

**DOMATESTE PATATES Y VİRÜSÜ (PVY) DAYANIKLILIĞININ  
GENETİĞİ**

**Pamukkale Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Yüksek Lisans Tezi  
Biyoloji Anabilim Dalı**

---

**Eminur BARUTÇU**

**Danışman: Yrd. Doç. Dr. Fevziye ÇELEBİ TOPRAK**

**Temmuz, 2006  
DENİZLİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ ONAY FORMU**

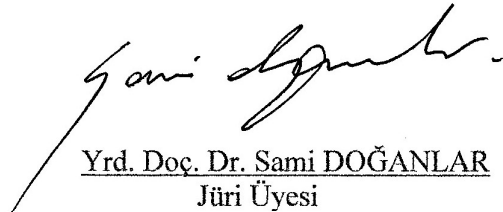
Eminur BARUTÇU tarafından Yrd. Doç. Dr. Fevziye ÇELEBİ TOPRAK yönetiminde hazırlanan “**Domateste Patates Y Virüsü (PVY) Dayanıklılığının Genetiği**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.



Yrd. Doç. Dr. Fevziye ÇELEBİ TOPRAK  
Jüri Başkanı (Danışman)



Doç. Dr. Anne FRARY  
Jüri Üyesi



Yrd. Doç. Dr. Sami DOĞANLAR  
Jüri Üyesi

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun  
.../.../..... tarih ve ..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

**Prof. Dr. Mehmet Ali SARIGÖL**  
Müdür

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğini beyan ederim.

İmza :  
Öğrenci Adı Soyadı : Eminur BARUTÇU

## TEŞEKKÜR

Her şeyden önce, danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Fevziye ÇELEBİ TOPRAK'a bana bu güzel çalışmayı hazırlayıp sunduğu, zor şartlar altında olanaklar sağlayıp, en yoğun günlerinde bile bana zaman ayırıp yardım ettiği ve destek verdiği için ve de beni her konuda düşündüğü için çok teşekkür ederim.

Bana bu çalışmamı gerçekleştirebilmem için bütün olanaklarını sunan Yrd. Doç. Dr. Sami DOĞANLAR ve Doç. Dr. Anne FRARY "İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü" hocalarıma teşekkür etmeyi borç bilirim. Laboratuvarlarında çalışmama izin verip, bu tezin gerçekleştirilmesini sağlayıp, bana bu güzel imkanları sundukları ve tezimin her aşamasında her zaman yardımcı oldukları için ve de manevi desteklerinden dolayı teşekkür ederim. Doç. Dr. Anne FRARY'ye bana verdiği dersler ve bütün öğrettikleri için özel olarak teşekkür ederim.

Zor deney şartlarımda bana yardım etmekten kaçınmayan ve tecrübelerini benimle paylaşan değerli arkadaşım Evrim BALCI'ya teşekkür ederim. Çalışmalarımı gerçekleştirirken bana yardım eden ve neşe veren arkadaşım Mehmet Ali KEÇELİ'ye özel olarak teşekkür ederim. Ayrıca İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü laboratuvar grubu arkadaşlarım olan Bilal ÖKMEN, Dane RUSÇUKLU, Deniz GÖL, Duygu YÜCE, Ersin AKINCI, Hasan Özgür ŞIGVA, Öyküm KIRSOY, Yeliz TÜMBİLEN'e manevi desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Biricik aileme; annem Delal BARUTÇU ve babam Volkan BARUTÇU ve kardeşlerime maddi ve manevi desteklerinden dolayı çok teşekkür ederim.

Pamukkale Üniversitesi'ne Bilimsel Araştırma Projesi, 2005FBE005 no'lu yüksek lisans tez projesi için teşekkür ederim.

## ÖZET

### DOMATESTE PATATES Y VİRÜSÜ (PVY) DAYANIKLILIĞININ GENETİĞİ

Barutçu, Eminur  
Yüksek Lisans Tezi, Biyoloji ABD  
Tez Yöneticisi: Yrd. Doç. Dr. Fevziye ÇELEBİ TOPRAK

Temmuz 2006, 71 Sayfa

Patates Y virüsü (PVY), önemli besin kaynaklarından olan domates bitkisi için önemli bir patojendir. Bu patojenin saldırısından bitkiyi korumak için bu çalışmada, 50 farklı yabani tür ve kültür domates türlerinde PVY'ye karşı dayanıklılık kaynakları araştırılmıştır. Yabani ve kültür türleri ve bu hatların çaprazlarından elde edilen F<sub>1</sub> ve F<sub>2</sub> hatları PVY ile mekanik olarak inokule edilmiştir. İnokule edilen bitkiler, iki haftalık ve dört haftalık dönemlerde DAS-ELISA (Double Antibody Sandwich Enzyme-linked immunosorbent assay) ile test edilmiştir. Yabani domates türlerinde değişik şekillerde dayanıklılık tespit edilmiştir. *Lycopersicon chilense* ve *L. pennellii* ve *L. hirsutum* PI247087 bitkisinde PVY'ye karşı immünite olduğu gözlenmiştir. *L. peruvianum*, *L. pimpinellifolium*, *L. glandulosum*, *L. chmielewskii* bitkilerinde PVY'ye karşı dayanıklılık olduğu tespit edilmiştir. *L. hirsutum* ve *L. chmielewskii* F<sub>2</sub> populasyonlarının fenotipik analizlerine göre dayanıklılığın resesif tek genle kontrol edildiği varsayılmaktadır. Sonuçlar Ki-kare analizinde belirlendiği gibi 1:3 açılım oranına uymaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Patates Y virüsü (PVY), DAS-ELISA, *Lycopersicon esculentum*, *Solanum lycopersicum*, yabani domates türleri.

Doç. Dr. Anne FRARY  
Yrd. Doç. Dr. Fevziye ÇELEBİ TOPRAK  
Yrd. Doç. Dr. Sami DOĞANLAR

**ABSTRACT****THE GENETICS OF POTATO VIRUS Y (PVY) RESISTANCE IN TOMATO**

Barutçu, Eminur

M. Sc. Thesis in Biology

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Fevziye ÇELEBİ TOPRAK

July 2006, 71 Pages

Potato virus Y (PVY) is an important pathogen for tomato which is an important crop for the human diet. In this study, resistance against PVY was surveyed in 50 different wild and cultivated tomato types to identify sources for protection against this disease. Wild type tomatoes and cultivars and their F<sub>1</sub> hybrids and F<sub>2</sub> progenies were mechanically inoculated with PVY. Inoculated plants were evaluated by DAS-ELISA (Double Antibody Sandwich Enzyme-linked immunosorbent assay) after two and four weeks. Different types of resistance were observed in wild types. Immunity to PVY was observed in *Lycopersicon chilense*, *L. hirsutum* PI247087 and *L. pennellii* plants. Resistance to PVY was observed in *L. peruvianum*, *L. pimpinellifolium*, *L. glandulosum*, *L. chmielewskii* plants. According to phenotypic analysis of *L. hirsutum* and *L. chmielewskii* F<sub>2</sub> populations, it was hypothesized that resistance was controlling by a single recessive gene because results fit a 1:3 segregation ratio as determined by Chi-square goodness-of-fit analysis.

**Keywords:** Potato virus Y (PVY), DAS-ELISA, *Lycopersicon esculentum*, *Solanum lycopersicum*, wild tomato species.

Assoc. Prof. Dr. Anne FRARY

Asst. Prof. Dr. Fevziye ÇELEBİ TOPRAK

Asst. Prof. Dr. Sami DOĞANLAR

## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
İçindekiler.....	vii
Şekiller Dizini.....	ix
Tablolar Dizini.....	x
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1. Bitki Virüsleri .....	2
1.2. Bitki Virüslerinin Aktarım Şekilleri.....	4
1.3. Bitki Virüs Enfeksiyonlarının Patojenezi.....	6
1.4. Bitki Savunma Sistemleri .....	7
1.4.1. Genel dayanıklılık .....	7
1.4.1.1. Konukçu olmayan dayanıklılık (Non-host resistance).....	8
1.4.1.2. Görünür dayanıklılık.....	10
1.4.2. Özel dayanıklılık .....	11
1.4.2.1. Dayanıklılık (R) genleri .....	11
1.4.2.2. Aktif oksijen radikalleri (ROS) .....	15
1.4.2.3. Patojenez ile ilgili proteinler .....	17
1.5. Bitki Virüsleriyle Mücadele Yöntemleri.....	18
1.6. Patates Y Virüsü (PVY) .....	21
1.6.1. PVY semptomları .....	23
1.7. Domates.....	25
<b>2. MATERYAL VE METOT.....</b>	<b>27</b>
2.1. Bitkiler.....	27
2.2. Virüs Kaynağı .....	32
2.3. PVY° ile Mekanik İnokulasyon .....	32
2.4. Örnek Alınması ve DAS-ELISA (Double Antibody Sandwich Enzyme-Linked Immunosorbent Assay).....	32
<b>3. BULGULAR .....</b>	<b>34</b>
3.1. Domates Hatlarının ELISA Sonuçları.....	34
3.1.1. <i>Lycopersicon glandulosum</i> domates hatlarının ELISA sonuçları.....	34
3.1.2. <i>Lycopersicon chilense</i> domates hatlarının ELISA sonuçları.....	36
3.1.3. <i>Lycopersicon peruvianum</i> domates hatlarının ELISA sonuçları.....	39
3.1.4. <i>Lycopersicon esculentum</i> domates hatlarının ELISA sonuçları.....	43
3.1.5. <i>Lycopersicon hirsutum</i> domates hatlarının ELISA sonuçları.....	47
3.1.6. <i>Lycopersicon pimpinellifolium</i> domates hattının ELISA sonuçları.....	51
3.1.7. <i>Lycopersicon pennellii</i> domates hattının ELISA sonuçları.....	51

3.1.8. <i>Lycopersicon chmielewskii</i> domates hattının ELISA sonuçları.....	52
3.1.9. <i>Lycopersicon hirsutum</i> F <sub>1</sub> ve F <sub>2</sub> populasyonlarının ELISA sonuçları.....	53
3.1.10. <i>Lycopersicon esculentum</i> F <sub>1</sub> populasyonlarının ELISA sonuçları.....	54
3.1.11. <i>Lycopersicon chmielewskii</i> F <sub>1</sub> ve F <sub>2</sub> populasyonunun ELISA sonuçları.....	55
3.1.12. <i>Lycopersicon parviflorum</i> F <sub>1</sub> ve F <sub>2</sub> populasyonunun ELISA sonuçları.....	56
4. TARTIŞMA.....	57
4.1. Yabani Tür Domateslerde ve Kültür Domateslerinde PVY Dayanıklılığının Değerlendirilmesi.....	57
4.2. Domates Hatlarında PVY Dayanıklılığının Kalıtımı .....	60
5. SONUÇ .....	61
KAYNAKLAR.....	63
ÖZGEÇMİŞ.....	71



## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 1.1 a. Patlıcan yaprağında Aphid'ler, b. Ergin bir Aphid .....	5
Şekil 1.2 Patojen ile konukçusu olan ve konukçusu olmayan bitkiler arasındaki genel etkileşimler .....	9
Şekil 1.3 Hastalık üçgeni .....	19
Şekil 1.4 Potyvirus genomu .....	21
Şekil 1.5 Domates yaprağında PVY'nin sebep olduğu mozaik nekroz semptomu .....	23
Şekil 1.6 Domates bitkisinde PVY'nin neden olduğu hasar .....	24
Şekil 1.7 a. Sağlıklı domates yaprağı, b. PVY ile enfekte edilmiş domates yaprağı .....	24
Şekil 2.1 <i>L. hirsutum</i> F <sub>2</sub> populasyonunun oluşumu .....	28
Şekil 2.2 <i>L. chmielewskii</i> F <sub>2</sub> populasyonunun oluşumu .....	28
Şekil 2.3 <i>L. parviflorum</i> F <sub>2</sub> populasyonunun oluşumu .....	29

## TABLOLAR DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Tablo 1.1 Bitki virüs sınıflarına örnekler.....	2
Tablo 1.2 Konukçu ile patojen arasındaki genetik etkileşim .....	12
Tablo 1.3 Dayanıklılık genlerinin sınıflandırılması.....	13
Tablo 1.4 Viral avirülans genleri ve bu genlerin bitki dayanıklılık genleriyle uyumu .....	14
Tablo 1.5 Bazı bitkilerde patojene karşı üretilen aktif oksijen radikallerine örnekler .....	15
Tablo 1.6 Bitkilerde PR proteinleri ve görevleri.....	17
Tablo 2.1 Bu çalışmada kullanılan bitkiler .....	30
Tablo 3.1 <i>Lycopersicon glandulosum</i> domates hatlarının ELISA sonuçları .....	35
Tablo 3.2 <i>Lycopersicon chilense</i> domates hatlarının ELISA sonuçları .....	37
Tablo 3.3 <i>Lycopersicon peruvianum</i> domates hatlarının ELISA sonuçları .....	41
Tablo 3.4 <i>Lycopersicon esculentum</i> domates hatlarının ELISA sonuçları .....	45
Tablo 3.5 <i>Lycopersicon hirsutum</i> domates hatlarının ELISA sonuçları .....	50
Tablo 3.6 <i>Lycopersicon pimpinellifolium</i> domates hattının ELISA sonuçları .....	52
Tablo 3.7 <i>Lycopersicon pennellii</i> domates hattının ELISA sonuçları .....	53
Tablo 3.8 <i>Lycopersicon chmielewskii</i> domates hattının ELISA sonuçları .....	54
Tablo 3.9 <i>Lycopersicon hirsutum</i> F <sub>2</sub> populasyonlarının ELISA sonuçları .....	55

## 1. GİRİŞ

Gittikçe artan insan nüfusunda tarım hayatı son derece önemli bir yer kaplamaktadır. Beslenme ihtiyacı için kullanılan sebzelerin başında domates yer almaktadır. Domates, vitamin ve mineral maddeler açısından oldukça zengin bir sebzedir. Türkiye, domates üretim ve tüketimi açısından önemli bir ülkedir. FAO 2005 (Food and Agriculture Organization) verilerine göre; domates üretimi açısından Türkiye 9,7 milyon ton/yıl üretimi ile dünya çapında Çin ve USA'den sonra üçüncü sırada yer almaktadır (WEB\_1 2006).

Domates üretim ve kalitesi çok çeşitli bakteriyel, fungal ve viral hastalıklar nedeniyle düşmektedir. Bu hastalıklar, tüm ürünün kullanılamayacak duruma gelmesine neden olabilmektedir. Dünyada bütün hastalık etmenlerinden dolayı olan verim kayıplarının yaklaşık 500 milyar dolar (USD) dolayında olduğu tahmin edilmektedir (Oerke vd 1994). Bitki hastalıklarından bakteriyel ve fungal hastalıklarla mücadele, viral hastalıklarla mücadeleye oranla daha kolaydır. Virüslerin, kristal yapıya sahip olmaları nedeniyle diğer patojenlerden farklı olarak, kimyasal ya da farklı metotlarla tamamen yok edilmeleri mümkün değildir. Patates Y virüsü (PVY), bitki kalite ve verimini önemli ölçülerde azaltan viral bir bitki hastalığıdır (Hämäläinen vd 1997). Viral bitki hastalıklarıyla mücadelede çeşitli yöntemler kullanılmaktadır: dayanıklı ve toleranslı kültür çeşitleri kullanılarak, ürün rotasyonu yapılarak, temiz alet ve donanım kullanılarak, taşıyıcı vektörlerle savaşılarak, hastalıklı tohumların kullanılmamasına dikkat edilerek viral hastalıklarla mücadele edilmektedir (Goldbach vd 2003). Özellikle virüs vektörleri olan böceklerle mücadelede kullanılan insektisitler hem insan sağlığı açısından hem de maddi açıdan zararlı olabilmektedirler. Bu yüzden; en iyi mücadele yöntemi genetik dayanıklılığın kültür domateslerine aktarılmasıdır.

Virüslere karşı dayanıklılık sağlamak amacıyla yapılan genetik çalışmalarda; bitkilerdeki dayanıklılık genleriyle ve virüslerde yapılan genetik değişikliklerle, dayanıklılıktan sorumlu yapıların ortaya çıkarılması ve bu yapıların bitkiye aktarılması amaçlanmaktadır.

Bu çalışmanın amacı; yabani domates türlerinde ve kültür domateslerinde ve bu hatlardan geliştirilen F<sub>1</sub> ve F<sub>2</sub> populasyonlarında, viral bir patojen olan PVY'ye karşı dayanıklılığın genetiğinin belirlenmesidir.

### 1.1. Bitki Virüsleri

Virüsler insan, hayvan ve bitkilerde enfeksiyon hastalıklarına neden olan hem ekonomik hem de tıbbi açıdan önem taşıyan etkenlerdir. İlk zamanlarda, bakterilerin geçemediği filtrelerden geçebilen canlılar olarak tanımlanmış ve 1950'lerden sonra elektron mikroskobu ile yapılan çalışmalarla morfolojileri aydınlatılmıştır (Agrios 1997). Virüsler, sadece canlı hücre içinde çoğalabilir ve tek hücreli mikroorganizmalardan hayvanlar âlemine kadar bütün canlılar için parazitiktirler. Bir virüs, bir ya da birden çok canlıyı hastalandırabilmektedir ve de bir canlı birden fazla virüsle hastalanabilmektedir.

Virüsler, nükleik asit ve protein kılıftan oluşmaktadırlar. Bitki virüsleri nükleik asit ve protein kılıf dışında poliaminler, lipidler ya da özel enzimler gibi bazı kimyasal bileşikler içerebilirler (Chen vd 2006). Virüslerin nükleik asitleri RNA ya da DNA'dır, tek iplikli ya da çift iplikli, düz ya da dairesel, tek genomlu ya da parçalı genomludurlar. RNA virüsleri pozitif ya da negatif polarite göstermektedirler.

Bitki virüsleri negatif ya da pozitif polariteli, tek iplikli veya çift iplikli olmalarına ve nükleik asit içeriklerine göre sınıflandırılırlar (Tablo 1.1).

**Tablo 1.1** Bitki virüs sınıflarına örnekler (WEB\_2 2000).

Genom	Aile	Genus	Tip
DNA	<i>Geminiviridae</i>	<i>Mastrevirus</i> <i>Begomovirus</i>	MSV (Mısır çizgi virüsü) BGMV (Fasulye altın mozaik virüsü)
DsRNA	<i>Reoviridae</i> <i>Partitiviridae</i>	<i>Phytoreovirus</i> <i>Varicosavirus</i>	WTV (Yara tümör virüsü) LBVV (Lahana büyük damar virüsü)
(+)ssRNA	<i>Potyviridae</i> <i>Bromoviridae</i> <i>Comoviridae</i>	<i>Potyvirus</i> <i>Cucumovirus</i> <i>Comovirus</i>	PVY (Patates Y virüsü) CMV (Hıyar mozaik virüsü) CPMV (Börülce mozaik virüsü)
(-)ssRNA	<i>Bunyaviridae</i>	<i>Tospovirus</i> <i>Tenuivirus</i>	TSWV (Domates lekeli solgunluk virüsü) RSV (Pirinç çizgi virüsü)

Çok parçalı genoma sahip olan bitki virüslerinde, genom segmentlere bölünmüştür. Bu segmentler yapı olarak benzer olmasına rağmen segment büyüklükleri genomun uzunluğuna göre değişebilmektedir. Genomun parçalı yapıda olması, kırılmaları azaltır ve genomun kodlama kapasitesini artırır. Her bir genom segmenti, her virüs partikülü içinde paketlenmiş olmalıdır. Segmentlerin birarada olmaması durumunda, genetik bilgi kaybolmaktadır ve virüs, kusurlu olmaktadır. Segmentlerin her birinin farklı virüs partikülleri içinde paketlenmiş olması durumunda, konukçu bitkinin hastalandırılabilmesi için, bütün viral segmentlerin bitkide bulunması gerekmektedir. Böylelikle, virüs genomu tamamlanmış olmaktadır ve enfeksiyon gerçekleşmektedir. Bu nedenle, çok parçalı genoma sahip virüsler sadece bitki virüsleridir. İki parçalı bitki virüslerine Comovirus (ssRNA), üç parçalıklı bitki virüslerine ise Bromoviridae (ssRNA) örnek olarak gösterilebilir (Agrios 1997).

Bitki virüsleri morfolojik olarak değişkendirler; genel olarak uzun ya da küresel yapıdadırlar. Bitki virüsleri genellikle canlı bitki hücreleri içinde çoğalabilmektedirler. Ancak, bazıları Aphid (Yaprak biti) ve yuvarlak solucan'ların vücutları içinde de çoğalabilmektedirler (Powell ve Webster 2004). Bitki virüsleri hayvan hücrelerinde çoğalamazlar. Birçok virüs, hiçbir hastalık ve semptomu neden olmadan konukçularında barınabilmektedir. Virüslerin farklı suşları, farklı bitkilerde, farklı semptom ya da hastalıklara neden olabilmektedir.

Bitki virüsleri hastalandırdıkları bitkide çeşitli semptomlara neden olmaktadır. Semptomların bir çoğu yapraklarda belirirken bazıları gövde, meyve ve hatta köklerde de belirebilmektedir. Bitkinin tamamına yayılan semptomlara "sistemik semptomlar" denmektedir. En yaygın olarak görülen bitki semptomları mozaikler ve halkalı lekelerdir. Mozaik, yapraklar üzerinde beliren açık renk, sarı ya da beyaz alanlardır. Renk kaybının yoğunluğuna göre mozaik tipi semptomlar, beneklenme, çizgi, halkalı leke, damar bantlaşması, damar beyazlaşması, klorotik lekeler şeklinde tanımlanır. Mozaik ve halkalı lekeler dışında bodurlaşma, şekil bozukluğu, kıvrımcıklaşma, yaprak yuvarlaklaşması, sararma gibi çeşitli semptomlar da vardır. Enfeksiyon her zaman semptom vermeyebilmektedir. Örneğin, Carlavirus genusunun birçok üyesi semptom vermemektedir (Dapküniene vd 2004).

Satellit virüsler, satellit RNA'lar, viroidler ve virusoidler virüs benzeri patojenler olup bitki hastalıklarına neden olmaktadır (Wetzel vd 2006). Satellit virüsler,

virüslerle birlikte hareket ederek virüsün çoğalma ve hastalık yapabilme yeteneğini arttırlar. Satellit RNA'lar replikasyonları için viral genoma bağımlı olan küçük RNA molekülleridir. Viroidler çift iplikli, çıplak, dairesel RNA'lardır ve tek başlarına bitkiyi enfekte edebilmektedirler. Virusoidler ise bazı RNA virüsleri içinde yer alan ve bu virüslerle zorunlu birlikteliğe sahip olan küçük viroid benzeri RNA'lardır (Gora-Sochacka 2004).

## 1.2. Bitki Virüslerinin Aktarım Şekilleri

Bitki virüsleri vejetatif üreme yoluyla, mekanik aktarımla, tohum, polen, böcek, mantar, akar, yuvarlak solucanlar tarafından olmak üzere çeşitli şekillerde, bitkiden bitkiye aktarılabilmektedirler.

Virüs partikülleri, tohum yüzeyi ile taşınır ya da embriyonun enfeksiyonuna bağlı olarak aktarılırlar. Bu yolla aktarım genellikle ürünlerde hastalıkların erken ortaya çıkmasına neden olur ve daha sonradan ürünün tamamını kaplarlar. Genelde tohumla taşınan virüslerin çoğunda virüs, enfekte bitkinin ovülünden tohuma geçer. Fakat bazı durumlarda virüs tohuma, enfekte bitkiyi dölleyen polenden de geçmiş olabilir. Polen tarafından aktarılan virüsler sadece tohumu değil aynı zamanda o tohumdan gelişecek fideyi de enfekte eder. Polen aracılığıyla virüsün aktarımı meyve veriminde düşüslere neden olmaktadır (Filho ve Sherwood 2000).

