

T.C.
SİİRT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PHYTOPHTHORA CAPSİCİ LEONİAN'A DAYANIKLI YEREL BİBER
HATTI GELİŞTİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS

Gülşah SEYİTOĞLU
(143106005)

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Muhemet Zeki KARİPÇİN

Ortak Danışman: Yrd. Doç. Dr. Şeyda ÇAVUŞOĞLU

Ocak-2018
SİİRT

TEZ KABUL VE ONAYI

Gülşah SEYİTOĞLU tarafından hazırlanan "*Phytophthora capsici* Leon.'a Dayanıklı Yerel Biber Hattı Geliştirilmesi" adlı tez çalışması .../.../... tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Yrd. Doç. Dr. Emre DEMİRER DURAK

Danışman

Yrd. Doç. Dr. Muhemet Zeki KARIPÇİN

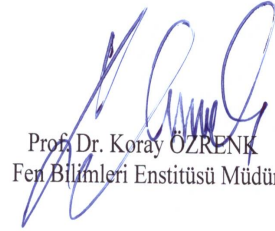
Üye

Yrd. Doç. Dr. Arzu ÇIĞ

İmza



Yukarıdaki sonucu onaylarım.



Prof. Dr. Koray ÖZRENK
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tez çalışması SIÜBAP tarafından 2017-SİÜFEB-38 nolu proje ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Ülkemizdeki biber üretim sorunlarından biri de düşük verimlilik; Türkiye üretim alanı ve toplam üretim miktarı bakımından yüksek değerlere sahipken, birim alandan elde edilen ortalama verim çok düşüktür. Yetiştirme tekniği ve kültürel işlemlerin uygulanmasındaki eksiklikler yanında verim düşüklüğünün en önemli nedenlerinden birisi de *Phytophthora capsici* Leonian fungal etmeninin yol açtığı kök boğazı yanıklığı hastalığıdır.

P. Capsici'nin toprak kökenli bir fungus oluşu, hastalıkla kimyasal savaşımı olanaksız hale getirmektedir. Yetiştiricilik sırasında kültürel önlemler almak, düşük etkili bir korunma yöntemi olarak sadece hastalığın çıkışını ve yayılmasını yavaşlatıcı rol oynamakta, dayanıklı çeşit kullanmaktan başka bir yol başarı sağlayamamaktadır.

Yerel genotiplerde belirlenecek veya yeni elde edilecek dayanıklı hatların adaptasyon yetenekleri de yüksek olacağından dolayı üstün nitelikli yeni çeşit geliştirmede kullanılabilir olacaktır. Üstün nitelikli yeni bireylerin ülke ekonomisine katkısı yüksek olacaktır.

Öncelikle çalışmamın materyallerinin belirlenmesi ve uygulama aşamasında desteğini esirgemeyen değerli hocalarım Yrd. Doç. Dr. M. Zeki KARİPÇİN ve Yrd. Doç. Dr. Emre DEMİRER DURAK ve Yrd. Doç. Dr. Arzu ÇİĞ'a teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca, yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Serdar ALTINTAŞ ve Uzman Oğuzhan ÖZDEMİR'e teşekkürlerimi sunarım

Çalışmalarım süresince desteklerini her an hissettiğim anneme, babama ve henüz çok küçük olmasına rağmen tüm sıkıntılı anlarımı anlayıp bana moral vermeye çalışan biricik oğluma teşekkürlerimi ve sevgilerimi sunuyorum.

Gülşah SEYİTOĞLU
SİİRT-2018

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
TABLolar LİSTESİ.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
KISALTMALAR VE SİMGELERLİSTESİ.....	vii
ÖZET	viii
ABSTRACT.....	ix
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	13
3. MATERYAL VE METOT	29
3.1. Bitkisel ve Fungal Materyal.....	29
3.2. Metot.....	30
3.2.1. Deneme Deseni ve Konular	30
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	39
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	47
6. KAYNAKLAR	49

TABLULAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1.1. Biber Üretim, Verim ve Hasat Edilen Alanları ile % Üretim Oranları.....	6
Tablo 1.2. Biber üzerinde abiyotik ve biyotik streslerin neden olduğu sonuçm kaybı tahminleri	7
Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan materyaller, meyve şekli, acılık durumları ve <i>P. capsici</i> 'ye dayanıklılık durumları.....	29
Tablo 3.2. Katalaz enzim mekanizması ve enzim Hesaplama formülü	31
Tablo 3.3. Peroksidaz enzim mekanizması ve enzim Hesaplama formülü.....	32
Tablo 4.1. Çalışmada kullanılan genotiplere ait peroksidaz aktiviteleri	40
Tablo 4.2. Çalışmada kullanılan genotiplere ait katalaz aktiviteleri	41
Tablo 4.3. İlk İnokulasyonda Biber hat ve genotiplerin 0-5 Skalasına göre Değerlendirilmesi.....	43

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1. Cayenne Long Slim- <i>Capsicum annuum</i>	1
Şekil 1.2. Aji Blanco Crystal- <i>Capsicum baccatum</i>	2
Şekil 1.3. Habanero Golden- <i>Capsicum chinense</i>	3
Şekil 1.4. Aji Limo- <i>Capsicum frutescens</i>	4
Şekil 1.5. Rocoto- <i>Capsicum pubescens</i>	5
Şekil 1.6. Biberde <i>P. Capsici</i> enfeksiyonunun belirtileri	8
Şekil 1.7. <i>P. capsici</i> 'nin yaşam döngüsü.....	10
Şekil 3.1. Fidelik.....	32
Şekil 3.2. Viyollere Ekim	32
Şekil 3.3. Fidelerin İlk Aşaması	32
Şekil 3.4. Çıkışların Takibi.....	33
Şekil 3.5. Tarlaya dikim	33
Şekil 3.6. İlk İnokulasyon ve Sonuçları.....	34
Şekil 3.7. İkinci İnokulasyon.....	36
Şekil 3.8. Dayanıklı ve Kısmi dayanıklı Genotipler, Melezlemeleri ve Kontrol Grubu	37
Şekil 4.1. Peroksidaz ile <i>P. capsici</i> arasındaki korelasyon.....	45
Şekil 4.2. Katalaz ile <i>P. capsici</i> arasındaki korelasyon	46

KISALTMALAR VE SİMGELERLİSTESİ

<u>Kısaltma</u>	<u>Açıklama</u>
SSR	: Basit Dizi Tekrarlama
ITS	: İç Transkripsiyonlu Ayırıcı
AFLP	: Çoğaltılmış Fragman Uzunluğu Polimorfizmi
RFLP	: Yasak Bölümü Uzunluk Polimorfizmi
AMP	: Anti-Mikrobiyal Peptidler
PGIP	: Poligalakturonaz Önleyici Proteinler
LRR	: Lösün Açısından Zengin Tekrar Proteinleri
PME	: Pektin Metilesteraz
LTP	: Lipid Transfer Proteini
PR	: İlişkili Protein
rpm	: Dakikadaki Devir Sayısı
DNA	: Deoksiribonükleik Asit
UV-VIS	: Ultraviyole ve görünür ışık
EU	: Enzim Ünitesi
ROT	: Reaktif oksijen türleri
GNP	: Genotip
cox II	: Mitokondrial Sitokrom Oksidaz II
sf	: Seyreltme Faktörü
df	: Dilüsyon Faktörü
nm	: Nanometre
mg	: Miligram
dk	: Dakika
m	: Metre
cm	: Santimetre
mL	: Mililitre

ÖZET

YÜKSEK LİSANS

***PHYTOPHTHORA CAPSICI* LEONİAN'A DAYANIKLI YEREL BİBER HATTI GELİŞTİRİLMESİ**

Gülşah SEYİTOĞLU

**Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı**

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Muhemet Zeki KARİPÇİN

2018, 55 Sayfa

Biber üretim alanlarını ve üretim miktarını en olumsuz etkileyen hastalıkların başında *pytophthora capsici* gelmektedir. Uzun yıllardan beri dünyada pek çok araştırmanın yapıldığı bu hastalığa karşı halı hazırda tam olarak etkin bir savaşım yöntemi bulunmamaktadır. Günümüzde, dayanıklı çeşit kullanmaktan başka bir yolun başarı sağlayamadığı bilinmektedir. Çalışmada, gen havuzunda yer alan ve çoğu yerel genotiplerden oluşan biber hat ve genotiplerde (60 genotip) klasik testlemelerle dayanıklılık çalışması yapılmıştır. Klasik testlemelerin ilki fide aşamasında uygulanmıştır. İlk inokulasyonda dayanıklı olarak belirlenen genotiplere ikinci (son) inokulasyon da (meyve tutma aşamasında) gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, *Phytohthora capsici*'e dayanıklı çeşitler de (CM 334 ve Kısmi dayanıklı P1, P2 ve P4) yer almıştır. İlk inokulasyonda dayanıklılık sağlayan genotiplere ikinci bir bulaştırma da yapılmıştır. Bitkisel materyallerde, peroksidaz ve catalaz enzim içerikleri tespit edilmiştir. Peroksidaz içeriği ile dayanıklılık arasında net olarak belirginlik bulunurken, katalaz içeriği istisnalar göstermiştir. İnokulasyona tabi tutulan bitkilerde 0-5 skalası uygulanmıştır. Çalışma sonunda CM 334 tam dayanıklı olarak belirlenirken, P1, 13 (Urfa), 25 (UKST), 38 (Uİ), 48 (UKDT), 57 (ANKSB)) genotipleri de kısmi dayanıklı genotipler olarak saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Biber, *pytophthora capsici*, peroksidaz, katalaz

ABSTRACT

MS THESIS

IMPROVING NATIVE PEPPER LINES FOR RESISTANCE TO *PHYTOPHTHORA CAPSICI* LEONIAN

Gülşah SEYİTOĞLU

The Graduate School of Natural and Applied Science of Siirt University
The Degree of Master of Science
Department of Horticulture

Supervisor : Yrd. Doç. Dr. Muhemet Zeki KARİPÇİN

2018, 55 Pages

Pythophthora capsici is the leading cause of diseases affecting pepper production areas and production volume. There has not been a fully effective method of fighting against this disease, which has been the subject of many researches in the world for many years. Nowadays, it is known that another way of surviving is to use a resistant variety. In the study, endurance studies were performed on the pepper lines and genotypes (60 genotypes) of the most common local genotypes found in the gene pool. Classical tests were first applied in seedling stage. The second (last) inoculation was also carried out (in the stage of fruit retention) with resistant genotypes in the first inoculation durable genotypes. *Pythophthora capsici* resistant varieties (CM 334 and partly durable P1, P2 and P4) were also included in the study. A second inoculation was also made to the genotypes providing resistance in the first inoculation. In plant materials, peroxidase and catalase enzyme contents were determined. Clearly there is clearness between peroxidase content and endurance, whereas catalase content is exceptional. 0-5 scale was applied to the plants subjected to inoculation. At the end of the study, genotypes of P1, 13 (Urfa), 25 (UKST), 38 (Uİ), 48 (UKDT), 57 (ANKSB)) were determined as partially resistant genotypes while CM 334 was determined to be fully resistant.

Keywords: Pepper, *Pythophthora capsici*, peroxidase, catalase

1. GİRİŞ

Biber, Solanaceae familyasındaki *Capsicum* cinsine ait türlerden biridir. *Capsicum* cinsi yirmi beş farklı türe ayrılmaktadır (Baral ve Bosland, 2002). *Capsicum*, Meksika, Güney Peru ve Bolivya kökenlidir. Hemen hemen tüm *Capsicum* türleri, 12 kromozom çifti ile diploiddir (Moscone ve ark., 1996). Bu türlerin beş tanesi kültüre alınmıştır: *Capsicum annuum*, *Capsicum frutescens*, *Capsicum chinense*, *Capsicum baccatum* ve *Capsicum pubescens* (Pickersgill, 1997). Bu türler ekonomik ve beslenme açısından en önemli türleri oluşturmaktadır (Djian-Caporalino ve ark., 2006).

Capsicum annuum dünya çapında en fazla yetiştirilen türdür. Bu tür, küçük beyaz çiçekler üreten, küçük, çalılık, ya da otsu habitüse sahip olup, bir yıllık bir bitkidir. *Capsicum annuum* türünün alt varyeteleri, şekil, boyut ve renk bakımından önemli ölçüde değişkenlik göstermektedir. Bu türde olgunlaşmamış ürünler yeşildir. Olgun ürünlerin rengi sarı ile parlak kırmızı arasında değişiklik göstermektedir. Bu renklere beyaz ve mor dahildir. Ayrıca şekilleri de farklılıklar göstermektedir. Şekiller uzun, dar ve hemen hemen küresel arasında değişebilir (Pickersgill, 1971; Keçeli, 2008).



Şekil 1.1. Cayenne Long Slim - *Capsicum annuum* (<https://www.ethno-botanik.org>)

Capsicum baccatum anlamı 'dut gibi' Aji olarak bilinen Güney Amerika çeşitlerinden oluşmaktadır. Bu tür, genelde diğer türlerden çiçekler üzerindeki sarı veya kahverengi leke ve sarı anterler ile ayırt edilmektedir. Bu türün çoğu, uzun boylu büyüme ve genellikle 5 fit yüksekliğe ulaşmaktadır.



Şekil 1.2. Aji Blanco Crystal - *Capsicum baccatum* (<https://www.ethno-botanik.org>)

Capsicum chinense Amazon Havzası'nda ortaya çıkmasına rağmen yanlış olarak 'Çin'den' anlamı ile kullanılmaktadır. *Capsicum chinense*, günümüzde Karayipler, Orta ve Güney Amerika ve tropik bölgeler arasında yaygın olarak yetiştirilmektedir. Bu tür, Habanero, Scotch Bonnet ve efsanevi Red Savina da dahil olmak üzere dünyanın en sıcak biber çeşitlerinden birçoğunu içermektedir. Tropikal bir tür olan *Capsicum chinense*, yüksek nem alanlarında en iyi sonucu verir. Diğer türlere nispeten daha yavaş yetişen bir tür olup, diğer mevsim türlerinin çoğundan daha uzun yetiştirme süresine sahiptirler. Tohumlarının çimlenmesi daha uzun sürede gerçekleşmektedir (Kurian ve Starks, 2002; Keçeli, 2008).



Şekil 1.3. Habanero Golden - *Capsicum chinense* (<https://www.ethno-botanik.org>)

1848 yılından bu yana dünyaca ünlü sos üretiminde kullanılan *Tabasco* haricinde "çalılık" veya "kaba" anlamına gelen *Capsicum frutescens* türlerine ait olan çok az biber çeşidi vardır. Bu türün en önemli çeşidi ve muhtemelen Brezilya'daki Amazon havzası'nda yetişen *Malagueta*'dır (Stephens, 1994; Lima ve ark., 2017).



Şekil 1.4. Aji Limo - *Capsicum frutescens* (<https://www.ethno-botanik.org>)

“Tüylü” anlamı taşıyan *Capsicum pubescens*, muhtemelen beş kültüre alınmış türün en az rastlanan türüdür ve yabani formu olmayan, tek kültürü yapılan *Capsicum* türüdür. Bununla birlikte, *Cardenasii* 've 'Eximium' yabani türleriyle yakından ilişkili olduğuna inanılmaktadır. Bunlar, siyah tohumları ve tüylü yapraklarıyla tanımlanır (adı *pubescens* tüylü demektir). Bu türün biberlerinin hepsinde, diğer biberlerinkilerden farklı olan lezzet ve sıcaklık veren, kendine özgü bir kapsaisinoid içeriği vardır. Bazı çeşitler habanero'dan bile daha acıdır! Bu türün önemli bir özelliği, diğer biber bitkilerinin üstesinden gelebilecek sıcaklıklardan daha düşük sıcaklıklarda dayanabilme ve hatta gelişme kabiliyetidir. Bu tür normalde boyu 2 fit olmasına rağmen 8 fit boyuna kadar büyüebilmektedir. Dikkat çekilmesi gereken ilginç bir nokta, türlerin diğer kültüre alınmış türlerden 'izole edilmiş' olması ve bu türlerin kendileriyle tozlaşmamalarıdır. Çeşitleri arasında Peru 'Rocoto' ve Meksika 'Manzano' sayılabilir. Muhtemelen beş kültüre alınmış türün en zor büyümeye sahip türüdür (Meckelmann ve ark., 2015).



Şekil 1.5. Rocoto-*Capsicum pubescens* (perudelights.com/rocoto/andean/chili/pepper)

Biberlerin çekici kırmızı rengi, olgunlaşma sırasında sentezlenen çeşitli karotenoid pigmentlerden kaynaklanmaktadır. Bu karotenoidler arasında kapsanifin, kapsorubin ve kripto-kapsin bulunmaktadır (Deepa ve ark., 2007). Kırmızı biberlerin keskin tadı, kapsaisin en yaygın olan yedi ilgili alkaloid karışımından kaynaklanmaktadır (Hoffman ve ark., 1983). Kapsaisinoidler esas olarak (tohum yumurtalık duvarına yapışık halde) tohum ve plasental bölgede bulunurlar (Dong, 2000). Tatlı biberlerde kapsaisin içeriği ihmal edilebilir, ancak kırmızı biber veya jalapeno biberlerinde yüksek konsantrasyonlarda bulunan kapsaisin içeriğine sahip biberleri kullanmak veya kesmek ciltte tahrişe neden olabilir. Kapsaisin o kadar etkilidir ki milyonda bir parça gibi düşük konsantrasyonlarda bile tadılabilir. 1912'de Wilbur Scoville tarafından çeşitli kırmızı biberlerin acılığını saptamak için bir yöntem geliştirilmiştir (Dong, 2000).

Türkiye'de biber üretimi sürekli bir artış göstermektedir. Üretimde yıllık artış oranı her yıl yaklaşık % 4-10'dur. Sonuç olarak, biber üretimi 1980 yılında 220.000 tondan 1990 yılında 580.000 tona, 2000 yılında 1.090.000 tona, 2010 yılında 1.986.700 tona ve 2016 yılında ise 2.342.931 tona yükselmiştir. Toplam biber üretiminin % 28'i

Akdeniz Bölgesi kıyılarında yetiştirilmektedir. Bunu Ege, Marmara ve Karadeniz Bölgeleri izlemektedir. Karadeniz Bölgesi'nde biber üreten ilimiz olan Samsun'da biber üretiminin yaklaşık olarak % 11'i yetiştirilmektedir (Hekimoğlu ve Altındağır 2007). Dünyada biber üretim alanı 1938788 hektar olup, bunun yaklaşık % 4,6'ı Türkiye'de (89032 hektar) bulunmaktadır. Dünya biber üretimi ise 34 497 462 ton olup, bu miktarın yaklaşık % 7.1'i Türkiye'den sağlanmaktadır. Dünyada biber üretimi yapan önemli ülkeler sırasıyla; Çin (17435376 ton), Meksika (3737028 ton), Türkiye (2457822 ton), Endonezya (1961598 ton) ve İspanya (1082690 ton) yer almaktadır. Türkiye biber üretimi bakımından Çin ve Meksika'dan sonra üçüncü sırada yer almaktadır (Tablo 1.1).

