



**BAZI BİTKİ AKTİVATÖRLERİNİN BİBERDE PATATES  
Y VİRÜSÜNE KARŞI ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Cansu ŞENER**



T.C.  
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BAZI BİTKİ AKTİVATÖRLERİNİN BİBERDE PATATES Y VİRÜSÜNE  
KARŞI ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Cansu ŞENER**

Doç. Dr. Ümit ARSLAN  
(Danışman)

Prof. Dr. İ. Özer ELİBÜYÜK  
(İkinci Danışman)  
(Ankara Üniversitesi)

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

BURSA-2015

Her Hakkı Saklıdır

## TEZ ONAYI

Cansu Şener tarafından hazırlanan “Bazı bitki aktivatörlerinin biberde patates Y virüsüne karşı etkilerinin belirlenmesi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Doç. Dr. Ümit ARSLAN

**İkinci Danışman :** Prof. Dr. İ. Özer ELİBÜYÜK,  
A. Ü. Ziraat Fakültesi  
Bitki Koruma Anabilim Dalı

**Başkan:** Doç. Dr. Ümit ARSLAN  
U. Ü. Ziraat Fakültesi  
Bitki Koruma Anabilim Dalı

İmza

**Üye:** Doç. Dr. Himmet TEZCAN  
U. Ü. Ziraat Fakültesi  
Bitki Koruma Anabilim Dalı

İmza

**Üye:** Yrd. Doç. Dr. İsmail Can PAYLAN  
E. Ü. Ziraat Fakültesi  
Bitki Koruma Anabilim Dalı

İmza

**Yukarıdaki sonucu onaylarım**

**Prof. Dr. Ali Osman DEMİR**  
**Enstitü Müdürü**

**.././2015**

**U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;**

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

**beyan ederim.**

.../07/2015

**Cansu ŞENER**

## ÖZET

### Yüksek Lisans Tezi

## BAZI BİTKİ AKTİVATÖRLERİNİN BİBERDE PATATES Y VİRÜSÜNE KARŞI ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

**Cansu ŞENER**

Uludağ Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Bitki Koruma Anabilim Dalı

**Danışman:** Doç. Dr. Ümit ARSLAN

**İkinci Danışman:** Prof. Dr. İ. Özer ELİBÜYÜK

Bu çalışma, biberde patates Y virüsü (PVY)'nün biyolojik ve serolojik yöntemler kullanılarak tanısının yapılmasını, bitki aktivatörlerinin (Actigard, Messenger, ISR-2000 ve Crop-Set) simptom çıkış süresi ile bitki gelişimi (bitki boyu, yaprak alanı ve kök uzunluğu) üzerine etkilerinin ve bitkide oluşan tepki mekanizmaları (lignin birikimi ve hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>))'nın belirlenmesini amaçlamıştır.

Messenger, Actigard, ISR-2000 ve Crop-Set'in PVY simptom çıkışını sırası ile 12, 10, 8 ve 3 gün geciktirdiği belirlenmiştir. Ayrıca, Actigard, Messenger ve ISR-2000'nin yaprak alanı ve bitki boyu üzerinde artışa neden olduğu saptanmıştır. Tüm uygulamalar içinde sadece Crop-Set'in 72 saat uygulamasının kök uzunluğunu arttırdığı tespit edilmiştir. Yapılan histokimyasal boyamalar sonucunda, aktivatör uygulanan bitkilerde lignin ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> birikimi saptanmıştır. Aktivatör uygulanan bitkilerde dayanıklılığın teşvik edildiği en iyi uygulama zamanının Messenger için 72 saat; Actigard, Crop-Set ve ISR-2000 için 96 saat olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Biber, PVY, Actigard, Messenger, ISR-2000, Crop-Set, histokimyasal boyama

**2015, x + 92 sayfa.**

## **ABSTRACT**

### **MSc Thesis**

#### **DETERMINATION OF EFFECTS OF SOME PLANT ACTIVATORS AGAINST POTATO VIRUS Y IN PEPPER**

**Cansu ŞENER**

Uludağ University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Plant Protection

**Supervisor:** Assoc. Prof. Dr. Ümit ARSLAN

**Second Supervisor:** Prof. Dr. İ. Özer ELİBÜYÜK

The aim of the present study was to diagnose Potato Virus Y (PVY) with biological and serological methods and determine the effects of plant activators on symptom expression time, plant development (plant height, leaf surface area, root length) and plant reaction mechanisms such as lignin accumulation and hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>).

It was found that the Messenger, Actigard, ISR-2000 and Crop-Set delayed symptom expression time by 12, 10, 8 and 3 days, respectively. Moreover, Actigard, Messenger and ISR-2000 increased leaf surface area and plant height. Among all applications, only Crop-Set applied for 72 h increased the root length. Histochemical staining showed lignin and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> accumulation on activator treated plants. Best application times for inducing resistance on activator treated plants were determined as 72 h for Messenger, while they were 96 h for Actigard, Crop-Set and ISR-2000.

**Key Words:** Pepper, PVY, Actigard, Messenger, ISR-2000, Crop-Set, histochemical staining

**2015, x + 92 pages.**

## ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Tezimin hazırlanması sırasında ve tez çalışmalarımın yürütülmesinde, bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım değerli danışman hocam Doç. Dr. Ümit ARSLAN'a teşekkürü bir borç bilirim. Çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen, ikinci danışman hocam Prof. Dr. İ. Özer ELİBÜYÜK'e teşekkür ederim. Çalışmalarımın her aşamasında büyük bir özveri ile bana yardımcı ve destek olan Bornova Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsün'den Dr. Aydan KAYA ve Dr. Üftade GÜNER'e teşekkür ederim. Gerek arazi çalışmalarında, gerekse de ELISA testi çalışmalarında bana yardımcı olan Adana Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsün'den Zir. Yük. Müh. Pelin KELEŞ ÖZTÜRK'e teşekkür ederim. Tezimin yazım aşamasında ve istatistiki analizlerdeki yardımlarından dolayı Araş. Gör. Sercan ŞEHİRLİ ve Araş. Gör. Tufan Can ULU'ya teşekkür ederim. Tez çalışmalarımında kullandığım ürünleri elde etmemde kolaylık sağlayan Ares Organik Firmasına teşekkür ederim. Çalışmalarım sırasında yardımlarını ve manevi desteklerini her zaman hissettiğim çok değerli arkadaşlarım Zir. Yük. Müh. Sinem TULUKOĞLU ve Zir. Müh. Elif AYSAN'a teşekkürü bir borç bilirim. Manevi desteği, sonsuz sabrı ile yanımda olan ve destekleyen eşim Doğu ŞENER'e teşekkür ederim. Ayrıca eğitimim süresince maddi ve manevi desteğini gördüğüm ve çalışmalarım süresince ilgi, sevgi ve sabrını her an yanımda hissettiğim annem Pelin ÖZ, kardeşim Şelay SAYDAM'a sonsuz teşekkür ediyorum.

.../07/2015  
Cansu ŞENER

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR .....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	10
3. MATERYAL ve YÖNTEM .....	19
3.1. Materyal .....	19
3.1.1. Araştırmanın Yapıldığı Birim.....	19
3.1.2. Çalışma Kapsamında Kullanılan Virüs Materyali.....	19
3.1.3. Çalışma Kapsamında Kullanılan Bitki Materyali.....	20
3.1.4. Serolojik Çalışmalarda Kullanılan Analiz Materyalleri .....	20
3.1.5. Serolojik Testlerde Kullanılan Ekipmanlar .....	20
3.1.6. Mekanik İnokulasyon Çalışmalarında Kullanılan Analiz Materyalleri.....	20
3.1.7. Mekanik İnokulasyon Çalışmalarında Kullanılan Ekipmanlar .....	21
3.1.8. Dayanıklılığın Uyarılması Çalışmalarında Kullanılan Materyal.....	21
3.1.9. Histokimyasal Boyama Çalışmalarında Kullanılan Materyal .....	22
3.2. Yöntem.....	23
3.2.1. Dayanıklılığın Uyarılması Çalışmalarında İzlenen Yöntem .....	23
3.2.2. Bitki Örneklerinin Toplanması ve Muhafazası .....	23
3.2.3. PVY ile Bulaşık Bitkilerin Belirlenmesi .....	24
3.2.4. Test Bitkilerinin Yetiştirilmesi .....	24
3.2.5. Mekanik İnokulasyon Yöntemi .....	26
3.2.6. Mekanik İnokulasyonda Kullanılan Çözeltilerin Hazırlanması .....	26
3.2.7. Mekanik İnokulasyonun Yapılması.....	27
3.2.8. Serolojik Çalışmalar .....	29
3.2.8.1. DAS-ELISA Testi.....	29
3.2.9. Dayanıklılığın Uyarılması Çalışmaları.....	32
3.2.9.1. Saksı Denemeleri .....	32
3.2.10. Bitki Gelişimi İle İlgili Ölçümler .....	33
3.2.10.1. Bitki Boyu Ölçümü (cm) .....	34
3.2.10.2. Kök Uzunluğu Ölçümü (cm) .....	34
3.2.10.3. Yaprak Alanı Ölçümü (cm <sup>2</sup> ) .....	35
3.2.11. Histokimyasal Boyamalar.....	36
3.2.11.1. Lignin Sentezinin Belirlenmesi .....	36
3.2.11.2. H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> Sentezinin Belirlenmesi.....	37
3.2.12. İstatistiksel Değerlendirme .....	38
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	39



4.1.	Bitki Materyallerinde Mekanik İnokulasyon Sonrasında Oluşan Simptomlar ....	39
4.2.	Bitki Aktivatörlerinin Simptom Çıkış Süresi Üzerine Etkisi.....	44
4.2.1.	Actigard'ın Simptom Çıkış Süresi Üzerine Etkisi.....	44
4.2.2.	Messenger'ın Simptom Çıkış Süresi Üzerine Etkisi .....	45
4.2.3.	ISR-2000'in Simptom Çıkış Süresi Üzerine Etkisi.....	46
4.2.4.	Crop-Set'in Simptom Çıkış Süresi Üzerine Etkisi .....	46
4.2.5.	Bitki Aktivatörlerinin Simptom Çıkış Süresi Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması .....	47
4.3.	Bitki Aktivatörlerinin Bitki Boyu Üzerine Etkileri.....	48
4.3.1.	Actigard'ın Bitki Boyu Üzerine Etkisi .....	48
4.3.2.	Messenger'ın Bitki Boyu Üzerine Etkisi.....	49
4.3.3.	ISR-2000'in Bitki Boyu Üzerine Etkisi .....	50
4.3.4.	Crop-Set'in Bitki Boyu Üzerine Etkisi.....	50
4.3.5.	Bitki Aktivatörlerinin Bitki Boyu Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması .....	51
4.4.	Bitki Aktivatörlerinin Yaprak Alanı Üzerine Etkileri.....	52
4.4.1.	Actigard'ın Yaprak Alanı Üzerine Etkisi .....	52
4.4.2.	Messenger'ın Yaprak Alanı Üzerine Etkisi.....	52
4.4.3.	ISR-2000'in Yaprak Alanı Üzerine Etkisi .....	53
4.4.4.	Crop-Set'in Yaprak Alanı Üzerine Etkisi.....	54
4.4.5.	Bitki Aktivatörlerinin Yaprak Alanı Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması .....	54
4.5.	Bitki Aktivatörlerinin Kök Uzunluğu Üzerine Etkileri.....	56
4.5.1.	Actigard'ın Kök Uzunluğu Üzerine Etkisi .....	56
4.5.2.	Messenger'ın Kök Uzunluğu Üzerine Etkisi.....	56
4.5.3.	ISR-2000'in Kök Uzunluğu Üzerine Etkisi .....	57
4.5.4.	Crop-Set'in Kök Uzunluğu Üzerine Etkisi.....	58
4.5.5.	Bitki Aktivatörlerinin Kök Uzunluğu Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması ...	58
4.6.	Lignin Sentezinin Belirlenmesi.....	60
4.7.	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> Sentezinin Belirlenmesi .....	73
	TARTIŞMA ve SONUÇ .....	82
	ÖZGEÇMİŞ .....	92

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

### Açıklamalar

°C	Santigrat derece
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Monopotasyum fosfat
NA <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	Sodyum hidrojen fosfat

### Kisaltmalar

### Açıklamalar

G	Gram
L	Litre
µl	Mikrolitre
µg	Mikrogram
mg	Miligram
ml	Mililitre
nm	Nanometre
AMV	Alfalfa Mozaik Virüsü
ASM	Acibenzolar-S-Methyl
CCYV	Hıyar Klorotik Sarılaşma Virüsü
CMV	Hıyar Mozaik Virüsü
DAB	3,3'-diaminobenzidine
DAS-ELISA	Double Antibody Sandwich Enzyme Linked Immunosorbent Assay
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Hidrojen Peroksit
ISR	Uyarılmış Sistemik Dayanıklılık
IYSV	İris Sarı Leke Virüsü
PCR	Polimeraz Zincir Reaksiyonu
PepMoV	Biber Beneklenme Virüsü
PLRV	Patates Yaprak Kıvrıcıklık Virüsü
PMMoV	Biber Hafif Benek Virüsü
PVBV	Biber Çizgili Damar Virüsü
PVX	Patates X Virüsü
PVY	Patates Y Virüsü
RdRp	RNA dependent RNA polymerase
RNA	Ribonükleik asit
SAR	Sistemik Kazanılmış Dayanıklılık
TEV	Tütün Yanıklık Virüsü
TMV	Tütün Mozaik Virüsü
TMV	Tütün Mozaik Virüsü
ToMV	Domates Mozaik Virüsü
TSWV	Domates Lekeli Solgunluk Virüsü
TSWV	Domates Lekeli Solgunluk Virüsü
TYLCV	Domates Sarı Yaprak Kıvrıcıklık Virüsü
TYLCV	Domates Sarı Yaprak Kıvrıcıklık Virüsü
ZYMV	Kabak Sarı Mozaik Virüsü

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Küresel bazda biber üretim miktarları (ton).....	2
Şekil 1.2. Ülkeler bazında biber üretimi (ton).....	2
Şekil 1.3. Türkiye’de meyvesi için yetiştirilen sebzeler (ton) .....	3
Şekil 1.4. Türkiye’de üretilen biber bitkisinin endüstriyel kullanımı .....	3
Şekil 3.1. Biber bitkilerinde şiddetli mozaik ve yaprak damarlarında sararma .....	19
Şekil 3.2. Sürvey sonucu toplanan biber bitkilerinde saptanan virüsler .....	24
Şekil 3.3. Kontrollü koşullarda iklim odasında yetiştirilen biber bitkileri.....	25
Şekil 3.4. Mekanik inokulasyon aşamaları; A ve B: Yaprak örneklerinin fosfat tampon içerisinde ezilmesi, C: Hazırlanan virüs inokulumunun süzülmesi, D: Pamuklu çubuk yardımı ile inokulasyonun yaprak yüzeyi üzerine gerçekleştirilmesi, E: Bitkilerin yıkanması. ....	28
Şekil 3.5. Örneklerin ELISA testi ile tanınması A: Örneklerin hassas terazide tartılması B: Kaplama tamponunun plakaya yüklenmesi C: Plakanın nemli kutuda muhafazası D: Örnek üzerine ekstraksiyon bufferının eklenmesi ve ezilmesi E: Örneklerin plakaya yüklenmesi F: Plakanın yıkama tamponu ile yıkanması G: Conjugating buffer çözeltisinin yüklenmesi H: Substrat buffer çözeltisinin yüklenmesi I: Plakalarda sarı renk veren pozitif örnekler. ....	31
Şekil 3.6. Actigard’ın bitkide neden olduğu fitotoksisite A: Önerilen doz, B: Önerilen dozun 2 katı, C: Önerilen dozun 4 katı, D: Önerilen dozun 6 katı, E: Önerilen dozun 8 katı, F: Önerilen dozun 10 katı.....	33
Şekil 3.7. Bitki boyu ölçümü (cm).....	34
Şekil 3.8. Kök uzunluğu ölçümü (cm) .....	35
Şekil 3.9. Yaprak alanı ölçümü (cm <sup>2</sup> ) .....	36
Şekil 4.1. <i>Nicotiana tabacum</i> yapraklarında klorotik lokal lezyon ve yapraklarda deformasyon.....	40
Şekil 4.2. <i>Nicotiana tabacum</i> yapraklarında aşağı doğru kıvrılma ve gelişme geriliği ..	40
Şekil 4.3. <i>Datura stromonium</i> yaprağında klorotik lokal lezyonlar .....	41
Şekil 4.4. <i>Solanum melongena</i> yaprağında klorotik lokal lezyonlar.....	41
Şekil 4.5. <i>Lycopersicon esculentum</i> yapraklarında damar açılması ve kloroz.....	42
Şekil 4.6. <i>Capsicum annuum</i> yaprağında mozaik belirtileri .....	42
Şekil 4.7. <i>Capsicum annuum</i> yapraklarında kıvrıcıklaşma ve damar açılması .....	43
Şekil 4.8. <i>Capsicum annuum</i> yapraklarında mozaikleşme.....	43
Şekil 4.9. <i>Capsicum annuum</i> yaprağında damar açılması.....	44
Şekil 4.10. Actigard uygulanan bitkilerde lignifikasyon 72 saat (A: 0.04 g/l dozu, B: 0.08 g/l, C: 0.17 g/l (önerilen doz), D: 0.34 g/l, sırası ile gövde-kök-yaprak).....	61
Şekil 4.11. Actigard uygulanan bitkilerde lignifikasyon 96 saat (A: 0.04 g/l, B: 0.08 g/l, C: 0.17 g/l (önerilen doz), D: 0.34 g/l, sırası ile gövde-kök-yaprak).....	61
Şekil 4.12. Actigard uygulanan bitkilerde lignifikasyon 72 saat (A: Kontrol, B: 0.04 g/l, C: 0.08 g/l, D: 0.17 g/l (önerilen doz), E: 0.34 g/l, sırası ile yaprak-gövde-kök).....	62

Şekil 4.13. Actigard uygulanan bitkilerde lignifikasyon 96 saat (A: Kontrol, B: 0.04 g/l, C: 0.08 g/l, D: 0.17 g/l (önerilen doz), E: 0.34 g/l, sırası ile yaprak-gövde-kök).....	63
Şekil 4.14 Messenger uygulanan bitkilerde lignifikasyon 72 saat (A: 0.075 g/l, B: 0.15 g/l (önerilen doz), C: 0.3 g/l, D: 0.6 g/l, E: 1.2 g/l, F: Kontrol, sırası ile yaprak-gövde-kök) .....	64
Şekil 4.15. Messenger uygulanan bitkilerde lignifikasyon 96 saat (A: 0.075 g/l, B: 0.15 g/l (önerilen doz), C: 0.3 g/l, D: 0.6 g/l, E: 1.2 g/l, F: Kontrol, sırası ile yaprak-gövde-kök) .....	64
Şekil 4.16. Messenger uygulanan bitkilerde lignifikasyon 72 saat (A: Kontrol, B: 0.075 g/l, C: 0.15 g/l (önerilen doz), D: 0.3 g/l, E: 0.6 g/l, F: 1.2 g/l, sırası ile yaprak-gövde-kök) .....	65
Şekil 4.17. Messenger uygulanan bitkilerde lignifikasyon 96 saat (A: Kontrol, B: 0.075 g/l, C: 0.15 g/l (önerilen doz), D: 0.3 g/l, E: 0.6 g/l, F: 1.2 g/l, sırası ile yaprak-gövde-kök) .....	66
Şekil 4.18. ISR-2000 uygulanan bitkilerde lignifikasyon 72 saat (A: 0.25 ml/l, B: 0.5 ml/l, C: 1 ml/l (önerilen doz), D: 2 ml/l, E: 4 ml/l, F: Kontrol, sırası ile yaprak-gövde-kök) .....	67
Şekil 4.19. ISR-2000 uygulanan bitkilerde lignifikasyon 96 saat (A: 0.25 ml/l, B: 0.5 ml/l, C: 1 ml/l (önerilen doz), D: 2 ml/l, E: 4 ml/l, F: Kontrol, sırası ile yaprak-gövde-kök) .....	67
Şekil 4.20. ISR-2000 uygulanan bitkilerde lignifikasyon 72 saat (A: Kontrol, B: 0.25 ml/l, C: 0.5 ml/l, D: 1 ml/l (önerilen doz), E: 2 ml/l, F: 4 ml/l, sırası ile yaprak-gövde-kök) .....	68
Şekil 4.21. ISR-2000 uygulanan bitkilerde lignifikasyon 96 saat (A: Kontrol, B: 0.25 ml/l, C: 0.5 ml/l, D: 1 ml/l (önerilen doz), E: 2 ml/l, F: 4 ml/l, sırası ile yaprak-gövde-kök) .....	69
Şekil 4.22. Crop-Set uygulanan bitkilerde lignifikasyon 72 saat (A: 0.15 ml/l, B: 0.3 ml/l, C: 0.6 ml/l (önerilen doz), D: 1.2 ml/l, E: Kontrol, sırası ile yaprak-gövde-kök)..	70
Şekil 4.23. Crop-Set uygulanan bitkilerde lignifikasyon 96 saat (A: 0.15 ml/l, B: 0.3 ml/l, C: 0.6 ml/l (önerilen doz), D: 1.2 ml/l, E: Kontrol, sırası ile yaprak-gövde-kök)..	70
Şekil 4.24. Crop-Set uygulanan bitkilerde lignifikasyon 72 saat (A: Kontrol, B: 0.15 ml/l, C: 0.3 ml/l, D: 0.6 ml/l (önerilen doz), E: 1.2 ml/l, sırası ile yaprak-gövde-kök).	71
Şekil 4.25. Crop-Set uygulanan bitkilerde lignifikasyon 96 saat (A: Kontrol, B: 0.15 ml/l, C: 0.3 ml/l, D: 0.6 ml/l (önerilen doz), E: 1.2 ml/l, sırası ile yaprak-gövde-kök).	72
Şekil 4.26. Actigard uygulanan bitkilerde H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> birikimi 72 saat (A: Kontrol, B: 0.04 g/l, C: 0.08 g/l, D: 0.17 g/l (önerilen doz), E: 0.34 g/l, sırası ile yaprak-gövde-kök) .....	74
Şekil 4.27. Actigard uygulanan bitkilerde H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> birikimi 96 saat (A: Kontrol, B: 0.04 g/l, C: 0.08 g/l, D: 0.17 g/l (önerilen doz), E: 0.34 g/l, sırası ile yaprak-gövde-kök) .....	75
Şekil 4.28. Messenger uygulanan bitkilerde H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> birikimi 72 saat (A: Kontrol, B: 0.075 g/l, C: 0.15 g/l (önerilen doz), D: 0.3 g/l, E: 0.6 g/l, F: 1.2 g/l, sırası ile yaprak-gövde-kök) .....	76

Şekil 4.29. Messenger uygulanan bitkilerde H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> birikimi 96 saat (A: Kontrol, B: 0.075 g/l, C: 0.15 g/l (önerilen doz), D: 0.3 g/l, E: 0.6 g/l, F: 1.2 g/l, sırası ile yaprak-gövde-kök) .....	77
Şekil 4.30. ISR-2000 uygulanan bitkilerde H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> birikimi 72 saat (A: Kontrol, B: 0.25 ml/l, C: 0.5 ml/l, D: 1 ml/l (önerilen doz), E: 2 ml/l, F: 4 ml/l, sırası ile yaprak-gövde-kök) .....	78
Şekil 4.31. ISR-2000 uygulanan bitkilerde H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> birikimi 96 saat (A: Kontrol, B: 0.25 ml/l, C: 0.5 ml/l, D: 1 ml/l (önerilen doz), E: 2 ml/l, F: 4 ml/l, sırası ile yaprak-gövde-kök) .....	79
Şekil 4.32. Crop-Set uygulanan bitkilerde H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> birikimi 72 saat (A: Kontrol, B: 0.15 ml/l, C: 0.3 ml/l, D: 0.6 ml/l (önerilen doz), E: 1.2 ml/l, sırası ile yaprak-gövde-kök) .....	80
Şekil 4.33. Crop-Set uygulanan bitkilerde H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> birikimi 96 saat (A: Kontrol, B: 0.15 ml/l, C: 0.3 ml/l, D: 0.6 ml/l (önerilen doz), E: 1.2 ml/l, sırası ile yaprak-gövde-kök) .....	81



## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Actigard'ın ABD'de biber ve viral hastalıklara karşı ruhsatlı olduğu hastalık etmenleri .....	8
Çizelge 3.1. Mekanik inokulasyon çalışmalarında kullanılan test bitkileri .....	21
Çizelge 3.2. Denemelerde kullanılan bitki aktivatörleri .....	21
Çizelge 3.3. Çalışmada izlenen yöntem .....	23
Çizelge 3.4. Sörensen fosfat tampon çözeltisinin içeriği .....	26
Çizelge 3.5. Sörensen fosfat tamponunun hazırlanma yöntemi .....	27
Çizelge 3.6. Bitki aktivatörlerinin uygulama dozları .....	32
Çizelge 4.1. Mekanik inokulasyon çalışmalarında test bitkilerinde gözlenen semptomlar .....	39
Çizelge 4.2. Actigard'ın semptom çıkış süresi üzerine etkisi .....	45
Çizelge 4.3. Messenger'ın semptom çıkış süresi üzerine etkisi .....	45
Çizelge 4.4. ISR-2000'in semptom çıkış süresi üzerine etkisi .....	46
Çizelge 4.5. Crop-Set'in semptom çıkış süresi üzerine etkisi .....	46
Çizelge 4.6. Bitki aktivatörlerinin semptom çıkış süresi üzerine etkilerinin karşılaştırılması .....	48
Çizelge 4.7. Actigard'ın bitki boyu üzerine etkisi .....	49
Çizelge 4.8. Messenger'ın bitki boyu üzerine etkisi .....	49
Çizelge 4.9. ISR-2000'in bitki boyu üzerine etkisi .....	50
Çizelge 4.10. Crop-Set'in bitki boyu üzerine etkisi .....	50
Çizelge 4.11. Bitki aktivatörlerinin bitki boyu üzerine etkilerinin karşılaştırılması .....	51
Çizelge 4.12. Actigard'ın yaprak alanı üzerine etkisi .....	52
Çizelge 4.13. Messenger'ın yaprak alanı üzerine etkisi .....	53
Çizelge 4.14. ISR-2000'in yaprak alanı üzerine etkisi .....	53
Çizelge 4.15. Crop-Set'in yaprak alanı üzerine etkisi .....	54
Çizelge 4.16. Bitki aktivatörlerinin yaprak alanı üzerine etkilerinin karşılaştırılması ..	55
Çizelge 4.17. Actigard'ın kök uzunluğu üzerine etkisi .....	56
Çizelge 4.18. Messenger'ın kök uzunluğu üzerine etkisi .....	57
Çizelge 4.19. ISR-2000'in kök uzunluğu üzerine etkisi .....	57
Çizelge 4.20. Crop-Set'in kök uzunluğu üzerine etkisi .....	58
Çizelge 4.21. Bitki aktivatörlerinin kök uzunluğu üzerine etkilerinin karşılaştırılması ..	59

## 1. GİRİŞ

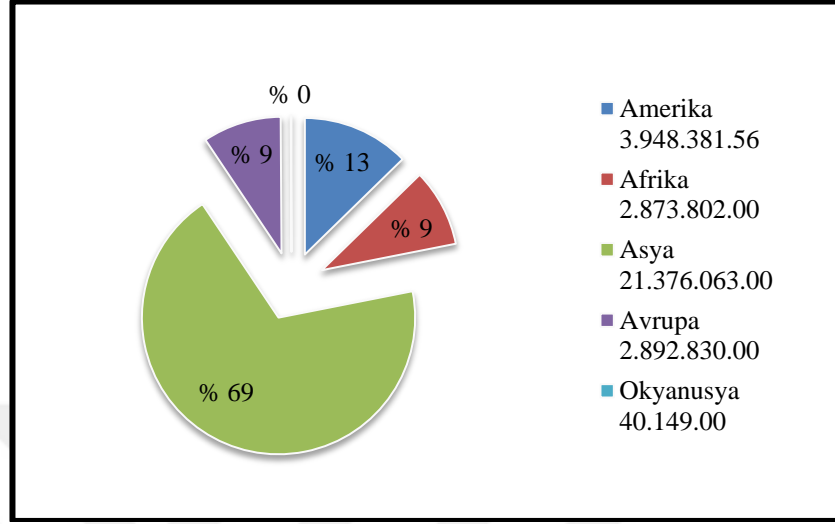
Biber (*Capsicum annuum* L.) bitkisi *Solanaceae* familyasının *Capsicum* cinsine dahildir. Biberin anavatanı Orta ve Güney Amerika'dır. Afrika, Asya, Güney-Orta Avrupa ve Latin Amerika, biberin ikincil gen merkezi olarak bilinmektedir (IBPGR 1983). 16. yy.'a kadar Avrupa'da bilinmeyen biber, 1493 yılında Kristof Kolomb'un Amerika'yı keşfinden sonra Portekiz'e ve İspanya'ya getirilmiş, 16. yy'ın ortalarında da Orta ve Kuzey Avrupa'ya yayılmıştır (Greenleaf 1986). Osmanlı İmparatorluğu döneminde 16. yy'da biber ilk olarak İstanbul'a getirilmiş buradan diğer bölgelere yayılmıştır (Şeniz 1992, Duman ve ark. 2002). *Capsicum* cinsi içerisinde yaklaşık 30 tür bulunmaktadır. *Capsicum* cinsine ait türlerden *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. pubescens*, *C. frutescens* ve *C. chinense* ekonomik olarak kültüre alınan türler arasındadır (Greenleaf 1986). Ancak bu türlerden *C. annuum* L. dışında kalanların, ekonomik anlamda sebze tarımı yalnızca Amerika'nın orta ve güney bölümlerinde yapılmaktadır (Abak ve Pitrat 1981). Biber, ılıman ve sıcak iklim bitkisi olup, en uygun sıcaklık isteği 20-30°C'dir. Bitkiler 5°C'ye kadar hayati işlevlerini devam ettirirler. Ancak 8°C'den sonra çiçek tomurcuklarının oluşumu durmaktadır (Keleş 2012).

Biber Dünyanın birçok ülkesinde önemli bir sebzedir. Dünya'da olduğu gibi Türkiye'de de önemli bir yeri olan biberin, turşu, salça, közleme, sos, dondurulmuş ürün ve toz-pul biber şeklinde işlenmiş, taze veya kuru şekilde sofralık olarak tüketimi yapılmaktadır. Ayrıca, yem maddesi ve antibiyotik ham maddesi olarak da kullanılmaktadır (Paksoy ve Uslu 2006).

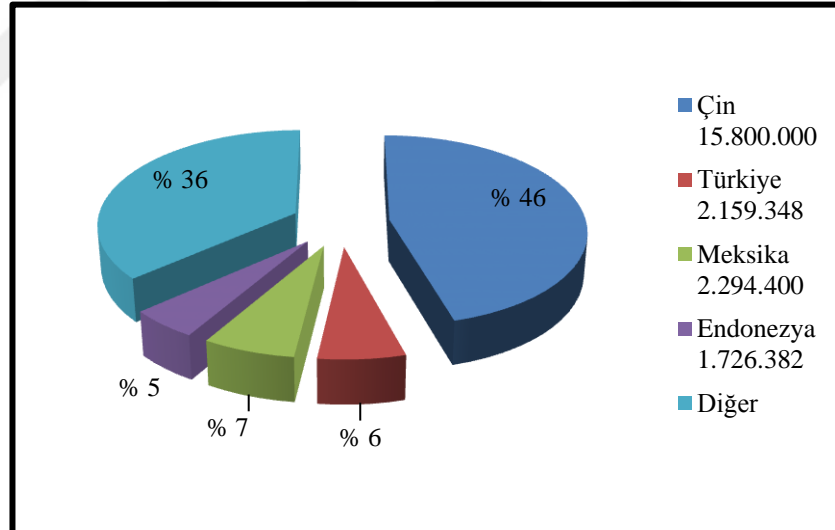
FAO (Gıda ve Tarım Örgütü)'nun 2013 yılı verilerine göre, Dünyada toplam sebze üretiminin (1.135.690.215.82 ton) % 3.04'ünü (34.589.859.56 ton), biber oluşturmaktadır. Bölge bazında biber üretim miktarları, Asya 21.376.063.00 ton ile başta gelirken bunu Amerika 3.948.381.56 ton, Avrupa 2.892.830.00 ton, Afrika 2.873.802.00 ton ve Okyanusya izlemektedir (Şekil 1.1).

Dünyada kırmızı ve yeşil biber üretiminde Türkiye, Çin ve Meksika'dan sonra 2.159.348.00 tonluk üretimi ile 3. sırada gelmektedir (Şekil 1.2). Kurutulmuş biber

üretiminde ise, Hindistan 1.183.295.79 ton ile birinci iken Türkiye'nin üretim miktarı ise sadece 16.039.00 tondur (Anonim 2013).