Virüs partikülleri vejetatif şekilde, aşılama, kesme yoluyla ya da rizom, yumru, soğan, tomurcukların kullanımı yolu ile aktarılabılırler. Birçok meyve ağaçları, süs ağaçları ve süs bitkileri aşılama, kesme ya da tomurcuklanma yolu ile çoğaltıldığından dolayı vejetatif aktarım bu bitkiler için önem teşkil etmektedir. Vejetatif üremeyle virüslerin aktarımı, bu şekilde çoğaltılan bitkilerin veriminde önemli ölçüde azalmalara neden olmaktadır. Bu teknik ucuz bir tekniktir ve bitki üremesi için kolaydır; fakat virüsün aktarımı için elverişli şartlar gerektirir.

Bitki virüsleri vektörler aracılığıyla aktarılırlar ve bu en yaygın aktarım şeklidir. Çeşitli bakteriler, mantarlar, yuvarlak solucanlar, eklembacaklılar, örümcekgiller vektör olarak kullanılabilir. Tarlalarda en yaygın ve ekonomik açıdan en önemli virüs aktarım şekli, böcekler aracılığıyla aktarım şeklidir ve Aphidae ve Cicadellidae üyeleri en etkili vektör böcek grubudur. Aphid'ler, *Potyvirus*, *Cucumovirus* ve *Luteovirus* gruplarını da



**Şekil 1.1** a. Patlıcan yaprağında Aphid'ler, b. Ergin bir Aphid

içeren değişik türleri aktarabilirler. Aphid'ler tarafından kalıcı olmayan (non-persistent) şekilde aktarılan en iyi grup, *Potyvirus* grubudur (Varveri 2000) (Şekil 1.1a, b).

Akarlar tarafından bitki virüslerinin aktarımı virüs gruplarına spesifiktir ve çok dar konukçu grubuna sahiptir. Eriophyidae ailesi üyelerinin vektör olarak görev yaptığı gözlenmiştir. Hastalıklı bitki özsuyunu ağızlarıyla emip, sağlıklı bitkiye gidip, onunla beslenmeye devam ederek virüsü taşımış olurlar (Yue vd 2006).

Yuvarlak solucanlar virüslerin aktarımında vektör olarak rol alırlar. Yuvarlak solucanlar enfekte bitkinin köklerinden beslenip sağlıklı bitkinin köküne gidip, ondan beslenmeye devam ederek virüsü taşımış olurlar. Larvalar da virüsü aktarabilirler fakat larva yetişkin hale geldiğinde virüsü tekrardan taşıyabilmek için yeniden bir virüs kaynağıyla beslenmesi gerekmektedir (Demangeat vd 2004).

Bitki köklerini hastalandıran *Olpidium* mantarının bazı virüsleri aktardığı gözlenmiştir (Lot vd 2002). *Cuscuta* parazitik bitkisi ile de virüs aktarılmaktadır. Bu bitki hastalıklı ve hastalısız iki bitki arasında köprü kurarak virüsü aktarmaktadır. Çok sayıda virüs bu yolla aktarılabilmektedir (Jones vd 2001).

Virüslerin aktarımındaki en önemli doğal aktarım metodu mekaniksel aktarım metodudur. Virüsler bu metot ile doğada rüzgârlı havalarda enfekte yaprağın sağlıklı yaprağa teması ile aktarılırlar. Patates X Virüsü'nün doğada aktarımı yaprakların birbirine teması ile olur. Mekaniksel aktarım metodu deneysel araştırmalar için kullanılan güçlü bir tekniktir. Bu teknikte, yüksek konsantrasyonda virüs içeren yaprak ya da petal, havan ve havaneli kullanılarak iyice ezilir ve hücrelerin parçalanması sağlanır. Virüs içeren bitki özsuyu inokule edilmek istenen bitkinin genç yaprağının yüzeyine sürülür. Bu şekilde virüs bitkiye mekaniksel şekilde aktarılmış olur.

### 1.3. Bitki Virüs Enfeksiyonlarının Patojenezi

Birçok bitki virüsü, girdiği ilk hücrede çoğalır ve bölgesel semptomlar gösterir. Sonradan virüs, enfekte ettiği hücreden diğer hücreye geçer ya da vasküler sistem aracılığı ile sistemik olarak tüm bitkiye dağılır. Mekanik inokulasyonla yaprak yüzeyindeki gözeneklerden içeri sızan virüs kütikulanın aşındırılması ile kütikulayı geçerek epidermise ulaşır. Epidermis hücreleri içinde virüsün genetik materyali ve kılıf proteini ayrışır, nükleik asit serbest kalır. Nükleik asit hücre sitoplâzmasında replike olur. Hücredeki bu nükleik asitlerden bazıları plazmodezmata aracılığıyla komşu hücreye geçer. İçine girdiği hücre içinde tekrar replike olur ve yine bir kısmı diğer komşu hücreye geçer. Erken şekillenen bazı nükleik asitler kılıf proteini ile kaplanarak virüs şeklini alır. Virüsler ve viral nükleik asitler komşu hücreden komşu hücreye geçerek floeme ulaşırlar. Floem aracılığıyla bütün bitkiye dağılırlar. Bu olay, bitkinin tamamını kapsayan sistemik enfeksiyonla sonuçlanır (Agrios 1997).

Bitki hücre duvarlarındaki plazmodezmata genomik nükleik asitlerin ya da virüs partiküllerinin geçişine izin vermeyecek kadar küçüktür. Birçok bitki virüsü plazmodezmatayı modifiye eden özelleşmiş hareket proteinlerine sahiptir. Bu proteinler plazmodezmatanın geçirgenliğini arttırarak virüsün hücreden hücreye geçişini kolaylaştırırlar (Lucas ve Wolf 1999).

Genel olarak, bitki virüslerinin makroskobik semptomları üç grup altında sınıflandırılabilir (Agrios 1997):

Nekroz: Doku ölümü anlamına gelmektedir, virüs replikasyonuna bağlı olarak direk hasarlara neden olur. Yaprak üzerindeki nekrozlar mozaikler şeklinde belirebilir.

Hipoplazya: Hücre sayısının azlığı anlamına gelmektedir. Mozaikleşmeyle başlayan büyüme geriliğine neden olur.

Hiperplazya: Anormal hücre büyümesi ya da düzensiz hücre bölünmesi anlamına gelmektedir. Bitkide şişkin, şekilsiz bölgeler oluşmasına neden olur.



## 1.4. Bitki Savunma Sistemleri

Her bir bitki türü çok sayıda ve farklı virüs, bakteri, mantar ve yuvarlak solucanların saldırılarına maruz kalırlar (Agrios 1997). Bitkiler, patojen saldırılarından korunmak için çeşitli savunma mekanizmaları geliştirmişlerdir (Hammond-Kosack ve Jones 1996). Bitkilerin, hayvanlar aleminde olduğu gibi bağışıklık sistemleri bulunmamaktadır fakat belirli korunma sistemleri vardır. Bitki hücre duvarı, kütikula, yaprak yüzeyindeki tüyler, mumsu yapı, stomanın yeri ve büyüklüğü, bazı kimyasallar, genetik yapıları, antimikrobiyal bileşikler vb. ile bitkiler kendilerini patojenlere karşı korurlar. Bu savunma mekanizmaları, bazı patojenler için etkili olabilirken bazıları için etkili olmayabilir. Savunma mekanizmalarının etkili olmadığı durumlarda hastalık ortaya çıkar. Bitkilerin hastalık etmenlerine karşı oluşturdukları savunma mekanizmalarını “Genel Dayanıklılık” ve “Özel Dayanıklılık” olmak üzere iki grup altında incelenmektedir (Özcan vd 2001).

### 1.4.1. Genel dayanıklılık

Birçok bitki türü bazı hastalıklara karşı doğal olarak dayanıklılık gösterir. Bitkideki kütikula tabakası, hücre duvarının yapısı, stomanın konumu, fenolik bileşikler, antimikrobiyal bileşikler ve thionin grubu bileşikler bitkinin patojene karşı genel dayanıklılık göstermesini sağlar (Agrios 1997).

Yaprak ve meyve yüzeyindeki mumsu yapı ve tüyler, suyun yüzeyde birikmesini engellerler. Nemli bir ortamın oluşturulmasını engellendiği için bakteri ve mantarların üremesi de önlenmiş olur.

Bitkilerde bulunan kalın kütikula tabakası, bariyer görevi görerek, patojenin konukçusu içerisine doğrudan girişini engelleyerek bitkiyi patojene karşı korur. Fakat bazı durumlarda, kütikula tabakasının kalınlığı patojenin girişini engellemek için yeterli ölçüde olmayabilir.

Bazı patojenik bakteri ve mantarlar bitkiye sadece stoma hücreleri boyunca giriş yaparlar. Bitkinin solunum yaptığı zamanlarda stomanın kapalı olması nedeniyle

patojen bitkiye giriş yapamaz. Stomanın dar yapıda ya da kalın olması da patojenin girişini engelleyerek, bitkiye patojene karşı koruma sağlar.

Bitki hücrelerinde yüksek konsantrasyonlarda bulunan fenolik bileşikler birçok patojenik organizmaya karşı bitkide koruma sağlar. Klorojenik asit, kaffeik asit ve ferulik asit fenolik bileşiklere örnektir (Takenaka vd 2006). Bu bileşikler patojen organizmalar için toksik etki göstererek bitkiyi patojene karşı korurlar.

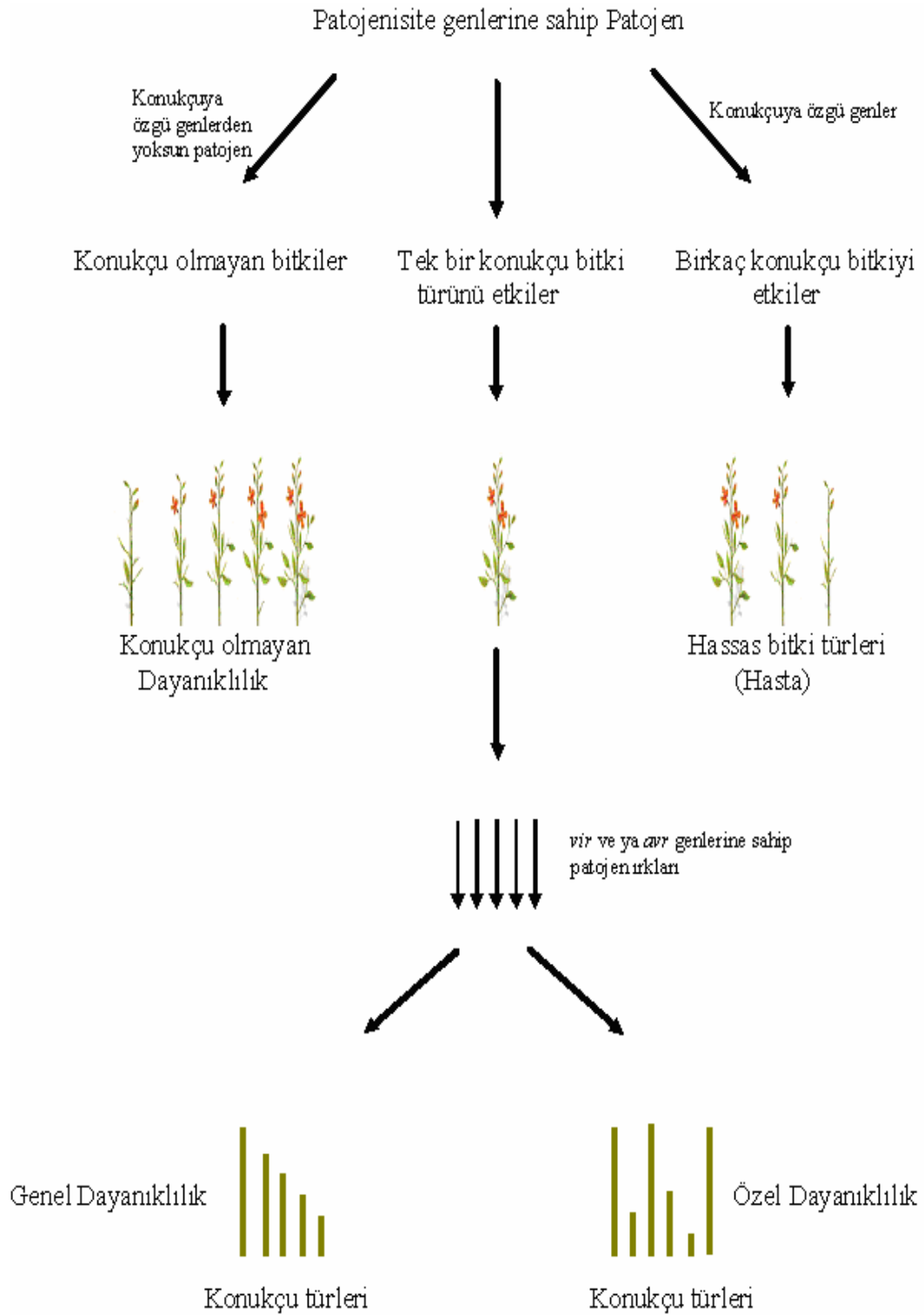
Bitkilerde bulunan ve patojen mikroorganizmalara karşı etkin olan proteinlere, genel olarak “antimikrobiyal bileşikler” denir (Bonas ve Lahaye 2002). Fitoaleksinler, antimikrobiyal bileşiklere örnektir. Asma yapraklarında fitoaleksin üretiminden sorumlu olan gen, diğer bitkilere aktarıldığında fungal bir patojen olan *Botrytis cinerea*'ya karşı dayanıklılık sağlandığı gözlenmiştir (Hain vd 1993).

Bitkilerde bulunan ve patojenlere karşı dayanıklılık sağlayan bir başka grup ise thionin grubu bileşiklerdir. Arpa danesinde, thionin kodlayan genin tütün bitkilerine aktarılmasıyla, bitkinin *Pseudomonas syringae* bakterisine karşı dayanıklılık gösterdiği gözlenmiştir (Carmona vd 1993).

#### **1.4.1.1. Konukçu olmayan dayanıklılık (Non-host resistance)**

Genelde, bir bitkide hastalık oluşturabilen bir etmen başka bir bitkide hastalık oluşturamayabilir. Patojen mikroorganizmalar etkilerini gösterebilmek için bitkilerdeki kütikula, hücre duvarı gibi bariyerleri geçmek zorundadırlar (Whitham ve Wang 2004). Birçok patojen bu bariyerleri geçemeyerek, konukçu bitkide etkili olamaz.

Bakteriyel liposakkaritler, flagellin, kitin, glukan bitki patojenlerinin yüzeye bağlı yapısal moleküllerine örnektir. Bu moleküllerin enzimleri olan endopoligalaktronaz, ksilaz gibi hücre duvarını yıkan enzimler, elisitör moleküller olarak görev yaparlar. Bu moleküllerin bitki hücre duvarına bağlı oligogalaktronitler gibi enzimatik ürünleri bitki savunma sistemini uyarırlar (Zhang vd 2004).



**Şekil 1.2** Patojen ile konukçusu olan ve konukçusu olmayan bitkiler arasındaki genel etkileşimler (Agrios 1997).

Özet olarak; patojenin konukçusu, patojen için özel yapılar (reseptör, gen, vb.) içerir ve bu özel yapılar, bitkiyi bu patojene karşı hassas hale getirir (Schulze-Lefert 2004). Fakat patojenin konukçusu olmayan bitkiler patojene özgü özel yapılar içermediğinden dayanıklı hale geçebilir (Şekil 1.2).

#### 1.4.1.2. Görünür dayanıklılık

Genellikle birçok alanda çeşitli hastalıklar, bitkilerde hastalık epidemilerine neden olmaktadır. Aynı koşullar altındaki bazı hassas bitkilerde enfeksiyon veya semptom gözlenmeyebilir ve bu bitkiler hastalığa karşı dayanıklı görünebilirler. Bitki hastalıklarına karşı görünen bu çeşit dayanıklılığın nedeni; hastalığın kaybolması ya da bitkinin hastalığa karşı toleranslı olmasıdır.

Hastalığın kaybolması; hassas konukçu, virulent patojen ve uygun çevre koşullarından bir ya da birkaçının olmadığı durumlarda gözlenir. Bazı bitkilerin tohumları, aynı türlerine göre daha erken çimlenebilir veya daha hızlı büyüyüp, olgunlaşabilir. Bu nedenle, patojen bu bitkileri etkileyemeyebilir (Lecoq vd 2004).

Bazı bitkiler, olgunlaşma dönemlerinden bazılarında patojenlere karşı hassas olurlar ve patojenler, bitkileri hassas dönemlerinde hastalandırabilir. Bazı durumlarda ise bitkinin enfekte olmasını, yaprak yüzeyindeki kalın ve sert tüyler ya da mumsu yapı engelleyebilir. Bu şekilde, patojenin yayılması engellenir.

Birçok çevresel koşul hastalığın kaybolmasında önemli rol oynar. Örneğin, sıcaklık birçok patojenin coğrafik yayılışını belirler. Dış ortam koşulları altında büyüyen bitkiler sıcaklık nedeniyle, patojenlerden korunabilirler ve bitkide hastalık kaybolur. Örneğin; toprağın nemli ve sıcaklığın da yüksek olduğu koşullarda, *Pythium* ve *Phytophthora* patojenlerine karşı birçok bitkide hastalık kaybolur (Agrios 1997).

Hastalığa karşı toleranslı bitkilerde ise; bitkinin enfekte olmuş durumunda bile kaliteli ürünler üretebildiği gözlenir. Tolerans, konukçu bitkinin reseptör bölgesinin veya patojenin salgılarının inaktif olması durumunda iken patojenin, konukçu bitkide gelişip çoğalmasına izin veren, kalıtsal ve spesifik özelliklerinin sonucudur. Toleranslı bitkiler patojene karşı hassastırlar fakat patojenin enfeksiyonundan dolayı ölmezler ve daha az hasar görürler.

Genel dayanıklılık genetik olarak karmaşık bir yapıya sahiptir ve uzun ömürlüdür. Fakat bazı durumlarda; patojenler genel dayanıklılık mekanizmasını etkisiz hale getirmeyi başarabilirler. Patojen tarafından salgılanan bu moleküllere “virülens faktörleri” denir. Patojenin enfekte ettiği bitki virülens faktörleri ile konukçu duruma geçer ve bitki savunma mekanizması tarafından tanınmadığı için bitki savunma mekanizmasını harekete geçiremezler. Bitki hücre ve dokuları patojenin virülens faktörleri ile sistemli bir şekilde işgal edilir ve bitki ölür (Jones ve Takemoto 2004).

#### **1.4.2. Özel dayanıklılık**

Genel dayanıklılıktan farklı olarak özel dayanıklılıkta bitkinin genetik yapısı rol oynamaktadır. Özel dayanıklılığın etkisi genel dayanıklılığa göre daha kısa ömürlüdür ve etkisi kaybolabilir. Patojenin avirülens gen ürünündeki değişimler sonucu dayanıklı olan bitki, enfekte edilebilecek yeni bir ırkla hastalandırılabilir. Özel dayanıklılık mekanizması genel olarak üç grup altında incelenmektedir: 1: Dayanıklılık (Resistance: R) genleri 2: Aktif oksijen radikalleri (Reactive Oxygen Species: ROS) 3: Patojeniz ile ilgili (PR) proteinler. Konukçu bitkiler hastalıkların zararlı etkilerini engelleyebilmek için R genleri (dayanıklılık genleri) geliştirmişlerdir. Patojenin elisitör moleküllerinin tanınıp aktif hale geçmesiyle bitki tarafından sentezlenen ve oksidatif yanma, lignifikasyon, hipersensitif tepki, sistemik kazanılmış dayanıklılığa neden olan ise; aktif oksijen radikalleridir. PR proteinleri bitkide enfeksiyon sonrası sentezlenmeye başlanan bir grup proteindir.

##### **1.4.2.1. Dayanıklılık (R) genleri**

Patojen, enfeksiyon anında bitki hücre duvarında bulunan reseptörlere bağlanacak moleküller salgılar. Patojenin salgıladığı bu moleküller “avirülens faktörleri” ya da “elisitör moleküller” denir (Gomez 2004). Elisitör moleküllerin bitki tarafından tanınıp bitki savunma sisteminin harekete geçebilmesi için bitki dayanıklılık genleri ürünleri olan proteinlere ihtiyaç vardır (Martin vd 2003). Bu tip dayanıklılığa “gene-karşı-gen” olayı da denir (Tablo 1.2). Flor ve arkadaşları tarafından 1947 yılında yapılan çalışmalarda bitkilerde dayanıklılığı sağlayan her bir gene karşı, patojende bu gene denk gelen ve virülanslığı kontrol eden bir genin (gene-karşı-gen) bulunduğu ortaya çıkmıştır. Birçok durumda patojende avirülantlık ve konukçuda dayanıklılık dominanttır.

**Tablo 1.2** Konukçu ile patojen arasındaki genetik etkileşim (Tör 1998)

Patojenin genotipi	Konukçunun genotipi		
	RR	Rr	rr
AA	D	D	H
Aa	D	D	H
aa	H	H	H

D: Dayanıklı H: Hassas

Dayanıklılık genleri kodladıkları proteinlere göre beş grup altında toplanırlar (Özcan vd 2001) (Tablo 1.3):

**Sınıf I:** Protein kinaz aktivitesine sahip genler (PKs): Protein kinaz, patojen sinyallerinin iletiminde yer alan diğer proteinlerin fosforilasyonundan sorumludur. Örneğin; domateste bulunan *Pto* geni *Pseudomonas syringae* bakterisine karşı dayanıklılık sağlar (Martin vd 1993).

**Sınıf II:** Patojen tarafından salgılanan toksinleri yıkıcı enzimleri kodlayan genler: Mısırdaki bulunan *Hm1* geni bu gruba örnek olabilir. *Hm1* geni, mısırdaki *Cochliobolus carbonum* mantarına karşı dayanıklılık sağlar. *Hm1* geninin ürünü patojen tarafından salgılanan HC toksinini inaktif hale getirerek patojene karşı dayanıklılık sağlar (Johal ve Briggs 1992).

**Sınıf III:** Nükleotid bağlanma bölgesi taşıyan lösence zengin genler (NBS-LRR): Nükleotid bağlanma bölgesi, diğer proteinlerin ATP ve GTP nükleotidlerine bağlanır. Lösence zengin bölgeler protein-protein etkileşimlerine aracılık eder. Bu bölge memelilerdeki interleukin (IL) reseptörleriyle benzerlik gösterir (Kajava 1998). Tütün'den izole edilen *N* geni TMV virüsüne karşı dayanıklılık sağlar (Mindrinos vd 1994).

**Sınıf IV:** *avr* genine bağlanabilen reseptör yapısındaki genler: Bu genler patojen ürünü olan proteinler ile rekabete girerek bitkide dayanıklılık sağlarlar. Domatesten izole edilen *Cladosporium fulvum* patojenine karşı dayanıklılık sağlayan *Cf* genlerinin ürünleri olan proteinler, hücre zarında entegre olmuş reseptör proteinleri kodlarlar ve rekabet sonucu dayanıklılık sağlarlar (Dixon vd 1996).