Tablo 1.1. Biber Üretim, Verim ve Hasat Edilen Alanları ile % Üretim Oranları (FAO, 2016)

	Alan (ha)	Verim (ton/da)	Üretim (ton)	%
Çin	750893	2,322	17.435.376	50,5
Meksika	170135	1,609	3.737.028	10,8
Türkiye	89032	2,761	2.457.822	7,1
Endonezya	260222	0,754	1.961.598	5,7
İspanya	17823	6,075	1.082.690	3,1
Dünya	1938788	1,780	34.497.462	100

Ayrıca biber ülkemiz mutfağının önemli bir parçasıdır ve yıl boyunca taze veya işlenmiş olarak tüketilebilir. Bu biberler salataların yanı sıra pişmiş yemeklerin bir parçası olarak turşu, ızgara ve içi doldurulmuş olarak tüketilir. Geriye kalan % 10 işlenir. Biberlerin en önemli işleme şekilleri macun ve kurutulmuş biberdir. Biber, genellikle Doğu Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde ezilmiş kırmızıbiber halinde ve Marmara ve Ege Bölgelerinde ise macun olarak kullanılmaktadır (Keçeli, 2008).

Dünya biber üretimindeki dalgalanmaların nedenleri arasında birçok etmen bulunmaktadır. Bu etmenlerin en önemlisi ekonomi ve çeşitli hastalıkların üretim alanlarını daraltmasıdır. Biber üretimi, kuraklık, tuzluluk, sel ve toprak asitliği gibi abiyotik faktörler ile zararlılar ve hastalıklar gibi biyotik faktörler tarafından sınırlandırılmıştır. Abiyotik stresler, bitki büyümesini ve üretimini doğrudan engelleyebilir. Ayrıca düzensiz olgunlaşma, çatlama, çiçeklenme çürüğü ve malformasyon gibi bazı fizyolojik meyve bozukluklarına neden olabilir. Bununla birlikte, biyotik faktörlerden kaynaklanan kısıtlamalar daha da şiddetlidir (Tablo 1.2).

Birçok yerde, özellikle iklimin birçok zararlı ve hastalık için uygun olduğu tropik ve alt-tropikal ülkelerde biyotik stres biber üretimini azaltıcı baskın faktördür.

Tablo 1.2. Biber üzerinde abiyotik ve biyotik streslerin neden olduğu verim kaybı tahminleri (Maharijaya, 2013).

		Faktörler	Tahmini Verim Kaybı (%)
Abiyotik Stres		Kuraklık	35-40
		Tuzluluk	14-38
		Asit Toprakları	21-30
		Sel	45
Biyotik Stres		Yaprak Bitleri	56-65
	Böcekler	Kırpık Kanatlılar	23-74
		Akarlar	100
	Mantarlar	<i>Colletotrichum spp.</i>	19-63
		<i>Phytophthora capsici</i>	70-100
	Bakteriler	<i>Xanthomonas campestris</i>	23-44
	Nematodlar	<i>Meloidogyne spp.</i>	52
	Virüsler		15-100
Yabancı Otlar		18-45	

Phytophthora capsici Leonian (*P. capsici*), dünya çapında en önemli sebze patojenlerinden biridir ve bu Fernandez-Pavia ve arkadaşları tarafından ortaya atılmıştır (Pavia ve ark., 2004). *Phytophthora capsici* çeşitli sebzelerde kök, meyve ve yaprak dokularında zararlara neden olan toprak kaynaklı bir bitki patojenidir. Bu patojen tarafından enfekte olan bitkiler, yağmur altında 2-3 hafta içinde ölürlere ve komşu bitkiler bir veya iki ay içinde enfekte olurlar (Manohara ve Rizal, 2002). *Phytophthora* sporları biber gövdesinin ve köklerinin, özellikle de kök boğazının çürümmesine neden olmaktadır (Şekil 1.6). kök boğazının çürümesiyle lif ve ksilemin parçalanması sonucunda su ve besin maddesinin köklerden bitkinin arter bölgelerine taşınması önlenmektedir (Ravindran ve ark., 2000). Bitki yaprağının aniden solması ve düşmesi gibi belirtiler ile birlikte bitki ölmektedir. Hastalığın ilk belirtileri çok zordur ve genellikle üreticiler ve bakıcılar tarafından saptanmaz. Biber bitkisinin üst kısmında yer alan yaprağın sararması, solması ve düşmesi hastalığın en önemli ve belirgin işaretidir (Ton ve ark., 2005). Bu belirtiler görüldüğünde, enfeksiyon zaten kökte çürümeye neden olmuş ve yeraltı kökü kahverengimsi-siyah bir lezyon gösteren ileri aşamaya varmıştır. *P. capsici*, biber üreten ülkelerde biber verimlerinde belirgin bir düşüşe neden olmakta ve onun kontrol edilmesi de oldukça zordur. Örneğin, Endonezya'daki biber

üretiminde kök boğazı çürüklüğünden dolayı bazı bahçelerde verim düşüşü % 30-40'a, diğerlerinde ise % 100 oranında tahribata neden olabilmektedir (Nam, 2012). Malezya'da, biber üretim alanlarının % 95'inden fazlası benzer şekilde *P. capsici*'ye enfekte olduğundan, verimlilik % 5-10'u oranında azalmıştır (Kueh 1990). Hindistan'da verim kaybı ise % 30 civarında olmuştur (Anandaraj, 2000). Türkiye'de ise ilk defa 1970 yılında Kahramanmaraş çevresinde saptanan hastalık, hızla ülkenin diğer bölgelerine yayılmıştır (Cinar ve Bicici, 1977).



Şekil 1.6. Biberde *Phytophthora capsici* enfeksiyonunun belirtileri: (A) Solgun biber sarmaşığı, kök boğazı çürüğü ile sonuçlanır; (B) kök boğazı enfeksiyonu; (C) yaprak enfeksiyonu.

P. capsici ile ilgili biyolojik bilgilerin az olmasından dolayı mücadele başarısızlığa neden olmaktadır. Bilim adamlarının çoğuna göre, patojenin iki üreme tipi A1 ve A2'dir (Ton, 2005; Hausbeck ve Lamour, 2004; Ristaino ve Johnston, 1999). Dahası, bireysel çalışmalar ve farklı yerlerde *P. capsici* izolatlarının farklı sayıda var olduğu için *P. capsici* izolatlarının sayısı tam olarak bilinmemektedir. Örneğin, Vietnam'da, yapılan bir çalışmada *Piper nigrum*'dan genetik olarak 118 adet izole edilmiş *P. capsici* bulunmuşken Hindistan'da bu sayı 113 olarak tespit edilmiştir (Truong ve ark., 2010; Anandaraj, 2000). Buna karşılık, altı kıtadaki 21 ülkeden 255 izolant araştırılmış, çoğunun genetik yapısının $n = 10$ olduğu saptanmıştır (Quesada-Ocampo ve ark., 2011).

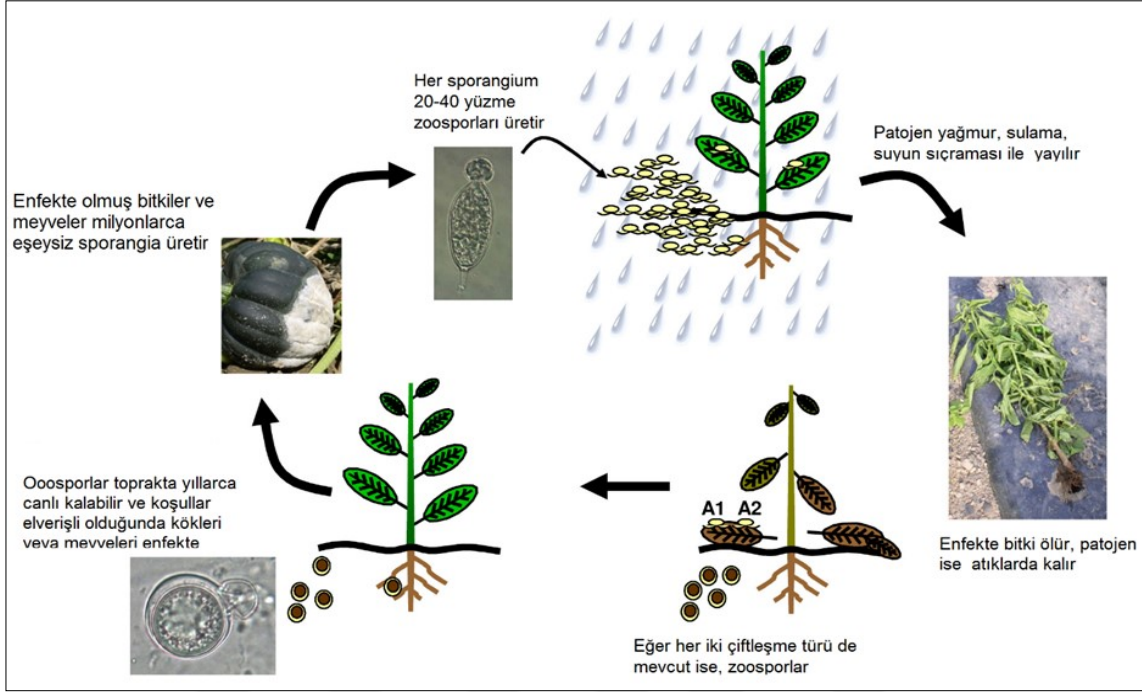
P. capsici patojenin üreme sistemi, bilim insanları ve üreticiler için zorluklara neden olmaktadır. *P. capsici*, hem eşeyli hem de eşeysiz olarak çeşitli şekillerde

üremektedir. Bu arada, misel sporangium, zoospore ve klamidospore dahil olmak üzere üç eşeysiz spor üretmektedir. Zoosporlar, enfeksiyonun başlıca başlangıç yerlerini oluşturmaktadırlar (O'Gara ve ark., 2005). Sırasıyla antheridium ve oogonium diye adlandırılan, erkek ve dişi gametangium üreten her bir oospore, patojen aşı maddesi olarak görev yapmaktadır (Şekil 15). Ayrıca, bitki yüzeyinde veya doymuş topraktaki serbest nemin yeterli olması durumunda, spor kesesi hareketli ve iki kutuplu zoosporlarını serbest bırakmaktadır. Her sporangium serbest su koşullarında 20 ila 40 hareketli zoospor oluşturmaktadır (Mchau ve Coffey, 1995). Ayrıca, spor kesesi ve zoosporlar ikincil inokuladır ve büyüme mevsimi boyunca art arda çoğaltılabilirler ve bu da hastalığın hızla bir biçimde artmasına neden olmaktadır.

P. capsici'nin yayılımı açısından zoosporların taşınmasının birçok yolu vardır. Patojenin ana kaynağı kirlili topraklarda (0-30 cm) bulunmaktadır. klamidospore ve kalınlaşmış miselyum, topraktaki *P. capsici*'nin başlıca yaşam şeklini oluşturmaktadır (Anandaraj, 2000). Oosporlar doğrudan üreyebilir ve bitkilere zarar verebilir. Buna karşın, Sporangia, sporangiophoreden üreyebilir ve tarlalarda insanlar, rüzgâr, yağmur ve sulama suyu ile yayılabilir. Bunlar, canlı koşullar yardımıyla hem kökleri hem de bitkinin arter bölümlerini enfekte edebilecek ve hareket ettirebilecekleri ajanlardır.

P. capsici'nin başarılı bir şekilde yayılması ve bulaşmasının anahtarı, çok sayıdaki eşeysiz sporların su ve toprak yoluyla hareket etmesidir. Zoosporların iki farklı morfolojik flagellaya sahip olduğu saptanmıştır. Bitkilerden bitkilere, toprakta ve yüzey sularla uzaktaki diğer biber bahçelerine de bulaşabilirler (Ristaino ve Gumpertz, 2000; Wei ve ark., 2013). Bu durum Café-Filho ve Duniway (1995) tarafından araştırmalarında, inokülasyonun, alyuvarların çizgi sulamayla olan noktasal kaynaklarından 70 m kadar uzağına taşındığı tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra, bir plantasyonda sağlıklı bir bitkiye, komşu bitkiler ve yaprakların alt kısımlarından üst kısımlarına salgın enfeksiyonu, hem yağmur hem de rüzgârın getirdiği su damlacıkları aracılığıyla da yayıldığı saptanmıştır (Ramachandran ve ark., 1988). Böcekler, salyangozlar, yabancı domuzlar (Alvarez ve ark., 2009), canlı bitkiler, organik madde, topraklar ve sulama suyu ile taşınan sporlar ile ilgili olarak birçok çalışma rapor edilmiştir (Scott ve ark., 2013). Hem klamidosporeler hem de topraklarda 6 yıldan fazla yaşayan oosporlar için en ideal koşullar; sıcaklığın 20-28°C, nemin ise % 80 ve üstü olduğu zamanlardır. Ölü bitki materyalinde ise bu zaman 2-3 yağışlı mevsimdir

(Nambiar ve Sarma, 1982). Daha da önemlisi, inokulum konukçu bitkiler olmaksızın 19 ay boyunca toprakta canlı kalabilmektedirler (Kueh, 1990).



Şekil 1.7. *P. capsici*'nin yaşam döngüsü (<http://phytophthora.pppmb.cals.cornell.edu>)

Beslenme ve ekonomideki önemi yüksek olan biber sebzesinde çalışmak, tarım alanlarını ve üretici ekonomisini derinden sarsan bir hastalık olan kök boğazı çürüklük hastalığına dayanıklı bireyler elde etmek, bu çalışmanın ana gayesidir. Çalışma sonunda ümitvar olarak belirlenen bireylerle dayanıklı bireyler arasında melezleme programı geliştirilebilir. Ayrıca mevcut bireylerde kendileme yapılarak rejenerasyon gerçekleştirilmiştir. Yapılan melezlemelerden elde edilen yeni bireylerin materyal olarak kullanılacağı yeni proje (doktora) gerçekleştirilecektir. Kullanılan materyallerin kök boğazı hastalığına farklı tepkiler verdiği, farklı tepkilerin nedeni enzimler (cat ve peroxidaz) açısından da araştırılmıştır. Sözkonusu hastalığa kısmi veya tam dayanıklı bireylerle hassas bireyler arasındaki enzim aktivites arasında fark olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır.

Bitkilerde patojenlerin neden olduğu hastalığa karşı savunma mekanizmalarında bitki enzimleri görev almaktadır. Bitki enzimleri arasında hücrenin yapısını kuvvetlendiren ve korumada engellerin oluşumuna katkı sağlayan lignin ve diğer oksidatif fenollerin oluşumunu katalizleyen peroksidaz gibi antioksidanlar

bulunmaktadır. Biber, domates ve buğday gibi bitkiler ile yapılan çalışmalarda patojenlere karşı korumada enzimlerle bir bağlantı tespit edilmiştir (Mohammadi ve Kazemi, 2002).

Katalaz (CAT) enzimi omurgalılar, omurgasızlar, bitkiler, funguslar ve aerobik organizmaların tümünde bulunmaktadır (Bergmeyer ve Grassl, 1982). Ayrıca, katalaz, tüm yaşayan organizmalarda bulunan hidrojen peroksit (H_2O_2)'i su ve oksijene dönüştürmektedir. Katalaz enzimi, tüm enzimler içinde en yüksek dönüşüm oranına sahiptir (Koç ve Üstüm, 2016). Stresli bitki hücrelerinde yüksek konsantrasyonlarda oluşan H_2O_2 ve yüksek ışık yoğunluğuyla inhibe edilmektedir (Fridovich, 1986). Peroksidaz (POX), elverişli olmayan dış şartlarda oluşturulan zararlı oksijen radikallerinin düzeyini ayarlayan ve süperoksit dismutaz ile katalaz (CAT)'ı da kapsayan bitki hücresindeki enzim kompleksinin bir parçasıdır. Peroksidaz enzimi pek çok defa izole edilerek karakterize edilmiş ve enzimin aminoasit dizilişi ortaya çıkarılmıştır (Koç, 2010).

Yani katalaz ve peroksidaz enzimleri ROS (hücrede reaktif oksijen türleri)'in toksinlerinden arınmasında görev almaktadırlar. H_2O_2 'i parçalarlar ve hücrelerde yer alan H_2O_2 'nin konsantrasyon düzenlenmesini sağlamaktadırlar. Patojenin nedeniyle oluşan H_2O_2 'in pek çok etkisi yer almaktadır. Birincisi patojenin penetrasyonu engellenmekte ve peroksidazın aktivitesini uyarmaktadır. İkincisi hem patojen üzerinde stres oluşturmakta hem de konukçuda oksidatif stres meydana getirmektedir. Üçüncüsü ise bir sinyal olarak görev yaptığından sistemik direncin oluşumunu sağlamaktadır. Katalaz enzimi ve farklı türdeki peroksidaz enzimleri H_2O_2 'in parçalanmasını katalizlemektedirler (Chang ve ark., 1984). Katalaz enzimi kloroplastlarda yer almadığından bu organeldeki H_2O_2 'nin parçalanması spesifik peroksidazlarla olmaktadır (Asada, 1992).



2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Hastalık ve zararlıların yayılmasının kontrolünde 3 strateji benimsenmektedir. Bunlar kimyasal uygulamalar, kültürel uygulamalar (budama, sulama, gübreleme vb.) ve dayanıklı çeşit kullanımıdır. Kimyasal uygulamaların bazı hastalık ve zararlıların yayılmasını bir miktar önlemesine rağmen; çiftçiler için risk oluşturması, girdi maliyetlerini artırması ve kalıntı problemleri bakımından kullanılması kısıtlanmaktadır. Kimyasal ve kültürel uygulamalarla hastalık ve zararlı kontrolü bazı zamanlarda tam anlamıyla mümkün olmamaktadır. En etkin mücadele yöntemi olarak dayanıklı çeşit kullanımı karşımıza çıkmaktadır. Dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi sadece biberde verim kaybını önlemekle kalmayacak aynı zamanda çevreye zarar veren kimyasalların kullanımı da azalacaktır.