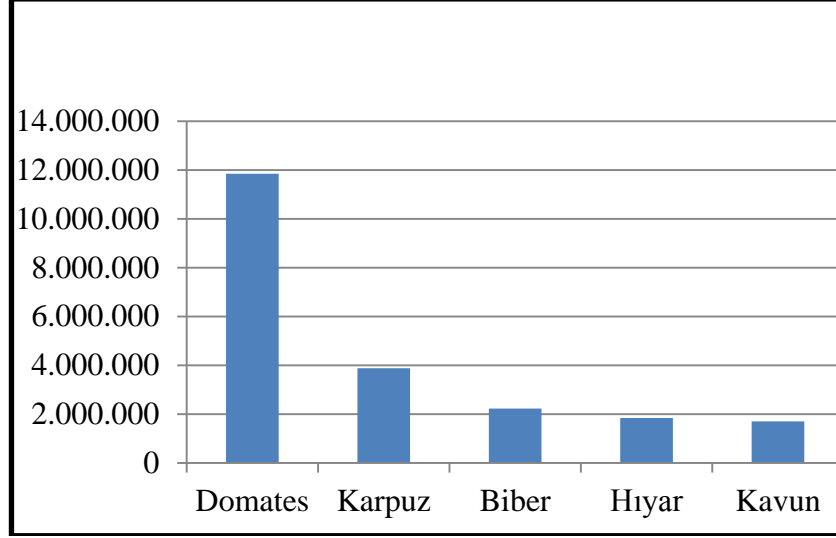
Şekil 1.1. Küresel bazda biber üretim miktarları (ton)



Şekil 1.2. Ülkeler bazında biber üretimi (ton)

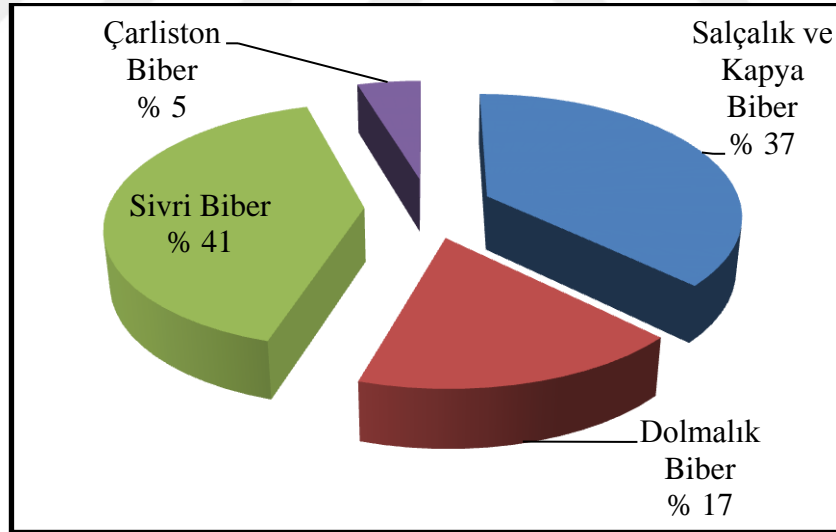
2014 yılı TÜİK verilerine göre Türkiye'de meyvesi için yetiştirilen sebzeler arasında 1.830. 290 dekar ekilen ve 11.850.000 ton ile domates birinci sırada yer alırken, karpuz 954.627 dekarlık alanda 3.885.617 ton ile ikinci ve biber 789.738 dekarlık alanda 2.232.308 tonluk üretimi ile üçüncü sırada gelmektedir (Şekil 1.3).





**Şekil 1.3.** Türkiye’de meyvesi için yetiştirilen sebzeler (ton)

TÜİK, 2014 yılı verilerine göre, ülkemizde üretilen biberlerin 829.809 tonu salçalık ve kapyalı biber, 391.009 tonu dolmalık biber, 907.126 tonu sivri biber, 104.364 tonu ise çarliston biberdir (Anonim 2014) (Şekil 1.4).



**Şekil 1.4.** Türkiye’de üretilen biber bitkisinin endüstriyel kullanımı

TÜİK 2014 yılı verilerine göre ülkemizin hemen her bölgesinde biber yetiştiriciliği yapılmaktadır. Ülkemizde Samsun, Mersin, Çanakkale, Kahramanmaraş, Gaziantep, Şanlıurfa, Hatay, Adıyaman, Diyarbakır, Antalya, Muğla ve İzmir illeri önemli biber yetiştiricilik alanlarıdır (Anonim 2014).

Biyotik faktörler (fungus, bakteri, virüs vb. patojenler) biber tarımını olumsuz etkileyen önemli unsurlardır. Bunlar içerisinde en önemlisi yetiştiriciliği yapılan bitkilerin, toprak üstü organlarında zarara yol açmasından dolayı viral hastalıklar gelmektedir. Biberde hastalığa neden olan 45 adet virüs olduğu belirtilmiştir (Green ve Kim 1991). Bu virüslerin biberde yaptığı yıllık zarar oranının % 42-80 dolayında olduğu tahmin edilmektedir. Bu virüsler arasında Hıyar Mozaik Virüsü (CMV), Patates Y Virüsü (PVY), Biber Çizgili Damar Virüsü (PVBV), Tütün Mozaik Virüsü (TMV)'nün biberde ekonomik olarak zarara neden olduğu en önemli virüsler olduğu bildirilmiştir (Palloix ve ark. 1994, Ekbiç ve ark. 1997).

Patates Y Virüsü (PVY), dünya çapında *Solanaceae* familyasına ait bitkilerde (% 10-100 oranında) zarara neden olup, bitki virüsleri içerisinde ekonomik olarak en fazla öneme sahip ve en geniş familya olan *Potyviriidae* familyasında Potyvirus cinsinde yer almaktadır (de Bokx ve Huttinga 1981, Büchen-Osmond 1987). Genomik yapısı yaklaşık 10 kb uzunluğunda, pozitif-sense, tek sarmallı RNA'dan oluşmaktadır. Virüs 740 nm uzunluğunda ve 11 nm genişliğindedir (Boonham ve Barker 1998). Türkiye'de ilk kez 1931 yılında patates bitkisinde görülmüş ve Y harfine benzediği için Patates Y Virüsü olarak isimlendirilmiştir (Çelik ve ark. 2013).

PVY, *Solanaceae* familyasında birçok bitkide zarara neden olup, *Fabaceae*, *Commelinaceae*, *Brassicaceae*, *Chenopodiaceae* ve *Asteraceae* familyasının da dahil olduğu 27 familyada, 69 cinsin 342 türünden fazlasını hastalandırabilmektedir (de Bokx ve Huttinga 1981, Büchen-Osmond 1987, Boonham ve Barker 1998).

PVY virüsü, non-persistent (stilet ile) olarak yaprak bitleriyle taşınmaktadır. Yaprak bitleri, virüsü hastalıklı bitkilerden veya mekanik inokulasyon yapılan bitkilerden epidermal dokuyu emme suretiyle edinir (Powell ve ark. 2006). Non-persistent taşınma şeklinde virüslerin enfekteli bitki dokularından vektörler tarafından alınıp, taşınması birkaç saniye ile birkaç dakika içerisinde gerçekleşmekte ve taşınmanın gerçekleşebilmesi için herhangi bir latent dönem bulunmamaktadır (Kostiwi 1975, Lopez ve Moya 2002). Bu virüsler vektör bünyesinde çoğalmazlar ve herhangi bir hücre zarını geçerek vücut boşluğuna ulaşmazlar (Andret-Link ve Fuchs 2005). Non-

persistent virüslerin taşınması vektör stiletleri ile ilişkili olduğundan dolayı, bu virüsler sadece birkaç saat tutulmakta ve beslenme araştırmaları boyunca kolayca yok olmaktadır. Ayrıca, beslenme boyunca vücuda alınma durumu artarken taşınma etkinliği de hızlıca yükselmektedir (Gray ve Banerjee 1999, Çandar ve Gümüş 2012). Vektörün hastalıklı bitkide beslenmesi sırasında alınan ve vektörün stiletinin iç yüzeyine tutunan virüs, vektörün sağlıklı bitkide beslenmesi sırasında salgıladığı tükürük vasıtasıyla sağlıklı bitkiye taşınmakta ve böylece taşınma işlemi tamamlanmaktadır.

Yeşil şeftali yaprak biti (*Myzus persicae*), Patates Y Virüsü'nün en önemli vektörü olup, tarım sektörünü tehdit eden diğer afitler; *Aphis fabae*, *A. gossypii*, *A. nasturtii*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Myzus (Nectarosiphon) certus*, *Myzus (Phorodon) humuli* ve *Rhopalosiphum insertum*'da önemli virüs vektörleridir (Halbert ve ark. 2003, Warren ve ark. 2005). Virüsleri persistent olarak taşıyan vektörlere karşı yapılan ilaçlı mücadele etkili olmasına rağmen, non-persistent olarak taşınan vektörlere karşı etkili olmamaktadır. Vektör çok kısa bir beslenme periyodu sonucu virüsü alıp bulaştırdığı için ilaç etkisini gösterene kadar virüs yayılmaktadır. Örneğin; yaprak bitlerine karşı uygulanan insektisitler, persistent olarak taşınan Patates Yaprak Kıvrıcıklık Virüsü (PLRV) zararını azaltmakta iken non-persistent olarak taşınan Patates Y Virüsü için etkili olmamaktadır (Deligöz 2011).

PVY izolatları, izole edildikleri konukçuya bağlı olarak farklı şekillerde sınıflandırılmışlardır (de Bokx ve Huttinga 1981). PVY ırkları ilk kez patates bitkisinde tespit edilmiş olup, PVY'nin patates bitkisinde meydana getirdiği belirtiler temel alınarak üç gruba ayrılmıştır; PVY<sup>o</sup>, PVY<sup>N</sup> ve PVY<sup>c</sup>' dir. Ancak PVY izolatları, biberde çeşitli direnç genlerini yenme yeteneklerine bağlı olarak sınıflandırılmıştır. Dolayısıyla, *pvr21* ve *pvr22* direnç genlerine olan yanıtları bakımından, biber PVY izolatları řu üç patotipe ayrılmıştır: genlerin hiçbirini yenemeyen 0; *pvr21*' i yenebilen ama *pvr22*' yi yenemeyen 1; ve her iki direnç genini yenebilen 1-2 (Gebrd Selassie ve ark. 1985). PVY-0 ırkı yaygın tür olup (Gebrd-Selassie ve ark. 1983, 1985, Arteaga ve Gil-Ortega 1986), PVY-1 ve PVY-1-2 daha çok tropik ve sub-tropik bölgelerde görülmektedir

(Gebrd-Selassie ve ark. 1985). Ekbiç ve ark. (1997)'nin yaptıkları çalışmada, Türkiye'de PVY'nin 0 ve 1 patotiplerinin bulunduğu bildirilmiştir (Çelik ve ark. 2013). Biberde hastalık oluşturan PVY izolatları, yaygın veya nekrotik türler olarak tanımlanırlar (Marchoux ve Gebre-Selassissie 1989). Yaygın izolatlar biberde damar bantlaşması meydana getirirken, nekrotik türler damar nekrozuna neden olur (Ragozzino ve ark. 1972). Nekrotik izolatlar daha az yaygındır. Ancak yaygın izolatlardan daha şiddetli belirtiler meydana getirirler ve daha fazla ürün kaybına neden olurlar. Patates ve biber izolatlarının ayrıştırılmasının nedeni, bazı patates izolatlarının, biberi enfekte edememesi ve aynı şekilde bazı biber izolatlarının da patatesi enfekte yeteneklerinin olmamasındandır (Fererres ve ark. 1993). Taşınabilirlik açısından biber izolatları, patates izolatlarıyla karşılaştırıldığında yaprak bitleri tarafından daha etkin bir şekilde taşınmaktadır (Fererres ve ark. 1993). Sınıflandırmada çeşitli ölçütlerin kullanılması sonucunda PVY izolatlarının ırklara göre kesin bir sınıflandırması mümkün olmamıştır.

Bitki virüsleriyle mücadelede bitki zararlıları ve hastalıklarına karşı kullanılan mücadele yöntemleri etkisiz veya sonuçsuz kalmaktadır. Virüsler ile mücadelede temel olarak yapılan kültürel tedbirler ve vektör mücadelesidir (Deligöz 2011). Viral hastalıkların mücadelesinde kültürel ve vektörlerle mücadelenin yanı sıra fiziksel savaşım, virüslere dayanıklı bitki üretimi, biyo-teknolojik yöntemler ve yasal önlemler uygulanmaktadır. Bu yöntemlere ek olarak son yıllarda yeni mücadele yöntemleri üzerinde çalışmalar hız kazanmıştır ve bu nedenle bitki hastalıklarının mücadelesinde biyolojik kontrol içerisinde yer alan dayanıklılığın uyarılması konusuna olan ilgi artmıştır (Saravanakumar ve ark. 2007).

Dayanıklılığın uyarılması, bitkinin, biyotik veya abiyotik bir uyarıcı ile savunma mekanizmalarının uyarılması durumu olup, uyarılmış dayanıklılık, olmayan bir dayanıklılığın yaratılması değil, bitkideki pasif durumdaki dayanıklılık mekanizmalarının harekete geçirilmesi şeklinde ifade edilebilir (Van Loon ve ark. 1998). Dayanıklılık, patojenin elisitör moleküllerinin tanınıp aktif hale geçmesiyle oksidatif yanma, lignifikasyon, hipersensitif tepki, PR proteinleri ve bitki

metabolizmasındaki değişimlerden herhangi birinin teşvik edilmesi ile gerçekleştirilir (Chaube ve Pundhir 2005, Barutçu 2006).

Bitki dayanıklılık mekanizmalarının uyarılmasında kullanılan biyotik yöntemler; apatojen fungus veya bakterilerin bitki bünyesine inokulasyonu, fungus veya maya hücre duvarından ekstrakt edilmiş oligosakkaritlerin kullanımıyla gerçekleştirilirken, abiyotik yöntemler ise; UV ışığı, ağır metal, etilen ve herbisit gibi abiyotik elicitor olarak isimlendirilen uyarıcılarla, bitki gelişim düzenleyicileri ve aktivatörleri ya da,  $\beta$ -amino Butyric Asit (BABA) ve Salisilik Asit (SA) gibi bitkisel hormon kullanımı ile dayanıklılık mekanizması harekete geçirilmektedir. (Kuc 1987, Altınok 2006, Çalışkan 2007).

Dayanıklılık mekanizmasının uyarılmasında kullanılan bitki aktivatörlerinin ruhsatlandırılmasında 26 Haziran 2002 tarihli Resmi Gazete’de bitki aktivatörleri “bitkilerin doğal savunma sistemlerini aktive eden, besin maddelerinden daha iyi yararlanmalarını sağlayan, stres koşulları ve benzeri dış etmen ve etkenlerden korunması için yardımcı olan ve/veya verimini ve ürün kalitesini olumlu yönde etkileyen doğal ve/veya kimyasal güçlendirici, direnç artırıcı, toprak yapısını düzenleyici özellikleri olan ve bu özelliklerden birini veya birkaçını bir arada taşıyan maddelerdir” şeklinde tanımlanmıştır.

Bitki aktivatörleri; bitkilerin, Sistemik Kazanılmış Dayanıklılık (SAR) mekanizmalarını uyararak hastalıklara karşı dayanıklılık göstermelerini sağlarlar. SAR mekanizmasında bitkiye uygulanan kimyasallar, non-patojenler, patojenlerin avirulent formları, patojenlerin uyumsuz ırkları tarafından ya da çevre koşulları yoluyla enfeksiyon durdurulması sistemiktir, çünkü dayanıklılık mekanizmaları uyarılan bitkinin tehdit altında olmayan organlarına iletilmekte ve bu organlarda ikincil savunma mekanizmaları aktive edilerek tüm bitkide sistemik kazanılmış dayanıklılığı meydana getirmektedir (Ross 1961, Ryals ve ark. 1997, Sticher ve ark. 1997, Durrant ve Dong 2004, Aslan ve Özaktan 2005). Sistemik kazanılmış dayanıklılığın meydana gelmesi amacıyla kullanılan uyarıcı ile patojen inokulasyonu arasındaki zaman en az 1-3 gün olması gerektiği (Arıcı ve Yardımcı 2001) ve dayanıklılığın uyarılması sonucu bitki,

patojenlere karşı, birkaç hafta ile bir ay kadarlık bir süre için geniş ölçekteki birçok patojene karşı uzun süre koruma potansiyelinde olduğu bildirilmiştir (Ryals ve ark. 1997, Aktaş ve Güven 2005).

Bitkilerde dayanıklılığın teşvik edilmesi amacıyla bitki aktivatörlerinin kullanılması, bitkilerde savunma mekanizmalarının virüslere karşı harekete geçirilmesi ve bunun pratikte uygulanabilirliği üzerine çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Bitki aktivatörlerinin Tütün Mozaik Virüsü (TMV), Domates Lekeli Solgunluk Virüsü (TSWV) ve Hıyar Mozaik Virüsü (CMV) gibi bazı virüslerin enfeksiyonu, hastalık şiddeti ve yaygınlığı üzerine etkisi ile diğer bazı kültürel uygulamalarla karşılaştırılarak virüslerin mücadelesinde kullanılma olasılığı araştırılmıştır (Smith-Becker ve ark. 2003, Momol ve ark. 2004, Çalışkan 2007).

Dünya piyasalarında en çok üstünde durulan ve çalışılan bitki aktivatörü Acibenzolar-S-Methyl (Roberts ve Hutson 1999)'dir. Dünya piyasasında Bion % 5 WP ve Actigard 50 WG (Syngenta) ticari isimleriyle satılmakta olup, Bion Avrupa ve Türkiye'de 1999 yılından beri ruhsatlıdır. İçeriğinde % 4 Acibenzolar-S-Methyl (ASM) ve % 40 metalaxyl bulunmaktadır. Türkiye'de Bion, tütünde *Peronospora tabacina* (Tütün mildiyösü)'ya karşı ruhsatlı iken Actigard ruhsatlı değildir. Actigard bitki koruma ürünü olarak biber ve viral hastalıklar için ABD'de Çizelge 1.1'de verilen hastalıklara karşı ruhsatlıdır (Anonim 2015).

**Çizelge 1.1.** Actigard'ın ABD'de biber ve viral hastalıklara karşı ruhsatlı olduğu hastalık etmenleri

Bitki	Etmen	Hastalık
Biber	<i>Xanthomonas</i> spp.	Bakteriyel leke
Soğan	Iris yellow spot virus	Iris sarı leke virüs hastalığı

Messenger: Elma ve armutta ateş yanıklığına neden olan *Erwinia amylovora*'dan izole edilmiş olup, % 3 Harpin proteini aktif maddesini oluşturmaktadır. Bitkinin dayanıklılık mekanizmasını uyaran doğal bir proteindir.

ISR-2000: Etkili maddesi *Lactobacillus acidophilus* fermentasyon ürünü olup, yuka bitki ekstraktı, maya ekstraktı, riboflavin, benzoik asit, nikotinamid ve thiamine içermektedir. ISR-2000 bitki bünyesindeki kitinaz, glukonaz ve peroksidaz gibi enzimlerin aktivitesini artırır. Uyarılma gerçekleştiikten sonra bitki daha sonraki olası bir saldırıya karşı en üst düzeyde alarında kalır ve böylece patojenik istilaya karşı kendini en iyi biçimde savunabilir (Tosun ve Ergün 2002, Koca 2003).

Crop-Set: Türkiye'nin ruhsatlandırılmış ilk aktivatörü, organik ruhsata sahip ilk doğal bitki aktivatörüdür. İçeriğinde, *Lactobacillus acidophilus* sıvı fermentasyon ürünü olup, bitki ekstraktı, manganez sülfat, demir sülfat ve bakır sülfat içermektedir. Crop-Set çevre açısından güvenli bir şekilde, bitkinin besin maddesi kullanma becerisini arttırarak bu sayede meyve ve sebze verimini optimize eder, kalite ve homojeniteyi arttırır. Sağlıklı bitki büyümesini teşvik etmek üzere stresli durumların etkilerini azaltır (Anonim 2015a).

Bu tez çalışmasında, Actigard (Acibenzolar-S-Methyl), Messenger (Harpin-ea), ISR-2000 ve Crop-Set gibi bitkilerde hastalıklara karşı dayanıklılığı ve bitkinin gelişmesini teşvik eden aktivatörlerin, biberde PVY enfeksiyonu, simptom çıkış süresi ve bitki gelişimi (bitki boyu, kök uzunluğu ve yaprak alanı) üzerine etkileri ile bitkide oluşan tepki mekanizmaları (Hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ) ve lignin birikimi) araştırılmıştır.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Kuc (1987), bitkilere, biyotik ve abiyotik uyarıcıların uygulanması ile, bitkilerde patojen enfeksiyonu varmış gibi tepki göstermesi sonucu savunma mekanizmalarını aktive ettiğini bildirilmiştir.

Wei ve Beer (1996) tarafından yapılan bir çalışmada, 4 haftalık tütünlerin alt yaprakları, 5 mM fosfat buffer içerisindeki 200 µg/l'lik ham harpin preparatının 100 µl ile süzdürülmüş ve üç gün sonra bitkilere TMV bulaştırılmıştır. Elli mikrolitrelik TMV süspansiyonu (5 µg/l) 400 mesh'lik zımpara ile yaprakların üst yüzeyine sürülmüştür. Her bir uygulama için 6 adet bitki kullanılmıştır. İnokulasyondan 4 gün sonra hem harpin hem de buffer uygulanan bitkilerin yapraklarında nekrotik lezyonlar oluşmuştur. Harpin uygulanan 6 adet bitkinin ortalama nekrotik lezyon sayısı 21 iken buffer uygulanan bitkilerde ortalama nekrotik lezyon sayısı 67 olarak bulunmuştur. Daha da önemlisi, buffer uygulanan bitkilerdeki lezyonların çapı, harpin uygulananlara göre daha büyük olduğu belirlenmiştir. Bazı nekrotik lezyonlar birbirleri ile birleştiği için 10 gün sonunda buffer uygulamasında oluşan lezyonları ayırt etmenin zorlaştığı bildirilmiştir.

Ekonomik olarak önemli olan bir virüs hastalığını etkili bir şekilde önlemek için Actigard uygulaması ilk kez Gürcistan'da tütünde Domates Lekeli Solgunluk Virüsü (TSWV) ile mücadele amaçlı kullanılmıştır. Pappu ve ark. (2000) tarafından yapılan çalışmada, Acibenzolar-S-Methyl (Actigard) tek başına, Admire ve Provado ile kombine olarak uygulanmıştır. 1997 yılında yapılan ilk deneme ve 1998'de yapılan ikinci deneme sonucunda, hastalığın gözle görülür bir şekilde azaldığı saptanmıştır. Bu çalışmada, imidacloprid tek başına kullanıldığında uygulama yapılan alanların 1/4'ünde virüsün etkinliğinin azaldığı belirlenmiştir. Acibenzolar-S-Methyl (Actigard), Admire (R) ve Provado (R) kombine halde uygulandığında ise, tarla denemesinin 3/4 bölgesinde hastalıkta önemli bir azalış gözlenmiştir. Dördüncü bölgede de hastalık oranı düşük bulunmuştur. Tarla denemelerinde Actigard'ın uygulanmasında 2/4 bölgede ELISA'da pozitif çıkan bitki oranı azalmıştır. Çalışma sonucunda, Actigard'ın tek başına veya



imidacloprid ile kombine olarak kullanımının, tütünde TSWV'ye karşı mücadelede potansiyel bir alternatif olduğu bildirilmiştir.

TSWV enfeksiyonuna karşı UV yansıtıcı malç, Sistemik Kazanılmış Dayanıklılığı teşvik edici Actigard ve insektisit (Spinosad) ile kombine veya ayrı ayrı kullanımlarının etkilerini belirleme amacı ile yapılan bir çalışmada, metalik malç kullanımının hastalık oranının azalmasında en etkili yöntem olduğu, etken maddesi methamidophos olan Spinosad'ın sezon boyunca hastalığın yaygınlığını azalttığı, metalik malç, Actigard ve Spinosad'ın birlikte kullanımının sonucunda da, TSWV zararının % 76 oranında azaldığı bildirilmiştir (Momol ve ark. 2000).

Tütünde, TSWV zararını azaltma amacı ile yapılan çalışmada, Admire (imidacloprid) ve Actigard tek başına ve kombinasyon şeklinde uygulanmıştır. Dikim öncesi ve dikim sonrasında Actigard uygulanan bitkilerde simptom sayısı belirgin şekilde azalırken, Actigard ve Admire'in kombine şeklinde kullanılmasında simptom sayısında çok daha fazla azalma görülmüştür. Araştırmacılar, Actigard oranının artırılması ile fitotoksik etkinin görüldüğünü bildirmişlerdir (Csinos ve ark. 2001).

Paradela ve ark. (2001) tarafından Brezilya'da 2000-2001 yıllarında yürütülen bir çalışmada, domateste ciddi ekonomik zarara neden olan TSWV ve vektörü olan akarın kontrol altına alınabilmesi amacı ile, bion, difenoconazole, bion + difenoconazole, pymetrozine, bion + pymetrozine ve bion + difenoconazole + pymetrozine gruplarının etkileri incelenmiştir. Belirtilen kimyasal grupları domates tohum ekimini takiben 45 gün sonra yeşil aksama püskürtme şeklinde haftalık olarak uygulanmıştır. Yapılan uygulamada, TSWV ve vektörü olan akarın hastalık şiddeti ve bitki verimine olan etkisi açısından değerlendirilmesi sonucunda, bion + difenoconazole ve bion + difenoconazole + pymetrozine, TSWV'nin vektörü olan akarlar karşı etkili olduğu bulunmuştur.

Gündeydoğu Amerika'da TSWV'nin kontrolü ve vektörü olan thrips'in baskı altına alınabilmesi amacı ile Wells ve ark. (2002) tarafından yürütülen bir çalışmada, karıklara phrote ve Acibenzolar-S-Methyl (ASM) uygulaması, karıklara ve yapraklara Acibenzolar-S-Methyl uygulaması ve karıklara Acibenzolar-S-Methyl ve phorate

kombinasyonu uygulaması yapılmıştır. ASM'nin karık içi tek başına ve phorate ile kullanımlarının TSWV sıklığında her sene için azalmalara sebep olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte, ASM thrips larvalarının yoğunluğunu azaltırken, dikimden 30 gün sonrasına kadar thripsin beslenme ile yaptığı zararları bastırmaktadır. Yer fıstığında ise, karık içi ASM, karık içi phorate'den virüsü engelleme açısından daha etkili olmuştur. Buna rağmen, ASM kullanımı yer fıstığı yetiştiriciliğinde tek başına yeterince fayda sağlayamadığı için kullanımı tavsiye edilmemektedir.

Koca (2003) tarafından yapılan bir çalışmada, patates tarımında Crop-Set ve ISR-2000 kullanılarak, 3 patates çeşidi (Nif, Marabel ve Concorde) üzerinde 2 farklı dozda uygulama yapılarak parsel verimi, bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak eni-boyu ve yumru boyutları ölçülmüş, bu özellikler için en iyi sonucu, bitki aktivatörlerince önerilen doz vermiştir (Crop-Set için normal doz: 60 ml/da, yüksek dozlar için ise 2 katları kullanılmıştır). Normal dozun uygulandığı patateslerde, bitki boyunun % 16 artış gösterdiği belirtilmiştir.

1999-2000 yıllarında Georgia (ABD) eyaletinde tütün yetiştiriciliğinde en fazla ekonomik kayba neden olan TSWV'nin yoğunluğunu azaltmaya yönelik Pappu ve ark. (2003) tarafından bir çalışma yürütülmüş, TSWV'nin vektörü olan thripslere karşı, acephate, imidacloprid, Acibenzolar-S-Methyl, spinosad, dichloropropene, chlorpyrifos, thiamethoxan tek başlarına ve çeşitli kombinasyonlar halinde dikim öncesi ilaçlama, viyolde ilaçlama, şaşırtma esnasında ilaçlama ve yaprak ilaçlaması şeklinde uygulama yapılmıştır. Imidacloprid ve thiamethoxan insektisitleri serada viyolde ilaçlama ve şaşırtma sırasında uygulanmış ve yapraktan spreyleme şeklinde uygulanan acephate, thrips popülasyonunu etkili olarak azaltmıştır. TSWV'nin yoğunluğunda azalma görülmüştür. Bitki aktivatörü Actigard (Acibenzolar-S-Methyl) yaprak spreylemesi şeklinde uygulanıp, TSWV'nin simptomlarını etkili bir şekilde maskeleymiştir. Ancak, thrips'e karşı etkisi çok az görülmüştür. Acibenzolar-S-Methyl ve imidacloprid'in birlikte uygulanması sonucunda thrips yoğunluğu ve TSWV'nin belirtileri çok daha fazla baskı altına alınmıştır.

Smith-Becker ve ark. (2003) tarafından tarla ve sera koşullarında yapılan bir çalışmada, kavun bitkisinde ASM uygulamasının, Hıyar Mozaik Virüsü (CMV)'ne karşı etkili olduğu ve ASM'nin 50 veya 100 µg/ml dozlarında kullanıldığı sera denemelerinde, CMV'nin yaygınlığının sınırlandırıldığı saptanmıştır. SAR sonucu, sistemik bir kitinaz birikimi gözlemlendiği ve ASM'nin meyve üretimi üzerine herhangi bir olumsuz etkisinin olmadığı belirtilmiştir.

Melton (2005) tarafından tütünde yapılan bir çalışmada, yeşil aksam uygulaması olarak, Platinum ve Admire ile bunların tek başlarına veya kombine olarak Actigard uygulamasının etkili olduğu bildirilmiştir. Uygulamalar sonucunda, TSWV ile enfekteli bitkilerin oranı; kontrol alanında % 27.1, Admire (1.8 oz/1000 bitki) tek başına kullanıldığında % 13.3, Actigard (1 oz/50 000 bitki) tek başına kullanıldığında % 13.4 ve Admire+Actigard kullanımında % 7.2 olarak kaydedilmiştir. Platinum'un tek başına kullanılmasında ise, TSWV'de önemli bir azalma meydana gelmez iken, Platinum ve Actigard'ın beraber kullanımında oran, Admire ve Actigard'ın kullanımı kadar etkili olmuştur.

Turini ve Strange (2007) tarafından Kaliforniya Üniversitesi Batı Yakası Araştırma ve Yayın Merkezi'nde 2007 yılında yürütülen bir çalışmada, domates yetiştiriciliğinde TSWV'li meyve ve ürün yüzdesi üzerine yürütülen uygulamada, üç bitki aktivatörünün etkisi değerlendirilmiştir. Test materyalleri olarak Actigard 0.3 oz/a (acibenzolar-S-methyl), Messenger 4.0 oz/a (harpin protein) ve Nutri-Phyte 1.5 qts/acre (phosphite) kullanılmıştır. Kullanılan bitki aktivatörleri üretim sezonu boyunca bir uygulama, dört uygulama ve yedi uygulama olacak şekilde domates bitkilerine spreyleme şeklinde uygulanmıştır. İlk kontrollerde Success + Actigard, Messenger, Messenger + Success ve Nutri-Phyte'in 4 uygulaması, kontrol bitkilere oranla daha düşük TSWV oranına sahip bitkiler olarak bildirilmiştir. Bir ay sonra yapılan ikinci kontrollerde, Nutri-Phyte + Success'in 4, Success + Actigard ve Messenger'in 4 ve 7 kez uygulandığında kontrol bitkilere oranla daha düşük TSWV oranına sahip bitkiler olarak bildirilmiştir. Meyve değerlendirmelerinde, ürün veriminde kontrol ve diğer uygulamalar arasında hiçbir farklılık bulunmadığı tespit edilmiştir.

Çalışkan (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, kabakgillerde Kabak Sarı Mozaik Virüsü (ZYMV)'ne karşı Actigard, Messenger ve ISR-2000 kullanılarak ZYMV'ye karşı dayanıklılığın uyarılması ve bu hastalığa karşı aktivatörlerinin etkinlikleri belirlenmiştir. Actigard uygulandıktan 48 saat, Messenger ve ISR 2000 uygulandıktan 72 saat sonra ZYMV uygulanan bitkilerde kontrol bitkilerine göre simptom çıkış süresinde farklılıklar gözlenmiştir. Actigard uygulamasından 24, 48 ve 72 saat sonra yapılan ZYMV inokulasyonlarının simptom çıkış süresi üzerine etkisi olduğu belirlenmiş ve kontrol bitkilere göre uygulama yapılan bitkilerde 7-8 gün kadar simptom çıkışında gecikme gözlenmiştir. Bu bitki aktivatörünün, uygulamadan 96 saat sonra yapılan virüs inokulasyonlarında, bitkilerde simptom çıkış süresi üzerine belirgin bir etkisi olmadığı belirlenmiştir. Messenger uygulamasından 24 saat sonra yapılan ZYMV inokulasyonu, simptom çıkış süresi üzerine etkili olmuş ve kontrol bitkilere göre uygulama yapılan bitkilerde 3-4 gün kadar simptom çıkışında gecikme gözlenmiştir. Bu bitki aktivatörünün, uygulamadan 48, 72 ve 96 saat sonra yapılan virüs inokulasyonlarında, bitkilerde simptom çıkış süresi üzerine belirgin bir etkisi olmamıştır. ISR-2000 uygulamasında ise, 24, 48, 72 ve 96 saat sonra yapılan ZYMV inokulasyonlarının simptom çıkış süresi üzerine etkisinin olduğu görülmüş ve kontrol bitkilere göre uygulama yapılan bitkilerde 8-10 gün kadar simptom çıkışında gecikme tespit edilmiştir. Kabak bitkileri üzerine ZYMV izolatının bitki aktivatörlerinden 24, 48, 72 ve 96 saat sonra mekanik inokulasyon yöntemi ile bulaştırılması sonucu saptanan enfeksiyon oranları kontrol bitkilerinde yaklaşık olarak % 40-67 arasında saptanırken, aktivatör uygulanan bitkilerde bu oran % 0-100 arasında olduğu belirtilmiştir.

