes for resistance to soybean mosaic virus in PI486355 soybean. **Theoretical and Applied Genetics**, 91:907-914

Malvick, D.M., 1992. Virus diseases of soybeans. No:505. **Plant Disease**. University of Illinois Extension. http://ipm.illinois.edu/diseases/rpds/505.pdf (Erişim Tarihi: 20.08.2022)

Manıatıs, T., Frıtsch, E.F. and Sambrook, J., 1992. Molecular Cloning: a Laboratory Manual. Cold Spring Harbor, NY: Cold Spring Harbor Laboratory.

Murithi, H., Owati, A., Madata, C.S., Joosten, M., Beed, F. and Kumar, P.L., 2015. First report of 16SrII-C subgroup phytoplasma causing phyllody and witches'-broom disease in soybean in Tanzania. **Plant Disease**, 99, 886–886.

Nanayakkara, U., Nie, X. and Giguère, M.A., 2012. *Chenopodium album* L. as a Host for Potato Virus Y (PVY) in New Brunswick, Canada. **American Journal of Potato Research**, 89,245–247.

NCRSP, 2012. North Central Soybean Research Program- **Plant Health Initiative**. Tobacco ringspot virus. http://www.planthealth.info/trsv_basics.htm (Erişim Tarihi: 20.08.2022)

Omar, A.F., 2017. Detection and molecular characterization of phytoplasmas associated with vegetable and alfalfa crops in Qassim region. **Journal of Plant Interactions,** 12: 58-66.

Öğütçü, Z., 1969. Yerfıstığı ve Ziraatı. Türkiye ticaret odaları, sanayi odaları ve ticaret borsları birliği matbaası, Ankara.

Özçelik, B., 2022. Adana İlinde Yerfıstığı Yetiştiriciliğinde Sorun Olan Fitofag Akar Türleri, Zarar Durumları ve Yaygınlıklarının Belirlenmesi. **Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi**.

Özdemir, N., Saygili, H., Sahin, F., Karsavuran, Y., Bayrak, O.F. and Oral, B., 2009. Host range and genetıc characterizatıon of a phytoplasma causing tomato stolbur dısease ın Turkey. **Acta Hortic**, 808, 255-262.

Öztürk, P.K., 2008. Doğu Akdeniz Bölgesinde Yetiştirilen Yerfıstıklarında Zararlı Virüs Hastalıklarının Saptanması ve Tanımlanması, **Ç.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü**, Adana.

Plumb-Dhindsa, P. and Mondjane, A.M., 1984. Index of plant diseases and associated organisms of Mozambique. **Tropical Pest Management**, 30:407-429.

Reddy, A.S., Hobbs, H.A., Delfoss, P., Murthy, A.K., Reddy, V.R., 1998. Seed Transmission of Indian Peanut Clump Virus (IPCV) in Peanut and Millets. **Plant Disease**, 82(3):343-346.

Reddy, D.R.V., 1991. Groundnut viruses and virus diseases: distribution, identification and control **Review of plant pathology**, 70(9): 665-678.

Riley DG, Pappu HR., 2000. Evaluation of tactics for management of trips-vectored Tomato spotted wilt virus in tomato. **Plant Disease**, 84: 847-852.

Safarova, D., Valova, P., Flıdr, P. and Navratıl, M., 2011. Molecular identification of 16SrIII and 16SrXII phytoplasma groups in Chenopodium album in Czech Republic. **Bulletin of Insectology**, 64: 85-86.

Salehi, M, Rasoulpour R, Izadpanah K., 2016. Molecular characterization, vector identification and partial host range determination of phytoplasmas associated with faba bean phyllody in Iran**. Crop Protection**, 89: 12-20.

Sayın, B., Aydinşakir, K., Yıldırım, I., Bengü, K., 2014. Yerfıstığı Islahı. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü

Schneider, B., Cousin, M. T., Klinkong, S. and Seemuller, E., 1995. Taxonomic relatedness and phylogenetic positions of phytoplasmas associated with diseases of faba bean. sunhemp, sesame, soybean, and eggplant. **Biology**, 102: 225-232.

Sharman, M., 2019, Phytoplasma infection and PKS, Puffy Pod

Singh J, Rani A, Kumar P, Baranwal VK, Saroj PL, Sirohi A, 2012. First report of a 16SrII-D phytoplasma 'Candidatus Phytoplasma australasia' associated with a tomato disease in India. **New Disease Reports**, 26, 14. http://dx.doi.org/10.5197/j.2044-0588.2012.026.014

Smith, D., 1984. Compendium of Peanut Disease. **Disease Compendium Series**, ISBN-10: 089054218X

Souza G.M., Catuchi T.A., Bertolli S.C., and Soratto R., 2013, Soybean under water deficit: physiological and yield responses, A comprehensive survey of international soybean research-Genetics, physiology, agronomy and nitrogen relationships, 8: 273-298

Stace-Smith, R., 1985. Tobacco ringspot virus. Descriptions of Plant Viruses. No. 309. **Association of Applied Biologists**, 6pp.

Thomas, J.E., Massalski, P.R, and Harrison, B.D., 1986. Production of monoclonal antibodies to African Cassava mosaic virus and differences in their reactivities with other whitefly-transmitted geminiviruses. **Journal of General Virology**, 67:2739-2748.