Gomez-Rodríguez ve ark. (2017), tarafından biber (*Capsicum annuum* L.) hatlarının *Phytophthora capsici* ve kök-düğüm nematodlarına ayrımcı tepki çalışmasında Oomycete *P. capsici* biberde bulunan en önemli patojenler arasında yer almaktadır. Onunla mücadele için arzu edilen, sürdürülebilir ve çevreyle uyumlu yol, genetik dirençle sağlanmaktadır. *P. capsici* izolatu 6143'e dirençli Huacle ve Serrano biber hatları tespit edilmiştir; bununla birlikte, bu hatların direncinin daha fazla izolata karşı etkili olup olmadığının belirlenmesi ve kök-yumru nematodları gibi diğer önemli patojenlere olan direncinin değerlendirilmesi gerekli olduğu belirlenmiştir. Huacle ve Serrano biber hatlarının farklı *P. capsici* izolatlarına ve kök-yumru nematodlarına (*M. incognita* ve *N. aberrans*) karşı direncinin değerlendirilmesi bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır. On *P. capsici* izolantı biber yetiştirilen farklı bölgelerden izole edilmiştir. Biri *M. incognita*'dan diğeri ise *N. aberrans*'den bağımsız olarak aşılınmış iki nematod popülasyonunu da kullanılmıştır. Serrano biberi, 41-1, 41-2, 42-6 ve 55-2 hatları ile tüm *P. capsici* izolatlarına direnç yanıtı ile öne çıkarken Huacle biberi 33-3, 35-3 ve 34 3 hatları ile sadece izolata karşı duyarlılık gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca, 34-3, 35-5 ve 42-2 hatları haricinde, diğer tüm hatlar *M. incognita*'ya direnç gösterdiği kaydedilmiştir. Serrano biber hatlarından 41-1,41-2 ve 42-2 ve Huacle biber hatlarından 35-3 ve 35-5 *N. aberrans*'a karşı dirençli iken, Daha önce Huacle ve Serrano biberlerinde tespit edilen direnç, farklı *P. capsici* izolatları ve kök-yumru nematodları için etkili olduğu tespit edilmiştir.

Üstün ve ark. (2000), PM 217, PM 702 ve 11B 14 biber çeşitlerinde kallus süspansiyon kültürlerine *Alternaria alternata* fungal elisitörü ile selülaz uygulamış ve kapsidiol birikimi saptamışlar. Biber hipokotillerinden elde edilen kallus süspansiyon kültürlerine, otoklavlanmış *A.alternata* hif süspansiyonundan 100, 200, 300, 400 ve 500 ppm glikoz eşdeğeri olacak şekilde uygulamışlar, selülazu ise kültür ortamında 3, 6, 12, 30 ve 45 µg/ml olacak şekilde ilave etmişlerdir. Kapsidiol birikimi üzerine “çeşit x uyarıcı dozu x uyarı süresi” interaksiyonun önemli derecede etki olduğunu belirtmişlerdir. *A.alternata* uyarıcısı kullanıldığında *P.capsici*'ye duyarlı biber çeşidinde az, dayanıklı iki biber çeşidinde daha fazla kapsidiol birikimi olduğu tespit edilmiştir. Uyarıcı olarak selülaz kullanıldığında ise böyle bir ilişkiyi kurmanın mümkün olmadığını, duyarlı çeşit 11B 14'e ait kültürlerde oluşan kapsidiol miktarının, PM 217 ve PM 702'den daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Nguyen (2015), Vietnam'da karabiber (*Piper nigrum*)'de *Phytophthora capsici*'nin bulaşması ve yayılması konulu çalışmayı gerçekleştirmişlerdir. Çalışmalarında kullandıkları karabiberin ülkelerinde önemli ihracat kalemlerinden olmasından dolayı ülke ekonomisini olumlu veya olumsuz etkilediklerini belirtmişlerdir. En büyük ihracatçı olarak Vietnam'ın biber hammadde toplamı dünya ihracatçılarının % 58'ini oluşturduğunu, bununla birlikte, Vietnam biber üretiminin özellikle *Phytophthora capsici* (kökboğazı hastalığı) kaynaklı ve hızlı ölüm ile sonuçlanan biber hastalıklarıyla meşgul olduklarını saptamışlardır. Hastalık enfeksiyonu ülkelerinde ciddi ve hızlı yayılma gösterdiğini ve toplam biber alanının yaklaşık % 2'sinde daralmalara neden olduğunu vurgulamışlardır. Hastalığın mücadelesi, özellikle son zamanlarda bilim adamlarını (araştırmacıları) ve üreticileri çok uğraştırdığını belirlemişlerdir. Bu nedenle, *Phytophthora capsici* ve nedenlerinin incelenmesi, mücadelede önemli bir rol oynadığını, bu çalışmalarında, *Phytophthora capsici*'nin ciddi enfeksiyon ve salgınına neden olan üç ana nedenlerini belirlemeye çalışmışlardır. Bunların; biyolojik özellikler, iklim koşulları ve yetiştiricilik olduğu sonucuna varmışlardır. Sözkonusu hastalığı kontrol etmek için, erken teşhisin hayati önem arz ettiğini ve bunun en iyi yöntem olduğunu tespit eden araştırmacılar, *Phytophthora capsici*'ye dayanıklı veya toleranslı yeni çeşitlerin elde edilmesinin tüm dünya genelindeki biber üretimi açısından çok önem taşıdığı saptamışlardır.

Thabuis ve ark. (2004), biberde etkili olan *Phytophthora capsici*'ye karşı dayanıklı olduğu söylenen kaynakların başında 'Criollode Morelos 334' (CM334) olduğunu söylemişlerdir. Meksika kökenli olan gen kaynağı bell (çan) biber tipi olup, dayanımı kompleks bir kalıtım göstermiştir. *P.capsici*'ye dayanıklılığı kapsayan QTL önceleri haritalanmıştır. Dayanıklılık geninin CM334'den kültür çeşidine aktarımı için güncelleştirilmiş melezleme programı başlatılmış ve melezleme popülasyonları belirgin fenotipik testlerle taranarak 3 alt popülasyon grubuna ayrılmıştır. İlk alt gruptaki bitkiler düşük şiddette test edilerek taranmış ve hassas çan biberi ile geriye melezlenmiştir. İkinci ve üçüncü alt gruplardaki bitkiler daha sıkı dayanıklılık testleri ile taranarak ilk ve ikinci alt gruplardaki bitkilerle sırasıyla melezlenmiştir. Bu çalışmada, 5 tarama programı boyunca 3 alt grup için analizler yapılmıştır. Paralel olarak, dayanıklılık QTLs'e ilişkilendirilmiş moleküler markörlerdeki allelic sıklıklarındaki değişim saptanmıştır. Dayanıklılık fenotipi ve allelic sıklığı alt grup popülasyonuna ve tarama şiddetine sıkı bir şekilde bağlı olduğu belirtilmiştir. İlgili allelic sıklığı seleksiyon döngüsünce değişmektedir. Dayanıklılık QTL allellerinin yokluğu ilk alt popülasyon grubunda gözlenmiştir. İkinci ve üçüncü alt gruplarda ise dayanıklılık geninin aktarıldığı belirlenmiştir. Tüm alt gruplarda fenotipik verilerde aynı durum gözlemlenmiştir. Lokusta allelic sıklığındaki değişim ile dayanıklılık QTLs arasında bağlantı kurulamamıştır (Thabuis ve ark. (2004),

Akgül ve Mirik (2008), *Bacillus megaterium* türleri tarafından biber bitkiler üzerinde *Phytophthora capsici* biyokontrolü çalışmasını yapmışlardır. *Phytophthora capsici* Leoniandan kaynaklanan *Phytophthora* küfü veya biber yaprak küfü, Türkiye'nin doğu Akdeniz bölgesinde biber için en önemli hastalıklardan biri olduğunu belirtmişlerdir. Hastalığın şiddetini, fosfat çözücü bakterilerin kullanılarak azaltılması ihtimali, büyüme yerleri ve saha deneylerinde araştırılmıştır. *Bacillus megaterium*'un tek başına veya kombinasyon halinde kullanıldığı zaman üç fosfat-çözünürleştirici ile ön-aşılama işleminden sonra patojen ile inokule edilen biber bitkilerinin büyüme parametreleri ve hastalık şiddeti açısından izlenmiştir. Seçilen türlerle aşılama, alan deneylerinde hastalık şiddetini önemli ölçüde azalttığını ve iki türde müdahale edilmemiş kontrollere kıyasla verimin % 36,2 ile % 47,7 oranında artış gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Quirin ve ark. (2005), *Phytophthora capsici*, *Capsicum* da dahil olmak üzere birçok ürün türü üzerinde yıkıcı bir hastalığa neden olduğunu ve *Capsicum annuum*'daki direncin genetik ve fizyolojik olarak karmaşık olduğunu saptamışlardır. *C. annuum* ve *C. chinense* genotiplerini kapsayan ve sırasıyla patojene karşı oldukça dirençli, duyarlı ve orta dereceli veya toleranslı yanıtlar gösteren bir *Capsicum* germplasm paneli, bir dizi rastgele yükseltilmiş polimorfik dizi primer ile taranmış ve hangi genomik bölgelerin en üst düzey dirence katkıda bulunduğu belirlemiştir. Bir primer OpD04, en yüksek direnç düzeyini gösteren *C. annuum* ve *C. chinense* genotiplerinde tek bir band çoğaltılmış, büyütülmüş ürün klonlanmış, dizilmiş ve daha sonra bir referans haritalama popülasyonunda ve *P. capsici*'ye direnç için ayrılan taranmış bir popülasyonda eşleştirilen büyütülmüş bölge markörünü karakterize eden bir dizi üretmek için daha uzun primerler tasarlamak için kullanılmıştır. Bu primerlerin, daha önce *P. capsici* direncine katkıda bulunduğu bildirilen altı QTL'den biri olan *Phyto.5.2*'ye sıkıca bağlanan biber kromozomu 5 üzerinde bir lokus tanımladığı gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar, *Phyto.5.2* QTL'nin oldukça dirençli germplazmda yaygın olarak dağıtılabileceğini ve bu QTL için daha iyi bir çözünürlük sağladığını tespit etmişlerdir. Bu çalışma aynı zamanda, *P. capsici*'ye karşı oldukça dirençli olabilecek genotiplerin hızlı bir şekilde seçilmesine imkân tanıyan ve bu sistem için ilk ıslah araçlarını tanımlamıştır.

Ogundiwin ve ark. (2005), tarafından yapılan bir çalışma ile biberin ilk bağlantılı haritası yapılandırılmış ve *P. capsici*'ye dayanıklılığın doğrulandığı QTL'in tanımlanmasında kullanılmıştır. Bir tanesi New Mexico'dan, 3 tanesi Kaliforniya'dan ve 3 tanesi Tayvan'dan olmak üzere toplam 7 izolant ile inokulasyon gerçekleştirilmiştir. İlk haritalama, PSP-11 (hassas) x PI201234 (dayanıklı) melezlemesinin rekombinant (recombined inbred lines RILs) hatlarından yapılmıştır. İkinci haritalama, Joe E. Parker (hassas) x 'Criollo de Morelos 334'(dayanıklı) melezlemenin F2 hatlarından oluşturulmuştur. RIL haritası biber genomunun 1466.1 cM'e kadar kaplanmıştır ve RIL haritası, 17 bağlantı grupları arasında dağılmış 144 markörü içermektedir. Bu popülasyonlar üzerindeki morfolojik markör haritası, meyve şekline ve meyve sıklık bölümlerine göre oluşturulmuştur. F2 haritası, biber genomunun 1089 cM mesafesine yayılmış 16 bağlantılı gruplarda dağılmış 113 markörü (51 AFLPs, 45 RAPDs, 14 SSRs ve 3 SCARs) içermektedir. 3 Tayvan izolantı kullanılarak hem kök

çürüklüğü hem de yaprak yanıklığına dayanıklılık RIL popülasyonları arasında değerlendirilmiştir. Diğer geri kalan izolanlar sadece kök çürüklüğü için kullanılmıştır. Tek QTL veya dayanıklılık QTLs sıklığı kapsayan RIL haritalamasının 16 kromozom bölgesi kök çürüklüğüne ve yaprak yanıklığına dayanıklı olduğunu saptanmıştır. Ayrıca, *P. capsici*'ye dayanıklılığı da kapsayan kompleks bir set açığa çıkmıştır. F2 haritasında kök çürüklüğüne dayanıklılığa etkili olan 5 QTLs belirlenmiştir.

Minamiyama ve ark. (2007), *Phytophthora capsici*'ye hassas (Manganji) ve dayanıklı ('Criollo de Morelos 334') hatlar arasındaki yaptıkları melezleme sonucu oluşan F1 hibritin anter kültürü ile elde ettikleri bir double haploid (n=96) popülasyonunu kök boğazı çürüklüğüne karşı geliştirmişlerdir. QTL analizi gerçekleştirmek için, toplam uzunluğu 878 cM olan yüksek yoğunluklu SSR oluşturulmuştur. Daha önceden geliştirilmiş 626 SSR markörleri kullanılarak 16 bağlantılı grup (LGs) ve 118 SSR markörler yerleştirilmiştir. Dayanıklılık, iki kök inokulasyonu ile değerlendirilmiştir. *P. capsici*'ye dayanıklılık için aralık haritalaması, iki kez tekrarlanmış testte önemli ve müşterek QTL, ilk testte, özel ve daha az önemli bir QTL belirlenmiştir. Önemli QTL ayrıca SSR markör (CAMS420) ile desteklenmiştir. Bunlara ilave olarak 7 SSR markörü, bu QTL'in ucundan 21 cM uzunluk arasında yerleştirilmiştir. Zıt olarak, LG3'deki QTL'in ilk testte az etki ettiği ve bu QTL'in 10 cM mesafe içinde 8 SSR markörü tarafından kuşatıldığını belirtmişlerdir.

Da Costa Ribeiro ve Bosland (2012), *Phytophthora capsici*'nin neden olduğu *Phytophthora* fungusunun, dünya genelinde *Capsicum* biberini etkileyen en yıkıcı hastalıklardan biri olduğunu belirtmişlerdir.. Direnç kaynaklarının farklılığı, patotipler veya *P. capsici* izolatlarının yarışmalı durumu ve hastalığı tarama tekniklerinden kaynaklanabilecek dirençli çeşitlerin elde edilmesi girişimleri başarısız olmuştur. Brezilya'da yer alan Embrapa biberindeki *P. capsici* direncini saptamak için kullanılan tarama yöntemi, New Mexico State Üniversitesinde kullanılan tarama yöntemiyle karşılaştırılmıştır. Bir dizi *P. capsici* izolatu ile her iki tarama yöntemi kullanıldığında benzer ve tutarlı sonuçlar elde edilmiştir. Tarama yöntemlerinden elde edilen sonuçlara göre dirençli ve duyarlı bireyler başarıyla ayırt edilebileceğini saptamışlardır. Buna ek olarak, Brezilya'dan 20 tane *P. capsici* izolatu ile 26 tane yeni Mexico rekombinant yakın biber hatlarının (*Capsicum annuum*) alt kümesi kullanılarak virülans için karakterize edilmiştir. Brezilya'da yer alan *P. Capsici* popülasyonunda kök çürüklüğü

hastalığı için sekiz yeni fizyolojik tür tespit edilmiştir. Toplam dokuz izolatin sadece kontrol olarak duyarlı 'Camelot' patojeni kullanılmıştır. Brezilya'da meydana gelen *P. capsici*'nin fizyolojik türlerinin tanımlama yeteneği türlere özgü direnç hakkında daha iyi bir anlayışa izin verdiğini ve dayanıklı çeşitlerin üretiminde iyileştirilmiş yaklaşımlara yol açtığını belirlemişlerdir.

McGregor ve ark. (2011), biberin (*Capsicum annuum* L.) *Phytophthora*'a (*Phytophthora capsici* Leonian) karşı yüksek düzeyde direnç geliştirilmesi birçok biber üretim programının hedefi olduğunu belirtmişlerdir. Genetik çeşitlilik ve bitki özellikleri daha önce *Phytophthora* kök çürüklüğü direncinin yüksek seviyelere sahip olarak tanımlanan 21 biber üzerinde değerlendirmişlerdir. Bitki materyallerinde, bitki boyu, meyvenin büyüklüğü ve şekli, tohum zarı kalınlığı ve sertlik ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Verimlilik açısından çok fazla çeşitlilik gösteren çalışma materyallerindeki genetik çeşitlilik, 22 basit dizi tekrarlı (SSR) lokus kullanılarak tahmin edilmiştir. Daha önce açıklanan direnç kaynakları ile yakından ilişkili olmayan *Phytophthora*'a dirençli biberler tespit edilmiştir. Bu bilgi biber üreticileri ve araştırmacılar için *P. capsici* ile yeni mücadele kaynaklarını üretme programlarına daha fazla tanımlayarak bunları programa dahil etmelerini sağlayacağını belirtmişlerdir.

Petry ve ark. (2016), Solanaceae ailesinin üyelerini toprak kaynaklı patojen *Phytophthora capsici*'nin konukçuları olarak rapor etmişlerdir. Domates ve ilgili yabancı türler arasında *Phytophthora capsici* direnç kaynaklarının az sayıda olduğunu belirten araştırmacılar, kontrollü sera koşullarında yürütülen biyolojik çalışmalarda bir *P. capsici* izolat dizisine karşı bitki gen kaynağı koleksiyonunu değerlendirmişlerdir. Başlangıçta 35 günlük bitkiler, enfekte olmuş biber bitkilerinden elde edilen bir *P. capsici* izolatı kullanılarak 3 mL spor süspansiyonu (2×10^4 zoospor / mL) ile yaka bölgesine aşılanmıştır. Hastalık etkisi (ölü bitkiler/toplam bitkiler) aşılardan 14 gün sonra değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler sonrasında kullanılan bitkiler tanımlanarak beş tepki (dayanıklı, dirençli, orta derecede duyarlı, duyarlı ve oldukça duyarlı) grubuna ayrılmıştır. Çalışmada kullanılan *Solanum (Lycopersicon)* bitki gen kaynağındaki *P. capsici*'ye verilen yanıt, konukçu türüne özgü bağımlı bir reaksiyon göstermiştir. Duyarlılık *S. peruvianum* kullanılan bitkilerde daha sık görülürken, kültür domatesleri (*S. Lycopersicon*) çeşitleri arasında daha yüksek direnç seviyeleri göstermiş olduğu tespit edilmiştir. Daha sonra yapılan iki biyolojik çalışmada, ilk deneyde en yüksek

direnç seviyeleri ile tespit edilen on bitkinin bir alt grubu, beş *P. capsici* izolatına tepki olarak değerlendirilmiştir. Bu seçilen *Solanum*'un farklı *P. capsici* izolatlarına karşı farklı reaksiyon gösterdiği gözlemlenmiştir. Bununla birlikte kararlı olan geniş spektrumlu direnç kaynakları tespit edilmiştir.