Madhusudhan ve ark. (2008) tarafından yürütülen bir çalışmada, ASM'nin sırası ile domates ve biber bitkilerinde Domates Mozaik Virüsü (ToMV) ve Tütün Mozaik Virüsü (TMV) konsantrasyonunun azaldığı bildirilmektedir. Yapılan ELISA testi sonucunda virüslü örneklerin 410 nm'de absorbans değerleri TMV için 0.415, ToMV için 0.397 bulunurken, Bion uygulaması yapılan biber ve domates bitkilerinde bu değer TMV için 0.117, ToMV için 0.134, ASM uygulaması yapılanlarda ise sırası ile 0.110 ve 0.125 olarak belirlenmiştir. TMV ve ToMV'nin teşhisinde indikatör bitki olarak kullanılan tütün bitkisine (*Nicotiana glutinosa*) ASM uygulaması sonucu lokal

lezyonların büyüklüğü ve sayısında azalma olduğu belirtilmiştir (Sırasıyla TMV ve ToMV inokulasyonlarında % 67 ve % 79'un üzerinde koruma sağlanmıştır).

PCR ve ELISA testleri kullanılarak ASM bitki aktivatörü uygulaması sonucunda, viral hareketin üst yapraklarda azaldığı bildirilmiştir (Madhusudhan ve ark. 2008).

Domates Sarı Yaprak Kıvrıcıklığı Virüsü (TYLCV)'ne karşı alternatif mücadele stratejilerinin geliştirilmesi amacı ile Sirigu ve Nannini (2009) tarafından yapılan bir çalışmada, 2005 yılında 4 kez ASM uygulanmış domates bitkileri, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında TYLCV yoğunluğunda % 21-28 arasında azalma görüldüğü bildirilmiştir.

Kolombiya'da tamarillo meyvesi üretimi ve kalitesinde büyük kayıplara neden olan tamarillo virüsü ile dayanıklılığın teşvik edilerek mücadele edilmesi üzerine planlanan bir çalışmada, Mejía ve ark. (2009), ASM'yi 20 gün ara ile % 0.008 oranında bitkilere uygulamıştır. ASM uygulaması yapılan bitkiler, kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında virüs belirtilerinde 7 gün gecikme gözlemlenmiştir. Kontrol bitkilerde % 100 oranında hastalık yoğunluğu görülürken, ASM ile iki kez muamele edilen bitkilerde bu oran % 50 oranında tespit edilmiştir.

Çalışkan ve Kamberoğlu (2009) tarafından ASM'nin Hıyar Mozaik Virüsü'ne karşı etkinliğinin ortaya konulması amacı ile tütünde saksı denemeleri şeklinde yürütülen bir çalışmada, SAR mekanizmasının tetiklendiği optimum zaman aralığını saptamak için 0.2 mg/ml oranında ASM uygulamasından 24, 48, 72 ve 96 saat sonra CMV inokule edilmiş ve SAR mekanizması, ASM uygulamasından 48 saat sonra inokule edilen tütün bitkilerinde ortaya çıkmıştır. Uygulama yapılan bu bitkilerde, kontrol bitkilerine kıyasla sadece simptom çıkış zamanında gecikme gözlenmiş, enfeksiyon şiddeti ve simptom tipinde herhangi bir farklılık belirlenmemiştir.

Domates yetiştiriciliğinde, bitki aktivatörlerinin verime, kalite özelliklerine ve bunun yanı sıra hastalık yönetimine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, Tosun ve ark. (2009), bitki aktivatörlerinin uygulandığı ve uygulanmadığı alanlarda büyük farklılıklar tespit

etmiştir. En yüksek verim, kontrol bitkileri ile kıyaslandığında sırası ile Bion (% 71), Messenger (% 64) ve ISR-2000 + Crop-Set (% 59) tarafından elde edilmiştir. Messenger uygulanan bitkilerde erken olgunlaşma görülmüştür. Sonuçlar incelendiğinde, Bion MX meyve büyüklüğü gibi kalite etkilerinde en yüksek pozitif etkiyi gösterdiği fakat içeriğindeki % 40 metalaxyl'den dolayı kalıntıya neden olduğundan etkisinin sınırlı olduğu bulunmuştur.

Fanigliulo ve ark. (2009) tarafından Güney İtalya'nın Calabria bölgesinde 2005-2006 ve 2006-2007 yıllarında yaz ve kış periyotlarında yapılan bir çalışmada, domates bitkisinde TYLCV'nin vektörü olan *Bemisia tabaci*'nin kontrolünde çeşitli kontrol yöntemlerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Araştırmada kullanılan kontrol yöntemleri, Acibenzolar-S-Methyl (Actigard) ve iki insektisit (Imidacloprid (Admire 2F), Thiamethoxam (ACTARA 25WG)) tek başına ve kombine olarak kullanılmıştır. Çalışmada parametre olarak bitki yüksekliği, çiçek sayısı, meyve sayısı ve verim dikkate alınmıştır. UV yansıtıcı malç (UVRM) tek başına TYLCV'nin hastalık yoğunluğunu önemli ölçüde azaltırken, Actigard ile kombine olarak kullanıldığında çok daha büyük ölçüde hastalık oranını azaltmıştır. Buna karşın, UVRM insektisitler ile beraber kullanıldığında, uygulamadan sonraki ilk 3 ay sadece virüs yoğunluğunda orta seviyede düşüş görülmüştür. UVRM, Actigard ve insektisitlerin kombine olarak kullanılması sonucunda, önemli ölçüde hastalık yoğunluğu azalmıştır. Actigard'ın tek veya insektisitler ile kombinasyonu sonucunda; bitki boyunda kısalma meydana gelirken, çiçeklenme ve verim öğelerinde herhangi bir değişiklik saptanmamıştır.

Kashtban (2010) tarafından balkabaklarında ZYMV'ye karşı Actigard ve ISR-2000'in değişik dozlarda ve kontrollü sera koşullarında ZYMV'nin neden olduğu hastalığa karşı etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, balkabakları Actigard ve ISR-2000 uygulandıktan 72 ve 96 saat sonra ZYMV ile enfekte edilmiştir. Bu bitkiler kontrol bitkilerine göre simptom çıkış süresi, bitki boyu ve yaprak genişliği bakımından bitki çiçeklenme aşamasına gelinceye kadar takip edilmiş ve elde edilen veriler sonucunda, Actigard'ın virüs simptomlarını 5-21 gün geciktirdiği, ISR-2000'in ise virüs simptomları üzerinde olumlu ya da olumsuz bir etkide bulunmadığı, ancak bitki gelişimi üzerinde olumlu etkide bulunduğu belirlenmiştir.

ASM'nin sera domateslerinde TYLCV enfeksiyonuna karşı haftalık 1 mg'lık uygulamanması sonucunda, ekimden 8 hafta sonra yapılan değerlendirmelerde, kontrollü koşullarda enfeksiyon oranı, kontrolsüz koşullara göre % 42 daha az bulunmuştur (Sirigu ve ark. 2011).

Genç (2012) tarafından Kırkağaç kavununda Hıyar Mozaik Virüsü (CMV)'ne karşı Actigard ve ISR-2000 aktivatörlerinin etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada, Acibenzolar-S-Methyl (Actigard) ve ISR-2000'in değişik dozlarda, kontrollü sera koşullarında CMV'nin kavun bitkilerinde neden olduğu hastalığa karşı etkinlikleri tespit edilmiştir. Kavun bitkileri, bitki aktivatörleri uygulandıktan 72 ve 96 saat sonra CMV ile enfekte edilmiştir. Bu bitkiler kontrol bitkilerine göre semptom çıkış süresi, bitki boyu ve yaprak genişliği bakımından bitki çiçeklenme aşamasına gelinceye kadar takip edilmiş ve elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Actigard, virüs semptomlarını kontrole göre 4-26 gün geciktirmiştir. ISR-2000'in ise virüs semptomlarını kontrole göre 0-15 gün geciktirdiği bildirilmiştir.

Petrov ve Andonova (2012) tarafından yapılan çalışma ile domatesde sistemik kazanılmış dayanıklılık (SAR) ile Patates Y Virüsü kontrolü için salisilik asit türevi olan Exin ve Bion preparatları ayrı ayrı ve kombinasyon şeklinde kullanılmıştır. Bion ile yapılan uygulamalar, PVY'ye karşı % 72-86 oranında etkinlik sağlarken, preparatların kombinasyonunda bu sonuç % 46-92 arasında değişmiştir.

Kabak Klorotik Sarılaşma Virüsü (CCYV) enfeksiyonunu engellemek için yeni bir kontrol stratejisi geliştirilmesi amacı ile Takeshita ve ark. (2013) tarafından bir çalışma yapılmış, kavun bitkilerine CCYV'nin inokule edilmesinden önce uygulanan ASM ile sistemik semptomlar bastırılmış ve CCYV'nin yoğunluğu azaltılmıştır. Kavun bitkilerine CCYV inokulasyonundan sonra ASM uygulamasında ise CCYV'nin hastalık şiddeti ve birikim düzeylerinin azaldığı bildirilmiş ve sonuçlar CCYV'nin hastalık belirtilerinin yoğunluğunun azalmasında, ASM uygulamasının önemli bir potansiyele sahip olduğununu göstermiştir.

Tripathi ve Pappu (2015) tarafından yapılan güncel bir çalışmada, soğanda ciddi kayıplara neden olan İris Sarı Halka Leke Virüsü (IYSV)'nn sistemik kazanılmış dayanıklılığın uyarılması amacı ile ASM uygulaması yapılan bitkilerde, ELISA ve PCR test sonuçlarına göre virüs seviyesinde önemli bir azalma belirlenmiştir. ASM uygulanmış bitkiler, kontrol bitkiler ile karşılaştırıldığında lezyon boyutu ve sayısının azaldığı belirtilmiş ve bu çalışma ile bitki virüslerinin SAR tabanlı kontrol yöntemlerinin geliştirilmesinin yararlı olacağı belirtilmiştir.





### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Araştırmanın Yapıldığı Birim

Araştırma, Adana Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü Viroloji Laboratuvarı, Bornova Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü ve Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Fitopatoloji Laboratuvarında yürütülmüştür.

##### 3.1.2. Çalışma Kapsamında Kullanılan Virüs Materyali

Tez kapsamında kullanılan Patates Y Virüsü (PVY) izolatu, Adana-Mersin illerinde biber yetiştiriciliği yapılan alanlardan elde edilmiştir. Kullanılacak materyalin toplama işlemleri, PVY ile bulaşık olduğundan şüphelenilen biber bitkilerinden alınan yaprak örnekleri ile yapılmıştır. Kullanılacak materyalde mozaik, kloroz, yaprak damarlarında sararma, yaprak kıvrılması ve deformasyon gibi belirtiler göstermelerine özen gösterilmiş, belirtileri net şekilde belli olan örnekler çalışma kapsamında kullanılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Biber bitkilerinde şiddetli mozaik ve yaprak damarlarında sararma

### **3.1.3. Çalışma Kapsamında Kullanılan Bitki Materyali**

Çalışma kapsamında kullanılacak bitkilerin yetiştirilmesi ve saksı denemelerinin yürütülmesi amacıyla biber (*Capsicum annuum* L.) tohumları (Demre Sivrisi) ticari bir tohum firması (Elmas Tohumculuk ve. Tar. Ür. Paz. Tur. San. Tic. Ltd. Şti.)'ndan temin edilmiştir. Bu çeşitin açıkta ve örtü altında yaygın olarak yetiştirilmesi ve PVY virüsüne karşı duyarlı olması bu materyalin seçiminde etkili olmuştur (Çelik ve ark. 2013).

### **3.1.4. Serolojik Çalışmalarda Kullanılan Analiz Materyalleri**

Serolojik çalışmalarda, arazide PVY ile bulaşık olduğundan şüphelenilen ve dayanıklılığın uyarılması çalışmalarında bitki aktivatörü ve mekanik inokulasyon yapılan biber bitkileri ile biyolojik tanı amacıyla mekanik inokulasyon yapılan indikatör bitkiler materyal olarak kullanılmıştır. Uygulama yapılan bitki materyali 'Double Antibody Sandwich Enzyme Linked Immunosorbent Assay' (DAS-ELISA) yöntemi ile analiz edilmiştir.

### **3.1.5. Serolojik Testlerde Kullanılan Ekipmanlar**

ELISA testlerinde, ticari olarak BIOREBA firmasından temin edilen PVY, CMV (Hıyar Mozaik Virüsü), PMMoV (Biber Hafif Benek Virüsü), TMV (Tütün Mozaik Virüsü), TEV (Tütün Yanıklık Virüsü), TYLCV (Domates Sarı Yaprak Kıvrıcıklık Virüsü), PVX (Patates X Virüsü), TSWV (Domates Lekeli Solgunluk Virüsü), PepMoV (Biber Beneklenme Virüsü) ve AMV (Alfalfa Mozaik Virüsü)'ye spesifik ELISA kitleri, tampon çözeltiler, 96 kuyulu ELISA plakaları (NUNC), otomatik pipetler ve pipet uçları, tampon solüsyonlar, havan ve havaneli, Biotek Power Wave 340 spektrofotometre cihazı, serolojik testlerde ekipman olarak kullanılmıştır.

### **3.1.6. Mekanik İnokulasyon Çalışmalarında Kullanılan Analiz Materyalleri**

Yapılan sürveylerde toplanan biber bitkilerinin ELISA testi sonucunda PVY ile bulaşık olduğu belirlendikten sonra mekanik inokulasyon çalışmaları için materyal olarak kullanılmıştır. Virüsün biyolojik tanısı amacıyla, *Capsicum annuum*, *Nicotiana tabacum*, *Datura stramonium*, *Chenopodium murale*, *Lycopersicum esculentum* ve *Solanum melongena* (Çizelge 3.1) türleri üzerinde mekanik inokulasyon yapılmıştır.

**Çizelge 3.1.** Mekanik inokulasyon çalışmalarında kullanılan test bitkileri

<b>Türkçe Adı</b>	<b>Latince Adı</b>
Tütün	<i>Nicotiana tabacum</i>
Şeytan Elması	<i>Datura stramonium</i>
Sirken	<i>Chenopodium murale</i>
Domates	<i>Lycopersicon esculentum</i>
Patlıcan	<i>Solanum melongena</i>
Biber	<i>Capsicum annuum</i>

### 3.1.7. Mekanik İnokulasyon Çalışmalarında Kullanılan Ekipmanlar

Mekanik inokulasyon çalışmalarında, havan ve havaneli, pamuklu çubuk, fosfat tampon çözeltisi, Celite<sup>®</sup> 545 (aşındırıcı, serbest kristalize silisik asit) ve su kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan indikatör bitkilerin tohumları, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Viroloji Laboratuvarından temin edilmiştir.

### 3.1.8. Dayanıklılığın Uyarılması Çalışmalarında Kullanılan Materyal

Dayanıklılığın uyarılması çalışmalarında, Actigard (Syngenta), Messenger (AMC-TR), ISR-2000 (Alltech Crop Science) ve Crop-Set (Alltech Crop Science) olmak üzere dört farklı bitki aktivatörü kullanılmıştır. Serolojik olarak test edilmiş PVY izolatu ile Demre sivrisi çeşidi biber bitkileri materyal olarak kullanılmıştır. Dayanıklılığın uyarılması amacı ile yapılan çalışmalarda kullanılan aktivatörler, kimyasal içerikleri ve temin edilen firmalar Çizelge 3.2’de verilmiştir.

**Çizelge 3.2.** Denemelerde kullanılan bitki aktivatörleri

<b>Ticari İsmi</b>	<b>Aktif Madde</b>	<b>Firma</b>
Actigard	1,2,3-benzothiadiazole-7-carbothioic acid- S- methyl ester	Syngenta
Messenger	Harpin protein % 3 WG	AMC-TR
ISR-2000	<i>Lactobacillus acidophilus</i> (855.81 g/l), maya ekstraktı (140.97 g/l), bitki ekstraktı (111.0 g/l) ve benzoik asit (2.22 g/l)	Alltech Crop Science
Crop-Set	<i>Lactobacillus acidophilus</i> (893.89 g/l), bitki ekstraktı (147.15 g/l), manganez sülfat (27.25 g/l), demir sülfat (16.35 g/l) ve bakır sülfat (5.45 g/l)	Alltech Crop Science

### **3.1.9. Histokimyasal Boyama Çalışmalarında Kullanılan Materyal**

Histokimyasal boyama çalışmalarında, biber bitkilerinden alınan kök, gövde ve yaprak parçaları ile cam şişeler, steril bistüri, pens, DAB, Phloroglucinol, Chloralhydrate, methanol, saf su ve ışık mikroskobu kullanılmıştır.

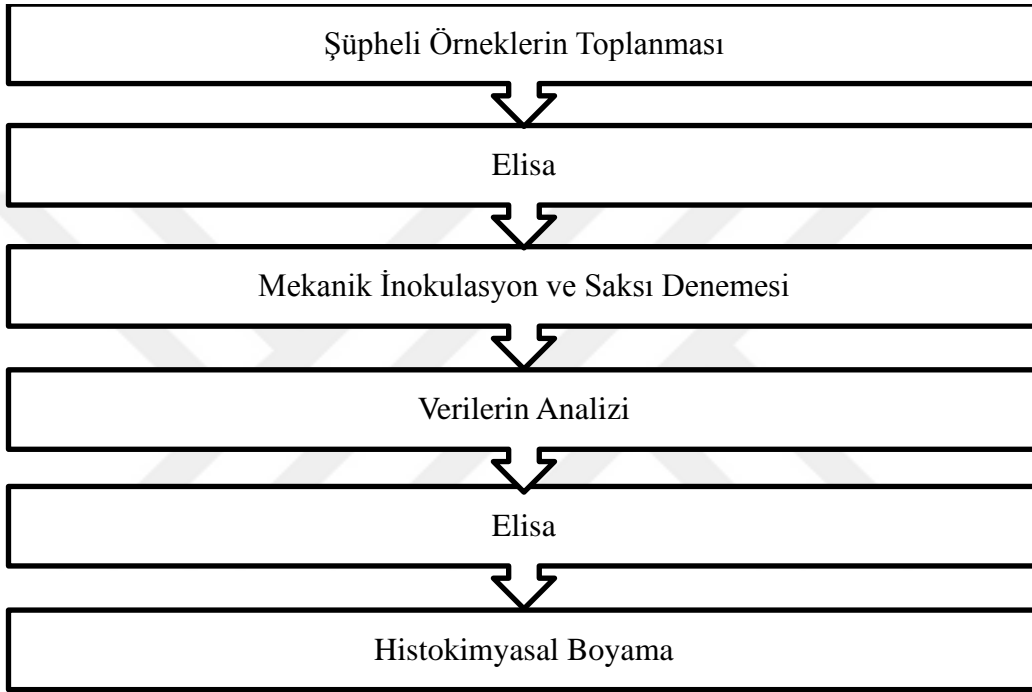


## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Dayanıklılığın Uyarılması Çalışmalarında İzlenen Yöntem

Bu çalışmada kullanılan, PVY izolatının saptanması ve dayanıklılığın uyarılması çalışmalarında izlenen yöntem Çizelge 3.3’de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Çalışmada izlenen yöntem

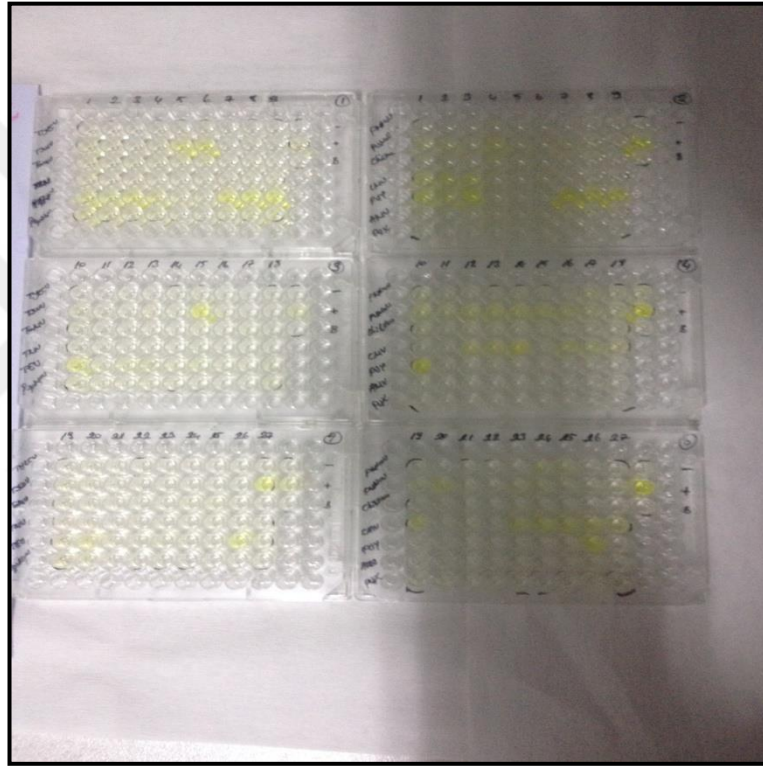


### 3.2.2. Bitki Örneklerinin Toplanması ve Muhafazası

Arazi koşullarında, PVY ile bulaşık olan bitkilerin belirlenmesi amacıyla öncelikle semptomatolojik gözlemler yapılmıştır. Örnek alınacak bitkilerde, PVY’nin neden olduğu, mozaik, damarlarda renk açılması, deformasyon ve yaprak beneklenmesi gibi semptomlar aranmıştır. PVY ile enfekteli olduğundan şüphelenilen örneklerin toplanması amacıyla biber bitkilerinden yaprak örnekleri alınmış ve kağıt torbalara konulmuştur. Torbalar üzerine alınan numunenin çeşidi, örneğin alındığı bölge not edilerek, torbalar buz kutusu içerisine konularak laboratuvara getirilmiş ve çalışmalarda kullanılıncaya kadar -20°C’de muhafaza edilmiştir.

### 3.2.3. PVY ile Bulaşık Bitkilerin Belirlenmesi

Tez çalışmasında kullanılan, biyolojik ve serolojik olarak tanınması yapılan PVY izolatının elde edilmesi amacı ile örtü altı ve açıkta biber üretimi yapılan alanlardan toplanan bitki materyalleri DAS-ELISA yöntemi ile PVY, CMV, AMV, TMV, TEV, TYLCV, TMV, PVX, TSWV, PepMoV ve PMMoV'ye karşı test edilmiştir. ELISA testi sonucunda yalnızca PVY enfeksiyonunun bulunduğu biber bitkileri izolat kaynağı olarak kullanılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Sürvey sonucu toplanan biber bitkilerinde saptanan virüsler

### 3.2.4. Test Bitkilerinin Yetiştirilmesi

Dayanıklılığın uyarılması çalışmalarında kullanılacak olan biber bitkisinin ve PVY izolatının biyolojik olarak tanımlanması amacı ile indikatör bitkilerin tohumları 3:1:1 oranında torf, perlit ve kum içeren viyollere tek tek ekilerek yetiştirilmiştir. Çimlenen bitkiler 3-4 yapraklı döneme geldiğinde, 3:1:1 oranında torf, perlit ve kum bulunan plastik saksılara tek tek şaşırtılmıştır.

Test bitkileri, Bölümümüze ait iklim odasında, 22-24°C sıcaklık, % 70 oransal nem, 16/8 saat (Işık/Karanlık) ışıklandırma koşullarında çimlendirilmiş ve yetiştirilmiştir (Şekil 3.3). Yetiştirilen bitkiler, symptom gelişiminin tüm evrelerinin kayıt altına alınabilmesi amacıyla periyodik olarak kontrol edilmiştir. Kontrol edilen test bitkilerinin sağlıklı gelişimlerinin sağlanması amacıyla makro ve mikro besin elementleri sulama suyuna ilave edilerek bitkilere verilmiştir. Benzer şekilde bitkilerin gelişimini olumsuz yönde etkileyen thrips zararına karşı 15 gün ara ile iki kez insektisit (Laser (spinosad)) uygulaması yapılmıştır.



**Şekil 3.3.** Kontrollü koşullarda iklim odasında yetiştirilen biber bitkileri

### 3.2.5. Mekanik İnokulasyon Yöntemi

Çalışma kapsamında kullanılacak bitkilerde, bitki aktivatörlerinin etkinliklerinin belirlenmesi amacı ile mekanik inokulasyon yapılmıştır. Mekanik inokulasyon işleminde öncelikle; PVY ile bulaşık biber bitkilerinin yaprakları toplanmış ve 0.1 mol Sörensen fosfat tampon çözeltisi içerisine konulmuştur. Sörensen fosfat çözeltisi içerisine bitki yaprakları 2/3 oranında (2 g yaprak/3 ml Sörensen fosfat tampon çözeltisi) olacak şekilde havan içerisine konulmuş ve havaneli ile dövülerek bitki öz suyunda bulunan virüslerin solüsyona geçmesi sağlanmıştır (Kurçman 1979). Hazırlanan tampon çözeltisine (pH: 8) 0,5 g/20 ml Celite® 545 (0,5 g celit/20 ml tampon çözelti) eklenmiştir (Tinklin 1970). Sörensen fosfat çözeltisine celite eklenmesinin nedeni, sağlıklı bitkilere yapılacak mekanik inokulasyonda yara yerine ihtiyaç duyulmasıdır. Celit kristalize silisik asit içermekte ve bitki dokusunda mekanik zararlanmaya neden olmakta ve inokulasyonun yapılmasını sağlamaktadır.

### 3.2.6. Mekanik İnokulasyonda Kullanılan Çözeltilerin Hazırlanması

Deneme kapsamında bitkilere mekanik inokulasyon yapılabilmesi için 0,1 M Sörensen fosfat tampon çözeltisi hazırlanmıştır. Fosfat tampon çözeltisinin hazırlanırken iki farklı stok solüsyon (stok solüsyon A ve B) kullanılmıştır. Deneme kapsamında kullanılan stok solüsyonlar ve içerikleri Çizelge 3.4’de verilmiştir. Hazırlanan stok solüsyonlar Çizelge 3.5’de verilen oranlarda ve pH aralıklarında karıştırılarak kullanılmıştır (Kuhlmann 2006).

**Çizelge 3.4.** Sörensen fosfat tampon çözeltisinin içeriği

Solüsyon	İçerik
Stok Solüsyon A	13.61 g Monopotasyum fosfat ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ )/1000 ml saf su
Stok Solüsyon B	17.8 g Sodyum hidrojen fosfat ( $\text{NA}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )/1000 ml saf su

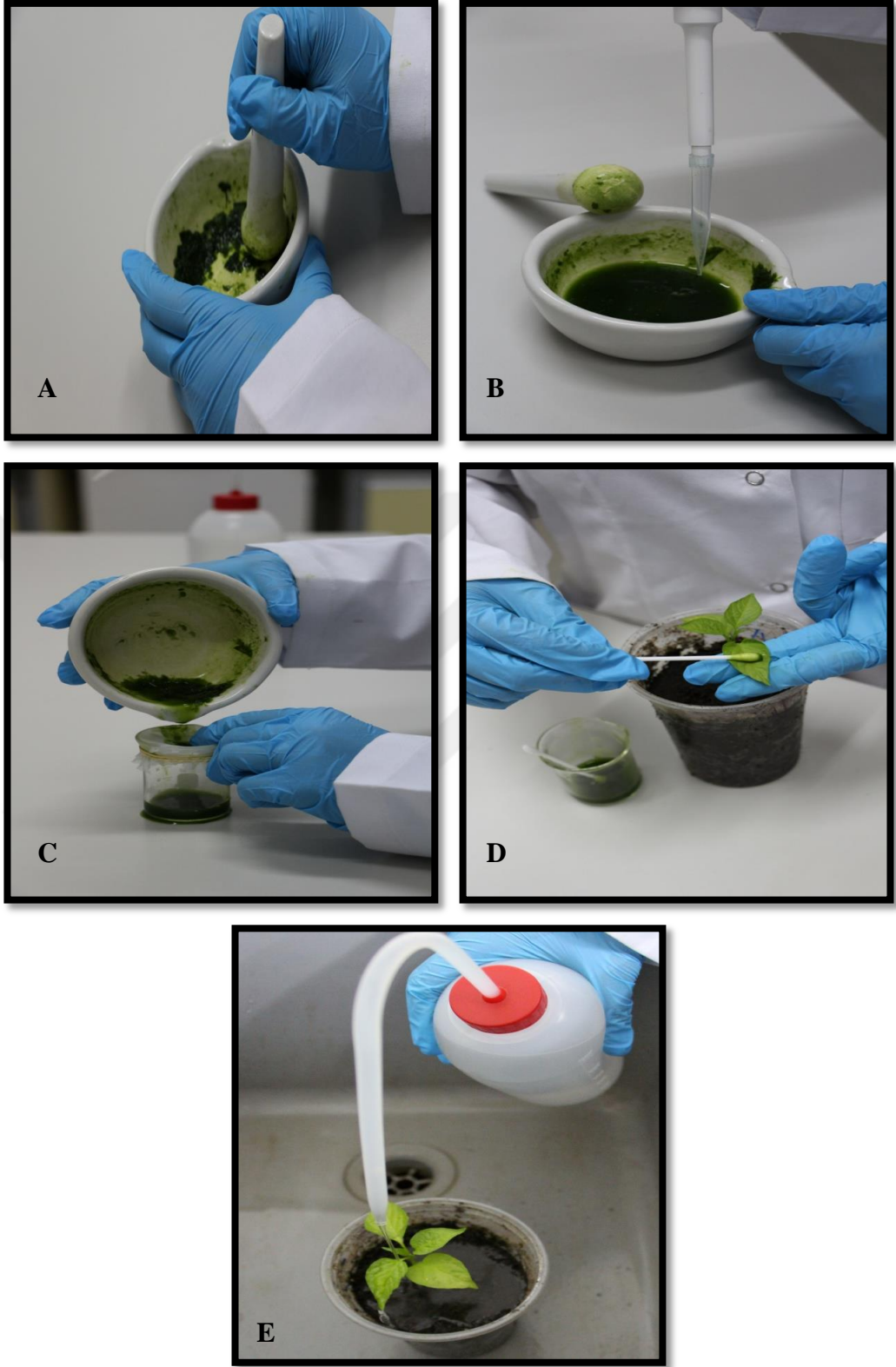


**Çizelge 3.5.** Sörensen fosfat tamponunun hazırlanma yöntemi

<b>Stok solüsyon A (ml)</b>	<b>Stok solüsyon B (ml)</b>	<b>pH</b>
97.5	2.5	5.30
95.0	5.0	5.60
90.0	10.0	5.91
80.0	20.0	6.24
70.0	30.0	6.47
60.0	40.0	6.64
50.0	50.0	6.81
40.0	60.0	6.98
30.0	70.0	7.17
20.0	80.0	7.38
10.0	90.0	7.73
5.0	95.0	8.04

### **3.2.7. Mekanik İnokulasyonun Yapılması**

Sağlıklı bitkilere mekanik inokulasyon, biber bitkilerinin 2 kotiledon ve 2 gerçek yapraklı döneminde yapılmıştır. İnokulasyon işleminin yapılmasında, hazırlanmış olan tampon çözelti (Sörensen fosfat tampon çözeltisi, PYV ve celit içeren) içerisine pamuklu bir çubuğun daldırılması ve alınan çözeltinin bitki yaprak yüzeyine sürülmesi ile gerçekleştirilmiştir. Yaprak yüzeyi üzerine sürülen çözelti 2 dakika süre ile yaprakta bekletilmiş ve daha sonra su ile durularak temizlenmiştir. Mekanik inokulasyon işleminin adımları Şekil 3.4’de verilmiştir. Negatif kontrol grubuna ise sadece Sörensen fosfat tampon çözeltisi 2 dakika süre ile uygulanmış ve daha sonra su ile durularak temizlenmiştir.



**Şekil 3.4.** Mekanik inokulasyon aşamaları; **A ve B:** Yaprak örneklerinin fosfat tampon içerisinde ezilmesi, **C:** Hazırlanan virüs inokulumunun süzülmesi, **D:** Pamuklu çubuk yardımı ile inokulasyonun yaprak yüzeyi üzerine gerçekleştirilmesi, **E:** Bitkilerin yıkanması.

### **3.2.8. Serolojik Çalışmalar**

Serolojik çalışmalarda, araziden toplanan PVY ile bulaşık olduğundan şüphelenilen biber bitkileri, mekanik inokulasyon çalışmaları sonunda simptom gözlenen indikatör bitkiler ve dayanıklılığın uyarılması çalışmalarında kullanılan biber bitkileri, DAS-ELISA yöntemi ile test edilmiştir.