**Tablo 1.3** Dayanıklılık genlerinin sınıflandırılması.

Sınıf	Patojen	Bitki	Dayanıklılık Geni	Referans
1	<i>Pseudomonas syringae</i>	Domates	<i>Pto</i>	Martin vd 1993
2	<i>Cochliobolus carbonum</i>	Mısır	<i>Hm1</i>	Johal ve Briggs 1992
3	<i>Tütün Mozaik Virüsü</i>	Tütün	<i>N</i>	Mindrinis vd 1994
4	<i>Cladosporium fulvum</i>	Domates	<i>Cf</i>	Dixon vd 1996
5	<i>Xanthomonas oryzae</i>	Çeltik	<i>Xa21</i>	Song vd 1995

**Sınıf V:** Hem reseptör hem kinaz aktivitesine sahip genler (RLKs): Çeltik bitkisinden izole edilen ve yaprak yanıklığı hastalığının etmeni olan *Xanthomonas oryzae* patojenine karşı dayanıklılığı belirleyen *Xa21* geni hem reseptör hem de kinaz aktivitesine sahiptir (Song vd 1995). Patojenin sinyalleri genin reseptör bölgesinden kinaz bölgesine aktarılır ve böylelikle sinyal iletiminde yer alan proteinleri aktif hale getirerek sinyalin iletimini sağlar ve antimikrobiyal etkiye sahip birçok genin uyarılmasını sağlar.

Bitkilerde virüslere karşı üç çeşit dayanıklılık vardır:

**Tolerans:** Virüse karşı toleranslı bitkilerde hastalık olur, semptomlar belirir fakat bitki yaşamını sürdürür ve ürün verir.

**Dayanıklılık:** Virüs bitkiye bulaşır fakat virüsün yayılması bitki savunma sistemi tarafından engellenir ve bitki sağlıklı kalır.

**İmmünite:** Bitki hiçbir şekilde virüs ile hastalanmaz. Bitki savunma sistemi, virüsün bitkiye girişini tamamen engeller.

Avirülans faktörleri bitki tarafından tanındığında, bitki savunma sisteminde rol alan dayanıklılık genlerinin ürünleri aktif hale geçerek bitkiyi patojene karşı korur (Kang vd 2005) (Tablo 1.4).

**Tablo 1.4** Viral avirülans genleri ve bu genlerin bitki dayanıklılık genleriyle uyumu (Kang vd 2005 tarafından uyarlanmıştır).

Bitki	Dayanıklılık Geni	Virüs	Avirülans Geni	Dayanıklılık mekanizması	Referanslar
Arabidopsis	HRT	TCV	Kılıf proteini	HR	Oh vd 1995
	RCY1	CMV	Kılıf proteini	HR	Takahashi vd 2001
Fasülye	Bdm	BYMV	BV1 proteini	HR	Garrido-Ramirez vd 2000
Turp otu	TuRBO1	TuMV	CI	HR	Jenner vd 2000
	TuRBO3	TuMV	P3	HR	Jenner vd 2003
	TuRBO4	TuMV	P3	Replikasyon	Jenner vd 2002
Kavun	Nsv	MNSV	Genomun 3' kısmı	Replikasyon	Diaz vd 2004
Marul	Mol1	LMV	Genomun 3' yarısı	Replikasyon	Redondo vd 2001
Bezelye	Sbm-1	PSbMV	VPg	Replikasyon	Keller vd 1998
Biber	L	TMV	Kılıf proteini	HR	Gilardi vd 1998
	Pvr1	PVY	VPg	Replikasyon	Moury vd 2004
Patates	Nb	PVX	25K hareket proteini	HR	Malcuit vd 1999
	Nx	PVX	Kılıf proteini	HR	Santa-Cruz ve Baulcombe 1993
	Rx	PVX	Kılıf proteini	HR	Bendahmane vd 1995
	Ry	PVX	NIa proteaz	Replikasyon	Mestre vd 2000
Tütün	N	ToMV	Kılıf proteini	HR	Knorr ve Dawson 1988
	Va	PVY	VPg	Hareket	Nicolas vd 1997
Domates	Tm-1	ToMV	Replikaz	Replikasyon	Meshi vd 1988
Soya	Sw-5	TSWV	mRNA	HR	Hoffmann vd 2001

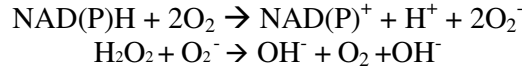
BYMV: Fasülye sarı mozaik virüsü, CMV: Hıyar mozaik virüsü, LMV: Marul mozaik virüsü, MNSV: Kavun nekrotik leke virüsü, PSbMV: Bezelye tohum kökenli mozaik virüsü, PVY: Patates Y virüsü, PVX: Patates X virüsü, TCV: Turpotu buruşukluk virüsü, TuMV: Turpotu mozaik virüsü, ToMV: Domates mozaik virüsü, TMV: Tütün mozaik virüsü, TSWV: Domates lekeli solgunluk virüsü, SMV: Soya mozaik virüs, HR: Hipersensitif tepki



### 1.4.2.2. Aktif oksijen radikalleri (ROS)

Bitki hücre duvarı, protein ve glikoproteinlerin gömülü olduğu çift katlı fosfolipid tabakasından oluşmuştur ve membranda iyon ve metabolitlerin giriş ve çıkışına izin veren kanallar vardır. Hücre duvarı, savunma mekanizmasının uyarılması için aktif bir bölgedir ve elisitör moleküllerin tanınması için reseptörler içerirler.

Patojenin hücreye saldırısı, hücre membranında yapısal değişikliklere neden olur. Membrana dayalı en yaygın savunma mekanizması, aktif oksijen radikallerinin (reactive oxygen species) hücre membranından salınmasıdır. Bitki tarafından patojenin tanınmasıyla bitki savunma mekanizması aktif hale geçerek aktif oksijen radikalleri salınır. Hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ) ve süper oksit ( $O_2^-$ ) anyonları, aktif oksijen radikallerine örnek verilebilir (Cohn vd 2001). ROS, bitki hücrelerinde kloroplast ve mitokondrilerde gelişen redoks reaksiyonları sonucu NADPH enzim kompleksleri tarafından salınır ve bitkide çeşitli savunmalara neden olurlar (Bolwell ve Wojtaszek 1997) (Tablo 1.5).



Aktif oksijen radikalleri bitki hücrelerinde “oksidatif yanma” denilen olaya neden olurlar (Wojtaszek 1997). Radikallerin yakıcı etkisi ile patojenin etkisine karşı direk ölüm gerçekleşir. Hidrojen peroksit, yaraların enfekte olmasını önlemek ve ortamı mikroorganizmalardan arındırmak için yaygın olarak kullanılır.

**Tablo 1.5** Bazı bitkilerde patojene karşı üretilen aktif oksijen radikallerine örnekler.

Bitki	Patojen	ROS	Referanslar
Fasülye	<i>Pseudomonas syringae</i>	$H_2O_2$	Levine vd 1994
Patates	<i>Phytophthora infestans</i>	$O_2$	Doke 1985
Pamuk	<i>Verticillium dahliae</i>	$H_2O_2$	Davis vd 1998
Domates	<i>Cladosporium fulvum</i>	$H_2O_2$ ve $O_2$	Xing vd 1997
Tütün	<i>Tütün Mozaik Virüsü</i>	$O_2$	Doke ve Ohashi 1988

Aktif oksijen radikallerinin üretilmesi bitkide “lignifikasyon”a neden olabilir. Hidrojen peroksit, bitki tarafından lignin yapımında kullanılır ve lignin oluşumu enfeksiyondan sonra bitki hücre duvarının sağlamlaştırılmasında önemli rol oynar (Soylu 2006).

Aktif oksijen radikallerinin en önemli rolü ise bitkide “Hipersensitif tepki” ye yol açmasıdır. Bitkide enfekte olmuş hücrelerin kendilerini öldürmeleri olayına “hipersensitif tepki” denir. Hipersensitif tepki ile hücre duvarlarında değişmeler olmakta, kalloz, lignin, fenolik bileşikler ve fitoaleksinler sentezlenmektedir (Morel ve Dangl 1997). Bu ürünler enfeksiyon bölgelerinde lokalize olmaktadır (Hinrichs-Berger vd 1999). Bitkinin patojene karşı oluşturduğu tepkiyle, patojenin besin alınımını engelleyerek gelişmesini durdurur ve yeni enfeksiyonlardan da kendini korur. Hipersensitif hücre ölümü ile patojen sadece enfekte ettiği bölgede kalarak enfeksiyonun yayılması engellenmiş olur (Schneider 2002). Böylelikle bitki hastalığa yakalanmaktan kurtulur. Hipersensitif tepki, bitkide nekrotik lekeler şeklinde belirir. Bu olaya “programlı hücre ölümü (apoptosis)” denir (Glazebrook 2001).

Bitkilerde iletim kanallarını saran hücreler apoptosis sonucu ölür ve böylece potansiyel patojenlerin iletim kanallarına geçip yayılmaları önlenir. Apoptosisi indükleyen hidrojen peroksittir (Nindl Waite vd 2005).

Aktif oksijen radikallerinin fonksiyonlarından biri de bitkide sinyal molekülleri olarak görev yapmalarıdır (Neuenschwander vd 1995). Aktif oksijen enfekte bölgedeki genleri uyarmakla kalmayıp bitkinin hastalıktan etkilenmediği sistemik dokularını da uyarır. Bu olay “sistemik kazanılmış dayanıklılık=SAR” olarak bilinir. Salisilik asit, jasmonik asit, benzoik asit, etilen ve nitrik oksit bu sistemin uyarılmasında etkili hormonlardır (Zhang vd 2004, Wojtaszek 1997, Kunkel ve Brooks 2002, Cohn vd 2001).

Sistemik kazanılmış dayanıklılık, patojenez ile ilgili (PR1–5) proteinlerin asidik formlarının sistemli bir şekilde salgılanmasına bağlıdır (Pruss vd 2004). *Pseudomonas putida*’da naftalenin yıkımında salisilat hidrosilaz enzimi NahG geni tarafından kodlanır ve salisilik asit, salisilat hidrolaz enzimi ile katekol’e dönüştürülerek inaktif hale getirilmiş olur. Bu şekilde; bitki bakteriyel patojenlerin saldırısından korunmuş olur (Thomma vd 2001).

### 1.4.2.3. Patojenez ile ilgili proteinler

PR proteinleri bitki savunma sisteminde rol alan proteinlerdir (Tablo 1.6). Enfeksiyon sırasında bitki hücresi tarafından sentezlenmeye başlanır (Schubert vd 2004). Bu proteinler ilk olarak tütün mozaik virüsüne karşı üretilen tütün bitkilerinde bulunmuştur (Van-Loon ve Van-Kammen 1970).

Patojenez ile ilgili proteinler bazik ve asidik pH'ya sahip olmak üzere iki gruptur. Bazik PR proteinleri genelde vakuolde, asidik PR proteinleri ise genelde hücreler arası boşlukta depolanır. Asidik PR proteini olan PR-1 proteinini kodlayan gen, tütün bitkisine aktarıldığı zaman *Peronospora tabacina* ve *Phytophthora parasitica* fungal patojenlerine karşı dayanıklılık gözlenmiştir (Alexander vd 1993). Bazik PR proteinlerinde bilinen en iyi örnek ise taumatin'dir. Bu protein genelde bitkilerde osmotik stres sonrası da üretilir.

Bazı enzim grupları da PR proteinleri grubuna girer. Bu enzimlere örnek olan fenilalanin amonyum liyaz (PAL), fenilpropanoid sentez yolunun başında yer alır. Fenilpropanid sentez yolu, içinde salisilik asit, lignin, fitoaleksinlerin de sentezlendiği bir yoldur. Bu yolda en son yer alan peroksidaz enzimi aktif oksijen üretiminden ve lignin yapımından sorumludur. *Sytlosanthes* bitkisinden izole edilen peroksidaz geni tütün bitkilerine aktarıldığında *Leptosphaeria maculans* patojenine karşı dayanıklılık sağlanmıştır (Way vd 2000).

**Tablo 1.6** Bitkilerde PR proteinleri ve görevleri (Gachomo vd 2003).

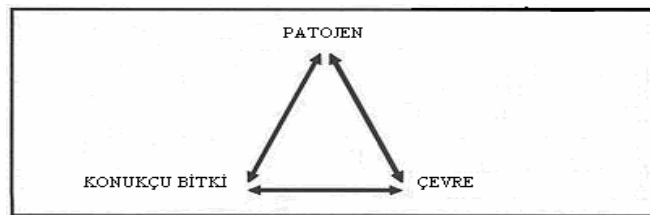
PR Proteinleri	Protein Aktivitesi	Hedef Patojen Bölgesi
PR-1	Haberci	Membran
PR-2	1,3- $\beta$ -glukanaz	Glukan hücre duvarı
PR-3	Endoktinaz	Kitin hücre duvarı
PR-4	Endoktinaz	Kitin hücre duvarı
PR-5	Ozmotin	Membran
PR-6	Proteinaz inhibitörü	Proteinaz
PR-7	Proteinaz	Tanımlanmamış
PR-8	Endoktinaz	Kitin hücre duvarı
PR-9	Peroksidaz	Hücre duvarı
PR-10	RNaz	Patojen-RNA
PR-11	Endoktinaz	Kitin hücre duvarı

Sonuç olarak; bitki savunma sisteminin aktif hale gelmesine rağmen patojenler hayatını devam ettirmek isteyecekler ve bitkileri tamamıyla istila edebilmek için konukçunun aktif savunma mekanizmasını yıkmak isteyecektir. Bunu yapabilmek için; mutasyon, rekombinasyon, heterosis ya da paraseksüel döngü yollarıyla yeni bir ırkını oluşturmaya çalışacaktır. Böyle durumlar doğal koşullarda sürekli devam etmektedir. İslahçıların piyasaya sürdüğü dayanıklı türler zamanla hassas hale gelebilmektedirler.

### 1.5. Bitki Virüsleriyle Mücadele Yöntemleri

Bitkilerin nitelik ve niceliklerini arttırmak ve ürün kalitesini koruyabilmek için hastalıklarla mücadele edilmelidir. Mücadele yöntemleri bitkiden bitkiye, hastalıktan hastalığa, konukçu-patojen arasındaki etkileşime göre değişir. Hastalıklarla mücadelede genellikle tür değil populasyonlar ele alınır. Çünkü populasyonlardaki hasarlar bir ya da birkaç bitkideki hasardan çok daha etkili ve önemlidir.

Bir bitkinin hastalanması için; hassas bir konukçu, virüent bir patojen ve etkili çevre koşullarının bir arada bulunması gerekmektedir. Bu üç faktöre “hastalık üçgeni” denir (Şekil 1.3). Bu üç büyük faktörden biri ya da ikisinin eksikliğinde hastalık meydana gelmez. Konukçunun genetik yapısı, onun hassas ya da dayanıklı olmasını belirler. Bu da çeşitli fiziksel ve biyokimyasal faktörlerle belirlenir. Bitkinin yapısı, büyüme ortamı, kütikula kalınlığı ve stoma şekli hastalığın oluşmasını etkileyen fiziksel faktörlerdir. Bitkinin gelişme evresi de hastalığın oluşmasında etkili olur. Patojenler yaşama, yayılma ve üreme yeteneklerine göre değişiklikler gösterirler. Mantarlar, bakteriler, viroidler, virüsler, yuvarlak solucanlar, fitoplazmalar bitki hastalıklarına neden olan çeşitli patojenlere örneklerdir. Sıcaklık, ışık, nem gibi çevresel etmenler de çeşitli hastalıkların ortaya çıkmasına neden olur. Soğuk ve nemli ortamlar mantarların gelişmesi için uygun ortamlardır.



Şekil 1.3 Hastalık üçgeni.

Genelde hastalığın oluşması sıralı olaylar şeklindedir. Bu olaylar sırasına “hastalık siklusu” denir. Hastalık siklusunun genel olayları; patojenin konukçuya girmesi, patojenin konukçuyu enfekte etmesi, konukçunun yayılıp kolonize olması, patojenin üremesi, patojenin yayılması, büyüme mevsimleri arasında ya da konukçunun yokluğunda patojenin yaşamını sürdürmesidir. Mücadele yöntemini seçmek için hastalık siklusunu bilmek gerekmektedir. Mücadele yöntemi bu siklusu kırmayı sağlamalıdır.

Geniş arazilerde, tarlalarda daha önceki yıllarda meydana gelen hastalıklarla mücadele kolaydır, daha önceki yıl uygulanan mücadele yöntemi tekrar uygulanarak hastalıktan kurtulunabilir. Değişik hastalıklar ise deneysel koşullarla kontrol altına alınabilir.

Genel olarak bitki hastalıklarıyla mücadele yöntemleri beş grup altında incelenmektedir: Dışlama, Kaçınma, Korunma, Kökten kurtulma ve Dayanıklılık.

*Dışlama:* Hastalığın meydana gelebilmesi için virüent patojen-hassas konukçu ve uygun çevre koşulları bir arada olmalıdır. Bu mücadele yönteminde hastalıklı bitkilerin yayılımı bu üç faktörden birinin dışlanmasıyla engellenmektedir. Karantina, sertifikalı tohum kullanımı ve denetim bu grup içinde yer alır. Coğrafik bölgelerde hastalıkların bulaşmasını önlemek için sınırlarda kontrol yapılmaktadır. Böylelikle bir bölgede açığa çıkan hastalık denetim ile diğer bölgelere dağılmadan engellenebilir. Eğer hastalık çok tehlikeli ise yasalar gereği o bölge karantina altına alınır. Limonda meydana gelen bakteriyel kanker hastalığı karantina altına alınması gereken hastalıklardan birine örnektir. Tohum kökenli hastalıklardan kurtulmak için ise sertifikalı-hastaliksız tohum seçimine dikkat edilmelidir. Ayrıca çoğaltımda bitki materyali seçilirken bu materyalin patojensiz yani hastaliksız olmasına da çok dikkat edilmelidir.

*Kaçınma:* Eğer bitkide hastalık meydana gelmişse, hastalığın ilerlemesi engellenebilir. Bitkiyi çoğaltmak için seçilecek olan bitki kısmının hastaliksız olmasına dikkat edilebilir, bitkiyi çoğaltma zamanı patojen için ters bir zamana denk getirilerek hastalığın ilerlemesi engellenebilir. Tarlalar ya da ekim alanları arasında boşluk bırakılarak hastalığın yayılması engellenebilir.

*Korunma*: Bitkinin hasta hale gelmeden önce kullanılmasıdır. Biyolojik ve kimyasal olmak üzere iki çeşit korunma vardır. Biyolojik korunmaya örnek olarak bakteriyel hastalıklarla mücadelede ticari bakterilerin kullanılması verilebilir. Bitki ekilmeden önce kökleri ticari bakteri karışımı içinde bekletilerek biyolojik korunma sağlanmış olur. Kimyasal korunmada, böceklere karşı insektisitler, yabancı otlara karşı herbisitler, sterilantlar, yuvarlak solucanlara karşı nematisitler, protektantlar kullanılarak patojenle savaş amaçlanır.

*Kökten kurtulma*: Patojenin tamamen elimine edilmesi ya da yıkımına bağlı olan bu metot; patojenin öldürülmesi için toprağın ya da tohumun kimyasalla muamelesi, konukçu bitkinin uzaklaştırılması ya da yok edilmesi, bitkinin sağlık açısından uygun koşullarda olması, ısı muamelesi, gibi şartlar içerir. Yetiştiriciler hastalık kaynağının artmasını engellemek için her yıl rutin olarak konukçu olmayan bitki ekerek ürün rotasyonu yapmaktadırlar. Fakat ürün rotasyonu yapabilmek için patojenle onun konukçusu bilinmelidir. Rotasyonda konukçu olmayan bitkiler kullanılarak topraktaki mantar ve yuvarlak solucanlar azaltılır. Dökülen yaprakların toplanması, çürüyen meyvelerin toplanması, yaşlanmış dalların kesilmesi, bitkinin budanması bitkiyi sağlık koşullarına uygun hale getirmenin çeşitli şekilleridir. Isı muamelesi genelde viral hastalıkların uzaklaştırılmasında kullanılır. Kimyasalla muamele patojenin yayılımını engellemede ve tamamen öldürmede kullanılır. Toprak, mantar ve yuvarlak solucanlardan kurtulmak amacıyla buharla dezenfekte edilebilir, sülfür kullanılarak mantarların sporlarından arındırılabilir.

*Dayanıklılık*: Bağışıklık, tolerans ya da hassasiyet olarak geçer. Bu terimler bitkinin patojene karşı kalıtılabilir genetik altyapısını açıklar. Dayanıklılık ve bunun zıttı olan hassasiyet bitkinin patojene karşı olan reaksiyonunun derecesinin seviyesidir. Bazı kültür çeşitleri diğer kültür çeşitlerine göre daha fazla ya da daha az dayanıklı olabilirler. Dayanıklı çeşitler de hastalanabilir fakat hassas olanlara göre çok daha az oranda hastalanabilirler. Eğer bitki hiçbir zaman hastalanmıyorsa o zaman bağışıklık terimi kullanılmalıdır. Toleransta ise bitki hastalanır fakat sağlıklı bitki gibi ürün verebilir. Dayanıklı bitkiler kullanılarak hastalıktan kurtulunabilir. En etkili mücadele yöntemi de budur.

### 1.6. Patates Y Virüsü (PVY)

Patates Y virüsü dünya çapında yayılan önemli bir bitki patojenidir ve ürün kalite ve verimini %80'e kadar azaltır (Hämäläinen vd 1997). Patates Y virüsü, Potyviridae familyası, Potyvirus grubuna aittir (Weilguny ve Singh 1998). Tek iplikli, pozitif polariteli RNA virüsüdür (Jacquot vd 2005).

Bitki virüsleri değişik şekilde ve yapıda olabilmektedirler. PVY ipliksi yapıdadır, %5,4–6,4 nükleik asit ve %93,6–94,6 protein içerir. Genomu tek parçalıdır ve 10,4 kb uzunluğundadır (Şekil 1.4). Virüs 740 nm uzunluğunda ve 11 nm genişliğindedir (Boonham ve Barker 1998). PVY genomu yaklaşık olarak 9700 bazlık RNA'dan oluşmaktadır ve bu RNA'nın 3' ucundaki, kılıf proteini kodlayan bölgenin aminoasit ya da nükleotid sekansını içeren ve 3' çevrilmeyen bölgenin nükleotid sekansını içeren baz dizisi, türlerin ayırımında kullanılmaktadır. Genomun 5' ucundaki sekans daha büyüktür ve bu sekansta suşların ayırımında kullanılmaktadır (Spetz vd 2003).

Virüs tarafından oluşturulan hastalık "Patates Damar Bantlaşması Mozaik", "Şiddetli Mozaik" hastalığı olarak bilinmektedir. Doğada üç suşu mevcuttur. PVY<sup>O</sup>, ortak suş olarak bilinmektedir ve patatesin yetiştirildiği her yerde görülmektedir. İlk kez Smith (1931) tarafından tanımlanmıştır. Mozaik, yaprak dökümü, yaprak ve gövde nekrozu ve tütün bitkilerinde ise hafif mozaikler şeklinde semptom gösterir. PVY<sup>N</sup>, nekrotik suş olarak bilinmektedir ve ilk kez 1950'lerde bulunmuştur. Bu suş, patates bitkilerinde hafif mozaik ya da hiç bir semptomu neden olmazken tütünde yaprak ölümü ve damar nekrozuna neden olmaktadır (Singh 1992). PVY<sup>N</sup> suşu dünya çapında dağılmıştır ve ilk kez 1990 yılında Kuzey Amerika'da izole edilmiştir. PVY<sup>C</sup>, çizgi suşu olarak bilinmektedir ve ilk kez 1984 yılında tanımlanmıştır (Beczner vd 1984). Patates yapraklarında klorotik mozaik ve yumrulara nekrotik halkalar şeklinde semptom gösterir.



**Şekil 1.4** Potyvirus genomu, 10 farklı protein bölgesi gösterilmektedir (Adams vd 2005).

PVY genel olarak, Solanaceae, Chenopodiaceae, Amaranthaceae, Compositae, Leguminosae başta olmak üzere 27 familyada, 69 cinsin 342 türünden fazlasını hastalandırabilir (Boonham ve Barker 1998). *Capsicum annuum*, *Capsicum frutescens*, *Chenopodium quinoa*, *Lycopersicon esculentum*, *Nicotina tabacum*, *Solanum tuberosum*, *Tinantia erecta* PVY'nin hassas konukçu türlerine örneklerdir.