Tolin, S.A., 1984. Peanut Stunt Virus. **Compendium of Peanut Disease.**

Tuğay, E. 2007. Soya Tarımı. **Çiftçi broşürü**, No: 139.

Turan, Z.M. and Göksoy, A.T., 1998. **Yağ Bitkileri**. U.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Notları, 80:.224, Bursa.

TÜİK, 2021. Türkiye İstatistik Kurumu. Tarım. Bitkisel üretim istatistikleri. Yağlı Tohumlar. https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr (Erişim tarihi: 20.08.2022)

Xu X., Mou H. Q., Zhu S. F., Liao X. L., Zhao W. J., 2013. Detection and characterization of phytoplasma associated with big bud disease of tomato in China. **Journal of Phytopathology**, 161(6): 430-433.

Yardım, C., 2019. Derik İlçesinde (Mardin) Soya Fasulyesi alanlarında bulunan böcek faunasının tespiti. **D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi**.

Yılmaz, H., Çubukçu, P., 2015, Soya Tanımlanması. **Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü,** Adana.

Yu, Y.G., Saghai Maroof, M.A., Buss, G.R., Maughan, P.J. and Tolin, S.A., 1993. RFLP and Microsatelite Mapping of a Gene for Soybean mosaic virüs resistance. **Phytopathology,** 84(1): 60-64.

EKLER

EK1. ELISA Testinde kullanılan Tampon Çözeltiler (1000 ml)

Kaplama Tamponu (Coating Buffer)

Na_2CO_3	1.59 g
$NaHCO_3$	2.93 g
NaN_3	0.20 g
	0.20 g

Fosfat Tamponu (PBST Buffer)

NaCl	8.00g
KH_2PO_4	2.90g
$Na_2HPO_4X12H_2O$	0.20g
KCl	0.20
NaN_3	0.20

Yıkama Tamponu (PBST Buffer)

PBS Buffer	999.50 ml
Tween 20	0.50 ml

Örnek Tamponu (Extraction Buffer)

PBST Buffer	1000.0 ml
Polyvinypyrolidone	20.00 g

Konjugat Tamponu (Conjugate Buffer)

PBST	1000.0 ml
Polyvinypyrolidone	20.00 g
Ovalbumin	2.00 g
NaN_3	0.20 g

Substrat Tamponu (Substrat Buffer)

Diethanolamin	97.00 ml
NaN_3	0.20 g
Destile su	1000.0

EK2. AGAROS JEL ELEKTROFOREZ (MANIATIS ve ark., 1992)

TAE 50X (100 ml)

0.5 MEDTA Ph:8	10 ml
0.6 Glacial acetic acide	5.71 ml
Trizma base	24.2 g

Çözelti 100 ml d_2H_2O'ya tamamlanıp otoklav edilerek odda sıcaklığında saklanır.

Ethidium Bromide çözeltisi (1 mg/ml 200 ml stok için)

0.5X TAE	200 ml
Ethidium bromide	200 µl

Koyu renkli bir kap içinde karanlık ortamda oda sıcaklığında saklanmıştır. 5-10 kullanımdan sonra çözelti tazelenir.

%1,2 Agarose Jel Elektroforezi

3 gr agaroz, 250 ml 0.5X TAE içinde mikrodalga fırında çözdürülür. Yaklaşık 40 ˚C sıcaklığa geldikten sonra, elektroforez ünitesinin jel tepsisine dökülüp taraklar yerleştirildikten sonra agarozun donması beklenir (20-25 dakika). 0.5X TAE ortamı içeren elektroforez tankına yerleştirilir.

EK3.Doyle ve Doyle (1990) yöntemine göre DNA İzolasyonunda Kullanılan Çözeltiler

%2'lik CTAB Çözeltisi pH 8.0 (1000ml)

CTAB (%2)	20 g/L
NaCl (1,4M)	81.8 g/l
EDTA (20mM)	7 g
Tris-HCL (500mM)	60 g
ß-mercaptoethanol	% 0.2

ß-mercaptoethanol, bitki örnekleri ezilmeden hemen önce karışıma taze olarak eklenir. Kimyasallar 500 ml ddH2O"da çözdürülür, 1 L'ye tamamlanır ve otoklav edilir.

TE (Tris-EDTA) Çözeltisi (1 L)

988 ml ddH2O‟ya 1 M Tris-HCl‟den 10 ml ve 0.5 M EDTA‟dan 2 ml eklenir. Otoklav edilir ve oda sıcaklığında saklanır.

1M Tris-HCl

121.1 g tris base 700 ml ddH2O'da çözdürülür. Hacim 1 L'ye tamamlanır. Otoklav edilir ve oda sıcaklığında saklanır.

0.5 M EDTA

186.1 g EDTA 800 ml ddH2O'da çözdürülür. Yaklaşık 20 g NaOH eklenir ve iyice çözdürülür. Hacim 1 L'ye tamamlanır. Otoklav edilir ve oda sıcaklığında saklanır.

5M NaCl 292 g NaCl 800 ml d2H2O'da çözdürülür. Hacim 1 L'ye tamamlanır. Otoklav edilir ve oda sıcaklığında saklanır