#### **3.2.8.1. DAS-ELISA Testi**

Serolojik çalışmalarda DAS-ELISA yöntemi kullanılmıştır (Clark ve Adams 1977). Çalışmada kullanılan sulandırma oranları ELISA kitlelerinin temin edildiği ticari firmanın belirttiği oranlar dikkate alınarak yapılmıştır. ELISA işleminin adımları Şekil 3.5’de verilmiştir.

PVY poliklonal anti serumu üretici firmanın (Bioreba) önerdiği sulandırma oranında (1:1000) kaplama tamponu ile seyreltilmiş ve ELISA plakalarının her bir kuyucuğuna 200 µl olacak şekilde kaplanmıştır. PVY poliklonal antiserumla kaplanan plakalar 30°C’de 4 saat süreyle, nemlendirilmiş saklama kaplarında bekletilmiştir.

Plakalar, 30°C’de 4 saat veya 4-6°C’de gece boyu, ağzı sıkıca kapatılmış ve nemlendirilmiş kaplarda inkübasyona bırakıldıktan sonra, yıkama tamponu ile her yıkama 3’er dakika olacak şekilde tüm kuyucuklar 3 kere yıkanmıştır.

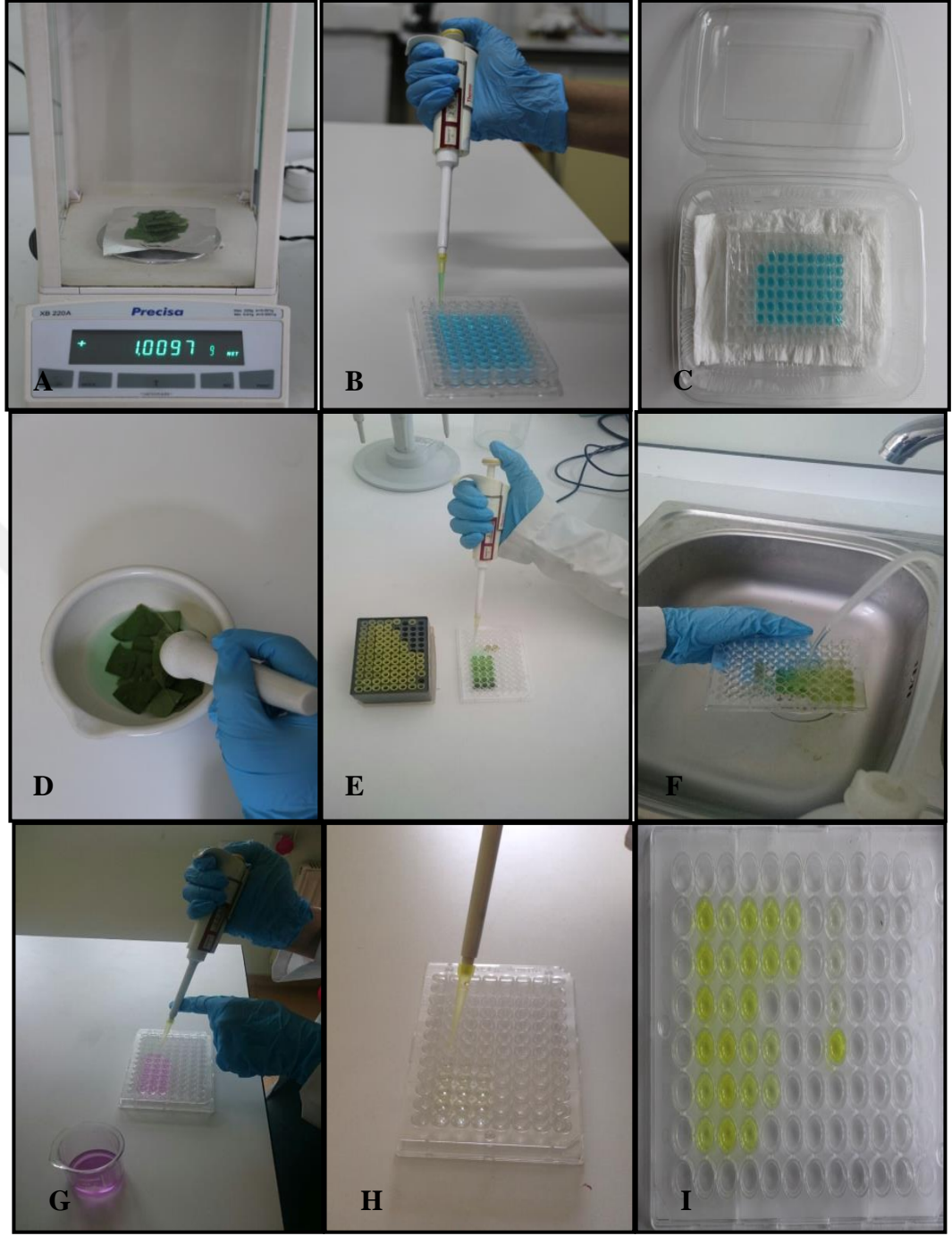
Ekstraksiyon tampon çözeltisinde 1/10 oranında hazırlanmış olan bitki ekstraktından her kuyuya 200’er µl konulmuş ve plakalar +4-6°C’de bir gece (16 saat) ağzı sıkıca kapatılmış ve nemlendirilmiş kaplarda inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sürecinin sonunda, yıkama tamponu ile her yıkama 3’er dakika olacak şekilde tüm kuyucuklar 3 kere yıkanmıştır.

Enzim konjugasyonu üretici firmanın tavsiye ettiği oranlarda (1:1000), konjugat tamponu içinde seyreltilmiş ve her bir kuyuya 200 µl olacak şekilde konulmuştur. Plakalar 30°C’de 5 saat ağzı sıkıca kapatılmış ve nemlendirilmiş kaplarda inkübasyona bırakıldıktan sonra, yıkama tamponu ile her yıkama 3’er dakika olacak şekilde 3 kere tüm kuyucuklar yıkanmıştır.

*p*-nitrophenyl phosphate maddesi 1 mg/ml olacak şekilde substrat tamponu içinde hazırlanmış ve her bir kuyuya 200 µl olacak şekilde konulmuştur ve plakalar ışık almayacak şekilde saklama kabında, oda sıcaklığında 30-120 dk arasında bekletilerek kuyucuklarda renk değişimi izlenmiştir.

ELISA testi sonucunda, ELISA kuyucuklarında, negatif kontrol için 405 nm'de okunan absorbans değerinin en az iki katı ve daha fazla absorbans değeri veren örnekler pozitif olarak kabul edilmiştir (Barba ve Riccioni 1993, Helguera ve ark. 2002).





**Şekil 3.5.** Örneklerin ELISA testi ile tanılanması **A:** Örneklerin hassas terazide tartılması **B:** Kaplama tamponunun plakaya yüklenmesi **C:** Plakanın nemli kutuda muhafazası **D:** Örnek üzerine ekstraksiyon bufferının eklenmesi ve ezilmesi **E:** Örneklerin plakaya yüklenmesi **F:** Plakanın yıkama tamponu ile yıkanması **G:** Conjugating buffer çözeltisinin yüklenmesi **H:** Substrat buffer çözeltisinin yüklenmesi **I:** Plakalarda sarı renk veren pozitif örnekler.

### 3.2.9. Dayanıklılığın Uyarılması Çalışmaları

Bitki aktivatörleri kullanılarak biber bitkilerin de dayanıklılığın uyarılması ve bunun PVY'ye karşı mücadelede kullanılma olasılığının araştırılması amacıyla yapılan dayanıklılığın uyarılması çalışmalarında, biber bitkilerine (2 kotiledon ve 2 gerçek yapraklı olduğu dönemde) Actigard, Messenger, ISR-2000 ve Crop-Set uygulanmıştır.

#### 3.2.9.1. Saksı Denemeleri

Biber tohumları, içinde torf, perlit ve kum bulunan viyollere ekilmiştir. Tohum ekiminden 22 gün sonra (ilk gerçek yapraklar tamamen çıktığında) bitki aktivatörü uygulamaları ve virüs inokulasyonu yapılmıştır.

Dayanıklılığın uyarılması çalışmalarında, uygun dozun ve zamanın belirlenmesi için yapılan saksı denemelerinde kullanılan, Actigard, Messenger, ISR-2000 ve Crop-Set bitki aktivatörlerinin spreyleme şeklinde bitki yapraklarına uygulanmasından 72 ve 96 saat sonra virüs inokulasyonu yapılan bitkilerde gözlenen belirtiler, inokulasyondan sonra kontrol pozitif bitkilerinde ilk belirtiler çıkış tarihinden itibaren değerlendirilmeye başlanmıştır.

Denemede kullanılan bitki aktivatörleri, Çizelge 3.6'da verilen dozlarda su ile seyreltilerek hazırlanmıştır. Uygulamada kullanılan dozlar, dayanıklılığın hangi doz aralığında aktif hale geldiğini belirlemek amacı ile bitki aktivatörlerinin kullanım prosedürlerinde belirtilen doz miktarı baz alınarak, Actigard ve Crop-Set'te belirtilen doz miktarı ile bu dozun yarısı, dörtte biri ve iki katı şeklinde 4 farklı doz uygulanmıştır. ISR-2000'de, belirtilen doz miktarı, bu dozun yarısı, dozun dörtte biri, iki katı ve dört katı şeklinde 5 farklı doz uygulanmıştır. Messenger'da belirtilen doz miktarının yarısı, iki katı, dört katı ve sekiz katı şeklinde 5 farklı doz uygulanmıştır.

**Çizelge 3.6.** Bitki aktivatörlerinin uygulama dozları

Bitki Aktivatörü (Ürün dozu)	Önerilen Doz	Doz 1	Doz 2	Doz 3	Doz 4	Doz 5
Actigard (g/l)	0.17	0.04	0.08	0.17	0.34	
Messenger (g/l)	0.15	0.075	0.15	0.3	0.6	1.2
ISR-2000 (ml/l)	1	0.25	0.5	1	2	4
Crop-Set (ml/l)	0.6	0.15	0.3	0.6	1.2	

Yapılan ön çalışmalarda Actigard'ın kullanım prosedüründe önerilen doz miktarının artırılması sonucu bitkide fitotoksik etkiye neden olduğu görülmüştür (Şekil 3.6). Uygulanan diğer bitki aktivatörlerinde herhangi bir fitotoksisite gözlemlenmemiştir.



**Şekil 3.6.** Actigard'ın bitkide neden olduğu fitotoksisite **A:** Önerilen doz, **B:** Önerilen dozun 2 katı, **C:** Önerilen dozun 4 katı, **D:** Önerilen dozun 6 katı, **E:** Önerilen dozun 8 katı, **F:** Önerilen dozun 10 katı.

Uygulamada kullanılan aktivatörler; etiket bilgilerinde belirtildiği şekilde biber bitkilerine, aktivatörlerin ilk uygulama tarihinden sonra 14 gün ara ile 2 kez daha uygulanmıştır.

Yapılan bu çalışmada sonuçların değerlendirilme aşaması, bitki aktivatörlerinin uygulanmadığı yalnızca virüs inokule edilen biber bitkilerinde ilk simptom gözlenmesi ile birlikte başlamıştır. Uygulamalar, biber bitkisinin çiçeklenme zamanına kadar devam etmiştir. Simptomatolojik olarak gözlenen ve değerlendirilen bu bitkilerden alınan kök, gövde ve yaprak dokuları histokimyasal boyamalarda materyal olarak kullanılmıştır.

### **3.2.10. Bitki Gelişimi İle İlgili Ölçümler**

Çalışmada, çiçeklenmenin görülmesi ile beraber bitki boyu, yaprak alanı ve kök uzunluğuna yönelik ölçüm ve gözlemler yapılmıştır.

### 3.2.10.1. Bitki Boyu Ölçümü (cm)

Aktivatör uygulaması yapılan bitkilerin kökleri yıkanarak saksılardan çıkarılmış ve Şekil 3.7’de gösterildiği gibi her bir bitkinin kök boğazı ile bitkinin en üst noktası arasındaki uzaklık cetvel yardımıyla ölçülmüş ve ortalama bitki boyları elde edilmiştir (Esen 2008).



Şekil 3.7. Bitki boyu ölçümü (cm)

### 3.2.10.2. Kök Uzunluğu Ölçümü (cm)

Biber bitkileri saksılarından çıkarılıp yıkanan bitki kökleri Şekil 3.8’de gösterildiği şekilde cetvel yardımıyla ölçülmüş ve ortalama kök uzunluğu elde edilmiştir (Çopur 2011).

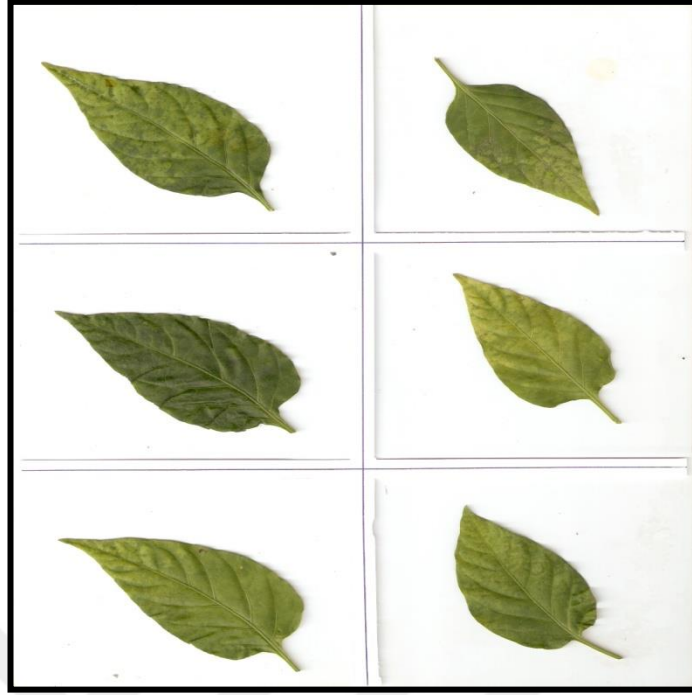




**Şekil 3.8.** Kök uzunluğu ölçümü (cm)

### **3.2.10.3. Yaprak Alanı Ölçümü (cm<sup>2</sup>)**

Saksı denemelerinde kullanılan bitkilerde her uygulamanın tüm bitkilerini kapsayacak şekilde, bitkide büyüme ucundan itibaren 5. yaprak koparılarak, Şekil 3.9'da gösterildiği üzere, yaprakların HP Deskjet F2180 tarayıcı aracılığıyla bilgisayara aktarılması ile yaprak alanı ölçümü yapılmıştır (Flaudung ve Ritter 1991, Tsuda 1999, Engin ve ark. 2008).



**Şekil 3.9.**Yaprak alanı ölçümü (cm<sup>2</sup>)

### **3.2.11. Histokimyasal Boyamalar**

Dayanıklılığın uyarıldığı ve pozitif kontrol grubu bitkilerinde, enfekteli bitki dokularının enfeksiyon ve reaksiyon yerlerinde meydana gelen lignin ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (hidrojen peroksit) birikiminin belirlenmesi amacıyla histokimyasal boyamalar yapılmıştır.

#### **3.2.11.1. Lignin Sentezinin Belirlenmesi**

Bitki aktivatörlerinin uygulanması ile dayanıklılığın teşvik edildiği biber bitkilerinden alınan yaprak, kök ve gövde parçalarındaki lignin birikimi, phloroglucinol/hidroklorik asit (HCl) testi ile belirlenmiştir.

Saksı denemelerinde, Actigard, Messenger, ISR-2000 ve Crop-Set uygulaması yapılan biber bitkileri saksılardan kök bölgesi zedelenmeden çıkartılmış ve suyla yıkanmıştır. Bu bitkilerin kök, gövde ve yapraklarından steril bir bistüri yardımı ile 3-5 mm uzunluğunda kesitler alınmıştır. Enfekteli dokulardaki klorofiller, % 1 phloroglucinol içeren % 100'lük metanol içerisinde, oda sıcaklığında (20°C) 1 gece bekletilerek uzaklaştırılmıştır. Beyazlaşan doku örnekleri, kloral hidrat (2.5 g/ml) içerisinde en az 24 saat bekletilmiş ve dokuların saydamlaşması sağlanmıştır. Metanol yardımı ile klorofil

uzaklaştırılarak kloral hidrat ile temizlenen dokular steril bir lam üzerine alınmış ve üzerine 1-2 damla konsantre HCl çözeltisi ilave edilerek 10 dak. süreyle bekletilmiştir. Bekleme süresinin sonunda dokuların üzerine birkaç damla % 50'lik gliserol çözeltisi damlatılmış ve lamel kapatılmıştır. Kapatılan lameller ışık mikroskobu altında incelenmiştir. Enfekteli dokuların üzerine HCl eklendikten 10 dakika sonra, ligninleşmiş yapıların koyu pembe bir renk aldığı gözlemlenmiştir. Boyanmış dokuların 3-5 saat içerisinde renklerini kaybetmeleri nedeni ile boyama işlemini takiben örnekler ışık mikroskobu altında zaman kaybetmeden incelenmiştir.

### **3.2.11.2. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> Sentezinin Belirlenmesi**

Dayanıklılığın uyarıldığı biber bitkisi dokularında meydana gelen H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> oluşumu, DAB (3,31-diaminobenzidine) testi ile belirlenmiştir. Bu yöntemde, saksı denemelerinde, Actigard, Messenger, ISR-2000 ve Crop-Set uygulaması yapılan biber bitkileri saksılardan kök bölgesi zedelenmeden çıkarılmış ve suyla yıkanmıştır. Bu bitkilerin kök ve gövdelerinden steril bir bistüri yardımıyla 3-5 mm uzunluğunda, yapraklarından ise 5 mm çapında kesitler alınmıştır. Enfekteli dokular önce karanlıkta 15-25 dak. süreyle DAB çözeltisi içerisinde bekletilmiş, ardından bitki dokularından klorofilin uzaklaştırılması için metanol içerisinde bir gece süreyle bekletilmiştir. Beyazlaşan doku örnekleri, kloral hidrat (2.5 g/ml) içerisinde en az 24 saat bekletilerek dokuların saydamlaşması sağlanmıştır. Metanol yardımıyla klorofil uzaklaştırılarak kloral hidrat ile temizlenen dokular steril bir lam üzerine alınarak, üzerine birkaç damla % 50'lik gliserol çözeltisi damlatılmış ve lamel kapatılarak örnek preparatları hazırlanmıştır. Dayanıklılığın uyarıldığı yerlerde kahverengi renk değişimleri gözlemlenmiştir. Boyanmış dokuların 3-5 saat içerisinde renklerini kaybetmeleri nedeni ile boyama işlemini takiben örnekler ışık mikroskobu altında zaman kaybetmeden incelenmiştir.

### 3.2.12. İstatistiksel Değerlendirme

Araştırma, tesadüf parselleri deneme desenine göre her bir uygulama ve doz için 3 tekerrürlü (tekerrür başına 5 saksı, saksı başına 1 bitki) olarak yürütülmüştür.

Denemeden elde edilen verilere, JMP 7 istatistik programı kullanılarak tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Dozlar ve uygulamalar arasındaki farklılığın belirlenmesinde LSD testi ( $P \leq 0.05$ ) kullanılmıştır.



## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

### 4.1. Bitki Materyallerinde Mekanik İnokulasyon Sonrasında Oluşan Simptomlar

Mekanik inokulasyon çalışmaları sonucunda Çizelge 4.1’de verilen tüm bitki türleri için PVY belirtileri mekanik inokulasyon sonrasında 12-20 gün içerisinde gözlemlenmiştir. PVY, *N. tabacum* bitkileri üzerinde yaprak deformasyonu, kloroz (Şekil 4.1), bitkide gelişme geriliği, yaprakların aşağı doğru kıvrılması şeklinde şekil bozuklukları (Şekil 4.2) meydana getirmiştir. *N. tabacum* bitkisine yapılan mekanik virüs inokulasyonu sonucunda belirtiler 3 hafta sonra gözlemlenmiştir. *D. stramonium* bitkisinde PVY belirtileri mekanik inokulasyondan 12 gün sonra belirgin hale gelmiş ve yapraklarda yoğun klorotik lokal lezyonlar meydana getirmiştir (Şekil 4.3). *S. melongena* bitkisinde, PVY inokulasyonunu takiben belirtiler 20 gün sonunda gözlemlenmiş ve yaprak yüzeyinde klorotik lokal lezyon belirtileri meydana getirmiştir (Şekil 4.4). *L. esculentum*’da kloroz belirtileri 15 gün sonra saptanmıştır (Şekil 4.5). *C. annuum*’da belirtiler 13. günde gözlemlenmiş ve deformasyon (Şekil 4.7), şiddetli mozaik (Şekil 4.6.ve Şekil 4.8), kloroz ve damar açılması şeklinde belirtiler saptanmıştır (Şekil 4.9). Mekanik inokulasyon çalışmalarında, *C. murale* bitkisinde herhangi bir belirtilin oluşumu gözlenmemiştir. Mekanik inokulasyon çalışmaları sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.1’de verilmiştir.

**Çizelge 4.1.** Mekanik inokulasyon çalışmalarında test bitkilerinde gözlenen belirtiler

Bitki	Tür Adı	Belirti
Tütün	<i>Nicotiana tabacum</i> var. Samsun	CLL, D, GG
Şeytan Elması	<i>Datura stramonium</i>	CLL
Patlıcan	<i>Solanum melongena</i>	CLL
Sirken	<i>Chenopodium murale</i>	0
Domates	<i>Lycopersicon esculentum</i>	K
Biber	<i>Capsicum annuum</i>	M, D, CLL, DA

**CLL:** Klorotik Lokal Lezyon, **D:** Yaprak Deformasyonu, **GG:** Gelişme Geriliği, **0:** Belirtisiz, **K:** Kloroz, **M:** Mozaik, **DA:** Damar Açılması



**Şekil 4.1.** *Nicotiana tabacum* yapraklarında klorotik lokal lezyon ve yapraklarda deformasyon



**Şekil 4.2.** *Nicotiana tabacum* yapraklarında aşağı doğru kıvrılma ve gelişme geriliği



**Şekil 4.3.** *Datura stramonium* yaprağında klorotik lokal lezyonlar



**Şekil 4.4.** *Solanum melongena* yaprağında klorotik lokal lezyonlar



**Şekil 4.5.** *Lycopersicon esculentum* yapraklarında damar açılması ve kloroz



**Şekil 4.6.** *Capsicum annuum* yaprağında mozaik belirtileri





**Şekil 4.7.** *Capsicum annuum* yapraklarında kıvrıcıklanma ve damar açılması



**Şekil 4.8.** *Capsicum annuum* yapraklarında mozaikleşme



**Şekil 4.9.** *Capsicum annum* yaprağında damar açılması

## **4.2. Bitki Aktivatörlerinin Simptom Çıkış Süresi Üzerine Etkisi**

### **4.2.1. Actigard'ın Simptom Çıkış Süresi Üzerine Etkisi**

Actigard uygulamasının simptom çıkış süresi üzerine etkisi incelendiğinde, 72 saat uygulamalarında Actigard'ın en yüksek iki dozu (0.17 g/l ve 0.34 g/l)'nun simptom çıkış sürelerini kontrol pozitifine göre geciktirdiği saptanmıştır. Actigard'ın 72 saat uygulamasında kullanılan en yüksek doz (0.34 g/l) simptom çıkış süresi üzerinde etkili bulunmuştur. Actigard'ın 96 saat uygulama dozlarının tamamı kontrol pozitifine göre etkili olmuş ve simptom çıkış süresini geciktirmiştir. Actigard'ın hem 72 hem de 96 saatlik uygulamalarında en etkili dozun 0.34 g/l olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

**Çizelge 4.2.** Actigard'ın simptom çıkış süresi üzerine etkisi

Doz (g/l)	Simptom Çıkış Süresi (Gün)	
	72 Saat	96 Saat
0 (Kontrol Pozitif)	14.13 c *	14.13 d
0.04	15.06 bc	15.33 c
0.08	15.40 bc	16.13 bc
0.17**	16.13 b	16.93 b
0.34	24.86 a	21.00 a

\*İstatistiki analizlerde tüm sütunlar kendi içerisinde LSD ( $P \leq 0.05$ ) testine göre değerlendirilmiştir.

\*\*Önerilen Doz

#### 4.2.2. Messenger'ın Simptom Çıkış Süresi Üzerine Etkisi

Messenger'ın simptom çıkış süresi üzerine etkisi incelendiğinde, 72 saatlik uygulamalarda Messenger'ın 0.15, 0.3, 0.6 ve 1.2 g/l dozları kontrol pozitifine göre simptom çıkışını önemli ölçüde geciktirmiştir. Messenger'ın 72 saat uygulamalarında 0.3, 0.6 ve 1.2 g/l dozları arasında ise istatistiki açıdan bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Messenger'ın 96 saatlik uygulama dozları kendi içerisinde kıyaslandığında 0.15, 0.3, 0.6 ve 1.2 g/l dozları kontrol pozitifine göre istatistiksel olarak etkili olmuş ve simptom çıkış süresini geciktirmiştir. Her iki uygulamada da 0.075 g/l dozunun simptom çıkışı süresi üzerine herhangi bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).

**Çizelge 4.3.** Messenger'ın simptom çıkış süresi üzerine etkisi

Doz (g/l)	Simptom Çıkış Süresi (Gün)	
	72 Saat	96 Saat
0 (Kontrol Pozitif)	14.13 c *	14.13 b
0.075	14.93 bc	16.06 ab
0.15**	17.46 b	16.33 a
0.3	23.53 a	17.73 a
0.6	23.93 a	17.13 a
1.2	26.40 a	17.66 a

\*İstatistiki analizlerde tüm sütunlar kendi içerisinde LSD ( $P \leq 0.05$ ) testine göre değerlendirilmiştir.

\*\*Önerilen Doz

#### 4.2.3. ISR-2000'in Simptom Çıkış Süresi Üzerine Etkisi

ISR-2000'in simptom çıkış süresi üzerine etkisi incelendiğinde, sadece 96 saat uygulamasındaki 0.25 ml/l dozu hariç, hem 72 hem de 96 saat uygulamalarının tüm dozları simptom çıkış süresini, kontrol pozitifine göre geciktirdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. ISR-2000'in simptom çıkış süresi üzerine etkisi

Doz (ml/l)	Simptom Çıkış Süresi (Gün)	
	72 Saat	96 Saat
0 (Kontrol Pozitif)	14.13 b*	14.13 c
0.25	15.33 a	14.60 c
0.5	16.20 a	16.73 b
1**	15.80 a	17.06 b
2	15.86 a	17.40 b
4	16.00 a	22.13 a

\*İstatistiki analizlerde tüm sütunlar kendi içerisinde LSD ( $P \leq 0.05$ ) testine göre değerlendirilmiştir.

\*\*Önerilen Doz

#### 4.2.4. Crop-Set'in Simptom Çıkış Süresi Üzerine Etkisi

Crop-Set'in simptom çıkış süresi üzerine etkisi incelendiğinde, 72 saatte sadece 0.6 ve 1.2 ml/l dozları, 96 saatte ise sadece 1.2 ml/l dozu, kontrol pozitifine göre istatistiksel olarak önemli ölçüde simptom çıkış süresini geciktirdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Crop-Set'in simptom çıkış süresi üzerine etkisi

Doz (ml/l)	Simptom Çıkış Süresi (Gün)	
	72 Saat	96 Saat
0 (Kontrol Pozitif)	14.13 c*	14.13 b
0.15	14.46 c	14.26 b
0.3	14.80 bc	15.13 b
0.6**	15.93 ab	14.93 b
1.2	16.06 a	17.33 a

\*İstatistiki analizlerde tüm sütunlar kendi içerisinde LSD ( $P \leq 0.05$ ) testine göre değerlendirilmiştir.

\*\*Önerilen Doz

#### **4.2.5. Bitki Aktivatörlerinin Simptom Çıkış Süresi Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması**

Bitki aktivatörlerinin simptom çıkış süresi üzerine etkileri karşılaştırıldığında, 72 saat uygulamalarında, Actigard'ın en yüksek dozu (0.34 g/l) ve Messenger'ın 0.15, 0.3, 0.6 ve 1.2 g/l dozları, kontrol pozitifine göre istatistiksel olarak farklı çıkmış ve bu dozların ortalama simptom çıkış süresini önemli ölçüde geciktirdiği tespit edilmiştir. Simptom çıkış süresi üzerine etkilerin karşılaştırıldığı 96 saat uygulamalarında, Messenger'ın tüm dozları, Actigard'ın en yüksek üç dozu (0.08, 0.17 ve 0.34 g/l), ISR-2000'in 0.25 ml/l dozu hariç kullanılan diğer dozları ve Crop-Set'in en yüksek dozu (1.2 ml/l), kontrol pozitifine göre istatistiksel olarak ortalama simptom çıkış süresini önemli ölçüde geciktirdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.6).

**Çizelge 4.6.** Bitki aktivatörlerinin simptom çıkış süresi üzerine etkilerinin karşılaştırılması

Uygulama ve Doz	Simptom Çıkış Süresi (Gün)	
	72 Saat	96 Saat
0 (Kontrol Pozitif)	14.13 d*	14.13 g
Actigard (g/l)		
0.04	15.06 d	15.33 defg
0.08	15.40 cd	16.13 cde
0.17**	16.13 cd	16.93 bc
0.34	24.86 ab	21.00 a
Messenger (g/l)		
0.075	14.93 d	16.06 cdef
0.15**	17.46 c	16.33 bcde
0.3	23.53 b	17.73 bc
0.6	23.93 b	17.13 bc
1.2	26.40 a	17.66 b
ISR-2000 (ml/l)		
0.25	15.33 cd	14.60 fg
0.5	16.20 cd	16.73 bcd
1**	15.80 cd	17.06 bc
2	15.86 cd	17.40 bc
4	16.00 cd	22.13 a
Crop-Set (ml/l)		
0.15	14.46 d	14.26 g
0.3	14.80 d	15.13 efg
0.6**	15.93 cd	14.93 efg
1.2	16.06 cd	17.33 bc

\*İstatistik analizlerde tüm sütunlar kendi içerisinde LSD ( $P \leq 0.05$ ) testine göre değerlendirilmiştir.

\*\*Önerilen Doz

### 4.3. Bitki Aktivatörlerinin Bitki Boyu Üzerine Etkileri

#### 4.3.1. Actigard'ın Bitki Boyu Üzerine Etkisi

Actigard'ın bitki boyu üzerine etkisi incelendiğinde, hem 72 ve hem de 96 saatlik uygulamasında kullanılan en yüksek doz (0.34 g/l), bitki boyu üzerine istatistiksel olarak önemli düzeyde etki ettiği ve bitki boyunda artışa neden olduğu tespit edilmiştir. Actigard'ın 72 saat uygulamasında 0.08 g/l ve 0.17 g/l dozları ile kontrol pozitif arasında istatistiksel olarak herhangi bir fark tespit edilmemiş, ancak 0.04 g/l dozunun,

kontrol pozitifine göre bitki boyunda kısalmaya neden olduğu tespit edilmiştir. Actigard'ın 96 saat uygulamasında kullanılan 0.04, 0.08 ve 0.17 g/l dozlarının, kontrol pozitifine göre bitki boyunda kısalmaya neden olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.7).

**Çizelge 4.7.** Actigard'ın bitki boyu üzerine etkisi

Doz (g/l)	Bitki Boyu (cm)	
	72 Saat	96 Saat
0 (Kontrol Negatif)	21.46 a*	21.46 b
0 (Kontrol Pozitif)	17.73 b	17.73 c
0.04	15.33 c	15.06 d
0.08	16.13 bc	15.40 d
0.17**	16.93 bc	16.13 d
0.34	21.00 a	24.86 a

\*İstatistikî analizlerde tüm sütunlar kendi içerisinde LSD (P≤0.05) testine göre değerlendirilmiştir.

\*\*Önerilen Doz

#### 4.3.2. Messenger'ın Bitki Boyu Üzerine Etkisi

Messenger'ın bitki boyu üzerine etkisi incelendiğinde, sadece 72 saat uygulamasındaki 1.2 g/l dozu hariç, hem 72 hem de 96 saat uygulamalarının tüm dozları, kontrol pozitifine göre bitki boyu üzerine istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.8).

**Çizelge 4.8.** Messenger'ın bitki boyu üzerine etkisi

Doz (g/l)	Bitki Boyu (cm)	
	72 Saat	96 Saat
0 (Kontrol Negatif)	21.46 a*	21.46 a
0 (Kontrol Pozitif)	17.73 d	17.73 b
0.075	21.10 ab	21.66 a
0.15**	19.66 bc	21.66 a
0.3	19.63 bc	21.50 a
0.6	19.50 bc	21.06 a
1.2	19.30 cd	20.73 a

\*İstatistikî analizlerde tüm sütunlar kendi içerisinde LSD (P≤0.05) testine göre değerlendirilmiştir.