Doğada hastalığın vektörü Aphid (yaprak biti)'dir. PVY, 73 farklı aphid türü ile bütün dünyaya yayılmıştır (Varveri 2000). En önemli vektörleri *Myzus persicae*, *Aphis nasturti*, *Myzus certus*, *Aphis fabae*, *Rhopalosiphum insertum* ve *Macrosiphum euphorbiae*'dir. PVY, vektör ile kalıcı olmayan (non-persistent) şekilde taşınır (Varveri 2000). Aphid, hastalıklı bitkide beslenmeye başladıktan bir kaç saniye içinde virüsü bünyesine alır ve hemen nakleder. Konukçu bitkide inkübasyon süresi 5–15 gündür. Virüsün tarlada yayılmasındaki en önemli etken aphid'dir.

PVY'nin replikasyonu sırasında, virüs mekaniksel olarak ya da vektörler tarafından yaralandırılmış hücre duvarından geçer ve doğrudan penetrasyon yolu ile tümüyle sitoplazmaya aktarılır (Whitham ve Wang 2004). Kapsid enzimler tarafından parçalanır ve viral ürün hücre sitoplazmasında sentezlenmeye başlar. Pozitif polariteli, tek iplikli PVY, parental RNA'yı mRNA olarak kullanır ve pozitif iplikçik direk olarak proteine çevrilir. Çevrilen protein oldukça büyüktür ve fonksiyonel olabilmesi için proteazlarca parçalanması gerekmektedir. Sentez edilen proteinlerden biri ise RNA polimeraz'dır. RNA polimeraz, pozitif RNA'yı kalıp olarak kullanarak komplementer negatif RNA sentez eder ve çift iplikli RNA oluşturmuş olur. Negatif iplikçik kalıp olarak kullanılarak yeni pozitif iplikçikler sentez edilir. Tüm partikülün birleşmesi sitoplazmada gerçekleşir. İlk olarak boş kapsid oluşur daha sonra viral nükleik asit kapsid içinde paketlenir. Olgunlaşan virüs, hücrenin otolizisi ile salınır (Agrios 1997).

PVY, tarla ve seralarda çok kolay yayılır ve en büyük bulaşma etmeni Aphid'lerdir. Bulaşmayı önlemek için belirli periyotlarla böcek ilaçları kullanılmalıdır. Kullanılan alet ve donanımın temiz ve steril olmasına dikkat edilmelidir. PVY konukçuları olan patates, domates, patlıcan ve biber ekim alanları arasında mesafeler olmalıdır. PVY ile enfekte edilmiş bitkiler görüldüğü anda yakılarak yok edilmelidir.



### 1.6.1. PVY semptomları

PVY'nin birçok suşu domates, biber ve tütünde hafif beneklenmelere neden olmaktadır. PVY enfeksiyonu tütün bitkisinin verimini %30'a kadar azaltabilir. Tütün damar nekrozu hastalığına neden olan PVY<sup>N</sup> suşu, ürünün tamamen kaybına neden olur. Biber ve domateste de önemli hasar ve kayıplara neden olur. PVY<sup>N</sup>, patates yumrusunda halkasal nekrotik lekelerine neden olmaktadır (Mehle vd 2004). Eğer bitki diğer virüslerin de enfeksiyonuna uğrarsa hasar çok daha yok edici olur. PVY-PVX aynı anda enfeksiyona neden olduklarında yapraklardaki kıvrıkcıklaşma ve damar nekrozu çok daha şiddetli olur.

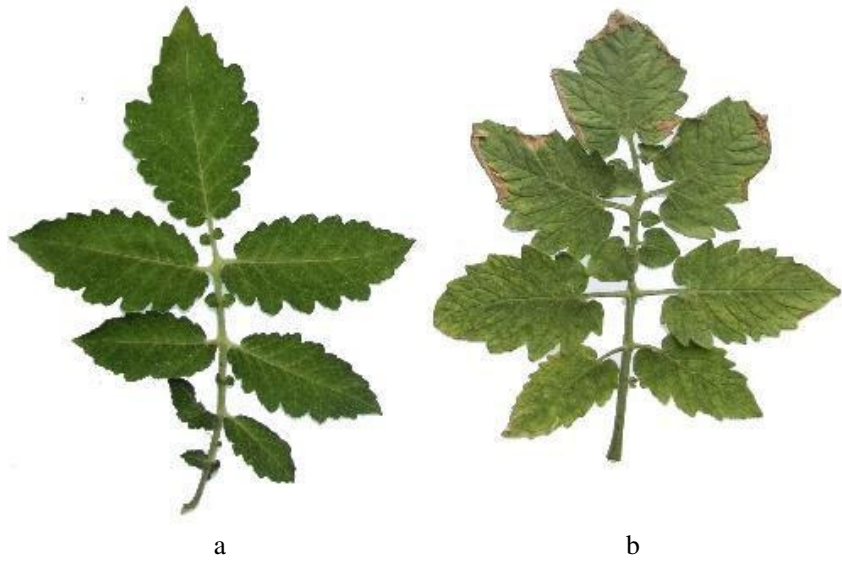
Hastalığın semptomları virüsün suşuna, çeşitlerin hassasiyetine, enfeksiyon zamanındaki bitkinin yaşına ve çevre koşullarına bağlıdır. Hastalığın belirtileri olan mozaik ve beneklenme sıcaklık 38°C'nin üzerine çıktığı zaman maskelenebilir. Genel olarak, nekroz, kıvrıkcıklaşma, sararma, yaprak dökümü ve erken ölüm hastalık belirtileridir. Hastalığın ilk belirtileri düzensiz mozaik ve koyu lekeler şeklindedir (Şekil 1.5). Hastalığın ileri safhalarında tepedeki yapraklarda kıvrıkcıklaşma oluşur (Şekil 1.6). Yaprak kırçılı olur ve dokunulduğunda kolaylıkla sapa bağlı olduğu yerden kopar. Alt yapraklar ise nekrotikleşip gövdeye yapışır. Büyümede geri kalma olduğu gibi yumru bağlama da azalır (Şekil 1.7).



**Şekil 1.5** Domates yaprağında PVY'nin sebep olduğu mozaik nekroz semptomu.



**Şekil 1.6** Domates bitkisinde PVY'nin neden olduğu hasar. Alt yapraklar kahverengileşip, dokunulduğunda kolaylıkla sapa bağlı olduğu yerden kopar. Üst yapraklarda kıvrıkcıklaşma olur. Bitkide bodurluk gözlenir.



**Şekil 1.7** a. Sağlıklı domates yaprağı, b. PVY ile enfekte edilmiş domates yaprağı, inokulasyondan bir ay sonraki domates yaprağında mozaikleşme ve kıvrıkcıklaşma gözlenmektedir.

Hasta yumrudan gelen bitkide ilk belirtiler kıvrıkcıklaşma ve mozaikleşmedir. Daha sonra yaprak alt damarları boyunca kahverengi beneklenmeler görülür ve ileri safhalarda benekler siyah çizgi görünümünü alır. Bazı çeşitlerde ise yapraklarda nekrotik lekeler ve benekler oluşur. Bitkilerde bodurlaşma meydana gelir.

Geç enfeksiyonlar bitkide yüksek hasarlara sebep olmaz; geç enfeksiyonlar semptom göstermez ya da çok hafif semptom gösterirler. Virüs, tohuma yerleşmez ve tohum ile aktarılamaz. PVY, meyvede semptomlar oluşturmaz.

### 1.7. Domates

*Lycopersicon esculentum* Solanaceae familyasına ait tek yıllık, diploid ( $2n=24$ ) bir bitkidir. Anavatanı Peru ve Meksika'dır. FAO 2005 verilerine göre; dünya çapında yaklaşık olarak 4.550.719 ha alanda üretilmektedir (WEB\_1 2006). Ülkemizde 1900'lü yılların başından beri üretilmektedir.

Domates insan beslenmesi açısından çok önemli bir besin kaynağıdır. Bol vitamin kaynağı olan domates, besleyici ve lezzetli özelliklerinden dolayı dünyanın birçok ülkesinde en çok üretilen sebzelerin başında yer almaktadır. Ülkemiz, domates üretimi bakımından dünya çapında üçüncü sırada yer almaktadır (WEB\_1 2006). Besin değeri yüksektir ve çok fazla tüketilir. Taze olarak tüketildiği gibi salça, ketçap, domates suyu, konserve şeklinde de tüketilmektedir. A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C, K vitaminleri, niasin, protein, yağ, karbonhidrat, organik asitler, potasyum, kalsiyum, demir, likopen ve birçok etkin madde içermektedir (Leonardi vd 2000).

Likopen sebze ve meyvelerde bulunan karotenoid grubuna ait bir pigmenttir. Domates bol miktarda likopen içerir. Günlük 6,5 mg veya daha fazla likopen alan erkeklerde, daha az likopen alan erkeklere göre prostat kanseri riskinin %21 azaldığı kanıtlanmıştır. Bu araştırma, prostat kanserinden korunmak için likopenin önemli bir madde olduğunu göstermektedir (Giovannucci vd 1995). Yapılan başka bir araştırmada düşük miktarlarda domates tüketen kadınların rahim kanseri riskinin 3,5 - 4,7 kat daha fazla olduğu kanıtlanmıştır (Van-Eenwyk vd 1994).

Domates bitkisi birçok bakteriyel, fungal, viral ve nematod patojenleri tarafından hastalandırılmakta ve verimi düşmektedir. Domatesi tehdit eden bakteriyel hastalıklara

bitkide lekelenmelere neden olan *Pseudomonas syringae*, mantar hastalıklarına bitkide solgunluğa neden olan *Fusarium oxysporum* örnek verilebilir (Preston 2000, Fernandez-Falcon vd 2003).

Virüslerin sebep olduğu domates hastalıkları çok çeşitli olup, önemli çapta ekonomik hasarlara neden olmaktadır. Domates lekeli solgunluk virüsü (TSWV), domates bulaşıcı kloroz virüsü (TICV), domates mozaik virüsü (ToMV), domates halkalı leke virüsü (ToRSV), domates yalancı tepe kıvrıcılık virüsü (TPCTV), hıyar mozaik virüsü (CMV), patates Y virüsü (PVY) en yaygın olan viral domates hastalıklarına örnek olarak verilebilir (Lanfermeijer vd 2004, Stobbs vd 1994).

PVY dünya çapında birçok bölgede domates bitkisi üzerinde önemli hasarlara neden olan bir patojendir (Legnani vd 1995). Mevcut kültür çeşitleri arasında PVY'ye karşı dayanıklılık mevcut değildir. Ancak, *L. hirsutum* gibi bazı yabani domates türlerinde PVY'ye karşı dayanıklılık belirlenmiştir. Gebre-Selassie ve arkadaşları 1987 yılında yaptığı çalışmada, *L. hirsutum* PI247087 tohum örneğinde (accession) PVY'ye karşı immünite tipi bir dayanıklılık belirlemişler ve bu dayanıklılığın resesif tek genle kontrol edildiğini bulmuşlardır (Legnani vd 1995).

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Bitkiler

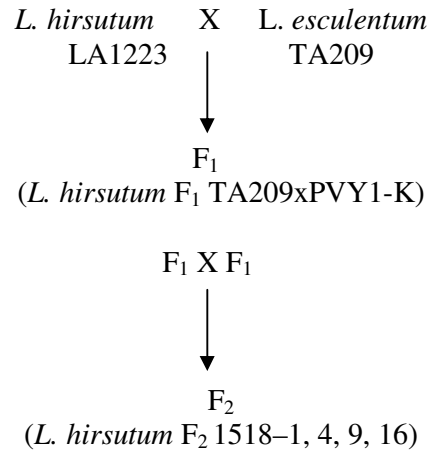
Yabani domates türlerine ve kültür domates çeşitlerine ait toplam 820 adet bitki PVY'ye karşı test edilmiştir.

PVY testlemelerinde kullanılan yabani ve kültür domates türlerine ait tohum örnekleri (*L. chilense* LA1963, *L. chilense* LA1930, *L. chilense* LA1969, *L. chilense* LA1971, *L. chilense* LA1932, *L. chilense* LA1960, *L. chilense* LA1958, *L. chilense* LA2880, *L. chilense* LA2879, *L. peruvianum* LA2157, *L. esculentum* LA2824, *L. esculentum* LA1995, *L. hirsutum* LA1223, *L. hirsutum* LA1777, *L. pimpinellifolium* LA1589, *L. pennellii* LA1732) TGRC (Tomato Genetics Resource Center, ABD) tarafından temin edilmiştir.

*L. glandulosum* CGN15802, *L. glandulosum*CGN 14357, *L. esculentum* CGN14330 tohum örnekleri ise CGN (Center of Genetic Resources of the Netherlands) tarafından temin edilmiştir.

*L. glandulosum* PI126443, *L. peruvianum* var. *glandulosum* PI129144, *L. peruvianum* PI126944, *L. peruvianum* PI126444, *L. peruvianum* PI128660, *L. peruvianum* PI128655, *L. peruvianum* PI128654, *L. peruvianum* PI270435, *L. hirsutum* PI247087, *L. hirsutum* f. *glabratum* PI199381, *L. hirsutum* f. *glabratum* PI126449, *L. peruvianum* PI128657, *L. chmielewskii* PI379030 tohum örnekleri USDA (United States Department Of Agriculture Research Station, ABD) tarafından temin edilmiştir.

*L. hirsutum* F<sub>1</sub> TA209 x PVY1-K, *L. hirsutum* F<sub>2</sub>, *L. esculentum* NC50-7, *L. esculentum* TA449, *L. esculentum* TA450, *L. esculentum* TA448, *L. esculentum* TA450 x NC50-7, *L. esculentum* F<sub>1</sub> TA209 x TA448, *L. esculentum* F<sub>1</sub> TA448 x NC50-7, *L. chmielewskii* F<sub>1</sub> TA209 x 98T163-C, *L. parviflorum* F<sub>1</sub> TA209 x 98T164-F, *L. chmielewskii* F<sub>2</sub> 98T790, *L. esculentum* TA449 x TA209, *L. parviflorum* F<sub>2</sub> TA209 x 98T164-D melez tohumları, kültür domates çeşitleri ve melezleri Yrd. Doç. Dr. Sami

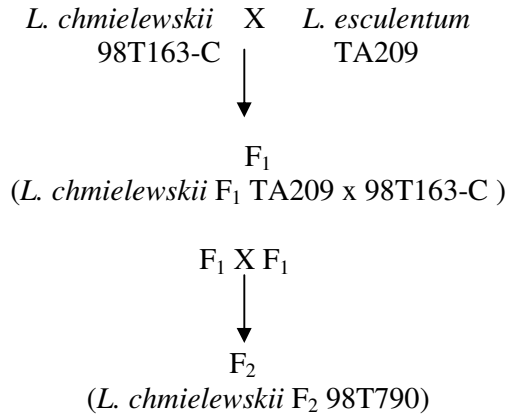


**Şekil 2.1** *L. hirsutum* F<sub>2</sub> populasyonunun oluşumu.

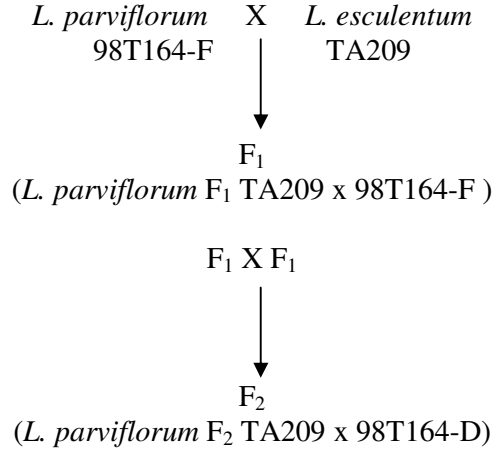
Doğanlar (İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Biyoloji Bölümü) tarafından temin edilmiştir.

*Lycopersicon hirsutum* ile *L. esculentum* bitkilerinin melezi olan *L. hirsutum* F<sub>1</sub> TA209 x PVY1-K hattı ve bu hattan geliştirilen 4 farklı F<sub>2</sub> populasyonu PVY ile testlenmiştir. Şekil 2.1 *L. hirsutum* F<sub>2</sub> 1518-1, 1518-4, 1518-9, 1518-16 populasyonlarının geliştirilmesini şematik olarak göstermektedir.

*L. esculentum* ve *L. chmielewskii* melezi olan *L. chmielewskii* F<sub>1</sub> TA209 x 98T163-C hattı ve bu hattan geliştirilen F<sub>2</sub> populasyonu (98T790) PVY ile test edilmiştir. Şekil 2.2 *L. chmielewskii* F<sub>2</sub> populasyonunun geliştirilmesini şematik olarak göstermektedir.



**Şekil 2.2** *L. chmielewskii* F<sub>2</sub> populasyonunun oluşumu.



**Şekil 2.3** *L. parviflorum* F<sub>2</sub> populasyonunun oluşumu.

*L. esculentum* ve *L. parviflorum* melezi olan *L. parviflorum* F<sub>1</sub> TA209 x ,98T164-F hattı ve bu hattan geliştirilen F<sub>2</sub> populasyonu *L. parviflorum* F<sub>2</sub> TA209 x 98T164-D PVY ile test edilmiştir. (Şekil 2.3) *L. parviflorum* F<sub>2</sub> populasyonunun geliştirilmesini şematik olarak göstermektedir.

Tohumlar serada 2x2 cm. lik 180 kuyucuklu torf içeren viyoller içerisine ekilmiştir. Fideler çimlenmeden iki hafta sonra 13 torf–5 perlit–2 gübre oranında karışım içeren 10 cm. lik saksılara aktarılmıştır. Patates (*Solanum tuberosum*) bitkisi inokulum kaynağı olarak kullanılmıştır. Bitkiler PVY° suşu ile mekanik olarak inoküle edilmiştir.

Toplam olarak 50 farklı domates hattından 2340 adet tohum ekilmiştir. Ekilen bu tohumların 1163 tanesi çimlenmiştir. Çimlenen fidelerden 972 tanesi PVY ile mekanik olarak inoküle edilmiştir. İnokulasyonlar sonrası 162 bitki ölmüş ve geri kalan 820 bitki ELISA ile test edilmiştir (Tablo 2.1).

**Tablo 2.1** Bu çalışmada kullanılan bitkiler.

Bitkiler	Ekilen tohum sayısı	Çimlenen tohum sayısı	İnokule edilen bitki sayısı	Test edilen bitki sayısı
<i>L. glandulosum</i> CGN14357	30	23	10	10
<i>L. glandulosum</i> CGN15802	30	23	10	10
<i>L. glandulosum</i> PI126443	30	15	14	14
<i>L. chilense</i> LA1963	30	22	10	10
<i>L. chilense</i> LA1930	30	17	10	10
<i>L. chilense</i> LA1938	30	21	10	10
<i>L. chilense</i> LA1969	30	6	6	4
<i>L. chilense</i> LA1971	30	20	10	10
<i>L. chilense</i> LA1932	30	20	10	10
<i>L. chilense</i> LA1960	30	20	10	10
<i>L. chilense</i> LA1958	30	14	10	10
<i>L. chilense</i> LA2880	30	2	2	2
<i>L. chilense</i> LA2879	30	4	1	1
<i>L. peruvianum</i> PI128657	30	16	10	10
<i>L. peruvianum</i> LA2157	30	3	3	2
<i>L. peruvianum var. glandulosum</i> PI129144	30	9	5	5
<i>L. peruvianum</i> PI126944	30	8	8	7
<i>L. peruvianum</i> PI126444	30	25	10	10
<i>L. peruvianum</i> PI128660	30	20	10	10
<i>L. peruvianum</i> PI128655	30	1	1	1
<i>L. peruvianum</i> PI128654	30	25	10	10
<i>L. peruvianum</i> PI270435	30	20	20	3
<i>L. esculentum</i> CGN14330	30	28	10	10
<i>L. esculentum</i> LA1995	60	21	21	20

(Devamı arkada)



**Tablo 2.1** Bu çalışmada kullanılan bitkiler.

<i>L. esculentum</i> LA2824	30	17	9	7	
<i>L. esculentum</i> NC50-7	30	15	15	14	
<i>L. esculentum</i> TA449	30	28	28	26	
<i>L. esculentum</i> TA450	30	23	23	16	
<i>L. esculentum</i> TA448	20	12	12	7	
<i>L. hirsutum</i> LA1223	110	45	41	32	
<i>L. hirsutum</i> LA1777	30	14	9	9	
<i>L. hirsutum f. glabratum</i> PI199381	30	10	5	5	
<i>L. hirsutum f. glabratum</i> PI126449	30	8	5	5	
<i>L. hirsutum</i> PI247087	30	25	25	23	
<i>L. pimpinellifolium</i> LA1589	30	8	5	5	
<i>L. pennellii</i> LA1732	30	3	2	2	
<i>L. chmielewskii</i> PI379030	20	19	19	15	
<i>L. hirsutum</i> F <sub>1</sub> TA209xPVY1-K	30	23	23	13	
<i>L. hirsutum</i> F <sub>2</sub> 05T1518-1	150	13	13	7	
<i>L. hirsutum</i> F <sub>2</sub> 05T1518-4	150	47	47	39	
<i>L. hirsutum</i> F <sub>2</sub> 05T1518-9	150	45	45	37	
<i>L. hirsutum</i> F <sub>2</sub> 05T1518-16	150	113	113	107	
<i>L. esculentum</i> F <sub>1</sub> TA450xNC50-7	30	23	23	19	
<i>L. esculentum</i> F <sub>1</sub> TA449xTA209	180	79	79	65	
<i>L. esculentum</i> F <sub>1</sub> TA209xTA448	30	7	7	8	
<i>L. esculentum</i> F <sub>1</sub> TA448xNC50-7	30	21	21	17	
<i>L. chmielewskii</i> F <sub>1</sub> TA209x98T163-C	20	13	13	13	
<i>L. chmielewskii</i> F <sub>2</sub> 98T790	100	85	85	70	
<i>L. parviflorum</i> F <sub>1</sub> TA209x98T164-F	20	13	13	12	
<i>L. parviflorum</i> F <sub>2</sub> TA209x98T164-D	100	70	70	50	
Toplam:	50 hat	2340	1163	972	820

## 2.2. Virüs Kaynağı

Çalışmada kullanılan PVY° suşu, Cornell Üniversitesi, Bitki Patolojisi Bölümü (ABD) tarafından temin edilmiştir. Virüs inokulum kaynağı olarak *Solanum tuberosum* patates bitkisi kullanılmıştır.

## 2.3. PVY° ile Mekanik İnokulasyon

Domates fideleri 4-5 yapraklı devrede PVY virüsü ile inokule edilmiştir. İnokulasyondan bir gün önce ve bir gün sonra bitkiler masaların altına alınıp, gazete kâğıtlarıyla çevrilerek gölgede bırakılmıştır. İnokulasyonlar öğleden sonra yapılmıştır. PVY inokulum kaynağı olarak çoğaltılmış olan patates yaprakları toplanıp, havan-havaneli yardımıyla iyice ezilerek bitki özsuvarı alınmıştır. Alınan bitki özsuvarı fosfat tamponu kullanılarak 1:5 oranında seyreltilmiştir. Fosfat tamponu, 1L distile su içerisinde 1,47 mM KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> ve 8,1 mM Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>-susuz çözülerek pH7,4'e ayarlanıp kullanılmıştır. Seyreltme yapılırken fosfat tamponunun +4°C olmasına dikkat edilmiştir. Seyreltilmiş inokulum kaynağı buz üzerine konularak inokulasyonlar yapılmıştır. İnokulasyondan önce, karşılıklı seçilen üç yaprak yüzeyine hafifçe Carborundum serpilmiştir. Pamuklu çubuk ile yaprak yüzeyine inokulum kaynağı iyice sürülmüş ve karşılıklı küçük iki delik açılarak işaretlenmiştir. Negatif kontrol olarak 4 patates bitkisi sadece fosfat tamponu ile inokule edilmiştir. Pozitif kontrol olarak ta 4 patates bitkisi PVY ile inokule edilmiştir.