Bowers ve ark. (2007), *Phytophthora capsici*'nin, hem ılıman hem de tropikal bitkilerin geniş bir aralığı üzerinde hastalığa neden olan çeşitli türlerden biri olduğuna belirtmişlerdir. Bu çalışmada, ılıman ve tropik izolatları geniş bir aralıktan karakterize etmek için, ribozomal iç transkripsiyonlu ayırıcı (ITS) bölgesinin ve mitokondrial sitokrom oksidaz II (cox II) genlerinin kültürel özellikleri, çoğaltılmış fragman uzunluğu polimorfizmi (AFLP) ve DNA dizi analizi konukçu bir türün aralığı olarak kullanılmıştır. Tüm ılıman izolatların tamamı 35°C'de yetişirken, tüm tropikal izolatların tamamı bunu yapamamıştır. İki tropik izolat haricinde hepsi klamydospor oluştururken ılıman izolatlar klamydospor oluşturamamıştır. AFLP analizi kullanılarak ılıman ve tropikal izolatların ayrılması için güçlü bir önyükleme desteği oluşturduğu; fakat ılıman izolatlar, tropikal izolatların gözlemlenen varyasyonu içinde bir alt grup olarak ortaya çıktığı belirlenmiştir. İlıman izolatların çoğunluğu konukçuya veya coğrafi bölgeye bakılmaksızın düşük varyasyonlu tek bir koloni içerisinde kümelenirken, tropikal izolatlar daha değişken ve üç farklı gruba ayrıldığı tespit edilmiştir. Tropik izolatların iki kolonisi birlikte gruplandırılmış ve ılıman izolatlarla yakından ilişkili iken, üçüncü tropikal koloni daha uzaktan ilişkili olduğu, ITS bölgelerinin filogenetik analizi, AFLP sonuçlarında olduğu gibi, ılıman ve tropik izolatlar içinde ve arasında benzer gruplamalara ve varyasyonlara yol açtığı kaydedilmiştir. İzolatlar ve koloniler arasındaki dizi farklılığı, ılıman izolatlarda değişiklik farkının, tropik izolatlara göre daha fazla olduğu, diğer türlerin analizi, ılıman ve tropik izolatları ayıran dal uzunluklarının, tür içindeki diğer filogenetik olarak yakın ilişkili türler arasındaki karşılaştırmalardan daha kısa olduğunu ortaya koymuşlardır. Cox II dizisinden elde edilen verilerin analizi daha net olmadığı, ılıman ve tropik izolatlar diğer türlerden ayrı olarak gruplandırılmış olmasına rağmen bu izolatları ayırmak için önyükleme desteğinin de olmadığı saptanmıştır. AFLP ve ITS filogenetik analizlerinde olduğu gibi, ITS bölgelerinin geçişsiz bölümü uzunluk polimorfizmi (RFLP) analizi, ılıman ve tropik izolatları birbirinden ayırmıştır. Ancak, cox I ve II gen kümesinin RFLP analizi ılıman ve tropik izolatları ayırt edemediği, bu iki RFLP

çalışmasında izolatların gruplanmasındaki farklılıklar, alt izole grupların belirlenmesine yardımcı olması gerektiği belirtilmiştir. Çalışmada elde edilen analiz sonuçların, ılıman ve tropikal izolatların farklı türlere ayrılıp ayrılmayacağını tam olarak aydınlatmadığını, dünya çapındaki mevcut veriler eksiklik gösterdiğini ve türlerdeki çeşitliliğin tam olarak bilinmediğini tespit etmişlerdir.

Awori ve ark. (2012), tarafından yapılmış bu çalışmada topraktan taşınan bir fungus olan *Phytophthora capsici*'nin, Uganda'da biber üretiminde en önemli kısıtlamalardan biri durumunda olduğu belirtilmiştir. *P. capsici*'nin kökboğazı çürüklüğü ve solgunluk hastalığına neden olduğu, hastalığa karşı yeterli korumanın kültürel ve kimyasal olmak üzere mevcut yönetim yaklaşımları kullanılarak sağlanamadığını saptamışlardır. Bu durumun sonucu olarak, çok fazla ürün kaybı gözlemlendiğini, bu sebeple gerçekleştirdikleri bu çalışmada genel olarak *P. capsici*'nin neden olduğu hastalığa karşı direnç geliştirmeyi hedeflemişlerdir. Hedefleri arasında: (i) çeşitlere duyarlı Phyto 5.2 QTL'in introgresyonuna yardımcı moleküler işaretleyicilerin etkinliğini test etmek ve (ii) biberdeki *P. capsici* direncine Phyto 5.2 QTL'nin katkısını belirlemek yer almaktadır. Bir direnç hattı duyarlı çeşitlilikteki türlerle melezlenmesi gerçekleştirilmiştir. F1'lerde, hastalığa direnç açısından önemli bir QTL olan Phyto 5.2'ye bağlı olarak belirtilen SCAR ve SSR işaretleyiciler kullanılarak tarama yapılmıştır. SCAR'a ek olarak toplam yedi SSR işareti test edilmiştir. SCAR işaretleyicisi maalesef polimorfik özellik göstermemesine rağmen sadece bir SSR işaretleyici umut verici sonuçlar gösterdiğini gözlemlemişlerdir. Gözlemlenen direnç ile SSR işaretleyicinin varlığı arasındaki herhangi bir ilişkinin olup olmadığını belirlemek için F2 ve geriye melezleme-1 popülasyonları fenotipik olarak değerlendirilmiştir.

Glosier ve ark. (2008), tarafından yapılmış olan bir çalışma ile biberdeki direnç genetiğinin oomycete patojeni *Phytophthora capsici*'ye karşı çalışması, ortak bir patojen izolat seti ve konukçu genotiplerinin kullanılmamasından dolayı karmaşık bir yapıya sahip olduğu vurgulanmıştır. California, New Mexico, Kuzey Carolina ve Türkiye'den elde ettikleri on bir biber genotip ve otuz dört izolat kullanılarak bu sistem için bir ayırıcı seri geliştirilmiştir. Konakçı izolatların tesirlikleri farklı modeller aracılığıyla, *P. capsici*'nin on dört farklı fizyolojik türünü tespit etmişlerdir. Özellikle coğrafi konumlara göre türler için herhangi bir sınırlama görülmediği saptanmıştır. İzole melezleme türleri de belirlenmiş ve her iki melezleme türü de Kaliforniya'daki üretim

sahalarından elde edilmiştir. Ayrıca fizyolojik türlerin karakterizasyonu ve bu arada her iki melezleme tipinin biber yetiştiricileri ve yetiştiriciler için önemi tartışılmıştır

Majid ve ark. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada *Phytophthora capsici*, biber bitkileri için ciddi bir tehdit oluşturan sebzelerin en zararlı patojeni olduğu, biber bitkisinin kalıtsal yapısı ve endofitik mikroorganizmalarla *P. capsici*'nin kontrolü üzerinde durulması gerekliliğine işaret etmişlerdir. Bununla birlikte *Capsicum*'da patojenle ilişkili protein (PR), anti-mikrobiyal peptidler (AMP'ler), poligalakturonaz önleyici proteinler (PGIP'ler), lipid transfer proteini (LTP), pektin metilesteraz (PME) gibi transkripsiyonel düzenleyici ve savunma ile ilgili kabul edilen proteinleri kodlayan çeşitli genlerin işlevi, lösün açısından zengin reaksiyon proteinleri (LRR'ler), ozmotin ve thaumatin benzeri proteinler ayrıca analiz edilmiştir. *Bacillus*, *Trichoderma*, *Pseudomonas*, *Chryseobacterium* ve *Rhizobacteria*'nin çeşitli türleri kullanılarak *P. capsici*'nin biyolojik kontrolü gösterilmiştir. Ayrıca, hastalık direncinde rol oynayan savunma sinyali yollarında davranış gösteren farklı abiyotik ve biyotik indüktörlerin işleyişiyle *P. capsici* enfeksiyonuna karşı geliştirilmiş direnci de tartışılmıştır. Biber ürününün, *Phytophthora*'nın fungusuna karşı genetik kaynaklarına göre zayıf olduğu vurgulanmıştır. Kimyasallar aracılığıyla hastalığın kontrol edilmesi problemleri bir hal aldığı için, bu yüzden hastalığı kontrol etmek amacıyla başka yolların gerekliliği üzerinde durulmuştur. *P. capsici*'ye karşı hastalık yönetimi stratejileri ile birlikte biber (*Capsicum annuum* L.)'in ekonomik önemi ön plana çıkarılmıştır. *P. capsici*, dünya genelinde biber ürünlerine önemli bir tehdit oluşturduğu sonucunu saptamışlardır.

Granke ve ark. (2012), Leonian tarafından 1922'de Şili biberi patojeni olarak *P. capsici*'nin ilk tanımından bu yana, bu patojenin biyolojisi, konukçu çeşitliliği, yaygınlaştırılması ve yönetimi hakkındaki anlayışımızda birçok gelişme yaşandığını belirttikleri çalışmalarında, *P. capsici*'nin, duyarlı konukçularında yaprak dökülmesine, sönümlenmesine, solmasına, ayrıca kök, gövde ve meyvelerde çürümeler yaparak ekonomik kayıplara neden olduğunu, yine aynı hastalık etmeninin, kabak ve biber gibi bitkilerde de her yıl görüldüğünü saptamışlardır. Belirtilerinin arasında, bazı çeşitlerde çok önemli olan bodurluk veya bitkinin herhangi bir organında yara dokusunun olmasının, *P. capsici*'nin üretimde sınırlayıcı olduğunun en önemli işaretlerinden biri olduğunu savunan araştırmacılar, hava şartlarının patojen için elverişli olduğu zaman, yetersiz bir entegre yönetim planının uygulanmasının patojeni kontrol edilmeme ile

sonuçlandığını tespit etmişlerdir. Patojen ile mücadele yönetimi, topraktaki oosporların ve geniş bir konukçu aralığının mevcudiyeti, sulamada kullanılan yüzey suyundaki patojenin uzun mesafeli hareketi ile sınırlı olduğunu vurgulamışlardır. Hastalığın artmasının en önemli nedenlerinden birinin de, pazarda kabul gören dirençli konukçu çeşitlerinin olmamasına bağlayan araştırmacılar, *P. capsici*'nin süs bitkileri ve çeşitli bitki familyalarına ait yerel genotiplerinde de dâhil olmak üzere laboratuvar ve sera koşulları altında geniş bir alanda enfekte olduğunu saptamışlardır.

Sanago ve Ji (2013), nem, serbest su ve atmosfer neminin, *Phytophthora capsici*'nin biyolojisi ve ekolojisinde hareket ettirici bir güç olduğunu, serbest su ve toprak potansiyelinin, bu patojenin misel gelişimi, sporangia oluşumu, zoospore salınımı ve oospor üretimini etkileyen önemli faktörler arasında bulunduğunu belirtmişlerdir. Toprakta nem ve bağıl atmosfer nemi bitki ve toprakta miselyum ve diğer propagulelerin belirlenmesinde kritik önem taşıdığını, hastalık enfeksiyonu ve gelişimi üzerine yağış ve yüksek toprak nemin etkili olduğu, dönemsel sel olaylarının hastalık şiddetini artırıcı etkiye sahip olduğu vurgulanmıştır. Tarlalarda yüzey su hareketlerinin, *P. capsici*'nin dağılmasında ve hastalığın artmasında önemli bir rol oynadığını, atmosfer nemin meyve çürümesinin gelişimini etkilediğini belirtmişlerdir. Sulama suyu kalitesinin hastalık üzerine etkisinin araştırılması gerekliliğine dikkat çeken araştırmacıların önerileri arasında, aşırı sulamadan kaçınılması ve doğru sulama yöntemlerinin uygulanması da yer almaktadır.

Ji ve Csinos (2015), *Phytophthora capsici*'nin yol açtığı *Phytophthora* fungusunun, dünya çapında biber türleri ve diğer sebzelerin üretiminde ciddi bir hastalık olarak karşımıza çıktığını belirledikleri çalışmalarında, fungusit kullanımının, etkili hastalık yönetim programlarının geliştirilmesinde önemli bir bileşeni oluşturduğunu saptamışlardır. Bununla birlikte, yaygın olarak kullanılan bazı fungusite karşı *P. capsici* popülasyonlarının direnç kazandığını, farklı etki tarzlarına sahip yeni fungusitlerin tanımlanarak kullanılması oldukça elzem olduğunu belirlemişlerdir. Çalışma, yeni bir izoksazolin fungusit sınıfının ilk üyesi olan oksathiapiprolin'e *P. capsici* izolatlarının başlangıç hassasiyetini ve bu bileşiğin biberdeki *Phytophthora* yanıklığının etkisini azaltmak için yürütülmüştür. 126 adet *P. capsici* izolatlarının koleksiyonu değerlendirilmiş ve tüm izolatlar oxathiapiproline duyarlılık göstermiştir. Seçilen 25 seçili izolatın misel büyümesini, sporangium oluşumunu ve zoospore çimlenmesini

inhibe eden oxathiapiprolin EC50 değerleri sırasıyla ortalama 0.001, 0.0003 ve 0.54 $\mu\text{g mL}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. *P. capsici*'nin eşeysiz yaşam evreleri, oositik patojenlerin kontrolü için kullanılan diğer bileşiklere oranla oksathiapiprolin'e karşı daha duyarlı olduğu kaydedilmiştir. Alan araştırmalarında, oksathiapiprolin damla sulama tüpleri vasıtasıyla farklı oranlarda uygulanmış ya da toprak sıkıştırması ile yaprak spreyleri kullanılarak *Phytophthora* etkinliği azaltıldığı zaman biber üretimdeki verimin önemli derecede arttığı, oksathiapiprolin, *P. capsici* patojenin engellenmesinde etkili olduğu ve biber üretiminde *Phytophthora* çürüklüğü yönetimi için uygulanabilir bir seçenek olması gerektiği belirlenmiştir.

Messaouda ve ark. (2015), Cezayir'de ticari olarak yetiştirilen on biber (*Capsicum annuum* L) çeşidi olan Doux D'Alger, Sonar, Esterel, Doux Marconi, Mastır, Belconi, Italico II Lipari, Arabal ve Doux d'Espagne altı *Phytophthora capsici* Leonian izolatu aşılınmış ve biber duyarlılığı farklı bitki organlarındaki hastalık şiddetinin ölçülmesi ile değerlendirmişlerdir. Diğer çeşitlerle karşılaştırıldığında, örneğin çok hassas olan Esterel'e karşı Italico II çeşidi, *P. capsici* izolatlarına daha dirençli bulunmuştur. Buna ek olarak, biber çeşitlerinin kök nekroz oranı, farklı *P. capsici* yatkınlıkları izole olması durumlarına göre anlamlılık olarak ($P < 0.01$) farklılık göstermiştir. Bununla birlikte, izole öldürücü fungus izolatları, incelenen çeşitlere inoküle edildiğinde benzer bir durum sergilemiştir ($P > 0.05$). Ancak, hastalık gelişim hızı, dirençli biber çeşitleri yani Italico II ve duyarlı olanlar (örneğin Esterel) arasında değiştiğini saptayan araştırmacılar, sonuç olarak, elde edilen verilere dayanarak, biber çeşitlerinin *P. capsici* izolatlarına duyarlılık bakımından farklılık gösterdiğini öne sürmüşlerdir.

Fernandez Pavia ve ark. (2004), *Phytophthora capsici*'nin ilk kez 1922'de New Mexico'nun güneyinde yer alan Mesilla Vadisinde tespit edildiğini belirtmişlerdir. Bu bölgedeki çeşitlilik veya eşeyli rekombinasyon potansiyeli hakkında sınırlı bilginin bulunduğunu, Güney New Mexico izolatların karakterizasyonu A1 ve A2'nin her ikisinin de A1 ile A2 uyumluluklarının A1'de daha sık meydana geldiğini vurgulayan araştırmacılar, in vitro testlerinde vejetatif büyüme için optimum sıcaklığın 25-30 °C arasında olduğunu, 37 °C'de ise hifal şişme görüldüğünü saptamışlardır. İzolatların birçoğunun mfenoksam'a (100 $\mu\text{g/ml}$) duyarlılık göstermiştir. Fakat izolatlar arasında CuSO_4 'e (30 $\mu\text{g/ml}$) duyarlılığın değiştiğini, 26 adet *P. capsici* izolatından sadece 7'si

salatalık için patojenik gösterdiğini, 24'nün ise biberde öldürücü patojen durumunda olduğunu gözlemlemişlerdir. Güney New Mexico izolatları içinde izozim analizi ve çiftleşme türüne bağlı olarak 16 adet multilokus genotipi tespit edilmiştir. Alandaki her iki uyumluluk türünün yakınlığı, genotip çeşitliliği ve farklı fungusitlere karşı farklı dirençlilik sergilemeleri, eşeyli çoğalmanın gerçekleştiğinin kanıtı olduğunu tespit etmişlerdir.

Lamour ve ark., (2012), *Phytophthora capsici*'nin, sebzelerde dinamik ve yıkıcı bir patojen olduğunu belirten araştırmacılar, etmenin kabakgiller (özellikle sukabaklarında) başta olmak üzere, biber, domates, patlıcanda ve hatta daha yakın zamanda taze ve lima fasulyelerinde de görüldüğünü saptamışlardır. Son on yılda hastalığın etki alanının ve şiddetinin önemli ölçüde arttığını, buna karşılık patojenin incelenmesi için moleküler kaynakların da çoğaldığını, bir referans genomunun da bulunduğunu belirlemişlerdir. Popülasyon düzeyinde, epidemiyolojinin coğrafi bölgeye göre değişiklik gösterdiğini, örneğin Güney Amerika'da klonal üreme ağırlıklı olarak çoğaldığını işaret etmişlerdir. ABD ve Güney Afrika'daki popülasyonların en büyük özelliğinin eşeyli çoğalma ile yayıldıkları dolayısıyla bunların eşsiz genotipler olduğunu saptamışlardır. Son on yılda *P. capsici*'nin bir sonucu olarak ürün kaybının artmasına karşın, bu yıkıcı patojenin incelenmesi için yeni araçlar ve kaynakların geliştirilmesinde de benzer bir artışın sözkonusu olduğunu bildirmişlerdir. *Phytophthora capsici*'nin, konukçu geniş omyetes'i, alan popülasyonlarında eşeyli rekombinasyonun etkisini ve *Phytophthora* hastalığının temel mekanizmalarını anlamada dikkate değer bir yöntem sunduğunu tespit etmişler.

Hurtado-Gonzales ve ark. (2008)'nin çalışmalarında, *Phytophthora capsici*'nin Peru biber üretimine önemli kayıplara neden olan toprak kökenli bir patojen olduğu belirtilmiştir. 2005-2007 yıllarında yürüttükleri bu çalışmada 227 adet *P. capsici* izolantı kullanılmıştır. Bitkisel materyal olarak ise Peru kıyısı boyunca yer alan 13 ildeki 33 tarladan elde edilen dört biber türü (*Capsicum annum*, *C. baccatum*, *C. chinense* ve *C. pubescens*) ve domates (*Solanum lycopersicum*) bitkileri kullanılmıştır. 227 izolantın tamamı A2 çiftleşme türünde olup, büyütülen parça uzunluğu polimorfizmi (AFLP) analizi sonucunda bu izolatların 221'inin aynı genotipe sahip olduğu saptanmıştır. Altı polimorfik tek nükleotid polimorfizminin (SNP) lokuslarının analizi tek bir klonal türün yaygın olarak dağıldığını gösteren sabit heterozigot özellik

göstermiştir. Sonuçlar, Peru'daki klonal çoğalmanın *P. capsici* nüfus yapısını yönlendirdiğini göstermiştir.