\*\*Önerilen Doz

#### 4.3.3. ISR-2000'in Bitki Boyu Üzerine Etkisi

ISR-2000'in bitki boyu üzerine etkisi incelendiğinde, sadece 96 saat uygulamasındaki 0.25 ml/l dozu hariç, hem 72 hem de 96 saat uygulamalarında kullanılan tüm dozların bitki boyu üzerine etkisi, kontrol pozitifine göre istatistiksel olarak önemli bulunmuş ve bitki boyunda artışa neden olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. ISR-2000'in bitki boyu üzerine etkisi

Doz (ml/l)	Bitki Boyu (cm)	
	72 Saat	96 Saat
0 (Kontrol Negatif)	21.46 ab*	20.46 a
0 (Kontrol Pozitif)	17.73 c	17.73 b
0.25	19.83 b	19.66 ab
0.5	21.06 ab	20.76 a
1**	21.00 ab	20.36 a
2	21.83 a	21.03 a
4	21.23 ab	20.50 a

\*İstatistiksel analizlerde tüm sütunlar kendi içerisinde LSD ( $P \leq 0.05$ ) testine göre değerlendirilmiştir.

\*\*Önerilen Doz

#### 4.3.4. Crop-Set'in Bitki Boyu Üzerine Etkisi

Crop-Set uygulamasının bitki boyu üzerine etkisi incelendiğinde, hem 72 hem de 96 saat uygulamalarında kullanılan dozlar ile kontrol pozitif arasında istatistiksel olarak herhangi bir fark tespit edilmemiştir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. Crop-Set'in bitki boyu üzerine etkisi

Doz (ml/l)	Bitki Boyu (cm)	
	72 Saat	96 Saat
0 (Kontrol Negatif)	21.46 a*	21.46 a
0 (Kontrol Pozitif)	17.73 bc	17.73 bc
0.15	16.60 c	16.93 bc
0.3	19.03 b	18.16 b
0.6**	18.86 b	15.70 c
1.2	17.73 bc	16.60 bc

\*İstatistiksel analizlerde tüm sütunlar kendi içerisinde LSD ( $P \leq 0.05$ ) testine göre değerlendirilmiştir.

\*\*Önerilen Doz



#### 4.3.5. Bitki Aktivatörlerinin Bitki Boyu Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması

Bitki aktivatörlerinin bitki boyu üzerine etkileri karşılaştırıldığında, Messenger ve ISR-2000 bitki aktivatörlerinin hem 72 hem de 96 saat uygulamalarında kullanılan tüm dozlar istatistiki olarak önemli bulunurken, Actigard'ın 72 ve 96 saat uygulamalarında yalnızca 0.34 g/l dozunun bitki boyu üzerine olumlu etkiye neden olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.11).

**Çizelge 4.11.** Bitki aktivatörlerinin bitki boyu üzerine etkilerinin karşılaştırılması

Uygulama ve Doz	Bitki Boyu (cm)	
	72 Saat	96 Saat
0 (Kontrol Negatif)	21.46 a*	21.46 b
0 (Kontrol Pozitif)	17.73 fg	17.73 ef
Actigard (g/l)		
0.04	15.33 i	15.06 h
0.08	16.13 hi	15.40 gh
0.17**	16.93 gh	16.13 fgh
0.34	21.00 abcd	24.86 a
Messenger (g/l)		
0.075	21.10 abc	21.66 b
0.15**	19.66 cde	21.66 b
0.3	19.63 de	21.50 b
0.6	19.30 e	21.06 bc
1.2	19.30 e	20.73 bc
ISR-2000 (ml/l)		
0.25	19.83 bcde	19.66 cd
0.5	21.06 abcd	20.76 bc
1**	21.00 abcd	21.36 bc
2	21.83 a	21.03 bc
4	21.23 ab	20.50 bc
Crop-Set (ml/l)		
0.15	16.60 ghi	16.93 efg
0.3	19.03 ef	18.16 de
0.6**	18.86 ef	15.70 gh
1.2	17.73 fg	16.60 efgh

\*İstatistiki analizlerde tüm sütunlar kendi içerisinde LSD ( $P \leq 0.05$ ) testine göre değerlendirilmiştir.

\*\*Önerilen Doz

#### 4.4. Bitki Aktivatörlerinin Yaprak Alanı Üzerine Etkileri

##### 4.4.1. Actigard'ın Yaprak Alanı Üzerine Etkisi

Actigard'ın yaprak alanı üzerine etkisi incelendiğinde, 72 saat uygulamalarında kullanılan tüm dozlar, istatistiksel olarak önemli ölçüde etki ettiği ve yaprak alanında artışa neden olduğu tespit edilmiştir. Actigard'ın 72 saatlik uygulamaların yaprak alanı üzerindeki etki düzeyine baktığımızda ise en iyi sonuç 0.04 g/l dozunda elde edilmiştir. Actigard'ın 96 saatlik uygulamasında kullanılan tüm dozlar istatistiki açıdan önemli ve yaprak alanını arttırıcı etkide bulunmuştur (Çizelge 4.12).

**Çizelge 4.12.** Actigard'ın yaprak alanı üzerine etkisi

Doz (g/l)	Yaprak Alanı (cm <sup>2</sup> )	
	72 Saat	96 Saat
0 (Kontrol Negatif)	17.05 b*	17.05 b
0 (Kontrol Pozitif)	12.81 c	12.81 c
0.04	19.86 a	22.54 a
0.08	15.82 b	22.28 a
0.17**	15.30 b	21.15 a
0.34	15.63 b	21.44 a

\*İstatistiki analizlerde tüm sütunlar kendi içerisinde LSD (P≤0.05) testine göre değerlendirilmiştir.

\*\*Önerilen Doz

##### 4.4.2. Messenger'ın Yaprak Alanı Üzerine Etkisi

Messenger uygulamasının yaprak alanı üzerine etkisi incelendiğinde, 72 saat uygulamasında kullanılan dozlardan yalnızca 0.075 g/l dozu istatistiksel açıdan önemli bulunmuş ve 72 saat uygulaması içerisinde yer alan diğer dozların, kontrol pozitifine göre yaprak alanını arttırmada herhangi bir etkilerinin olmadığı belirlenmiştir. Messenger'ın 96 saat uygulamasında kullanılan tüm dozların, yaprak alanını arttırmada istatistiksel olarak etkili olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.13).

**Çizelge 4.13.** Messenger'ın yaprak alanı üzerine etkisi

Doz (g/l)	Yaprak Alanı (cm <sup>2</sup> )	
	72 Saat	96 Saat
0 (Kontrol Negatif)	17.05 a*	17.05 a
0 (Kontrol Pozitif)	12.81 cd	12.81 c
0.075	14.73 b	16.73 a
0.15**	13.36 bcd	17.80 a
0.3	13,54 c	16.36 ab
0.6	13.31 bcd	14.83 b
1.2	11.75 d	14.76 b

\*İstatistik analizlerde tüm sütunlar kendi içerisinde LSD (P≤0.05) testine göre değerlendirilmiştir.

\*\*Önerilen Doz

#### 4.4.3. ISR-2000'in Yaprak Alanı Üzerine Etkisi

ISR-2000'in yaprak alanı üzerine etkisi incelendiğinde, 72 saat uygulamasında kullanılan tüm dozların yaprak alanı üzerine etkisi ile kontrol pozitif arasında istatistiksel olarak herhangi bir fark tespit edilmemiştir. ISR-2000'in 96 saat uygulamalarında ise 0.25 ml/l ve 0.5 ml/l dozları, kontrol pozitifine göre, yaprak alanını arttırmada etkili olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.14).

**Çizelge 4.14.** ISR-2000'in yaprak alanı üzerine etkisi

Doz (ml/l)	Yaprak Alanı (cm <sup>2</sup> )	
	72 Saat	96 Saat
0 (Kontrol Negatif)	17.05 a*	17.05 a
0 (Kontrol Pozitif)	12.81 bc	12.81 b
0.25	13.56 bc	16.56 a
0.5	14.16 b	18.07 a
1**	13.95 bc	14.00 b
2	12.31 bc	12.42 b
4	12.55 bc	12.82 b

\*İstatistik analizlerde tüm sütunlar kendi içerisinde LSD (P≤0.05) testine göre değerlendirilmiştir.

\*\*Önerilen Doz

#### 4.4.4. Crop-Set'in Yaprak Alanı Üzerine Etkisi

Crop-Set'in yaprak alanı üzerine etkisi incelendiğinde, 72 saat uygulamasında 0.6 ml/l ve 1.2 ml/l dozlarının yaprak alanı üzerine etkisi ile kontrol pozitif arasında istatistiksel olarak herhangi bir fark tespit edilmemiş, ancak 0.15 ml/l ve 0.3 ml/l dozlarının ortalama yaprak alanını azalttığı tespit edilmiştir. Crop-Set'in 96 saat uygulamasında kullanılan dozlarda yaprak alanını artırıcı bir etki belirlenmemiştir (Çizelge 4.15).

**Çizelge 4.15.** Crop-Set'in yaprak alanı üzerine etkisi

Doz (ml/l)	Yaprak Alanı (cm <sup>2</sup> )	
	72 Saat	96 Saat
0 (Kontrol Negatif)	17.05 a*	17.05 a
0 (Kontrol Pozitif)	12.81 bc	12.81 bc
0.15	10.70 de	11.03 cd
0.3	10.40 e	10.69 d
0.6**	14.64 b	12.75 bc
1.2	12.54 cd	13.94 b

\*İstatistiki analizlerde tüm sütunlar kendi içerisinde LSD (P≤0.05) testine göre değerlendirilmiştir.

\*\*Önerilen Doz

#### 4.4.5. Bitki Aktivatörlerinin Yaprak Alanı Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması

Bitki aktivatörlerinin yaprak alanı üzerine etkileri karşılaştırıldığında, 72 saat uygulamalarında Actigard'ın tüm dozları ve Messenger'ın 0.075 g/l dozu önemli bulunurken, 96 saat uygulamalarında Actigard ve Messenger için kullanılan tüm dozlar yaprak alanı üzerine olumlu etkiye neden oldukları belirlenmiştir. Crop-Set, yalnızca 72 saat uygulamasında 0.6 ml/l dozunda yaprak alanı üzerine etkili bulunmuştur. ISR-2000 ise yalnızca 96 saat uygulamasında 0.25 ml/ ve 0.5 ml/l dozları, yaprak alanı üzerine etkili bulunmuştur (Çizelge 4.16).

**Çizelge 4.16.** Bitki aktivatörlerinin yaprak alanı üzerine etkilerinin karşılaştırılması

Uygulama ve Doz	Yaprak Alanı (cm <sup>2</sup> )	
	72 Saat	96 Saat
0 (Kontrol Negatif)	17.05 b*	17.05 b
0 (Kontrol Pozitif)	12.81 ghi	12.81 ef
Actigard (g/l)		
0.04	19.86 a	22.54 a
0.08	15.82 bc	22.28 a
0.17**	15.30 bcde	21.15 a
0.34	15.63 bcd	21.44 a
Messenger (g/l)		
0.075	14.73 cdef	16.73 b
0.15**	13.36 fgghi	17.80 b
0.3	13.54 efghi	16.36 bc
0.6	13.31 fgghi	14.83 cd
1.2	11.75 ijk	14.76 cd
ISR-2000 (ml/l)		
0.25	13.56 efghi	16.56 bc
0.5	14.16 cdefgh	18.07 b
1**	13.95 defgh	14.00 de
2	12.31 hij	12.42 efg
4	12.55 ghi	12.82 ef
Crop-Set (ml/l)		
0.15	10.70 jk	11.03 fg
0.3	10.40 k	10.69 g
0.6**	14.64 cdef	12.75 ef
1.2	12.54 ghi	13.94 de

\*İstatistiki analizlerde tüm sütunlar kendi içerisinde LSD (P≤0.05) testine göre değerlendirilmiştir.

\*\*Önerilen Doz

## 4.5. Bitki Aktivatörlerinin Kök Uzunluğu Üzerine Etkileri

### 4.5.1. Actigard'ın Kök Uzunluğu Üzerine Etkisi

Actigard'ın kök uzunluğu üzerine etkisi incelendiğinde, 72 saat uygulamasında 0.04, 0.08 ve 0.17 g/l dozları, kontrol pozitif ile karşılaştırıldıklarında istatistiksel açıdan bir fark olmadığı belirlenmiştir. Actigard'ın 72 saat uygulamasında en yüksek doz (0.34 g/l), kontrol pozitifine göre kök uzunluğunu azaltmıştır. Actigard'ın 96 saat uygulamasında 0.04, 0.08 ve 0.34 g/l dozlarının, kontrol pozitif ile karşılaştırıldıklarında kök uzunluğunu azalttığı belirlenmiştir (Çizelge 4.17).

**Çizelge 4.17.** Actigard'ın kök uzunluğu üzerine etkisi

Doz (g/l)	Kök Uzunluğu (cm)	
	72 Saat	96 Saat
0 (Kontrol Negatif)	30.86 a*	30.86 a
0 (Kontrol Pozitif)	27.46 b	27.46 b
0.04	25.03 bc	23.63 c
0.08	25.13 bc	23.73 c
0.17**	25.46 bc	24.83 bc
0.34	23.70 c	24.26 c

\*İstatistikî analizlerde tüm sütunlar kendi içerisinde LSD ( $P \leq 0.05$ ) testine göre değerlendirilmiştir.

\*\*Önerilen Doz

### 4.5.2. Messenger'ın Kök Uzunluğu Üzerine Etkisi

Messenger uygulamasının kök uzunluğu üzerine etkisi incelendiğinde, 72 saat uygulamasında 0.075 g/l ve 0.6 g/l dozları, kontrol pozitif ile karşılaştırıldıklarında kök uzunluğu açısından bir fark olmadığı ancak diğer dozların (0.15, 0.3 ve 1.2 g/l) kök uzunluğunda azalmaya neden olduğu görülmüştür. Messenger'ın 96 saat uygulamasında kullanılan dozlar, kontrol pozitif ile karşılaştırıldıklarında istatistiksel açıdan bir fark olmadığı bulunmuştur (Çizelge 4.18).

**Çizelge 4.18.** Messenger'ın kök uzunluğu üzerine etkisi

Doz (g/l)	Kök Uzunluğu (cm)	
	72 Saat	96 Saat
0 (Kontrol Negatif)	30.86 a *	30.86 a
0 (Kontrol Pozitif)	27.46 b	27.46 bc
0.075	25.10 bc	30.26 ab
0.15**	23.63 cd	28.53 abc
0.3	22.06 d	27.96 abc
0.6	24.76 bcd	29.56 abc
1.2	24.30 cd	27.10 c

\*İstatistiki analizlerde tüm sütunlar kendi içerisinde LSD ( $P \leq 0,05$ ) testine göre değerlendirilmiştir.

\*\*Önerilen Doz

#### 4.5.3. ISR-2000'in Kök Uzunluğu Üzerine Etkisi

ISR-2000 uygulamasının kök uzunluğu üzerine etkisi incelendiğinde, hem 72 hem de 96 saat uygulamalarında kullanılan tüm dozlar kontrol pozitif ile karşılaştırıldıklarında istatistiksel açıdan bir fark gözlemlenmemiştir (Çizelge 4.19).

**Çizelge 4.19.** ISR-2000'in kök uzunluğu üzerine etkisi

Doz (ml/l)	Kök Uzunluğu (cm)	
	72 Saat	96 Saat
0 (Kontrol Negatif)	30.86 a *	30.86 a
0 (Kontrol Pozitif)	27.46 b	27.46 bc
0.25	28.26 ab	28.16 bc
0.5	27.53 b	28.40 ab
1**	26.40 b	25.23 c
2	27.56 b	25.46 c
4	27.86 b	26.26 bc

\*İstatistiki analizlerde tüm sütunlar kendi içerisinde LSD ( $P \leq 0,05$ ) testine göre değerlendirilmiştir.

\*\*Önerilen Doz

#### 4.5.4. Crop-Set'in Kök Uzunluğu Üzerine Etkisi

Crop-Set uygulamasının kök uzunluğu üzerine etkisi incelendiğinde, 72 saat uygulamalarından sadece 0.6 ml/l dozunun, kök uzunluğunu arttırdığı diğer dozların, kontrol pozitif ile aynı grupta yer aldığı belirlenmiştir. Crop-Set'in 96 saat dozları, kontrol pozitive göre, istatistiki açıdan farklı bulunmamış ve kök uzunluğu üzerine olumsuz bir etki gözlemlenmemiştir (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20. Crop-Set'in kök uzunluğu üzerine etkisi

Doz (ml/l)	Kök Uzunluğu (cm)	
	72 Saat	96 Saat
0 (Kontrol Negatif)	30.86 ab*	30.86 a
0 (Kontrol Pozitif)	27.46 c	27.46 a
0.15	26.63 c	29.86 a
0.3	27.93 bc	27.73 a
0.6**	32.80 a	27.43 a
1.2	28.46 bc	27.96 a

\*İstatistiki analizlerde tüm sütunlar kendi içerisinde LSD ( $P \leq 0.05$ ) testine göre değerlendirilmiştir.

\*\*Önerilen Doz

#### 4.5.5. Bitki Aktivatörlerinin Kök Uzunluğu Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması

Bitki aktivatörlerinin kök gelişimi üzerine etkileri karşılaştırıldığında; tüm aktivatörlerin tüm dozlarının 72 saatlik uygulamalarında, sadece Crop-Set'in 0.6 ml/l dozu kök gelişimini teşvik etmiş ve arttırmıştır. Diğer tüm uygulamalar kontrol pozitive göre etkisiz bulunmuştur. Benzer şekilde 96 saatlik uygulamalarda ise tüm bitki aktivatörlerinin tüm dozları kontrol pozitive göre kök gelişimi üzerine olumlu etkilerinin olmadığı, aksine çoğu dozun kök gelişimini azalttığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.21).



**Çizelge 4.21.** Bitki aktivatörlerinin kök uzunluğu üzerine etkilerinin karşılaştırılması

Uygulama ve Doz	Kök Uzunluğu (cm)	
	72 Saat	96 Saat
0 (Kontrol Negatif)	30.86 ab*	30.86 a
0 (Kontrol Pozitif)	27.46 cde	27.46 bcdefg
Actigard (g/l)		
0.04	25.03 efg	23.63 i
0.08	25.13 efg	23.73 i
0.17**	25.46 defg	24.83 ghi
0.34	23.70 gh	24.26 gi
Messenger (g/l)		
0.075	25.10 efg	30.26 ab
0.15**	23.63 gh	28.53 abcd
0.3	22.06 h	27.96 abcdef
0.6	24.76 fg	29.56 abc
1.2	24.30 fgh	27.10 cdefgh
ISR-2000 (ml/l)		
0.25	28.26 bc	27.16 cdefgh
0.5	27.53 cde	28.40 abcde
1**	26.40 cdef	25.23 fghi
2	27.56 cde	25.46 efghi
4	27.86 cd	26.26 defghi
Crop-Set (ml/l)		
0.15	26.63 cdef	29.86 abc
0.3	27.93 cd	27.73 bcdefg
0.6**	32.80 a	27.43 bcdefg
1.2	28.46 bc	27.96 abcdef

\*İstatistiki analizlerde tüm sütunlar kendi içerisinde LSD ( $P \leq 0.05$ ) testine göre değerlendirilmiştir.

\*\*Önerilen Doz

#### 4.6. Lignin Sentezinin Belirlenmesi

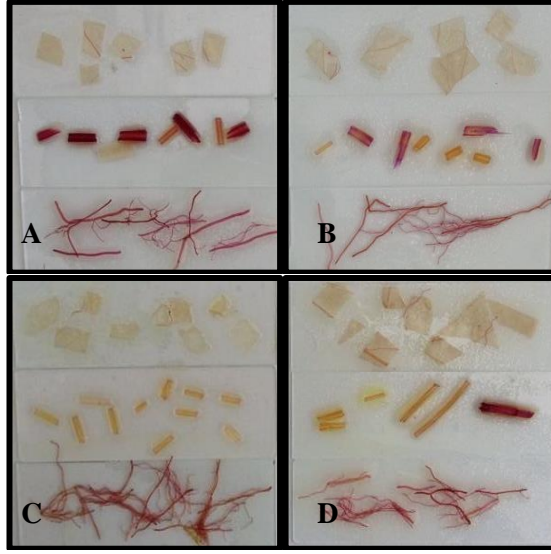
Dayanıklılığın uyarıldığı biber bitkilerinde, boyaması yapılan kök gövde ve yaprak dokularının incelenmesi sonucunda lignifikasyon dağılımında ve yoğunluğunda farklılıklar gözlenmiştir. Lignin sentezinin belirlenmesi çalışmalarında, 72 saat uygulamaları incelendiğinde, Actigard ve ISR-2000'in lignin boyamasının en fazla olduğu ve bunu sırasıyla Messenger ve Crop-Set'in izlediği gözlemlenmiştir. Doksanaltı saat uygulamaları incelendiğinde lignin boyamasının en fazla olduğu bitki aktivatörü Actigard'dır ve bunu sırasıyla Messenger, ISR-2000 ve Crop-Set'in izlediği belirlenmiştir. Uygulanan bütün bitki aktivatörlerinde, 72 ve 96 saat uygulamaları için lignin birikimi en fazla sırası ile kök, gövde ve yaprakta belirlenmiştir.

Actigard uygulaması yapılan bitkilerde, 72 saat uygulamasında 0.04 g/l dozu boyanma şiddeti en fazla olup bunu 0.08, 0.34 ve 0.17 g/l dozları izlemiştir (Şekil 4.10 ve Şekil 4.12). Actigard'ın 96 saatte 0.04, 0.17 ve 0.34 g/l dozları arasında lignin boyamasında bir fark görülmemiş olup, 0.08 g/l dozunda lignin boyamasının en belirgin olduğu tespit edilmiştir. Actigard uygulanan biber bitkilerinde 96 saat uygulamasında boyanma şiddetinin daha fazla olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.11 ve Şekil 4.13).

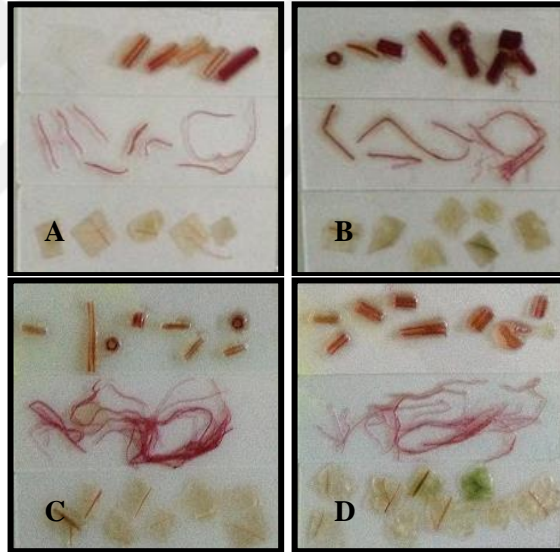
Messenger uygulaması yapılan bitkiler üzerine yapılan lignin boyama çalışmalarında 72 saat uygulamasında 1.2 g/l dozunda en fazla boyanma şiddeti görülürken (Şekil 4.14 ve Şekil 4.16), 96 saat uygulamasında kullanılan dozlar arasında, bitki dokularının boyanma şiddeti açısından belirgin bir fark gözlemlenmemiştir (Şekil 4.15 ve Şekil 4.17).

ISR-2000 uygulaması yapılan bitki dokularında 96 saat uygulamada 4 ml/l dozunda lignin boyamasının en yoğun olduğu belirlenmiş (Şekil 4.18 ve Şekil 4.20) ve 72 saat uygulaması dozları arasında belirgin bir fark saptanmamıştır (Şekil 4.19 ve Şekil 4.21).

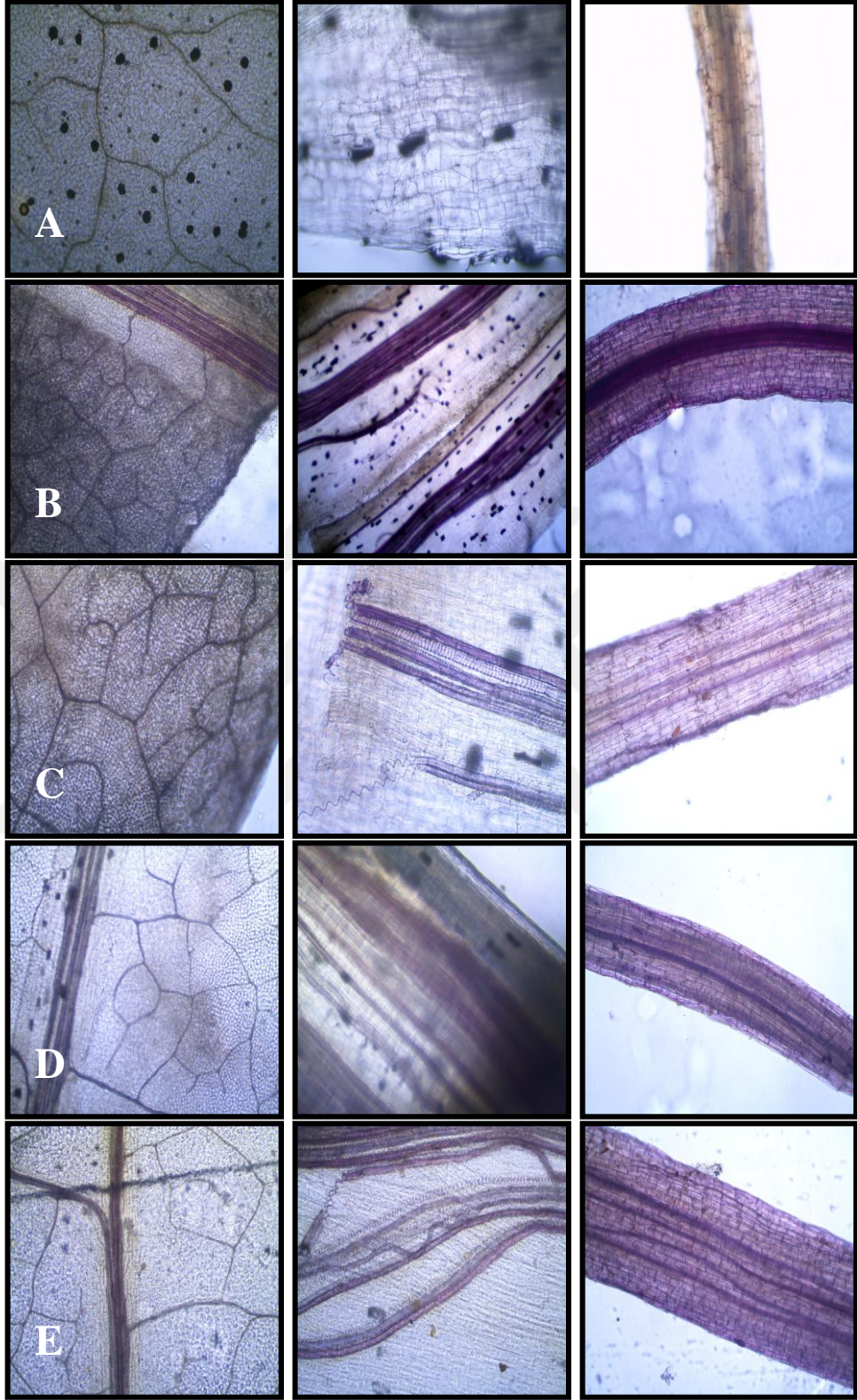
Crop-Set uygulaması yapılan bitkilerde 72 saat uygulamasında, tüm dozlarda eşit derece ve düşük lignin sentezi görülürken (Şekil 4.22 ve Şekil 4.24), 96 saat uygulamasında 0.6 ml/l ve 1.2 ml/l dozlarında lignin boyamasının en yoğun olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.23 ve Şekil 4.25).



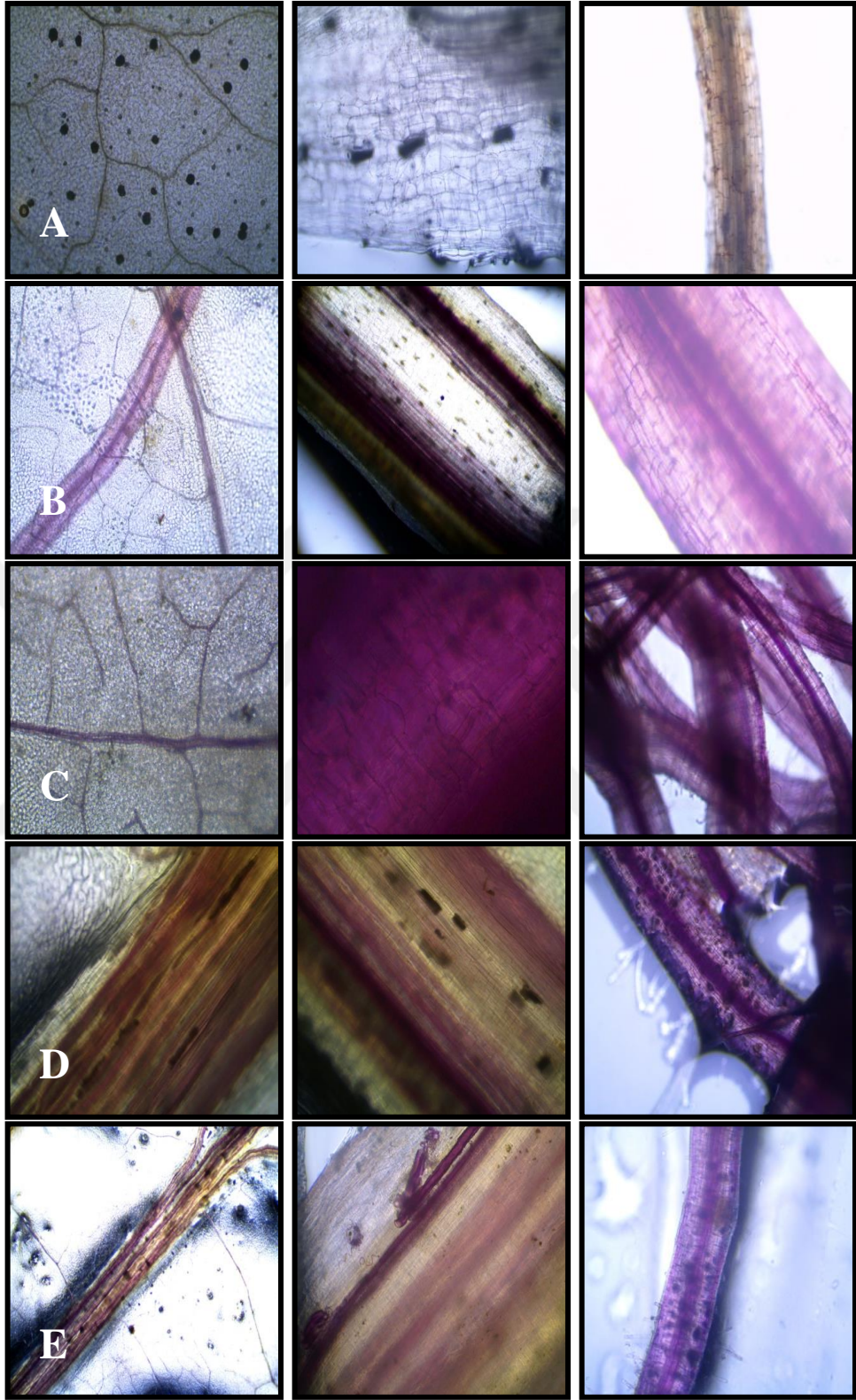
**Şekil 4.10.** Actigard uygulanan bitkilerde lignifikasyon 72 saat (**A:** 0.04 g/l dozu, **B:** 0.08 g/l, **C:** 0.17 g/l (önerilen doz), **D:** 0.34 g/l, sırası ile gövde-kök-yaprak)



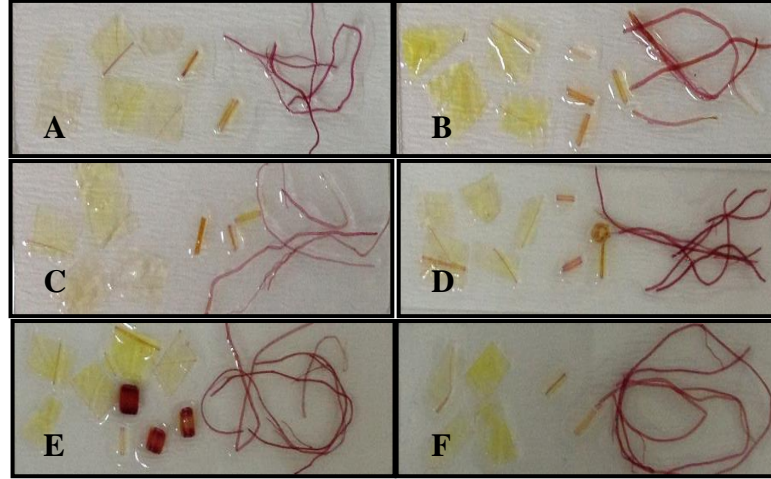
**Şekil 4.11.** Actigard uygulanan bitkilerde lignifikasyon 96 saat (**A:** 0.04 g/l, **B:** 0.08 g/l, **C:** 0.17 g/l (önerilen doz), **D:** 0.34 g/l, sırası ile gövde-kök-yaprak)