## 2.4. Örnek Alınması ve DAS-ELISA (Double Antibody Sandwich Enzyme-Linked Immunosorbent Assay)

İnokule edilmiş yapraklar inokulasyondan 15 gün sonra toplanmıştır. Sistemik (inokule edilmeyen) yapraklar ise inokule edilen yaprakların 2-3 yaprak üstündeki yaprakların alınmasıyla inokulasyondan bir ay sonra toplanarak DAS-ALISA metodu ile Adams ve Clark (1977)'in önerdiği şekilde test edilmiştir. Agdia firmasından sağlanan antikorlar (Alkalin peroksidaz) kullanılmıştır.

Toplanan bitki yaprakları merdane (sap roller) yardımı ile ezilerek suyu alınmış ve yaprak suyu 1:10 oranında (2 damla yaprak suyu:900 µl Ekstraksiyon tamponu) ekstraksiyon tamponu içerisinde seyreltilmiştir. Ekstraksiyon tamponu 1L PBST tamponu içerisinde 20 g PVP (polyvinilprolidon), 1,3 g Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>-susuz, 0,2 g NaN<sub>3</sub>, 2 g albumin, 20 g Tween-20 çözülüp, pH7,4'e ayarlanarak kullanılmıştır. Kaplama tamponu, 1L distile su içerisinde 1,59 g Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 2,93 g NaHCO<sub>3</sub>, 0,2 g NaN<sub>3</sub> çözülüp pH9,6'ya ayarlanarak hazırlanmıştır. PVY virüsüne özgü capture anti-PVY antikor 1:200 oranında kaplama tamponu içerisinde seyreltilmiştir. ELISA mikrolakası (Nunc-Immuno Plates MaxiSorp F96, Bioreba) her bir kuyucuğa 100 µl kaplama tamponuyla seyreltilmiş spesifik antikor yüklenerek kaplanmıştır. Mikrolakalar, streç film ile sıkıca sarılmış ve nemli bir bezin arasına konulup kapaklı bir kutu içerisine yerleştirilerek 16 saat 4°C'de bekletilmiştir. 16 saat sonra mikrolakalar dört kere yıkama tamponu (PBST) ile "Mikrolaka Yıkayıcısı" (ASYS Hitech GmbH-Atlantis) cihazında yıkanmıştır. Bioreba firmasından hazır olarak alınan toz halindeki yıkama tamponu, 1L distile su içerisinde 10 g çözülerek hazırlanmıştır. Ekstraksiyon tamponu içinde seyreltilen ve buz üzerinde muhafaza edilen yaprak öz suları (antijen)'ndan her bir kuyucuğa 100 µl yüklendi. Mikrolakalar, streç film ile sıkıca sarılmış ve nemli bir bezin arasına konulup kapaklı bir kutu içerisine yerleştirilerek 16 saat 4°C'de bekletilmiştir. 16 saat sonra tabaklar tekrar dört kere yıkama tamponu (PBST) ile "Mikrolaka Yıkayıcısı" (ASYS Hitech GmbH-Atlantis) cihazında yıkanmıştır. Peroks enzim konjugat anti-PVY antikoru 1:200 oranından konjugasyon tamponu içerisinde seyreltilmiştir. Konjugasyon tamponu 1:4 oranında MRS (Agdia) ve PBST çözelti karışımından hazırlanmış ve mikrolakadaki her bir kuyucuğa 100 µl yüklenmiştir. Mikrolakalar, streç film ile sıkıca sarılmış ve nemli bir bezin arasına konulup kapaklı bir kutu içerisine yerleştirilerek 2 saat oda sıcaklığında bekletilmiştir. 2 saat sonra mikrolakalar tekrar dört kere yıkama tamponu (PBST) ile "Mikrolaka Yıkayıcısı" (ASYS Hitech GmbH-Atlantis) cihazında yıkandı. Her bir kuyucuğa TMB peroksidaz substrat solüsyonundan (Agdia) 100 µl yüklenmiş ve mikrolakalar yine aynı şekilde kapaklı kutu içerisine konularak 30-60 dakika oda sıcaklığında bekletilmiştir. Mikrolakalardaki renk değişikliği "ELISA Mikrolaka Okuyucusu" (Thermolabsystems-MultiskanEX) cihazı ile foto metrik olarak 630 nm'de ölçülmüştür. Pozitif ve negatif kontroller Agdia firmasından sağlanmıştır. Negatif kontrol için seçilen bitkilerin ELISA sonuçlarının ortalamasının iki katı pozitif yani hasta olarak kabul edilmiştir.

### 3. BULGULAR

#### 3.1. Domates Hatlarının ELISA Sonuçları

50 farklı domates hattından 972 bitki PVY ile mekanik olarak inoküle edilmiştir. İnoküle edilen bitkilerden 162 tanesi ölmüş ve kalan 820 bitki iki ve dört haftalıkken ELISA ile test edilmiştir.

##### 3.1.1. *Lycopersicon glandulosum* domates hatlarının ELISA sonuçları

Yabani bir domates türü olan *Lycopersicon glandulosum* bitkisinden üç farklı tohum örneği (accessions) test edilmiştir. Test edilen 10 adet *L. glandulosum* CGN14357 tohum örneğinde 7 adet dayanıklı ve 3 adet hassas bitki belirlenmiştir. *L. glandulosum* CGN15802 tohum örneğinden toplam olarak 10 adet bitki test edilmiş ve 3 adet dayanıklı ve 7 adet hassas bitki belirlenmiştir. *L. glandulosum* PI126443 tohum örneğine ait 14 bitkide testleme yapılmış ve test edilen bütün bitkilerde dayanıklılık belirlenmiştir (Tablo 3.1).

*L. glandulosum* CGN14357 tohum örneğinde 3 dayanıklı bitkinin inoküle edilen yapraklarında virüsün çoğalabilmiş fakat sistemik olarak ilerleyememiş olması bu bitkilerin dayanıklı olduğunu göstermektedir. 4 dayanıklı bitkinin ne inoküle edilen ne de sistemik yapraklarında virüs çoğalabilmiştir. Bu, bitkilerin aşırı dayanıklı yani immün olduklarını göstermektedir. 3 dayanıksız bitkinin ise hem inoküle edilen hem de sistemik yapraklarında virüs tespit edilmiştir. Bu bitkiler bu virüse karşı hassastırlar. Virüs, inoküle edilen ve sistemik yapraklarda çoğalabilmiştir.

*L. glandulosum* CGN15802 tohum örneğinde 3 dayanıklı bitkinin ne inoküle edilen ne de sistemik yapraklarında virüs çoğalabilmiştir. Bu, bitkilerin aşırı dayanıklı yani immün olduklarını göstermektedir. 7 hassas bitkinin ise hem inoküle edilen hem de sistemik yapraklarında virüs tespit edilmiştir. Bu bitkiler bu virüse karşı hassastırlar. Virüs inoküle edilen ve sistemik yapraklarda çoğalabilmiştir.

**Tablo 3.1** *Lycopersicon glandulosum* domates hatlarının ELISA sonuçları.

Bitkiler	Bitki no	İnokule yapraklar	Sistemik yapraklar	Dayanıklılık
<i>L. glandulosum</i> CGN14357	1	2,457	0,117	S
	2	0,426	0,011	R
	3	0,301	0,031	R
	4	1,441	0,163	S
	5	0,065	0,011	R
	6	0,01	0,004	R
	7	0,049	0,011	R
	8	0,021	-0,002	R
	9	1,638	0,08	R
	10	2,385	0,463	S
<i>L. glandulosum</i> CGN15802	1	2,218	0,67	S
	2	0,592	0,178	S
	3	0,061	0,036	R
	4	0,789	0,94	S
	5	1,722	0,311	S
	6	2,865	0,547	S
	7	0,035	0,01	R
	8	2,281	0,309	S
	9	0,066	0,006	R
	10	0,073	0,015	R
<i>L. glandulosum</i> PI126443	1	0,027	0,012	R
	2	0,025	0,017	R
	3	-0,002	0,011	R
	4	0,021	0,008	R
	5	0,037	0,017	R
	6	0,025	0,012	R
	7	0,038	0,03	R
	8	0,028	0,008	R
	9	0,61	0,005	R
	10	2,147	0,019	R
	11	0,031	0,102	R
	12	1,918	0,008	R
	13	0,019	0,096	R
	14	2,978	0,015	R
				<u>14R</u>

R: Dayanıklı, S: Hassas. İnokule yapraklar; inokulasyondan 2 hafta sonra yapılan ELISA sonuçlarını, sistemik yapraklar ise inokulasyondan 4 hafta sonra yapılan ELISA sonuçlarını göstermektedir. OD>0,1 olan bitkiler hasta olarak kabul edildi.

*L. glandulosum* PI126443 tohum örneğinden, 4 dayanıklı bitkinin inokule edilen yapraklarında virüs çoğalabilmiş fakat sistemik olarak ilerleyememiş olması, bu bitkilerin dayanıklı olduğunu göstermektedir. 10 dayanıklı bitkinin ne inokule edilen ne de sistemik yapraklarında virüs çoğalabilmiştir. Bu, bitkilerin aşırı dayanıklı yani immün olduklarını göstermektedir.

### **3.1.2. *Lycopersicon chilense* domates hatlarının ELISA sonuçları**

Yabani bir domates türü olan *Lycopersicon chilense* bitkisinden 10 farklı tohum örneği (accession) test edilmiştir. Test edilen bütün *L. chilense* domates tohum örnekleri dayanıklılık göstermiştir: Test edilen 10 adet *L. chilense* LA1963 tohum örneğinden 10R (10 dayanıklı), test edilen 10 adet *L. chilense* LA1930 tohum örneğinden 10R, test edilen 10 adet *L. chilense* LA1938 tohum örneğinden 10R, test edilen 4 adet *L. chilense* LA1969 tohum örneğinden 4R, test edilen 10 adet *L. chilense* LA1971 tohum örneğinden 10R, test edilen 10 adet *L. chilense* LA1932 tohum örneğinden 10R, test edilen 10 adet *L. chilense* LA1960 tohum örneğinden 10R, test edilen 10 adet *L. chilense* LA1958 tohum örneğinden 10R, test edilen 2 adet *L. chilense* LA2880 tohum örneğinden 2R, test edilen 1 adet *L. chilense* LA2879 tohum örneğinden 1R sonuçları elde edilmiştir (Tablo 3.2).

*L. chilense* LA1963, 1930, 1938, 1969, 1971, 1932, 1960, 1958, 2880 ve 2879 tohum örneklerinin ne inokule edilen ne de sistemik yapraklarında virüs çoğalabilmiştir. Bu, bitkilerin aşırı dayanıklı yani immün olduklarını göstermektedir (Tablo 3.2).

**Tablo 3.2** *Lycopersicon chilense* domates hatlarının ELISA sonuçları.

Bitkiler	Bitki no	İnokule yapraklar	Sistemik yapraklar	Dayanıklılık
<i>L. chilense</i> LA1963	1	0,07	0,024	R
	2	0,037	0,01	R
	3	0,026	-0,002	R
	4	0,014	0,003	R
	5	0,052	0,003	R
	6	0,021	0,015	R
	7	0,034	0,051	R
	8	0,016	0,046	R
	9	0,031	0,039	R
	10	0,005	0,008	R
				<u>10R</u>
<i>L. chilense</i> LA1930	1	0,008	0,008	R
	2	0,005	0,008	R
	3	0,021	0,013	R
	4	0,002	0,017	R
	5	0,043	0,033	R
	6	0,043	0,013	R
	7	0,043	0,015	R
	8	0,004	0,026	R
	9	-0,005	0,023	R
	10	0,044	0,027	R
				<u>10R</u>
<i>L. chilense</i> LA1938	1	0,012	0,014	R
	2	0,082	0,061	R
	3	0,023	0,022	R
	4	0,01	0,042	R
	5	0,026	0,026	R
	6	0,007	0,046	R
	7	-0,007	0,037	R
	8	0,043	0,021	R
	9	0,035	0,019	R
	10	0,005	0,025	R
				<u>10R</u>
<i>L. chilense</i> LA1969	1	0,01	0,096	R
	2	0,01	0,021	R
	3	0,003	0,025	R
	4	0,004	0,015	R
				<u>4R</u>
<i>L. chilense</i> LA1971	1	0,019	0,014	R
	2	0,032	0,03	R
	3	0,066	0,021	R
	4	0,045	0,024	R
	5	-0,017	0,029	R
	6	0,01	0,026	R
	7	-0,022	0,039	R
	8	-0,022	0,02	R
	9	-0,015	0,027	R
	10	-0,027	0,014	R
				<u>10R</u>

(Devamı arkada)

**Tablo 3.2** *Lycopersicon chilense* domates hatlarının ELISA sonuçları.

Bitkiler	Bitki no	İnokule yapraklar	Sistemik yapraklar	Dayanıklılık
<i>L. chilense</i> LA1932	1	-0,033	0,017	R
	2	-0,003	0,016	R
	3	0,072	0,056	R
	4	-0,001	0,015	R
	5	-0,014	0,025	R
	6	0,002	0,024	R
	7	-0,024	0,052	R
	8	0,009	0,011	R
	9	-0,022	0,007	R
	10	-0,033	0,023	R
				<u>10R</u>
<i>L. chilense</i> LA1960	1	0,004	0,01	R
	2	-0,023	0,034	R
	3	-0,022	0,014	R
	4	-0,012	0,068	R
	5	0,012	0,028	R
	6	0,003	0,038	R
	7	0,006	0,014	R
	8	0,009	0,037	R
	9	0,025	0,032	R
	10	0,003	0,018	R
				<u>10R</u>
<i>L. chilense</i> LA1958	1	0,008	0,087	R
	2	0,019	0,054	R
	3	0,035	0,03	R
	4	0,012	0,069	R
	5	0,005	0,02	R
	6	0,029	0,018	R
	7	0,006	0,005	R
	8	0,029	0,009	R
	9	0,031	0,022	R
	10	0,047	0,04	R
				<u>10R</u>
<i>L. chilense</i> LA2880	1	0,037	0,016	R
	2	0,04	0,019	R
				<u>2R</u>
<i>L. chilense</i> LA2879	1	0,005	0,017	R
				<u>1R</u>

R: Dayanıklı, S: Hassas. İnokule yapraklar; inokulasyondan 2 hafta sonra yapılan ELISA sonuçlarını, sistemik yapraklar ise inokulasyondan 4 hafta sonra yapılan ELISA sonuçlarını göstermektedir. OD>0,1 olan bitkiler hasta olarak kabul edildi.



### 3.1.3. *Lycopersicon peruvianum* domates hatlarının ELISA sonuçları

Yabani bir domates türü olan *Lycopersicon peruvianum* bitkisinden 9 farklı tohum örneği test edilmiştir. Test edilen 10 adet *L. peruvianum* PI128657 tohum örneğinde 6R:4S (6 dayanıklı:4 hassas) oranında, test edilen 2 adet *L. peruvianum* LA2157 tohum örneğinin 2'si de hassas (2S), test edilen 5 adet *L. peruvianum* var. *glandulosum* PI129144 tohum örneğinde hepsi dayanıklı, test edilen 7 adet *L. peruvianum* PI126944 tohum örneğinde 2R:5S oranında, test edilen 10 adet *L. peruvianum* PI126444 tohum örneğinde 8R:2S oranında, test edilen 10 adet *L. peruvianum* PI128660 tohum örneğinde 7R:3S oranında, test edilen 1 adet *L. peruvianum* PI128655 bitkisi dayanıklı, test edilen 10 adet *L. peruvianum* PI128654 tohum örneğinde 4R:6S oranında, test edilen 3 adet *L. peruvianum* PI270435 tohum örneğinde 2R:1S oranında sonuçlar elde edilmiştir (Tablo 3.3).

*L. peruvianum* PI128657 tohum örneğinden, 1 dayanıklı bitkinin inoküle edilen yapraklarında virüs çoğalabilmiş fakat sistemik olarak ilerleyememiş olması bu bitkilerin dayanıklı olduğunu göstermektedir. 5 dayanıklı bitkinin ne inoküle edilen ne de sistemik yapraklarında virüs çoğalabilmiştir. Bu, bitkilerin aşırı dayanıklı yani immün olduklarını göstermektedir. 4 dayanıksız bitkinin ise hem inoküle edilen hem de sistemik yapraklarında virüs tespit edilmiştir. Bu bitkiler bu virüse karşı hassastırlar. Virüs inoküle edilen ve sistemik yapraklarda çoğalabilmiştir.

*L. peruvianum* LA2157 tohum örneğinden, 2 dayanıksız bitkinin ise hem inoküle edilen hem de sistemik yapraklarında virüs tespit edilmiştir. Bu bitkiler bu virüse karşı hassastırlar. Virüs inoküle edilen ve sistemik yapraklarda çoğalabilmiştir. *L. peruvianum* var. *glandulosum* PI129144 tohum örneğinden: 5 dayanıklı bitkinin ne inoküle edilen ne de sistemik yapraklarında virüs çoğalabilmiştir. Bu, bitkilerin aşırı dayanıklı yani immün olduklarını göstermektedir.

*L. peruvianum* PI126944 tohum örneğinden, 1 dayanıklı bitkinin inoküle edilen yapraklarında virüs çoğalabilmiş fakat sistemik olarak ilerleyememiş olması bu bitkilerin dayanıklı olduğunu göstermektedir. 1 dayanıklı bitkinin ne inoküle edilen ne de sistemik yapraklarında virüs çoğalabilmiştir. Bu, bitkilerin aşırı dayanıklı yani immün olduklarını göstermektedir. 5 dayanıksız bitkinin ise hem inoküle edilen hem de

sistemik yapraklarında virüs tespit edilmiştir. Bu bitkiler bu virüse karşı hassastırlar. Virüs inoküle edilen ve sistemik yapraklarda çoğalabilmiştir.

*L. peruvianum* PI126444 tohum örneğinden: 8 dayanıklı bitkinin ne inoküle edilen ne de sistemik yapraklarında virüs çoğalabilmiştir. Bu, bitkilerin aşırı dayanıklı yani immün olduklarını göstermektedir. 2 dayanıksız bitkinin ise hem inoküle edilen hem de sistemik yapraklarında virüs tespit edilmiştir. Bu bitkiler bu virüse karşı hassastırlar. Virüs inoküle edilen ve sistemik yapraklarda çoğalabilmiştir.

*L. peruvianum* PI128660 tohum örneğinden: 7 dayanıklı bitkinin ne inoküle edilen ne de sistemik yapraklarında virüs çoğalabilmiştir. Bu, bitkilerin aşırı dayanıklı yani immün olduklarını göstermektedir. 3 dayanıksız bitkinin ise hem inoküle edilen hem de sistemik yapraklarında virüs tespit edilmiştir. Bu bitkiler bu virüse karşı hassastırlar. Virüs inoküle edilen ve sistemik yapraklarda çoğalabilmiştir.

*L. peruvianum* PI128655 tohum örneğinden: 1 dayanıklı bitkinin inoküle edilen yapraklarında virüs çoğalabilmiş fakat sistemik olarak ilerleyememiştir. Bu, bitkilerin dayanıklı olduğunu göstermektedir.

*L. peruvianum* PI128654 tohum örneğinden: 4 dayanıklı bitkinin inoküle edilen yapraklarında virüs çoğalabilmiş fakat sistemik olarak ilerleyememiş olması bu bitkilerin dayanıklı olduğunu göstermektedir. 6 dayanıksız bitkinin ise hem inoküle edilen hem de sistemik yapraklarında virüs tespit edilmiştir. Bu bitkiler bu virüse karşı hassastırlar. Virüs inoküle edilen ve sistemik yapraklarında çoğalabilmiştir.

*L. peruvianum* PI270435 tohum örneğinden: 2 dayanıklı bitkinin inoküle edilen yapraklarında virüs çoğalabilmiş fakat sistemik olarak ilerleyememiş olması bu bitkilerin dayanıklı olduğunu göstermektedir. 1 dayanıksız bitkinin ise hem inoküle edilen hem de sistemik yapraklarında virüs tespit edilmiştir. Bu bitkiler bu virüse karşı hassastırlar. Virüs inoküle edilen ve sistemik yapraklarında çoğalabilmiştir.

**Tablo 3.3** *Lycopersicon peruvianum* domates hatlarının ELISA sonuçları.

Bitkiler	Bitki no	İnokule yapraklar	Sistemik yapraklar	Dayanıklılık
<i>L. peruvianum</i> PI128657	1	0,016	0,013	R
	2	2,818	0,331	S
	3	0,062	0,001	R
	4	0,922	0,021	R
	5	0,012	0,011	R
	6	2,196	2,023	S
	7	0,035	0,027	R
	8	0,015	0,008	R
	9	0,086	0,38	S
	10	2,895	0,375	S
				<u>6R:4S</u>
<i>L. peruvianum</i> LA2157	1	2,93	0,419	S
	2	2,957	0,938	S
				<u>2S</u>
<i>L. peruvianum</i> var. <i>glandulosum</i> PI129144	1	0,063	0,022	R
	2	-0,022	0,012	R
	3	0,005	0,083	R
	4	-0,016	0,014	R
	5	0,001	0,012	R
				<u>5R</u>
<i>L. peruvianum</i> PI126944	1	0,715	1,142	S
	2	1,3	0,963	S
	3	0,681	0,079	R
	4	-0,009	0,018	R
	5	0,173	1,638	S
	6	0,007	1,392	S
	7	1,028	0,398	S
				<u>2R:5S</u>
<i>L. peruvianum</i> PI126444	1	-0,001	0,072	R
	2	0,029	0,53	S
	3	-0,026	0,007	R
	4	0,043	0,023	R
	5	-0,001	0,538	S
	6	-0,001	0,021	R
	7	-0,001	0,097	R
	8	0,002	0,012	R
	9	-0,015	0,009	R
	10	0,008	0,008	R
				<u>8R:2S</u>

(Devamı arkada)

**Tablo 3.3** *Lycopersicon peruvianum* domates hatlarının ELISA sonuçları.

Bitkiler	Bitki no	İnokule yapraklar	Sistemik yapraklar	Dayanıklılık
<i>L. peruvianum</i> PI128660	1	-0,027	0,011	R
	2	-0,011	1,613	S
	3	0,066	0,023	R
	4	0,04	0,013	R
	5	0,02	0,196	S
	6	0,045	0,014	R
	7	0	0,008	R
	8	1,231	0,425	S
	9	-0,001	0,006	R
	10	-0,012	0,01	R
				<u>7R:3S</u>
<i>L. peruvianum</i> PI128655	1	1,032	0,001	R
				<u>1R</u>
<i>L. peruvianum</i> PI 128654	1	2,337	1,977	S
	2	2,634	0,749	S
	3	0,127	1,364	S
	4	0,031	1,36	S
	5	1,933	0,027	R
	6	0,021	1,332	S
	7	1,38	0,008	R
	8	0,039	0,556	S
	9	0,034	0,003	R
	10	2,129	0,015	R
				<u>4R:6S</u>
<i>L. peruvianum</i> PI270435	1	0,095	0,075	R
	2	2,607	2,87	S
	3	0,587	0,059	R
				<u>2R:1S</u>

R: Dayanıklı, S: Hassas. İnokule yapraklar; inokulasyondan 2 hafta sonra yapılan ELISA sonuçlarını, sistemik yapraklar ise inokulasyondan 4 hafta sonra yapılan ELISA sonuçlarını göstermektedir. OD>0,1 olan bitkiler hasta olarak kabul edildi.