Kang ve ark. (2017), talaş çiçeği yetiştiriciliğinden elde edilen *Lentinula edodes*'in mantar altlığı (SMS), biberdeki *Phytophthora* yanıklığı hastalığını kontrol altına almak için materyal olarak kullanmışlardır. *L. edodes*'in su özütü SMS (WESMS) *Phytophthora capsici*'nin misel gelişimini inhibe etmiş, biber fidelerinin *Phytophthora* hastalıklarını % 65 oranında azaltmış ve bitkinin büyümesini % 30'un üzerine çıkarmıştır. Yüksek performanslı sıvı kromatografisiyle (HPLC) yapılan analizde, WESMS'deki ana organik asit bileşiği olarak oksalik asit tespit edilmiş ve mantar miseliumu minimum 200 mg /l konsantrasyonda inhibe edilmiştir. Kantitatif gerçek zamanlı PCR'de CaBPR1 (PR protein 1), CaBGLU (β -1,3-glukanaz), CaPR-4 (PR proteini 4) ve CaPR-10 (PR protein 10) kopyalama ifadesi, WESMS ve DL- β -aminobütirik asit (BABA) ile muamele edilen biber yaprakları üzerinde önemli derecede geliştirilmiştir. Buna ek olarak, ayrıca salisilik asit içeriği su ile muamele edilen yaprak örneğine kıyasla, WESMS ve BABA ile muamele edilen biber yapraklarında 4 ila 6 misli artmış olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu bulgular, *L. edodes* WESMS'in, biberdeki *Phytophthora* hastalıklarını, antifungal aktivite, bitki büyüme desteği ve savunma gen indüksiyonu gibi çoklu etkilerle bastırıldığını ortaya koymuşlardır.

Kim ve ark. (1989), *Phytophthora capsici*'ye direnç gösteren farklı aşamalarda yer alan sekiz biber çeşidini kontrollü çevresel koşullar altında yaşa bağlı direnç için bir hastalık şiddet derecesini temel alarak değerlendirmişlerdir. Biber bitkilerinin artan yaşla birlikte test edilen tüm çeşitleri için *Phytophthora* yanıklık hastalığı giderek dirençli hale gelmiştir. *P. capsici*'nin yüksek inokulum konsantrasyonları bazı dirençli çeşitlerde semptomlara neden olmuştur. *P. capsici*'nin dirençli biber çeşitlerinde ve eski bitkilerdeki inkübasyon süreleri, hassas ve genç bitkilerden daha uzun sürmüştür. İnokülasyonun toprağa batırma yöntemi, yaşa bağlı direncin değerlendirilmesi için gövde aşılama yönteminden daha güvenilir bulunmuştur. Ayrıca, bu çalışmada yaşa bağlı direncin değerlendirilmesi için uygun tarama teknikleri de tartışılmıştır.

Les Dean JR, (2008) *Phytophthora capsici* Leonianın, kök çürüklüğü, yaprak yanıklığı ve meyve çürümesi gibi %100 ürün kaybına neden olabilen kabak (*Cucurbita* spp.) üzerinde çeşitli hastalık sendromlarına neden olduğunu saptamıştır. Günümüzde,

bu patojene dirençli, hastalık yönetimi stratejilerine yardımcı olabilecek hiçbir yaz veya kış kabak çeşidi gözlemlenmemiştir. *P. capsici* izolatlarının süspansiyonu ile kök inokülasyonuna olan tepkileri için 115 yazlık kabak (*C. Pepo*) türünü değerlendirmiştir. Her bir türün bitkileri, 0 (belirti yok) ile 5 (ölü bitki) arasında değişen bir ölçekte derecelendirilmiştir. Ortalama hastalık skorları (DRS) ve standart sapmalar sırasıyla 1.3 ile 5.0 ve 0 ile 2.0 arasında değişmiştir. En düşük ortalama DRS'ye sahip türler yeniden taranmış ve en düşük ortalama DRS'yi 0.5 olarak gösteren PI 181761 ile ilk çalışma elde edilen bulgular ile paralellik göstermiştir. *C. pepo* germplazm koleksiyonundan ayrıntılı taranmış ve seçilmiş *P. capsici* kök çürüklüğü direnci ile yaz kabağı çeşitlerinin geliştirilmesinde yardımcı olmuştur. Kış kabağı (*C. moschata*) ve iki yabancı *Cucurbita* türünün spesifik melezleme dizisi, *P. capsici* kök çürüklüğüne karşı direnç için ayrılmış *Cucurbita* üreme hattı # 394'ün gelişimine yol açmıştır. *P. capsici* kök çürüklüğü direnci için # 394 ek seçimler gerçekleştirilmiştir. Yetiştirme hattı # 394-1-27-12 oluşturulmuş ve *P. capsici* kök çürüklüğüne karşı homozigot direnç göstermiştir. # 394-1-27-12 arasında bulunan *P. capsici*'ye karşı direnç kalıtımı, hassas Butternut tipi kış kabak (*C. moschata*) 'Butterbush' ile tozlaşma yoluyla tespit edilmiştir. Bir model # 394-1-27-12 içinde *P. capsici* kök çürüklüğü direnci içinde, bu çapraz destek F2 ve BC döl ayrılması oranları üç baskın gen tarafından kontrol edilmiştir. # 394-1-27-12 arasındaki *P. capsici* kök direncinin, *Cucurbita* içindeki morfolojik açıdan farklı introgresyonu devam etmiştir. Araştırmada, yazlık kabaklarda (*C. pepo*) *P. capsici*'ye karşı direnç kaynakları belirlenmiş, *P. capsici* kök direnci ile bir *Cucurbita* ıslah hattı geliştirmiş ve iki *Cucurbita* yabancı türünün *P. capsici* kök direncinin kalıtımını belirlenmiştir. Bu çalışmada geliştirilen yazlık ve kışlık kabak yetiştiriciliği, *P. capsici*'nin hastalık yönetiminde yardımcı olmuştur.

Xu ve ark. (2014), *Phytophthora capsici*, *Capsicum*'da dahil olmak üzere birçok bitki türü üzerinde yıkıcı hastalıklara neden olduğu saptanmıştır. *Capsicum annuum*'da direnç genetik ve fizyolojik olarak karmaşık olarak tespit edilmiştir. Amerika'daki 'Criollo de Morelos 334' (CM334) biberi *Phytophthora capsici*'ye karşı en dirençli kaynaklardan biri olmuştur. Bu çalışmada geleneksel genetik analiz yöntemini kullanılmış CM334 ile oldukça duyarlı biber hattı 949 arasındaki çapraz altı kuşağın (P1, P2, F1, F2, BC1 ve BC2) ortak bir analizi gerçekleştirilmiştir. Her popülasyonda bitkilerinin direnci yöntemi sulama ile değerlendirilmiştir. F2 popülasyonu SRAP

moleküler işaretçiler ile analiz edilmiştir. Sonuçlar, tek bir çift nükleer ve baskın genin CM334'teki direnci kontrol ettiğini göstermiştir. SRAP primerlerinin 64 çiftinde, 21 çift primer ebeveynlerde polimorfik bantlar üretmiştir. 21 çift SRAP primer kullanılarak F2 popülasyonunun taranmasından sonra, SRAP-Me6 / Em15 olarak adlandırılan *Phytophthora* direnciyle bağlantılı bir SRAP markeri elde edilmiştir.

Adorada ve ark. (2000), sargısız ve yaralanmış biber bitkilerinde (*Capsicum annuum*) *Phytophthora* kök çürüklüğü hastalığının ilerlemesini belirlemek ve *Phytophthora capsici* için duyarlılık durumunun yara yaşlanmasıyla azalıp azalmadığını kontrol etmek amacıyla sera deneyleri gerçekleştirmiştir. Çalışmada P. capsici'nin biri diğerinden daha az agresif olan iki izolatı kullanılmıştır. Aşılardan hemen önce köklerin uçlarından kesilmesi, izolat ile kesilmeyen bitki köklerine kıyasla duyarlılığı önemli ölçüde arttırmıştır ($P \leq 0.05$). Her iki izolat da bozulmuş /düzeltilmemiş köklerden daha yüksek hastalık şiddetine neden olmuştur. Hastalık aynı zamanda daha agresif olan izolata hem yaralı olan hem de yaralı olmayan köklerde oluşmuştur. Hastalık şiddeti, agresif izolat (NM6011) ile tedavi edilen bitkilerde, kök tedavisine bakılmaksızın, daha az agresif izolat (NM6040) ile inoküle edilen gruplara göre üç ila dört kat daha şiddetli olmuştur. Ayrı deneylerde, biber kökü yaralanmış ve aşılardan önce 5 güne kadar yaşlanmasına izin verilmiştir. Yaraların yaşı arttıkça P. capsici'ye karşı direnç artmış ve bu da 3-5 günlük yaralar ve bitkiler üzerinde ciddi derecede düşük ($P \leq 0.001$) hastalığa neden olmuştur. Zoosporlarla aşılamanın hemen ardından kökler yaralanmış, yaralanmadan 48 saat sonra zoosporlarla aşılana köklere kıyasla belirgin şekilde daha yüksek bağlanma seviyesine neden olmuştur. 48 saatlik yaralı inokülasyon tedavisi, yaralanmamış köklerle aynı miktarda zoospor etki göstermiştir. Bitki direncindeki artış, toplam peroksidaz aktivitesinde bir artış ile ($P \leq 0.001$) korelasyon göstermiştir. İzoelektrik odaklama poliakrilamid jel elektroforezi (IEF-PAGE) yaşlı yaralar gibi üç asidik ve bir baz izozim grubunun yoğunluğunun arttığını göstermiştir. Bu veriler, P. capsici için yara onarımının biber enfeksiyon ve elde edilen hastalık semptomlarının azaltılmasında rol oynadığını göstermiştir.

Candole ve ark. (2012), *Phytophthora capsici*'nin neden olduğu üç *Phytophthora* fungus hastalığının (kök çürüklüğü, gövde yanıklığı ve yaprak yanıklığı), 10 "California Wonder" (*Capsicum annuum*) türünün nasıl tepki verdiğini belirlemek için sera çalışmaları yapmışlar. Kök çürüklüğü, gövde yanıklığı ve yaprak yanıklığı şiddetindeki

farklılıklar türler arasında anlamlı bulunmuştur. Türler, üç hastalık sendromunda tutarlı bir biçimde iki gruba ayrılmıştır. Basit dizi tekrarlı (SSR) işaretleyicileri, California Wonder'in türleri içinde ve arasında değişkenlik göstermiştir. Phytophthora yanıklığının üç değişik türe verdiği yanıtta değişkenlik, bu hastalığın ne kadar karmaşık bir yapıya sahip olmasından kaynaklandığını belirlemiştir.



3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Araştırma, 2017 yılı bahar ve yaz döneminde gerçekleştirilmiştir.

3.1.1. Bitkisel ve Fungal Materyal

Siirt Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümünün biber gen havuzunda bulunan 59 adet biber hattı ile *P. capsici*'ye dayanıklı CM334 (Criollos de Morelos 334) kullanılmıştır (Tablo 3.1).

Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan materyaller, meyve şekli, acılık durumları ve *P. capsici*'ye dayanıklılık durumları

Genotip/ Çeşit No	Meyve şekli	Acılık Durumu	<i>P. capsici</i> 'e dayanıklılığı	Genotip/ Çeşit No	Meyve şekli	Acılık Durumu	<i>P.capsici</i> 'e dayanıklılığı
1	D	Acı Değil	ÇH	31	K	Acı	H
2	D	Az acı	ÇH	32	YKS	Acı	H
3	K	Acı	KD	33	YKS	Az Acı	H
4	YKS	Acı	H	34	K	Az Acı	H
5	K	Acı	H	35	K	Az Acı	H
6	YKS	Az Acı	H	36	K	Acı	H
7	YKS	Az Acı	H	37	K	Az Acı	H
8	YKS	Acı	H	38	YKS	Acı	KD
9	K	Acı	H	39	YKS	Az Acı	H
10	K	Acı	DY	40	K	Acı	H
11	K	Acı	H	41	YKS	Az Acı	H
12	D	Acı Değil	ÇH	42	K	Acı	H
13	K	Acı	KD	43	D	Acı Değil	ÇH
14	K	Acı	H	44	K	Acı	H
15	YKS	Az Acı	H	45	D	Acı Değil	ÇH
16	YKS	Acı	H	46	K	Acı	H
17	YKS	Acı Değil	H	47	K	Acı	H
18	K	Acı	H	48	K	Acı	KD
19	K	Acı	H	49	YKS	Az Acı	H
20	YKS	Acı	H	50	K	Az Acı	H
21	D	Acı Değil	ÇH	51	K	Az Acı	H
22	YKS	Acı Değil	H	52	K	Acı	H
23	YKS	Az Acı	H	53	K	Az Acı	H
24	K	Az Acı	H	54	K	Acı	H
25	K	Acı	KD	55	K	Acı	H
26	K	Acı	H	56	YKS	Acı	H
27	YKS	Az Acı	H	57	K	Acı	KD
28	K	Acı	H	58	K	Acı	H
29	K	Az Acı	H	59	K	Az Acı	H
30	D	Acı Değil	ÇH	60	K	Az Acı	H

YKS;Yarı Kapyra-Sivri D;Dolmalık K;Kapyra H;Hassas ÇH;Çok Hassas KD;Kısmi Dayanıklı DY; Dayanıklı

Fungal materyal; Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü'nden temin edilmiştir. Kullanılan izolant, türünün en agresif izolantıdır.

3.2. Metot

3.2.1. Deneme Deseni ve Konular

Arazi alışmaları Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü araştırma ve uygulama alanında yürütülmüştür. *P. capsici*' nin biber çeşit/hatlarına etkisi iki aşamada incelenmiştir. İlk aşamada fide döneminde çeşit/hatların dayanıklı ya da duyarlı oldukları belirlenmiştir. Daha sonra dayanıklı olan çeşit/hatlar seçilerek tarla şartlarında fideden sonraki dönemde bitkilere patojenin etkisi incelenmiştir. Ekimden önce tohumları % 2'lik sodyum hidrosit solüsyonunda 5 dakika bekletilerek yüzeysel dezenfeksiyona tabi tutulup iki kere steril saf sudan geçirilmiştir. Fide yetiştirme ortamı olarak torf kullanılmıştır. Deneme 3 tekerrürlü ve her bir tekerrürde 10 bitki olacak şekilde dizayn edilmiştir.

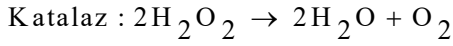
Fideler 3-4 yapraklı olduklarında *P. capsici*' nin zoosporlarını içeren spor solüsyonu ile bulaştırılmıştır. Bunun için *P. capsici*' nin (9 cm'lik petrielerde) Patates Dekstroz Agar besiyerinde inkübatörde 25 C'de karanlıkta saf olarak geliştirilmiş 7 günlük kültürleri kullanılmıştır.

Fungus İnokülasyonu: Sporlanma sağlanması için petrieler 2 gün ışık altında bırakılmıştır. Her bir petrinin içine 20 mL steril distile su konulup buzdolabında 4 C'de 40 dakika inkübe edilmiş olup, sonrasında 30 dakika oda sıcaklığında tutulmuştur. Böylece fungusun zoospor oluşumu teşvik edilmiştir. *P. capsici*' nin zoosporları iki katlı tlbent vasıtasıyla süzülerek toplanmıştır. Daha sonra fungusun zoosporları hemositometre yardımıyla 2×10^6 zoospor ml⁻¹ konsantrasyonunda ayarlanmıştır. Bu solüsyondan 3 ml alınarak patojen inokulasyonu yapılacak olan fidelerin kök vresine inokule edilmiştir. İlk inokülasyondan sonra hayatta kalan fidelere ilk aşamada belirtildiği gibi ikinci inokülasyon da yapılmıştır. İnokule edilmemiş kontrol grubundaki hassas çeşit/hatlardan örnekler alınarak peroksidaz ve katalaz enzim tespiti yapılmıştır.

Enzim Aktivitesi Tayini: Katalaz ve Peroksidaz enzim tayinleri Siirt Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezinde Thermo Scientific UV-VIS cihazı ile yapılmıştır. Soğuk zincir kurallarına uyularak alınan bitki yaprağı örnekleri homojenantamponu ile homojenizatör içinde 5 dakika süreyle parçalanmış, 15000 rpm'de +4C'de bir saat santrifüj edilmiştir. Tampon çözeltisine eklenecek substratın 100 l homojenantta her iki enzim aktivite ölümü gerçekleştirilmiştir.

Katalaz Ölçümü: Katalaz enzim aktivitesi Jebara ve ark., (2005) metoduna göre gerçekleştirilmiştir. Enzim aktivitesi ve Enzim Hesaplama formülü Tablo 3.3'de verilmiştir. Cihaz kalibrasyonu yapıldıktan sonra ölçüm 240 nm'de kuvars küvet içerisinde 3 tekrarlı olacak şekilde yapılmıştır. Hesaplama yapılarak EU/ml değerleri elde edilmiştir.

Tablo 3.2. Katalaz enzim mekanizması ve enzim Hesaplama formülü



$$\text{Katalaz Hesaplama} : \text{EU} / \text{ml} = 3,45(\text{sf}) \frac{\text{Katalaz}}{dk(V_E)}$$

3,45 = 240 nm 'de absorbansın 0,45'den 0,40'a azalması için 3 ml reaksiyon karışımında üretilen hidrojen peroksidin 3,45 μmol 'ünün parçalanmasına karşılık gelir.

sf = seyreltme faktörü

dk = 240 nm 'de absorbansın 0,45'den 0,40 azalması için gereken süre

V_E = Kullanılan enzim miktarı

Peroksidaz enziminin aktivite ölçümü, Şişecioğlu ve arkadaşlarının uyguladığı prosedüre göre spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. Bu prosedür, H₂O₂ tarafından guaiakol kromojenik substratın yükseltgenmesi ve oluşan renkli bileşiğin meydana getirdiği absorbans artışının 470 nm'de izlenmesi esasına dayanır (Şişecioğlu ve ark., 2010). Enzim aktivitesi ve Enzim Hesaplama formülü Tablo 3'de verilmiştir. Cihaz kalibrasyonu yapıldıktan sonra ölçüm 470 nm'de kuvars küvet içerisinde 3 tekrarlı olacak şekilde yapılmıştır. Hesaplama yapılarak EU/ml değerleri saptanmıştır.