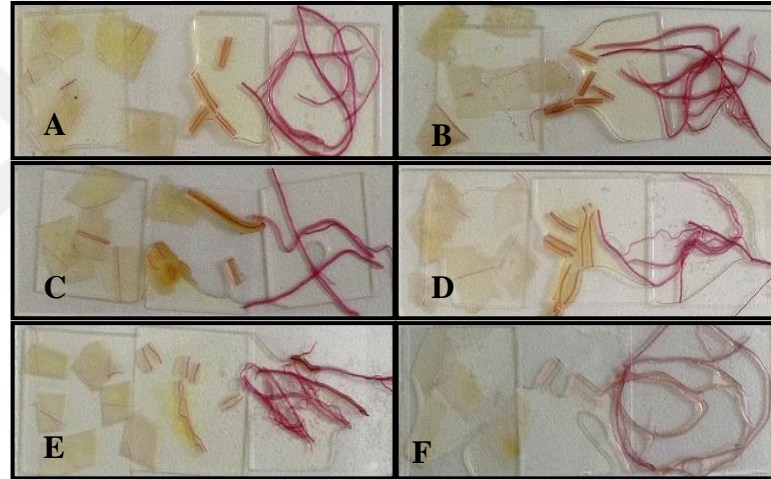
**Şekil 4.12.** Actigard uygulanan bitkilerde lignifikasyon 72 saat (**A:** Kontrol, **B:** 0.04 g/l, **C:** 0.08 g/l, **D:** 0.17 g/l (önerilen doz), **E:** 0.34 g/l, sırası ile yaprak-gövde-kök)



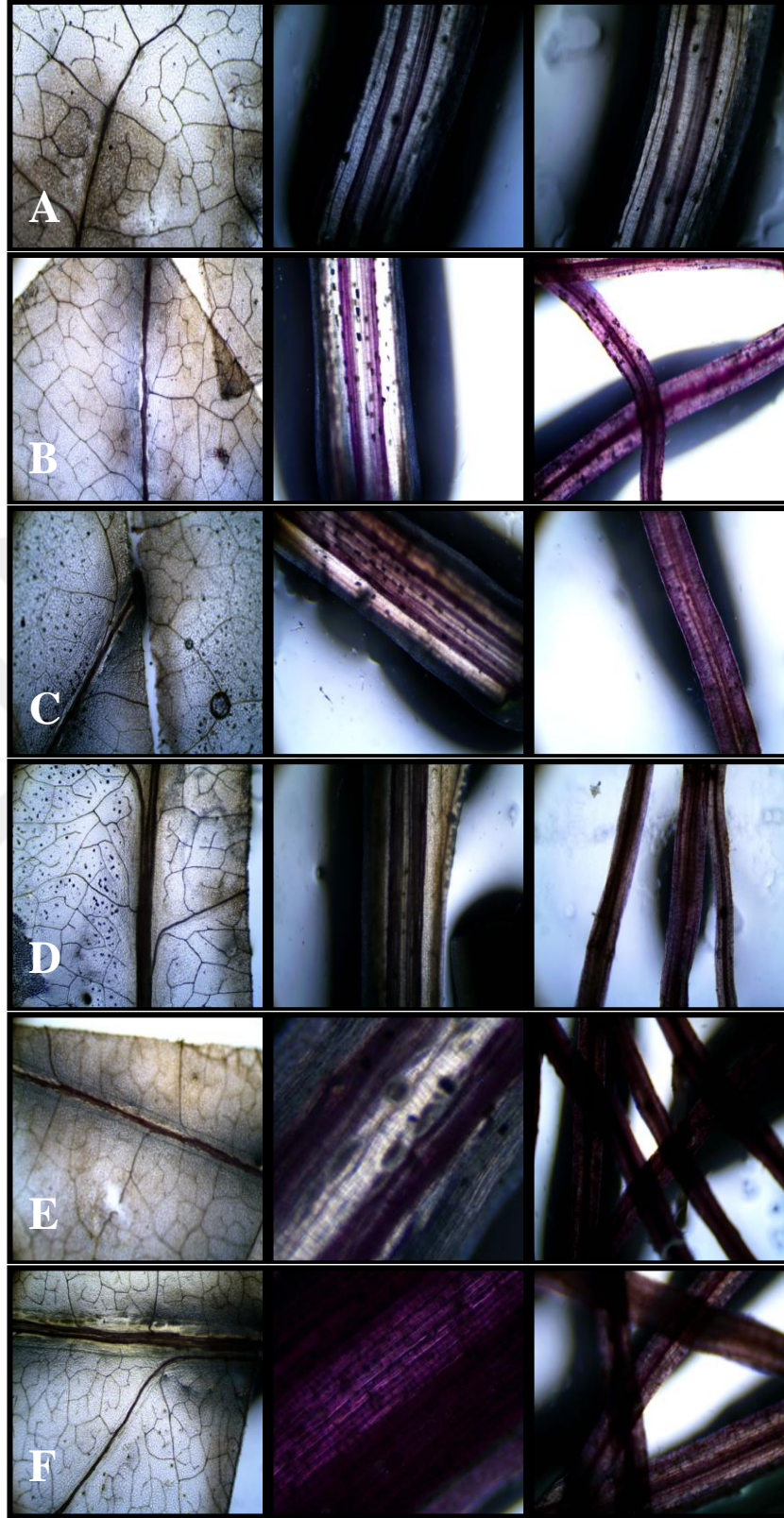
**Şekil 4.13.** Actigard uygulanan bitkilerde lignifikasyon 96 saat (**A:** Kontrol, **B:** 0.04 g/l, **C:** 0.08 g/l, **D:** 0.17 g/l (önerilen doz), **E:** 0.34 g/l, sırası ile yaprak-gövde-kök)



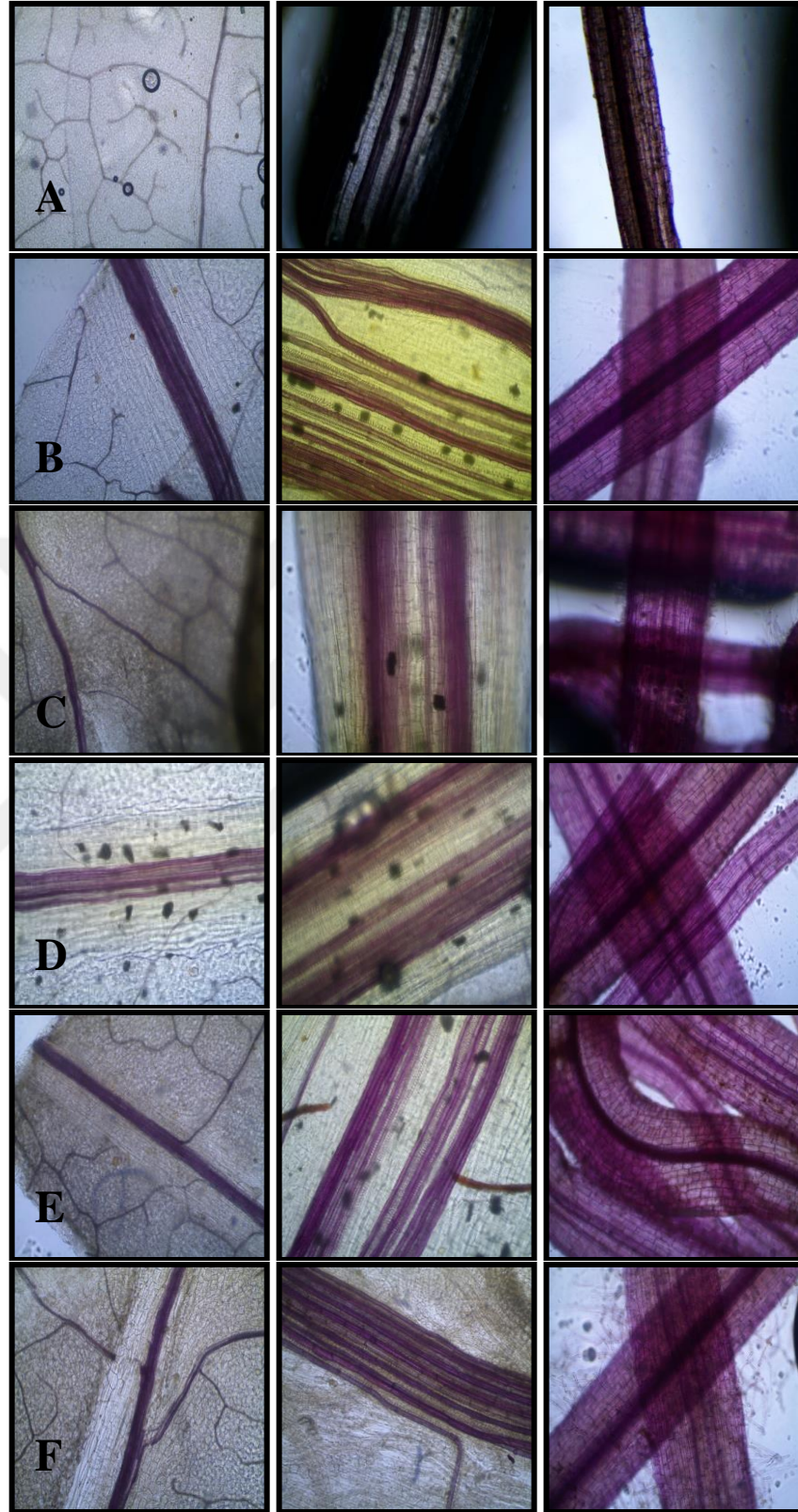
**Şekil 4.14** Messenger uygulanan bitkilerde lignifikasyon 72 saat (**A:** 0.075 g/l, **B:** 0.15 g/l (önerilen doz), **C:** 0.3 g/l, **D:** 0.6 g/l, **E:** 1.2 g/l, **F:** Kontrol, sırası ile yaprak-gövde-kök)



**Şekil 4.15.** Messenger uygulanan bitkilerde lignifikasyon 96 saat (**A:** 0.075 g/l, **B:** 0.15 g/l (önerilen doz), **C:** 0.3 g/l, **D:** 0.6 g/l, **E:** 1.2 g/l, **F:** Kontrol, sırası ile yaprak-gövde-kök)

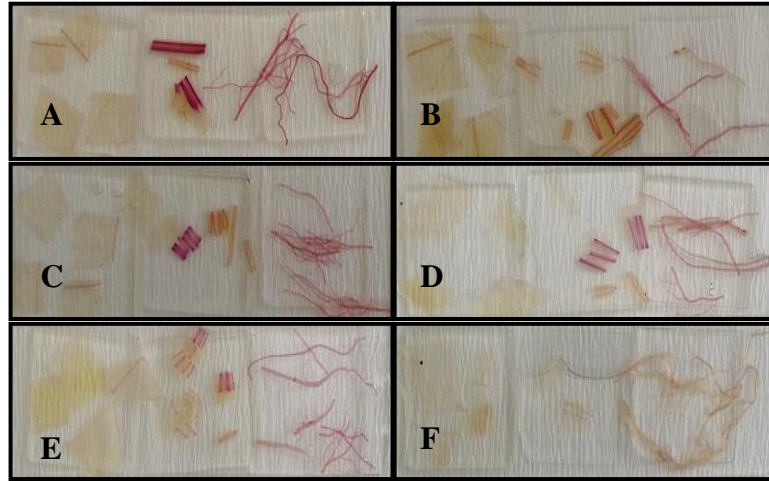


**Şekil 4.16.** Messenger uygulanan bitkilerde lignifikasyon 72 saat (**A:** Kontrol, **B:** 0.075 g/l, **C:** 0.15 g/l (önerilen doz), **D:** 0.3 g/l, **E:** 0.6 g/l, **F:** 1.2 g/l, sırası ile yaprak-gövde-kök)

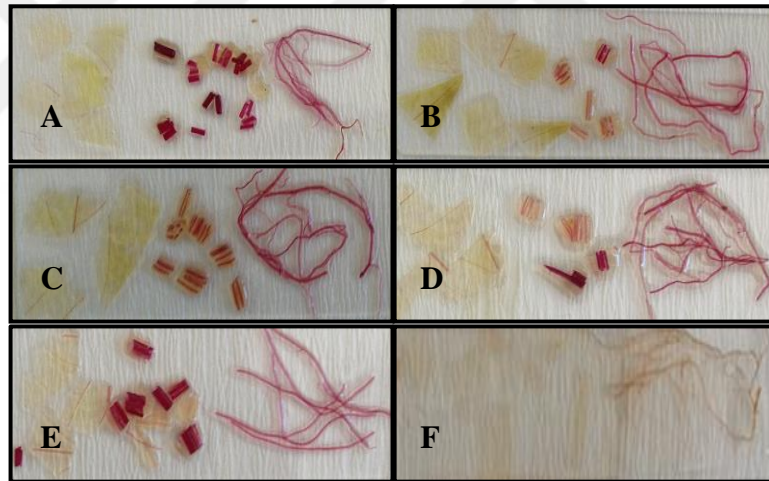


**Şekil 4.17.** Messenger uygulanan bitkilerde lignifikasyon 96 saat (**A:** Kontrol, **B:** 0.075 g/l, **C:** 0.15 g/l (önerilen doz), **D:** 0.3 g/l, **E:** 0.6 g/l, **F:** 1.2 g/l, sırası ile yaprak-gövde-kök)

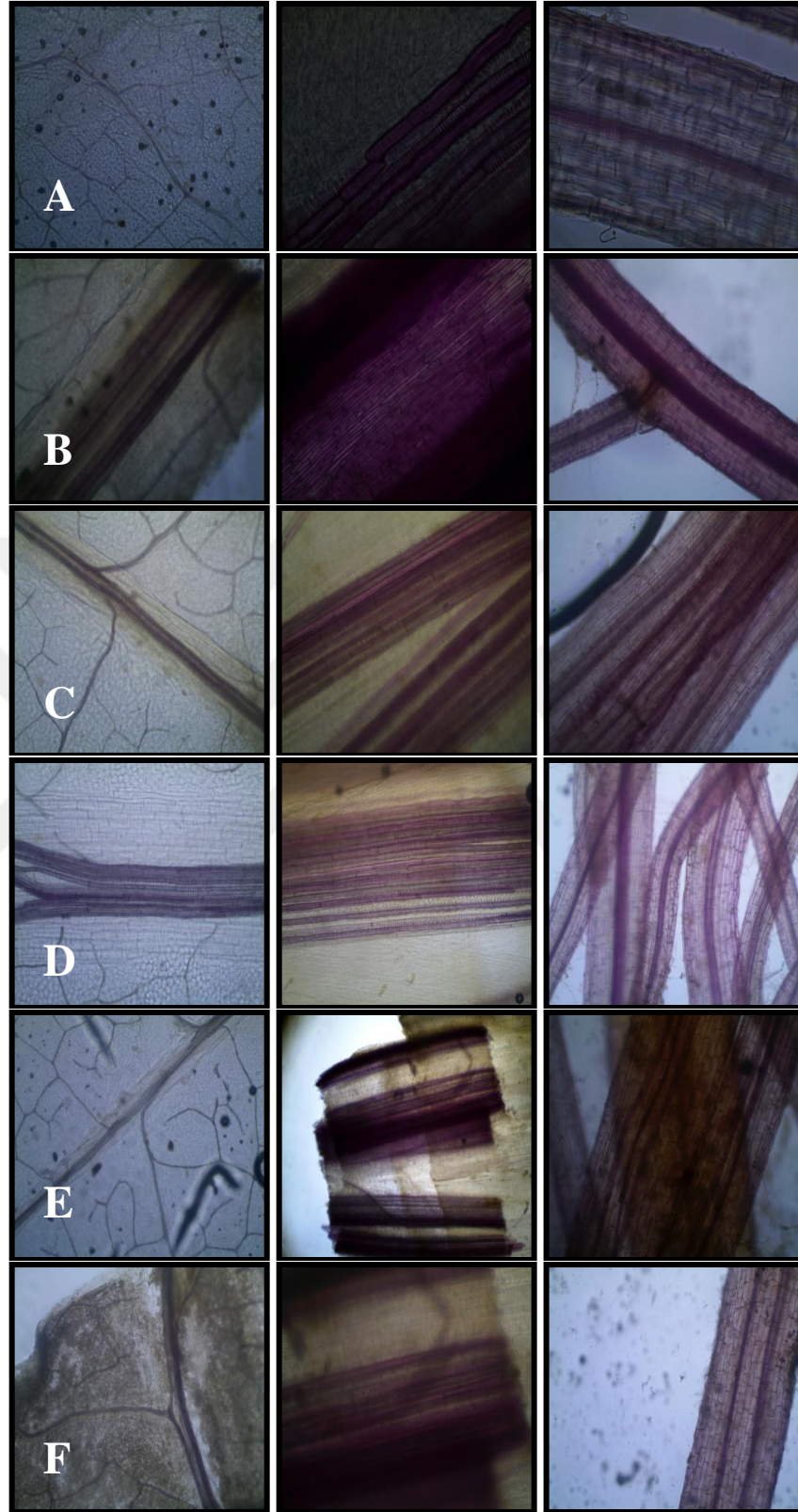




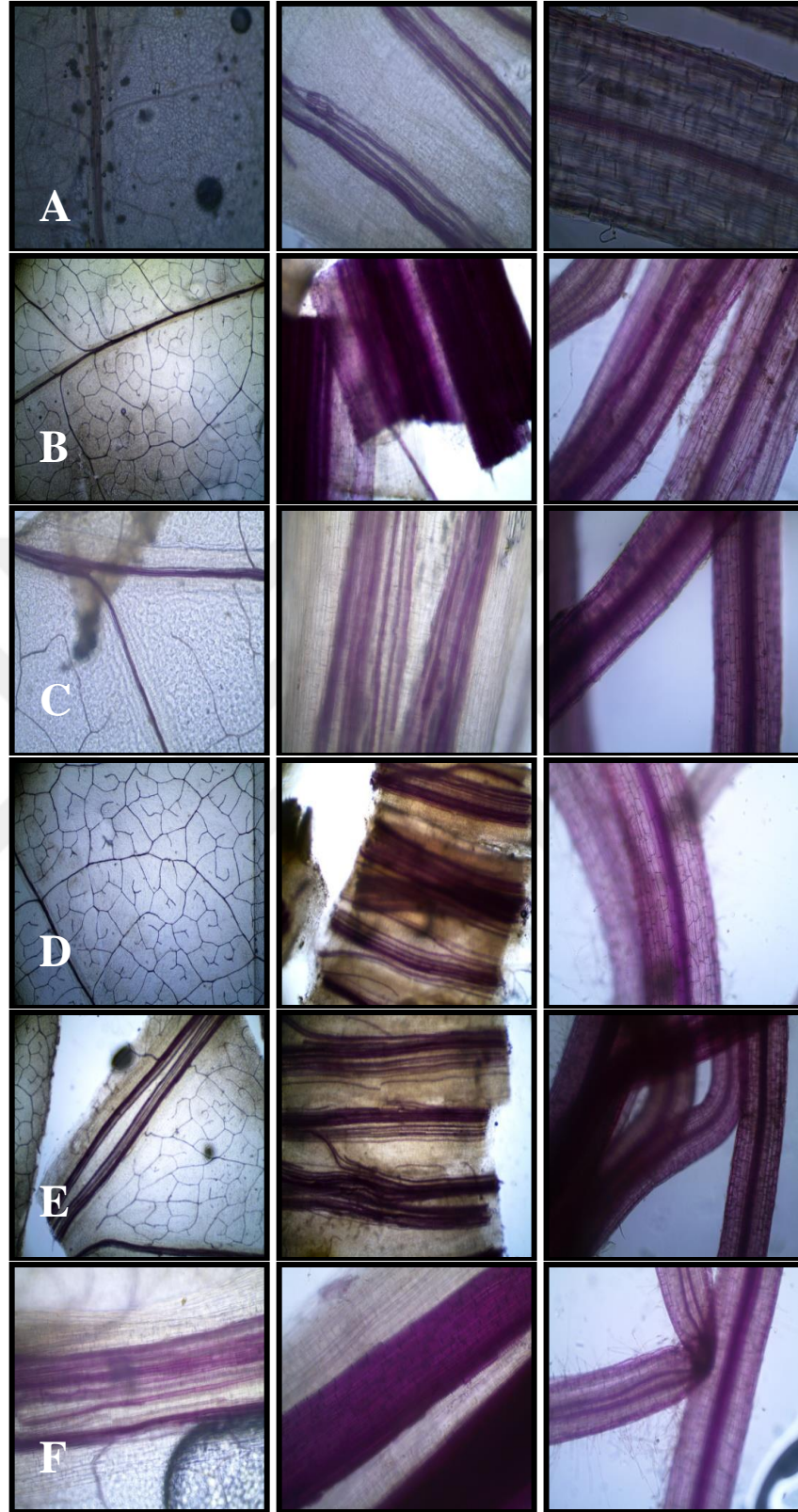
**Şekil 4.18.** ISR-2000 uygulanan bitkilerde lignifikasyon 72 saat (**A:** 0.25 ml/l, **B:** 0.5 ml/l, **C:** 1 ml/l (önerilen doz), **D:** 2 ml/l, **E:** 4 ml/l, **F:** Kontrol, sırası ile yaprak-gövde-kök)



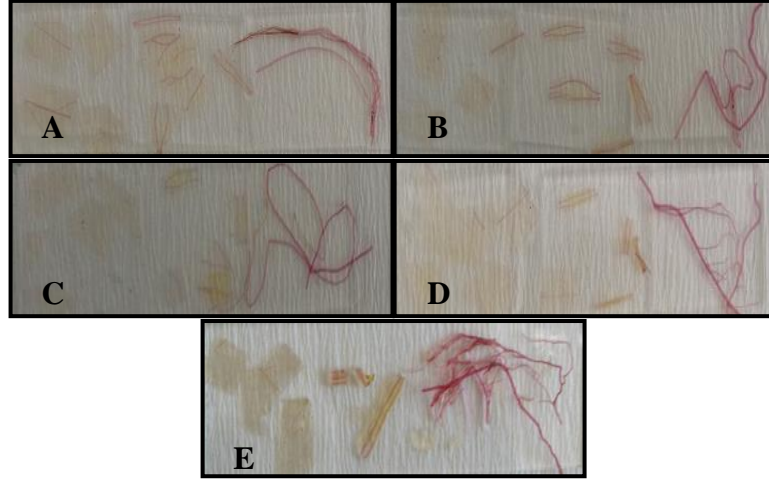
**Şekil 4.19.** ISR-2000 uygulanan bitkilerde lignifikasyon 96 saat (**A:** 0.25 ml/l, **B:** 0.5 ml/l, **C:** 1 ml/l (önerilen doz), **D:** 2 ml/l, **E:** 4 ml/l, **F:** Kontrol, sırası ile yaprak-gövde-kök)



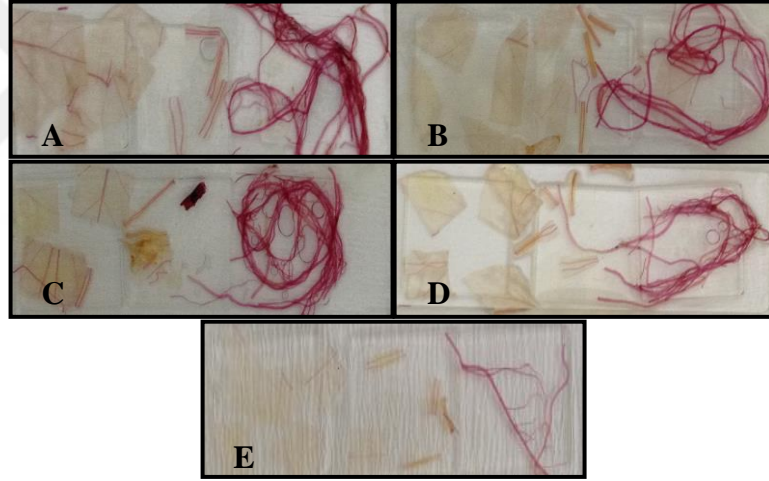
**Şekil 4.20.** ISR-2000 uygulanan bitkilerde lignifikasyon 72 saat (**A:** Kontrol, **B:** 0.25 ml/l, **C:** 0.5 ml/l, **D:** 1 ml/l (önerilen doz), **E:** 2 ml/l, **F:** 4 ml/l, sırası ile yaprak-gövde-kök)



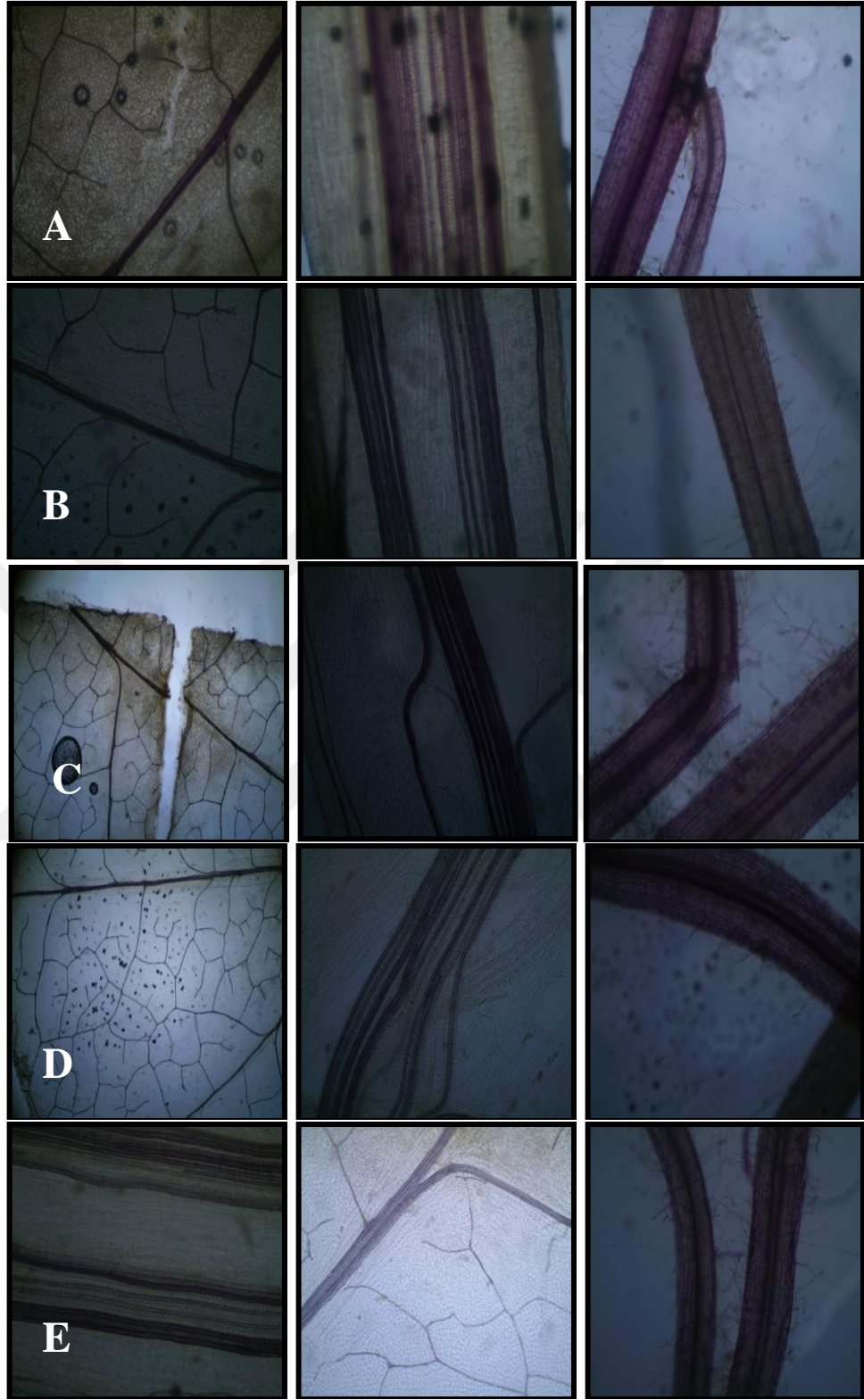
**Şekil 4.21.** ISR-2000 uygulanan bitkilerde lignifikasyon 96 saat (**A:** Kontrol, **B:** 0.25 ml/l, **C:** 0.5 ml/l, **D:** 1 ml/l (önerilen doz), **E:** 2 ml/l, **F:** 4 ml/l, sırası ile yaprak-gövde-kök)



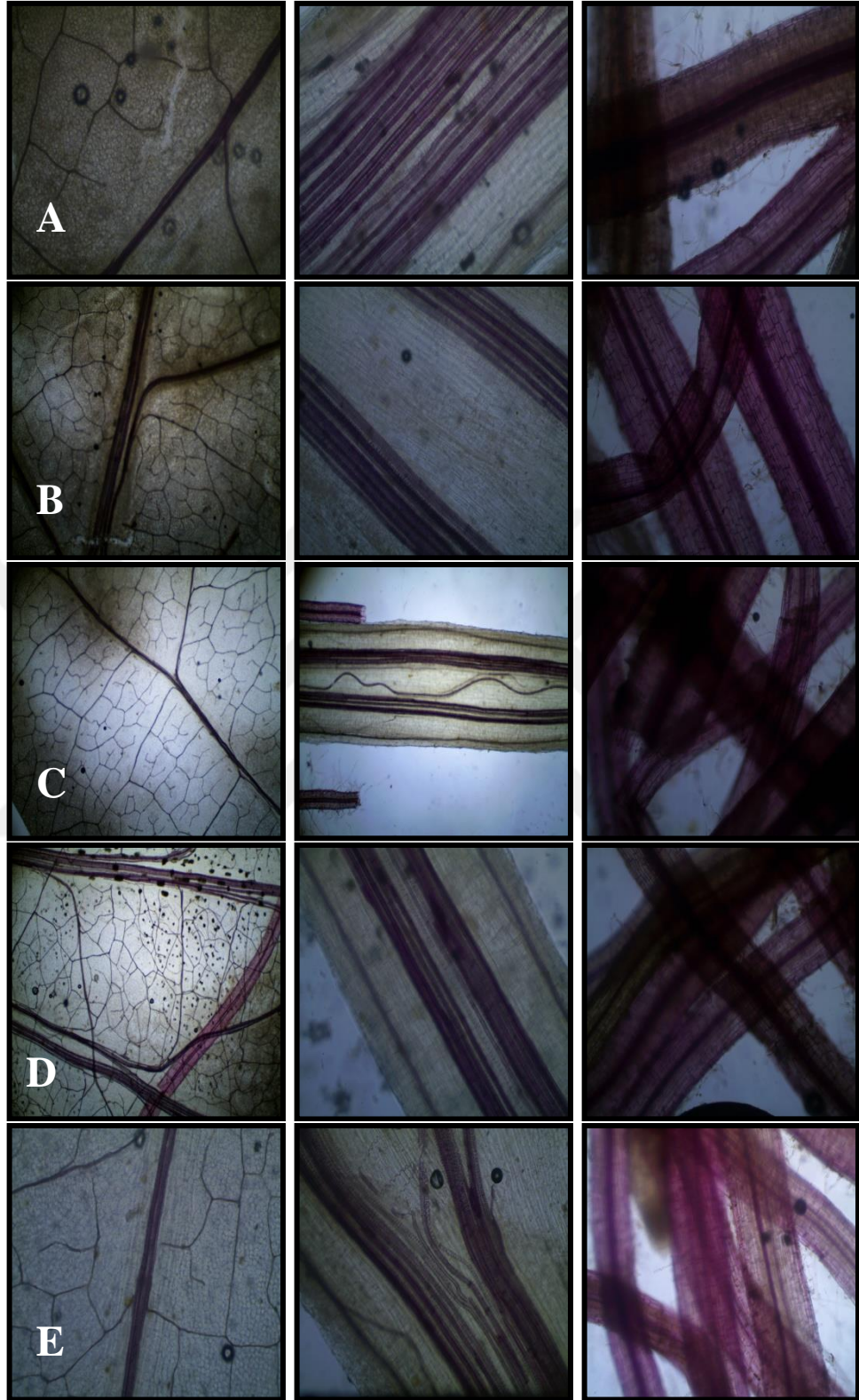
**Şekil 4.22.** Crop-Set uygulanan bitkilerde lignifikasyon 72 saat (**A:** 0.15 ml/l, **B:** 0.3 ml/l, **C:** 0.6 ml/l (önerilen doz), **D:** 1.2 ml/l, **E:** Kontrol, sırası ile yaprak-gövde-kök)



**Şekil 4.23.** Crop-Set uygulanan bitkilerde lignifikasyon 96 saat (**A:** 0.15 ml/l, **B:** 0.3 ml/l, **C:** 0.6 ml/l (önerilen doz), **D:** 1.2 ml/l, **E:** Kontrol, sırası ile yaprak-gövde-kök)



**Şekil 4.24.** Crop-Set uygulanan bitkilerde lignifikasyon 72 saat (**A:** Kontrol, **B:** 0.15 ml/l, **C:** 0.3 ml/l, **D:** 0.6 ml/l (önerilen doz), **E:** 1.2 ml/l, sırası ile yaprak-gövde-kök)



**Şekil 4.25.** Crop-Set uygulanan bitkilerde lignifikasyon 96 saat (**A:** Kontrol, **B:** 0.15 ml/l, **C:** 0.3 ml/l, **D:** 0.6 ml/l (önerilen doz), **E:** 1.2 ml/l, sırası ile yaprak-gövde-kök)

#### 4.7. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> Sentezinin Belirlenmesi

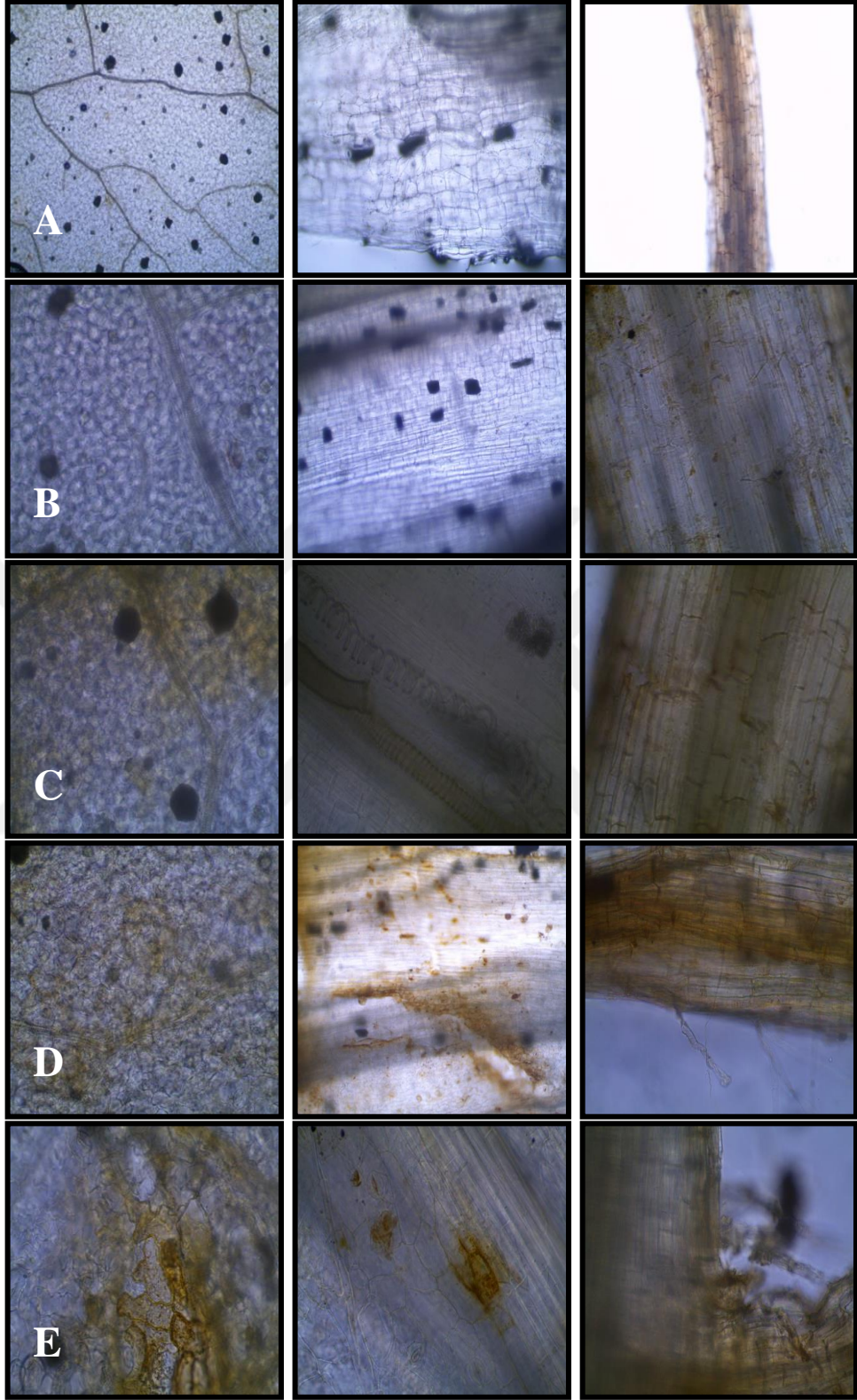
H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> boyamasında; DAB (diaminobenzidine) ile H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (hidrojenperoksit) reaksiyona girmiş ve peroksidaz varlığında kahverengine dönüşmüştür. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> birikiminin belirlenmesi amacı ile 72 saat uygulamaları incelendiğinde, Actigard'da H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> birikiminin en fazla olduğu ve bunu sırasıyla Messenger ve Crop-Set ve ISR-2000'in izlediği gözlemlenmiştir. Doksanaltı saat uygulamasında H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> birikiminin sırası ile en fazla Actigard, Messenger, ISR-2000 ve Crop-Set'de olduğu belirlenmiştir.