### 3.1.4. *Lycopersicon esculentum* domates hatlarının ELISA sonuçları

*Lycopersicon esculentum* bitkisinden 7 farklı tohum örneği test edilmiştir. Test edilen 10 adet *L. esculentum* CGN14330 tohum örneğinden 2R:8S (2 dayanıklı:8 hassas) oranında, test edilen 20 adet *L. esculentum* LA1995 tohum örneğinde 5R:15S oranında, test edilen 7 adet *L. esculentum* LA2824 tohum örneğinde hepsi hassas (7S), test edilen 14 adet *L. esculentum* NC50–7 tohum örneğinde 3R:11S oranında, test edilen 26 adet *L. esculentum* TA449 tohum örneğinde 8R:18S oranında, test edilen 16 adet *L. esculentum* TA450 tohum örneğinde 10R:6S oranında, test edilen 7 adet *L. esculentum* TA448 tohum örneğinde 4R:3S oranında sonuçlar elde edilmiştir (Tablo 3.4).

*L. esculentum* CGN14330 tohum örneği, 1 dayanıklı bitkinin inoküle edilen yapraklarında virüs çoğalabilmiş fakat sistemik olarak ilerleyememiş olması bu bitkilerin dayanıklı olduğunu göstermektedir. 1 dayanıklı bitkinin ne inoküle edilen ne de sistemik yapraklarında virüs çoğalabilmiştir. Bu, bitkilerin aşırı dayanıklı yani immün olduklarını göstermektedir. 8 dayanıksız bitkinin ise hem inoküle edilen hem de sistemik yapraklarında virüs tespit edilmiştir. Bu bitkiler bu virüse karşı hassastırlar. Virüs inoküle edilen ve sistemik yapraklarda çoğalabilmiştir.

*L. esculentum* LA1995 tohum örneğinde 5 dayanıklı bitkinin inoküle edilen yapraklarında virüs çoğalabilmiş fakat sistemik olarak ilerleyememiş olması bu bitkilerin dayanıklı olduğunu göstermektedir. 15 dayanıksız bitkinin ise hem inoküle edilen hem de sistemik yapraklarında virüs tespit edilmiştir. Bu bitkiler bu virüse karşı hassastırlar. Virüs inoküle edilen ve sistemik yapraklarda çoğalabilmiştir.

*L. esculentum* LA2824 tohum örneğinde 7 dayanıksız bitkinin ise hem inoküle edilen hem de sistemik yapraklarında virüs tespit edilmiştir. Bu bitkiler bu virüse karşı hassastırlar. Virüs inoküle edilen ve sistemik yapraklarda çoğalabilmiştir.

*L. esculentum* NC50–7 tohum örneğinde 3 dayanıklı bitkinin ne inoküle edilen ne de sistemik yapraklarında virüs çoğalabilmiştir. Bu, bitkilerin aşırı dayanıklı yani immün olduklarını göstermektedir. 11 dayanıksız bitkinin ise hem inoküle edilen hem de sistemik yapraklarında virüs tespit edilmiştir. Bu bitkiler bu virüse karşı hassastırlar. Virüs inoküle edilen ve sistemik yapraklarda çoğalabilmiştir.

*L. esculentum* TA449 tohum örneğinde, 8 dayanıklı bitkinin ne inoküle edilen ne de sistemik yapraklarında virüs çoğalabilmiştir. Bu, bitkilerin aşırı dayanıklı yani immün olduklarını göstermektedir. 18 dayanıksız bitkinin ise hem inoküle edilen hem de sistemik yapraklarında virüs tespit edilmiştir. Bu bitkiler bu virüse karşı hassastırlar. Virüs inoküle edilen ve sistemik yapraklarda çoğalabilmiştir

*L. esculentum* TA450 tohum örneğinde, 4 dayanıklı bitkinin inoküle edilen yapraklarında virüs çoğalabilmiş fakat sistemik olarak ilerleyememiş olması bu bitkilerin dayanıklı olduğunu göstermektedir. 6 dayanıklı bitkinin ne inoküle edilen ne de sistemik yapraklarında virüs çoğalabilmiştir. Bu, bitkilerin aşırı dayanıklı yani immün olduklarını göstermektedir. 6 dayanıksız bitkinin ise hem inoküle edilen hem de sistemik yapraklarında virüs tespit edilmiştir. Bu bitkiler bu virüse karşı hassastırlar. Virüs inoküle edilen ve sistemik yapraklarda çoğalabilmiştir.

*L. esculentum* TA448 tohum örneğinde, 1 dayanıklı bitkinin inoküle edilen yapraklarında virüs çoğalabilmiş fakat sistemik olarak ilerleyememiş olması Bu, bitkilerin dayanıklı olduğunu göstermektedir. 3 dayanıklı bitkinin ne inoküle edilen ne de sistemik yapraklarında virüs çoğalabilmiştir. Bu, bitkilerin aşırı dayanıklı yani immün olduklarını göstermektedir. 3 dayanıksız bitkinin ise hem inoküle edilen hem de sistemik yapraklarında virüs tespit edilmiştir. Bu bitkiler bu virüse karşı hassastırlar. Virüs inoküle edilen ve sistemik yapraklarda çoğalabilmiştir.

*L. esculentum* TA448, TA449, TA450 kültür domates çeşitlerinin bazılarında immüte tipi dayanıklılık belirlenmiştir. Bu hatların *L. chilense* çaprazından oluşmuş olması nedeniyle tespit edilen dayanıklılık, yabani domates türü olan *L. chilense*'den kaynaklanmaktadır.

**Tablo 3.4** *Lycopersicon esculentum* domates hatlarının ELISA sonuçları.

Bitkiler	Bitki no	İnokule yapraklar	Sistemik yapraklar	Dayanıklılık
<i>L. esculentum</i> CGN14330	1	0,497	0,214	S
	2	2,956	0,515	S
	3	2,984	0,795	S
	4	0,023	0,143	S
	5	0,602	0,044	R
	6	1,659	1,591	S
	7	-0,017	0,681	S
	8	2,302	0,481	S
	9	1,758	0,614	S
	10	0,02	0,004	R
				<u>2R:8S</u>
<i>L. esculentum</i> LA1995	1	2,997	0,002	R
	2	0,209	0,031	R
	3	0,225	3,279	S
	4	0,355	3,25	S
	5	0,334	0,009	R
	6	3,393	3,279	S
	7	2,736	3,214	S
	8	0,197	0,296	S
	9	0,21	0,295	S
	10	0,239	0,019	R
	11	0,175	0,256	S
	12	0,752	3,128	S
	13	0,48	1,517	S
	14	0,212	0,271	S
	15	0,337	3,187	S
	16	3,288	3,43	S
	17	3,533	3,737	S
	18	3,115	3,098	S
	19	0,197	0,005	R
	20	0,289	3,253	S
			<u>5R:15S</u>	

(Devamı arkada)

**Tablo 3.4** *Lycopersicon esculentum* domates hatlarının ELISA sonuçları.

Bitkiler	Bitki no	İnokule yapraklar	Sistemik yapraklar	Dayanıklılık
<i>L. esculentum</i> LA2824	1	2,82	2,939	S
	2	2,439	2,938	S
	3	1,993	3,035	S
	4	2,778	2,994	S
	5	2,87	2,816	S
	6	2,841	2,78	S
	7	2,869	2,856	S
				<u>7S</u>
<i>L. esculentum</i> NC50-7	1	0,017	0,067	R
	2	2,345	2,814	S
	3	0,039	0,039	R
	4	0,04	0,155	S
	5	2,629	2,571	S
	6	0,063	0,104	S
	7	1,782	0,909	S
	8	1,882	0,957	S
	9	1,231	2,107	S
	10	0,17	0,016	R
	11	2,445	2,741	S
	12	2,416	2,754	S
	13	1,07	1,495	S
	14	0,088	0,137	S
				<u>3R:11S</u>
<i>L. esculentum</i> TA449	1	2,231	1,5	S
	2	0,061	1,591	S
	3	0,157	0,171	S
	4	0,063	0,042	R
	5	2,539	2,267	S
	6	2,347	1,388	S
	7	2,655	2,743	S
	8	0,565	0,549	S
	9	0,045	0,071	R
	10	0,283	0,218	S
	11	0,081	0,124	S
	12	0,207	0,31	S
	13	1,628	2,163	S
	14	2,039	1,277	S
	15	2,82	1,698	S
	16	0,051	-0,015	R
	17	0,161	0,314	S
	18	0,001	0,024	R
	19	1,782	1,866	S
	20	2,524	0,769	S
	21	0,072	0,042	R
	22	0,023	0,058	R
	23	1,639	1,82	S
	24	0,161	0,423	S
	25	0,017	0,086	R
	26	0,061	0,029	R
				<u>8R:18S</u>

(Devamı arkada)



**Tablo 3.4** *Lycopersicon esculentum* domates hatlarının ELISA sonuçları.

Bitkiler	Bitki no	İnokule yapraklar	Sistemik yapraklar	Dayanıklılık
<i>L. esculentum</i> TA450	1	0,105	0,038	R
	2	0,098	0,348	S
	3	1,846	1,511	S
	4	1,504	1,21	S
	5	0,029	0,003	R
	6	0,057	-0,009	R
	7	2,428	1,11	S
	8	0,029	0,017	R
	9	0,101	-0,004	R
	10	0,076	0,065	R
	11	0,063	0,093	R
	12	1,712	1,931	S
	13	0,065	0,509	S
	14	0,214	0,077	R
	15	0,179	-0,014	R
	16	0,032	0,025	R
				<u>10R:6S</u>
<i>L. esculentum</i> TA448	1	0,025	0,064	R
	2	0,091	0,226	S
	3	0,199	0,145	S
	4	0,017	0,023	R
	5	0,041	-0,003	R
	6	0,028	2,66	S
	7	0,151	-0,012	R
				<u>4R:3S</u>

R: Dayanıklı, S: Hassas. İnokule yapraklar; inokulasyondan 2 hafta sonra yapılan ELISA sonuçlarını, sistemik yapraklar ise inokulasyondan 4 hafta sonra yapılan ELISA sonuçlarını göstermektedir. OD>0,1 olan bitkiler hasta olarak kabul edildi.

### 3.1.5. *Lycopersicon hirsutum* domates hatlarının ELISA sonuçları

Yabani bir domates türü olan *Lycopersicon hirsutum* tohum örneğinde 5 farklı hat test edilmiştir. Test edilen 32 adet *L. hirsutum* LA1223 tohum örneğinde 12R:20S (12 dayanıklı:20 hassas), test edilen 9 adet *L. hirsutum* LA1777 tohum örneğinde 6R:3S oranında, test edilen 5 adet *L. hirsutum f. glabratum* PI199381 tohum örneğinde hepsi dayanıklı (5R), test edilen 5 adet *L. hirsutum f. glabratum* PI126449 tohum örneğinde 3R:2S oranında, test edilen 23 adet *L. hirsutum* PI247087 tohum örneğinde hepsi dayanıklı (23R) sonuçları elde edilmiştir (Tablo 3.5).

*L. hirsutum* LA1223 tohum örneğinde, 3 dayanıklı bitkinin inokule edilen yapraklarında virüs çoğalabilmiş fakat sistemik olarak ilerleyememiş olması bu bitkilerin dayanıklı olduğunu göstermektedir. 9 dayanıklı bitkinin ne inokule edilen ne de sistemik yapraklarında virüs çoğalabilmiştir. Bu, bitkilerin aşırı dayanıklı yani

immün olduklarını göstermektedir. 20 dayanıksız bitkinin ise hem inoküle edilen hem de sistemik yapraklarında virüs tespit edilmiştir. Bu bitkiler bu virüse karşı hassastırlar. Virüs inoküle edilen ve sistemik yapraklarda çoğalabilmiştir.

*L. hirsutum* LA1777 tohum örneğinde, 6 dayanıklı bitkinin inoküle edilen yapraklarında virüs çoğalabilmiş fakat sistemik olarak ilerleyememiş olması bu bitkilerin dayanıklı olduğunu göstermektedir. 3 dayanıksız bitkinin ise hem inoküle edilen hem de sistemik yapraklarında virüs tespit edilmiştir. Bu bitkiler bu virüse karşı hassastırlar. Virüs inoküle edilen ve sistemik yapraklarda çoğalabilmiştir.

*L. hirsutum f. glabratum* PI199381 tohum örneğinde, 5 dayanıklı bitkinin ne inoküle edilen ne de sistemik yapraklarında virüs çoğalabilmiştir. Bu, bitkilerin aşırı dayanıklı yani immün olduklarını göstermektedir.

*L. hirsutum f. glabratum* PI126449 tohum örneğinde, 1 dayanıklı bitkinin inoküle edilen yapraklarında virüs çoğalabilmiş fakat sistemik olarak ilerleyememiş olması bu bitkilerin dayanıklı olduğunu göstermektedir. 2 dayanıklı bitkinin ne inoküle edilen ne de sistemik yapraklarında virüs çoğalabilmiştir. Bu bitkilerin aşırı dayanıklı yani immün olduklarını göstermektedir. 2 dayanıksız bitkinin ise hem inoküle edilen hem de sistemik yapraklarında virüs tespit edilmiştir. Bu bitkiler bu virüse karşı hassastırlar. Virüs inoküle edilen ve sistemik yapraklarda çoğalabilmiştir.

*L. hirsutum* PI247087 tohum örneğinde, test edilen 23 bitkinin ne inoküle edilen ne de sistemik yapraklarında virüs çoğalabilmiştir. Bu, bitkilerin aşırı dayanıklı yani immün olduklarını göstermektedir.

**Tablo 3.5** *Lycopersicon hirsutum* domates hatlarının ELISA sonuçları.

Bitkiler	Bitki no	İnokule yapraklar	Sistemik yapraklar	Dayanıklılık
<i>L. hirsutum</i> LA1223	1	1,903	0,239	S
	2	0,025	0,389	S
	3	1,108	2,209	S
	4	2,686	2,717	S
	5	2,856	0,047	R
	6	2,988	2,715	S
	7	0,45	0,038	R
	8	2,2	2,84	S
	9	0,11	0,083	R
	10	0,089	0,037	R
	11	0,053	0,044	R
	12	0,036	0,031	R
	13	0,147	0,147	S
	14	0,154	0,915	S
	15	1,008	3,148	S
	16	3,399	3,363	S
	17	0,111	0,129	S
	18	0,04	0,001	R
	19	0,092	0,112	S
	20	3,311	3,073	S
	21	0,02	0,064	R
	22	0,057	0	R
	23	1,423	2,495	S
	24	2,496	0,932	S
	25	0,076	0,009	R
	26	0,013	0,015	R
	27	0,015	0,976	S
	28	0,156	3,069	S
	29	0,018	-0,032	R
	30	0,061	0,182	S
	31	2,593	3,358	S
	32	0,036	0,289	S
				<u>12R:20S</u>
<i>L. hirsutum</i> LA1777	1	0,778	0,018	R
	2	0,762	0,015	R
	3	0,325	0,008	R
	4	0,207	0,017	R
	5	0,25	0,001	R
	6	0,193	0,024	R
	7	2,988	2,845	S
	8	0,22	0,276	S
	9	2,892	2,87	S
				<u>6R:3S</u>

(Devamı arkada)

**Tablo 3.5** *Lycopersicon hirsutum* domates hatlarının ELISA sonuçları.

Bitkiler	Bitki no	İnokule yapraklar	Sistemik yapraklar	Dayanıklılık
<i>L. hirsutum f. glabratum</i> PI199381	1	0,028	0,002	R
	2	0,015	0,005	R
	3	0,016	0,005	R
	4	0,028	0,01	R
	5	-0,002	0,011	R
				<u>5R</u>
<i>L. hirsutum f. glabratum</i> PI126449	1	0,051	0,019	R
	2	0,025	0,808	S
	3	2,978	0,008	R
	4	0,082	1,35	S
	5	0,046	0,005	R
				<u>3R:2S</u>
<i>L. hirsutum</i> PI247087	1	0,02	0,007	R
	2	0,073	0,027	R
	3	0,024	0,05	R
	4	0,051	0,026	R
	5	0,077	-0,012	R
	6	0,062	0,016	R
	7	0,097	0,025	R
	8	0,07	0,09	R
	9	0,046	0,041	R
	10	0,043	-0,001	R
	11	0,039	0,035	R
	12	0,046	0,003	R
	13	0,161	0,06	R
	14	0,071	0,006	R
	15	0,072	0,058	R
	16	0,13	-0,009	R
	17	0,046	0,019	R
	18	0,094	0,022	R
	19	0,092	0,099	R
	20	0,032	0,082	R
	21	0,034	0,041	R
	22	0,102	0,03	R
	23	0,037	0,023	R
			<u>23R</u>	

R: Dayanıklı, S: Hassas. İnokule yapraklar; inokulasyondan 2 hafta sonra yapılan ELISA sonuçlarını, sistemik yapraklar ise inokulasyondan 4 hafta sonra yapılan ELISA sonuçlarını göstermektedir. OD>0,1 olan bitkiler hasta olarak kabul edildi.

**Tablo 3.6** *Lycopersicon pimpinellifolium* domates hattının ELISA sonuçları.

Bitki	Bitki no	İnokule yapraklar	Sistemik yapraklar	Dayanıklılık
<i>L. pimpinellifolium</i> LA1589	1	0,106	1,638	S
	2	2,886	0,03	R
	3	0,092	1,687	S
	4	2,865	0,008	R
	5	0,054	0,232	S
				<u>2R:3S</u>

R: Dayanıklı, S: Hassas. İnokule yapraklar; inokulasyondan 2 hafta sonra yapılan ELISA sonuçlarını, sistemik yapraklar ise inokulasyondan 4 hafta sonra yapılan ELISA sonuçlarını göstermektedir. OD>0,1 olan bitkiler hasta olarak kabul edildi.

### 3.1.6. *Lycopersicon pimpinellifolium* domates hattının ELISA sonuçları

Test edilen 5 adet *Lycopersicon pimpinellifolium* LA1589 bitkisinden 2 tanesi dayanıklı, 3 tanesi hassas (2R:3S) bulunmuştur (Tablo 3.6).

*L. pimpinellifolium* LA1589 tohum örneğinde, 2 dayanıklı bitkinin inokule edilen yapraklarında virüs çoğalabilmiş fakat sistemik olarak ilerleyememiş olması bu bitkilerin dayanıklı olduğunu göstermektedir. 3 dayanıksız bitkinin ise hem inokule edilen hem de sistemik yapraklarında virüs tespit edilmiştir. Bu bitkiler bu virüse karşı hassastırlar. Virüs inokule edilen ve sistemik yapraklarda çoğalabilmiştir.

### 3.1.7. *Lycopersicon pennellii* domates hattının ELISA sonuçları

Test edilen 2 adet *Lycopersicon pennellii* LA1732 bitkisinin ikisi de dayanıklılık göstermiştir. *L. pennellii* LA1732 tohum örneğinde, 2 dayanıklı bitkinin ne inokule edilen ne de sistemik yapraklarında virüs çoğalabilmiştir. Bu, bitkilerin aşırı dayanıklı yani immün olduklarını göstermektedir (Tablo 3.7).

**Tablo 3.7** *Lycopersicon pennellii* domates hattının ELISA sonuçları.

Bitki	Bitki no	İnokule yapraklar	Sistemik yapraklar	Dayanıklılık
<i>L. pennellii</i> LA1732	1	0,052	0,051	R
	2	0,02	0,03	R
				<u>2R</u>

R: Dayanıklı, S: Hassas. İnokule yapraklar; inokulasyondan 2 hafta sonra yapılan ELISA sonuçlarını, sistemik yapraklar ise inokulasyondan 4 hafta sonra yapılan ELISA sonuçlarını göstermektedir. OD>0,1 olan bitkiler hasta olarak kabul edildi.

### 3.1.8. *Lycopersicon chmielewskii* domates hattının ELISA sonuçları

Test edilen 15 adet *Lycopersicon chmielewskii* PI379030 bitkisinin 7'si dayanıklılık, 8'i ise hassasiyet (7R:8S) göstermiştir (Tablo 3.8).

*L. chmielewskii* PI379030 tohum örneğinde, 7 dayanıklı bitkinin ne inokule edilen ne de sistemik yapraklarında virüs çoğalabilmiştir. Bu, bitkilerin aşırı dayanıklı yani immün olduklarını göstermektedir. 8 dayanıksız bitkinin ise hem inoküle edilen hem de sistemik yapraklarında virüs tespit edilmiştir. Bu bitkiler bu virüse karşı hassastırlar. Virüs inoküle edilen ve sistemik yapraklarda çoğalabilmiştir.

**Tablo 3.8** *Lycopersicon chmielewskii* domates hattının ELISA sonuçları.

Bitkiler	Bitki no	İnokule yapraklar	Sistemik yapraklar	Dayanıklılık
<i>L. chmielewskii</i> PI379030	1	1,419	2,889	S
	2	0,033	0,078	R
	3	0,063	0,002	R
	4	0,069	0,099	R
	5	0,098	0,167	S
	6	0,064	0,09	R
	7	0,076	0,221	S
	8	0,015	0,017	R
	9	0,033	0,147	S
	10	2,458	2,67	S
	11	0,019	0,132	S
	12	1,598	2,603	S
	13	0,056	0,026	R
	14	0,085	0,036	R
	15	0,024	0,57	S
				<u>7R:8S</u>

R: Dayanıklı, S: Hassas. İnokule yapraklar; inokulasyondan 2 hafta sonra yapılan ELISA sonuçlarını, sistemik yapraklar ise inokulasyondan 4 hafta sonra yapılan ELISA sonuçlarını göstermektedir. OD>0,1 olan bitkiler hasta olarak kabul edildi.

### 3.1.9. *Lycopersicon hirsutum* F<sub>1</sub> ve F<sub>2</sub> populasyonlarının ELISA sonuçları

*Lycopersicon hirsutum* ile *L. esculentum* bitkilerinin melezi olan *L. hirsutum* F<sub>1</sub> (TA209 x PVY1-K) hattından 13 adet bitki test edilmiş ve bu bitkilerin 7R:6S oranında sonuç vermiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda dayanıklı olarak belirlenen F<sub>1</sub>'lerin kendilenmesi ile geliştirilen 4 farklı F<sub>2</sub> populasyonu testlenmiştir (Doğanlar, kişisel iletişim). *L. hirsutum* F<sub>2</sub> 1518-1 hattından 7 bitkiden 3R:4S sonuçları, *L. hirsutum* F<sub>2</sub> 1518-4 hattından 39 bitkiden 11R:28S sonuçları, *L. hirsutum* F<sub>2</sub> 1518-9 hattından 37 bitkiden 11R:26S sonuçları, *L. hirsutum* F<sub>2</sub> 1518-16 hattından 310 bitkiden 26R:81S sonuçları elde edilmiştir. Bu verilere X<sup>2</sup> testi uygulanmıştır (Tablo 3.9).

*L. hirsutum* F<sub>1</sub> (TA209xPVY1-K) tohum örneğinde, 2 dayanıklı bitkinin inokule edilen yapraklarında virüs çoğalabilmiş fakat sistemik olarak ilerleyememiş olması bu bitkilerin dayanıklı olduğunu göstermektedir. 5 dayanıklı bitkinin ne inokule edilen ne de sistemik yapraklarında virüs çoğalabilmiştir. Bu, bitkilerin aşırı dayanıklı yani immün olduklarını göstermektedir. 6 dayanıksız bitkinin ise hem inokule edilen hem de sistemik yapraklarında virüs tespit edilmiştir. Bu bitkiler bu virüse karşı hassastırlar.

**Tablo 3.9** *Lycopersicon hirsutum* F<sub>2</sub> populasyonlarının ELISA sonuçları

Bitkiler	Test edilen bitki sayısı	X <sup>2</sup>	s.d.	P değeri
<i>L. hirsutum</i> F <sub>2</sub> 1518-4	39	0,214	1	0,643
<i>L. hirsutum</i> F <sub>2</sub> 1518-9	37	0,441	1	0,506
<i>L. hirsutum</i> F <sub>2</sub> 1518-16	107	0,028	1	0,87

X<sup>2</sup> testi, F<sub>2</sub> populasyonlarında 1:3 oranında hesaplanmıştır.

*L. hirsutum* F<sub>2</sub> 1518-4 verilerine uygulanan ki-kare testi P= 0,643 seviyesinde anlamlı bulunmuştur ve beklenen 1:3 oranına uyumludur (X<sup>2</sup>= 0.214, s.d.= 1, P>0.05).

*L. hirsutum* F<sub>2</sub> 1518-9 verilerine uygulanan ki-kare testi P= 0,506 seviyesinde anlamlı bulunmuştur ve beklenen 1:3 oranına uyumludur (X<sup>2</sup>= 0.441, s.d.= 1, P>0.05).

*L. hirsutum* F<sub>2</sub> 1518-16 verilerine uygulanan ki-kare testi P= 0,87 seviyesinde anlamlı bulunmuştur ve beklenen 1:3 oranına uyumludur (X<sup>2</sup>= 0.028, s.d.= 1, P>0.05).

Buradan elde edilen sonuçlar bu kaynaklardan saplanan dayanıklılığın resesif tek bir gen ile kontrol edildiği ortaya koymaktadır ve F<sub>1</sub>'lerden elde edilen 1:1 oran ve F<sub>2</sub>'lerden elde edilen 3:1 oranlar bu bulguları desteklemektedir.

### 3.1.10. *Lycopersicon esculentum* F<sub>1</sub> populasyonlarının ELISA sonuçları

İki farklı *Lycopersicon esculentum* bitkisinin melezi olan *L. esculentum* F<sub>1</sub> TA209 x TA448 hattından 8 adet bitki test edilmiş ve bu bitkilerden 2R:6S oranında sonuç elde edilmiştir. Bir başka *L. esculentum* melezi olan *L. esculentum* F<sub>1</sub> TA448 x NC50-7 hattından 17 adet bitki test edilmiş ve 6R:11S oranında sonuç elde edilmiştir, test edilen 19 adet *L. esculentum* F<sub>1</sub> TA450 x NC50-7 bitki hattında 8R:11S oranında, test edilen 65 adet *L. esculentum* F<sub>1</sub> TA449 x TA209 bitki hattında 31R:34S oranında sonuçlar elde edilmiştir (Tablo 3.10).

*L. esculentum* F<sub>1</sub> (TA209 x TA448) bitki hattında,, 2 dayanıklı bitkinin ne inoküle edilen ne de sistemik yapraklarında virüs çoğalabilmiştir. Bu, bitkilerin aşırı dayanıklı yani immün olduklarını göstermektedir. 4 dayanıksız bitkinin ise hem inoküle edilen hem de sistemik yapraklarında virüs tespit edilmiştir. Bu bitkiler bu virüse karşı hassastırlar. Virüs inoküle edilen ve sistemik yapraklarda çoğalabilmiştir.



*L. esculentum* F<sub>1</sub> (TA448 x NC50-7) bitki hattında, 5 dayanıklı bitkinin ne inoküle edilen ne de sistemik yapraklarında virüs çoğalabilmiştir. Bu, bitkilerin aşırı dayanıklı yani immün olduklarını göstermektedir. 1 dayanıklı bitkinin inoküle edilen yapraklarında virüs çoğalabilmiş fakat sistemik olarak ilerleyememiş olması bu bitkinin dayanıklı olduğunu göstermektedir. 5 dayanıksız bitkinin ise hem inoküle edilen hem de sistemik yapraklarında virüs tespit edilmiştir. Bu bitkiler bu virüse karşı hassastırlar. Virüs inoküle edilen ve sistemik yapraklarda çoğalabilmiştir.

*L. esculentum* F<sub>1</sub> (TA450 x NC50-7) bitki hattında, 8 dayanıklı bitkinin ne inoküle edilen ne de sistemik yapraklarında virüs çoğalabilmiştir. Bu, bitkilerin aşırı dayanıklı yani immün olduklarını göstermektedir. 11 dayanıksız bitkinin ise hem inoküle edilen hem de sistemik yapraklarında virüs tespit edilmiştir. Bu bitkiler bu virüse karşı hassastırlar. Virüs inoküle edilen ve sistemik yapraklarda çoğalabilmiştir.

*L. esculentum* F<sub>1</sub> (TA449 x TA209) bitki hattında, 6 dayanıklı bitkinin inoküle edilen yapraklarında virüs çoğalabilmiş fakat sistemik olarak ilerleyememiş olması bu bitkilerin dayanıklı olduğunu göstermektedir. 25 dayanıklı bitkinin ne inoküle edilen ne de sistemik yapraklarında virüs çoğalabilmiştir. Bu, bitkilerin aşırı dayanıklı yani immün olduklarını göstermektedir. 27 dayanıksız bitkinin ise hem inoküle edilen hem de sistemik yapraklarında virüs tespit edilmiştir. Bu bitkiler bu virüse karşı hassastırlar. Virüs inoküle edilen ve sistemik yapraklarda çoğalabilmiştir.

### **3.1.11. *Lycopersicon chmielewskii* F<sub>1</sub> ve F<sub>2</sub> populasyonunun ELISA sonuçları**

*L. esculentum* ve *L. chmielewskii* melezi olan *L. chmielewskii* F<sub>1</sub> (TA209 x 98T163-C) hattından 13 adet bitki test edilmiş ve 3R:10S oranında sonuç elde edilmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda dayanıklı olarak belirlenen F<sub>1</sub>'lerin kendilenmesi ile geliştirilen (Doğanlar, kişisel iletişim) bir adet F<sub>2</sub> populasyonuna (*L. chmielewskii* F<sub>2</sub> 98T790) ait 70 adet bitki PVY ile test edilmiş ve 13R:57S sonuçları elde edilmiştir. Bu verilere X<sup>2</sup> testi uygulanmıştır.

*L. chmielewskii* F<sub>2</sub> ELISA verilerine uygulanan ki-kare testi P= 0,214 seviyesinde anlamlıdır ve beklenen 1:3 oranına uyumludur (X<sup>2</sup>= 1.543, s.d.= 1, P>0.05). Buradan elde edilen sonuçlar bu kaynaktan gelen dayanıklılığın resesif bir gen ile kontrol edildiğini göstermektedir.

### 3.1.12. *Lycopersicon parviflorum* F<sub>1</sub> ve F<sub>2</sub> populasyonunun ELISA sonuçları

*L. esculentum* ve *L. parviflorum* melezi olan *L. parviflorum* F<sub>1</sub> (TA209 x 98T164-F) hattından 12 adet bitki test edilmiş ve F<sub>1</sub> hattının hepsi hassas (12S) çıkmıştır. Daha önce yapılan çalışmalarda F<sub>1</sub>'lerin kendilenmesi ile geliştirilen (Doğanlar, kişisel iletişim), bir adet F<sub>2</sub> populasyonuna (*L. parviflorum* F<sub>2</sub> TA209 x 98T164-D) ait 50 adet bitki test edilmiş ve 25R:25S oranında sonuç elde edilmiştir.

*L. parviflorum* F<sub>2</sub> populasyonundan elde edilen sonuçlar 1D:1H oranında açılım göstermiştir. Elde edilen bu sonuçlar, bu kaynaktan (*L. parviflorum*) geçen dayanıklılık mekanizmalarının diğer test edilen türlerde belirlenen mekanizmalardan farklı olduğunu ve dayanıklılığın birden fazla gen ile kontrol edildiğini göstermektedir.

#### 4. TARTIŞMA

Domates ülkemizde en çok üretilen ve tüketilen sebzelerin başında yer almaktadır. Domates üretimi çok çeşitli hastalıklarla engellenmektedir. PVY, domates kalite ve verimini önemli ölçüde azaltan bir bitki patojenidir. Ülkemizde yetiştirilen domates çeşitleri arasında PVY'ye karşı dayanıklı olan bir çeşit yoktur. Bakteri ve mantarlarla mücadelede kullanılan yöntemler virüsün yapısı nedeniyle virüslerde etkili değildir. En önemli mücadele yöntemi virüse karşı dayanıklı çeşit yetiştirmektir. Bu nedenle bu çalışmada; ülkemizde ekonomik düzeylerde domates verim ve kalitesine zararlar veren PVY virüsüne karşı dayanıklılık gen kaynaklarının belirlenmesi ve kültür domates çeşitlerine aktarılması amaçlanmıştır. Dayanıklılık gen kaynakları özellikle yabani domates türlerinden belirlenmiştir. Yabani tür ve kültür domatesleri ve bu hatların çaprazlamalarından elde edilen F<sub>1</sub> ve F<sub>2</sub> melez hatları, PVY ile mekanik olarak inokule edilmiş ve inokulasyondan sonra iki ve dört haftalık dönemlerde ELISA testi yapılmıştır. Bu testlemelerden elde edilen sonuçlara göre bazı yabani türlere ait tohum örneklerinde PVY'ye karşı dayanıklılık tespit edilmiştir.

##### 4.1. Yabani Tür Domateslerde ve Kültür Domateslerinde PVY Dayanıklılığının Değerlendirilmesi

*Lycopersicon glandulosum* yabani türüne ait (CGN14357, CGN15802, PI126443) üç tohum örneğinde bazı bitkilerin inokule yaprağında virüsün çoğalmış olduğu fakat sistemik yani inokule edilmeyen yapraklarında virüsün çoğalmamış olduğu ELISA analizleri ile tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlara göre bu bitkilerin PVY'ye karşı dayanıklı oldukları belirlenmiştir (Bkz.Tablo 3.1). Testlenen bazı bitkilerin ne inokule yapraklarında ne de sistemik yapraklarında virüsün tespit edilememiş olması bu bitkilerin virüse karşı immüniteye sahip olduklarını göstermektedir. Bazı bitkilerin ise inokule edilen ve sistemik yapraklarında da virüsün yayılmış olması bu bitkilerin hasta yani PVY'ye karşı hassas olduklarını göstermektedir. Yapılan bu çalışmada, *L.*

*glandulosum* CGN14357, CGN15802 ve PI126443 yabancı tür tohum örneklerinde dayanıklılık tespit edilmiştir (Bkz. 3.1).

*Lycopersicon chilense*'den test edilen 10 farklı tohum örneğinden toplam 77 bitkinin hepsi aynı sonucu vermiştir. *L. chilense* LA1963, 1930, 1938, 1969, 1971, 1932, 1960, 1958, 2880 ve 2879 tohum örneklerinin ne inokule edilen ne de sistemik yapraklarında virüsün tespit edilememiş olması bu bitkilerde bu virüse karşı immünite olduğunu göstermektedir (Bkz. Tablo 3.2). Yapılan bu çalışmada, *L. chilense* tohum örneğinde PVY'ye karşı aşırı dayanıklılık yani immünite olduğu tespit edilmiştir (Bkz. Tablo 3.2).

*Lycopersicon peruvianum*'dan test edilen dokuz farklı tohum örneğinde elde edilen sonuçlar, bazı hatların dayanıklılık mekanizmasına sahip olduğunu göstermektedir, *L. peruvianum* PI128657 tohum örneği tamamen hassasiyet göstermiş olup, bu hatta dayanıklılık tespit edilememiştir (Bkz. Tablo 3.3). *L. peruvianum* LA2157, PI129144, PI126944, PI126444, PI128660, PI128655, PI128654 ve PI270435 tohum örneklerinde bazı bitkilerin inokule yaprağında virüsün çoğalabilmiş fakat sistemik yani inokule edilmeyen yapraklarında virüsün çoğalmamış olması bu bitkilerin PVY'ye karşı dayanıklı olduklarını göstermektedir (Bkz. Tablo 3.3). Bazı bitkilerin ne inokule yaprağında ne de sistemik yapraklarında virüsün tespit edilememiş olması bu bitkilerde bu virüse karşı immünite olduğunu göstermektedir. Bazı bitkilerin ise inokule edilen ve sistemik yapraklarında da virüsün yayılmış olması bu bitkilerin hasta yani PVY'ye karşı hassas olduklarını göstermektedir.

*Lycopersicon esculentum*'dan test edilen 7 farklı tohum örneğinden elde edilen sonuçlar bu türe ait bazı bitkilerde dayanıklılık olduğunu göstermektedir. *L. esculentum* LA2824 tohum örneğinde (accession) bütün bitkiler hassasiyet göstermişlerdir ve bu hatta dayanıklılık tespit edilememiştir (Bkz. Tablo 3.4). *L. esculentum* CGN14330, LA1995, NC50-7, TA449, TA450 ve TA448 tohum örneğinde bazı bitkilerin inokule yaprağında virüsün çoğalabilmiş fakat sistemik yani inokule edilmeyen yapraklarında virüsün çoğalmamış olması bu bitkilerin PVY'ye karşı dayanıklı olduklarını göstermektedir (Bkz. Tablo 3.4). Bazı bitkilerin ne inokule yaprağında ne de sistemik yapraklarında virüsün tespit edilememiş olması bitkide bu virüse karşı immünite olduğunu göstermektedir. Bazı bitkilerin ise inokule edilen ve sistemik yapraklarında da virüsün yayılmış olması bu bitkilerin hasta yani PVY'ye karşı hassas olduklarını göstermektedir (Bkz. Tablo 3.4).

*Lycopersicon hirsutum*'dan test edilen beş farklı tohum örneğinden elde edilen sonuçlar, *L. hirsutum*'da PVY'ye karşı dayanıklılık olduğunu göstermektedir (Bkz. Tablo 3.5). Daha önce yapılan çalışmalarda *L. hirsutum* PI247087 tohum örneğinin PVY'ye karşı dayanıklı hatta immüniteye sahip olduğunu göstermiştir. Bu tohum örneğinden geliştirilen açılım populasyonları kullanılarak yapılan çalışmalarda dayanıklılığın resesif tek bir genle kontrol edildiği belirlenmiştir (Legnani vd 1995). Yapılan bu çalışmada da bu tohum örneğine ait test edilen bütün bitkilerinde immünite tipi dayanıklılık belirlenmiştir. *L. hirsutum* f. *glabratum* PI199381 tohum örneğinin test edilen bütün bitkilerinin aşırı dayanıklı oldukları ve immüniteye sahip oldukları gözlenmiştir (Bkz. Tablo 3.5). *L. hirsutum* LA1223, LA1777 ve PI126449 tohum örneklerinde bazı bitkilerin inokule yaprağında virüsün çoğalabilmiş fakat sistemik yani inokule edilmeyen yapraklarında virüsün çoğalmamış olması bu bitkilerin PVY'ye karşı dayanıklı olduklarını göstermektedir (Bkz. Tablo 3.4). Bazı bitkilerin ne inokule yaprağında ne de sistemik yapraklarında virüsün tespit edilememiş olması bitkide bu virüse karşı immünite olduğunu göstermektedir. Bazı bitkilerin ise inokule edilen ve sistemik yapraklarında da virüsün yayılmış olması bu bitkilerin hasta yani PVY'ye karşı hassas olduklarını göstermektedir (Bkz. Tablo 3.5).

*L. pimpinellifolium* LA1589 tohum örneğine ait bazı bitkilerin inokule edilen yapraklarda virüsün tespit edilip, sistemik yapraklarında virüsün tespit edilmemiş olması bu bitkilerin PVY'ye karşı dayanıklı olduklarını göstermektedir (Bkz. Tablo 3.6). Bazı bitkilerinde ise hassasiyet gözlenmiştir (Bkz. Tablo 3.6). Yapılan bu çalışmada, *L. pimpinellifolium* LA1589 hattında PVY'ye karşı ilk kez dayanıklılık tespit edilmiştir (Bkz. Tablo 3.6).

*Lycopersicon pennellii* LA1732 tohum örneğine ait iki bitkinin de ne inokule edilen ne de sistemik yapraklarında virüsün tespit edilememiş olması bu hatta PVY'ye karşı aşırı dayanıklılık yani immünite olduğu göstermektedir (Bkz. Tablo 3.7). Yapılan bu çalışmada, *Lycopersicon pennellii*'da PVY'ye karşı ilk kez dayanıklılık tespit edilmiştir.

*Lycopersicon chmielewskii* PI379030 tohum örneğine ait bazı bitkilerin inokule yaprağında virüsün çoğalabilmiş fakat sistemik yani inokule edilmeyen yapraklarında virüsün çoğalmamış olması bu bitkilerin PVY'ye karşı dayanıklı olduklarını göstermektedir. Bazı bitkilerin ne inokule yaprağında ne de sistemik yapraklarında virüsün tespit edilememiş olması bitkide bu virüse karşı immünite olduğunu

göstermektedir (Bkz. Tablo 3.8). Bazı bitkilerin ise inokule edilen ve sistemik yapraklarında da virüsün yayılmış olması bu bitkilerin hasta yani PVY'ye karşı hassas olduklarını göstermektedir (Bkz. Tablo 3.8). Yapılan bu çalışmada, *L. chmielewskii* PI379030 tohum örneğine ait bazı bitkilerinde PVY'ye karşı dayanıklılık ilk kez tespit edilmiştir (Bkz. Tablo 3.8).

#### 4.2. Domates Hatlarında PVY Dayanıklılığının Kalıtımı

*Lycopersicon hirsutum* ile *L. esculentum* bitkilerinin melezi olan *L. hirsutum* F<sub>1</sub> (TA209 x PVY1-K) hattından 13 adet bitki test edilmiş ve bu bitkiler 1:1 oranında açılım göstermiştir. Bu hattın geliştirilen 4 farklı F<sub>2</sub> popülasyonu test edilmiş ve her biri 3:1 oranında açılım göstermiştir. ELISA verilerine uygulanan X<sup>2</sup> testi sonucunda, değerlerin beklenen 3:1 oranına uyumlu olduğu bulunmuştur. Buradan çıkan sonuçlar dayanıklılığın resesif tek genle kontrol edildiği ve dayanıklılığın *L. hirsutum*'dan geçtiğini göstermektedir (Bkz. Tablo 3.9).

*L. esculentum* F<sub>1</sub> çaprazlarından (TA209 x TA448, TA448 x NC50-7, TA450 x NC50-7, TA449 x TA209) elde edilen sonuçlar bu hatlarda PVY'ye karşı dayanıklılık olduğunu göstermektedir.

*L. esculentum* ve *L. chmielewskii* melezi olan *L. chmielewskii* F<sub>1</sub> (TA209 x 98T163-C) hattından 13 adet bitki test edilmiş ve bazı F<sub>1</sub>'lerin dayanıklı olduğu belirlenmiştir. Bu hattın geliştirilen F<sub>2</sub> popülasyonu olan *L. chmielewskii* F<sub>2</sub> 98T790 hattından 70 adet bitki test edilmiş ve 3:1 oranında açılım göstermiştir. ELISA verilerine uygulanan X<sup>2</sup> testi sonucunda, değerlerin beklenen 1:3 oranına uyumlu olduğu bulunmuştur. Buradan çıkan sonuçlar dayanıklılığın resesif tek genle kontrol edildiği ve dayanıklılığın *L. chmielewskii*'den geçtiğini göstermektedir.

*L. esculentum* ve *L. parviflorum* melezi olan *L. parviflorum* F<sub>1</sub> (TA209 x 98T164-F) hattından 12 adet bitki test edilmiş ve F<sub>1</sub> hattının hepsi hassas (12S) çıkmıştır. Bu hattın geliştirilen F<sub>2</sub> popülasyonu olan *L. parviflorum* F<sub>2</sub> (TA209 x 98T164-D) hattından 50 adet bitki test edilmiş ve 1:1 oranında sonuç elde edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar, bu kaynaktan (*L. parviflorum*) geçen dayanıklılık mekanizmalarının diğer test edilen türlerde belirlenen mekanizmalardan farklı olduğunu ve dayanıklılığın birden fazla gen ile kontrol edildiğini göstermektedir.

## 5. SONUÇ

Yapılan bu çalışmada, esas amacımız yabancı ve kültür domates türlerinde PVY'ye karşı dayanıklılığın belirlenmesi ve bu dayanıklılığın kalıtımının test etmektir. Bu nedenle, çeşitli domates hatları fenotipik olarak karakterize edilmiştir.

Yabancı tür domateslere ait tohum örnekleri PVY'ye karşı dayanıklılığı tespit etmek amacı ile mekanik olarak inokule edilmiş ve virüs saptanması ELISA ile yapılmıştır. Bazı bitkilerin sadece inokule yapraklarında virüs saptanırken, bazı bitkilerin ise hem inokule hem de sistemik yapraklarında virüs saptanmıştır. Sadece inokule yapraklarında virüs saptanan ancak inokule edilmeyen yapraklarında virüs saptanamayan bitkilerin PVY'ye karşı dayanıklı oldukları kabul edilmiştir. Bu bitkilerin savunma sistemleri aktif hale geçmiştir ve virüsün yayılmasını engellemiştir. Bazı bitkilerde ise virüsün tamamen yayılmış olması bu bitkilerin hassas olduklarını ve bitkide virüse karşı herhangi bir savunma mekanizmasının etkili olmadığını göstermektedir. Bazı domates hatlarının ne inokule edilen ne de sistemik yapraklarında virüs saptanmıştır. Bu bitkilerde virüs mekanik olarak inokule edildiği anda bitki tarafından bloke edilmiş ve virüs hiçbir şekilde replike olamamış ve dolayısıyla yayılamamıştır. Bu durumdaki dayanıklılık immünite yani aşırı dayanıklılık'tır. Yedi farklı yabancı türde de PVY dayanıklılığı tespit edilmiştir. *L. chilense* tohum örneklerinin tümünde immünite tespit edilmiştir. *L. pennellii* tohum örneğinde de immünite tespit edilmiştir. Ayrıca, beklenildiği gibi *L. hirsutum* PI247087 tohum örneğinde immünite tipi dayanıklılık tespit edilmiştir.

Yabancı tür ve kültür çeşidi domateslerin çaprazlamalarından elde edilen F<sub>1</sub> ve F<sub>2</sub> melez hatları PVY dayanıklılığının kalıtımını testlemek için PVY ile mekanik olarak inokule edilmiştir. Ki-kare testi ile F<sub>2</sub> hatlarından 1:3 oranında anlamlı bir sonuç elde edilmiştir ve bu bitkilerdeki dayanıklılığın resesif tek genle kontrol edildiği tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, yabani domateslerinde PVY'ye karşı dayanıklılık vardır ve açılım gösteren populasyonlarla yapılan çalışmalara göre bu dayanıklılık resesif tek genle kontrol edilmektedir. İleriki çalışmalarda, domateste PVY dayanıklılığını sağlayan genlerin yeri moleküler haritalama çalışmalarıyla tespit edilebilir ve dayanıksız kültür domateslerine melezleme teknikleri ve MAS (Marker-Assisted Selection) İşaretleyiciye Dayalı Seleksiyon tekniği ile aktarılabilir.



## KAYNAKLAR

- Adams, M. J., Antoniw, J. F., Beaudoin, F. (2005) Overview and Analysis of the Polyprotein Cleavage Sites in the family *Potyviridae*. *Mol. Plant Pathol.*, 6: 471–487.
- Agrios, G. N. (1997) Plant Diseases Caused by Viruses, Plant Pathology, Third Edition, *Academic Press, INC.*, California, 803s.
- Alexander, D., Goodman, R. M., Gut-Rella, M. (1993) Increased Tolerance to Two Oomycete Pathogens in Transgenic Tobacco Expressing Pathogenesis-Related Protein 1a. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 99: 7327–7331.
- Beczner, L., Horvath, J., Romhany, I., Förster, H. (1984) Studies on the Etiology of Tuber Necrotic Ringspot Disease in Potato. *Potato Research*, 27: 339–352.
- Bendahmane, A., Kohn, B. A., Dedi, C., Baulcombe, D. C. (1995) The Coat Protein of *Potato Virus X* is a Strain-specific Elicitor of *Rx1*-mediated Virus Resistance in Potato. *Plant Journal*, 8: 933–41.
- Bolwell, G. P., and Wojtaszek, P. (1997) Mechanisms for the Generation of Reactive Oxygen Species in Plant Defence: A Broad Perspective. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 51: 347–366.
- Bonas, U., Lahaye, T. (2002) Plant Disease Resistance Triggerred by Pathogen-derived Molecules: Refined Models of Spesific Recognition. *Current Opinion in Microbiology*, 5: 44–50.
- Boonham, N., Barker, I. (1998) Strain Spesific Recombinant Antibodies to *Potato Virus Y* potyvirus. *Journal of Virological Methods*, 74: 193–199.
- Carmona, M. J., Molina, A., Fernandez, J. A., Lopez-Fando, J. J., and Garcia-Olmedo, F. (1993) Expression of Thionin gene from Barley in Tobacco Confers Enhanced Resistance to Bacterial Pathogens. *Plant Journal*, 3: 457–462.
- Chen, H., Jones, A. D., Howe, G. A. (2006) Constitutive Activation of the Jasmonate Signaling Pathway Enhance the Production of Secondary Metabolites in Tomato. *FEBS Letters*, 580: 2540–2546.
- Clark, M. F., Adams, A. N. (1977) Characteristics of the Microplate Method of Enzyme-linked Immunosorbent Assay for the Detection of Plant Viruses. *Journal of General Virology*, 34: 475–483.

- Cohn, J., Sessa, G., Martin, G. B. (2001) Innate Immunity in Plants. *Current Opinion in Immunology*, 13: 55–62.
- Dapkūniene, S., Indriūnaite, G., Juodkaite, R., Navalinskiene, M., Samuitiene, M. (2004) Tissue Culture for Elimination of Lily Viruses Depending on Explant Type. *Acta Universitatis Latviensis, Biology*, 676: 163–166.
- Davis, D. A., Low, P. S., Heinstejn, P. (1998) Purification of a Glycoprotein Elicitor of Phytoalexin Formation from *Verticillium dahliae*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 52: 259–273.
- Demangeat, G., Komar, V., Cornuet, P., Esmenjaud, D., Fuch, M. (2004) Sensitive and Reliable Detection of Grapevine Fanleaf Virus in a Single *Xiphinema index* Nematode Vector. *Journal of Virological Methods*, 122: 79–86.
- Diaz J. A., Nieto, C., Moriones, E., Truniger, V., Aranda, M. A. (2004) Molecular Characterization of a *Melon Necrotic Spot Virus* Strain that overcomes the Resistance in Melon and Nonhost Plants. *Molecular Plant Microbe Interactions*, 17: 668–675.
- Dixon, M., Jones, D., Keddie, J., Thomas, C., Harrison, K., Jones, J. (1996) The Tomato Cf-2 Disease Resistance Locus Comprises two Functional Genes Encoding Leucine Rich Repeat Proteins. *Cell*, 84: 451–459.
- Doke, N. (1985) NADPH-dependent O<sub>2</sub> Generation in Membrane Fractions Isolated from Wounded Potato Tubers Inoculated with *Phytophthora infestans*. *Physiol. Plant Pathol.*, 27: 311–322.
- Doke, N., Ohashi, Y. (1988) Involvement of a O<sub>2</sub>-Generating System in the Induction of Necrotic Lesions on Tobacco Leaves Infected with *Tobacco mosaic virus*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 32: 163–175.
- Fernandez-Falcon, M., Borges, A. A., Borges-Perez, A. (2003) Induced Resistance to Fusarium Wilt of Banana by Exogenous Applications of Indoleacetic Acid. *Phytoprotection*, 84: 149–153.
- Filho, A. F. M., Sherwood, J. L. (2000) Evaluation of Seed Transmission of *Turnip Yellow Mosaic Virus* and *Tobacco Mosaic Virus* in *Arabidopsis thaliana*. *Phytopathology*, 90: 1233–1238.
- Flor, H. H. (1971) Current Status of the Gene-for-Gene Concept. *Phytopathology*, 9: 275–296.
- Gachomo, E. W., Shonukan, O. O., Kotchoni, S. O. (2003) The Molecular Initiation and Subsequent Acquisition of Diseases in Plants. *African Journal of Biotechnology*, 2: 26–32.

- Garrido-Ramirez, E. R., Sudarshana, M. R., Lucas, W. J., Gilbertson, R. L. (2000) *Bean Dwarf Mosaic Virus* BV1 Protein is a Determinant of the Hypersensitive Response and Avirulence in *Phaseolus vulgaris*. ***Molecular Plant Microbe Interactions***, 13: 1184–1194.
- Gilardi, P., Garcia-Luque, I., Serra, M. T. (1998) *Pepper Mild Mottle Virus* Coat Protein alone can Elicit the *Capsicum* spp. L gene-mediated Resistance. ***Molecular Plant Microbe Interactions***, 11: 1253–1257.
- Giovannucci, E., Ascherio, A., Rimm, E. B. (1995) Intake of Carotenoids and Retinol in Relation to Risk of Prostate Cancer. ***J. Natl. Cancer Inst.***, 87: 1767–1776.
- Glazebrook, J. (2001) Genes Controlling Expression of Defense Responses in *Arabidopsis*- 2001 status. ***Current Opinion in Plant Biology***, 4: 301–308.
- Goldbach, R., Bucher, E., Prins, M. (2003) Resistance Mechanisms to Plant Viruses: An Overview. ***Virus Research***, 92: 207–212.
- Gomez, L. G. (2004) Plant Perception Systems for Pathogen Recognition and Defense. ***Molecular Immunology***, 41: 1055–1062.
- Gora-Sochacka, A. (2004) Viroids: Unusual Small Pathogenic RNAs. ***Acta Biochimica Polonica***, 51: 587–607.
- Hain, R., Reif, H-J., Krause, E., Langebartels, R., Kindi, H., Vornam, B., Wiese, W., Schmelzer, E., Schreirer, P. H., Stocker, R. H., Stenzel, K. (1993) Diseases Resistance Results from Foreign Phytoalexin Expression in a Novel Plant. ***Nature***, 361: 153–156
- Hämäläinen, J. H., Watanabe, K. N., Valkonen, J. P. T., Arihara, A., Plaisted, R.L., Pehu, E., Miller, L., Slack, S. A. (1997) Mapping and Marker-Assisted Selection for a Gene for Extreme Resistance to *Potato Virus Y*. ***Theoretical and Applied Genetics***, 94: 192–197.
- Hammond-Kosack, K. E., Jones, J. D. G. (1996) Resistance Gene-Dependent Plant Defense Responses. ***The Plant Cell***, 8: 1773–1791.
- Hinrichs-Berger, J., Harfold, M., Berger, S., Buchenauer, H. (1999) Cytological Responses of Susceptible and Extremely Resistant Potato Plants to Inoculation with *Potato Virus Y*. ***Physiological and Molecular Plant Pathology***, 55: 143–150.
- Hoffmann, K., Qiu, W. P., Moyer, J. W. (2001) Overcoming Host and Pathogen Mediated Resistance in Tomato and Tobacco Maps to the mRNA of *Tomato spotted wilt virus*. ***Molecular Plant Microbe Interactions***, 14: 242–49.
- Jacquot, E., Tribodet, M., Croizat, F., Balme-Sinibaldi, V., Kerlan, C. (2005) A Single Polymorphism-based Technique for Specific Characterization of Y<sup>O</sup> and Y<sup>N</sup> Isolates of *Potato Virus Y* (PVY). ***Journal of Virological Methods***, 125: 83–93.

- Jenner, C. E., Sanchez, F., Nettleship, S. B., Foster, G. D., Ponz, F., Walsh, J. A. (2000) The Cylindrical Inclusion Gene of *Turnip Mosaic Virus* Encodes a Pathogenic Determinant to the *Brassica* resistance Gene TuRBO1. *Molecular Plant Microbe Interactions*, 13: 1102–1108.
- Jenner, C. E., Tomimura, K., Ohshima, K., Hughes, S. L., Walsh, J. A. (2002) Mutations in *Turnip Mosaic Virus* P3 and Cylindrical Inclusion Proteins are Separately Required to overcome two *Brassica napus* Resistance Genes. *Virology*, 300: 50–59.
- Jenner, C. E., Wang, X., Tomimura, K., Ohshima, K., Ponz, F., Walsh, J. A. (2003) The Dual Role of the Potyvirus P3 Protein of *Turnip Mosaic Virus* as a Symptom and Avirulence Determinant in Brassicas. *Molecular Plant Microbe Interactions*, 16: 777–784.
- Johal, G. S., Briggs, S. P. (1992) Reductase Activity Encoded by the *Hm1* Disease Resistance Gene in Maize. *Science*, 258: 985–987.
- Jones, A. T., McGavin, W. J., Geering, A. D. W., and Lockhart, B. E. L. (2001) A new Badnavirus in Ribes Species, its Detection by PCR, and its Close Association with Gooseberry Vein Banding Disease. *Plant Diseases*, 85: 417–422.
- Jones, D. A., and Takemoto, D. (2004) Plant Innate Immunity-Direct and Indirect Recognition of General and Specific Pathogen-Associated Molecules. *Current Opinion in Immunology*, 16: 48–62.
- Kajava, A.V. (1998) Structural Diversity of Leucine-rich Repeat Proteins. *Journal of Molecular Biology*, 277: 519–527.
- Kang, B. C., Yeam, I., Molly, M. J. (2005) Genetics of Plant Virus Resistance. *Phytopathology*, 43: 581–621.
- Keller, K. E., Johansen, I. E., Martin, R. R., Hampton, R. O. (1998) Potyvirus Genome-Linked Protein (VPg) Determines *Pea Seedborne Mosaic Virus* Pathotype-specific Virulence in *Pisum sativum*. *Molecular Plant Microbe Interactions*, 11: 124–130.
- Knorr, D. A., Dawson, W. O. (1988) A Point Mutation in the *Tobacco Mosaic Virus* Capsid Protein Gene Induces Hypersensitivity in *Nicotiana glauca*. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 85: 170–74.
- Kunkel, B. N., and Brooks, D. M. (2002) Cross Talk Between Signaling Pathways in Pathogen Defense. *Current Opinion in Plant Biology*, 5: 325–331.
- Lecoq, H., Moury, B., Desbiez, C., Palloix, A., Pitrat, M. (2004) Durable Virus resistance in Plants through Conventional Approaches: a challenge. *Virus Research*, 100: 31–39.
- Legnani, R., Gebre-Selassie, K., Nono-Womdim, R., Gognalons, P., Moretti, A., Laterrot, H., and Marchoux, G. (1995) Evaluation and Inheritance of the *Lycopersicon hirsutum* Resistance Against Potato Virus Y. *Euphytica*, 86: 219–226.

- Leonardi, C., Ambrosino, P., Esposito, F., Fogliano, V. (2000) Antioxidant Activity and Carotenoid and Tomatine Contents in Different Typologies of Fresh Consumption Tomatoes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 4723–4727.
- Levine, A., Tenhaken, R., Dixon, R., Lamb, C. (1994) H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> from the Oxidative Burst Orchestrates the Plant Hypersensitive Response. *Cell*, 79: 583–593.
- Lot, H., Campbell, R. N., Souche, S., Milne, R. G., and Roggero, P. (2002) Transmission by *Olpidium brassicae* of *Mirafiori Lettuce Virus* and *Lettuce Big-vein Virus*, and Their Roles in Lettuce Big-vein Etiology. *Phytopathology*, 92: 288–293.
- Lucas, W. J., Wolf, S. (1999) Connections Between Virus Movement, Macromolecular Signaling and Assimilate Allocation. *Current Opinion in Plant Biology*, 2: 192–197.
- Malcuit, I., Marano, M. R., Kavanagh, T. A., De-Jong, W., Forsyth, A., Baulcombe, D.C. (1999) The 25-kDa Movement Protein of PVX Elicits Nb-mediated Hypersensitive Cell Death in Potato. *Molecular Plant Microbe Interactions*, 12: 536–543.
- Martin, G. B., Bogdanove, A. J., Sessa, G. (2003) Understanding the Functions of Plant Disease resistance Proteins. *Annual Review of Plant Biology*, 54: 23–61.
- Martin, G. B., Brommonschenkel, S. H., Chunwongse, J., Frary, A., Ganai, M. W., Spivey, R., Wt, T., Earle, E. D., Tanksley, S. D. (1993) Map-based Cloning of Protein Kinase Gene Conferring Disease Resistance in Tomato. *Science*, 262: 1432–1436.
- Mehle, N., Kovac, M., Petrovic, N., Novak, M. P., Baebler, S., Stres, H. K., Gruden, K., Ravnikar, M. (2004) Spread of Potato Virus Y<sup>NTN</sup> in Potato Cultivars (*Solanum tuberosum* L.) with Different Levels of Sensitivity. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 64: 293–300.
- Meshi, T., Motoyoshi, F., Adachi, A., Watanabe, Y., Takamatsu, N., Okada, Y. (1988) Two Concomitant Base Substitutions in the Putative Replicase Genes of *Tobacco Mosaic Virus* Confer the Ability to Overcome the Effects of a Tomato Resistance Gene *Tm-1*. *EMBO Journal*, 7: 1575–81.
- Mestre, P., Brigneti, G., Baulcombe, D.C. (2000) An *Ry*-mediated Resistance Response in Potato Requires the Intact Active Site of the NIa proteinase from *Potato Virus Y*. *Plant Journal*, 23: 653–61.
- Mindrinos, M., Katagiri, F., Yu, G. L., Ausubel, F. M. (1994) A Thaliana Disease Resistance Gene PRS2 Encodes a Protein Containing a Nucleotide-binding Site and Leucine Rich Repeats. *Cell*, 78: 1089–1099.
- Morel, J. B., and Dangl, J. L. (1997) The Hypersensitive Response and the Induction of Cell Death in Plants. *Cell Death and Differentiation*, 4: 671–683.

- Moury, B., Morel, C., Johansen, E., Guilbaud, L., Souche, S. (2004) Mutations in *Potato Virus Y* Genome-linked Protein Determine Virulence toward recessive Resistances in *Capsicum annuum* and *Lycopersicon hirsutum*. ***Molecular Plant Microbe Interactions***, 17: 322–329.
- Neuenschwander, U., Vernooji, B., Friedrich, L., Uknes, S., Kesmann, H., Ryals, J. (1995) Is Hydrogen Peroxide a Second Messenger of Salicylic Acid in Systemic Acquired Resistance? ***Plant Journal***, 8: 227–233.
- Nicolas, O., Dunnington, S. W., Gotow, L. F., Pirone, T. P., Hellmann, G. M. (1997) Variations in the VPg Protein Allow a Potyvirus to Overcome *va* Gene Resistance in Tobacco. ***Virology***, 237: 452–59.
- Nindl Waite, G., Waite, L. R., Hughes, E. F., Balcavage, W. X. (2005) Biophotonic hydrogen peroxide production by antibodies, T cells, and T-cell membranes. ***Biochemical and Biophysical Research Communications***, 338: 1110–1117.
- Oerke, E. C., Dehne, H. W., Schönbeck, F., Weber, A. (1994) Estimated Crop Losses due to Pathogens, Animal Pests and Weeds. ***Elsevier Amsterdam***, 72–88.
- Oh, J. W., Kong, Q., Song, C., Carpenter, C. D., Simon, A. E. (1995) Open Reading Frames of *Turnip Crinkle Virus* Involved in Satellite Symptom Expression and Incompatibility with *Arabidopsis thaliana* Ecotype Dijon. ***Molecular Plant Microbe Interactions***, 8: 979–87.
- Özcan, S., Gürel, E., Babaoğlu, M. (2001) Bitki Biyoteknolojisi 2-Genetik Mühendisliği ve Uygulamaları, ***S. Ü. Vakfı Yayınları***, Konya, 456s.
- Powell, J. R., Webster, J. M. (2004) Interguild Antagonism between Biological Controls: Impact of Entomopathogenic Nematode Application on an Aphid Predator, *Aphidoletes aphidmyza* (Diptera: Cecidomyiidae). ***Biological Control***, 30: 110–118.
- Preston, G. M. (2000) *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*: The Right Pathogen, of The Right Plant, at The Right Time. ***Molecular Plant Pathology***, 1: 263–275.
- Pruss, G. J., Lawrence, C. B., Bass, T., Li, Q. Q., Bowman, L. H., and Vance, V. (2004) The Potyviral Suppressor of RNA Silencing Confers Enhanced Resistance to Multiple Pathogens. ***Virology***, 320: 107–120.
- Redondo, E., Krause-Sakate, R., Yang, S. J., Lot, H., LeGall, O., Candresse, T. (2001) *Lettuce Mosaic Virus* Pathogenicity Determinants in Susceptible and Tolerant Lettuce Cultivars Map to Different Regions of the Viral Genome. ***Molecular Plant Microbe Interactions***, 14: 804–810.
- Santa-Cruz, S., Baulcombe, D. C. (1993) Molecular Analysis of *Potato Virus X* Isolates in Relation to the Potato Hypersensitivity Gene *Nx*. ***Molecular Plant Microbe Interactions***, 6: 707–14.

- Schneider, D. S. (2002) Plant Immunity and Film Noir: What Gumshoe Detectives Can Teach Us about Plant-Pathogen Interactions. *Cell*, 109: 537–540.
- Schubert, J., Matousek, J., Mattern, D. (2004) Pathogen-derived Resistance in potato to *Potato Virus Y*-Aspects of Stability and Biosafety under Field Conditions. *Virus Research*, 100: 41–50.
- Schulze-Lefert, P. (2004) Plant Immunity: The Origamy of Receptor Activation. *Current Biology*, 14: R22–R24.
- Singh, R. P. (1992) Incidence of the Tobacco Veinal Necrotic Strain of *Potato Virus Y* (PVY<sup>N</sup>) in Canada in 1990 and 1991 and the Scientific Basis for the Eradiction of the Disease. *Canada Plant Disease Survey*, 72: 113–119.
- Smith, K. M. (1931) Composite Nature of Certain Potato Viruses of the Mosaic Group. *Nature*, 127: 702.
- Song, W. Y., Wang, G. L., Chen, L., Kim, H. S., Pi, L. Y., Gardner, J., Wang, B., Holsten, T., Zhai, W. X., Zhu, L. H., Fauquet, C., Ronald, P. (1995) A Receptor Kinase Like Protein Encoded by the Rice Disease Resistance Gene *Xa21*. *Science*, 270: 1804–1806.
- Soylu, S. (2006) Accumulation of Cell-wall Bound Phenolic Compounds and Phytoalexin in *Arabidopsis thaliana* leaves following Inoculation with Pathovars of *Pseudomonas syringae*. *Plant Science*, 170: 942–952.
- Spetz, C., Taboada, A. M., Darwich, J., Ramsell., Salazar, L. F., Valkonen, J. P. T. (2003) Molecular Resolution of a Complex of Potyviruses Infecting Solanaceous Crops at the Centre of Origin in Peru. *Journal of General Virology*, 84: 2565–2578.
- Stobbs, L. W., Poysa, V., VanSchagen, J. G. (1994) Susceptibility of Cultivars of Tomato and Pepper to a Necrotic Strain of Potato Virus Y. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 16: 43–48.
- Takahashi, H., Suzuki, M., Natsuaki, K., Shigyo, T., Hino, K. (2001) Mapping the Virus and Host Genes Involved in the Resistance Response in *Cucumber Mosaic Virus* Infected *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell Physiology*, 42: 340–347.
- Takenaka, M., Nanayama, K., Isobe, S., and Murata, M. (2006) Changes in Caffeic Acid Derivatives in Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.) during Cooking and Processing. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 70 (1): 172–177.
- Thomma, B., Penninckx, I., Broekaert W. F., Cammue, B. (2001) The Complexity of Disease Signaling in *Arabidopsis*. *Current Opinion in Immunology*, 13: 63–68.
- Tör, M. (1998) Bitkilerde Moleküler Konukçu-Patojen İlişkilerindeki Son Gelişmeler. *Tr. Journal of Biology*, 22: 271–285.
- Van-Eenwyk, J., Davis, F. G., Bowne, P. E. (1994) Dietary and Serum Carotenoids and Cervical Intraepithelial Neoplasia. *J. Natl. Cancer Inst.*, 59: 181–184.

- Van-Loon, L. C., Van-Kammen, A. (1970) Polyacrilamide Disc Electrophoresis of the Soluble Leaf Proteins from *Nicotina tabacum* var. "Samsun" and "Samsun NN", Changes in Protein Constitution After Infection with TMV. *Virology*, 40: 199.
- Varveri, C. (2000) Potato Y Potyvirus Detection by Immunological and Molecular Techniques in Plants and Aphids. *Phytoparasitica*, 28: 1–8.
- Way, H., Kazan, K., Goulter, K. G., Birch, R., Manners, J. M. (2000) Expressing of *Shpx2* gene from *Stylosanthes* Confers Resistance *Phytophthora parasitica* and *Cercospora nicotina* in transgenic tobacco. *Molecular Plant Pathology*, 1: 223–232.
- WEB\_1. (2006) Food and Agriculture Organization of The United Nations. <http://faostat.fao.org/faostat/form?collection=Production.Crops.Primary&Domain=Production&servlet=1&hasbulk=0&version=ext&language=EN> (10.07.2006).
- WEB\_2. (2000) The Current Classification of Plant Virus Genera. <http://www.scri.sari.ac.uk/TiPP/documents/ICTVCUR.pdf> (09.05.2006).
- Weilguny, H., Singh, R. P. (1998) Separation of Slovenian Isolates of PVY<sup>NTN</sup> from the North American Isolates of PVY<sup>N</sup> by a 3-primer PCR. *Journal of Virological Methods*, 71: 57–68.
- Wetzel, T., Bassler, A., Amren, M. A. W., Krczal, G. (2006) A RT/PCR-partial Restriction Enzymatic Mapping (PREM) Method for the Molecular Characterisation of the Large Satellite RNAs of *Arabis Mosaic Virus* Isolates. *Journal of Virological Methods*, 132: 97–103.
- Whitham, S. A., Wang, Y. (2004) Roles for Host Factors in Plant Viral Pathogenicity. *Current Opinion in Plant Biology*, 7: 365–371.
- Wojtaszek, P. (1997) Oxidative Burst: An Early Plant Response to Pathogen Infection. *Biochemistry Journal*, 322: 681–692.
- Xing, T., Higgins, V. J., Blumwald, E. (1997) Race-specific Elicitors of *Cladosporium fulvum* Promote Translocation of Cytosolic Components of NADPH Oxidase to the Plasma Membrane of Tomato Cells. *Plant Cell*, 9: 249–259.
- Yue, C., Schröder, M., Bienefeld, K., Genersch, E. (2006) Detection of Viral Sequences in Semen of Honeybees (*Apis mellifera*): Evidence for Vertical Transmission of Viruses Through Drones. *Journal of Invertebrate Pathology*, 92: 105–108.
- Zhang, Z. G., Wang, Y. C., Li, J., Ji, R., Shen, G., Wang, S. C., Zhou, X., Zheng, X. B. (2004) The Role of SA in the Hypersensitive Response and Systemic Acquired Resistance Induced by Elicitor PB90 from *Phytophthora boehmeriae*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 65: 31–38.



## **ÖZGEÇMİŞ**

Eminur Barutçu, 1982 yılında Hatay, Türkiye’de doğmuştur. İlköğretim ve lise eğitimini Hatay’da tamamlamıştır. 1999 yılında Adnan Menderes Üniversitesi, Biyoloji bölümünü kazanmıştır. 2003 yılında “Bölüm İkincisi” olarak mezun olmuş ve aynı yıl Pamukkale Üniversitesi Biyoloji bölümünde yüksek lisans yapmaya hak kazanmıştır. Ders dönemini Pamukkale Üniversitesi’nde tamamlayıp, laboratuvar çalışmalarını İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Bitki Moleküler Genetiği Laboratuvarında iki yıl boyunca sürdürmüştür.