Tablo 3.3. Peroksidaz enzim mekanizması ve enzim Hesaplama formülü

Peroksidaz Mekanizması : $2\text{Guaiacol} + 2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{okside guaiacol} + 2\text{H}_2\text{O}$

Peroksidaz Hesaplama : $\text{EU} / \text{ml} = \frac{(\text{Peroksidaz 1 dakika oluşan absorbans farkı}) \times \text{df}}{1 \times (0.01)}$

df = dilüsyon faktör

1 = enzim birimi başına / dakikadaki artış

0.01 = Kullanılan enzim homojenatın miktarı

Ünite / mg protein = $\frac{\text{Ünite} / \text{ml enzim}}{\text{mg protein} / \text{ml enzim}}$

0-5 Skalası: Patojen inokulasyonundan 4, 8, 12 ve 16 gün sonra bitkiler 0-5 skalası (0= hastalık belirtisi yok; 1= hafif solmuş yapraklar ile gövdede kahverengi lezyonlar belirmeye başlamış; 2= bitkinin % 30-50'sinde hastalık belirtileri; 3= bitkinin % 50-70'inde hastalık belirtileri; 4= bitkinin % 70-90'ında hastalık belirtileri; 5= ölü bitki) kullanılarak hastalık şiddeti belirlenmiştir. (Sunwoo ve ark., 1996; Ozgonen ve Erkilic, 2007).

Enzim aktivitesi ile dayanıklılık arasındaki ilişki korelasyon analizi yapılarak belirlenmiştir.

Denemeye Ait Resimler



Şekil 3.1. Fidelik



Şekil 3.2. Viyollere Ekim



Şekil 3.3. Fidelerin İlk Aşaması

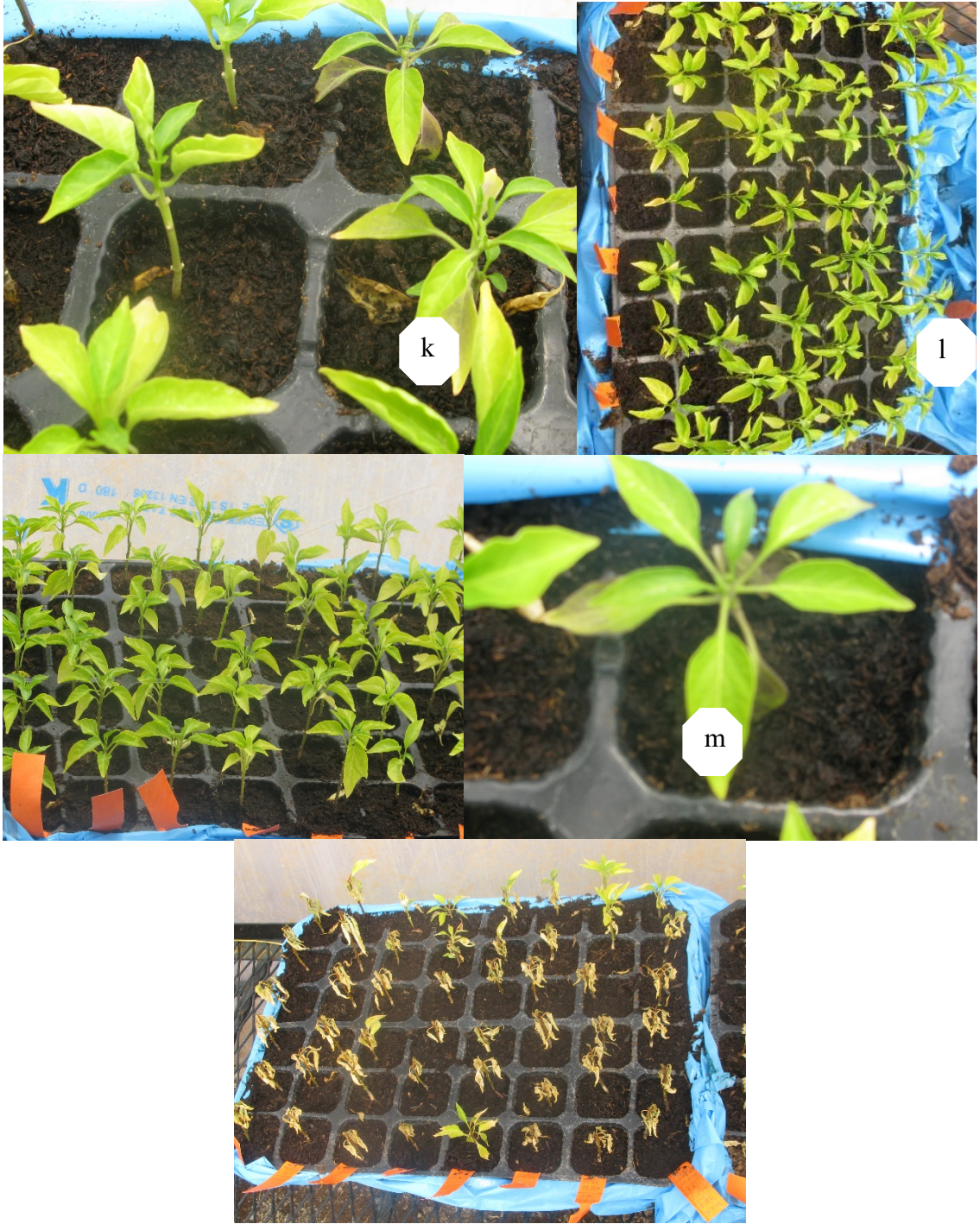


Şekil 3.4. Çıkışların Takibi



Şekil 3.5. Tarlaya Dikim





Şekil 3.6 (a-m). İlk İnokulasyon ve Sonuçları

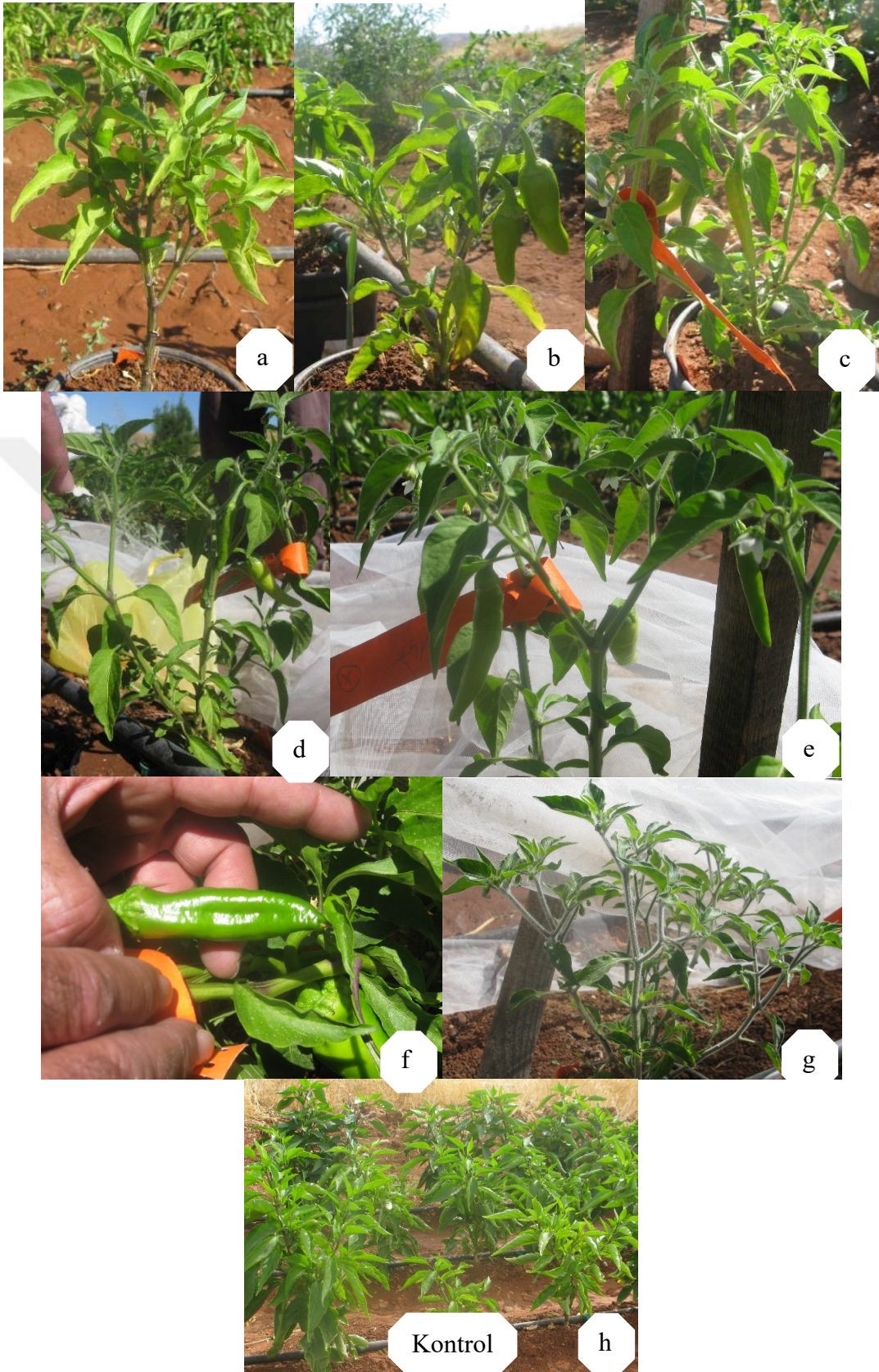


3.2.2. Elde Edilen Verilerin Değerlendirilmesi

İncelenen her bir özelliğin (Peroksidaz ve Katalaz), *P. capsici* ile ilişkisinin belirlenmesi amacıyla korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir. Tüm bu işlemlerde Microsoft Windows işletim sistemleri tabanlı Microsoft Excel programı kullanılmıştır. Ayrıca enzim analizleri sonuçlarında ilk beş'e giren genotiplere ait değerler arasında % değişimler de hesaplanmıştır.



Şekil 3.7. (a-g). İkinci İnokulasyon



Şekil 3.8 (a-h). Dayanıklı ve Kısmi dayanıklı Genotipler, Melezlemeleri ve Kontrol Grubu



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bitkilerde antioksidatif tepkilerin oluşumunda ve hücre homeostazisinin elde edilmesinde savunma sistemi için antioksidatif enzimatik bileşen enzimleri önemlidir. Bu enzimlerden biri olan süperoksit dismutaz kataliz (süper oksitin hidrojen peroksite dönüşümü) görevi görmektedir. Böylelikle ilk savunma hattı ROT (Reaktif oksijen türleri) zararına karşı oluşturulur. Ayrıca, bu enzimler birçok organizmada (bakteri, maya, hayvan ve bitki gibi) bulunmaktadır. Hidrojen peroksiti, su ve oksijene indirgeme işlemi katalaz gibi enzimler yapmaktadır. Son zamanlardaki transgenik çalışmalarda bitkilerin farklı stres etmenlerine duyarlılığı artırmaya ilişkin olarak antioksidatif enzimler sık sık kullanılmaktadır.

Bu tez çalışmasında enzim aktivitesi bakımından kullanılan genotipler değerlendirildiği zaman 10 nolu genotip peroksidaz yönünden en yüksek aktiviteyi göstermiştir (0,0744). Bu genotipi sırasıyla 3 nolu genotip (0,0568), 38 nolu genotip (0,0540), 57 nolu genotip (0,0533) ve 11 nolu genotip (0,0482) izlemektedir. Katalaz aktivitesi bakımından sonuçların değerlendirilmesinde ise 10 nolu genotip benzer bir profil sergilemiştir (2,9571429). Bu genotipi sırasıyla 8 nolu genotip (1,5525), 56 nolu genotip (1,5525), 9 nolu genotip (1,5146341) ve 11 nolu genotip (1,444186) takip etmektedir. Genotiplerin göstermiş olduğu enzim aktivite sonuçlarına göre katalaz ve peroksidaz aktivitesi farklılıklar göstermiştir. Fakat 10, 11 ve 13 nolu genotipler her iki enzim aktivitesi açısından Tablo 4.1 ve Tablo 4.2’de aynı sırada yer almışlardır. Yüzde olarak önemli beş sonuç değerlendirildiğinde, en düşük aktivite gösteren 11 nolu genotip ile kıyas sonucuna göre 10 nolu genotip (yarı yabani genotip–CM-334) katalaz aktivitesi olarak % 204.761, peroksidaz aktivitesi olarak % 154.357 daha yüksek çıkmıştır. Bu yüzden her iki enzim aktivitesinde en üst sırayı almışlardır. 11 nolu genotipin peroksidaz aktivite kıyaslamasına göre, 57 nolu genotipte % 110.581, 38 nolu genotipte % 112.003 ve 3 nolu genotipte % 117.842 oranlarında artış gözlenmiştir. 11 nolu genotipin katalaz aktiviteleri kıyaslaması için ise 56 ve 8 nolu genotiplerde % 107.5, 9 nolu genotipte ise % 104.708 oranlarında önemli ölçüde bir artış gözlemlenmiştir. CM-334 genotip ise peroksidaz ve katalaz enzim aktiviteleri bakımından en yüksek aktiviteyi göstermiştir. Çalışmamıza benzer sonuçlar tespit eden Lamour ve ark. (2012)’nin çalışmalarında da CM 334 genotibi, tüm *P. capsici* izolatlarına karşı direnç göstermiştir.

Tablo 4.1. Çalışmada kullanılan genotiplere ait peroksidaz aktiviteleri

GNP	Peroksidaz (EU/ml)	Std Sapma	GNP	Peroksidaz (EU/ml)	Std Sapma
10	0,074	0,002	51	0,025	0,007
3	0,057	0,001	14	0,022	0,001
38	0,054	0,009	46	0,022	0,004
57	0,053	0,014	42	0,021	0,011
11	0,048	0,001	39	0,021	0,009
13	0,048	0,000	6	0,018	0,001
25	0,048	0,004	29	0,018	0,000
48	0,047	0,007	32	0,017	0,006
34	0,044	0,008	41	0,017	0,005
59	0,043	0,001	18	0,016	0,000
26	0,043	0,025	19	0,015	0,002
28	0,043	0,003	23	0,015	0,001
35	0,041	0,003	33	0,014	0,007
5	0,041	0,001	16	0,013	0,001
54	0,041	0,004	49	0,012	0,003
37	0,041	0,011	43	0,012	0,003
36	0,041	0,008	15	0,011	0,001
58	0,041	0,002	17	0,011	0,000
24	0,040	0,006	22	0,011	0,004
31	0,040	0,009	4	0,011	0,000
55	0,038	0,002	20	0,010	0,000
47	0,038	0,028	27	0,009	0,002
9	0,036	0,002	7	0,009	0,000
40	0,036	0,007	8	0,008	0,001
52	0,033	0,002	30	0,007	0,001
60	0,032	0,002	12	0,006	0,001
50	0,030	0,006	2	0,006	0,000
53	0,030	0,006	45	0,005	0,001
56	0,028	0,008	1	0,005	0,001
44	0,027	0,006	21	0,003	0,000

Tablo 4.2. Çalışmada kullanılan genotiplere ait katalaz aktiviteleri

GNP	Katalaz (EU/ml)	Std Sapma	GNP	Katalaz (EU/ml)	Std Sapma
10	2,96	0,02	43	0,64	0,04
8	1,55	0,05	2	0,62	0,12
56	1,55	0,06	59	0,62	0,07
9	1,51	0,03	52	0,61	0,21
11	1,44	0,03	36	0,60	0,04
13	1,11	0,07	51	0,60	0,02
15	1,11	0,03	19	0,60	0,04
7	1,07	0,08	55	0,60	0,09
3	0,99	0,06	58	0,58	0,07
6	0,99	0,05	26	0,58	0,06
33	0,96	0,03	28	0,58	0,03
29	0,93	0,08	39	0,57	0,05
34	0,91	0,06	30	0,56	0,04
60	0,89	0,13	35	0,54	0,06
38	0,87	0,07	21	0,52	0,04
25	0,84	0,03	48	0,50	0,14
37	0,83	0,04	45	0,50	0,02
41	0,83	0,10	24	0,49	0,05
57	0,83	0,04	40	0,48	0,07
22	0,82	0,03	31	0,47	0,05
53	0,81	0,05	49	0,46	0,04
16	0,78	0,01	44	0,45	0,04
27	0,71	0,03	1	0,43	0,10
47	0,69	0,03	42	0,40	0,24
50	0,69	0,03	5	0,35	0,15
20	0,68	0,13	46	0,34	0,08
17	0,68	0,03	32	0,28	0,07
18	0,68	0,02	12	0,20	0,12
54	0,66	0,02	4	0,13	0,00
14	0,65	0,06	23	0,04	0,08

Çalışmada ilk inokülasyon sonuçlarına göre toplamda kullanılan 60 genotipten sadece 7 tanesi (3, 10, 13, 25, 38, 48 ve 57 nolu genotipler) hayatta kalmıştır. Diğer 53 genotipte önemli ölçüde hastalık semptomları gözlemlenmiş ve bu genotipler kısa bir zaman içinde ölmüştür. Black ve ark., (1991), Ortega ve ark., (1995) ve Pochard ve ark., (1983)'na göre, özellikle *P. capsici*'ye karşı dayanıklı farklı genotip geliştirilememesinin dezavantajlarından biri de erken uyarıların göz ardı edilmesidir. Bitkilerde dayanıklılığın varlığı ancak bitkinin *P. Capsici* patojeniyle karşılaşması sonrasında ortaya çıkabilmektedir. Dayanıklı genotiplerimizin seçiminde etkili durum,

elde edilen kısmi bulgular incelendiğinde olmuştur. Öte yandan, Kim ve ark., (1989) bildirdiğine göre *P. capsici*'ye dayanıklılık bitkinin 12 yapraklı olduğu dönemlerde artmaktadır. Çalışmanın ikinci inokülasyon sonuçlarına ise 10 nolu genotip dışındaki diğer bütün genotipler ölmüştür. Sonuç dataları incelendiğinde ilk inokülasyonda hayatta kalmış olan 7 genotip en yüksek peroksidaz enzim aktivitesine sahiptir (Tablo 4.1 ve Tablo 4.2). Çalışma sonucunda elde ettiğimiz bulgular ve uygulamış olduğumuz yöntem Ortega (1991)'nin elde etmiş oldukları bulgularla örtüşmektedir. Genotiplerin dayanıklılık profillerinin belirlenmesinde inokülasyonda kullanılan zoospor konsantrasyonu ve izolat, fidelerin içinde bulunduğu gelişme dönemi, inokülasyon metodu etkili olmaktadır. Lee ve ark., (2001)'in belirttiğine göre virülant etkinin artması inokülasyonda kullanılan izolat konsantrasyonu artmasıyla olmaktadır. Dahası, genotiplerin dayanıklılığının belirlenmesinde gelişme dönemi önemlidir. Fideler gelişme döneminin başında *P. capsici*'den çok fazla etkilenmezler. Fakat fideler 4 gerçek yaprağa ulaştığında ilk semptomlar belirmeye başlamaktadır. elde ettiğimiz sonuçlar, Bosland ve Lindsey (1991)'in sonuçlarıyla paralellik göstermektedir. Dayanıklılığı sağlayan genetik mekanizmalar bitkinin farklı kısımları için birbirinden farklı olmaktadır (Sy ve ark., 2005). Bu yüzden materyalin alındığı kısım çalışma için önemlidir.