Actigard uygulaması yapılan bitkiler üzerine yapılan, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> birikiminin belirlenmesi çalışmalarında, 72 ve 96 saat uygulamalarında en çok sırası ile kök, gövde ve yaprakta H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> birikimi belirlenmiştir. 72 saat uygulamasında, 0.04 g/l dozunda sadece kökte H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> birikimi gözükürken yaprak ve gövde dokularında belirgin bir boyama tespit edilmemiştir. En iyi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> birikimi 0.17 g/l (önerilen doz) ve 0.34 g/l dozlarında gözlemlenmiştir (Şekil 4.26). Actigard'ın 96 saat uygulamasında en çok H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> birikimi 0.17 g/l (önerilen doz) dozunda saptanmıştır. Actigard uygulaması yapılan bitkiler üzerinde, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> birikiminde 96 saat boyanma şiddetinin daha fazla olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.27).

Messenger uygulaması yapılan bitkiler üzerine yapılan, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> birikiminin belirlenmesi çalışmalarında, hem 72 hemde 96 saat uygulamalarında en fazla H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> birikimi 0.6 g/l ve 1.2 g/l dozlarında gözlemlenmiştir (Şekil 4.28 ve Şekil 4.29).

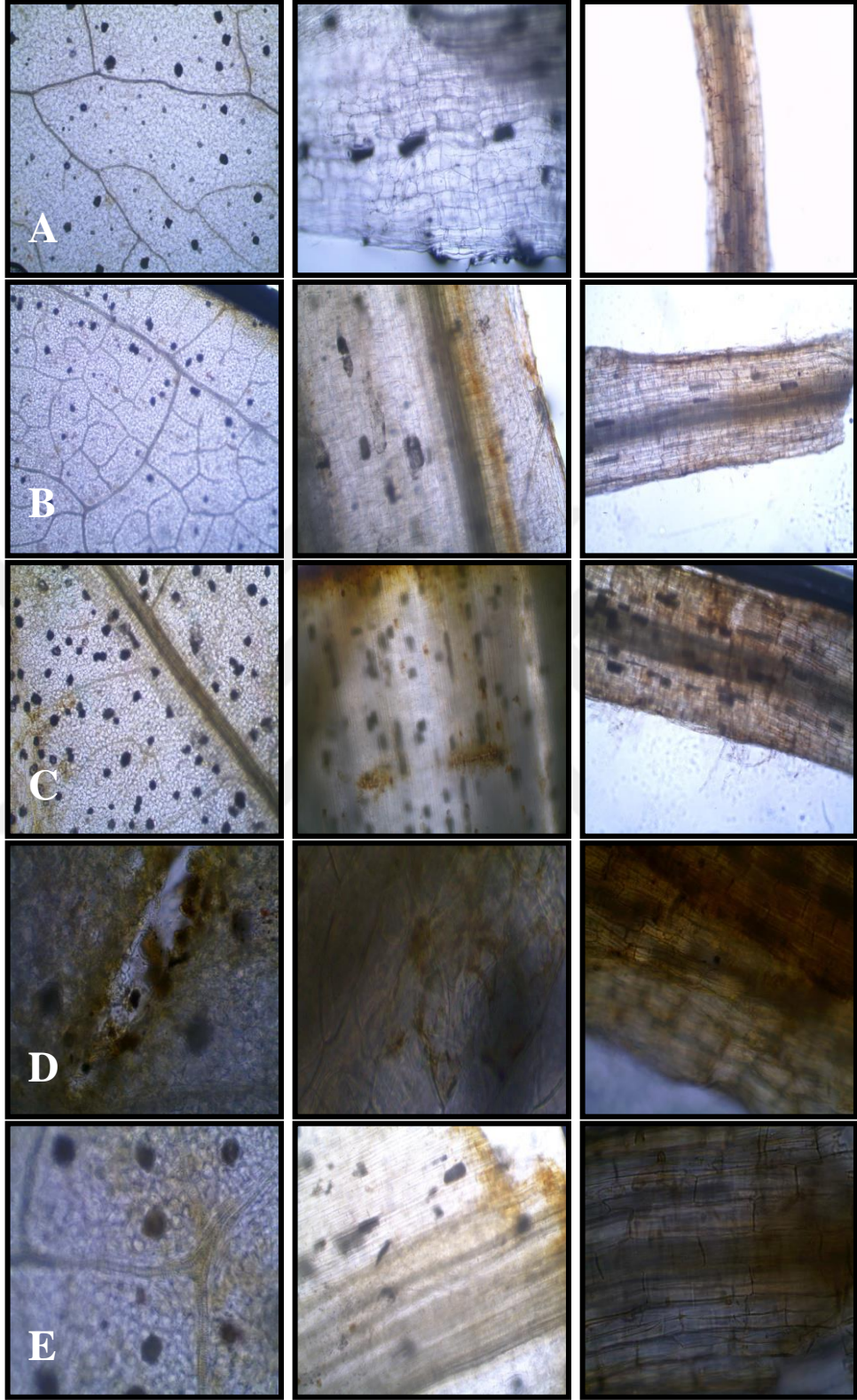
ISR-2000 uygulamasında boyanma şiddeti açısından en fazla H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> birikimi, 96 saat uygulamasının 4 ml/l dozunda gözlemlenmiştir (Şekil 4.30 ve Şekil 4.31).

Crop-Set'in 72 saat uygulamasında dozlar arasında belirgin bir fark görülmez iken sadece 1.2 ml/l dozunda, yaprak dokusunda belirgin bir H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> birikimi saptanmıştır (Şekil 4.32). Crop-Set'in 96 saat uygulamasında 0.6 ml/l (önerilen doz) ve 1.2 ml/l dozlarında en fazla H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> birikimi belirlenmiştir (Şekil 4.33).

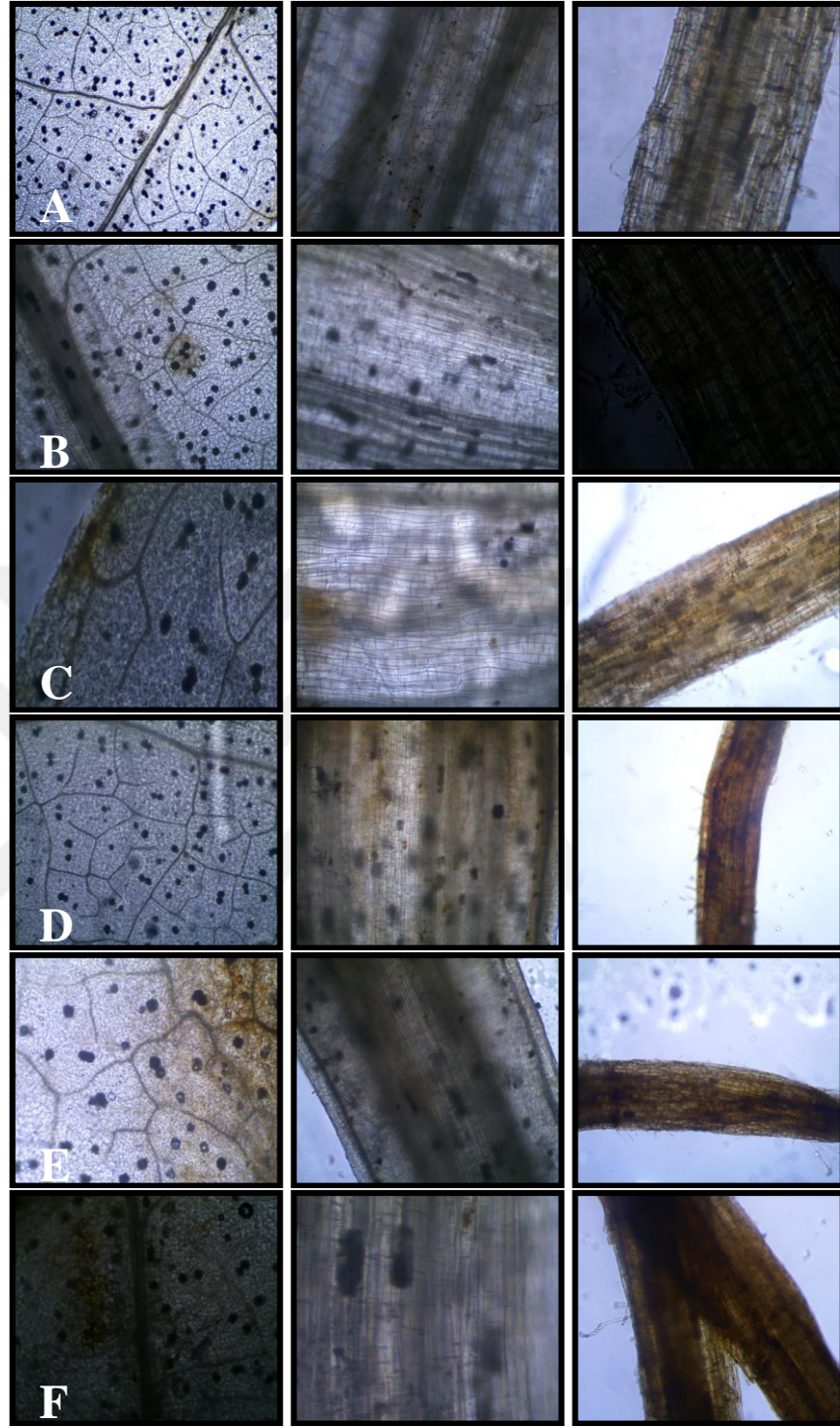


**Şekil 4.26.** Actigard uygulanan bitkilerde H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> birikimi 72 saat (**A:** Kontrol, **B:** 0.04 g/l, **C:** 0.08 g/l, **D:** 0.17 g/l (önerilen doz), **E:** 0.34 g/l, sırası ile yaprak-gövde-kök)

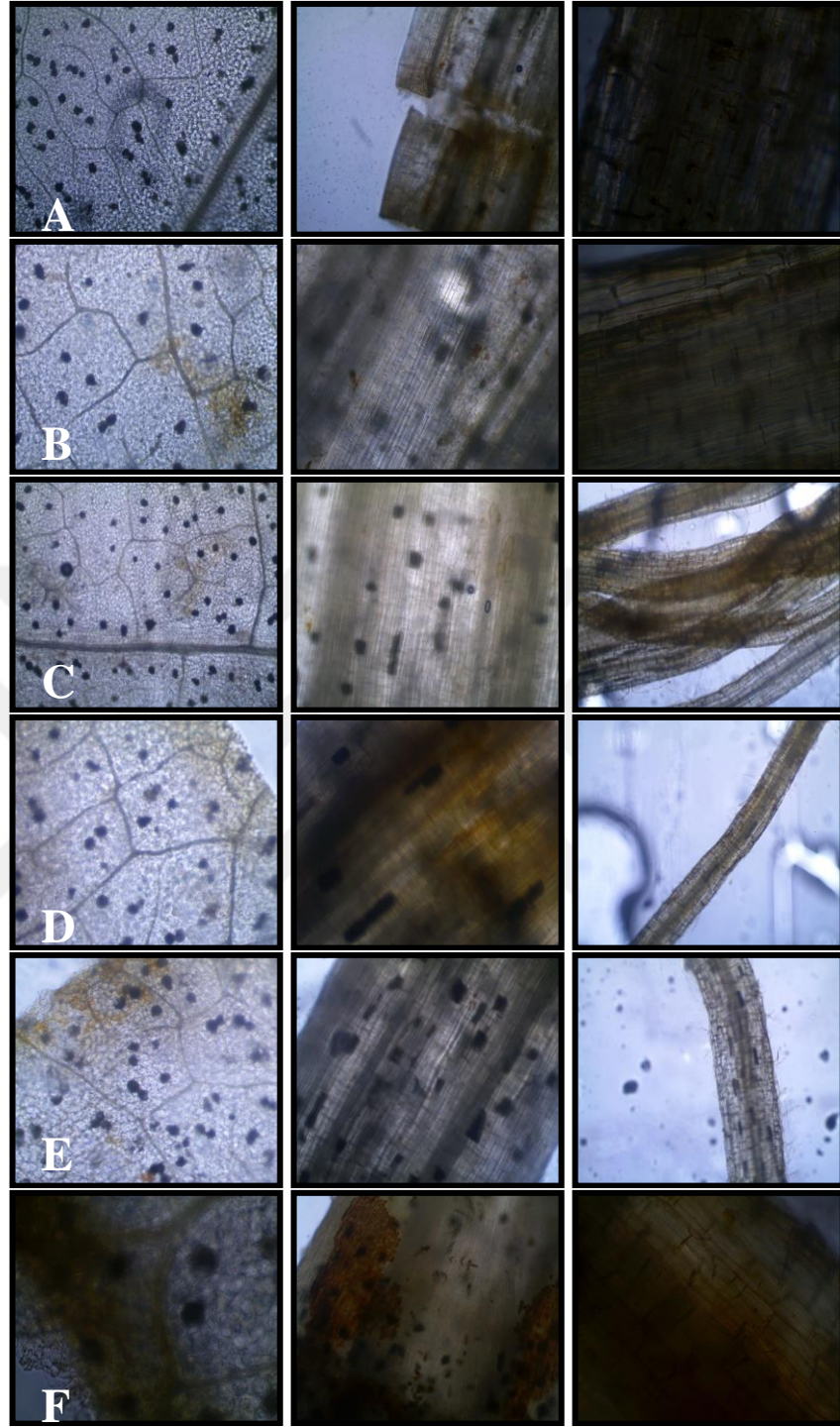




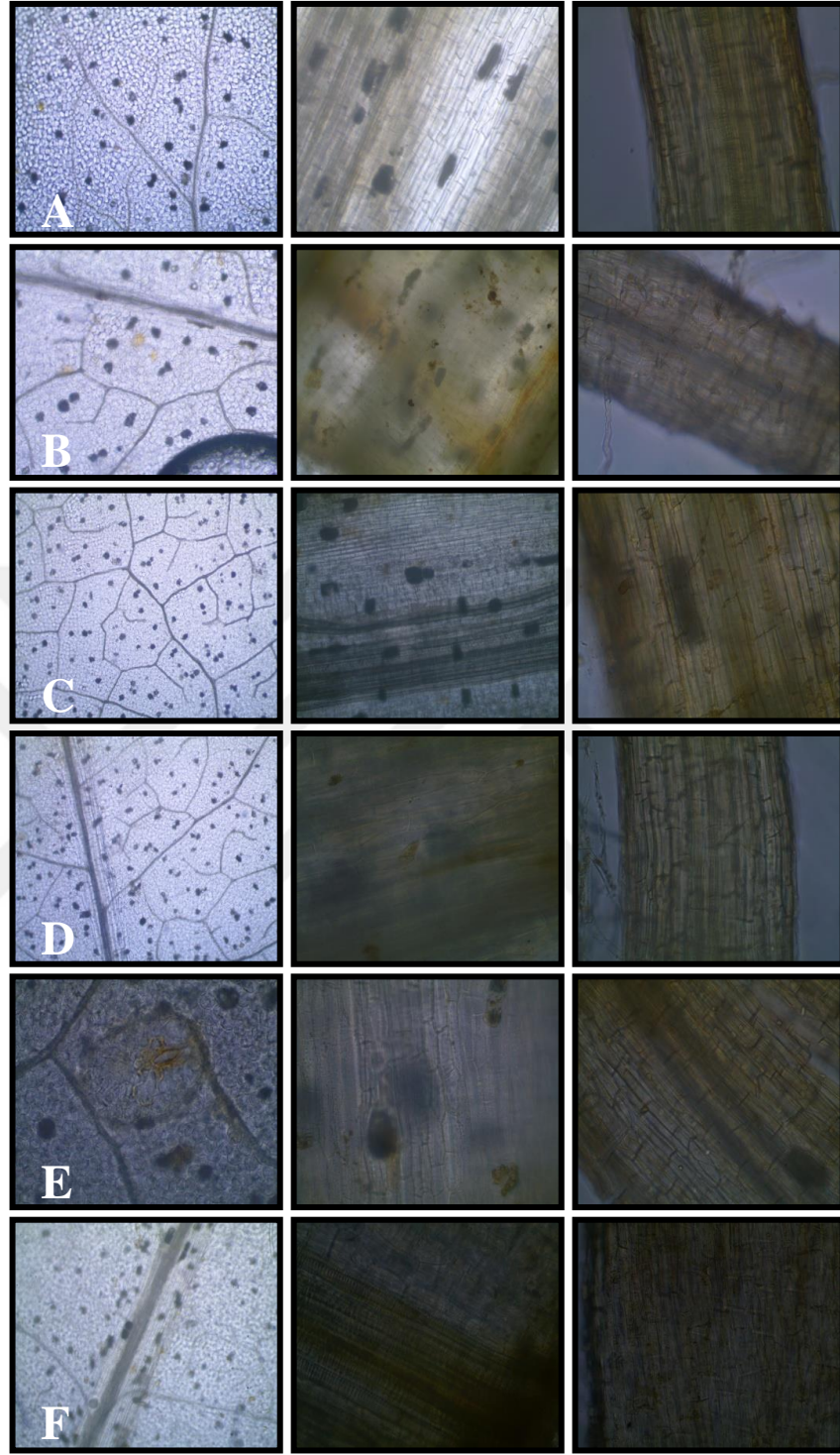
**Şekil 4.27.** Actigard uygulanan bitkilerde  $H_2O_2$  birikimi 96 saat (**A:** Kontrol, **B:** 0.04 g/l, **C:** 0.08 g/l, **D:** 0.17 g/l (önerilen doz), **E:** 0.34 g/l, sırası ile yaprak-gövde-kök)



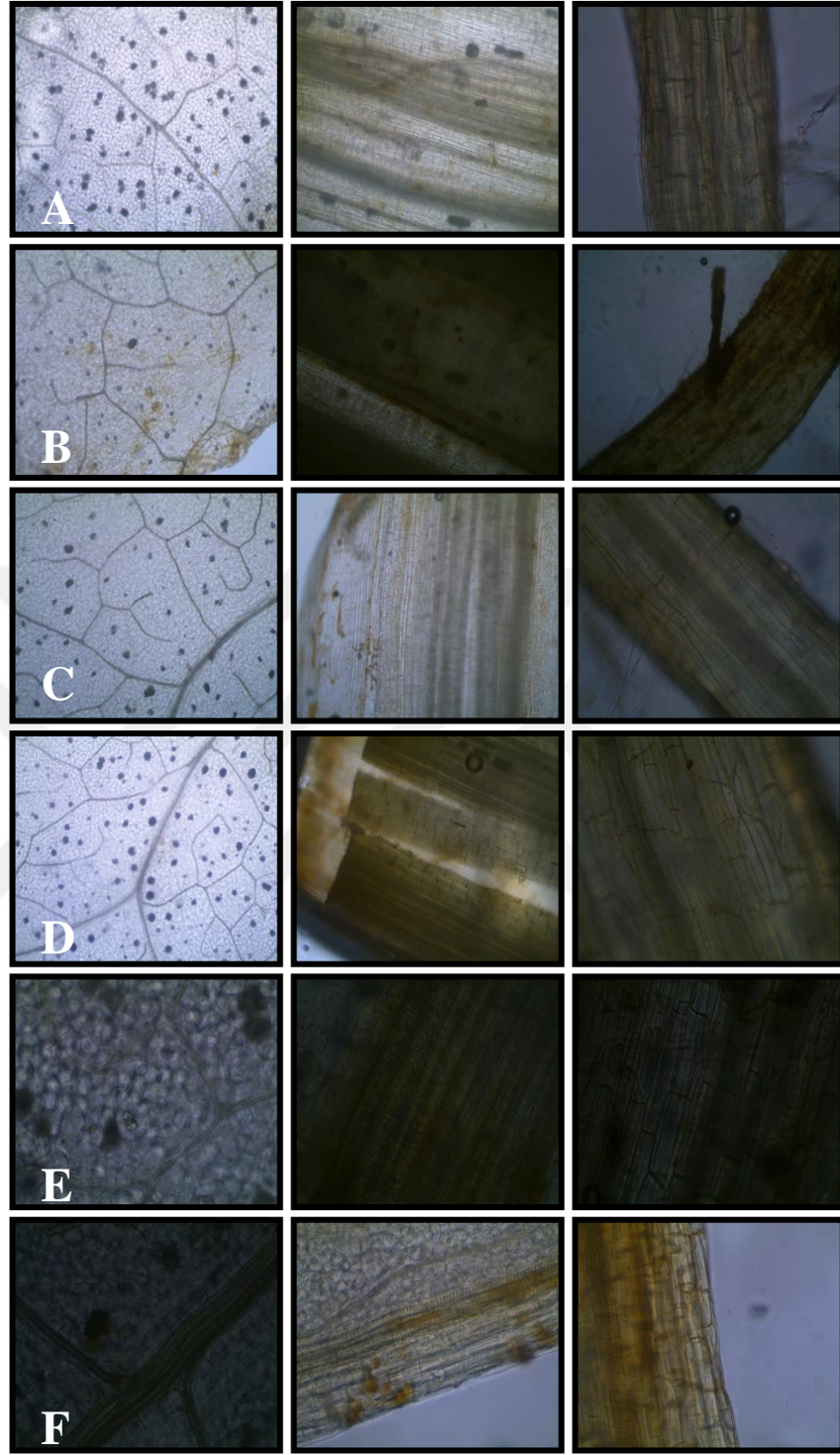
**Şekil 4.28.** Messenger uygulanan bitkilerde  $H_2O_2$  birikimi 72 saat (**A:** Kontrol, **B:** 0.075 g/l, **C:** 0.15 g/l (önerilen doz), **D:** 0.3 g/l, **E:** 0.6 g/l, **F:** 1.2 g/l, sırası ile yaprak-gövde-kök)



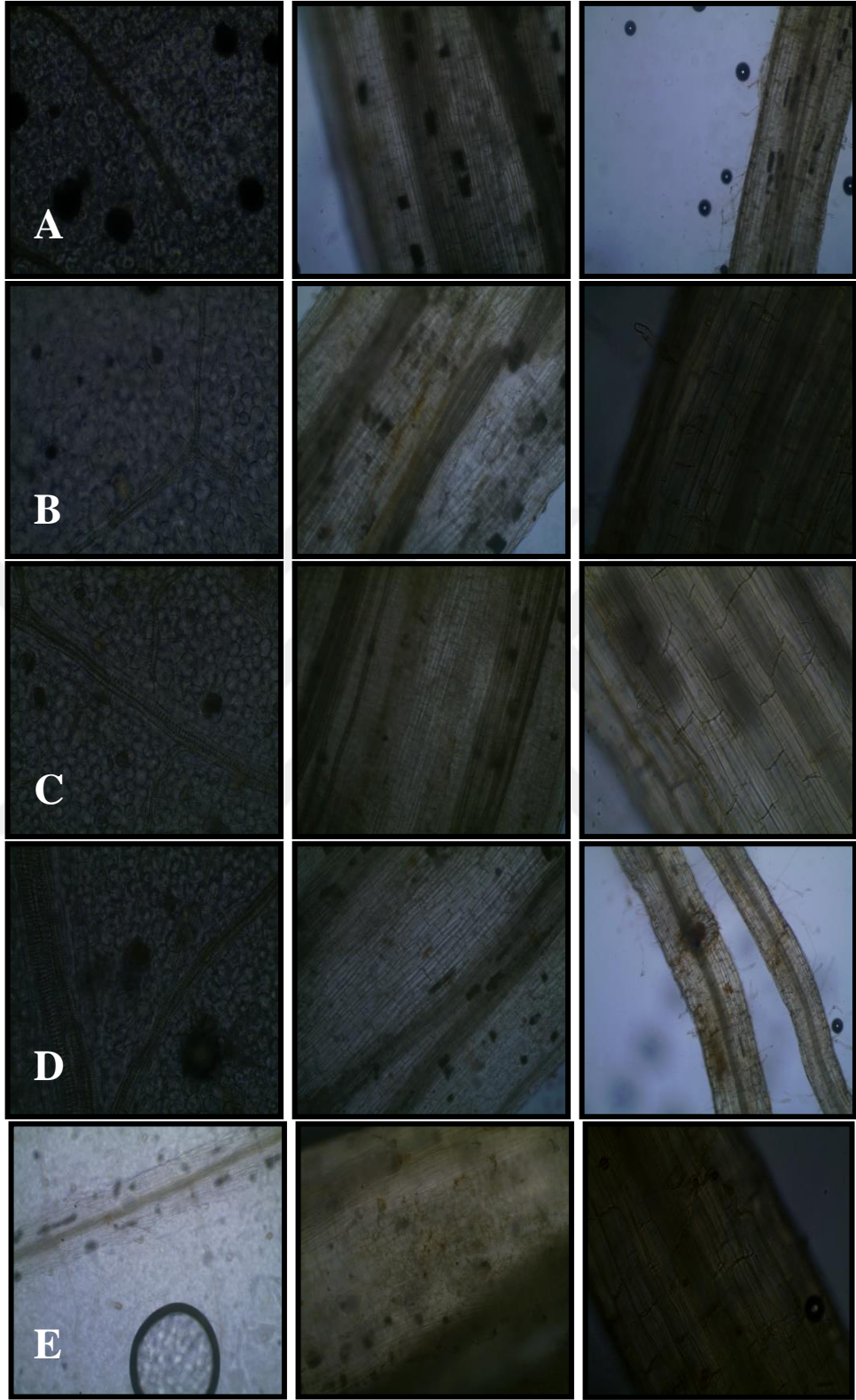
**Şekil 4.29.** Messenger uygulanan bitkilerde H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> birikimi 96 saat (**A:** Kontrol, **B:** 0.075 g/l, **C:** 0.15 g/l (önerilen doz), **D:** 0.3 g/l, **E:** 0.6 g/l, **F:** 1.2 g/l, sırası ile yaprak-gövde-kök)



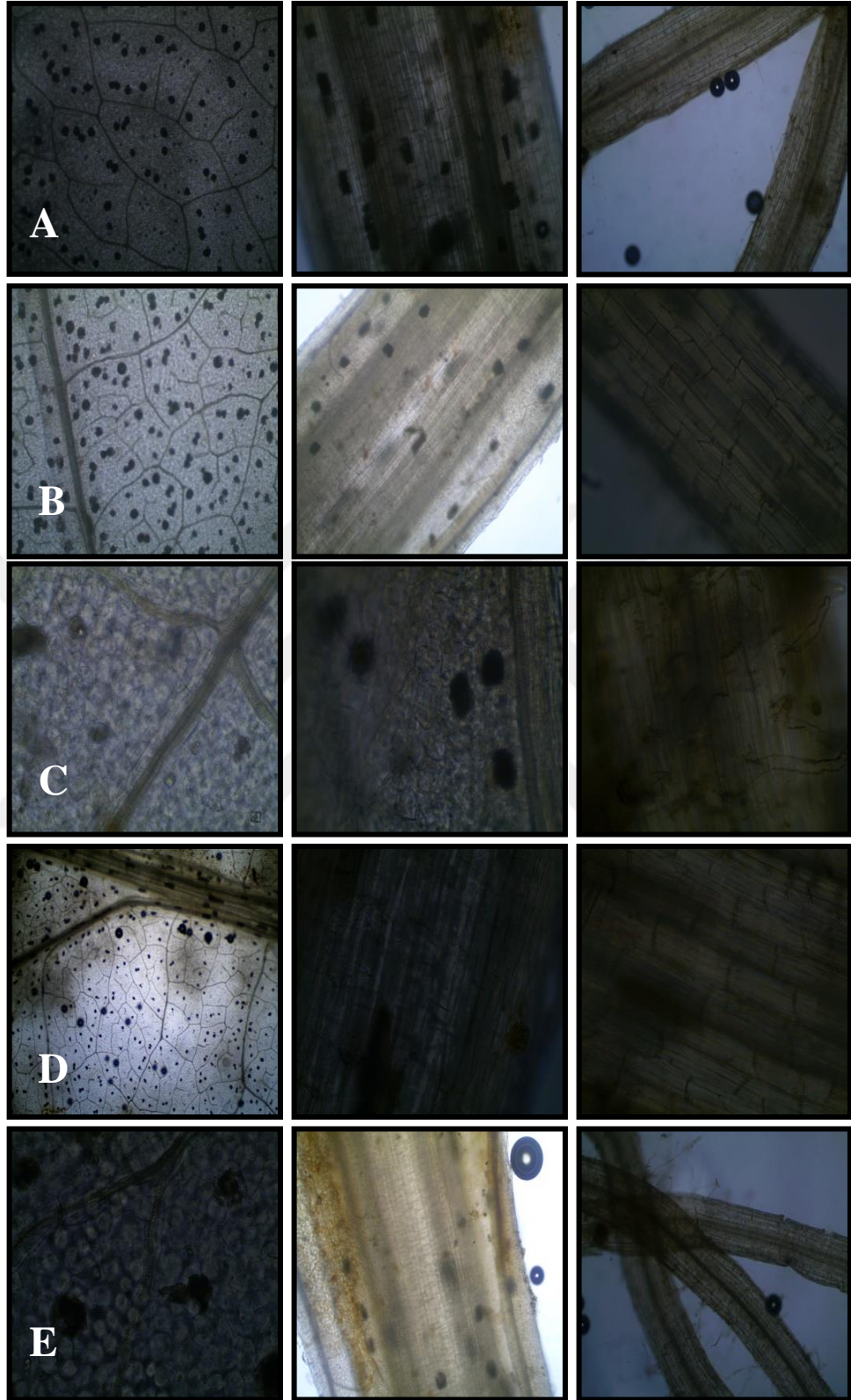
**Şekil 4.30.** ISR-2000 uygulanan bitkilerde  $H_2O_2$  birikimi 72 saat (**A:** Kontrol, **B:** 0.25 ml/l, **C:** 0.5 ml/l, **D:** 1 ml/l (önerilen doz), **E:** 2 ml/l, **F:** 4 ml/l, sırası ile yaprak-gövde-kök)



**Şekil 4.31.** ISR-2000 uygulanan bitkilerde H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> birikimi 96 saat (**A:** Kontrol, **B:** 0.25 ml/l, **C:** 0.5 ml/l, **D:** 1 ml/l (önerilen doz), **E:** 2 ml/l, **F:** 4 ml/l, sırası ile yaprak-gövde-kök)



**Şekil 4.32.** Crop-Set uygulanan bitkilerde H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> birikimi 72 saat (**A:** Kontrol, **B:** 0.15 ml/l, **C:** 0.3 ml/l, **D:** 0.6 ml/l (önerilen doz), **E:** 1.2 ml/l, sırası ile yaprak-gövde-kök)



**Şekil 4.33.** Crop-Set uygulanan bitkilerde H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> birikimi 96 saat (**A:** Kontrol, **B:** 0.15 ml/l, **C:** 0.3 ml/l, **D:** 0.6 ml/l (önerilen doz), **E:** 1.2 ml/l, sırası ile yaprak-gövde-kök)

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Koca (2003) tarafından yapılan bir çalışmada, patates tarımında Crop-Set ve ISR-2000 kullanılarak, 3 patates çeşidi (Nif, Marabel ve Concorde) üzerinde 2 farklı dozda uygulama yapılmış ve uygulanan bitki aktivatörlerinin, normal dozun uygulandığı patates bitkilerinde bitki boyunun % 16 artış gösterdiği belirtilmiştir. Çalışmamızda ISR-2000 ve Crop-Set'in bitki boyu üzerine etkisi incelenmiştir. Crop-Set'in bitki boyu üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı bulunmuştur. Buna karşın ISR-2000'in önerilen dozun altında kullanımında bile bitki boyunda artışa neden olduğu saptanmıştır.

Çalışkan (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, sera koşullarında ISR-2000 uygulamasının 72 saat sonra yapılan ZYMV inokulasyonlarının simptom çıkış süresi üzerine etkisi olduğu görülmüş ve kontrol bitkilere göre uygulama yapılan bitkilerde simptom çıkışında 15- 20 gün kadar gecikme tespit edilirken, arazi uygulamalarında 8- 10 gün kadar gecikme belirlenmiştir. Bitkide SAR'ın bitki aktivatörü uygulanmasından 72 saat sonra tetiklenerek en üst seviyeye ulaştığı ve böylece ISR-2000 uygulamasından 72 saat sonra ZYMV-FM inokulasyonunun, SAR mekanizmasının uyarılması için en uygun zaman aralığı olduğu ortaya konulmuştur. Kashtban (2010) tarafından balkabaklarında ZYMV'ye karşı ISR-2000 virüs simptomlarının çıkış süresi üzerine olumlu ya da olumsuz bir etkide bulunmamış, ancak bitki gelişiminde olumlu etkiye neden olduğu belirtilmiştir. Genç (2012) tarafından Kırkağaç kavununda Hıyar Mozaik Virüsü (CMV)'ne karşı ISR-2000 uygulaması yapılan bitkilerde, virüs simptomlarının kontrole göre 0-15 gün aralığında geciktiği bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda da PVY'ye karşı ISR-2000'nin SAR mekanizmasının uyarılması için en uygun zaman aralığının 96 saat uygulaması olduğu belirlenmiş ve virüs simptomlarında 2-8 gün kadar gecikme saptanmıştır.

Madhusudhan ve ark. (2008), ASM'nin enfekteli bitkilerde virüs dozunu azalttığını tespit etmişlerdir. Aynı araştırmacılar ToMV ile enfekteli, ASM uygulanmış bitkilerde RdRp konsantrasyonunun arttığını gözlemlemişlerdir. Sentezlenmiş cRNA'ların virüs RNA'sının replikasyonunu ve translokasyonunu bozarak etkili olduğunu bulmuşlardır. Bu durumda bizim çalışmamızda da ASM uygulanmış bitkilerde PVY belirti çıkışının gecikmesi, PVY RdRp konsantrasyonunun artmasıyla ilgili olabilir.



Mejía ve ark. (2009), tamarillo meyvesi üretiminde büyük kayıplara neden olan tamarillo virüsüne karşı ASM uygulaması yapılan bitkiler, kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında virüs belirtilerinde 7 gün gecikme gözlemlenmiştir. Genç (2012) tarafından Kırkağaç kavununda Hıyar Mozaik Virüsü(CMV)'ne karşı ASM uygulaması yapılan bitkilerde Actigard'ın virüs simptomlarını kontrole göre 4-26 gün aralığında geciktirdiğini bildirmektedir. Kashtban (2010) tarafından yapılan çalışmada, Actigard'ın balkabağındaki ZYMV simptomlarını 5-21 gün geciktirdiği belirlenmiştir. Çalışkan (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, ZYMV'ye karşı Actigard uygulaması yapılan bitkilerde 7-8 gün kadar simptom çıkışında gecikme gözlenmiştir. Bizim çalışmamızda, Actigard uygulaması yapılan biber bitkilerinde, kontrol bitkilere göre simptom çıkışının 7-10 gün geciktiği saptanmıştır.

Tütünde TSWV zararını azaltmak amacıyla yapılan bir çalışmada, Actigard dozunun artırılması ile fitotoksik etkinin görüldüğü bildirilmektedir (Csinos ve ark. 2001). Nair ve Anith (2007), ASM'nin; *Amaranthus*'larda gelişmeyi geciktirdiğini, sürgün boyunu kısalttığını, sürgün ve köklerin kuru ağırlığını azalttığını ortaya koymuşlardır. Bubic ve ark. (2005) domateslerde ASM'nin sera denemelerinde bitkilerde cüceleşmeye ve şiddetli yaprak klorozuna neden olduğunu bulmuşlardır. Mandal ve ark. (2008) ASM'nin tütünlerde TSWV'ye en yüksek dayanıklılık sağladığı konsantrasyonda fitotoksitaya yol açtığını bildirmişlerdir. Chinnasri ve Sipes (2005) ananaslarda ASM'nin fitotoksik olduğunu rapor etmişlerdir. Parkunan (2008) tütünlerde ASM'nin toksik olduğunu bildirmiştir. Bizim çalışmamızda da Actigard için önerilen dozunun artırılması ile bitkide fitotoksik etkiye neden olarak yapraklarda kloroz, bitkide cüceleşme ve ölüm görülmüştür. Bu nedenle, ASM denemelerinde üretici firma tarafından önerilen dozlar kullanılmadan önce bir ön deneme yapılarak en uygun doz belirlenmelidir.

Çalışkan (2007) tarafından yapılan çalışmada, kabakgillerde Kabak Sarı Mozaik Virüsüne karşı dayanıklılığın uyarılması çalışmalarında, Messenger'ın 24 saat uygulaması simptom çıkış süresinde 3-4 gün kadar gecikmeye neden olduğu saptanmıştır. Bu bitki aktivatörünün, uygulamadan 48, 72 ve 96 saat sonra yapılan virüs inokulasyonlarında ise, bitkilerde simptom çıkış süresi üzerine belirgin bir etkisi olmadığı bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda Messenger'ın 96 saat uygulamasının

simptom çıkışı üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Buna karşın Messenger'ın 72 saat uygulaması, 9-12 gün arasında simptom çıkış süresini geciktirdiği belirlenmiştir.

**Bu tez çalışmasından elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir:**

**1. Mekanik inokulasyon çalışmalarında;**

PVY virüsü, *Datura stramonium* ve *Solanum melongena*'nın yapraklarında klorotik lokal lezyonlara neden olmuştur. Test bitkileri içerisinde en kısa sürede simptom *Datura stramonium* bitkisinde belirlenmiştir. Simptomlar sırası ile mekanik inokulasyondan 12 ve 20 gün sonra gözlemlenmiştir.

*Nicotiana tabacum* var. Samsun'da yapraklarda klorotik lokal lezyonlar, deformasyon ve gelişme geriliği belirtileri, mekanik inokulasyondan 3 hafta sonra gözlemlenmiştir.

*Chenopodium murale* bitkisinde herhangi bir simptom belirlenmemiştir.

*Lycopersicon esculentum*'da PVY belirtileri, mekanik inokulasyondan 15 gün sonra yapraklarda kloroz simptomları şeklinde gözlemlenmiştir.

*Capsicum annuum* bitkisinde, damar açılması, yapraklarda deformasyon, mozaik simptomları, mekanik inokulasyondan 13-14 gün sonra saptanmıştır.

**2. Dayanıklılığın uyarılması çalışmalarında;**

Actigard'ın 0.34 g/l dozunun, 72 ve 96 saat uygulamalarında simptom çıkış süresinde en etkili doz olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde kontrol bitkilere göre, Actigard uygulaması yapılan bitkilerde 72 saat uygulamasında 1-10 gün, 96 saat uygulamasında 1-7 gün simptom çıkışının geciktiği belirlenmiştir.

Messenger'ın 72 saat uygulamasında, 0.3, 0.6 ve 1.2 g/l dozlarının 9-12 gün arasında simptom çıkış süresi üzerine etkili olduğu bulunmuştur. Ancak Messenger'ın 96 saat uygulamasının, simptom çıkışı üzerine belirgin bir etkisinin olmadığı saptanmıştır.

ISR-2000'nin 96 saat uygulamasında, 4 ml/l dozu için simptom çıkışında 8 gün gecikme gözlenmiş, ancak 72 saat uygulamasında simptom çıkışının 1-2 gün geciktiği belirlenmiştir.

Crop-Set'in doz ve zaman aralıklarında, simptom çıkış süresinde 1-3 gün gecikme olduğu saptanmıştır.

Uygulanan bitki aktivatörlerinin bitki kök gelişimi üzerine etkileri incelendiğinde; Crop-Set'in 72 saat uygulamasında 0.6 ml/l dozu etkili bulunmuş, buna rağmen Actigard, Messenger ve ISR-2000 uygulamalarının 72 ve 96 saat uygulamaları bitki kök uzunluğunu arttırıcı bir etkide bulunmamıştır.

Messenger ve ISR-2000'nin 72 ve 96 saat uygulamalarında kullanılan tüm dozlar ve Actigard'ın 0.34 g/l dozunun, bitki boyu üzerinde istatistik olarak önemli bir etkiye sahip olduğu saptanmıştır. Buna rağmen Crop-Set'in bitki boyuna belirgin bir etkisi olmadığı belirlenmiştir.

Bitki aktivatörlerinin yaprak alanı üzerine etkileri incelendiğinde; Actigard'ın hem 72 hem de 96 saat uygulamalarının yaprak alanını arttırmada en etkili uygulama olduğu saptanmıştır.

Bitki aktivatörlerinin kullanılacak uygun dozu ve uygulama zamanı belirlenmiş ve aktivatör uygulanan bitkilerden lignin sentezi ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> birikiminin belirlenmesi amacı ile histokimyasal boyamalar yapılmış ve ışık mikroskopunda incelenerek resimleri çekilmiştir. Boyama çalışmaları sonucunda aktivatör uygulanan bitkilerde dayanıklılığın teşvik edildiği ve en iyi uygulama zamanının Actigard, ISR-2000 ve Crop-Set uygulamaları için 96 saat; Messenger uygulaması için 72 saat olduğu belirlenmiştir.

**3.** Sonuç olarak bu çalışmada, biber yetiştiriciliğini sınırlayan ve kimyasal mücadele yöntemi bulunmayan PVY'nin mücadelesinde, dayanıklılığın uyarılması çalışmalarında elde edilen sonuçların gelecekte ümitvar nitelikte olduğu görülmüştür.

**4.** Çalışmada kullanılan bitki aktivatörlerinin, PVY'nin vektörü olan yaprak bitlerine spesifik insektisitlerle kombine edilmesi sonucunda, hem PVY'nin bitki bünyesinde baskı altına alınması hem de virüsün vektörler ile diğer bitkilere taşınmasının engellenebileceği düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Abak, K., Pitrat, M. 1981.** Biberlerde kök boğazı yanıklığı (*Phytophthora capsici* Leon.) hastalığına dayanıklılık üzerine bir araştırma. *A.Ü.Z.F. Yıllığı* 29 (2-3-4): 943-947.
- Aktaş, L. Y., Güven, A. 2005.** Bitki savunma sistemlerinde hormonal sinyal molekülleri ve çapraz-iletişimleri. *Çankaya Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Dergisi*, 3:1-12.
- Altınok, H. H. 2006.** Doğu Akdeniz bölgesi'nde patlıcanda fusarium solgunluğu hastalığı (*Fusarium oxysporum* Schlecht. f. sp. *melongenae* matuo and ıshigami)'nın yaygınlığı, etmenin moleküler karakterizasyonu ve bitkide hastalığa karşı dayanıklılığın uyarılması. Doktora Tezi, ÇÜ., Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Adana.
- Andret-Link, P., Fuchs, M. 2005.** Transmission specificity of plant viruses by vectors. *Eur. J. Plant Pathol.*, 87: 153-165.
- Anonim, 2013.** The State of Food and Agriculture. <http://faostat3.fao.org> (Erişim tarihi: 04.04.2015).
- Anonim, 2014.** TÜİK. <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim tarihi: 19.02.2015).
- Anonim, 2015.** <http://www.syngentacropprotection.com/pdf/labels/scp922a1210108.pdf> (Erişim tarihi: 22.06.2015).
- Anonim, 2015a.** <http://www.aresorganik.com.tr/urungor.asp?id=848&urun=Isr%20-%20202000> (Erişim tarihi: 26.05.2015).
- Arıcı, Ş. E., Yardımcı, N. 2001.** Bitkilerde uyarılmış dayanıklılık. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 32: 83-86.
- Artega, M. L., Gil-Ortega, R. 1986.** Biological characterization of PVY as isolated from pepper in Spain. EUCARPIA VI Meeting on Genetics and Breeding on Capsicum and Eggplant Group Meeting, 21-24 October 1986, Zaragoza, Spain.
- Aslan, E., Özaktan, H. 2005.** Kök bakterileri tarafından konukçu bitkide hastalıklara karşı sistemik dayanıklılığın uyarılması. *J. of AARI*, 15: 84-100.
- Barba, M., Riccioni, L. 1993.** Improvement of diagnostic methods to detect plum pox virus in apricot plants. *Agriculture*, 139-141.
- Barutçu, E. 2006.** Domateste patates Y virüsü (PVY) dayanıklılığının genetiği. *Yüksek Lisans Tezi*, P.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Denizli.
- Boonham, N., Barker, I. 1998.** Strain specific recombinant antibodies to potato virus Y potyvirus. *J. Virol. Methods*, 74: 193-199.
- Bubici, G., Amenduni, M., Colella, C., D'Amico, M., Cirulli, M. 2005.** Efficacy of acibenzolar-S-methyl and two strobilurins, azoxystrobin and trifloxystrobin, for the control of corky root of tomato and *Verticillium* wilt of eggplant. *Crop Prot.*, 25: 814-820.
- Büchen-Osmond, C. 1987.** Plant viruses online-descriptions and lists from the VIDE database potato Y potyvirus. <http://image.fs.uidaho.edu/vidе/descr652.html>. (Erişim tarihi: 22.06.2015).

- Chaube, H. S., Pundhir, V. S. 2005.** Crop diseases and their management. PHI Learning Pvt. Ltd., New Delhi, 724 p.
- Chinnasri, B., Sipes, B. 2005.** Effect of a systemic acquired resistance inducer on nematodes infecting pineapple. *Acta Hort.*, 666: 213-222.
- Clark, M. F., Adams, A. N. 1977.** Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. *J. Gen. Virol.*, 34: 75-83.
- Csinos, A. S., Pappu, H. R., Mcpherson, R. M., Stephenson, M. G. 2001.** Management of tomato spotted wilt virus in flue-cured tobacco with acibenzolar-S-methyl and imidaclopid. *Plant Dis.*, 85: 292-296.
- Çalışkan, A. F. 2007.** Kabak Sarı Mozayik Virüsü (Zucchini Yellow Mosaic Virus, ZYMV)'nün Tanısı ve Bitki Aktivatörleri Kullanılarak Mücadele Olanaklarının Araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, ÇÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Adana.
- Çalışkan, A. F., Kamberoğlu, M. A. 2009.** Acibenzolar-S-Methyl (ASM) uygulamasının hıyar mozayik virüsü (Cucumber mosaic virus, CMV) üzerine etkisi. Türkiye III. Bitki Koruma Kongresi, 15-18 Temmuz, Van.
- Çandar, A., Gümüş, M. 2012.** Bitki virüslerinin vektörlerle taşınmasına moleküler yaklaşımlar. *Türk. Entomol. Bült.*, 2: 207-222.
- Çelik, İ., Özalp, R., Çelik, N., Polat, İ., Sülü, G., Ünlü, A. 2013.** Patates Y virüsü (Potato Virus Y = PVY)'ne dayanıklı sivri biber hatlarının geliştirilmesi. *Derim*, 30: 42-53.
- Çopur, H. 2011.** Sera hıyar fidesi üretiminde paclobutrazol ve bakır sülfat yetiştiriciliğinde bitki gelişimi üzerine etkileri. *Yüksek Lisans Tezi*, ÇÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.
- De Bokx J.A., Huttinga H. 1981.** Potato virus Y. England, <http://www.dpvweb.net/dpv/showdpv.php?dpvno=242> (Erişim tarihi: 23.06.2015).
- Deligöz, 2011.** Bitki patojeni virüsler. Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. <http://arastirma.tarim.gov.tr/ktae/Belgeler/brosurler/Bitki%20Patojeni%20Vir%20C3%20BCsler.pdf> (Erişim tarihi: 22.06.2015).
- Duman, A. D., Zorlugenç, B., Evliya, B. 2002.** Kahramanmaraş'ta kırmızı biberin önemi ve sorunları. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi.*, 5: 111.
- Durrant, W. E., Dong, X. 2004.** Systemic acquired resistance. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 42: 185-209.
- Ekbiç, E., Abak, K., Yılmaz, M. A. 1997.** A new PVY pathotype on pepper along mediterranean coastal area of Turkey. Proc.10th Cong, 1-5 June 1997. Montpellier.
- Engin, D., Çolak, M., Engin, M. 2008.** Güneş pili ile yaprak alanı ölçümü yapan bir sistemin geliştirilmesi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 45: 213-219.
- Esen, D. 2008.** Değişik bitki aktivatörlerinin patatesin bazı tarımsal özellikleri üzerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, EÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir.
- Fanigliulo, A., Comes, S., Crescenzi, A., Momol, M. T., Olson, S. M., Sacchetti, M., Ferrara, L., Caligiuri, G. 2009.** Integrated management of tomato yellow leaf curl in protected tomato crops in southern Italy. *Acta Hort.*, 393-396.

- Fereres, A., Perez, P., Gemen, C., Ponz, F. 1993.** Transmission of spanish pepper- and potato-PVY isolates by aphid (homoptera: *Aphididae*) vectors: epidemiological implications. *Ecosystem Ecol.*, 22: 1260-1265.
- Flaudung, M., Ritter E. 1991.** Plant leaf area measurements by personal computers. *J. Agronomy Crop Sci.*, 166: 69-70.
- Gebrd-Selassie, K., Dumas de Vault, R., Pochard, E. 1983.** Biological and serological characterization of PVY strains affecting peppers and other related strain *Capsicum. Newsletter*, 3: 134-136.
- Gebrd-Selassie, K., Marchoux, G., Delecolle, B., Pochard, E. 1985.** Variabilitd naturelle des souches du virus Y de la pomme de terre dans les cultures de piment du sud-est de la France. *Agronomie*, 5: 621-630.
- Genç, A. 2012.** Kırkağaç kavununda hıyar mozaik virüsüne karşı bazı bitki aktivatörlerinin etkilerinin belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, AÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Ankara.
- Gray, S. M., Banerjee, N. 1999.** Mechanisms of arthropod transmission of plant and animal viruses. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.*, 63: 128-148.
- Green, S. K., Kim, J. S. 1991.** Characteristics aid control of viruses infecting peppers. A literature review. Asian Vegetable Research and Development Center. Technical Bulletin No. 18, 60 p.
- Greenleaf W.H., 1986.** Pepper breeding. In: M. J. Basset (ed.). Breeding Vegetable Crops. Avi Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut: 67-134.
- Halbert, S. E., Corsini, D. L., Wiebe, M. A. 2003.** Potato virus Y transmission efficiency for some common aphids in Idaho. *Am. Potato J.*, 80: 87-91.
- Helguera, P. R., Docampo, D. M., Nome, S. F., Ducasse, D. A. 2002.** Enhanced detection of prune dwarf virus in peach leaves by immunocapture-Reverse transcription polymerase chain reaction with nested polymerase chain reaction (IC-RT-PCR Nested PCR). *J. Phytopathol.*, 150: 94-96.
- IBPGR, 1983.** Genetic resources of Capsicum, Annual report, IBPGR Rome, 49.
- Kashtban, A. H. 2010.** Bal kabağında kabak sarı mozaik virüsü'ne karşı bazı bitki aktivatörlerinin etkilerinin belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, AÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Ankara.
- Keleş, D. 2012.** Biber Yetiştiriciliği. Bahçe Kültürleri Araştırma İstasyonu Müdürlüğü, <http://www.alata.gov.tr/wp-content/uploads/2012/09/BiberYetiştiriciliDKKeleş.pdf> (Erişim tarihi: 23.06.2015).
- Koca, Y. O. 2003.** İki bitki aktivatörünün patatestte bazı tarımsal özellikler üzerine etkileri. *Yüksek Lisans Tezi*, EÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, İzmir.
- Kostiw, M. 1975.** Investigation on the retention of potato viruses M and Y in two species of aphids (*Myzus persicae* Sulz. and *Aphis nasturtii* Kalt.). *Potato Res.*, 18: 637-640.
- Kuc, J. 1987.** Immunization and its applicability for disease control. In: Chet I. Innovative Approaches to Plant Disease Control. New York, p. 255-274.

- Kuhlmann, W. D. 2006.** Buffer solutions. Germany, [http://www.immunologie-labor.com/cellmarker\\_files/IET\\_reagents\\_02.pdf](http://www.immunologie-labor.com/cellmarker_files/IET_reagents_02.pdf) (Erişim tarihi: 23.06.2015).
- Kurçman, S. 1979.** Ankara'nın Çubuk ilçesine bağlı bazı köylerde patateslerde görülen virus hastalıkları. *Bitki Koruma Bülteni*, Cilt 19, No: 4.
- Lopez-Moya, J. J. 2002.** Genes involved in insect-mediated transmission of plant viruses. The Haworth Press, Inc., Binghamton, 537 pp.
- Madhusudhan, K. N., Deepak, S.A., Prakash, H.S., Agrawal, G. K. , Jwa N. S., Rakwal, R. 2008.** Acibenzolar-S-methyl (ASM)-induced resistance against tobamoviruses involves induction of RNA Dependent RNA polymerase (RdRp) and alternative oxidase (AOX) genes . *J. Crop Sci. Biotech.*, 11: 127-134.
- Mandal, B., Mandal, S., Csinos, A. S., Martinez, N., Culbreath, A. K., Pappu, H. R. 2008.** Biological and molecular analyses of the acibenzolar-S-methyl-induced systemic acquired resistance in flue-cured tobacco against tomato spotted wilt virus. *Phytopathology* 98: 96-204.
- Marchoux, G., Gebre-Selassie, K. 1989.** Variabilite des virus chez les solanees maraşcheres: Consequences pour la recherche de methodes de lutte. *Phytoma*, 404: 49-52.
- Mejía, D. M. A., Rodas E. I. G., Patiño L. F. H., González, E. P. J. 2009.** Effect of acibenzolar-s-methyl on virus infection progress caused by potyvirus in tree tomato. *Agron. colomb.*, 27: 87-93.
- Melton, A. T. 2005.** Tomato spotted wilt virus, [http://ipm.ncsu.edu/Production\\_Guides/Flue-Cured/2006/chptr11.pdf](http://ipm.ncsu.edu/Production_Guides/Flue-Cured/2006/chptr11.pdf) (Erişim tarihi: 23.06.2015).
- Momol, M. T., Olson, S. M., Funderburk, J. E., Stavisky, J. 2000.** Management of TSWV on Tomatoes with UV-reflective Mulch and Acibenzolar-S-methyl. Proceedings of the 7th international symposium on thysanoptera. research and education center, university of Florida. Florida.
- Momol, M. T., Olson, S. M., Funderburk, J. E., Stavisky, J., Marois, J. J. 2004.** Integrated management of tomato spotted wilt on field-grown tomatoes. *Plant Dis.*, 8:882-890.
- Nair, C. B., Anith, K. N., Sreekumar, J. 2007.** Mitigation of growth retardation of the plant defense activator, acibenzolar-s-methyl, in *Amaranthus* plants by plant growth-promoting rhizobacteria. *World J. Microbiol. Biotechnol.*, 23: 1183-1187.
- Paksoy, M., Uslu, Ö. S. 2006.** Türkiye'de kırmızı biberin pazarlanması ve sorunları, VI. Sebze Tarımı Sempozyumu Cilt: 1, 335-339, Kahramanmaraş, 19-20 Eylül.
- Palloix, A., Abak, K., Gognalons, P., Daubeze, A. M., Guldur, M., Memouchi, G., Gebre-Selassie, K. 1994.** Virus Diseases Infecting Pepper Crops in Turkey. In: Proceedings of 9th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union, Kuşadası, Aydın.
- Pappu, H. R., Csinos A. S., Mcpherson, R. M., Jones, D. C., Stephenson, M. G., 2000.** Effect of acibenzolar-S-methyl and imidacloprid on suppression of tomato spotted wilt tospovirus in flue-cured tobacco. *Crop Prot.*, 19: 349-354.

- Pappu, H. R., McPherson, R. M., Jones, D. C., Moore J. M. 2003.** Reducing the risks of spotted wilt virus in tobacco with selected thrips (Thysanoptera: Thripidae) control practices. *J. Agric. Urban Entomol.*, 20: 11-23.
- Paradela, A. L., Scachetti, A. P., Munhoz, R., Borim Júnior, N., Calafiori, M. H., Galli, M. A. 2001.** Efficiency of Bion as resistance inductor for complex diseases control on tomato. *Ecossistema*, 26: 17-22.
- Parkunan, V. C. 2008.** Induced disease resistance elicited by acibenzolar-S-methyl and plant growth-promoting rhizobacteria in tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). Doctoral thesis. Virginia Polytechnic Institute and State University. ABD
- Petrov, N., Andonova, R. 2012.** Bion and exin as sar elicitors against potato virus Y infection in tomato. *Sci. Technol.* Volume II, Number 6.
- Powell, G., Tosh, C. R., Hardie, J. 2006.** Host plant selection by aphids: behavioral, evolutionary, and applied perspectives. *Annu. Rev. entomol.*, 51: 309-330.
- Ragozzino, A., Nicotina, M., Caia, R. 1972.** Virus patogeni del peperone in Campania. Nota I. Virus del mosaico del tabaco e virus Y della patata. *Riv. Ortifrut.* Ital., 56 (2):134-149.
- Roberts, T., Hutson, D. 1999.** Metabolic Pathways of Agrochemicals, Part two: Insecticides and Fungicides. Cambridge, UK: Royal Society of Chemistry .1447 pp.
- Ross, A. F. 1961.** Systemic acquired resistance by localized virus infection in plants. *Virol. J.*, 14: 340-358.
- Ryals, J., Weymann, K., Lawton, K., Friedrich, L., Ellis D., Steiner H. Y., Johnson J., Delaney T. P., Jesse T., Vos P., Uknes S. 1997.** The arabidopsis NIM1 protein shows homology to the mammalian transcription factor inhibitor I kappa B. *Plant Cell.*, 9: 425-439.
- Saravanakumar, D., Charles V. N., Kumarb, R. 2007.** PGPR-induced defense responses in the tea plant against blister blight disease. *Crop Prot.*, 26: 556-565.
- Sirigu, A., Nannini, M., Meloni, S., Crescenzi, A. 2011.** UV-Reflective mulch and chemical resistance induction for the control of tomato yellow leaf curl disease in greenhouse tomato crops. *Acta Hort.*, 914: 373-376.
- Sirigu, A., Nannini, M. 2009.** Management of TYLCD using non-woven row covers and acibenzolar-S-methyl in greenhouse tomatoes. *Acta Hort.*, 808: 397-400.
- Smith-Becker, J., Keen N. T., Becker, J. O. 2003.** Acibenzolar-S-methyl induces resistance to *Colletotrichum lagenarium* and cucumber mosaic virus in cantaloupe. *Crop Prot.*, 22: 769-774.
- Sticher, L., Mauch-Mani, B., Metraux, J. P. 1997.** Systemic acquired resistance. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 35: 235-70.
- Şeniz, V. 1992.** Domates, biber ve patlıcan yetiştiriciliği. Tarımsal Araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı (TAV) Yayınları. No: 26, Yalova, 174 s.
- Takehita, M., Okuda, M., Okuda, S., Hyodo, A., Hamano, K., Furuya, N., Tsuchiya, K. 2013.** Induction of antiviral responses by acibenzolar-S-methyl against cucurbit chlorotic yellows virus in melon. Published by The American Phytopathological Society. 103: 960-965.



- Tinklin, R. 1970.** Effects of aspermy virus infection on the water status of tomato leaves. *New Phytol.*, 69: 515-520.
- Tosun, N., Ergün, A. 2002.** Bitkisel Üretimde ve Tarımsal Savaşmada Yeni Bir Yaklaşım Olarak Bitki Aktivatörlerinin Rolü. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayın No: 109, TATEK/TYUAP Tarımsal Araştırma Yayın ve Koordinasyonu 2002 Yılı Tarla Bitkileri Grubu Bilgi Alışveriş Toplantısı Bildirileri s. 251-263.
- Tosun, N., Türküsay, H., Yıldız, S., Saygılı, H. 2009.** Effects of plant activators on physiological and morphological parameters of processing tomato. *Acta Hort.*, 431-435.
- Tripathi, D., Pappu, H. R. 2015.** Evaluation of acibenzolar-S-methyl-induced resistance against iris yellow spot tospovirus. *Eur. J. Plant Pathol.*, 4: 855-864.
- Tsuda, M. 1999.** Errors in leaf area measurement with an automatic area meter due to leaf chlorophyll in crop plants. *Ann. Bot.*, (84): 799-801.
- Turini, T., Strange, M. L. 2007.** Influence of foliar applications of plant activators/foliar nutrients on TSWV incidence and yield in processing tomato. University of California West Side Research and Extension Center. <http://cetulare.ucanr.edu/files/32459.pdf> (Erişim tarihi: 23.06.2015).
- Van Loon, L. C., Bakker, P. A., Pieterse, C. M. 1998.** Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 36: 453-483.
- Warren, M., Kruger, K., Schoeman, A. S. 2005.** Potato virus Y (PVY) and potato leaf roll virus (PLRV). University of Pretoria, [http://www.potatoes.co.za/SiteResources/documents/5%20PVY\\_PLRV\\_Review.pdf](http://www.potatoes.co.za/SiteResources/documents/5%20PVY_PLRV_Review.pdf) (Erişim tarihi: 23.06.2015).
- Wei, Z. M., Beer, S. V. 1996.** Harpin from *Erwinia amylovora* induces plant resistance. *Acta Hort.*, 411: 223-225.
- Wells, M. L., Culbreath, A. K., Todd, J. W. 2002.** The effect of in-furrow applications of acibenzolar-S-methyl on tomato spotted wilt virus and thrips in peanut. *Peanut Sci.*, 29: 136-141.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Cansu ŞENER  
Doğum Yeri ve Tarihi : Ankara 10.10.1986  
Yabancı Dili : İngilizce

### Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Önlisans : Ankara Üniversitesi 2008  
Lisans : Çukurova Üniversitesi 2011  
Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi 2015  
Çalıştığı Kurum ve Yıl : U.Ü. Ziraat Fakültesi 2014-