Çok hassas genotiplerde peroksidaz enzim aktivitesi düşük düzeylerde iken, çok dayanıklı (10 no'lu genotip-CM 334) genotipde ve kısmi dayanıklılık gösteren genotiplerde (3, 13, 25, 38, 48 ve 57) enzim aktivitesi oldukça yüksek seviyelerde saptanmıştır. Katalaz enzim içeriği bazı genotiplerde farklılık gösterse de genelde peroksidaz sonuçlarına benzer sonuçlar vermiştir. Özellikle inokülasyonun ilk zamanlarında hassas gözükten genotiplerin genelde peroksidaz açısından yüksek ancak katalaz içeriği yönünden ise değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir. Peroksidaz enzim içeriği belirleyici olarak kullanabiliriz. Çünkü peroksidaz (POD), bir oksido-indirgeyici enzimdir hücre duvarı polisakkarit süreçlerine katılan fenollerin oksidasyonu, suberizasyonu ve savunma sırasında ev sahibi bitki hücrelerinin lignifikasyonu patojenik maddelere karşı reaksiyonunu sağlamaktadır (Ray ve ark., 1998). Dayanıklı bitki dokularında peroksidaz yüksek miktarda bulunmaktadır (Breusegem ve ark., 2001: Lin ve Kao, 2001). Lignin birikimi ve fenolik bileşikler hastalıkla korelasyona girmiştir. Hatta buğday-Fusarium graminearum (Mohammadi ve Kazemi, 2002) ve salatalık-

Pythium aphanidermatum (Chen ve ark., 2000) bitkilerinde de benzer sonuçlar yakalanmıştır. Peroksidazın hücre duvarı metabolizmasında yer aldığına (Welinder 1993) ve yaraların iyileşmesinde rol oynayan anti-mikrobiyal bileşiklerin üretiminde bulunduğuna (Kobayashi ve ark., 1994) inanılmaktadır. Dayanıklılık gösteren çeşit/hat/genotiplerde peroksidaz içeriğinin artış gösterme eğiliminde olduğu saptanmıştır (Jung ve ark., 2006).

Tablo 4.3. İlk İnokulasyonda Biber hat ve genotiplerin 0-5 Skalasına göre Değerlendirilmesi

<i>Capsicum</i> spp. Genotipleri	GÜNLER				<i>Capsicum</i> spp. Genotipleri	GÜNLER			
	4	8	12	16		4	8	12	16
1	0	4	5	5	31	0	2	1	5
2	0	4	5	5	32	0	3	3	5
3	0	0	1	1	33	0	3	4	5
4	0	2	2	5	34	0	2	1	5
5	0	1	1	5	35	0	2	1	5
6	0	1	2	5	36	0	2	1	5
7	0	1	3	5	37	0	2	1	5
8	0	1	3	5	38	0	1	1	3
9	0	1	2	5	39	0	2	3	5
10	0	0	0	0	40	0	2	2	5
11	0	0	1	5	41	0	2	4	5
12	0	3	5	5	42	0	2	3	5
13	0	0	1	2	43	0	1	4	5
14	0	1	3	5	44	0	2	2	5
15	0	1	3	5	45	0	3	5	5
16	0	1	4	5	46	0	2	4	5
17	0	1	4	5	47	0	1	2	5
18	0	3	4	5	48	0	1	1	3
19	0	1	4	5	49	0	2	4	5
20	0	2	3	5	50	0	2	4	5
21	0	1	5	5	51	0	2	3	5
22	0	3	5	5	52	0	1	4	5
23	0	3	4	5	53	0	1	3	5
24	0	2	2	5	54	0	1	3	5
25	0	1	1	2	55	0	1	2	5
26	0	2	1	5	56	0	1	3	5
27	0	2	5	5	57	0	0	1	3
28	0	3	2	5	58	0	1	2	5
29	0	2	3	5	59	0	1	2	5
30	0	3	4	5	60	0	1	3	5

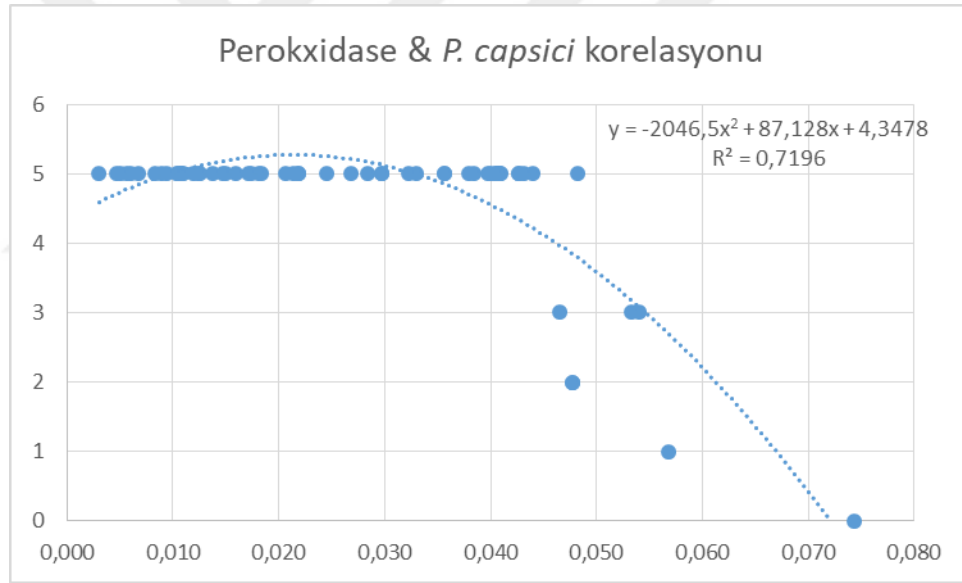
0-5 skalası hastalığı belirlemek için kullanılmıştır. 0, hiçbir hastalık belirtisi olmadığını, 5 ise en yüksek hastalık belirtisi rakamını temsil etmektedir. 5 skala değerini alan genotiplerde hastalık çok şiddetli ve sürekli olarak gözlemlenmiştir. 0 ila 5 değerleri arasında kalan genotiplerde belirti ayırımı çok dikkat gerektirmiştir. Hatta bazı genotipler (3, 25 ve 38 nolu) ilk değerlendirmede yüksek değer alırken sonraki gözlemlerde daha düşük yani dayanıklı genotipler grubuna girecek değerler almıştır. İnokulasyondan 16 gün sonra hassas genotipler ile dayanıklı ve kısmi, dayanıklı genotipler arasında belirgin farklar belirmeye başlamıştır. Enzim (peroxidaz ve katalaz) içerikleri ile de paralellik göstermeye başlamıştır. Bazı genotipler ilkin hassas grup arasında yer alıyorsa da ilerleyen zaman içinde daha düşük skorlar almaya yani daha az hastalık belirtisi göstermeye başlamıştır (Gayoso ve ark., 2004; Ray ve ark., 1998; Ponmurugan ve ark., 2007). Dayanıklılık veya hassasiyetlik bazı genotiplerde doğrusal bir seyir izlememiştir. 28, 35 ve 45 nolu genotipler sonuçta hassas olarak belirlenmiş ve ilk inokulasyonda ölmüşse de, hastalık belirtilerinde iyileşme varmış gibi tepkilerde bulunan genotipler arasında yer almışlardır. Yine 3, 25 ve 38 no'lu genotiplerde de önce yüksek skala değeri ardından daha düşük skala değerleri aldıkları gözlemlenmiştir.

Bitkisel materyallerimizden 10 nolu genotip her gözlemde 0 skala değerine sahip olmuştur. Bu materyalimiz hiç hastalık belirtisi göstermeden en dayanıklı materyal olarak saptanırken, 33 nolu genotibimizde ise inokulasyondan 4 sonraki ilk gözlemimizde dahi ilk hastalık belirtileri gösteren genotibimiz olarak saptanmıştır. Yine skorda stabil değerlere sahip olmayan hassas genotiplerin aynı şekilde enzim aktivite içeriği yönünden de yeterli bir değerlere sahip olmadığı tespit edilmiştir. Skala değerlerinde her gözlemdeki paralel olmayan farklılıklar, enzim aktivitesinden kaynaklı olabileceği gibi, hatların her ne kadar morfolojik olarak durulmuş ise de genetik olarak durulmadığının bir işareti de olabilir.

Biber sebzесinin de içinde yer aldığı değişik familyadaki bitkilerde peroksidaz aktivitesi ile fenolik bileşik miktarı arasında bir korelasyon olduğu da belirtilmektedir (Candole ve ark., 2012). Peroksidaz ve benzeri enzimler, patojenlere karşı savunma boyunca bitki hücre duvarında fenoliklerin oluşmasına ve artmasını tetiklemektedir. Bazı çalışmalarda hastalık bulaştırılmasından yaklaşık olarak bir hafta sonra bitkinin özellikle gövde ve yapraklarında peroksidaz artışının yanında fenolik kapsamında da artış olduğu hatta bu artışın maksimum seviyeye çıktığı tespit edilmiştir (Gayoso ve

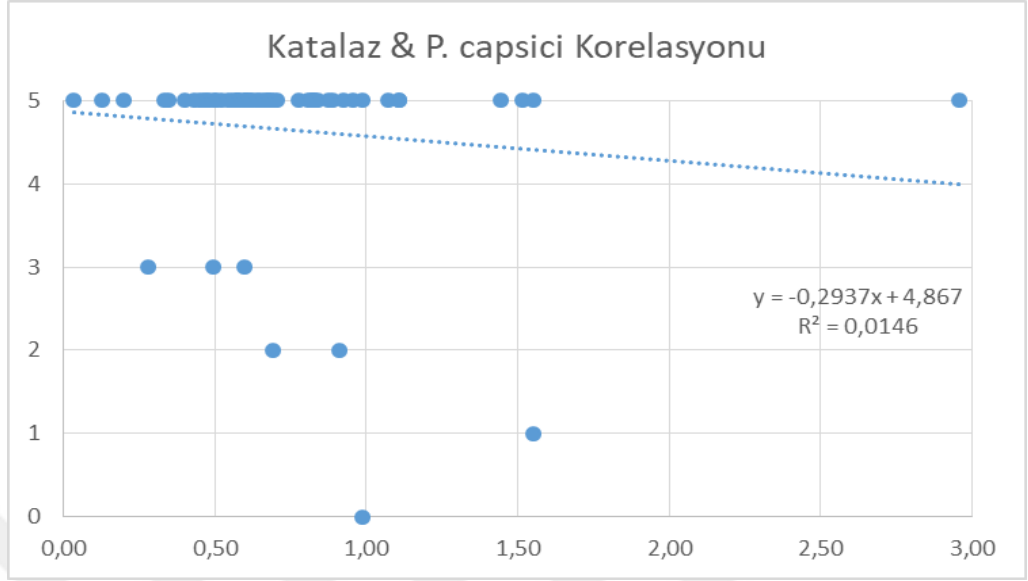
ark., 2004). Dünyada *P. capsici*'e dayanıklı olarak bilinen ve çalışmamızda da hem 0-5 skalasına göre hem de peroksidaz ve katalaz içeriğine göre dayanıklılık gösteren CM 334 (kısmi yabancı) hassas genotiplere göre peroksidaz aktivitesi en yüksek genotip olarak saptanmıştır. Aynı şekilde katalaz içerikleri de dayanıklı-hassas ayırmada belirleyici olmuştur. Dolayısıyla peroksidaz ve katalaz, özellikle peroksidaz içeriği ile *P. capsici* arasında yüksek oranda bir ilişki vardır. Hassas çeşitlerdeki enzim aktivitesinin yetersiz oluşu, bu genotiplerin hastalığa karşı savunmada yenik düştüğü sonucuna varabiliriz. Hassas genotiplerin belli süre hastalıktan ölmeyip yaşamalarını ise içerdikleri fenol maddeleri tükettiklerinden kaynaklandığını söyleyebiliriz (Grafik 1 ve Grafik 2.).

Şekil 4.1. Peroksidaz ile *P. capsici* arasındaki korelasyon



Ponmurugan ve ark. (2007)'nin de belirttiği gibi patojenlerin metabolizmasını dağıtmaya, dengesizleştirmeye neden olabilecek bazı metabolitlerin üretilmesine yönelik olabileceği tahmin edilmektedir. Belki de, ROS (serbest radikal)'ların aşırı üretimi ve antioksidan savunmanın tüketimi ile hücrelerdeki oksidan - antioksidan dengesinin bozulması ve oksidatif stresin meydana gelmiş olmasıdır (Koç ve Üstün, 2016). Enzim içeriği ile hastalığa dayanıklılık arasında yüksek korelasyon bulunmaktadır.

Şekil 4.2. Katalaz ile *P. capsici* arasındaki korelasyon



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Gen havuzumuzdan çalışma için elde edilen genotiplerin çok az bir kısmı hastalığın başlangıç aşamasında hastalığın kontrol edilmesinde kısmi dayanıklılık göstermiştir. Bu genotiplerin birçoğu ilk inokulasyon uygulandığında ölmüştür. Çok az sayıda genotipimiz ise inokulasyonun ilk iki haftasında çok fazla olumsuz tepki vererek ölmüştür. CM 334 no'lu genotip hem iki inokulasyonda da dayanıklılık göstermiş hem de iki inokulasyon sonucunda hastalık belirtisinin hiçbirini göstermemiştir. Kısmi dayanıklılık gösteren genotiplerin [P1, 13 (Urfa), 25 (UKST), 38 (Uİ), 48 (UKDT), 57 (ANKSB)] yapraklarında ilk inokulasyon sonucunda zayıf semptomlar belirlemiştir. Yeni sürgün oluşumu bu genotiplerde tespit edilmiştir. Ancak ikinci inokulasyonda bu genotipler de hastalık belirtileri inokulasyonun uygulanmasından sonra ilk haftadan itibaren yüksek oranda belirlemiştir. Bu genotiplerde ölümler yaklaşık olarak 2 haftada gözlenmiştir. İslahçılar için inokulasyon uygulamasından sonraki ilk bir hafta önemlidir. İnokulasyon sonucunda ilk haftada direnç göstermeye başlayan genotiplerin ıslah materyali olabileceğini gözlemlerimiz sonucunda söyleyebilmekteyiz. Dirençli ya da çok dirençli olarak bulunan genotiplerin ticari biber yetiştiriciliğinde verim ve meyve kaliteleri kullanılmayacak durumdadır. Dayanıklı olan CM 334 no'lu genotipin meyve kalitesi ve verim değerleri düşüktür. Kısmi dirençli olan genotiplerimiz (ilk iki haftalık zaman diliminde ölmemeleri ve hastalıktan dolayı ikinci inokulasyondan sonra ölmeleri) Hwang ve ark. (1996) sonuçlarına dayanılarak belirleyebiliriz. Çünkü P. capsici'ye dayanıklılık bitki gelişiminin son aşamalarında ortaya çıkmaktadır.



6. KAYNAKLAR

- Adorada, D. L., Biles, C. L., Liddell, C. M., Waugh, K. O., & Waugh, M. E., 2000. Disease development and enhanced susceptibility of wounded pepper roots to *Phytophthora capsici*. *Plant pathology*, 49(6), 719-726.
- Akgül, D. S., ve Mirik, M., 2008. Biocontrol of *Phytophthora capsici* on pepper plants by *Bacillus megaterium* strains, *Journal of Plant Pathology*, 29-34.
- Alvarez, L.A., Gramaje, D., Abad-Campos, P. and García-Jiménez, J., 2009. Role of the *Helix aspersa* Snail as a Vector of *Phytophthora citrophthora* Causing Branch Cankers on Clementine Trees in Spain, *Plant Pathology*, 58, 956-963.
- Anandaraj, M., 2000. Disease of Black Pepper. In: Ravindran, P.N., Ed., Black Pepper (*Piper nigrum*), Indian Institute of Spices Research, Kozhikode, *Overseas Publishers Association*, 239-268.
- Asada, K. (1992). Ascorbate peroxidase—a hydrogen peroxide-scavenging enzyme in plants. *Physiologia Plantarum*, 85(2), 235-241.
- Awori, E., Tusiime, G., and Nkalubo, S., 2012. Marker assisted introgression of *Phytophthora capsici* resistance genes into locally adapted pepper variety cv. scotch bonnet. In *Ruforum Third Biennial Conference, Entebbe*, Uganda, 24-28 September 2012.
- Baral, J ve Bosland P.W., 2002. An update synthesis of the *Capsicum* genus. *Capsicum and Eggplant Newsletter*, 21, 11-21.
- Bergmeyer, J., and Grassl, M. (1982). Methods of enzymatic analysis (3rd Edn), Vol. I.
- Black, L. L., Green, S. K., Hartman, G. L., & Poulos, J. M., 1991. Pepper diseases: a field guide. Asian Vegetable Research and Development Center.
- Bosland, P.W. and Lindsey, D.L., 1991. A seedling screen for phytophthora root rot of pepper, *Capsicum annuum*. *Plant Dis.* 75:1048–1050.
- Bowers, J. H., Martin, F. N., Tooley, P. W., and Luz, E. D. M. N., 2007. Genetic and morphological diversity of temperate and tropical isolates of *Phytophthora capsici*. *Phytopathology*, 97(4), 492-503.
- Breusegem, F.V., Vranova, E., Dat, J.F., Inze, D., 2001. The role of active oxygen species in plant signal transduction. *Plant Science*, 161:405-414.
- Café-Filho, A.C. and Duniway, J.M., 1995. Dispersal of *Phytophthora capsici* and *P. parasitica* in Furrow-Irrigated Rows of Bell Pepper, *Tomato and Squash. Plant Pathology*, 44, 1025-1032.
- Candole, B. L., Conner, P. J., & Ji, P. (2012). Evaluation of phytophthora root rot-resistant *Capsicum annuum* accessions for resistance to phytophthora foliar blight and phytophthora stem blight. *Agricultural Sciences*, 3(05), 732.
- Chang, H., Siegel, B. Z., and Siegel, S. M. (1984). Salinity-induced changes in isoperoxidases in taro *Colocasia esculenta*. *Phytochemistry*, 23(2), 233-235.
- Cinar A., Biciçi M., 1977. Control of *Phytophthora capsici* Leonian on red peppers. *Journal of Turkish Phytopathology*, 6,119-124.

- Da Costa Ribeiro, C. S., and Bosland, P. W., 2012. Physiological race characterization of *Phytophthora Capsici* isolates from several host plant species in Brazil using New Mexico recombinant inbred lines of *Capsicum annuum* at two inoculum levels. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 137 (6), 421-426.
- Deepa N., Kaur C., George B., Singh B., Kapoor H.C., 2007. Antioxidant constituents in some sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) genotypes during maturity. *LWT-Food Science and Technology*, 40,121-129.
- Djian-Caporalino, C., Lefebvre V., Sage-Daubeze A-M and Palloix A, 2006. Capsicum: Genetic Resources, Chromosome Engineering, and Crop Improvement: Vegetable Crops (ed. by RJ Singh). *Taylor and Francis*, pp. 552
- Dong, M. W., 2000. Instruments and Applications How Hot Is That Pepper? Quantifying capsaicinoids with chromatography. *Today's Chemist at Work*, 9 (5), 17-22.
- FAO, 2016. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Fernandez-Pavia, S.P., Biles, C.L. and Liddell, C.M., 2004. Characterization of Southern New Mexico *Phytophthora capsici* Leonian Isolates from Pepper (*Capsicum annuum* L.). *Revista Mexicana de Fitopatología*, 22(1), 82-89.
- Fridovich, I. (1986). Biological effects of the superoxide radical. *Archives of biochemistry and biophysics*, 247(1), 1-11.
- Gayoso, C., Pomar, F., Merino, F., and Bernal, M. A., 2004. Oxidative metabolism and phenolic compounds in *Capsicum annuum* L. var. *annuum* infected by *Phytophthora capsici* Leon. *Scientia Horticulturae*, 102(1), 1-13.
- Glosier, B. R., Ogundiwin, E. A., Sidhu, G. S., Sischo, D. R., and Prince, J. P., 2008. A differential series of pepper (*Capsicum annuum*) lines delineates fourteen physiological races of *Phytophthora capsici*. *Euphytica*, 162(1), 23-30.
- Gómez-Rodríguez, O., Corona-Torres, T., and Aguilar-Rincón, V. H., 2017. Differential response of pepper (*Capsicum annuum* L.) lines to *Phytophthora capsici* and root-knot nematodes. *Crop protection*, 92, 148-152.
- Granke, L. L., Quesada-Ocampo, L., Lamour, K., and Hausbeck, M. K., 2012. Advances in research on *Phytophthora capsici* on vegetable crops in the United States. *Plant Disease*, 96(11), 1588-1600.
- Hausbeck, M.K. and Lamour, K.H., 2004. *Phytophthora capsici* on Vegetable Crops: Research Progress and Management Challenges. *Plant Disease*, 88(12), 1292-1301.
- Hoffman P.G, Lego M.C, Galetto W.G., 1983. Separation and quantification of red pepper major heat principles by reverse-phase high-pressure liquid chromatography. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 31 (6),1326-1431.
- Hurtado-Gonzales, O., Aragon-Caballero, L., Apaza-Tapia, W., Donahoo, R., and Lamour, K. 2008. Survival and spread of *Phytophthora capsici* in coastal Peru. *Phytopathology*, 98(6), 688-694.

- Hwang, S. Y., Benjamin, L. E., Oh, B., Rothstein, J. L., Ackerman, S. L., Beddington, R. S. P., ... & Knowles, B. B., 1996. Genetic mapping and embryonic expression of a novel, maternally transcribed gene Mem3. *Mammalian Genome*, 7(8), 586-590.
- Jebara, S., Jebara, M., Liman, F. and Aouani, E., 2005. Changes in ascorbate peroxidase, catalase, guaiacol peroxidase superoxide dismutase activities in common bean nodules under salt stress. *Journal of Plant Physiology*, 162, 929-936.
- Ji, P., and Csinos, A. S., 2015. Effect of oxathiapiprolin on asexual life stages of *Phytophthora capsici* and disease development on vegetables. *Annals of Applied Biology*, 166(2), 229-235.
- Jung, W. J., Jin, Y. L., Park, R. D., Kim, K. Y., Lim, K. T., & Kim, T. H. (2006). Treatment of *Paenibacillus illinoisensis* suppresses the activities of antioxidative enzymes in pepper roots caused by *Phytophthora capsici* infection. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 22(9), 901-907.
- Kang, D. S., Min, K. J., Kwak, A. M., Lee, S. Y., & Kang, H. W. (2017). Defense Response and Suppression of *Phytophthora* Blight Disease of Pepper by Water Extract from Spent Mushroom Substrate of *Lentinula edodes*. *The Plant Pathology Journal*, 33(3), 264.
- Keçeli, M. A., 2008. *Characterization of peppers for antioxidant content and virus resistance* (Master's thesis, *İzmir Institute of Technology*).
- Kim, Y. J., Hwang, B. K. and Park, K. W. 1989. Expression of age-related resistance in pepper plants infected with *Phytophthora capsici*. *Plant Dis.* 73:745-747.
- Kobayashi, A., Koguchi, Y., Kanzaki, H., Kajiyama, S. & Kawazu, K. 1994 A new type of antimicrobial phenolic produced by peroxidase and its possible role in the chemical defense systems against plant pathogens. *Journal of Bioscience* 49, 411–414.
- Koç, E. (2010). *Phytophthora capsici* Leon. 'un farklı inokulum konsantrasyonlarının biberde (*Capsicum annuum* L.) antioksidanlara etkisi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Koç E., Üstün, A. S., 2016. *Phytophthora capsici* Leon. ile enfekte edilen duyarlı ve dayanıklı biber genotiplerinin köklerinde antioksidatif tepkiler ve lipid peroksidasyonu/Antioxidative Reactions and Lipid Peroxidation in Roots of Susceptible and Resistant Pepper Genotypes infected with *Phytophthora capsici* Leon. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 28(5).
- Kueh, T.K., 1990. Major Diseases of Black Pepper and Their Management. *The Planter, Kaula Lumper*, 66(767), 59-69.
- Kurian, A. L., and Starks, A. N., 2002. HPLC analysis of capsaicinoids extracted from whole orange habanero chili peppers. *Journal of food science*, 67(3), 956-962.
- Lamour, K. H., Stam, R., Jupe, J., & Huitema, E., 2012. The oomycete broad-host-range pathogen *Phytophthora capsici*. *Molecular plant pathology*, 13(4), 329-337.

- Lee, B. K., Kim, B. S., Chang, S. W., and Hwang, B. K., 2001. Aggressiveness to pumpkin cultivars of isolates of *Phytophthora capsici* from pumpkin and pepper. *Plant Dis.* 85,497-500.
- Les Dean JR, Padley (2008). *Identification and characterization of resistance to Phytophthora capsici within squash (Cucurbita spp.)* (Doctoral dissertation, University of Florida).
- Lima, M. F., de Carvalho, S. I. C., Ragassi, C. F., Bianchetti, L. B., Faleiro, F. G., and Reifschneider, F. J. B., 2017. Characterization of a pepper collection (*Capsicum frutescens* L.) from Brazil. *Embrapa Hortaliças-Artigo em periódico indexado (ALICE)*.
- Lin, C.C., Kao, C.H., 2001. Cell wall peroxidase activity, hydrogen peroxide level and NaCl-inhibited root growth of rice seedlings. *Plant and Soil*, 230:135-143.
- Maharijaya, A., 2013. *Resistance to thrips in pepper*. Wageningen UR.
- Majid, M. U., Awan, M. F., Fatima, K., Tahir, M. S., Ali, Q., Rashid, B., and Husnain, T. 2017. Genetic resources of chili pepper (*Capsicum annuum* L.) against *Phytophthora capsici* and their induction through various biotic and abiotic factors. *Cytology and Genetics*, 51(4), 296-304.
- Manohara, D. and Rizal, M., 2002. Pests and Diseases on Pepper in Indonesia and Their Management. *Paper Presented at the Symposium on Pests and Diseases on Pepper. Sarawak, Malaysia*.
- McGregor, C., Waters, V., Nambeesan, S., MacLean, D., Candole, B. L., and Conner, P., 2011. Genotypic and phenotypic variation among pepper accessions resistant to *Phytophthora capsici*. *Hort Science*, 46(9), 1235-1240.
- Mchau, G.R.A. and Coffey, M.D., 1995. Evidence for the Existence of Two Distinct Subpopulations in *Phytophthora capsici* and a *Redescription of the Species*. *Mycological Research*, 99, 89-102.
- Meckelmann, S. W., Jansen, C., Riegel, D. W., van Zonneveld, M., Ríos, L., Peña, K., ... & Petz, M. (2015). Phytochemicals in native Peruvian *Capsicum pubescens* (rocoto). *European Food Research and Technology*, 241(6), 817-825.
- Messaouda, B., Abdelhadi, G., and Samia, M. A., 2015. Susceptibility of Algerian pepper cultivars (*Capsicum annuum* L) to *Phytophthora capsici* strains from different geographic areas. *African Journal of Biotechnology*, 14(44), 3011-3018.
- Minamiyama, Y., Tsuru, M., Kubo, T and Hirai, M., 2007. QTL Analysis for Resistance to *Phytophthora capsici* in pepper using a high density SSR-based Map. *Breeding Science* 57,129-134.
- Mohammadi, M., Kazemi, H., 2002. Changes in peroxidase and polyphenol activity in susceptible and resistant wheat heads inoculated with *Fusarium graminearum* and induced resistance. *Plant Science*, 162:491-498.
- Moscone E.A, Lambrou M. and Ehrendorfer F., 1996. Fluorescent chromosome banding in the cultivated species of *Capsicum* (Solanaceae). *Plant Systematics and Evolution*, 202, 37-63.

- Nam, T.N.T., 2012. Final Report of Project: Research, Supplement of Technical Standar for Black Pepper Production Following GAP in GiaLai.The Western Highlands Agriculture and Forestry Science Institute.
- Nambiar, K.K.N. and Sarma,Y.R., 1982. Some aspects of epidemiology of foot rot of black pepper. *Phytophthora Diseases of Tropical Cultivated Plants, Central Plantation Crops Research Institute, Kasragod*, 225-231.
- Nguyen, V. L. (2015). Spread of *Phytophthora capsici* in black pepper (*Piper nigrum*) in Vietnam. *Enggineering*, 7, 506-513.
- O’Gara, E., Howard, K., Wilson, B. and Hardy, G.E.S.J., 2005. Management of *Phytophthora cinnamomi* for Biodiversity Conservation in Australia: Part 2— National Best Practice Guidelines. A Report Funded by the Commonwealth Government Department of Environment and Heritage and the Centre for *Phytophthora* Science and Management Murdoch University, Western Australia.
- Ogundiwin, E.A., Berke, T.F., Massoudi, M., Black, L., Haestis, G., Choi, D., Lee, S. and Prince, J.P., 2005. Construction of 2 intraspecific linkage maps and identification of resistance QTLs for *Phytophthora capsici* root-rot and foliar-blight diseases of pepper (*Capsicum annum* L.). *Plant Genome* 48(4), 698-711.
- Ortega, C. (1991). Papel de diversas especies icticas no naturalmente sensibles a la Necrosis Pancreatica Infecciosa (IPN) que habitan los rios aragoneses como portadores del virus IPN, y su detecci6n mediante diferentes t6cnicas diagnosticas (Doctoral dissertation, Doctoral Thesis, Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza, Spain).
- Ortega, I. M., Bryant, F. C., & Drawe, D. L., 1995. Contrasts of esophageal-fistula versus bite-count techniques to determine cattle diets. *Journal of Range Management*, 498-502.
- Ozgonen, H., and A. Erkilic, 2007. "Growth enhancement and *Phytophthora* blight (*Phytophthora capsici* Leonian) control by arbuscular mycorrhizal fungal inoculation in pepper." *Crop Protection*, 26(11), 1682-1688.
- Petry, R., Paz-Lima, M. L., Caf6-Filho, A. C., Boiteux, L., ve Reis, A., 2016. Reaction of *Solanum* (section *Lycopersicon*) accessions to *Phytophthora capsici* isolates. In *Embrapa Hortali7as-Resumo em anais de congresso (Alice)*. In: Congresso Brasileiro De Fitopatologia, 49.
- Pickersgill B., 1997. Genetic resources and breeding of *Capsicum* spp. *Euphytica*, 96, 129- 133.
- Pickersgill, B., 1971. Relationships between weedy and cultivated forms in some species of chili peppers (genus *Capsicum*). *Evolution*, 25(4), 683-691.
- Pochard, E., Molot, P. M., & Dominguez, G. (1983). Etude de deux nouvelles sources de r6sistance 6 *Phytophthora capsici* Leon. chez le piment: confirmation de l’existence de trois composantes distinctes dans la r6sistance. *Agronomie*, 3(4), 333-342.
- Ponmurugan P, Baby UI, Rajkumar R., 2007. Growth, photosynthetic, and biochemical responses of tea cultivars infected with various diseases. *Photosynthetica* 45: 143-146.

- Quesada-Ocampo, L. M., Granke, L. L., Mercier, M. R., Olsen, J. and Hausbeck, M. K., 2011. Investigating the Genetic Structure of *Phytophthora capsici* Population. *Phytopathology* 101(9), 1061-1073.
- Quirin, E. A., Ogundiwin, E. A., Prince, J. P., Mazourek, M., Briggs, M. O., Chlanda T. S., Kim, K-T., Falise, M., Kang, B-C. And Jahn, M. M., 2005. Development of sequence characterized amplified region (SCAR) primers for detection of Phyto. 5.2, a major QTL for resistance to *Phytophthora capsici* Leon. in pepper., *Theoretical and applied genetics*, 110(4), 605-612.
- Ramachandran, N., Sarma, Y. R., Anandaraj, M. and Abraham, J., 1988. Effect of Climatic Factors on Phytophthora Leaf Infection in Black Pepper Grown in Arecanut-Black Pepper Mixed Cropping System. *Journal Plantation Crops*, 16, 110-118.
- Ravindran, P. N., Babu, K. N., Sasikumar, B. and Krishnamurthy, K.S., 2000. Botany and Crop Improvement of Black Pepper. In: Ravindran, P.N., Eds., Black Pepper (Piper nigrum), Indian Institute of Spices Research Kozhikode, Overseas Publishers Association, Kerala, 13, 23-142.
- Ray, H., Douches, D.S., Hammerschmidt, R., 1998. Transformation of potato with cucumber peroxidase: Expression and disease response. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 53:93-103.
- Ristaino, J. B. and Johnston, S. A., 1999. Ecologically Based Approaches to Management of Phytophthora Blight on Bell Pepper. *Plant Disease*, 82(12), 1080-1089.
- Ristaino, J. B., & Gumpertz, M. L. (2000). New frontiers in the study of dispersal and spatial analysis of epidemics caused by species in the genus *Phytophthora*. *Annual Review of Phytopathology*, 38(1), 541-576.
- Scott, P., Burgess, T. I., and Hardy, G. E. S. J., 2013. Globalization and *Phytophthora*. In: Lamour, K., Eds., *Phytophthora: A Global Perspective*, CABI, Wallingford, pp. 226-232.
- Stephens, J. M., 1994. Pepper, Chili--Capsicum Annuum L. and Capsicum Frutescens L. University of Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agriculture Sciences, EDIS.
- Sunwoo J.Y., Lee K.Y., Hwang B.K., 1996. Induced resistance against *Phytophthora capsici* in pepper plants in response to DL-β-amino-n-butyric acid. *European Journal of Plant Pathology*, 102(7), 663-670
- Sy, T., Cote S., and Saavedra, R. 2005. The contagious leader: Impact of the leader's mood on the mood of group members, group affective climate, and group processes. *Journal of Applied Psychology*, 90, 295- 305.
- Şişecioğlu, M., Gülçin İ., Çankaya M., Atasever A., Şehitoğlu M. H., Kaya H. B. and Özdemir H., 2010. Purification and characterization of peroxidase from Turkish black radish (*Raphanus sativus* L.). *Journal of Medicinal Plants Research*, 4 (12), 1187- 1196.
- Thabuis, A., Lefebvre, V., Bernard, G., Daubeze, A. M., Phaly, T., Pochard, E., Palloix A., 2004. Phenotypic and molecular evaluation of recurrent selection program for

- a polygenic resistance to *Phytophthora capsici* in pepper. *Theoretical and Applied Genetics*, 109, 342- 351.
- Ton, N.T., Nam, T.N.T., Don, L.D., Tri, M.V., Hieu, N.M. and Phuong, N.B., 2005. S the Scientific, Technogological and Marketing Measures for the Development of Black Pepper Production Serving to Processing and Export. *Final Report of National Research Project. Institute of Agricultural Science for Southern Vietnam*.
- Truong, N.V., Liew, E.C.Y. and Burgess, L.W., 2010. Characterisation of *Phytophthora capsici* Isolates from Black Pepper in Vietnam. *Fungal Biology*, 114(2), 160-170.
- Üstün, A.S., Ellialtıoğlu, Ő., Mehmetoğlu, Ü., 2000. Biber (*Capsicum annuum* L.) Hücre Süspansiyon Kültüründe Kapsidiol Oluşumunu Etkileyen Bazı Etmenler. *XV. Ulusal Biyoloji Kongresi*, 5-9 Eylül 2000, Ankara
- Wei, Y.H., Pernelyn, S.T., Leila, M.B. and Adrienne, R.H., 2013. *Phytophthora Cinnamomi* in Australia. In: Lamour, K., Ed., *Phytophthora: A Global Perspective*. CABI, Wallingford, 124.
- Chen, C.Q., Belanger, R.R., Benhamou, N., Paulitz, T.C., 2000. Defense enzymes induced in cucumber roots by treatment with plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) and *Pythium aphanidermatum*. *Physiological and Molecular Plant Patholog3~*, 56:13-23.
- Xu, P., Jiang, L., Wu, J., Li, W., Fan, S., & Zhang, S. (2014). Isolation and characterization of a pathogenesis-related protein 10 gene (GmPR10) with induced expression in soybean (*Glycine max*) during infection with *Phytophthora sojae*. *Molecular biology reports*, 41(8), 4899-4909.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Gülşah SEYİTOĞLU
Doğum Yeri : Diyarbakır
Doğum Tarihi : 25.01.1987
Telefon : 05539217421
E-posta : gulsahseyitoglu21@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Atatürk Lisesi, Merkez, Diyarbakır	2004
Üniversite	: Dicle Üniversitesi, Merkez, Diyarbakır	2007
Yüksek Lisans	:	
Doktora	:	

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
-----	-------	--------

UZMANLIK ALANI

YABANCI DİLLER

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR