

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOKTORA TEZİ**

**Münevver GÖÇMEN**

**BİBERLERDE *Phytophthora capsici*'ye KARŞI DAYANIKLILIKTA  
GENOTİP x İZOLAT İNTERAKSİYONU VE FARKLI  
DAYANIKLILIK KAYNAKLARININ KARAKTERİZASYONU**

**BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

**ADANA, 2006**

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİBERLERDE *Phytophthora capsici*'ye KARŞI DAYANIKLILIKTA  
GENOTİP X İZOLAT İNTERAKSİYONU VE FARKLI  
DAYANIKLILIK KAYNAKLARININ KARAKTERİZASYONU**

**Münevver GÖÇMEN**

**DOKTORA TEZİ**

**BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

**Bu tez 27/01/2006 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği İle  
Kabul Edilmiştir.**

İmza.....

İmza.....

İmza.....

Prof. Dr Kazım ABAK

Prof. Dr. Salih MADEN

Prof. Dr. Kemal KOÇ

DANIŞMAN

ÜYE

ÜYE

İmza.....

İmza.....

Prof. Dr. Nebahat SARI

Prof. Dr. Saadet BÜYÜKALACA

ÜYE

ÜYE

**Bu tez Enstitümüz Bahçe Bitkileri Anabilim Dalında hazırlanmıştır.  
Kod No**

Prof Dr. Aziz ERTUNÇ  
Enstitü Müdürü

**Bu Çalışma Ç.Ü.Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.  
Proje No:ZF 2003 D 12**

**Not:** Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

## ÖZ

### DOKTORA TEZİ

BİBERLERDE *Phytophthora capsici*'ye KARŞI DAYANIKLILIKTA  
GENOTİP x İZOLAT İNTERAKSİYONU VE FARKLI  
DAYANIKLILIK KAYNAKLARININ KARAKTERİZASYONU

Münevver GÖÇMEN

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Kazım ABAK

Yıl : 2006, Sayfa:160

Jüri : Prof. Dr. Kazım ABAK

Prof. Dr. Salih MADEN

Prof. Dr. Kemal KOÇ

Prof. Dr. Nebahat SARI

Prof. Dr. Saadet BÜYÜKALACA

Bu çalışmada, *P. capsici*'ye karşı biberlerde (*Capsicum annuum* L) genetik dayanıklılık konusu araştırılmıştır. Çalışma dört bölüm halinde yürütülmüştür. İlk aşamada yerli ve yabancı 35 farklı biber genotipi, sekizi ülkemizden izole edilen biri ABD'den getirilen, *P. capsici*'nin 9 izolatu ile test edilmiş, genotip x izolat interaksiyonu araştırılmıştır. Deneme bulguları, ülkemizde *P. capsici*'nin fizyolojik ırklarının mevcut olduğunu ortaya koymuştur. İkinci bölümde, *P. capsici*'ye dayanıklı bulunan dört farklı genotip kendi aralarında melezlenerek bunlardan daha dayanıklı genotipler geliştirilmeye çalışılmıştır. Elde edilen F2 populasyonlarında mevcut ebeveynlerden daha dayanıklı transgresif bireyler elde edilmiş ve bunların kendilenmesiyle de dayanıklı hatlar geliştirilmiştir. Üçüncü bölümde, *P. capsici*'ye karşı kısmi dayanıklı yerli bir genotip olan KM2-11'deki dayanıklılığın, agresivite düzeyleri farklı üç izolata karşı dayanıklılığın kalıtımı incelenmiş, izolatlara ve hastalığın dönemlerine göre, dayanıklılığın kalıtım modelinin, değiştiği belirlenmiştir. Çalışmanın son aşamasında ise *P. capsici*'ye karşı dayanıklı ve duyarlı genotiplerden bazılarının filogenetik ilişkileri moleküler tekniklerle (SSR ve SRAP) araştırılmıştır. Bu çalışmada elde edilen bulgular sonucunda genel olarak dayanıklı genotiplerin akrabalık düzeylerinin uzak olduğu; KM2-11 genotipi, genetik olarak yine aynı populasyondan seçilen duyarlı genotip KMAE-12 hattına yakın akraba olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Capsicum annuum* L., dayanıklılık, konukçu- patojen  
interaksiyonu, kalıtım, filogenetik ilişki

## ABSTRACT

### PhD THESIS

# DIFFERENTIAL INTERACTIONS OF *Phytophthora capsici* ISOLATES WITH PEPPER GENOTYPES AND CHARACTERIZATION OF RESISTANCE RESOURCES

Münevver GÖÇMEN

DEPARTMENT OF HORTICULTURE INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES UNIVERSITY OF ÇUKUROVA

Supervisor : Prof. Dr. Kazım ABAK

Year : 2006, Pages:160

Jury : Prof.Dr. Kazım ABAK

Prof. Dr. Salih MADEN

Prof. Dr. Kemal KOÇ

Prof. Dr. Nebahat SARI

Prof.Dr. Saadet BÜYÜKALACA

This study encompasses an investigation of inheritance of resistance against *P. capsici* Leon on pepper. The study was carried out at four major steps. The first step was to test 35 different pepper genotypes obtained domestically or brought from abroad with nine *P. capsici* isolates, eight of which originating from Turkey and one from USA in order to study genotype x isolate interactions. Our findings revealed the existence of physiological races of *P. capsici* in Turkey. The second step was to develop transgressive segregants for enhanced resistance against *P. capsici* by cross breeding out of a population. The resulting four resistant genotypes identified in the first part of the study were intercrossed and transgressive segregants with enhanced resistance were selected and selfed, giving rise to resistant lines useful for crop improvement. The third step was to investigate the heritability of resistance of the partially resistant domestic genotype KM2-11 which was tested with three isolates with varying virulence levels. It was shown that heritability values changed depending on the isolates and the developmental stages of the disease isolates. The fourth and the last step was to investigate the phylogenetic relationship of pepper genotypes, both resistant and susceptible ones, via molecular techniques (SSR and SRAP). It was shown that resistant genotypes were genetically diverse and that the partially resistant KM2-11 genotype was genetically close to the susceptible "KMAE-12" genotype.

**KeyWords:** *Capsicum annuum* L., resistance, host-pathogen interaction, heritability, phylogenetic relationship.

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmamı yönlendiren ve tezimin hazırlanmasında büyük yardımlarını gördüğüm sayın hocam Prof. Dr.Kazım ABAK'a teşekkürlerimi sunarım.

Biberde *P. capsici* konusunda çalışmama neden olan ve tez süresince sürekli fikirlerinden yararlandığım değerli arkadaşım Dr. Cahid ÇAKIR'a ve doktora başlamamı destekleyen ve çalışmalarımın tüm evrelerinde bana maddi ve manevi destekte bulunan sevgili eşim Doç. Dr. Hüseyin GÖÇMEN'e teşekkür ederim.

Doktora tezimin arazi ve laboratuvar çalışmalarımın yürütülmesine imkan tanıyan Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne, Meyvecilik, Sebzeçilik ve Bitki Koruma bölümündeki tüm arkadaşlara özellikle Dr. Halis DEMİREL'e, Dr. Abdullah ÜNLÜ'ye, Şenay KURT'a, istatistik analizlerime yardım eden İbrahim ÇELİK ve Bülent ARPACI'ya, Kahramanmaraş ilinden izolatları toplayan Fatma VAKKASOĞLUNA teşekkürlerimi sunarım.

Doktora tezimin arazi çalışmalarında benimle birlikte çalışan ve çalışmanın her aşamasında sonuçları merakla takip eden sevgili Şükriye KARATAŞ'a, İkbâl ÇERÇEL'e ve Pervin KARA'ya şükranlarımı sunarım.

Tezimin yazım aşamasında, sonuçların değerlendirilmesinde ve yorumlanmasında bana destek olan Dr. Nedim MUTLU'ya ve moleküler biyoloji laboratuvar arkadaşlarım Zübeyir DEVRAN, Hatice İKTEN ve Dr. İlknur POLAT'a teşekkür ederim.

Tez çalışmalarım esnasında zaman zaman ihmal ettiğim sevgili oğullarım Alperen ve Fatih'e bana anlayış gösterdikleri için teşekkür ederim.

Tez süresince Antalya'dan Adana'ya her gelişimde bana sevgi ile kucak açan ve manevi destekte bulunan saygıdeğer anneme ve babama, sevgili kardeşlerim, Ayşegül, Murat, Duygu, Mahmut, Gülay, Veysel ve Arzu'ya şükranlarımı sunarım. Ayrıca, sevgili yeğenlerim, Batuhan, Ali Poyraz, Yasir, Duygu ve Afet Zehra'ya bana neşe kaynağı oldukları için teşekkür ederim.

Ayrıca, çalışmanın finansal desteğini sağlayan Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi, TAGEM ve BATEM yetkililerine teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

## SAYFA

<b>ÖZ</b> .....	<b>I</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>II</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>III</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>IV</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>VII</b>
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	<b>VIII</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>XII</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR</b> .....	<b>9</b>
2.1. Biber ( <i>Capsicum annuum</i> L.) Hakkında Genel Bilgiler.....	9
2.2. <i>Phytophthora</i> Hakkında Bilgiler.....	12
2.3. <i>Phytophthora capsici</i> L Hakkında Bilgiler.....	13
2.4. Biber ile <i>P.capsici</i> Arasında Gelişen Kimyasal Olaylar.....	15
2.5. <i>P.capsici</i> 'ye Karşı Dayanıklılık Konusunda Çalışmalar.....	18
2.6. Dayanıklılık Testleri İle İlgili Çalışmalar .....	23
2.7. <i>Capsicum</i> Cinsinde Moleküler Markırlar ve Genetik Haritalama.....	26
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	<b>31</b>
3.1. Materyal.....	31
3.1.1. Bitkisel Materyal.....	31
3.1.1.1. Genotip x İzolat İnteraksiyonu Çalışması.....	31
3.1.1.2. “Dayanıklı x Dayanıklı” Melezleme Çalışması.....	33
3.1.1.3. KM2-11 Genotipinin Dayanıklılığının Kalıtımı.....	33
3.1.1.4. Filogenetik İlişki Çalışması.....	34
3.1.2. Fungal Materyal.....	35
3.1.3. Moleküler Biyoloji Çalışması.....	35
3.2. Yöntemler.....	41
3.2.1. <i>P. capsici</i> 'nin İzolasyonu ve Çoğaltılması.....	41
3.2.1.1. İzolasyon.....	41

3.2.1.2. Çoğaltma ve Saklama.....	42
3.2.1.3. Tek Spor İzolasyonu.....	43
3.2.2. Bitkilerin Yetiştirilmesi ve Dayanıklılık Testlerinin Yapılması ...	43
3.2.2.1. Bitkilerin Yetiştirilmesi.....	43
3.2.2.2. Testlerin Yapılması.....	44
3.2.2.3. Nekroz Uzunluklarının Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi.....	46
3.2.3. “Dayanıklı x Dayanıklı” Melezlerinde Dayanıklılığın Belirlenmesi	47
3.2.4. KM2-11’deki Dayanıklılığın Kalıtımı İçin İzlenen Yöntemler....	49
3.2.5. Biber Genotiplerinde Moleküler Markırlarla Filogenetik İlişki.....	51
3.2.5.1. DNA İzolasyonu İçin Bitkisel Materyalin Yetiştirilmesi.....	51
3.2.5.2. DNA İzolasyonu.....	51
3.2.5.3. Primerlerin Sentezlenmesi.....	51
3.2.5.4. DNA Sentezlenmesi.....	52
3.2.5.5. DNA Bantlarının Değerlendirilmesi.....	52
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI</b> .....	<b>53</b>
4.1. Genotip x İzolat İnteraksiyonu Denemesi.....	53
4.1.1. Nekroz Uzunlukları .....	53
4.1.2. Nekroz İlerleme Hızları.....	68
4.2. “Dayanıklı X Dayanıklı” Genotip Melezleri .....	83
4.2.1. KM2-11 x PM 217 Melezlemesi .....	83
4.2.2. KM2-11 x CM 334 Melezlemesi .....	86
4.2.3. KM2-11 x PBC-178 Melezlemesi .....	89
4.2.4. PB178 x PM-217 Melezlemesi .....	92
4.2.5. PM-217 x CM 334 Melezlemesi .....	95
4.2.6. PBC-178 x CM 334 Melezlemesi .....	97
4.3. KM2-11 Genotipindeki Dayanıklılığın Kalıtımı.....	101
4.3.1. Ebeveyn x İzolat İnteraksiyonu .....	104
4.3.2. Dayanıklılığın Birinci Dönemi .....	106
4.3.3. Dayanıklılığın İkinci Dönemi .....	109
4.3.4. Dayanıklılığın Üçüncü Dönemi.....	112
4.3.5. Genotipik ve Çevresel Varyasyonlar.....	116

4.4. SSR ve SRAP Moleküler Markır Bulguları .....	117
4.4.1. SSR Markır Bulguları.....	117
4.4.2. SRAP Markır Bulguları.....	121
4.4.3. SSR ve SRAP Markırlarının Birlikte Değerlendirilmesi .....	124
<b>5. TARTIŞMA VE SONUÇ</b> .....	128
5.1. Genotip x İzolat İnteraksiyonu.....	128
5.2. Dayanıklı X Dayanıklı Genotip Melezleri.....	135
5.3. KM2-11'deki Dayanıklılığın Kalıtımı.....	140
5.4. Seçilmiş Biber Genotiplerinde Filogenetik İlişkisinin Belirlenmesi.....	142
<b>KAYNAKLAR</b> .....	148
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	159



## SİMGELER VE KISALTMALAR

<b>BC1</b>	Geriye Melez (Back Cross)
<b>AFLP</b>	Amplified Fragment Length Polymorphism
<b>RAPD</b>	Random Amplified Polymorphic DNA
<b>SRAP</b>	Sequence-Related Amplified Polymorphism
<b>DNA</b>	Deoksiribonükleik asit
<b>cM</b>	Santimorgan
<b>°C</b>	Santigrad derece
<b>QTL</b>	Kantitatif özellik bölgesi (Quantitative Trait Loci)
<b>NU</b>	Nekroz uzunluğu
<b>NİH</b>	Nekroz ilerleme hızı
<b>KT</b>	Kareler Toplamı
<b>SSR</b>	Simple Sequence Repeat
<b>NTSYS</b>	Numerical Taxonomy Multivariate Analysis System
<b>UPGMA</b>	Unweighted Pair-Group Method Algorithm
<b>PCR</b>	Polymerase Chain Reaction
<b>bp</b>	Baz çifti
<b>HRA</b>	High Resolution Agaroze
<b>R</b>	Dayanıklı
<b>MR</b>	Orta dayanıklı
<b>S</b>	Duyarlı

## ÇİZELGELER DİZİNİ

## SAYFA

<b>Çizelge 2.1.</b>	Ekonomik olarak önemli bazı <i>Phytophthora</i> türleri ve konukçuları.....	12
<b>Çizelge 3.1.</b>	Araştırmada yer alan biber genotiplerinin temin edildiği kaynaklar.....	32
<b>Çizelge 3.2.</b>	Filogenetik ilişki çalışmasında kullanılan materyal, temin edildiği yer ve <i>P. capsici</i> 'ye dayanıklılıkları .....	34
<b>Çizelge 3.3.</b>	Çalışmada kullanılan <i>P. capsici</i> izolatları ve toplandıkları yerler.....	35
<b>Çizelge 3.4.</b>	SSR primer çiftlerinin nükleotid dizilimleri.....	36
<b>Çizelge 3.5.</b>	SRAP primerlerin nükleotid dizilimleri.....	37
<b>Çizelge 3.6.</b>	Dayanıklı x Dayanıklı melez populasyonlarının testlerinde kullanılan bitki sayıları .....	48
<b>Çizelge 3.7.</b>	KMAE-12 x KM2-11 melez populasyonlarında testler için kullanılan bitki sayıları.....	49
<b>Çizelge 4.1.</b>	İnokulasyondan 3 gün sonra ölçülen nekroz uzunluğu verilerine ilişkin varyans analiz tablosu.....	54
<b>Çizelge 4.2.</b>	Biber genotiplerinin <i>P. capsici</i> izolatları ile inoküle edilmesini izleyen 3. gündeki nekroz uzunluğu ortalamaları (cm) .....	55
<b>Çizelge 4.3.</b>	İnokulasyondan 7 gün sonra ölçülen nekroz uzunluğu verilerine ilişkin varyans analiz tablosu.....	58
<b>Çizelge 4.4.</b>	Biber genotiplerinin <i>P. capsici</i> izolatları ile inoküle edilmesini izleyen 7. gündeki nekroz uzunluğu ortalamaları (cm) .....	60
<b>Çizelge 4.5.</b>	İnokulasyondan 10 gün sonra ölçülen nekroz uzunluğu verilerine ilişkin varyans analiz tablosu.....	61
<b>Çizelge 4.6.</b>	Biber genotiplerinin <i>P. capsici</i> izolatları ile inoküle edilmesini izleyen 10. gündeki nekroz uzunluğu (cm).....	62

<b>Çizelge 4.7.</b>	İnokulasyondan 14 gün sonra ölçülen nekroz uzunluğu verilerine ilişkin varyans analiz tablosu.....	65
<b>Çizelge 4.8.</b>	Biber genotiplerinin <i>P.capsici</i> izolatları ile inoküle edilmesini izleyen 14. gündeki nekroz uzunluğu ortalamaları (cm) .....	67
<b>Çizelge 4.9.</b>	İnokulasyondan 3 gün sonra nekroz ilerleme hızına ilişkin varyans analiz tablosu.....	68
<b>Çizelge 4.10.</b>	Biber genotiplerinin <i>P.capsici</i> izolatları ile inoküle edildikten sonraki ilk 3 gündeki ortalama nekroz ilerleme hızları .....	69
<b>Çizelge 4.11.</b>	İnokulasyondan 7 gün sonra nekroz ilerleme hızına ilişkin varyans analiz tablosu.....	72
<b>Çizelge 4.12.</b>	Biber genotiplerinin <i>P. capsici</i> izolatları ile inoküle edildikten sonraki 3. ve 7. günleri arasındaki ortalama nekroz ilerleme hızları .....	73
<b>Çizelge 4.13.</b>	İnokulasyondan 10 gün sonra nekroz ilerleme hızına ilişkin varyans analiz tablosu .....	75
<b>Çizelge 4.14.</b>	Biber genotiplerinin <i>P. capsici</i> izolatları ile inoküle edildikten sonraki 7. ve 10. günleri arasındaki ortalama nekroz ilerleme hızı (mm/gün) .....	76
<b>Çizelge 4.15.</b>	İnokulasyondan 14 gün sonra nekroz ilerleme hızına ilişkin varyans analiz tablosu.....	78
<b>Çizelge 4.16.</b>	Biber genotiplerinin <i>P. capsici</i> izolatları ile inoküle edildikten sonraki 10. ve 14. günleri arasındaki ortalama nekroz ilerleme hızları (mm/gün) .....	79
<b>Çizelge 4.17.</b>	Biber genotiplerinin <i>P. capsici</i> izolatları ile inokulasyonu izleyen 14. günde gösterdikleri nekroz ilerleme hızlarına göre sınıflandırılmaları.....	81
<b>Çizelge 4.18.</b>	KM2-11 x PM 217 melez populasyonları ve ebeveynlerinde dayanıklılığın üç dönemindeki nekroz ilerleme hızları.....	83

<b>Çizelge 4.19.</b> KM2-11 x CM 334 melez populasyonları ve ebeveynlerinde dayanıklılığın üç dönemindeki nekroz ilerleme hızları.....	88
<b>Çizelge 4.20.</b> KM2-11 x PBC-178 melez populasyonları ve ebeveynlerinde dayanıklılığın üç dönemindeki nekroz ilerleme hızları.....	89
<b>Çizelge 4.21.</b> PB178 x PM-217 melez populasyonları ve ebeveynlerinde dayanıklılığın üç dönemindeki nekroz ilerleme hızları.....	92
<b>Çizelge 4.22.</b> PM-217 x CM 334 melez populasyonları ve ebeveynlerinde dayanıklılığın üç dönemindeki nekroz ilerleme hızları.....	95
<b>Çizelge 4.23.</b> PBC-178 x CM 334 melez populasyonunun ve ebeveynlerin hastalığın üç dönemindeki nekroz ilerleme hızları.....	98
<b>Çizelge 4.24.</b> Dayanıklı x dayanıklı melez kombinasyonlarında dayanıklılık parametrelerinde belirlenen, genotipik ( $G_v$ ( $H^2$ )) ve çevresel ( $E_v$ ) varyanslar.....	100
<b>Çizelge 4.25.</b> Dayanıklılığın birinci döneminde farklı izolatların ebeveynlerde oluşturduğu ortalama nekroz ilerleme hızları (mm) .....	104
<b>Çizelge 4.26.</b> Dayanıklılığın ikinci döneminde farklı izolatların ebeveynlerde oluşturduğu ortalama nekroz ilerleme hızları (mm) .....	105
<b>Çizelge 4.27.</b> Dayanıklılığın üçüncü döneminde farklı izolatların ebeveynlerde oluşturduğu ortalama nekroz ilerleme hızları (mm) .....	106
<b>Çizelge 4.28.</b> Dayanıklılığın birinci döneminde ebeveynler ile F1, F2 ve BC1 generasyonunda belirlenen ortalama nekroz ilerleme hızları (mm) .....	106

<b>Çizelge 4.29.</b> Dayanıklılığın ikinci döneminde ebeveynler ile F1, F2 ve BC1 generasyonunda belirlenen ortalama nekroz ilerleme hızları ...	110
<b>Çizelge 4.30.</b> Dayanıklılığın üçüncü döneminde ebeveynler ile F1, F2 ve BC1 generasyonunda belirlenen ortalama nekroz ilerleme hızları (mm) .....	113
<b>Çizelge 4.31.</b> KMAE-12 x KM2-11 melezlemesinde dayanıklılık parametrelerinde belirlenen, genotipik ( $G_v$ ( $H^2$ )) ve çevresel ( $E_v$ ) varyanslar.....	116
<b>Çizelge 4.32.</b> Seçilen biber genotiplerinde polimorfik olan SSR markırları ve lokusları.....	119
<b>Çizelge 4.33.</b> SRAP primer kombinasyonu ile yapılan PCR sonucunda elde edilen ürünlerin %3'lük agaroz jelde yürütülmesi ile belirlenen DNA bant sayılar .....	123
<b>Çizelge 4.34.</b> SSR ve SRAP markır sistemleri ile analiz edilen 16 biber genotipinin genetik uzaklık matrisi.....	126

## ŞEKİLLER DİZİNİ

## SAYFA

<b>Şekil 3.1.</b>	SSR primer çiftlerinin biber genomundaki 1., 2. ve 3. lokustaki yerleri.....	38
<b>Şekil 3.2.</b>	SSR primer çiftlerinin biber genomundaki 4., 5. ve 6. lokustaki yerleri.....	39
<b>Şekil 3.3.</b>	SSR primer çiftlerinin biber genomundaki 7., 9., 10., 11., 12., 13., 14., 15. ve 16. lokustaki yerleri.....	40
<b>Şekil 3.4.</b>	Biber Kök Boğazı Yanıklığı etmeninin soldurduğu bir bitki (solda), kökboğazı üzerinde oluşan nekroz (sağda).....	42
<b>Şekil 3.5.</b>	Alt kültüre alınan izolatların ilk gündeki (solda) ve 7-8 gün sonraki (sağda) gelişme durumu.....	42
<b>Şekil 3.6.</b>	<i>P. capsici</i> ile duyarlı (a) ve dayanıklı (b) biber bitkilerinin kesilmiş gövde ucu ile yapılan inokulasyondan 21 gün sonraki durumu.....	45
<b>Şekil 3.7.</b>	Biber bitkilerinin kesilmiş gövde ucu yöntemi ile <i>P. capsici</i> inokulasyonu .....	45
<b>Şekil 3.8.</b>	<i>P. capsici</i> 'nin biber gövdesinde oluşturduğu nekroz (a) ve nekroz uzunluğunun ölçümü (b) .....	46
<b>Şekil 3.9.</b>	Biber genotipleri ve $\lambda$ DNA'nın %1'lik agaroz jeldeki görüntüsü .....	51
<b>Şekil 4.1.</b>	KM2 11 x PM 217 melezlemesi F2 popülasyonunda, iki izolata karşı, farklı dayanıklılık gruplarına giren bitki frekansları.....	84
<b>Şekil 4.2.</b>	KM2 11 x CM 334 melezlemesi F2 popülasyonunda, iki izolata karşı, farklı dayanıklılık gruplarına giren bitki frekansları.....	87
<b>Şekil 4.3.</b>	KM2 11 x PBC-178 melezlemesi F2 popülasyonunda, iki izolata karşı, farklı dayanıklılık gruplarına giren bitki frekansları.....	90

<b>Şekil 4.4.</b>	PBC-178 x PM 217 melezlemesi F2 populasyonunda, iki izolata karşı, farklı dayanıklılık gruplarına giren bitki frekansları.....	94
<b>Şekil 4.5.</b>	PM 217 x CM 334 melezlemesi F2 populasyonunda, iki izolata karşı, farklı dayanıklılık gruplarına giren bitki frekansları.....	96
<b>Şekil 4.6.</b>	PBC-178 x CM 334 melezlemesi F2 populasyonunda, iki izolata karşı, farklı dayanıklılık gruplarına giren bitki frekansları.....	99
<b>Şekil 4.7.</b>	KM2-11 ve KMAE-12 genotiplerinde Top-1, M-26 ve M-56 izolatlarına karşı inokulasyondan sonraki 3, 7, 10, 14, 17 ve 21. günlerde belirlenen nekroz uzunluğu (A) ve nekroz ilerleme hızı (B) değerleri.....	103
<b>Şekil 4.8.</b>	KMAE-12 x KM2-11 F2 generasyonunda <i>P. capsici</i> 'nin üç izolatlarına karşı dayanıklılığın birinci döneminde oluşan genetik açılım.....	107
<b>Şekil 4.9.</b>	KMAE-12 x KM2-11 BC <sub>KM2-11</sub> generasyonunda <i>P. capsici</i> 'nin üç izolatlarına karşı dayanıklılığın birinci döneminde oluşan genetik açılım.....	109
<b>Şekil 4.10.</b>	KMAE-12 x KM2-11 F2 generasyonunda <i>P. capsici</i> 'nin üç izolatlarına karşı dayanıklılığın ikinci döneminde oluşan genetik açılım.....	111
<b>Şekil 4.11.</b>	KMAE-12 x KM2-11 BC <sub>KM2-11</sub> generasyonunda <i>P. capsici</i> 'nin üç izolatlarına karşı dayanıklılığın ikinci döneminde oluşan genetik açılım.....	112
<b>Şekil 4.12.</b>	KMAE-12 x KM2-11 F2 generasyonunda <i>P. capsici</i> 'nin üç izolatlarına karşı dayanıklılığın 3. döneminde oluşan genetik açılım.....	114
<b>Şekil 4.13.</b>	KMAE-12 x KM2-11 BC <sub>KM2-11</sub> generasyonunda <i>P. capsici</i> 'nin üç izolatlarına karşı dayanıklılığın üçüncü döneminde oluşan genetik açılım.....	115

<b>Şekil 4.14.</b>	SSR primeri (Hpms 2-24) ile PCR yapılan DNA örneklerinin % 5'lik agaroz jeldeki DNA bant görüntüsü .....	118
<b>Şekil 4.15.</b>	Seçilmiş biber genotiplerinde SSR analiz sonucu elde edilen dendrogram .....	120
<b>Şekil 4.16.</b>	SRAP primer (Me3/em6) kombinasyonu ile PCR yapılan biber genotipleri DNA örneklerinin %3'lik agaroz jeldeki DNA bant görüntüsü.....	122
<b>Şekil 4.17.</b>	Seçilmiş biber genotiplerinde SRAP analiz sonucu elde edilen dendrogram .....	124
<b>Şekil 4.18.</b>	Seçilmiş biber genotiplerinde SSR ve SRAP analizleri sonucu elde edilen dendrogram (R; Dayanıklı, MR;Orta dayanıklı, S; Duyarlı) .....	127



**1. GİRİŞ**

İnsanoğlu, yaşamı için gerekli olan enerjinin bir bölümünü bitkilerden karşılamak için bilinçli ya da bilinçsiz olarak bitkisel üretim yapmıştır. Her geçen gün arttan dünya nüfusunu doyurmak amacıyla tarım alanlarını genişletmiş ve verimi arttırmıştır. Verim artışını, başlangıçta, geleneksel yöntemlerle (üstün nitelik gösteren kültür bitkilerini seçmek ve bu kültür bitkilerini yeni ve geniş tarım alanlarında yetiştirerek) gerçekleştirmiştir. Monokültür tarım yapılan alanlarda, kültür bitkilerinde zaman içerisinde hastalık ve zararlı sorunları başlamıştır. Oysa, milyonlarca yıldır, bitkilerle-mikroorganizmaların aynı ortamda beraber yaşadıkları dikkati çekmektedir. Mikroorganizmaların birçoğu, potansiyel bitki patojeni oldukları halde hastalık oluşumu nadiren ortaya çıkmaktadır. Buna rağmen, bir bitki türünün tek bir patojene karşı gösterdiği hassasiyet durumunda, ekonomik açıdan büyük kayıplara neden olabilecek çeşitli hastalık epidemileri meydana gelmektedir. İnsanlar, bitkiler ve patojenler arasındaki mücadeleye kendi gelecekleri söz konusu olduğu için hiçbir zaman kayıtsız kalmamıştır. Çünkü insanın yaşam kaynağını oluşturan ürünlerin, sağlıklı olmaları ve verimlilikleri her zaman insan için çok önemli olmuştur. Bu nedenle hastalıklara dayanıklı olan bitkiler seçilmiş, ıslah edilmiş, çoğaltılmıştır.

Geleneksel yöntemlerle seçilmiş yeni dayanıklı çeşitler, yeni tarım alanlarına girdiğinde, başlangıçta mevcut patojenlere karşı dayanıklıdır. Ancak o bölgede bulunan patojenler de bitkilerin mevcut dayanıklılık mekanizmalarını kırmak için devamlı baskı oluşturma eğilimindedir. Patojenlerin bitki üzerindeki en önemli baskısı, yeni varyasyonlar göstererek bitkilerdeki mevcut dayanıklılığı kırmasıdır. Patojendeki varyasyon eğilimi patojenlerin genotipine bağlıdır. Patojenlerde yeni varyasyon oluşumu, farklı bir patojen ile yeni bir kombinasyon oluşturma ya da patojende meydana gelen mutasyonlar patojenlerdeki varyasyonun kaynağını oluşturmaktadır.

Hastalık sorununun ortaya çıkmasına yol açan diğer bir sebep, yeni bitkiler ile beraber tarım alanına yeni patojen girişlerinin olmasıdır. Böyle bir olayda, “bitki – patojen-çevre” üçgeni arasında daha karmaşık olaylar ortaya çıkmaktadır. Bitkinin

yetiştirileceği yeni çevrenin etkisi, bitki ve patojen arasındaki ilişkileri çok farklı şekilde etkilemektedir. Çevre değişmesi, konukçu-patojen arasındaki ilişkide olayların bitki ya da patojen lehine dönüşmesine sebep olabilmektedir

Tarım yapılan alanlarda bitki, patojen ve çevre koşullarında devamlı olarak değişiklikler ortaya çıkmaktadır. Bu durum, insanları yeni arayışlara zorlamakta ve bitkilerde dayanıklılık sergileyen yeni ya da kombine genotiplerin ortaya çıkarılmasını zorunlu kılmaktadır. Doğaya bu şekilde yapılan müdahale, genellikle patojenlerin yeni varyasyonların oluşmasını sonuçlandırmakta ve patojenler yaşamlarını yeni konukçular üzerinde devam ettirmek zorunda kalmaktadır. Konukçu, patojen ve çevre döngüsünde, araştırmacılar devamlı olarak ya yeni genotiplerin araştırılması ya da mevcut genotiplerin ıslah edilmesi yönünde çalışmalar yapmak durumunda kalmaktadır.

Patojenler, konukçu bitkileri hastalandırabilmek için iki olayı gerçekleştirmektedir. İlk aşamada, patojen konukçuya giriş yaparak gelişmesini, üremesini ve yayılmasını sağlar. Patojenin, bitkiye girişini ve enfeksiyon oluşturmasını engelleyecek konukçudaki savunma mekanizmalarından kaçması, bastırması veya herhangi bir şekilde bitkide mevcut olan dayanıklılık sistemlerine üstün gelmesi gerekmektedir. Patojen, konukçuya giriş yapmak istediğinde ve enfeksiyon oluşturma durumunda, karşıt olarak bitkinin bir çok dayanıklılık mekanizması devreye girmekte ve patojeni engellemeye çalışmaktadır. İkinci aşamada, bitkiye girmiş olan patojen, onun gelişmesini ya da yayılmasını engellemeye çalışan mekanizmaları, bitkide mevcut birçok metabolik faaliyetleri geçmek zorundadır. Birçok faktör, konukçu-patojen ilişkisinin farklı devrelerinde, patojenlerin farklı konukçular üzerinde hastalık oluşturmasını engellemek için devreye girmektedir.

Bitkiler normal yetiştirme bölgelerinde birçok mikroorganizma ile kuşatılmıştır. Ancak bunlardan çok azını oluşturan bazı patojen mikroorganizmalar bitkilere zarar vermekte ve hastalık oluşturmaktadır. Belirli mikroorganizmaların belirli bitki türlerini hastalandırabildiği, hatta aynı patojenin farklı ırklarının, aynı bitki türünün kimi çeşitlerinde hastalık oluşturabildiği halde diğer kimi çeşitlerinde oluşturmadığı ortaya konulmuştur (Flor, 1971; Deverall, 1977; Holub ve ark. 1994).

Oomycetes sınıfına ait *Phytophthora capsici* adlı fungal patojen, *Solanacea* ve *Cucurbitecea* vd. familyalardaki bitki türlerinde ve özellikle *Capsicum* cinsinde Kök Boğazı yanıklığı hastalığı oluşturmakta ve önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır.

*Capsicum* cinsi, domates, patates, tütün ve petunyanın da dahil olduğu *Solanacea* familyasındandır. Tüm *Capsicum* türlerinin (*C. anomalum* hariç) bu türün orjini Asya'dır) orjini Amerika kıtasıdır. Özellikle Orta Amerika ve Meksika bir çok *Capsicum* türünün ana vatanıdır. Biber, Antartika hariç tüm Dünyada yetiştirilebilmektedir. Ancak, ılıman, subtropik ve tropik iklim kuşaklarında yetiştirildiğinde verim ve kalite artmaktadır. Biber, 5-15°C sıcaklıklarda çok iyi gelişme göstermemektedir. Düşük sıcaklığa domates kadar dayanıklı değildir. Bu nedenle ılıman iklim kuşağında yetiştiriciliği yapılan *Capsicum* türleri, kışların soğuk geçmesi nedeniyle tek yıllık olarak yetiştirilmektedir. Oysa tropik iklim kuşağında ise bitkiler birkaç yıldan fazla büyümeye devam edebildikleri için çok yıllık olarak yetiştirilmektedir.

Biberin kendine özgü aroması ve görünüşü nedeniyle çok değişik kullanım alanları vardır. Yemeklere aroma ve lezzet vermek için taze tüketimi yanında, kurutulularak toz biber şeklinde baharat sanayinde, sos, konserve, salça yapımında, renk maddesi olarak ve ilaç sanayisinde ve süs bitkisi olarak çevre düzenlemede kullanılmaktadır. Egzotik bir bitki türü olan biber, yıllar öncesinde İnkalar tarafından kutsal bir bitki olarak kabul edilmiş ve içerdiği acılık nedeniyle artrit (eklem iltihabı) tedavisinde kullanılmıştır. İçerdiği C vitamini ve antioksidant maddeler nedeniyle her geçen gün değeri artan bir bitki türüdür (Bosland ve Votava, 2000).

*Capsicum*, Kristof Kolomb'un, Amerika'yı keşfinden önce Avrupa, Asya ve Afrika kıtalarında yaşayan insanlar tarafından bilinmemekteydi. Karabibere benzer acılığı nedeniyle dikkati çeken biber bitkisi, önce Avrupa'ya oradan Afrika, Hindistan, Çin ve Japonya'ya hızlı bir şekilde yayılmıştır. İspanyollar ve Portekizliler biberin dünyaya yayılmasında etkili olmuşlardır (Bosland ve Votava, 2000).

Dünyada biber üretim alanı, 1 656 000 hektar olup bunun yaklaşık %5,5'u Türkiye de (88 000 hektar) bulunmaktadır. Dünyada biber üretimi ise 24 000 000 ton

olup, bu miktarın yaklaşık %7.5'u Türkiye'den sağlanmaktadır. Dünyada biber üretimi yapılan önemli ülkeler sırasıyla; Çin (12 028 000 ton), Meksika (1 854 000 ton), Türkiye (1.790.000 ton), İspanya (1 000 000 ton), Amerika (978 000 ton), Nijerya (720 00 ton), Mısır (390 000 ton), İtalya (362 000 ton) ve Kore (340 000 ton) olmuştur. Türkiye biber üretimi bakımından Çin ve Meksika'dan sonra üçüncü sırada yer almıştır (Anonymous, 2004).

Ülkemizde biber, örtü altı ve tarla yetiştiriciliği olarak iki şekilde yapılmaktadır. Örtü altı yetiştiriciliği daha çok Akdeniz Bölgesinde yaygındır ve yıllık 550 bin ton ile taze tüketim için yapılmaktadır. Bu üretimin yarısı Antalya'da gerçekleşmektedir (DİE, 2003). Tarla yetiştiriciliği, Marmara, Ege, Doğu Akdeniz ve Güney Doğu Bölgelerimizde biberin sanayi hammaddesi (pul biber, salça, konserve, turşu vb) olmaya yönelik yapılmaktadır.

Dünyada biber üretilen tüm alanlarda verim kaybına neden olan ve yetiştiriciliği sınırlayan en önemli hastalıkların başında, biber kök boğazı yanıklığı (*Phytophthora capsici* Leonian) gelmektedir. *P. capsici*, ilk olarak New Mexico'da 1918 yılında biber solgunluk etmeni olarak belirlenmiş ve Leonian tarafından 1922 yılında tanımlanmıştır (Leonian, 1922). Patojen, 1941 yılında ABD'de biberlerde ve kabaklarda ilk büyük zararını oluşturmuştur (Tompkins ve Tucker, 1941). *Phytophthora* kök çürüklüğü, New Mexico'da epidemiy oluşturduğu dönemde, dünyada biber üretim alanlarında da hastalık sorun olarak ortaya çıkmıştır (Goldberg, 1995).

Abak (1982)'in bildirisine göre, 1960 yıllardan sonra *P. capsici*'nin, Akdeniz ve Avrupa ülkeleri (İtalya, Fransa, İspanya, Bulgaristan, Yugoslavya ve Hollanda) ile uzak doğu ülkelerinde (Kore ve Japonya) varlığı bildirilmiştir (Castellani, 1962; Pochard, 1964; Kim ve ark., 1974; Yamakawa ve ark., 1979; Simon ve ark., 1979; Steekelenburg, 1980).

Hastalığın Türkiye'de varlığı 1974 yılında Orta Anadolu Bölgesi biber alanlarında görülen ani kurumaların oluşması sonucu yapılan çalışmalarda belirlenmiştir (Karahana ve Maden, 1974). Tarla yetiştiriciliğinin yoğun yapıldığı Güney Anadolu bölgesinde özellikle Kahramanmaraş'ta hastalığın 1970 yıllardan beri var olduğu ve zarar yaptığı bildirilmiş ve bu bölgede yapılan çalışmalarda

*Phytophthora capsici*'nin varlığı, poliakrilamid jel elektroforez yöntemiyle yapılan biyokimyasal taksonomi çalışmasında ortaya konulmuştur (Çınar ve Biçici, 1977; Çınar ve Çınar, 1980).

Dünyada ve ülkemizde biber hastalıklarının en tehlikelisi olarak kabul edilen biber kök boğazı yanıklığının, fungal etmeni olan *P. capsici*'nin konukçu dizisi oldukça geniştir. Başta biber olmak üzere diğer *Solanaceae* (patlıcan, domates) *Cucurbitaceae* (kavun, kabak, hıyar) ve *Leguminaceae* familyasına ait türlerde hastalık oluşturmaktadır (Satour ve Butler, 1967). Hastalık etmeni bitkilerin tüm gelişme döneminde etkili olmakta ve bitkide kök boğazı çürüklüğü oluşturmakta, bitkinin bir anda solup ölmesine yol açmaktadır. *P. capsici* biberde, enfeksiyon yerine bağlı olarak farklı semptomlara neden olabilmektedir. Kök çürüklüğü, yaprak yanıklığı bunlar arasındadır (Alcantara ve Bosland, 1994; Goldberg, 1995). Hastalık etmeni fungus, yağmur ve sulamadan sonra çevreye yayılmakta ve başlangıç enfeksiyonu için yoğun inokulum oluşturmaktadır. Daha sonra iklim koşullarının patojen gelişimine uygun olması durumunda şiddetli enfeksiyonlar oluşmaktadır.

Yoğun yağmurlarda toprak hastalık etmeni ile bulaşık ise patojen geniş alanlara sıçramakta ve bitkinin toprak üstü aksamalarını da hastalandırmaktadır (Black ve ark.,1991). Hastalık etmeni, salma sulama yapılan alanlarda diğer sulama sistemlerinin uygulandığı alanlara daha göre fazla zarar oluşturmaktadır. Buna karşılık yaprak yanıklığı daha çok yağmurdan sonra toprak ile bulaşmış yapraklarda meydana gelmektedir. Yaprak yanıklığı, yaprak üzerinde siyah ve su ile ıslatılmış görüntü veren lezyonlar şeklinde ortaya çıkmaktadır. Enfekteli yaprakların renkleri değişmekte ve zaman içerisinde düşmektedir. Etmen daha sonra bitki gövdesini de enfekte etmektedir. Kök çürüklüğünde bitkilerin solup zamanla ölmesine rağmen yaprak yanıklığında enfeksiyon en fazla gövdeye yayılmaktadır (Alcantara ve Bosland, 1994; Goldberg, 1995; Lindsey ve ark., 1996).

*P. capsici* biberlerde kök, gövde, yaprak ve meyvelerinde hastalık oluşturması nedeniyle önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Ekonomik kayıp yağmur ve sulama ile artmaktadır (Barksdale ve ark., 1984; Palloix ve ark., 1988, Kim ve Hwang, 1992). Bu gibi durumlarda biber ekili alanlarının önemli bir kısmı bir anda yok olmakta ve ciddi ekonomik sorunlar ortaya çıkmaktadır.

Biberlerde *P. capsici* nedeniyle oluşan ekonomik kaybı azaltmak için kültürel önlemler (ürün rotasyonu, sırta dikim, damla sulama sistemi, dayanıklı çeşit) ve kimyasal yöntemler uygulanmaktadır. Kimyasal yöntemler, pahalı olmaları, etkilerinin sınırlı kalması ve çevre ile insan sağlığına olumsuz etkileri nedeniyle fazla tercih edilmemektedir. Özellikle son yıllarda kimyasallar konusunda çevre bilincinin oluşması kimyasal kullanımını daha da sınırlamaktadır. Kültürel önlemler hastalığın yayılmasını önlemede etkili olmakla birlikte uygulama zorlukları mevcuttur. Hastalığa karşı mücadelede en güvenli olanı, biber yetiştiriciliğinde dayanıklı çeşit kullanımıdır. Ancak hastalığa dayanıklı çeşit geliştirmek hem zaman almakta hem de dayanıklılık zaman içerisinde patojenler tarafından aşılabilir. Bu nedenle hastalıklara dayanıklı çeşit geliştirme programı dinamik yapıda ve süreklilik arz etmek zorundadır.

Biberlerde, *P. capsici*'ye karşı dayanıklılığın kalıtımı konusunda yapılan çalışmalar arasında çelişkiler görülmektedir. Bazı araştırmacılar tek dominant genle yönetildiğini belirtmekte, diğer bazıları iki dominant genin rol oynadığını ileri sürmektedirler. Ancak son yıllarda ağırlık kazanan görüş ise dayanıklılığın poligenik olduğu yönündedir.

Değişik ülkelerde ve koşullarda elde edilen farklı sonuçlar çeşit x izolat interaksiyonunun söz konusu olduğunu göstermektedir. Hatta belli bölgelerde yeni patotiplerin ve izolatların ortaya çıkması ile dayanıklı olarak bilinen çeşitler duyarlı grubuna girmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda *P. capsici*'nin fizyolojik ırklarından da söz edilmeye başlanmıştır.

*P. capsici*'ye karşı bitki dayanıklılığında, bitki genotipi, sıcaklık, bitkinin gelişme dönemi ve izolat etkili olmaktadır. Yapılan çalışmalarda en fazla iki izolat kullanılarak dayanıklılık genetiği açıklanmaya çalışılmıştır. Oysa dayanıklılık, daha önce de belirttiğimiz gibi "konukçu-patojen-çevre" üçgeninde oluşmakta ve bunlardan etkilenmektedir. Bilhassa poligenik dayanıklılıklarda bu üç faktör birbirini daha fazla etkilemektedir. Dayanıklılık çalışmalarında, ilk dönemlerde konuya tek yanlı yaklaşmış ve yalnızca bitki yönü ele alınmıştır. Daha sonra bitki patolojisindeki gelişmelerle dayanıklılığın yalnızca bitkiden kaynaklanmadığı, patojen genomunun da etkili olduğu üzerinde durulmuştur. Bunun sonucunda, "gen-

**için-gen”** ya da **“gene karşı gen”** teorisi ortaya atılmış ve birçok araştırmacı tarafından kabul görmüştür. Bu teori, patojende bulunan bir gen (avirulens (*avr*)) ya da gen ürününü konukçudaki dayanıklılıktan sorumlu olan bir gen (R geni) ya da gen ürününü teşviklemesi olarak açıklanabilir (Flor, 1971). Çiftlerden birinin eksikliğinde hastalık ortaya çıkmaktadır. Flor’un bu çalışması bir çok konukçu-patojen interaksiyonlarında da uygulanabilmiştir. *P. capsici*’ye karşı dayanıklılıkta, konukçu-patojen ilişkisinde, moleküler, hücresel ve genetik bilgiler halen çok azdır (Lefebvre ve Palloix, 1996).

Son yıllarda biyoteknolojideki gelişmelerle poligenik olarak kontrol edilen özelliklerin kalıtım araştırmaları moleküler markırlarla yapılabilmektedir. Moleküler haritalama, kantitatif özelliklerin kontrol edildiği kromozom bölgelerinin Quantitative Trait Loci (QTL) belirlenmesinde etkili bir yöntemdir. Genetik haritalama ile dayanıklılık üzerine etkili gen veya gen gruplarının kromozomlardaki yerini belirlemek mümkündür. Ayrıca dayanıklılık üzerine etki eden genetik faktörlerin etkisinin yeni generasyonlardaki takibi de gerçekleştirilmektedir.

Ülkemizde özellikle tarla sebzeçiliği şeklinde yetiştiriciliği yapılan biber alanlarında ekonomik kayıplara neden olan *P. capsici*’ye karşı henüz etkin bir mücadele yöntemi uygulanamamaktadır. Mücadele yöntemlerinden biri olan dayanıklı çeşit kullanımı için henüz *P. capsici*’ye dayanıklı veya kısmi dayanıklılık gösteren biber çeşitleri geliştirilememiştir. Bu nedenle her yıl önemli ekonomik kayıplar oluşmakta, sorun katlanarak devam etmekte ve birçok alanda biber yetiştiriciliği güçleşmekte ve hatta terk edilmektedir. Sorun, kırmızı kuru biber üretimi yapılan Doğu Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde daha da büyüktür.

Yapılan bu çalışmada, konuya dayanıklılık ıslahı ile yaklaşılmış ve bu amaca yönelik olarak dört seri çalışma gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada, yerli ve yabancı toplam 35 farklı biber genotipi, Türkiye’den izole edilen 8 izolat (Antalya yöresinden; Bey-1, Top-1, KB-1, MK-5, Kahramanmaraş yöresinden M-56, M-26, M-49, M-35) ve ABD’den temin edilen bir izolat (PWB-24) ile test edilmiş ve dayanıklılık reaksiyonları belirlenmiştir. İkinci aşamada, *P. capsici*’ye dayanıklı bulunan dört farklı genotip (CM 334, PBC 178, PM 217 ve KM2-11) kendi

aralarında yarı diallel melezleme yapılmış ve ebeveynlerden daha dayanıklı genotipler geliştirilmeye çalışılmıştır. Çalışmanın üçüncü aşamasında, *P. capsici*'ye karşı kısmi dayanıklı yerli bir genotip olan KM2-11'deki dayanıklılığın, agresivite düzeyleri farklı üç izolata (Top-1, agresif; M-26, orta agresif ve M-56, zayıf) karşı kalıtımı incelenmiş, izolatlara ve hastalığın dönemlerine göre, dayanıklılığın kalıtım modeli belirlenmiştir. Çalışmanın son aşamasında, seçilen (dayanıklı, kısmi dayanıklı ve hassas) 16 biber genotipinin birbirleri ile olan filogenetik ilişkisi, SSR ve SRAP moleküler markır analiz sistemleri kullanılarak belirlenmiştir.



## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

### 2.1. Biber (*Capsicum annuum* L.) Hakkında Genel Bilgiler

*Solanacea* familyasından olan biber *Capsicum* cinsine ait olup anavatanı Orta Amerika ve Meksika arasında kalan bölgedir. Acı biber türleri (Chile), daha çok Amerika, Afrika ve Asya'da baharat amaçlı olarak yaygın yetiştirilmektedir. Tatlı biber çeşitleri ise sebze olarak ve daha fazla ılıman iklim kuşağında bulunan Avrupalı tüketiciler tarafından tercih edilmektedir.

Dünyada, biberin en fazla kültürü yapılan beş türü vardır ve bunlar farklı bölgelerde yetiştirilmektedir. *Capsicum annuum*, *Capsicum chinense* ve *Capsicum frutescens* dünyada yaygın olarak yetiştirilen üç biber türüdür. *C. annuum* ilk kez Meksika'da kültüre alınmıştır. Meksika, Afrika ve Asya'da yetiştirilen acı biberlerin bir çoğu ve ılıman iklim kuşağında yetiştirilen tatlı biber çeşitlerinin tümüne yakını *C. annuum* türüne aittir. Bununla birlikte Latin Amerika gibi nemli bölgelerde daha çok *C. frutescens* ve *C. chinense* türleri yetiştirilmektedir. *C. frutescens* aynı zamanda Afrika ve Asya'da baharat yapımı için yaygın olarak yetiştirilmektedir. *C. chinense*'nin farklı bir aromasının bulunması ve çok acı olması nedeniyle yöresel yemek yapımında tercih edilmekte ve gelişmiş ülkelerde bu türün tüketimi giderek artmaktadır. Latin Amerika'da yoğun olarak üretimi yapılmasa da *C. baccatum* acı tadı nedeniyle taze ve fırında pişmek için bazı lokal bölgelerde yetiştirilmektedir. *C. pubescens* yüksek bölgelerde meyve etinin kalın olması nedeniyle taze tüketim için üretilmektedir (Pickersgill, 1997).

Greenleaf (1986)'e göre tüm *Capsicum* türleri,  $2n=24$  kromozoma sahiptir. Türler arası melezleme sınırlı olmaktadır (*C. annuum* x *C. pubescens*, *C. chinense* x *C. pubescens* melezlemesi hiç yapılamamakta veya yalnızca embriyo kültürü ile çimlenme sağlanabilmektedir). Bununla birlikte ıslahçılar değişik melezleme programları uygulayarak amaçlarına uygun yeni çeşitler elde etmişlerdir (Wien, 1997).

Biber, gen kaynakları bakımından zengin olup, bu sayede çok geniş ekolojik koşullara uyum sağlamıştır. Bu zenginlik farklı genler içermesi nedeniyle ıslah

yönünden de önemlidir. Hastalıklara dayanıklı ticari çeşitler elde etmek biber ıslah programlarında en önemli amaçlardan biridir. Yabani gen kaynakları viral, bakteriyel ve fungal hastalıklara karşı dayanıklılık genleri içermeleri nedeniyle çok değerlidirler. Yabani gen kaynaklarından *Capsicum annuum* türüne dayanıklılık genlerinin aktarılması, hastalıklara dayanıklı ıslah programlarında çok başarılı şekilde uygulanmaktadır. New Meksico’da *Verticillium Solgunluğu*, *Phytophthora Kök Çürüklüğü* ve *Phytophthora Yaprak Yanıklığı* ile *Rhizoctonia Kök Çürüklüğüne* karşı yabani gen kaynaklarında, dayanıklılık genitörleri bulunmuştur (Bosland ve ark. 1988). Dayanıklılık özellikleri, *C. annuum*, *C. baccatum* ve *C. frutescens* türlerinde var olduğu belirlenmiştir. Buna karşılık, *C. chacoense*’nin hastalıklara duyarlı olduğu görülmüştür. *C. annuum*’a giren ‘‘ Criollo de Morelos 334’’ (CM-334)’un, *Phytophthora* kök çürüklüğü ve *Phytophthora* yaprak yanıklığı için çok önemli bir dayanıklılık kaynağı olduğu birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Kimble ve Grogen, 1960; Pochard ve Chambonnet, 1971; Guerrero-Moreno ve Laborde, 1980; Hartman ve Wang, 1992; Bosland ve ark., 1988). Ancak patojenin yeni patotiplerine karşı yeni dayanıklılık kaynaklarına ihtiyaç duyulabilir. Kültürü yapılmayan ve biberin atalarından olan *C. tovarii* başka bir önemli dayanıklılık kaynağı olup hastalığa kısmen dayanıklı olduğu Bosland ve ark. (1988) tarafından bildirilmiştir. Aynı araştırmacı ayrıca, *C. ciliatum* köklerinin herhangi bir hastalık simptomu oluşturmadığını ve *P. capsici*’ye karşı bağışıklık düzeyinde dayanıklı olduğunu kaydetmiştir. Fakat bu türü kültür çeşitleri ile melezlemek şimdilik olası değildir. *C. ciliatum*, x=n=13 kromozumlu olan bir türdür. Bu türü patojen tanıyamamakta ve konukçu-patojen ilişkisi gelişmemektedir. Patojenin ve bu türe ait bitkinin birbirini tanıyabilmeleri için uzun yıllar geçip birlikte evrimleşmesi gerekmektedir (Bosland ve ark., 1988).

Yabani gen kaynakları yalnızca hastalıklara ve zararlılara karşı dayanıklılık kaynağı olarak önemli değildir. Aynı zamanda besin içeriğini zenginleştirmek, verim ve kaliteyi arttırmak için de kullanılabilir. Ancak bazı *Capsicum* türleri dünya gen koleksiyonunda bulunmamaktadır. Örneğin, *C. lanceolatum*, *Capsicum* türleri arasında olup 1939 yılında Standley tarafından Guatemala’da yağmur ormanlarında yaşadığı kaydedilmiştir. Bu türün, birçok hastalık ve zararlılara karşı dayanıklı

olduğu belirlenmiştir. Ancak bu tür dünyada herhangi bir koleksiyonda bulunmamaktadır (Bosland ve ark., 1988)

Dünyada değişik yerlerde gen bankaları kurulmuş ve bilim adamları tarafından *Capsicum* gen havuzu oluşturulmuştur. Yaklaşık 20 koleksiyon ünitesinde zengin biber materyali mevcut olup, bunların her birinde de 1000 civarında *Capsicum* hattı bulunmaktadır. Amerika'da bulunan NPGS (National Plant Germplasm System) merkezinde 16 *Capsicum* türünden 4700 hattın koruma altında olduğu bildirilmiştir. Ayrıca 17 yıl boyunca bu merkezden dünyanın değişik yerlerine 44000 civarında örnek gönderilmiştir. Bu merkezde koruma altında bulunan *Capsicum* hatlarının karakterize edilmekte olduğu bildirilmiştir (Stoner, 2004).

Rodriguez ve ark. (1999), dünyanın en büyük *Capsicum* gen bankasının Tayvan'da The Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC)'te bulunduğunu bildirmişlerdir (Berke ve Engle, 1999). AVRDC istasyonunda birçok coğrafik bölgeden 6901 genotipin bulunduğu ve bu gen kaynağındaki genotiplerin karakterizasyonu için moleküler tekniklerden olan RAPD tekniğinin kullanıldığı kaydedilmiştir.

Biber çeşitlerinin fenotipik olarak sınıflandırılması ilk olarak Dr. Smith tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu sınıflandırma, meyve özelliklerine (meyve şekli, büyüklüğü, rengi, yapısı, aroması ve acılık) göre yapılmış ve 13 gruba (Cayenne, Jalapeno, Cheery, Tabasco, Pimiento v.b) ayrılmıştır. Bu sınıflandırma, *C. annuum* çeşitlerini ayırmada kullanılmasına karşılık, kültürü yapılan diğer dört tür için de kullanılabilir (Greenleaf, 1986).

Dünyada biber terminolojisinde bazı karışıklıklar vardır. İspanya'da herhangi bir bibere "pimiento" denilmesine karşılık ABD'de pimiento adı tatlı iri meyveli biberlere verilmektedir. Meksika ve Orta Amerika da "Chile" kelimesi tüm biber çeşitleri için kullanılmaktadır. Avrupa ve ABD'de "Chili" daha çok acı biberlere verilen isimdir. Amerikan yerlileri ise, acı anlamına gelen "aji" kelimesini kullanmaktadır (Greenleaf, 1986). Fransa'da biberin bitki adı "piment" olup, acı biberin meyvesine de piment adı verilirken, dolma biber meyvelerine "poivron" denilmektedir.

## 2.2. *Phytophthora* Hakkında Bilgiler

Oomycetes sınıfına ait bir cins olan *Phytophthora* bir çok bitkide zaman zaman epidemi yapan önemli patojendir. Günümüzde *Phytophthora*'ya ait elliden fazla tür tanımlanmış ve bunların binlerce bitki türünde hastalık oluşturduğu belirlenmiştir. Ekonomik olarak önemli bazı *Phytophthora* türleri ve konukçuları Çizelge 2.1'de verilmektedir (Tsao, 1983)

Çizelge 2.1. Ekonomik olarak önemli bazı *Phytophthora* türleri ve konukçuları

<i>Phytophthora</i> Türleri	En önemli Konukçuları
<i>Phytophthora capsici</i>	Biber vd.
<i>Phytophthora cinnamomi</i>	Avokado ve birçok orman ağacı
<i>Phytophthora fragariae</i> var. <i>fragariae</i>	Çilek
<i>Phytophthora infestans</i>	Patates ve domates
<i>Phytophthora palmivora</i>	Kakao
<i>Phytophthora sojae</i>	Soya fasulyesi

*Phytophthora*'ya ait bazı türler toprak kökenli (*P. capsici*, *P. sojae*) olmasına karşılık, bazı türler (*P. infestans*), bitkinin üst aksamalarını hastalandırmakta ve yaşam döngüsünü toprak üstü bitki aksamalarında geçirmektedirler. Birçok diploid çekirdek içeren heterokaryotik strainler genetik olarak farklılık göstermektedirler.

*Phytophthora* cisindeki patojenler, seksüel ve aseksüel spor üretebilirler. Hiflerden sporangium olarak bilinen yapılar oluşur ve bu yapılarda aseksüel spor olan sporangiospore'lar meydana gelir. Uygun sıcaklık ve nem koşullarında sporangiadan zoospor oluşmaktadır. Seksüel yapılar iki tiptir. Erkek yapıda olan **antheridium**, dişi yapıda olan ise **oogonium** olarak isimlendirilir. Bu iki yapı birleşerek eşeyli sporer (oospor) oluşturur. Bazı *Phytophthora* türleri kendine döllenir (homotallik), bazıları ise kendine sterildir (heterotallik). Homotallik olan türlerde genetik farklılık çok azdır. Heterotallik türlerde A1 ve A2 mating tipleri vardır ve bu iki tip yapı bir araya geldiğinde döllenme oluşur.

### 2.3. *Phytophthora capsici* Leon. Hakkında Bilgiler

Toprak kökenli *Phytophthora* türlerine ait olan *Phytophthora capsici* biberde Biber Kök Boğazı Yanıklığı oluşturur. Bu hastalık literatürlerde Biber Yanıklığı (*Phytophthora* Blight of Pepper), Biber Kök Çürüklüğü (root rot of pepper) gibi isimler ile geçmektedir.

Dünyada biber yetiştiriciliği yapılan alanlarda ekonomik kayba neden olan ve yetiştiriciliği sınırlayan en önemli hastalıklardan biri biber kök boğazı yanıklığı (*Phytophthora capsici* Leonian) (Barksdale ve ark., 1984; Goldberg, 1995) dir. *Phytophthora capsici*, ilk olarak New Meksika'da 1918 yılında biber solgunluk etmeni olarak belirlenmiştir (Leonian, 1922)'dir. New Meksika'da *Phytophthora* kök çürüklüğü devam ederken aynı zamanda dünyada biber üretim alanlarında da sorun olarak ortaya çıkmıştır (Golberg, 1995). Hastalık ilk kez 1922 yılında Leonian isimli araştırmacı tarafından tanımlanmış ve 1941 yılında ABD'de biberlerde ve kabaklarda ilk büyük zararını oluşturmuştur (Tompkins ve Tucker, 1941).

*P. capsici* biber üretimi yapılan tüm alanlarda zaman zaman önemli ekonomik kayıplar oluşturmuştur ve oluşturmaktadır. Patojen, Orta ve Güney Amerika, Batı yarım kürede (Avrupa, Asya) birkaç önemli epidemiyeye neden olmuştur. *P. capsici* biber yanında *Solanaceae* familyasındaki diğer türler domates ve patlıcan ile ve *Cucurbitaceae* familyasından hıyar, kavun, karpuz ve kabakta da hastalık oluşturmaktadır (Kreuzer ve ark., 1940; Tompkins ve Tucker, 1941; Satour ve Butler, 1967; Hwang ve Hwang, 1993).

Hastalık fide döneminde olduğu gibi bitkinin diğer gelişme dönemlerinde de görülebilmektedir. Yağışlı havalar hastalık epidemisine zemin hazırlamaktadır. Hastalık bitkinin üst aksamlarında ve toprak yüzeyinde kök boğazında oluşmaktadır. Patojen yağmur ile bitkinin alt yapraklarına ulaşmakta ve oradan bitki gövdesine ilerleyerek bitkinin ölmesine neden olmaktadır. Kök boğazının etkilendiği bitkilerde ölüm daha hızlı gerçekleşmektedir. Meyvelerde ise öncelikle açık renkli su lekesi şeklinde çevresi düzensiz lekeler oluşmakta ve tamamen hastalanan meyveler

büzüşmekte ve mumyalaşmaktadır. Patojen ile enfekteli tohumlar kahverengileşmekte ve büzüşmektedir (Ristaino ve Johnston, 1999).

*Phytophthora capsici* etmeni, yuvarlak, armut şeklinde renksiz, üst kısmında hafif çıkıntı olan aseksüel spor olan sporangia oluşturmaktadır. Sulu ortamda sporangiyadan zoospor üretilmektedir. Heterotallik bir yapıya sahip olan *P. capsici*'nin A1 ve A2 iki mating tipi vardır. Oospore isimli seksüel spor üretimi için bu iki yapıya ihtiyaç vardır. Oospor kalın hücre duvarlı ve oogonium isimli yapı içerisinde bulunur. Patojen 7-37°C'de gelişebilir. Ancak en iyi gelişme sıcaklığı 25-30°C'dir (Uchida ve Aragaki, 1980).

Misel ve sporangia, canlı dokuda gelişmeye devam ettiği halde kuru dokularda patojen izole edilememektedir. Sporangia 6-35 dakikada çimlenmekte ve 1-4 saat içerisinde penetrasyon oluşmaktadır (Schlub, 1983). Enfeksiyon oranı, 23°C'de, sporangial çimlenme oranı ise 20-24°C'de en fazla meydana gelmektedir. Sporangial çimlenme %39-83 nisbi nem aralığında azalmakta buna karşılık %98 nisbi nemde 6 saat sonra maksimum düzeye çıkmaktadır. Düşük nisbi nem ve yüksek sıcaklık oluştuğunda patojen zarar görmekte ve toprak ile bitki yüzeyinden patojen izolasyonu mümkün olmamaktadır (Schlub, 1983).

*P. capsici* biberlerde, enfeksiyon noktasına bağlı olarak farklı belirtilere neden olabilir. Kök Çürüklüğü ve Yaprak Yanıklığı bunlar arasındadır (Alcantara ve Bosland, 1994; Goldberg, 1995). *Phytophthora* Kök Çürüklüğü nemli ve belli sıcaklıktaki toprakta çoğalır ve yağmurlardan, sulamalardan sonra etrafa yayılır ve başlangıç enfeksiyonu için yoğun inokulum oluşturur. Bu durumda şiddetli enfeksiyonun oluşmasına neden olmaktadır.

Kök boğazı yanıklığı, salma sulama yapılan alanlarda daha fazla zarar oluşturmaktadır. Buna karşılık yaprak yanıklığı şeklinde zarar ise daha çok yağmurdan sonra toprak ile bulaşmış yapraklarda oluşmaktadır. Yaprak yanıklığı, yaprak üzerinde siyah ve su ile ıslatılmış alanlar şeklinde ortaya çıkar. Enfekteli yaprakların renkleri değişir ve düşer. Zamanla enfeksiyon gövdeye yayılır. Kök boğazı yanıklığında, bitkiler solup zamanla ölmesine rağmen yaprak yanıklığında enfeksiyon en fazla gövdeye yayılmaktadır (Alcantara ve Bosland, 1994; Goldberg,

1995; Lindsey ve ark.,1996). Türkiye’de *P. capsici* zararı genellikle Kök Boğazı Yanıklılığı şeklindedir.

Hastalığa karşı savaş için oluşturulacak stratejiler konusunda Babadost ve Islam (2004), üç metot üzerinde çalışmışlardır. Üzerinde durdukları metotlar, dayanıklı çeşit kullanımı, kırmızı ışık uygulaması ile dayanıklılığın uyarılması ve fungusit uygulamasıdır. Dayanıklı çeşit kullanım metodu için 64 çeşidi sera ve tarla koşullarında denemişlerdir. Sera koşullarında 8 haftalık bitkilere inokulasyon yapılmış ve takip edilmiştir. İnokulasyondan 23 gün sonra 9 çeşit haricindeki tüm bitkiler ölmüştür. Dayanıklı bulunan 9 çeşit tarla denemelerine alınmış ve bitkilerin %82-100’ü canlı kalmıştır. Buna karşılık, duyarlı çeşitlerin (Maxi Bell ve C. Wonder) bitkileri %50-57 oranında canlı kalabilmiştir. Uygulanan diğer metotta, kırmızı ışık (600-700 nm) fide döneminde 4 hafta uygulanmıştır. Bu yöntemle hastalığın, %74 oranında azaltılabileceği bildirilmiştir. Hastalığın, fungusit uygulayarak kontrol edilmesi çalışmasında, tarlaya aktarıldıktan iki hafta sonra 7 gün ara ile Ranman + Acrobat uygulanmıştır. Ranman tek başına kullanıldığında veya Acrobat/Ridomil Gold Copper ile kombine edildiğinde hastalığın orta düzeyde baskı altına alınabileceği bildirilmiştir.

Roskopf ve ark. (2004), Biber Kökboğazı Yanıklığına karşı sera koşullarında mücadele imkânları konusunda yaptıkları çalışmada değişik kimyasalları topraktan vererek ve bitki gelişimi düzenleyicileri kullanılarak hastalığı kontrol etmeye çalışmışlardır. Değişik organizmalardan oluşan bitki düzenleyicileri stabil olmadığı için tercih edilmediği ancak dipotasyum fosfanat ve dipotasyum fosfat karışımının serada hastalığın devamlı kontrolü için etkili olduğu ve BIO-PHOS ismi altında ticari olarak satıldığı bildirilmiştir.

#### **2.4. Biber ile *P. capsici* Arasında Gelişen Kimyasal Olaylar**

Abak (1982) tarafından bildirildiğine göre, biber bitkilerinin *P. capsici* ile enfekte edilmeden önce patojene karşı bir dayanıklılığın olmadığı ancak patojen bitki dokusuna girdikten sonra dayanıklılığın geliştiğinin bilinmesi sonucunda Molat ve ark. (1976)’ı enfekteli dokulardaki kimyasal değişimi belirlemeye yönelik çalışmalar

yapmışlardır. Yapılan çalışmada, capsidiol kimyasalının hem dayanıklı bitkide hem hassas bitkilerde enfeksiyon öncesinde bulunduğu ancak enfeksiyondan 3-4 gün sonra dayanıklı bitkide seviyesinin yükseldiği ve 32°C’de sentezlenme işleminin durduğu saptanmış, böylece dayanıklılıkta rol oynayan fizyolojik faktörün capsidiol olduğu ve bu bileşenin CuSO<sub>4</sub> ile de uyarılabileceği belirtilmiştir. Ülkemizde de buna benzer konularda yapılan çalışmalarda capsidiol üretimi üzerine değişik elisitörlerin (abiyotik CuSO<sub>4</sub>, AgNO<sub>3</sub> biyotik olarak *P. capsici*, *A. alternata*, *M. frutigena*) etkileri araştırılmış ve biber genotipine bağlı olarak uyarıcıların etkinliği değişmekle birlikte dayanıklılığı incelemede capsidiol miktarındaki değişimin anahtar rol oynamadığı belirtilmiştir (Üstün, 1995).

Egea ve ark. (1999), *P. capsici*’ye karşı dayanıklı bulunan genotipteki Pythoalexin, capsidiol üretiminin uyarılması konusunda geniş kapsamlı çalışma gerçekleştirmiş ve bu bileşenlerin dayanıklı genotiplerde fungal hif gelişimini durdurmaya yardım ettiğini bildirmiştir.

Kök Boğazı Yanıklık etmenine karşı, dayanıklı ve duyarlı biber genotiplerinin metabolizmalarında değişiklik olduğu ve bitkideki birçok bileşenin fizyolojik ve biyokimyasal mekanizmada rol aldığı, ancak hastalık gelişiminin tam açıklanamadığı bildirilmiştir (Reifscneider ve ark., 1986).

Mauch ve ark. (1988), fungal patojenin hücre duvarını eriten, fungusun hif uçlarında erime oluşturan ve fungus gelişimini inhibe eden  $\beta$ -1,3-glucanase ve chitinase konusunda çalışmalar yapmışlardır.  $\beta$ -1,3-glucanase’ların konukçu-patojen interaksiyonundaki ilk rolü o dönemler tam belirlenmemesine rağmen, bu enzimlerin patojenleri hidrolize uğratarak, bitkilerin patojenlere karşı bazı korumalar sağlandığı ortaya konulmuştur. Bu amaçla, meydana gelen hidroliz olayı, *in vitro* denemelerle desteklenmiştir.

Hwang ve Sung (1989), *P. capsici*’nin bitki hücresindeki gelişimini izlemek için yaptıkları çalışmada, patojenin misel yapılar şeklinde hücrelerarası (intercellular) boşlukta geliştiğini ve dayanıklı genotiplerde patojenin hücrelerarası boşlukta gelişiminin gluconase tarafından baskı altına alındığını bildirmişlerdir.

Egea ve ark. (1999), *P. capsici* ile enfekteli dayanıklı ve duyarlı genotiplerde  $\beta$ -1,3-glucanase aktivasyonu konusunda detaylı çalışma gerçekleştirmişlerdir.



Yapılan çalışmada, *P. capsici*'ye dayanıklı genotipte,  $\beta$ -1,3-glucanase aktivasyonu, hücrelerarası boşlukta ve hücreler içerisinde, inokulasyonun ilk gününde çok düşük seviyede olmasına karşın, inokulasyondan sonraki 6. günde maksimum düzeye yükseldiği, duyarlı genotipin, sağlıklı olduğu dönemde  $\beta$ -1,3-glucanase aktivitesinin belirlenemediği ve ancak hücrelerarası boşlukta, inokulasyondan 9 gün sonra belirlenebildiği, hücre içerisinde ise inokulasyondan 6 gün sonra ölçülebildiği bildirilmiştir. Dayanıklı ve duyarlı genotipin her ikisinde de  $\beta$ -1,3-glucanase, zamana bağlı olarak sentezlenmektedir. Bu enzim fungal enfeksiyona karşı bir reaksiyonu oluşturmaktadır. Dayanıklı genotipin gövdesi *P. capsici* miseli ile inokule edildiğinde  $\beta$ -1,3-glucanase güçlü şekilde stimüle edilmekte ve dayanıklılıkla ilgili proteinler aynı zamanda sentezlenmeye başlamaktadır. Her iki genotipte intercelluler boşlukta  $\beta$ -1,3-glucanase aynı seviyede ve her ikisini enfeksiyona karşı koruyamamaktadır. Dayanıklı genotipte  $\beta$ -1,3-glucanase çok daha sonra etkili olmaktadır. Dayanıklı genotipte fungus kolonizasyonu ve semptom gelişiminin sınırlandırılması, *P. capsici*'nin hücre duvarında bulunan  $\beta$ -1,3-glucan bileşenini hidroliz yapmak için  $\beta$ -1,3-glucanase birikiminin oluşmasıyla sağlanmaktadır.

Fernandez-Pavia ve Liddell (1998) tarafından yapılan bir çalışmada *P. capsici*'ye dayanıklı CM-334 ile hassas biber genotipindeki dayanıklılığın mekanizması, kimyasal reaksiyonlar yönünden incelenmiş ve dayanıklılığın fungistatik (fungus gelişimini yavaşlatıcı) olduğu ve dayanıklı bitkide phenylalanine ammonia-lyase (PAL) sentezinin daha erken dönemde uyarıldığı ve böylece dayanıklılıkta rol alan phenylpropanoid yolundaki diğer enzimlerin daha fazla salgılandığı belirlenmiştir. Fenolik bileşiklerin ve asidik peroksidazların *P. capsici*'ye dayanıklılık mekanizmasında önemli rol oynadığının da altı çizilmiştir.

Gayoso ve ark. (2004), biber bitkilerini *P. capsici*'nin zoosporları ile enfekte etmişler ve bitkideki fenolik bileşiklerin düzeyindeki değişimi ve oksidatif metabolizmadaki olayları izlemişlerdir. Yapılan çalışmada, inokulasyondan 12 saat, 1, 3, 5 ve 7 gün sonra yaprak gövde ve kök örnekleri alarak peroksidaz aktivitesindeki değişim ile antioksidant enzimleri ve fenolik bileşikleri

belirlemişlerdir. İnokulasyondan 5 gün sonra peroksidaz enzimi bitkinin gövde (%54) ve yaprak (%90) kısımlarında arttığı, ancak kökte en yüksek seviyede olduğu görülmüştür. Gövdede ise inokulasyondan 7 gün sonra katalaz aktivitesi en yüksek olmaktadır. Askorbat peroksidaz, inokule edilen bitki köklerinde azalmasına karşılık inokule edilmeyen bitki köklerinde değişim olmadığı gibi inokule edilen bitki yaprak ve gövdelerinde değişim gerçekleşmemektedir. Fenolik bileşikler, kökte inokulasyondan 7 gün sonra, gövde ve yaprakta ise 5 gün sonra artmaya başlamaktadır.

### 2.5. *P. capsici*'ye Karşı Dayanıklılık Konusunda Çalışmalar

Biberlerde Kök Boğazı Yanıklığı etmeni *P. capsici*'ye karşı dayanıklılık çalışmaları ilk kez 1960 yıllarda başlamıştır (Kimble ve Grogan, 1960); 1970'li yıllarda çalışmalar, dayanıklı çeşit elde etmeye yönelik gelişmiştir. Farklı biber genotiplerinin *P. capsici*'ye dayanıklılık durumlarını ortaya koymak için yapılan ilk çalışmalarda, PI 201 234 çeşidinin iyi bir dayanıklılık genitörü olduğu belirlenmiştir (Kimble ve Grogan, 1960; Pochard, 1964; Smith ve ark., 1967). PI 201 234 biber genotipindeki dayanıklılığın kalıtsallığı üzerine yapılan çalışmalarda dayanıklılığın dominant, etkileri eklemeli olmayan, bağımsız iki genle yönetildiğini; bazı hatların dayanıklılığında ise tek dominant genin veya iki dominant genin rol aldığı bildirilmiştir (Smith ve ark., 1967). Aynı genotip ile Meksika'da yapılan benzer çalışmada ise dayanıklılığın tek bir dominant genle yöneltildiğine uygun sonuçlar alınmıştır (Solanes ve Lotti, 1967).

PM 217 ile duyarlı çeşidin melezlenmesinden elde edilen F1 generasyon bitkilerinin kısmi bir dayanıklılığa sahip olduğu, enfeksiyondan sonra bitkilerin zaman içerisinde solup öldükleri bildirilmiştir. Bu durum da dayanıklılığın mutlak dominant olmayıp, kısmi dominant olduğu fikrinin doğmasına yol açmıştır (Pochard, 1967).

Pochard ve Chambonnet (1971) de Fransa'da PM 217 dayanıklılığını Yolo Wonder çeşidine aktarmaya çalışmışlardır. Yolo Wonder x PM 217 melezleri üç kez Yolo Wonder ile geriye melezlenmiş, üç kez de kendilenmiştir. Sonuçta Phyto 636

yeterli dayanıklılığa sahip olmuş ancak meyve özellikleri tümüyle Yolo Wonder'e dönüştürülememiştir.

Farklı konukçulardan izole edilen 23 izolatın patojenite düzeyleri arasındaki farklılığı ortaya koymak ve konukçulardaki patojeniteyi kontrol eden faktörlerin kalıtımını belirlemek için yapılan çalışmada, 23 izolat, biber, domates, patlıcan, kabak ve karpuz bitkilerine inokule edilmiştir. Çalışma sonucunda 23 izolattan 14'ü patojenik olarak belirlenmiştir. Üç izolat hiçbir konukçu üzerinde patojenik özellik göstermemiştir. Diğer izolatlar, bazı türler veya biber çeşitleri üzerinde patojen bulunmuştur. İzolatların eşeyli üremesiyle elde edilen Mating tipleri ile yapılan genetik kalıtım çalışmasında *Cucurbitaceae* familyası türlerinde dayanıklılığın tek bir ortak genle yönetildiği, *Solanaceae* familyası türlerinde farklı sistemlerle kontrol edildiği, biberlerde ise patojenitenin en az iki genle determine edildiği bildirilmiştir (Polach ve Webster, 1972).

Kore'de yapılan bir çalışmada, biber F1 melezleri ile ebeveynlerin dayanıklılık düzeylerinde heterozigotik etkinin olup olmadığı araştırılmıştır. F1 melezlerin ebeveynlerden daha duyarlı olduğu, dayanıklılık düzeyinde azalmanın meydana geldiği ve melezleme yönünün fark yaratmadığı ortaya konulmuştur (Park ve ark.,1975)

*P. capsici*'ye dayanıklılık kalıtımında sitoplazmik etkilerin olup olmadığı konusunda yapılan bir başka çalışmada da resiprokal melezlemenin dayanıklılığı etkilemediği ve F1'de dayanıklılığın kısmi dominant özellik gösterdiği ortaya konulmuştur (Pitrat, 1976 a). F2 ve BC1 generasyonlarında elde edilen sonuçlarda ise dayanıklılığın iki dominant genle açıklanamayacağı fikri savunulmuştur.

*Capsicum annuum* dışında farklı biber türlerindeki *P. capsici*'ye dayanıklılığın olup olmadığı konusunda yapılan çalışmada *Capsicum baccatum*'da dayanıklılığın olduğu ve iki farklı izolata karşı reaksiyonun farklı olduğu, birine dayanıklı olur iken diğerine hassas olması var olan dayanıklılığın farklı genetik mekanizmalara sahip olabileceğini düşündürmüştür (Pitrat, 1976 b).

Pochard ve ark. (1976), 9 farklı *P. capsici* izolatına karşı, hassas olarak kabul edilen Yolo Wonder ile kendilerinin ıslah ettiği dayanıklı Phyto 636 'nin gösterdikleri tepkileri değişik bitki gelişme döneminde ve farklı sıcaklıklarda değerlendirmişlerdir.

Çalışma sonucunda izolatların agresivite düzeyleri ve çeşitlerin dayanıklılıkları farklı bulunmuştur. Ayrıca inokulasyondan önce bitkilerde dayanıklılığın olmadığını ve konukçu ile patojen karşı karşıya geldikten sonra dayanıklılık genotipine sahip olanlarda bir reaksiyon başladığını ve patojen ilerlemesinin yavaşlatıldığını veya durdurulduğunu belirtmişlerdir. Dayanıklılık üzerine sıcaklığın etkili olduğunu ve 28°C'nin üstündeki sıcaklıklarda dayanıklılık mekanizmasının oluşturulamadığını ileri sürmüşlerdir.

Benzer bir çalışma Hwang ve ark.(1996) tarafından da yapılmış ve 17 biber genotipinin 6 farklı izolatta gösterdikleri dayanıklılık durumlarını farklı bitki gelişme döneminde nasıl tepki vereceği araştırılmış ve dört yapraklı dönemde genotiplerin hepsinin izolatlara hassas olduğu oysa sekiz yapraklı dönemde genotiplerin izolatlara gösterdikleri dayanıklılık durumunun farklı olduğunu ortaya koymuşlardır. Biber genotipleri arasında yer alan PM 201 234 ve PM 217 'in ise izolatlara olan tepkilerinin özellikle dikkat çekici olduğunu altını çizmişlerdir.

*C. annuum* türünün içinde *P. capsici*'ye karşı dayanıklılık genleri bulunduğu bilinmektedir. Yapılan çalışmalarda "Line 29, PI201 232, PI201 234, Criollo de Morelos-334" Meksika'daki 19 izolata dayanıklı bulunmuştur (Guerrero-Moreno ve Laborde, 1980; Gil Ortega ve ark., 1991; Bosland ve Lindsey, 1991; Alcantara ve Bosland, 1994; Bartual ve ark., 1994). Bu genotipler içerisinde, Criollo de Morelos-334 (CM-334), *P. capsici*'ye karşı en yüksek dayanıklılığı göstermektedir (Bosland ve Lindsey, 1991; Alcantara ve Bosland, 1994).

Pochard ve Daubeze (1980), PM 217 genotipinin dayanıklılığının (kısmi ve koşullu), dayanıklı çeşit ıslahında kullanılabilecek nitelikte olduğunu altını çizmişlerdir. Araştırmacılar yaptıkları çalışmada, PM 217 ile dayanıklılık kaynağı PM 217 olan 13 dayanıklı ticari çeşidi karşılaştırmışlar, geriye melezlemeler sırasında oluşan değişiklikleri belirlemek için kesilmiş gövde ucu yöntemini kullanmış ve dayanıklılığın üç ayrı özelliğin birleşmesiyle oluştuğunu öne sürmüşlerdir. Bu üç özellik şu şekilde tanımlanmıştır; konukçunun patojeni kabul etmesi "receptivity", patojenin gelişmesini durdurmak için dayanıklılık faktörlerin uyarılması "inducibility", ve oluşan dayanıklılığın devam ettirilmesi "stability". Dayanıklı ticari çeşitlerde genellikle iyi bir inducibility özelliği bulunmasına karşılık, PM 217'de de

bu özelliğin bulunmasına karşın stability özelliğinin olmaması, bunun geriye melezlemeler esnasında yitirilmesi biçiminde açıklanmıştır. Araştırmada, daha önceki çalışmalarda ileri sürülen dayanıklılığın iki genle yönetilmesi savının (Pochard ve Chambonnet 1971), belki de inducibility mekanizması için geçerli olabileceği, diğer iki özelliğin nasıl yönetildiğinin bilinmediği, dayanıklılık bütün olarak düşünüldüğünde de poligenik olduğunun söylenebileceği ileri sürülmüştür. Abak ve Pochard (1982), PM 217'i ile yaptıkları kalıtım çalışmasında bitkilerin enfeksiyon sonrası oluşan dayanıklılığın iki mekanizma tarafından belirlendiği; biri erken dönemde kısa süreli, diğeri geç dönemde etki yapan mekanizmalardan her birinin iki çift genle yönetildiği bildirilmiştir. Keza daha sonra yapılan genetik haritalama çalışmalarında da dayanıklılığın poligenik olduğu ve her özelliğin farklı lokuslar tarafından yönetildiği epistatik ve aditif etkilerin olduğu Lefebvre ve Palloix (1996) tarafından bildirilmiştir.

*P. capsici*'nin bitkilerde kök boğazı yanıklığı yanında yaprak yanıklığına ve meyve çürümesine de neden olduğu görüşünden hareketle, kök boğazı yanıklığına ve yaprak yanıklığına karşı dayanıklılığın kalıtımı arasındaki ilişkiler de araştırılmıştır. Bu konu üzerine yapılan bir çalışmada iki farklı tipte hastalık görünümüne dayanıklılığın farklı dominant genler tarafından kontrol edildiği tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmada, aynı bitkide hem kök testleri yapılmış hem de bu bitkilerden kesilen gövde kısmı köklendirilerek oluşturulan bitkilerde, yaprak inokulasyonu gerçekleştirilmiştir. Dayanıklılık kalıtımı için iki farklı duyarlı bitki kullanılmıştır. "Early Jalopeno" ile CM-334 melez populasyonunda kök çürüklüğüne karşı dayanıklılığın tek dominant genle kontrol edildiği, "Keystone" duyarlı genotipi ile yapılan melez populasyonunda dayanıklılığın iki genle kontrol edildiği belirlenmiştir. Aynı durum yaprak yanıklığına karşı dayanıklılık kalıtımında da ortaya çıkmıştır. Dayanıklılık kalıtım çalışmalarında kullanılan duyarlı ebeveynin de dayanıklılık kalıtımı üzerine etkili olduğu bildirilmiştir (Walker ve Bosland, 1999).

Ülkelere hatta bölgeler göre izolatların agresivite durumlarının değiştiği ve bir ülkede dayanıklı kabul edilen bir genotip diğeri bir ülkede aynı dayanıklılığı ortaya koymadığı, Gil ve ark. (1977) İspanyada, Yamakawa ve ark. (1979) Japonya'daki araştırmalarında, Guerrero-Moreno ve Laborde (1980)'nin Meksika'da

Abak ve Pitrat (1981)'nin Türkiye izolatları ile yaptığı testlemelerde, Hwang ve ark., (1996) 'nın Kore'deki, Oelke ve ark. (2003)'nin ABD'de yaptığı çalışmalarda belirlenmiştir.

Abak ve Pochard (1982), *P. capsici*'ye kısmi dayanıklılık gösteren 8 hattı Türkiye den sağlanan 12 izolatla testlemiş ve izolatların Fransa'nın agresif izolatı 197'den daha agresif olduğunu bildirmişlerdir.

Farklı konukçu bitkilerde, izolatların virulenslik derecelerinin farklı olduğu birçok çalışmada bildirilmesine karşın 1996 yılına kadar *P. capsici*'nin biber bitkilerinde fizyolojik ırklarının varlığı bildirilmemiştir. Polach ve Webster (1972), *P. capsici*'nin 14 izolatını farklı bitki türlerinde denemiş ve farklı reaksiyonlar gösterdiğini bildirmiştir. Ancak farklı biber çeşitlerinde reaksiyon farklılığını incelememiştir.

Farklı coğrafik orijinli *P. capsici* izolatlarının, farklı Kore biber çeşitleri ile interaksiyonları incelenmiş ve izolatlara karşı biber çeşitlerin farklı reaksiyon gösterdiği bulunmuştur (Yang ve ark. 1989; Kim ve Hwang, 1992). *C. annuum* biber çeşitlerinde, *P. capsici*'ye karşı farklı reaksiyonların oluşması bu patojenin fizyolojik ırklarının var olduğunu göstermiştir.

Oelke ve ark. (2003), 18 biber çeşidini 10 farklı kök boğazı yanıklığı izolatı ile 4 yaprak yanıklığı izolatı ile testlemişlerdir. İzolatlar, biber yetiştirilen New Mexico, New Jersey, Kore, İtalya ve Türkiye'den sağlanmıştır. Biber kök boğazı yanıklığına neden olan 10 izolatın 9'u farklı fizyolojik ırk olarak belirlenmiştir. Yaprak yanıklığına neden olan 4 izolatın tümünün farklı fizyolojik ırk olduğu sonucuna varılmıştır.

Göçmen ve Abak (2005), ülkemizde ticari olarak yetiştirilen 15 F1 biber çeşidini, Kahramanmaraş'tan, Batı Akdeniz bölgesinden ve ABD'den izole edilen agresivite düzeyleri yüksek üç izolatla testlemişlerdir. Yapılan çalışmada, tüm ticari çeşitlerin üç izolata da duyarlı oldukları ve Kahramanmaraş'tan izole edilen izolatın diğer iki izolata göre agresivite düzeyinin düşük olduğu belirlenmiştir.

Dünyada *P. capsici*'ye dayanıklılık ıslahında oldukça yol alınmış. *P. capsici*'ye dayanıklılık yanında CMV (Hıyar Mozaik Virüsüne) dayanıklılığın da aktarılma çalışmaları Bulgaristan'da Mihailova ve ark. (2001) tarafından ele

alınmıştır. Çoklu dayanıklılık konusunda yürütülen diğer bir çalışma ise Kore’de Han ve ark. (2001)’ca yapılmakta olup hem *P. capsici*’ye hemde bakteriel solgunluğa neden olan *Ralstonia solanacearum* (Smith)’a dayanıklı çeşit geliştirme aşamasındadır. Türkiye’de de *P. capsici* ile PVY’ye dayanıklılığın birlikte bulunacağı genotipler elde etmek için çalışmalar yürütülmüştür (Ekbiç ve ark. 1999).

Klien ve ark., (2004), New Jersey’de en önemli hastalıklardan biri olan *P. capsici*’ye karşı dayanıklı çeşit geliştirme programında elde ettikleri 17 hattın tarla koşullarındaki dayanıklılık performansını belirlemişlerdir. İslah hatlarını, 25 yıldır biber yetiştiriciliği yapılan üretici tarlasında ve 5 yıldır üretim yapılan ayrı bir lokasyonda deneyen araştırmacılar üç hattın (Paladin, Aristotle ve Alliance) hastalığa tolerant olduğunu ve meyve özellikleri ile verim yönünden de Pazar isteklerini karşılayacak düzeyde bulunduğunu bildirmişlerdir.

## 2.6. Dayanıklılık Testleri İle İlgili Çalışmalar

*P. capsici*’ye dayanıklılık ıslahı çalışmalarında, dayanıklı ve hassas bitkileri ayırmada kullanılabilecek ve değerlendirme yapmaya imkan tanıyacak uygun inokulasyon yöntemleri üzerine bir çok araştırmacı çalışmıştır (Clerjeau ve ark.1976; Pochard ve Daubeze, 1980; Abak ve Pochard, 1982; Barksdale ve ark., 1984; Pochard ve ark., 1983; Bosland ve Lindsey, 1991; Gil Ortega ve ark., 1991; Alcantara ve Bosland, 1994).

Bu çalışmalarda, testlemeler için yaprak inokulasyonu, kesilmiş gövde ucu, kök ve kökboğazından bulaştırma ve gövdeye inokulasyon şeklinde yöntemler denemiştir. Kök ve kökboğazı testleri daha çok kalitatif değerlendirmeye imkan tanırken, kesilmiş gövde ucu testi ise kantitatif değerler vermektedir. Ancak dayanıklılık çalışmalarında iki yöntemin birbirini tamamlar nitelikte olduğu artık daha fazla kabul görmektedir.

Konukçu bitki ve toprak kökenli patojenler arasındaki ilişkinin bu iki canlının birbiriyle biraraya gelmesinden önce başlamadığı yönünde bildirişler bulunmaktadır. Mitchell (1976), köklerin rizosfer mikroflorasına salgıladığı sıvı ile ilişkinin başladığını ileri sürmektedir. İslah programlarında toprak kökenli patojenler ile testle

melerde bitkiler doğrudan patojenle bir araya getirilmekte; böylece konukçu-patojen interaksyonundaki ilk rizosferik ilişki gözardı edilmektedir (Palloix ve ark.1988).

Pochard ve Daubeze'nın, (1980) geliştirdiği bir testleme yönteminde rizosfer interaksyonu da göz önüne alınmıştır. Bu testleme yönteminde, bitki kökleri sıvı bir ortama alıştırmış ve daha sonra patojen miseli sıvı ortama eklenerek zoosporangium oluşumu ve zoospor salımı sağlanmıştır. Bu çalışmada ayrıca zoosporangium oluşumunu ve zoospor salımını da takip edilmiştir. Zoosporangium ve zoospor salımının inokulasyondan sonraki günlerde farklı olduğu ve inokulasyondan 12 saat sonra hızlı bir zoosporangium oluşumunun gerçekleştiği belirlenmiştir. İnokulasyondan 24-36 saat sonra sporangiumlar olgunlaşmış ve inokulasyondan 44 saat sonra ilk enfeksiyon yoğun olarak başlamıştır. Bitkide enfeksiyon başlangıcı ile zoospor salımı aynı zamanda oluşmuştur. Ancak zoospor kalitesinin konukçu bitki tarafından etkilendiği saptanmış; duyarlı bitkiler zoospor oluşumunu uyarırken dayanıklı bitkiler zoospor oluşumunu ve olgunlaşmasını engellenmiştir. Bu durumun ortaya çıkmasının, genotiplerin köklerinden salgıladıkları sıvı ile bağlantılı olduğu ileri sürülmüştür (Palloix ve ark.1988).

Pochard ve ark. (1976), bitki tepe noktasının kesilmesi ve misel inokulumun buraya yerleştirilmesi şeklinde kesilmiş gövde ucu inokulasyon yöntemini ilk kez düşünmüşlerdir. Bu inokulasyon yönteminde gövdede oluşan nekroz oluşumu inokulasyondan sonraki değişik günlerde ölçülmekte ve günlük ilerleme hızı belirlenmektedir. Bu araştırmacılara göre, patojen ile bitki arasında gelişen ilişki üç evrede incelenmiştir. İnokulasyondan sonraki ilk üç gün bitkinin patojeni kabulü; 3. ve 10. gün arasındaki devre patojenin konukçudaki dayanıklılığın uyarılması 14. ve 21. günler arasında bitkide var olan genetik dayanıklılığın devamlılığı olarak değerlendirilmiştir. Bu inokulasyon yöntemi kantitatif veriler sağlaması yönünden önemlidir.

Kim ve ark. (1989) tarafından, bitkide dayanıklılığın ortaya çıkmasında, çevre koşullarının ve bitkinin gelişme döneminin etkili olduğu bildirilmiştir. Bitkinin ilk çiçeklenme dönemindeki dayanıklılığın, bitkinin fide dönemine göre daha fazla ortaya çıktığını göstermişlerdir. Bizim tarafımızdan yapılan çalışmada da konukçuda patojene karşı oluşan dayanıklılığın seyrini izlemek amaçlandığından, bitkinin 5-6



yapraklı dönemde inokulasyon yapılmıştır. Yapılan çalışmada, uygulanan inokulasyon yönteminin doğru seçildiğini Kim ve ark. (1989) nın elde ettiği sonuçlar desteklemiştir.

Lefebvre ve Palloix (1996), kök testlemesi ve kesilmiş gövde ucu testleme yöntemindeki üç hastalık evresinin farklı QTL'ler tarafından kontrol edilmekte olduğunu yaptıkları genetik haritalama çalışmasında belirlemiştir. Aynı araştırmacıların bildirdiklerine göre, organa spesifik dayanıklılık mekanizmalarının olduğu ve patojene karşı bitkinin üst kısımlarında fitoaleksinin (capsidiol) salgılanmasının söz konusu olmasına karşın enfekteli bitki köklerinde capsidiol bulunmamıştır. Bu görüş Molot ve ark. (1976)'nın bildirişleri ile de uyumaktadır.

Alcantara ve Bosland (1994), uygulaması kolay, pahalı olmayan inokulasyon yöntemi bildirmişlerdir. Bu yöntemde, 6-7 haftalık bitki yapraklarına mikro pipetle ile 100-200 µl (5000 zoospor/ml) zoospor inokulumu verilmekte ve bitkiler nemli bir ortamda 10 gün bekletilmektedir. Dayanıklı ve hassas bitkilerin belirlenmesinde etki olduğu ancak hastalığın yoğun olduğu zamanlarda kök enfeksiyonlarından başlayabildiği bildirilmiştir.

Walker ve Bosland (1999), kök testlemesini, bitkiyi strese sokmadan daha kolay uygulanabilir bir şekilde uygulamışlardır. Bu test yönteminde 6-7 haftalık bitkilerin köklerine zoospor verilmekte ve bitkiler violler ile birlikte 2-3 gün içinde su bulunan tepsilerde bekletilmekte, daha sonra tepsilerden alınarak nemli sera koşullarına yetiştirilmektedir. İnokulasyondan 7 gün sonrada, 1-9 hastalık skalasına göre değerlendirilme yapılmaktadır. Bu test yönteminin hem kolay hem de kısa zamanda bir çok bitkiyi test yapma imkanı sunması yönünde avantajlı olduğu bildirilmiştir.

Farklı konukçu ve patojenler arasında da uyarıcı ve engelleyici maddelerin var olduğu belirlenmiştir (Mitchell, 1976). *P. capsici* zoosporangial yapılarının oluşması için değişik kimyasal maddelere (uyarıcılara) gereksinim duymaktadır (Yoshiikawa, 1977).

*P. capsici*'ye karşı biberlerde oluşan dayanıklılık genetiğinin kısmi olduğu ve ayrıca çevre faktörü ile etkilendiği bilinmektedir. Ayrıca bitkilerde oluşan dayanıklılığın, yüksek inokulum miktarında kırıldığı ortaya konulmuştur (Pochard,

1983; Barksdale ve ark., 1984; Ortega ve ark.,1984). İnokulum miktarı arttığında duyarlı bitkilerde enfeksiyonun çok şiddetli gelişmesine rağmen tam dayanıklı genotiplerde ise inokulum miktarına rağmen hastalık baskı altına alınabilmektedir. Çünkü dayanıklı bitki köklerinden salgılanan sıvı, zoospor üretimi üzerine baskı oluşturmaktadır. Ancak kısmi dayanıklılığın olduğu genotiplerde başlangıç inokulum miktarının yüksek olması sonucu bitki ölümleri gerçekleşebilmektedir (Palloix ve ark., 1988).

Biber bitkilerinin *P. capsici*'ye karşı dayanıklılık oluşturması üzerine sıcaklık da etkilidir. Duyarlı genotiplere *P. capsici* yüksek sıcaklıkta düşük sıcaklığa göre daha çok saldırmaktadır. Bunun sonucu olarak da enfeksiyon gelişimi daha hızlı olmaktadır. Oysa kısmi dayanıklı ve dayanıklı genotiplerde böyle bir durum olmamaktadır. Yüksek sıcaklıkta izolatların bir kısmı daha saldırgan olurken bir kısmı tam tersi ortaya çıkabilmektedir. İzolatlar arasındaki farklılık düşük sıcaklıkta inokulasyondan 20 gün sonra belirlenmesine rağmen yüksek sıcaklıkta ayırım yapılmamaktadır (Gil Ortega ve ark. 1991)

CM-334 genotipindeki dayanıklılığın kalıtımı konusunda yapılan çalışma sonuçları birbiri ile uyumsuzluk göstermiştir (Guerrero-Moreno ve Laborde, 1980; Gil Ortega ve ark. 1991; Reifschneider ve ark. 1992). Bu uyumsuzlukta, kullanılan test yöntemi, uygun olmayan deneme deseni, kullanılan duyarlı ebeveyn ve testlemede kullanılan izolatın etkili olabileceği düşünülmüştür. Ayrıca kök çürüklüğü ile yaprak yanıklığının dayanıklılık mekanizmasının farklı olacağı üzerinde de durulmuştur (Barksdale ve ark., 1984).

### **2.7. *Capsicum* Cinsinde Moleküler Markırlar ve Genetik Haritalama**

*Capsicum*'a ait kültürü yapılan beş türde de ıslah çalışmaları devam etmekle birlikte çalışmalar en fazla *C. annuum* türünde yoğunlaşmaktadır. Tür içi ve türler arası melezlemelerle genetik varyasyon önemli derecede artmıştır. Islahçılar genetik çeşitliliğin önemini anladıktan sonra birçok hastalık ve zararlılara karşı dayanıklı agronomik özellikleri tüketiciyi cezbedecek şekilde ticari değeri olan yeni çeşitler ıslah etmeye başlamışlardır. Polijenik olarak kontrol edilen dayanıklılığı yeni çeşitlere

aktarmak her zaman önemli sorun olmuştur. Moleküler markırların geliştirilmesi ve *Capsicum* için moleküler linkage haritalarının oluşturulması dayanıklılık ıslahında bitki seleksiyonunu kolaylaştırmaktadır (Pickersgill, 1997).

Rodriguez ve ark. (1999) nın bildirdiklerine göre, Meksika kökenli genotipler arasındaki genetik farklılığı belirlemek için yapılan izoenzim analizlerinde populasyonlar arasında genetik farklılığın populasyon içindeki genotiplere göre daha fazla olduğu, var olan genetik farklılığın özellikle birbiriyle melezleme veya kendileme sorunu olan populasyonlarda arttığı bildirilmiştir (Loaiza-Figueroa ve ark., 1989).

Guzman ve ark. (2005), Guatemala'daki ev bahçelerinden selekte ettikleri 34 biber genotipi ile Guatemala'da bulunan değişik gen kaynağı merkezlerinden sağladıkları toplam 74 biber genotipinde AFLP çalışması yaparak genetik farklılığı belirlemişler, 3 AFLP primeri ile 68 polimorfik bant elde etmişlerdir. Ev bahçelerinden selekte ettikleri genotipleri birbirlerinden ayırarak bir gruplandırma yapan araştırmacılar farklı olan genotipleri gen kaynağı merkezine aktarmışlardır.

Farklı markır sistemlerini domates ve biber genotiplerinde karşılaştırmak için yapılan bir çalışmada sequence-spesifik amplification polymorphism (SSAP), AFLP ve SSR markır sistemleri kullanılmıştır. Bu çalışma sonucunda, SSAP sisteminin, diğer iki markır sisteminden domates ve biber genetik farklılık çalışmalarında daha güvenli bilgi verdiği bildirilmiştir. Ayrıca domateste SSAP sisteminin AFLP'den 4-9 kez daha fazla polimorfik olduğu ve en yüksek markır indeksi oluşturduğu bu nedenle SSAP markır sisteminin genetik varyasyon belirlemede daha etkin olduğu bildirilmiştir. Üç markır sistemi de, biber tiplerinde genel bilgiler vermiştir. *Solanaceae* cinsinden bir türden izole edilen SSAP markırını tüm türlerde kullanılabilir (Tam ve ark. 2005).

RAPD markır sistemi kullanılarak, 5 Jalopeno F1 çeşidi ile onların ebeveynleri, 10 bazlık 12 RAPD primeri ile analiz edilmiş ve 177 bant elde edilmiştir. 9 primerden 14 bant beş biber çeşidi için polimorfik bulunmuştur. Primerlerin altısında oluşan 11 RAPD markırını tohum safiyet testinde kullanılmıştır (İlbi, 2004).

Karaib adalarında ticari olarak en fazla *C. chinense* Jacq. biber türü yetiştirilmektedir. Bu türün anavatanı olarak Güney Amerika ve Karaip adaları gösterilmektedir. Karaip'in farklı lokasyonlarından toplanan 86 hat ile Güney Amerika'dan selekte edilen 20 hat RAPD markır sistemi ile analiz edilmiş, toplam 104 polimorfik DNA bandı oluşmuştur. Karaip adalarındaki farklı lokasyonlardan selekte edilen hatlar arasında %67 oranında genetik farklılık belirlenmiştir (Moses ve Umaharan, 2004).

Costa ve ark. (2004), 4 farklı türe giren 75 biber genotipinde RAPD analizi gerçekleştirmişler ve 6 grup oluşturmuşlardır. Yaptıkları çalışmada türlerin RAPD markırlarla ayrılabilirdiği taksonomik olarak belirlenemiyen 6 hattın *C. baccatum* grubuna 5 hattın ise *C. chinense*'ye ait olduğu belirlenmiştir. *C. baccatum* ve *C. pendulum* genotipleri ise ayırlanamamıştır.

Biber linkage haritası çalışmaları, biber DNA'sının domatesten oluşturulan cDNA klonları veya tesadüf DNA parçalarının hibridize edilmesine başlamıştır. Ama hala domates genomu gibi tüm genom haritası ortaya konulamamıştır. Bunun en önemli iki nedeni, biber genomunun domates ve patatese göre daha büyük olması ve biberin ekonomik büyüklüğünün diğer iki tür kadar olmamasıdır (Pickersgill, 1997).

Prince ve ark. (1993), *Capsicum*'da oluşturdukları genetik haritalamayı, iki ayrı tür olan *C. annuum* ve *C. chinense* meleziyle oluşturdukları F2 ve BC1 populasyonunda gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada, domateste belirlenen markırlar ile biberde belirlenen markırlar kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, biber genomunun üçte birinin domates genomu ile bağlantılı olduğu ve bağlantılı kısımların tüm genoma yayıldığı ileri sürülmektedir.

*C. annuum* türüne ait birbirinden genetik olarak uzak iki ebeveynin (Perennial ve Yolo Wonder) meleziinden oluşan F1 generasyonundan elde edilen dihaploid bireylerde çalışmışlardır. Bu çalışmada, 119 markır (56 RFLP, 59 RAPD, 1 izoenzim ve 3 fenotipik) kullanarak 14 linkage grup oluşturulmuş ve *C. annuum* genomunun 954.2 cM kısmı haritalanmıştır. Haritalanan 4 lokusun acılık için önemli olan genleri içerdiği ve ayrıca TMV'ne hipersensitive reaksiyon göstermeyi sağlayan genlerin de burada bulunduğu belirlenmiştir. Aynı dihaploid hatlar kullanılarak, farklı

inokulasyon yöntemlerinin ve farklı bitki gelişim dönemlerinin *P. capsici*'ye karşı kısmi dayanıklılığı kontrol eden QTL'ler üzerindeki etkileri moleküler olarak haritalanmıştır (Lefebvre ve Palloix, 1996).

Son yıllarda moleküler biyoloji alanındaki hızlı gelişmeler *P. capsici*'ye dayanıklılık konusuna da yansımış ve dayanıklılıktan sorumlu olan biber genomundaki lokusların haritalanması ve bulunan moleküler markerlerle dayanıklı bitkilerin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu konuda Fransa, INRA çalışma grubu oldukça yol katletmiştir. Lefebvre ve ark. (2001), farklı dayanıklılık kaynağı oluşturan CM 334, Perennial ve PI 201 234'den geliştirilen büyük meyveli Vania 'da dayanıklılığı belirleyen QTL haritalamasını yapmışlardır. Ayrıca farklı sıcaklıklarda (22 ve 32°C) dayanıklılık durumundaki farklılığı irdelemişlerdir. Gerçekleştirilen genom haritalaması çalışmasında 119 DNA marker oluşturulmuştur. Moleküler marker olarak RFLP, RAPD, AFLP kullanılmış ve bu oluşturulan markerların *P. capsici*'ye dayanıklılık ıslah programında kullanılabilir olanları marker olarak belirlenmiştir. Üç farklı dayanıklılık kaynağında dayanıklılığın polijenik ve F1'de orta düzeyde bir dayanıklılığın ortaya çıktığı tespit edilmiştir. 22°C'de dayanıklılıktan sorumlu olan ve sıcaklığa spesifik QTL olarak tanımlanan genomik lokuslar belirlenmiştir. Ancak 32°C'ye spesifik QTL belirlenmemiştir. Elde edilen bu bilgileri ıslah programında uygulayabilmek için yine aynı ekipten olan Thabuis ve ark. (2001), moleküler marker esaslı seleksiyon çalışmasını ıslah programında kullanmışlardır. İki dayanıklılık kaynağından (CM 334 ve Perennial) büyük meyveli Yolo Wonder'a dayanıklılık lokusunun aktarılıp aktarılmadığını bitki genomundaki 40cM aralıktaki 3 markerla belirlemeye çalışmışlardır. İlk seleksiyonda CAPS (Cleaved Amplified Polymorphic Sequence) ve SCAR (Sequence Characterised Amplified Region) gibi PCR esaslı markerlar kullanılmıştır. Bu markerlarla seçte edilen bireyler ikinci grup markerlarla (AFLP, RFLP) taranmıştır. 450 (CM 334 kaynaklı) bitkiden ilk taramada 6 bitki seçilmiş, 350 (Perennial kaynaklı) bitkiden üç tanenin istenilen dayanıklılık düzeyine sahip olduğu belirlenmiş ve ikinci moleküler taramada her popülasyondan birer bitki seçilmiştir. Seçilen bu bitkiler tarla denemelerine alınmış olup diğer tarımsal özelliklerinin belirlenmeye başlanıldığı ve henüz denemelerin devam ettiği bildirilmiştir.

*P. capsici*'ye karşı dayanıklı olan CM-334 genotipinde yapılan genetik haritalamada önceleri dayanıklılıkta üç major QTL belirlenmiş (Lefebvre ve Palloix, 1996); daha sonra yapılan çalışmalarda da major QTL'in kromozom 5'de 107cM uzunluğundaki bölgede yoğunlaştığı bildirilmiştir (Pflieger ve ark., 2001; Lefebvre ve ark., 2002). Ayrıca iki QTL'in kromozom 11'de olduğu ve *P. capsici*'ye karşı birçok dayanıklılık komponentlerinin idare edildiği 6 kromozomal bölgenin (*Phyto.4.1*, *Phyto.5.1*, *Phyto.5.21*, *Phyto.6.1*, *Phyto.11.1*, ve *Phyto.12.1*,) var olduğu ve bu bölgelerin kromozom 4, 5, 6, 11 ve 12 üzerinde bulunduğu belirlenmiştir (Thabuis ve ark.2003)

Kim ve ark. (2004) da, *P. capsici*'ye karşı dayanıklılık ile ilgili QTL'i karakterize etmek için RAPD ve AFLP markır sistemlerini kullanarak intraspesifik BC1 populasyonunda moleküler linkage haritalama yapmışlardır. *P. capsici*'ye karşı yüksek dayanıklılığı olan CM334 genotipi ile hassas yerel bir çeşidi melezleyerek oluşturulan 43 BC1 populasyonunda, 37 RAPD ve 192 AFLP markırı ile 28 linkage grup oluşturmuşlardır. Yaptıkları haritalamada her 12.0 cM'a bir markır yerleştirmişler ve *P. capsici*'ye dayanıklılık ile ilgili iki QTL belirlemişlerdir. LG9 üzerindeki AF91-AF300-RA5 makırları dayanıklılık için 3.15 LOD değeri bulunmuştur. Buna karşılık LG24'deki AF138-AF316 markırlarında LOD değeri 2.22 olmuştur. Böyle bir sonuç bu markırların dayanıklılık ile ilgili minor etkiye sahip lokus ile ilgili olduğunu bildirmiştir. DNA markırlarla dayanıklılık arasındaki ilişki ANOVA ile araştırılmış ve 7 markır tespit edilmiştir. Bu markırların beşi iki linkage grubuna düşerken, iki markır linkage olmamıştır. LG 9 üzerindeki üç markır *P. capsici*'ye karşı dayanıklılıkta major etkiye sahip lokusları göstermiştir. AF56 markırı dayanıklılık üzerine negatif etkiyi göstermiştir.

**3. MATERYAL VE YÖNTEM**

Araştırma, 2001-2005 yılları arasında Antalya’da yapılmış ve birbirini izleyen dört bölüm halinde yürütülmüştür. İlk aşamada, yerli ve yabancı 35 biber genotipinin farklı *P. capsici* izolatlarına karşı reaksiyonları araştırılmış, genotip x izolat interaksyonu olup olmadığı incelenmiştir. İkinci aşamada, birinci denemede dayanıklı bulunan bazı biber genotipleri diallel melezleme programına alınarak, dayanıklılıkta heteroziz etkisi araştırılmış, ayrıca mevcut olanlardan daha dayanıklı materyal elde edilip edilemeyeceği üzerinde durulmuştur. Üçüncü aşamada, dayanıklı yerli bir genotip olan KM2-11 hattının dayanıklılık mekanizması araştırılmıştır. Dördüncü aşamada ise dayanıklı, orta dayanıklı ve duyarlı bir dizi genotipte moleküler tekniklerle filogenetik ilişkiler araştırılmıştır. Bu çalışmalarda kullanılan materyal ve izlenen yöntemler hakkında bilgiler aşağıda sunulmaktadır.

**3.1. Materyal****3.1.1. Bitkisel Materyal****3.1.1.1. Genotip x İzolat İnteraksyonu Çalışması**

*P. capsici*’ye karşı biber genotiplerinin dayanıklılık/duyarlılık reaksiyonlarını belirlemek için fazla sayıda ve farklı genotip kullanılması hedeflenmiştir. Bu amaçla gerekli bağlantılar sağlanarak, yurtdışından ve ülkemizden 2000-2001 yılları arasında toplam 35 biber genotipi temin edilmiştir (Çizelge 3.1).

Bu genotiplerden 20 tanesi yurtdışından (Tayvan, ABD ve Fransa) ve 15 tanesi de ülkemizden seçilmiştir. Çalışmada yer alan genotiplerin bir kısmı yerel populasyonlardan seleksiyonla ıslah edilen nitelikli çeşitlerdir. Ayrıca ülkemizdeki kamu ve özel kuruluşlar tarafından geliştirilen ve tescil edilen çeşitler de bu çalışmada değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.1. Araştırmada yer alan biber genotiplerinin temin edildiği kaynaklar

Genotipler	Temin Edildiği Yer	Orijini
Perennial	Ç.Ü.Z.F.B.B.B*	Hindistan
COO-785	New Mexico State, ABD	-
Jalepeno	Ç.Ü.Z.F.B.B.B	-
Early Jalopeno	New Mexico State, ABD	-
Kapya	May Tohumculuk	Türkiye
PBC 178	**Tayvan (AVRDC)	Orta Amerika
PBC 177	Tayvan (AVRDC)	-
PBC 450	Tayvan (AVRDC)	-
PBC 526	Tayvan (AVRDC)	-
PBC 413	Tayvan (AVRDC)	-
PM 217	Tayvan (AVRDC)	-
PBC 362	Tayvan (AVRDC)	-
COO 276	New Mexico State, ABD	Hollanda
COO 354	New Mexico State, ABD	-
OMCA	New Mexico State, ABD	-
Amazon F1	Seminis	-
KMAE-12	Ç.Ü.Z.F.B.B.B	*****KMTAE
Sera Demre	***BATEM	Tescilli, Türkiye
PBC-1365	Tayvan (AVRDC)	-
Sirena F1	Rito	Hollanda
Roger Seed	New Mexico State, ABD	ABD
LS-279	Ç.Ü.Z.F.B.B.B	Japonya
Yalova Kandil	****ABKMAE	Türkiye
ARDA	New Mexico State, ABD	ABD
PBC 1369	Tayvan (AVRDC)	-
PBC 1364	Tayvan (AVRDC)	-
PBC 179	Tayvan (AVRDC)	-
PM 702	Ç.Ü.Z.F.B.B.B	*****INRA, Kaynağı, CM 334
KM2-11	Ç.Ü.Z.F.B.B.B	KMTAE
Balo F1	Rito	Hollanda
CM 334	New Mexico State	Meksika
Serrano	Ç.Ü.Z.F.B.B.B	Meksika
KMAE-390	Ç.Ü.Z.F.B.B.B	KMTAE
Cherry Biber	BATEM	Türkiye
Yalova Tatlı Sivri	ABKMAE	Tescilli, Türkiye

\*Ç.Ü.Z.F.B.B.B

\*\*AVRDC

\*\*\*BATEM

\*\*\*\*ABKMAE

\*\*\*\*\*KMTAE

\*\*\*\*\*INRA

: Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana

: The Asian Vegetable Research and Development Center, Tayvan

: Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya

: Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova

: Kahramanmaraş Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Kahramanmaraş

: Institut National de la Recherche Agronomique, Avignon, Fransa



**3.1.1.2. “Dayanıklı x Dayanıklı” Melezleme Çalışması**

Yapılan ilk denemelerin sonucunda farklı izolatlarla karşı değişik düzeylerde dayanıklılık gösteren genotiplerin dayanıklılık mekanizmalarını incelemek ve bunların melezlenmeleriyle transgrasif açılım sonucu daha yüksek bir dayanıklılık elde edilip edilemeyeceğini araştırmak için gerçekleştirilen çalışmalarda dört genotip kullanılmıştır. Bu dört genotip, CM 334, PBC 178, PM 217 ve KM2-11’dir. Bu genotiplerden ilk ikisi yüksek düzeyde, sonrakiler orta düzeyde dayanıklı görülmüşlerdir. Anılan materyal kısmi diallel (tek yönlü) melezleme programına alınmış ve F1 bitkileri ile ebeveynleri karşılaştırılarak dayanıklılıkta heterozis olup olmadığı aranmıştır. Buna ek olarak F1’lerin kendilenmesi ile F2’ler oluşturulmuş ve F2 populasyon bitkileri iki farklı izolat ile (yüksek ve orta virulenslik düzeyinde) bulaştırılarak ebeveynlerden daha dayanıklı bitkiler çıkıp çıkmadığı araştırılmıştır.

**3.1.1.3. KM2-11 Genotipinin Dayanıklılığının Kalıtımı**

Dayanıklılığın genetik kalıtımı için, Çukurova Üniversitesi’nde Kahramanmaraş bölgesinden selekte edilerek geliştirilen ve orta düzeyde dayanıklılığı bulunan KM2-11 ve duyarlı KMAE-12 (K.Maraş biberi) genotipleri kullanılmıştır.

KM2-11, Kahramanmaraş bölgesinde yoğun olarak tarla biber yetiştiriciliği yapılan Kahramanmaraş biber populasyonundan Prof. Dr. Kazım ABAK tarafından selekte edilmiştir. Bu genotip, Biber Kök Boğazı Yanıklığı hastalığından birçok bitkinin öldüğü veya ölmek üzere olduğu alanda, hastalıktan hiç etkilenmemiş olması yönüyle dikkati çekmiştir. Bu bitkiden tohum alınmış ve Ç.Ü Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri bölümünde üç generasyon kendilenmiş ve *P. capsici*’ye karşı testlerde dayanıklı olarak belirlenmiştir. Aynı genotip, BATEM’de de *P. capsici* ‘ye karşı 9 izolat ile test edilmiştir. Testler sonucunda virulensliği yüksek izolatlarla karşı duyarlı, ancak virulensliği orta düzeyde olan izolatlarla karşı dayanıklı bulunmuştur. KMAE-12, Kahramanmaraş biber populasyonundan Kahramanmaraş Tarımsal Araştırma Enstitüsü biber ıslah programında seçilmiş olan verimli, renk yönünden

albenisi oldukça güzel, pul ve toz biber üretimi için uygun bir genotip olup duyarlı ebeveyn olarak alınmıştır. Bu genotip, *P. capsici*'nin değişik izolatlarına karşı duyarlı bulunmuştur. Çalışmada kullanılan, iki biber genotipi de, *Capsicum annuum* var. *annuum* türüne aittir.

#### 3.1.1.4. Filogenetik İlişki Çalışması

*P. capsici*'ye karşı dayanıklılık çalışmasında yer alan farklı özellikleri olan farklı orijinli biber koleksiyonunda filogenetik ilişkiyi, moleküler biyoloji teknikleri ile belirlemek için Çizelge 3.2'de verilen dayanıklı ve duyarlı 16 genotip seçilmiştir. Bunlardan 15'i *C. annuum* türüne aittir. Kontrol ve farklı bir tür olarak, New Mexico State'den temin edilen *C. frutescens* türüne ait olan COO-276 genotipi de anılan materyale eklenmiştir.

Çizelge 3.2. Filogenetik ilişki çalışmasında kullanılan materyal, temin edildiği yer ve *P. capsici*'ye dayanıklılıkları

No	Genotip Adı	Temin Edildiği Yer	<i>P. capsici</i> 'ye Karşı Dayanıklılık
1	CM 334	New Mexico State, ABD	Dayanıklı
2	PM 702	INRA, Fransa	Dayanıklı
3	PM 217	Ç.Ü.Z.F.B.B.B.	Dayanıklı, orta dayanıklı *
4	Perennial	Ç.Ü.Z.F.B.B.B	Dayanıklı, orta dayanıklı *
5	Early Jalapone	New Mexico State, ABD	Dayanıklı
6	Cherry biber	New Mexico State, ABD	Duyarlı
7	LS 279	Ç.Ü.Z.F.B.B.B	Dayanıklı, orta dayanıklı*
8	PBC 1365	Tayvan	Dayanıklı
9	PBC 1364	Tayvan	Dayanıklı
10	PBC 178	Tayvan	Dayanıklı
11	PBC 179	Tayvan	Dayanıklı
12	KM2 11	Ç.Ü.Z.F.B.B.B	Dayanıklı
13	KMAE 12	Ç.Ü.Z.F.B.B.B	Duyarlı
14	COO 276 ( <i>C. frutescens</i> )	New Mexico State, ABD	Duyarlı
15	PBC 413	Tayvan	Dayanıklı
16	Sera Demre	BATEM	Duyarlı

\* İzolatın virulensliğine göre değişmekte

**3.1.2. Fungal Materyal**

Genotip x İzolat interaksyonu çalışmasında, Antalya bölgesinden dört izolat (Bey-1, Top-1, KB-1, MK-5) ile Kahramanmaraş bölgesinden Ziraat Yüksek Mühendisi Fatma Vakkasoğlu (Kahramanmaraş Tarımsal Araştırma Enstitüsünden) tarafından izole edilen dört izolat (Çakallık, M-56, M-26, M-35) ve kontrol olarak ABD’ den (New Mexico State) Dr. Paul W. Bosland’dan (PWB 24) temin edilen bir izolat kullanılmıştır. (Çizelge 3. 3).

Çizelge 3.3. Çalışmada kullanılan *Phytophthora capsici* izolatları ve toplandıkları yerler

Kod Numarası	İzolatın Toplandığı Yer	İzole Eden Kişi
Çakallık	Kahramanmaraş	Göçmen, BATEM, Antalya
MK-5	Batı Akdeniz (Kumluca)	Göçmen, BATEM, Antalya
M-26	Kahramanmaraş	Vakkasoğlu, A.Ü.Z.F. BKB.; Ankara
Top-1	Batı Akdeniz (Topçular)	Çakır, Ak.Ü. Z.F. BKB., Antalya
M-56	Kahramanmaraş	Vakkasoğlu, A.Ü.Z.F. BKB.; Ankara
KB	Batı Akdeniz (Serik)	Göçmen, BATEM
Bey-1	Batı Akdeniz (Beykonak)	Çakır, Ak.Ü. Z.F. BKB., Antalya
PWB-24	New Mexico, State, ABD	P.W.Bosland, New Mexico State, ABD
M-35	Kahramanmaraş	Vakkasoğlu, A.Ü.Z.F. BKB.; Ankara

KM2-11 genotipindeki dayanıklılık kalıtımı çalışmasında bunların içinden seçilen virulenslik düzeyi farklı üç izolat (Top-1, M-26 ve M-56) kullanılmıştır. Dayanıklı x Dayanıklı melez çalışmasında ise birisi agresif (PWB-24) diğeri orta düzeyde agresif (M-26) iki izolat ile çalışılmıştır.

**3.1.3. Moleküler Biyoloji Çalışması**

Çalışmanın bu aşamasında, Lee ve ark. (2004)’nın *C. annuum* ve *C. chinense* melezi ile gerçekleştirilen genetik haritalama çalışmasında oluşturdukları 27 SSR (simple sequence repeat) primeri kullanılmıştır (Çizelge 3.4). Primerler Iontech primer sentezleme merkezinde sentezletilmiştir. Çalışılan primerlerin kromozomlardaki yerleri Şekil 3.1, Şekil 3.2 ve Şekil 3.3’de gösterilmektedir.

### 3.MATERYAL VE YÖNTEM

### Münevver GÖCMEN

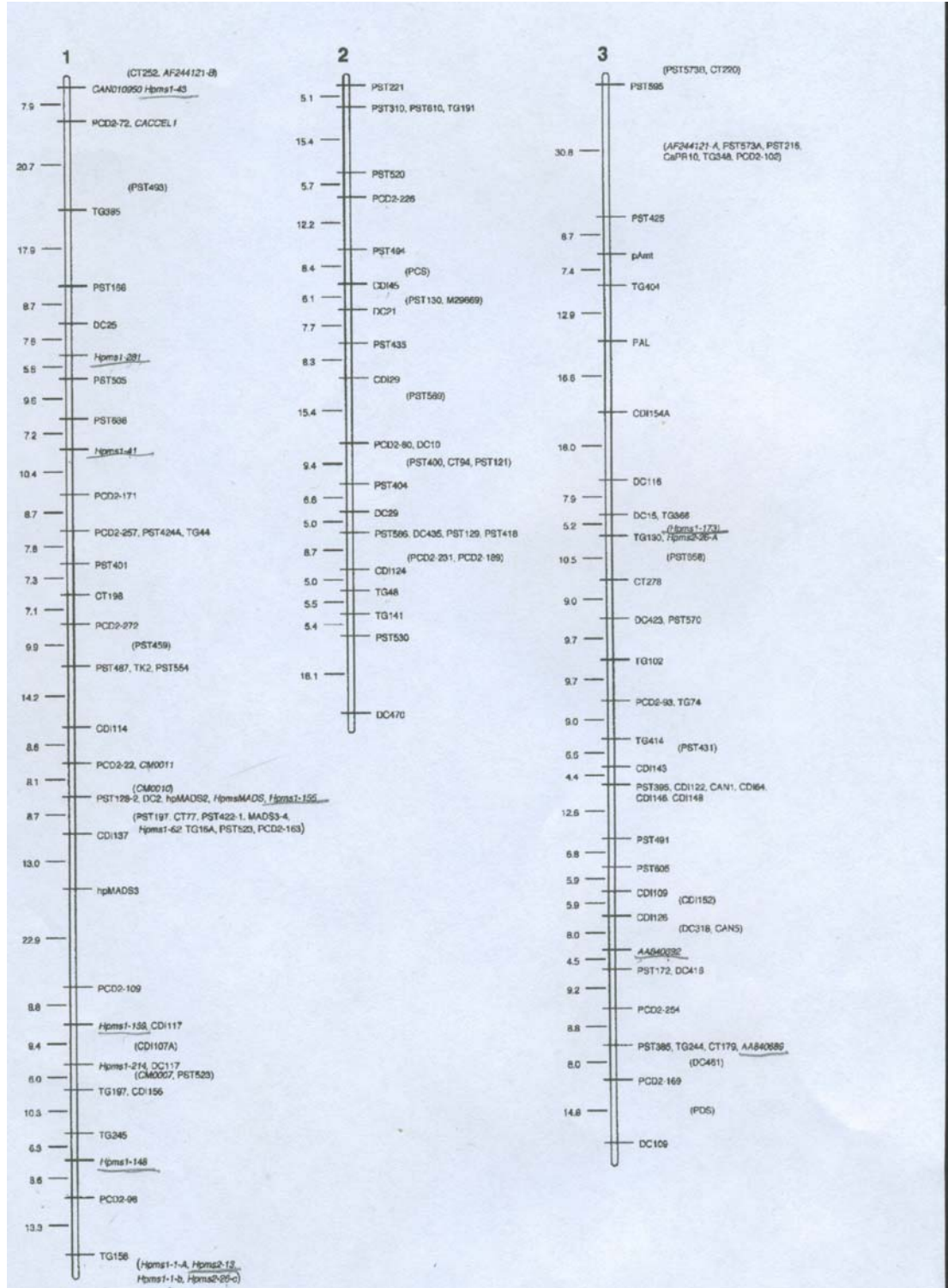
Çizelge 3.4. SSR primer çiftlerinin nükleotid dizilimleri

Kod Numarası	Reverse	Forward	DNA Fragment Uzunluğu	Linkage Grup
Hpms 1-5	CCAAACGAACCGATGAACACTC	GACAATGTTGAAAAAGGTGGAAGAC	311	6
Hpms 1-41	GGGTATCATCCGTTGAAAGTTAGG	CAAGAGGTATCACAACATGAGAGG	192	1
Hpms 1-43	AACCAGCAATCCCATGAAAACC	GGGCTTTGGGAGAAATAGTGTG	154	1
Hpms 1-117	ACCCAAATTTGCCTTGTTGAT	AATCCATAACCTTATCCCATAAA	189	-
Hpms 1-139	CCAACAGTAGGACCCGAAAATCC	ATGAAGGCTACTGCTGCGATCC	299	9
Hpms 1-148	GGCGGAGAAGAAGTAGACGATTAGC	CCACCCAATCCACATAGACG	197	1
Hpms 1-155	ACGAGGCCCAAGCTGTTATGTC	TTGTCCCGACTCTCCATTGACC	207	1
Hpms 1-165	GGCTATTTCCGACAAACCCTCAG	CCATTGGTGTTTTCACTGTTGTG	213	4
Hpms 1-168	GCCCGATCAATGAATTTCAAC	TGATTTTTGGGTGGAGAGAAAACC	208	16
Hpms 1-172	GGGTTTGCATGATCTAAGCATTTT	CGCTGGAATGCATTGTCAAAGA	344	11
Hpms 1-173	TGCTGGGAAAGATCTCAAAGG	ATCAAGGAAGCAAACCAATGC	163	3
Hpms 1-274	TCCAGACCCCTCGTGATAG	TCCTGCTCCTTCCACAACCTG	174	7
Hpms 1-281	TGAGGCAGTGGTATGGTCTGC	CCCGAGTTCGTCTGCCAATAG	132	1
Hpms 2-13	TCACCTCATAAGGGCTTATCAATC	TCCTTAACCTTACGAAACCTTGG	259	1
Hpms 2-21	TTTTTCAATTGATGCATGACCGATA	CATGTCATTTTGTGATTGATTTGG	295	10
Hpms 2-23	CCCTCGGCTCAGGATAAATACC	CCCCAGACTCCCCTTTGTG	126	5
Hpms 2-24	TCGTATTGGCTTGTGATTTACCG	TTGAATCGAATACCCGCAGGAG	205	9
Hpms 2-26	GGGATGTAGGAACAACCCTAACC	TGCATCTTTTCTTCATCCCCTTTC	217	1,3,5
Hpms 2-45	CGAAAGGTAGTTTTGGCCTTTG	TGGGCCCAATATGCTTAAGAGC	148	5
HpmsAT2-14	TTTAGGGTTTCCAACCTTCTTCC	CTAACCCACCAAGCAAAACAC	174	4
HpmsAT2-20	TGCACTGTCTTGTGTTAAAATGACG	AAAATTGCACAAATATGGCTGCTG	148	6
HpmsCASIG19	CATGAATTTTCTTGAAGGTCCC	AAGGGTGTATCGTACGCAGCCTTA	218	7
AA840689	GACAACATAGGCGGACCTTTGG	TGCTTTAGGTCTACGTCCTTGAC	267	3
AA840692	TGGAAGTGATTACTGGAACCATGC	GGGTTTTAGTCATGGAATCTTTTGC	202	3
AA840721	CACTTTGATACGTGAACACTTCC	AGTTTGCCTGGTCTGCTC	112	7
Hpms 1-3	TGGGAAATAGGATGCGCTAAACC	AACTTTAAGACTCAAAATCCATAACC	223	9
AF242731	GGGCTGACGGCCATTAAGAAC	CAGACAGCTAGAAAGAGAGGAATTCTG	195	16

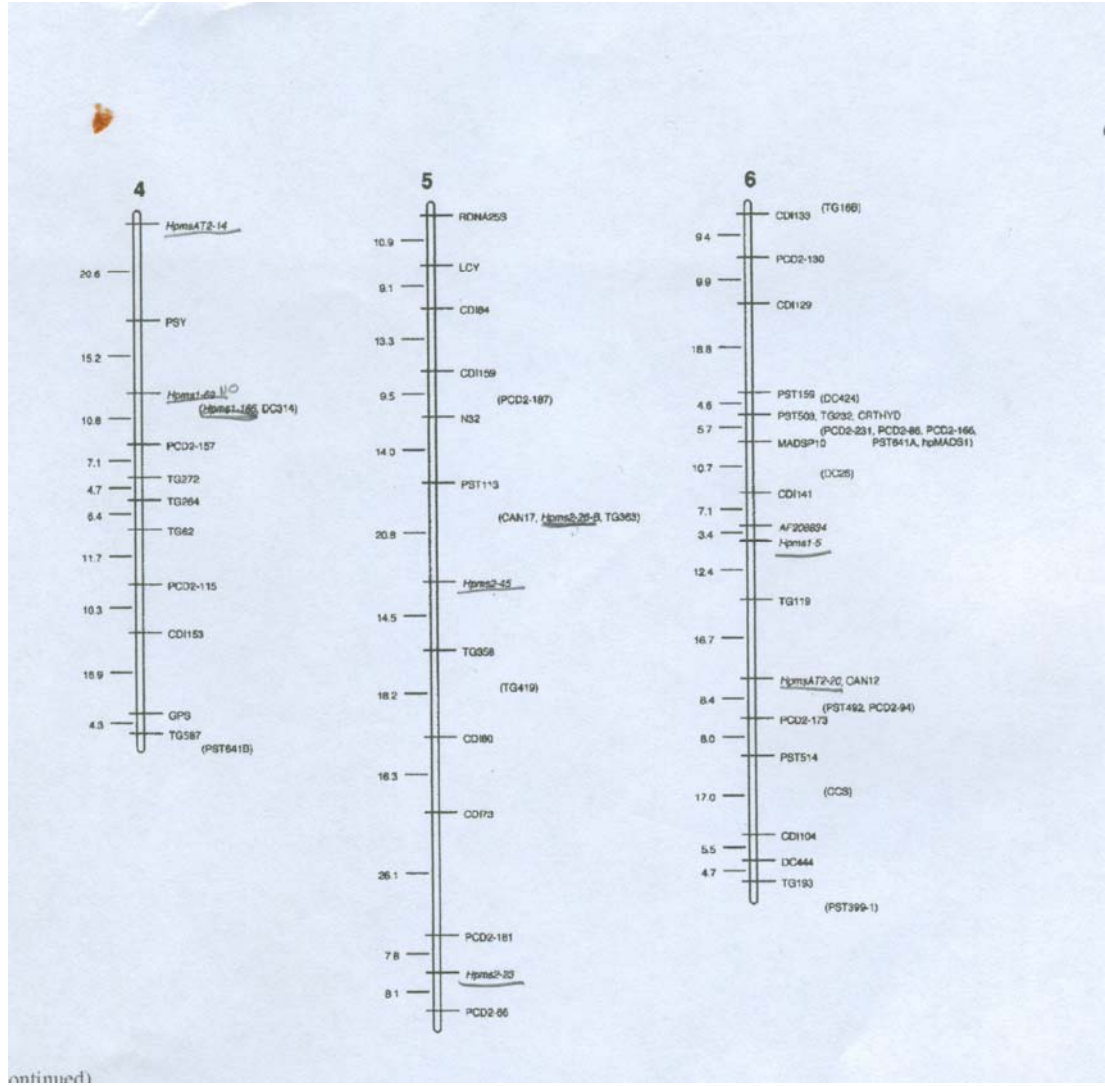
SRAP (sequence-related amplified polymorphism), PCR esaslı bir markır sistemi olup iki primer kullanılmaktadır. Forward 9 primer 17 bazlık, reverse 16 primer ise 18 bazlıktır. Bu çalışmada, 144 primer kombinasyonu kullanılmıştır (Çizelge 3.5).

Çizelge 3.5. SRAP primerlerin nükleotid dizilimleri

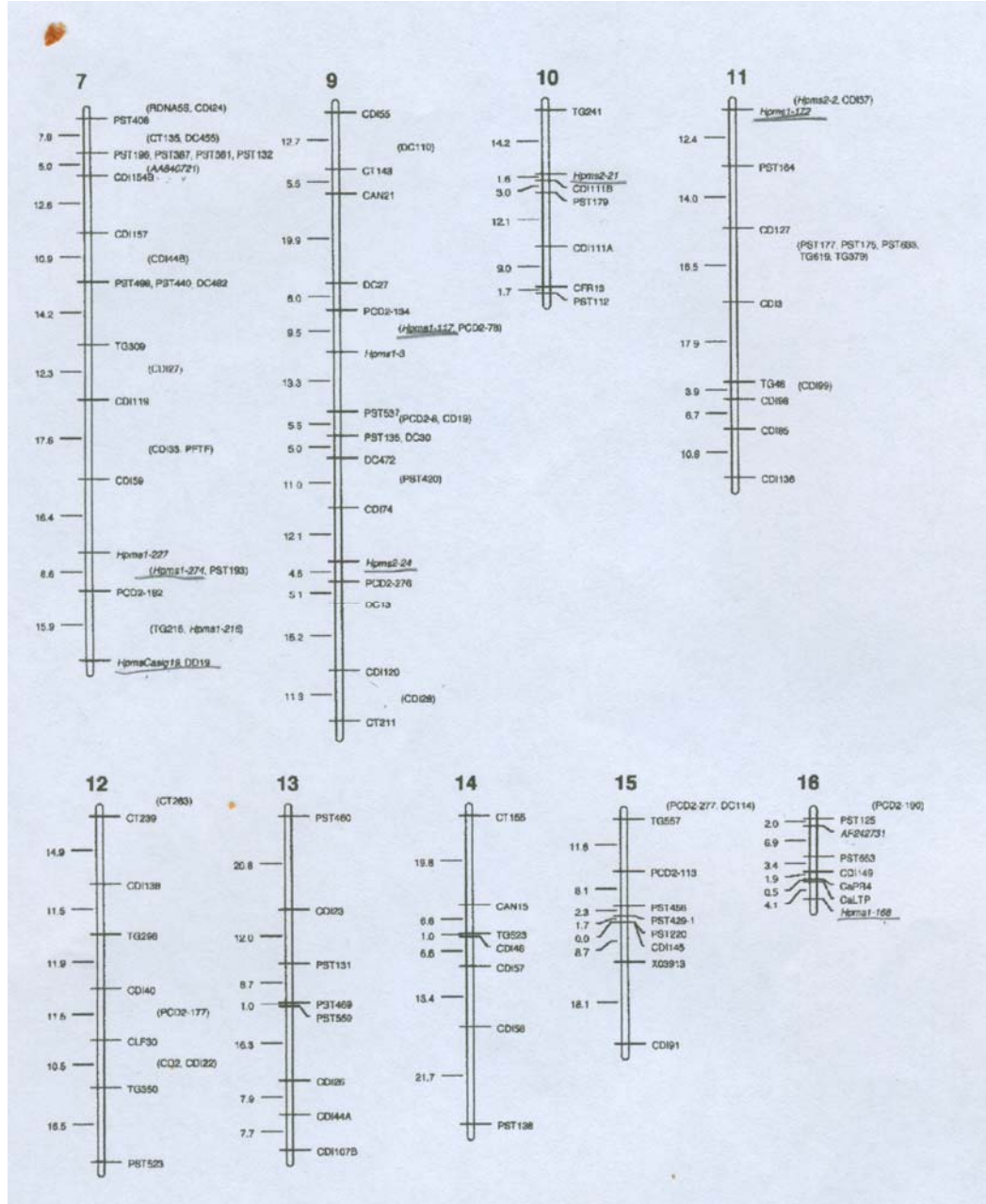
Forward Primer Kodları	Nükleotid Dizilimi	Reverse Primer Kodları	Nükleotid Dizilimi
Me1	5'-TGA GTC CAA ACC GGA TA-3	Em1	5'- GAC TGC GTA CGA ATT AAT -3'
Me2	5'-TGA GTC CAA ACC GGA GC-3	Em2'	5'- GAC TGC GTA CGA ATT TGC -3'
Me3	5'- TGA GTC CAA ACC GGA AT-3	Em3	5'- GAC TGC GTA CGA ATT GAC -3'
Me4	5'- TGA GTC CAA ACC GGA CC-3	Em4	5'- GAC TGC GTA CGA ATT TGA -3'
Me5	5'-TGA GTC CAA ACC GGA AG-3	Em5	5'- GAC TGC GTA CGA ATT AAC -3'
Me6	5'- TGA GTC CAA ACC GGA CA-3	Em6'	, 5'- GAC TGC GTA CGA ATT GCA -3'
Me7	5'- TGA GTC CAA ACC GGA CG-3	Em7'	5'- GAC TGC GTA CGA ATT CAA -3'
Me8	5'-TGA GTC CAA ACC GGA CT-3	Em8	5'- GAC TGC GTA CGA ATT CAC --3'
Me9	5'-TGA GTC CAA ACC GGA GG-3	Em9	5'- GAC TGC GTA CGA ATT CAG -3'
		Em10	5'- GAC TGC GTA CGA ATT CAT -3'
		Em11	5'- GAC TGC GTA CGA ATT CTA -3'
		Em12	5'- GAC TGC GTA CGA ATT CTC -3'
		Em13	5'- GAC TGC GTA CGA ATT CTG -3'
		Em14	5'- GAC TGC GTA CGA ATT CTT -3'
		Em15	5'- GAC TGC GTA CGA ATT GAT -3'
		Em16	5'- GAC TGC GTA CGA ATT GTC-3'



Şekil 3.1. SSR primer çiftlerinin biber genomundaki 1., 2. ve 3. lokustaki yerleri (Lee ve ark., 2004)



Şekil 3.2. SSR primer çiftlerinin biber genomundaki 4., 5. ve 6. lokustaki yerleri (Lee ve ark., 2004)



Şekil 3.3. SSR primer çiftlerinin biber genomundaki 7., 9., 10., 11., 12., 13., 14., 15. ve 16. lokustaki yerleri (Lee ve ark., 2004)



### 3.2.Yöntemler

#### 3.2.1. *P. capsici*'nin İzolasyonu ve Çoğaltılması

##### 3.2.1.1. İzolasyon

*P. capsici* izolatları, ülkemizde tarla biber yetiştiriciliğinin yoğun yapıldığı ve Biber Kök Boğazı Yanıklığı hastalığının önemli sorun olduğu Kahramanmaraş bölgesi ile örtü altı biber yetiştiriciliğinin yapıldığı Antalya yöresinden temin edilmiştir. Antalya'da Kumluca, Demre, Kaş-Kınık, Serik ve Merkez ilçesi alanlarında Mart- Nisan aylarında 2000-2001 yıllarında survey yapılmıştır. Kahramanmaraş'da Türkoğlu ve Çakallık bölgelerinde 2001 yılı Ağustos ayında hastalıklı bitki örnekleri toplanmıştır. Yapılan surveylerde Biber Kök Boğazı Yanıklığı simptomsu gösteren bitki örnekleri (Şekil 3.4) alınmış ve etiketli naylon poşetler içerisinde BATEM Mikoloji laboratuvarına getirilmiştir.

Hastalıklı bitkilerden kahverengi ve sağlam dokuların bulunduğu alanlardan bistüri ile doku parçaları kesilmiştir. Alınan doku örnekleri, önce yüzeysel sterilizasyonu için %5'lik hipoklorit + Tween-20 (2-3 damla) bulunan 100 ml'lik su içerisinde 10 dakika bekletilmiş, daha sonra 3 kez steril destile su ile yıkanmıştır. Steril kabin içerisinde kurutma kağıtlarına alınarak 15 dakika bekletilen bitki doku örneklerinin kurumaları sağlandıktan sonra steril bistüri ile daha küçük parçalara (2 x 2 mm) ayrılmıştır. Kesilen bitki doku parçalarının kesim yerleri ortam üzerine gelecek şekilde içinde havuç ortamı (%1'lik agar, %5'lik taze havuç ) bulunan 10 cm çapındaki plastik petrilerin merkezi yerine konulmuştur. Etiketleme işlemi yapıldıktan sonra petriler parafilm ile sarılmıştır. Kùltürler 22°C'de karanlık koşullarda inkübatör içerisinde inkube edilmiş, bir hafta sonra ortamda gelişen fungal misellerin bulunduğu kısımdan parça alınarak yeni petriler içerisinde alt kùltüre alınmış ve bir hafta geliştirildikten sonra fungusların mikroskopik tanısı yapılmıştır.

*P. capsici* tanısı yapılan kùltürler, patojenite testi için 2-3 yapraklı Sera Demre çeşidi biber fidelerine kesilmiş gövde ucu yöntemi ile inokule edilmiştir.

İnokulasyondan 7 gün sonra hastalıklı bitki örneklerinden tekrar izolasyon işlemi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.4. Biber Kök Boğazı Yanıklığı etmeninin soldurduğu bir bitki (solda), bitki kök boğazı üzerinde hastalık nedeni ile oluşan nekroz (sağda)

### 3.2.1.2. Çoğaltma ve Saklama

İnokulasyonlardan 10 gün önce havuç ortamı hazırlanmış ve her izolattan 10 petriye ekim yapılmıştır. Petriler parafilm ile sarılmış ve 22-24 °C'ye ayarlanmış inkübatörlerde 7-8 gün bekletilmiştir. Bu süre içerisinde fungus gelişerek tüm petriyi kaplamıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Havuç ortamı üzerinde alt kültüre alınan *P. capsici* izolatlarının, ilk gündeki (solda) ve 7-8 gün sonraki (sağda) gelişme durumu

İzolatlar, iki şekilde saklanmıştır. Birincisinde, havuç ortamı bulunan petrilere misel ekimleri gerçekleştirilmiş ve 22 °C'ye ayarlı inkübatörde saklanmıştır. Bu amaçla, 6-8 hafta aralıklarla kültürler alt kültüre alınmıştır. Diğer saklama yönteminde steril saf su bulunan ependorf tüplerine sporangium ve misel bulunan iki küçük agar parçası konulmuş, ağzı parafilm ile kapatılmış ve oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir.

Kültürlerin devamlılığını sağlamak için 6 ayda bir izolatlar alt kültüre alınmış, bitkilere inokule edilmiş ve tekrar izolasyon yapılarak izolatların patojenitesini kaybetmemeleri sağlanmıştır.

### **3.2.1.3. Tek Spor İzolasyonu**

İzolatlardan saf kültür elde etmek için tek zoospor izolasyonu yapılmıştır. Tek zoospor izolasyonu için 7 günlük fungus kültürlerinden korkbohrer yardımı ile 7-10 mm çapında parçalar alınmış ve steril su bulunan petrilere konulmuş ve parçaların üzerini su kapatacak şekilde ekleme yapılmıştır. Bu kültürler 27 °C'de 4-5 gün inkube edilmiştir. Zoospor üretimini teşvik için kültürler bir inkübatör (12 °C) içerisinde 60 dakika bırakılmıştır. Daha sonra kültürler oda sıcaklığında (22-26°C)'da 30 dakika bekletilmiş ve zoospor oluşumu mikroskop altında incelenmiştir. Zoospor içeren sıvıdan bir pipet yardımı ile 50-75 µl alınmış ve içerisinde havuç ortamı bulunan petrilere aktarılmıştır. İçerisinde zoospor bulunan bu sıvı steril kabin içerisinde bir cam çubuk yardımı ile ortam üzerine yayılmıştır. Kültürler inkübatör (22 °C) içerisinde 24 saat süre ile inkube edilmiş ve mikroskop altında çim borucuğu veya misel uzantısı oluşturan zoosporlar işaretlenerek başka bir petriye alınmış ve geliştirilmiştir.

### **3.2.2. Bitkilerin Yetiştirilmesi ve Dayanıklılık Testlerinin Yapılması**

#### **3.2.2.1. Bitkilerin Yetiştirilmesi**

Dayanıklılık testi denemelerinde kullanılan biber genotiplerinin tohumları steril torf bulunan viyollere tek tek ekilmiş ve tohumların üzeri vermikulit ile

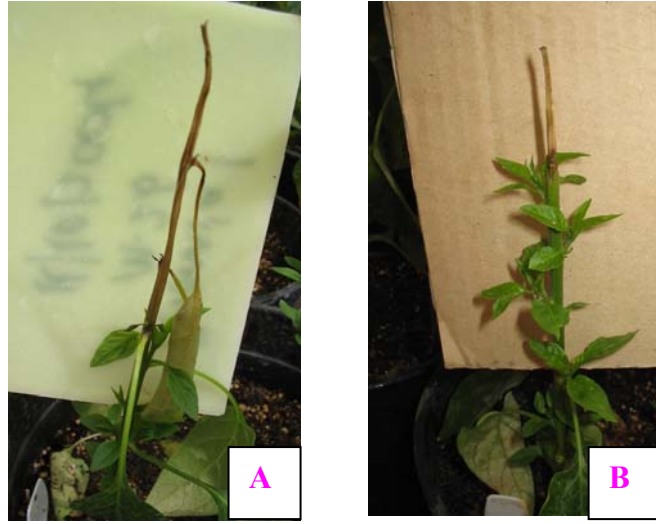
kapatılmıştır. Viyoller streç film ile kapatılmış ve daha sonra 28°C'lik çimlendirme odasında 8-10 gün bekletilerek tohumların çimlenmesi sağlanmıştır. Çimlenmenin gerçekleşmesinden sonra viyoller daha sonra kontrollü seraya alınmış ve şaşırtma büyüklüğüne gelene kadar (yaklaşık 6-7 hafta) bakım işleri yapılmıştır. Bu aşamaya kadar olan tüm işlemler Kayaburnu fidecilik şirketi tarafından gerçekleştirilmiştir. Fideler 2-3 yapraklı döneme geldiğinde Kayaburnu firmasından alınarak BATEM'deki bölmeli kontrollü seralara getirilmiştir. Fideler teker teker siyah saksılara (7 cm × 9 cm) "6:2:1" v/v/v oranında "torf : pomza : perlit" steril (sterilizasyon buhar makinası ile yapılmıştır) harç karışımı bulunan saksılara şaşırtılmıştır. Her genotipten her fungus izolatu için 6 bitki kullanılacak şekilde şaşırtma gerçekleştirilmiştir. Bitkiler şaşırtmadan yaklaşık 6-8 hafta sonra 6-7 yapraklı dönemde inokulasyona hazır hale gelmiştir.

#### 3.2.2.2. Testlerin Yapılması

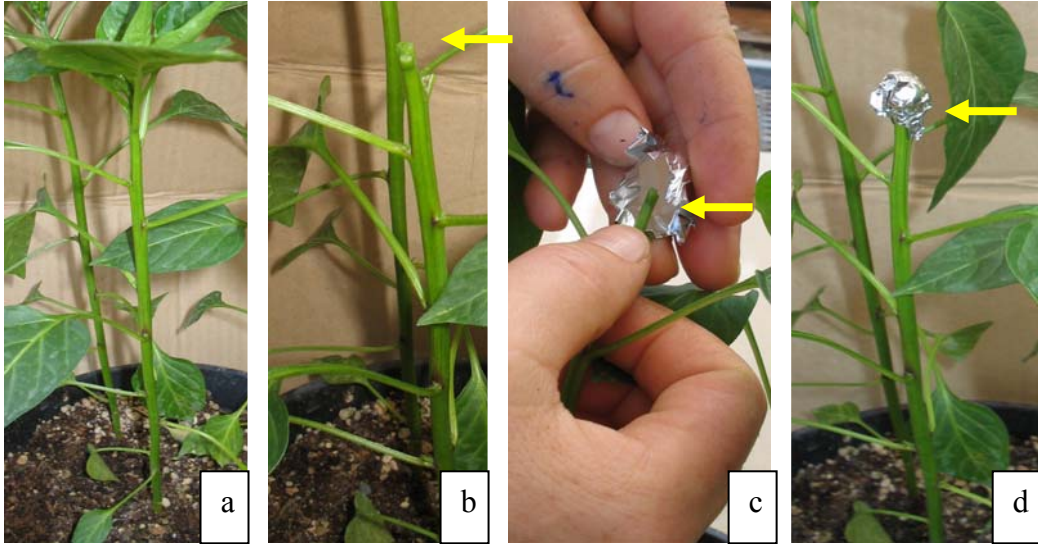
*P. capsici* izolatlarına karşı biber genotiplerinin gösterdiği dayanıklılık reaksiyonlarını belirlemek için "kesilmiş gövde ucu" testi uygulanmıştır. Pochard ve Chambonnet (1971) tarafından geliştirilen bu testin esası, patojenin misel şeklinde bitki gövdesinde ilerleme hızına dayanmaktadır. Bu test yönteminin seçilme nedeni konukçu ile patojen arasındaki hastalık gelişiminin zamana bağlı olarak izleme imkanının olması ve nekroz uzunluğunun ölçümü ile kantitatif veriler elde etmeye elverişli olmasıdır. İnokulasyondan sonra duyarlı bitkilerde patojen sabit bir hızla ilerlerken dokuda kahverengi nekroz oluşturarak dokunun canlılığının kaybolmasına neden olmaktadır (Şekil 3.6.A). Dayanıklı genotiplerde ise hastalığın ilerlemesi birkaç gün içinde yavaşlamakta, ya çok azalmakta ya da güçlü dayanıklılığa sahip bitkilerde tamamen durmaktadır. Bu bitkiler koltuk sürgünlerinden oluşan yan dallar yardımıyla bitki yeniden sağlıklı bir görünüm kazanmaktadır (Şekil 3.6.B).

Kesilmiş gövde ucu testi, bitkinin 6-7 yapraklı olduğu, bitki gövdesinin çatallaşmaya ve ilk çiçek tomurcuklarının görünmeye başladığı dönemde uygulanmaktadır. Bu döneme ulaşan bitkiler 7-8 günlük fungus kültürü ile inokule edilmişlerdir. İnokulasyon işlemi için önce bitkinin büyüme ucu bir bistüri ile

kesilmiş ve 0,5 cm çapındaki fungal kültür, misel taşıyan yüzü bitkiye gelecek şekilde kesim yüzeyine yerleştirilmiş ve üzeri alüminyum foley ile kapatılarak kültürün kuruması ve düşmesi önlenmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.6. *P. capsici* ile duyarlı (a) ve dayanıklı (b) biber bitkilerinin kesilmiş gövde ucu ile yapılan inokulasyondan 21 gün sonraki durumu



Şekil 3.7. Biber bitkilerinin kesilmiş gövde ucu yöntemi ile *P. capsici* inokulasyonu (a, test büyüklüğüne gelen bitki; b, tepe sürgünü kesilen bitki; c, bitkinin kesilen gövde ucuna patojenin yerleştirilmesi; d, patojen ile inokule edilen bitki

*P.capsici* izolatları ile inokule edilen bitkiler  $25\pm 2$  °C lik sera koşullarına alınmış, hastalık takibinin yapıldığı dönem boyunca bakım işleri gerçekleştirilmiştir. Duyarlı genotiplerde inokulasyondan 14 gün sonra, nekrozların tüm bitkiyi sarması nedeniyle ölümler olmuştur. Buna karşılık dayanıklılık özelliği gösteren genotipler 3 hafta boyunca serada bekletilebilmiş ve gözlemler yapılmıştır. Duyarlı bitkilerin ölmesi ve nekroz uzunluk verilerinin alınmaması nedeniyle istatistik analizlerde inokulasyondan sonraki 14. gün verileri son değerlendirme olarak alınmıştır.

### 3.2.2.3. Nekroz Uzunluklarının Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi

İnokulasyon sonrası, 3., 7., 10., 14., 17. ve 21. günlerde bitki gövdeleri üzerinde oluşan kahverengi ölü dokuların uzunluğu (NU) bir cetvel yardımı ile mm ( $\pm 1$ ) olarak aynı kişi tarafından ve her ölçüm gününde aynı saatlerde yapılarak belirlenmiş ve kaydedilmiştir.



Şekil 3.8. *P. capsici*'nin biber gövdesinde oluşturduğu nekroz (a) ve nekroz uzunluğunun ölçümü (b)

İki ölçüm tarihi arasındaki nekroz uzunluğu farkı, yine iki ölçüm arasındaki gün sayısına bölünerek günlük ortalama nekroz ilerleme hızı (NİH) mm/gün, olarak hesaplanmıştır. Konukçu-patojen ilişkileri ilgili çalışmalarda, inokulasyondan sonra 3., 7., 10. ve 14. günlerde belirlenen nekroz uzunlukları ve nekroz ilerleme hızları

göz önüne alınarak her ölçüm günü ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Çalışmanın bu bölümünde, duyarlı genotiplerin agresif izolatlarda inokulasyondan sonraki 14. günde bitki ölümlerinin başlaması nedeniyle değerlendirme 14. günde bitirilmiştir.

İzolatlara karşı çeşitlerin dayanıklılığının gruplandırılması, 14. gündeki NİH'na göre aşağıdaki şekilde yapılmıştır;

Dayanıklı (R); 0.00-2.99 mm, Orta Dayanıklı (MR); 3.00-4.99 mm,  
Duyarlı (S); 5.00-7.99 mm, Aşırı Duyarlı (HS); 9.00 mm ve üstü

Dayanıklı x Dayanıklı melez populasyonlarında ve KM2-11 genotipinin dayanıklılığın kalıtımı ile ilgili çalışmada değerlendirme Lefebvre ve Palloix (1996)'na göre yapılmıştır. Aşağıda açıklanan 3 hastalık dönemi, göz önüne alınarak her dönem ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

- Hastalığın birinci dönemi; patojenin konukçu tarafından kabul edilmesi; inokulasyondan sonraki ilk 3 gündeki nekroz ilerleme hızı (mm/gün),
- Hastalığın ikinci dönemi; dayanıklılığın uyarılması; inokulasyondan sonraki 3. ve 10 günleri arasındaki nekroz ilerleme hızında azalma (mm/gün<sup>2</sup>),
- Hastalığın üçüncü dönemi; dayanıklılığın devamlılığı; inokulasyondan sonraki 14. ve 21. günler arasındaki nekroz ilerleme hızı (mm/gün), değerlendirilerek yapılmıştır.

Pochard ve Daubeze (1980) ve Pochard ve ark. (1983)'na göre kesilmiş gövde ucu testi ile üç kantitatif kritere göre dayanıklılığın değerlendirmesi yapılabilmektedir. Kantitatif kriterler, hastalığı üç ayrı dönemde incelemektedir. Hastalığın birinci dönemi; konukçu-patojen tanışması (receptivity), hastalığın ikinci dönemi; konukçu bitkideki dayanıklılığın patojen tarafından uyarılması, patojene karşı fungistatik etkinin başlaması (inducibility) ve hastalığın üçüncü dönemi; konukçu bitkide harekete geçirilen savunma mekanizmasının devam ettirilerek patojen gelişimin uzun süre durdurulması veya yavaşlatılması (stability) olarak değerlendirilmektedir.



### 3.2.3. “Dayanıklı x Dayanıklı” Melezlerinde Dayanıklılığın Belirlenmesi

*P. capsici*'ye karşı güçlü dayanıklılığı olan CM 334 ve PBC 178 genotipleri ile kısmi dayanıklılığı olan KM2 11 ve PM 217 genotipleri tek yönlü diallel melezleme ile 6 F2 populasyonu oluşturulmuştur.

Melezlemeler, sera koşullarında yetiştirilen bitkilerde sabah 6.00-9.30 arası yapılmıştır. Melezleme populasyonları 2002-2003 yıllarında yapılan melezlemelerle elde edilmiştir.

Melez populasyonlarının testlerinde kullanılan bitki sayıları ve izolatlarla ilgili bilgiler Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.6. Dayanıklı x Dayanıklı melez populasyonlarının testlerinde kullanılan bitki sayıları

Genotipler ve melez kombinasyonu	PWB-24 izolatu	M-26 izolatu
CMM-334	20	15
PBC-178	20	20
KM2-11	15	15
PM-217	10	10
KM2-11 x PM-217 (F1)	15	15
KM2-11 x CMM-334 (F1)	15	15
KM2-11 x PBC-178 (F1)	15	15
PBC-178 x PM-217 (F1)	10	10
PM-217 x CMM-334 (F1)	20	15
PBC-178 x CMM-334 (F1)	10	10
KM2-11 x PM-217 (F2)	105	105
KM2-11 x CMM-334 (F2)	105	105
KM2-11 x PBC-178 (F2)	105	105
PBC-178 x PM-217 (F2)	105	105
PM-217 x CMM-334 (F2)	105	105
PBC-178 x CMM-334 (F2)	105	105
<b>Toplam bitki sayısı</b>	<b>780</b>	<b>770</b>

Dayanıklılık ile ilgili testlerde, virulenslik düzeyi farklı iki izolat (PWB-24 ve M-26) kullanılmıştır. Her saksıya iki bitki dikilmiş ve bitkilerin beş-altı yapraklı



döneme geldiğinde saksıdaki bitkilerin birine PWB-24 izolatu, diğesine M-26 izolatu inokule edilmiştir. Tüm populasyonlar aynı serada, aynı zamanda test edilmiştir. Ebeveynler ve F1 bitkileri F2 populasyonlarının içerisine tesadüfî olarak konulmuştur. Çizelge 3.6'da görüldüğü gibi, dört ebeveyn ve altı F1 generasyonundan en az 10 bitki en fazla 20 bitkiden veri almak mümkün olabilmiştir

İnokulasyondan sonraki 3, 7, 10,14, 17 ve 21 günlerde, bitki gövdesinde meydana gelen nekroz uzunluğu mm olarak tarafından ölçülmüştür. Çalışmanın bu aşaması için bitki yetiştirme, inokulasyon, verilerin alınması ve verilerin değerlendirilmesi daha önce 3.2.2.3. kısımda açıklandığı şekilde yapılmıştır.

#### 3.2.4. KM2-11'deki Dayanıklılığın Kalıtımı İçin İzlenen Yöntemler

KM2-11 genotipindeki dayanıklılığın kalıtımı için bu genotip duyarlı KMAE-12 genotip ile melezlenerek F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> ve BC1 generasyonları oluşturulmuş; F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> ve BC1 bitkilerinde dayanıklılık düzey ve oranları belirlenmiştir. KMAE-12 x KM2-11 ile oluşturulan melez kombinasyonu ve testlerde kullanılan bitki sayısı Çizelge 3.7. 'de verilmiştir.

Mezleme yapılan bitkiler BATEM-Aksu istasyonundaki cam serada yetiştirilmiştir. Mezleme ve kendilemeler sabah erken saatlerde (6.00-10.00) yapılmıştır. Hasat için meyvelerin iyice kızarması ve olgunlaşması beklenmiş, iyice olgunlaşan meyvelerden tohumlar çıkartılmış ve kurutma kağıtı üzerine serilerek 5-6 gün kurutulduktan sonra paketlenerek etiketlenmiştir.

Çizelge 3.7. KMAE-12 x KM2-11 melez populasyonlarında testler için kullanılan bitki sayıları

Ebeveynler ve Generasyonlar	<i>P. capsici</i> izolatları			
	Top-1	M-26	M-56	Toplam
KMAE-12	10	10	10	30
KM2-11	10	10	10	30
F1	10	10	10	30
BC1 <sub>KM2-11</sub>	25	25	25	75
F2	50	50	50	150
<b>Toplam Bitki Sayısı</b>	<b>105</b>	<b>105</b>	<b>105</b>	<b>315</b>

KM2-11 genotipinin dayanıklılık kalıtımı testlerinde, agresivite düzeyi farklı (agresif, orta agresif, zayıf) üç izolat (Top-1, M-26, M-56) kullanılmıştır. Testler, iklim odasında 24-26°C'de, 12.000 lux ışık şiddetinde gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada kullanılan iki ebeveynde, üç izolatın nekroz uzunlukları ve nekroz ilerleme hızları farklı ölçüm günlerine göre karşılaştırılmıştır. Her çeşit ve generasyonda, üç dayanıklılık kriterlerine ait veriler hesaplanmış, ebeveynlerin, F1 F2 ve BC generasyonlarının nekroz ilerleme hız ortalamaları ve standart sapmaları belirlenmiştir.

Melezlemelerin ve testlemelerin doğruluğunu kontrol etmek ve elde edilen verilerin üzerine çevrenin ve genetik kaynağın ne kadar (%) etkili olduğunu belirlemek için için tahmini varyans analizi ( $E_v$ ), total çevre varyansı ( $V_E$ ) ve genetik varyans (H) analizi hesaplanmıştır. Bu amaçla aşağıdaki eşitliklerden yararlanılmıştır (Allard, 1999).

$$E_v = (P_1 + P_2 + F_1)/3$$

**P1**= Ebeveynlerden birinin varyansı

**P2**= Ebeveynlerden diğerinin varyansı

**F1**= F1 generasyonundaki varyans

$$V_E = E_v / V_{F_2}$$

**E<sub>v</sub>** = Tahmini varyans

**V<sub>F2</sub>** = F2 generasyonundaki varyans

$$H^2_{F_2} = 1 - V_E$$

BC1 generasyonundaki total genetik varyans analizi ise şu şekilde yapılmıştır.

$$V_{BC1} - E_v = H_{BC1} / V_{BC1} = \text{Total BC1 genetik varyans}$$

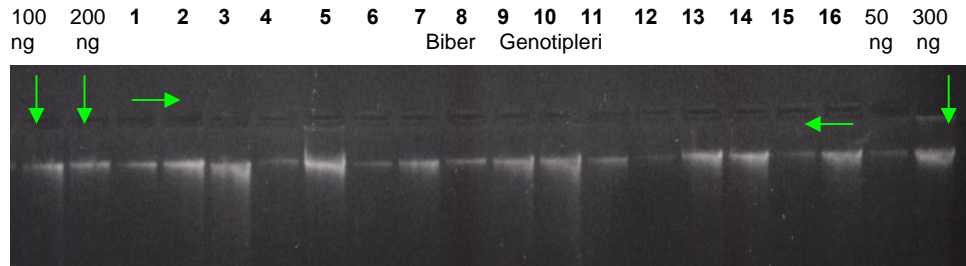
### 3.2.5. Biber Genotiplerinde Moleküler Markırlarla Filogenetik İlişki

#### 3.2.5.1. DNA İzolasyonu İçin Bitki Materyalinin Yetiştirilmesi

Biber genotiplerinden (16), sağlıklı görünen 25'er tohum seçilmiş ve her bir biber genotipi ayrı ayrı küçük çimlendirme kaplarında bulunan steril torf ortamına ekilmişlerdir. Çimlendirme dolabında 27<sup>0</sup>C'de çimlendirilen ve tohum ekiminden 20 gün sonra oluşan genç bitkilerin yaprakları bir pens ile kopartılarak ependorf tüplere alınmışlardır.

#### 3.2.5.2. DNA İzolasyonu

DNA izolasyonu için 0,5 g taze yaprak dokusu ve DNA izolasyon kiti (Promega) kullanılmıştır. DNA kalitesi ve konsantrasyonunu belirlemek için 5 µl'lik DNA örnekleri %1'lik agaroz jelde 75 V'da 45 dakika yürütülmüştür. Kontrol olarak konsantrasyonu bilinen λ DNA'sı (25ng, 50ng, 100ng, 200ng) kullanılmıştır. Jel ethidium bromid ile boyanmış ve UV ışığında transilaminatör üzerinde incelenmiş ve poloroit fotoğrafları çekilmiştir (Şekil 3. 9).



Şekil 3.9. Biber genotipleri ve λ DNA'nın %1'lik agaroz jeldeki görüntüsü

#### 3.2.5.3. Primerlerin Sentezlenmesi

Çalışmada PCR esaslı iki farklı markır sistemi (SSR ve SRAP) kullanılmıştır. Bu markır sistemleri için uygun primerler kaynak taraması ile belirlenmiştir.

Primerler Iontech primer sentezleme merkezinde sentezlenmiştir.

### 3.2.5.4. DNA Sentezlenmesi

PCR çalışması, 10-25 ng genomik DNA bulunan 25 µl'lik toplam miktarda yapılmıştır. 1 unite *Taq* polimeraz enzimi (Promega), 50 mM MgCl<sub>2</sub>, 5 mM dNTP, 10 x Buffer ve primer (SRAP ve SSR için forward ve reverse 10ng) kullanılmıştır. DNA sentezlenmesi; SSR primerleri ile yapılan PCR'da ilk döngü, 94 °C'de 3 dakika; 30 döngü ise 94 °C'de 1 dakika, bazı primerlerde 55 °C'de 1 dakika bazılarında ise 50°C'de 1 dakika, 72 °C'de 2 dakika; son döngü 72 °C'de 10 dakika bekletilerek yapılmıştır.

SRAP primer kombinasyonlarında DNA sentezlenmesi için ilk 5 döngüde, 94 °C'de 1 dakika, 35 °C'de 1 dakika, 72 °C'de 1 dakika bekletilmiştir. Sonraki 35 döngüde ise 94 °C'de 1 dakika, 50 °C'de 1 dakika, 72 °C'de 1 dakika bırakılmıştır.

SSR ve SRAP PCR ürünleri % 3'lük agaroz jelde 100 V'da 3-3,5 saat ayrıştırılmıştır. Jel ethidium bromid ile boyanarak UV ışığında DNA bantları değerlendirilmiştir.

### 3.2.5.5. DNA Bantlarının Değerlendirilmesi

DNA bantlarının değerlendirilmesi, bant varsa "1" yoksa "0" olarak yapılmıştır. Elde edilen bant verileri, NTSYS-pc version 2.0 (Numerical Taxonomy Multivariate Analysis System) programında değerlendirilmiştir (Rohlf, 1998, State University of New York, Stony Brook, NY). Genotipler arasındaki genetik benzerlik, NTSYS-pc programı içerisindeki UPGMA (unweighted pair-group method algorithm)'daki cluster analiz (SAHN) kullanılarak belirlenmiştir. Genetik uzaklık matrisi de yine aynı programda yapılmıştır.

**4. ARAŞTIRMA BULGULARI****4.1. Genotip x İzolat İnteraksiyonu Denemesi**

Bitkilerin *P. capsici* ile inokule edilmesinden üç gün sonra ilk nekroz uzunluk (NU) ölçümü gerçekleştirilmiştir. Bu dönemde, tüm genotiplerde patojen bitki dokularının içinde çoğalmaya ve bitkide hücre ölümlerinin gerçekleşmesi sonucu nekrotik dokular oluşturmaya başlamıştır. İnokulasyondan sonraki 7. günde nekroz uzunluğu ikinci kez ölçülmüştür. Bu dönemde duyarlı genotiplerde nekroz oluşumu, günlük en az 0.5 cm'nin üzerinde gerçekleşmiştir. Çok dayanıklı genotiplerde ise nekroz büyümesi, en fazla 0.3 cm/gün olmuştur. İnokulasyondan sonraki 10. günde yapılan nekroz uzunluk ölçümlerinde dayanıklı ve duyarlı genotiplerin nekroz uzunluğu arasındaki fark belirginleşmeye; ayrıca dayanıklı genotiplerde bitkilerin koltuk altından sürgün oluşmaya başlamıştır. İnokulasyondan sonraki 14. günde yapılan nekroz uzunluk ölçümünde duyarlı gövdelerin tamamen nekroze olduğu ve genotiplerde ölümlerin başladığı dikkati çekmiştir. Dayanıklı ve orta dayanıklı genotiplerde günlük nekroz büyüme hızı azalmış (0,5 cm'den daha az) veya durmuştur.

**4.1.1. Nekroz Uzunlukları*****İnokulasyon Sonrası 3. Günde Genotip x İzolat İnteraksiyonu***

Testlere alınan 35 biber genotipinin, 9 *P. capsici* izolatına karşı inokulasyonundan üç gün sonra nekroz uzunluklarının ortalamaları belirlenmiş ve istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. İstatistik analiz sonucunda nekroz uzunluğu bakımından gerek genotiplerin gerekse izolatların aralarındaki meydana gelen farklılıklar, istatistiksel düzeyde önemli bulunmuştur ( $p=0,05$ ). Genotip x izolat interaksiyonu da yine istatistiki olarak önemli çıkmıştır (Çizelge 4.1).

Genotip x izolat interaksiyonunun önemli çıkması nedeniyle farklı grupların ayrılması için LSD testinin uygulanmasında genotiplerin ve izolatların birbirinden

bağımsız şekilde ele alınması ile yetinilmemiş ve tüm kombinasyonların kendi aralarında karşılaştırılması yoluna gidilmiştir. Fakat genotip ve izolat sayılarının çokluğu, kombinasyon sayısını da yükselttiği için ( $35 \times 9 = 315$ ), bu kadar yüksek sayıda ortalamaların harflerle ve sembollerle ayrılabilmesi olanaksızlaşmıştır. Bu nedenle de ikili interaksiyon tablosunda yer alan tüm kombinasyonların ortalamaları kendi aralarında karşılaştırılmamıştır. Çözüm olarak, her bir izolat içinde tüm genotiplerin karşılaştırılması benimsenmiş ve LSD testi her izolat için ayrı ayrı yapılmıştır. Bu şekilde elde edilen gruplar Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. İnokulasyondan 3 gün sonra ölçülen nekroz uzunluğu verilerine ilişkin varyans analiz tablosu

Var. Kaynakları	SD	KT	F Değeri	Olasılık
Genotip	34	78419.516	261.3117	0.0000
İzolat	8	44483.390	629.9725	0.0000
Genotip*İzolat	272	26668.684	11.1083	<.0001

Alpha=0,05; t=1,96147

Çizelge 4.2.'de izleneceği gibi genotiplerin 9 izolata karşı gösterdiği nekroz uzunluk genel ortalamalarında, en fazla uzunluk Amazon F1 çeşidinde (3.98 cm) olmuştur. Bunu, Sirena F1 (2.96 cm) ve Yalova Tatlı Sivri (2.91 cm) ticari çeşitleri izlemiştir. Nekroz uzunluğu en az olan genotipler ise KM2-11 (1.02 cm), CM 334 (1.19 cm) ve LS 279 (1.26) olmuştur.

İzolatların tüm genotiplerin ortalaması olarak agresivite düzeyleri incelendiğinde, en agresif izolatlar olarak PWB-24 ve Top-1 izolatları belirmiş ve istatistik olarak bu iki izolat aynı grupta bulunmuştur. Bu izolatları Bey-1 ve Çakallık izlemiştir. KB izolatu da agresif olmasına karşın istatistiki olarak farklı gruba düşmüştür. Orta agresif izolatlar M-26 ve M-35 aynı grupta yer almışlardır. En zayıf izolat olan M-56, istatistiksel olarak da diğer izolatlardan farklı bulunmuştur. MK-5 izolatu da zayıf bir izolat olmasına karşın M-56 izolatından istatistiksel düzeyde farklı bulunmuştur.

Çizelge 4.2. Biber genotiplerinin *P.capsici* izolatları ile inoküle edilmesini izleyen 3. nekroz uzunluk ortalamaları (cm)

Genotipler	İzolatlar									Ortalama
	Cakallik	MK-5	M-26	Top-1	M-56	KB	Bey-1	PWB-24	M-35	
Perennial	2.03 k-n	1.70 e-ı	2.00 g-ı	2.83 h-l	1.50 c-g	2.00 k-m	2.51 h-k	2.83 g-h	2.03 c-g	2.15 I-J
COO-785	2.83 g-ı	1.98 c-f	2.03 f-ı	2.58 j-m	1.43 c-h	2.91 c-g	2.96 e-g	3.25 f-g	2.00 d-g	2.44 G
Jalopeno	2.51 i-j	1.75 d-h	1.96 h-k	2.75 i-l	1.46 c-h	2.45 g-k	2.66 g-j	2.91 g-h	2.25 c-e	2.30 H
E.Jalopeno	2.00 k-n	1.50 f-j	1.75 i-l	2.41 k-m	0.75 k-l	2.16 i-l	2.41 i-l	2.50 h-k	1.75 f-j	1.9.1 K-L
Kapya	3.54 b-e	2.11 b-e	2.25 d-h	3.25 d-h	1.76 b-e	3.38 b-c	3.08 d-g	3.41 e-f	2.08 c-f	2.76 E
PBC-178	2.08 k-n	1.71 e-h	1.50 k-m	1.68 n	0.76 k-l	2.01 k-m	1.63 n-q	2.28 i-l	1.38 i-n	1.67 N
PBC-177	3.03 e-h	2.21 b-d	2.46 c-g	2.95 f-j	2.43 a	2.93 b-g	4.25 b-g	4.28 a-b	2.10 c-f	2.77 D-E
PBC-450	2.75 h-ı	1.70 e-ı	1.98 g-j	3.25 d-h	1.71 b-f	2.91 c-g	5.50 a-d	3.50 e-f	1.86e-h	2.60 F
PBC-526	2.41 i-k	1.91 d-g	2.41 d-h	3.45 d-e	2.00 b	2.86 d-h	4.25 b-g	3.41 e-f	2.50 a-c	2.76 E
PBC-413	2.45 i-k	1.45 g-k	1.50 j-m	3.00 e-j	1.00 h-k	2.00 k-m	2.25 j-m	2.08 j-l	1.75 f-j	1.93 K
PM-217	2.81 g-ı	1.41 h-k	1.75 i-l	4.16 c	1.25 f-j	2.50 g-j	2.00 l-n	2.50 h-k	2.00 d-g	2.26 H-I
PBC-362	3.75 b-c	2.08 b-e	2.73 b-d	3.16 d-ı	1.95 b-c	3.16 b-e	2.78 f-ı	2.75 h-ı	1.83 e-ı	2.61 F
COO-276	4.00 a	2.51 a	3.00 a	2.88 g-k	1.41 c-h	3.33 b-d	3.41 c-e	4.00 a-d	2.08 c-f	2.79 C-E
COO-354	2.00 k-n	0.75 l-m	1.13 m-o	2.36 l-m	0.91 i-k	1.83 l-o	1.86 m-o	3.70 c-f	2.00 d-g	1.63 N
OMCA	3.66 b-d	2.53 a	2.91 b-c	2.63 j-l	1.81 b-d	2.78 e-h	3.13 d-g	3.71 c-e	2.78 a	2.88 B-C
Amazon F1	3.98 a-b	2.40 b-c	2.84 b-e	4.43 b-c	2.08 b	4.18 a	5.80 a	4.41 a	2.70 a-b	3.98 A
KMAE-12	3.48 b-e	2.11 b-e	2.06 e-ı	5.78 a	1.41 c-h	3.33 b-d	5.07 b-c	3.87 c-e	2.06 c-g	2.75 E
Sera Demre	4.15 a	1.83 d-h	2.28 d-h	4.53 b	1.58 b-f	3.08 b-e	3.46 c-d	3.83 c-e	2.08 c-f	2.87 B-D
PBC-1365	1.85 l-o	1.21 j-l	1.68 i-l	2.41 l-m	0.80 j-l	2.11 j-l	2.13 k-m	1.86 l-m	1.51 h-l	1.71 M-N
Sirena F1	3.81 b-c	1.98 c-f	2.33 d-h	3.33 d-g	1.63 b-f	3.21 b-e	3.80 c	4.16 a-c	2.70 a-b	2.96 B
Roger Seed	1.75 m-o	1.20 j-l	1.10 m-o	1.58 n	0.75 k-l	1.46 n-p	1.80 m-p	1.56 m-n	0.99 n	1.38 O
LS-279	1.91 l-o	1.13 j-l	1.00 n-o	1.46 n-o	1.00 h-k	1.11 p-q	1.21 q	2.03 k-l	1.00 m-n	1.26 P
Y. Kandil	2.10 j-n	1.06 j-l	1.46 l-n	2.35 l-m	1.01 h-k	1.76 l-o	1.96 l-n	2.00 l	1.16 k-n	1.65 N
ARDA	1.48 o-p	0.61 m	1.28 l-o	1.40 n-o	0.40 l	1.55 m-o	1.51 o-q	3.76 c-e	1.18 k-n	1.49 O
PBC-1369	3.35 b-f	2.03 c-e	2.05 e-ı	3.41 d-f	1.83 b-d	3.00 b-f	3.68 c	3.91 c-b	2.45 a-d	2.86 B-E
PBC-1364	2.20 j-m	1.18 j-l	1.50 k-m	2.13 m	1.38 d-ı	2.40 h-k	3.06 d-g	1.36 n	1.16 k-n	1.82 L-M
PBC-179	2.08 j-n	1.76 d-h	2.41 d-h	2.36 l-m	0.98 h-k	2.00 k-m	2.11 k-m	2.75 h-ı	1.46 h-m	1.99 K
PM-702	1.68 n-o	1.23 i-k	1.70 i-l	3.33 d-g	1.25 f-j	2.00 k-m	2.05 k-n	2.51 h-j	1.58 g-k	1.92 K-L
KM2-11	1.10 p	0.58 m	0.88 o	1.13 o	0.45 l	1.40 o-q	1.30 q	1.38 n	0.98 n	1.02 Q
Balo F1	2.28 j-l	1.35 h-k	1.45 l-n	2.46 k-m	1.05 g-k	1.90 l-n	2.23 j-m	2.05 j-l	1.35 j-n	1.79 M
CMM-334	1.08 p	1.00 k-m	1.00 o	1.48 n-o	1.00 h-k	1.00 q	1.40 p-q	1.35 n	1.10 l-n	1.19 P
Serrano	3.23 d-g	2.00 c-e	2.51 c-f	3.61 d	1.78 b-e	2.60 f-ı	3.83 b-c	2.73 h-ı	2.80 a	2.79 C-E
KMAE-390	2.96 f-h	1.36 h-k	1.75 i-l	2.36 l-m	1.30 e-ı	2.51 g-j	2.93 f-h	2.25 j-l	1.66 f-j	2.12 J
Cher.Biber	3.33 c-f	2.08 b-e	3.01 a	3.11 e-ı	1.78 b-e	3.40 b	3.16 d-f	4.00 a-d	2.25 b-e	2.88 B-C
Y.T.Sivri	3.78 b-c	2.43 b-c	2.53 c-e	2.96 f-j	1.90 b-c	2.83 e-h	3.18 d-f	3.78 c-e	2.78 a	2.91 B
Ortalama	2.68 B	1.65 E	1.93 D	2.82 A	1.35 F	2.40 C	2.90 A	2.82 A	1.87 D	

Genotiplerin, farklı izolatlara karşı reaksiyonları sonucu oluşan nekroz uzunluğu 3. günde en fazla Amazon F1 çeşidi ile Bey-1 izolatu (5.80 cm) olduğu saptanmıştır. En az nekroz uzunluğu ise Arda çeşidinde ve M-56 izolatusunda (0.40 cm) gerçekleşmiştir (Çizelge 4.2).

Kahramanmaraş ilinden izole edilen Çakallık izolatusunun 35 genotipteki nekroz uzunluğu ortalaması 2.68 cm'dir. CM 334 genotipinde en az (1.08 cm), Sera Demre çeşidinde ise en fazla (4.15 cm) nekroz uzunluğu ölçülmüştür. CM 334, Arda, PM-702, Roger Seed, PBC-1365, KM2-11 ve LS-279 genotiplerinde nekroz uzunluğu 1.08-1.91 cm arasında gerçekleşmiştir. Nekroz uzunluğu 3 cm'in üzerinde olan genotipler; Sera Demre, COO-276, Amazon F1, Sirena F1, Yalova Tatlı Sivri, Omca, Kapyra, KMAE-12, PBC-177, PBC-1369, Cherry biber, PBC-362, Serrano'dur. Diğer 15 genotipte nekroz uzunluğu 2.00-2.90 cm arasında gerçekleşmiştir (Çizelge 4.2)

Batı Akdeniz Bölgesinden, Kumluca-Mavi Kentten izole edilen MK-5 izolatu ile inoküle edilen genotiplerde nekroz uzunluğu ortalama 1.65 cm olarak belirlenmiştir. Nekroz uzunluğu en az, KM2-11 (0.58 cm) ile Arda (0.61 cm) ve COO-354 (0.75 cm) genotiplerinde oluşmuştur. Omca (2.53 cm), COO-276, Yalova Tatlı Sivri, ve Amazon F1 genotiplerinde yüksek nekroz gelişimi olmuştur. Diğer 28 genotipte nekroz uzunluğu ise orta düzeyde (1.00-2.21 cm arasında) gelişmiştir (Çizelge 4.2).

Kahramanmaraş bölgesinden izole edilen M-26 izolatusına karşı 35 genotipte ortalama 1.93 cm uzunluğunda nekroz oluşmuştur. En düşük NU'u, KM2-11 (0.88 cm), CM-334 (1.00 cm) ve LS-279 (1.00 cm) genotiplerinde gerçekleşmiştir. Cherry biberde, 3.01; COO-276, 3.00; Omca, 2.91 ve Amazon F1 'de 2.84 cm uzunluğunda nekroz meydana gelmiştir.

Antalya yöresinde biber yetiştirilen alanlardan izole edilen Top-1 izolatu 35 genotip üzerinde ortalama 2.82 cm uzunluğunda nekroz oluşturmuştur. NU'u en az KM2-11 (1.13 cm), Arda (1.40 cm), LS-279 (1.46 cm), CM-334 (1.48 cm), Roger Seed (1.58 cm) ve PBC-178 (1.68 cm) genotiplerinde meydana gelmiştir. Nekroz oluşumu en fazla KMAE-12 genotipinde 5.78, Sera Demre'de 4.53 ve Amazon F1'de 4.43 cm uzunluğunda gerçekleşmiştir.



Kahramanmaraş bölgesinden izole edilen M-56 izolatına karşı, 35 biber genotipinde ortalama nekroz uzunluğu 1.35 cm olarak belirlenmiştir. Arda genotipinde 0.40 cm KM2-11 'de 0.45 cm uzunluğunda en az nekroz oluşumu gerçekleşmiştir. Early Jalopeno, PBC-178, Roger Seed, PBC-1365 genotiplerinde yaklaşık 0.80 cm uzunluğunda nekroz oluşmuştur. En uzun nekroz PBC-178 genotipinde 2.43 cm uzunluğunda gerçekleşmiştir. Bunu sırasıyla Amazon F1, PBC-362 ve PBC-526 genotipleri takip etmiş ve yaklaşık 2 cm uzunluğunda nekroz meydana gelmiştir.

KB izolatına (Antalya-Serik) karşı biber genotiplerinde oluşan nekroz uzunluk ortalaması 2,40 cm olmuştur. CM-334 genotipinde en az (1.00 cm) nekroz oluşumu gerçekleşmiştir. LS-279 genotipinde 1.11, KM2-11'de 1.40 cm uzunluğunda nekroz oluşmuştur. Amazon F1'de en uzun nekroz (4.18 cm) oluşmuştur. 3.00-3.40 cm arasında nekroz oluşumu sırasıyla şu genotiplerde oluşmuştur: PBC-1369, Sera Demre, PBC-362, Sirena F1, COO-276, Kapyra, Cherry.

Antalya 'da biber yetiştiriciliğinin yoğun yapıldığı Kumluca-Beykonak'tan izole edilen Bey-1 izolatı biber genotiplerinde ortalama 2.90 cm uzunluğunda nekroz oluşturmuştur. Nekroz uzunluğu en az LS-279 genotipinde 1.21 cm olarak gerçekleşmiştir. KM2-11 genotipinde 1.30 ve CM-334 'de 1.40 cm nekroz oluşmuştur. En fazla nekroz oluşumu, Amazon F1 genotipinde 5.80 cm olarak meydana gelmiştir. Bunu sırasıyla PBC-450 ve KMAE-12 genotipleri (5.50 ve 5.07 cm) izlemiştir. PBC-177 ve PBC-526 genotiplerinde 4.25 cm nekroz oluşmuştur.

ABD'den temin edilen PBW-24 izolatının 35 biber genotipinde inokulasyondan 3 gün sonra ortalama 2.82 cm uzunluğunda nekroz oluşturduğu belirlenmiştir. CM-334, PBC-1364 ve KM2-11 genotiplerinde nekroz uzunluğu 1.35, 1.36 ve 1.38 cm olarak gerçekleşmiştir. Amazon F1 genotipinde 4.41 cm, PBC-177 4.28 cm, Sirena F1 4.16 cm, Cherry biber ve COO-276 genotiplerinde 4.00 cm olarak gerçekleşmiştir.

Kahramanmaraş ilinden izole edilen izolatlardan biri olan M-35 izolatı biber genotiplerinde ortalama 1.87 cm uzunluğunda nekroz oluşturmuştur. En az (yaklaşık 1.00 cm) nekroz oluşumu KM2-11, Roger Seed ve LS-279 genotiplerinde

belirlenmiştir. En fazla nekroz oluşumu 2.80 cm olarak Serrano, Yalova Tatlı Sivri ve Omca genotiplerinde gerçekleşmiştir.

İlk üç günde oluşan nekroz uzunluğu sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, genotiplerin birinci dönemdeki dayanıklılık ve duyarlılık düzeylerinin izolattan izolata farklı bir sıralama gösterdikleri ortaya çıkmaktadır. Dayanıklı görünen KM2-11, CM 334, LS 279, PBC 178, COO 354 ve Arda çeşitleri genelde tüm izolatlara karşı bu dönemde dayanıklılıklarını göstermişlerdir. Fakat bunların içinden bazı genotipler bazı izolatlarda ilk sıraları alırken izolat değiştiğinde ötekiler öne geçebilmiştir. Örneğin, KM2-11 genotipi MK-5, M-26, M-35 ve Top-1 izolatlara karşı çok iyi bir performans gösterirken; CM 334, Çakallık, KB ve PWB-24 izolatlara karşı en az nekroz uzunluğu oluştururken, Bey-1 izolatında LS 279 genotipi daha dayanıklı olarak performans göstermiştir

#### *İnokulasyon Sonrası 7. Günde Genotip x İzolat İnteraksiyonu*

Bitkilerin *P. capsici* ile inokule edilmesinden yedi gün sonra ikinci nekroz uzunluk ölçümü gerçekleştirilmiştir. Bu dönemde de genotipler ve izolatlar istatistiksel düzeyde önemli bulunmuştur ( $p = 0,05$ ). Yine aynı şekilde genotip x izolat interaksiyonu da istatistiksel olarak önemli çıkmıştır ( $p = 0,05$ ) (Çizelge 4.3). Ancak yukarıda açıklanan nedenlerden dolayı genotipler ile izolat kombinasyonları da ayrı ayrı incelenmiş ve Çizelge 4.4.'de sunulmuştur.

Çizelge 4.3. İnokulasyondan 7 gün sonra ölçülen nekroz uzunluğu verilerine ilişkin varyans analiz tablosu

Var. Kaynakları	SD	KT	F Değeri	Olasılık
Genotip	34	272144.92	230.4911	0.0000
İzolat	8	208258.76	749.6287	0.0000
Genotip*İzolat	272	93382.57	9.8862	<.0001

Alpha=0,05; t=1,96147

Çizelge 4.4'de görüldüğü üzere genotiplerin, izolatlara karşı gösterdiği ortalama nekroz uzunluğu en fazla Amazon F1 çeşidinde (6.46 cm) saptanmıştır. Bu

dönemde nekroz uzunluğu 5 cm'in üzerinde olan çeşitler, Cherry biber, Omca, Yalova Tatlı Sivri, Serrano, COO-785, Kapyra ve PBC 362 olarak sıralanmıştır. Nekroz uzunluğu en az CM 334 genotipinde (1.44 cm) gerçekleşmiştir. Bunu PBC 178 (2.10 cm), PM-702 (2.48 cm), PBC 1365 (2.48 cm) ve Early Jalopeno çeşidi (2.57 cm) takip etmiştir.

İzolatların bu dönemdeki agresivite düzeyi ele alındığında PWB-24 izolatının en agresif izolat olduğu görülmüştür. Bunu aynı grupta yer alan Top-1, Bey-1 ve Çakallık izolatları takip etmiştir. Orta düzeyde agresif olan M-26 izolatı farklı grup oluşturmuştur. En zayıf izolat olan M-56 istatistik olarak diğer izolatlardan farklı grupta yer almış ve bu izolatı MK-5 takip etmiştir (Çizelge 4.4).

Her bir izolatın, inokulasyondan sonraki 7. günde 35 biber genotipinde oluşturduğu nekroz uzunlukları dikkate alınarak yapılan istatistik analiz grupları Çizelge 4.4'te görülmektedir.

Çizelge 4.4'de anlaşılacağı üzere, CM-334 genotipinde, 8 izolata karşı nekroz uzunluğu en az bulunmuştur. M-56 izolatı, Early Jalopeno çeşidinde (1.11 cm) en kısa nekroza neden olmuştur

İnokulasyondan sonraki 7. günde, en uzun nekroz, Bey-1 izolatında ve Amazon F1 çeşidinde (9.28 cm) belirlenmiştir. PWB-24 ve Çakallık izolatları, Yalova Tatlı Sivri'de (8.08 cm, 7.91 cm), Top-1 izolatı KMAE-12 (8.00 cm) çeşidinde, KB izolatı da yine Amazon F1 (7.50 cm)'de, M-26 izolatı, Cherry biberde (5.66 cm), M-35 izolatı Serrano (5.78 cm)'da, MK-5 ve M-56 izolatları, Omca (5.16 cm, 3.91 cm) çeşidinde, en uzun nekrozları meydana getirmiştir.

Yedinci günde elde edilen nekroz uzunluğu ortalamaları sonuçlarının genel bir değerlendirilmesini yapmak gerekirse, bu aşamada en yüksek dayanıklılığın CM 334 çeşidinde olduğunu söyleyebiliriz. Bu genotip tüm izolatlarda iyi bir dayanım gösterebilmiştir. Bunun yanında PBC 178, Early Jalopeno genotiplerinin dayanıklılıklarının uyarılması dikkate değer görülmüştür. Buna karşılık, ilk üç günde NU'yu az bulunan KM2-11 hattında yüksek bir nekroz hızı azalması gerçekleşmemiştir. Diğer genotiplerde NU'yu izolatlara göre farklı biçimde sıralanmıştır. En uzun nekroz oluşumu kültür çeşitleri olan Amazon F1 ve Omca çeşitlerinde görülmüştür.

Çizelge 4.4. Biber genotiplerinin *P.capsici* izolatları ile inoküle edilmesini izleyen 7. gündeki nekroz uzunluk ortalamaları (cm)

Genotipler	izolatlar									Ortalama
	Cakallik	MK-5	M-26	Top-1	M-56	KB	Bey-1	PWB-24	M-35	
Perennial	3.15 m-o	2.43 j-o	3.38 e--i	5.40 h-k	2.30 d-i	4.08 h-l	3.66 n-q	4.71 k-m	3.16 e-j	3.58 K
COO-785	6.91 c-d	4.25 b	4.75 b-c	6.91 c-d	2.91 b-e	6.25 b-d	6.41 b-e	7.50 a-c	3.91 d-e	5.53 C
Jalopeno	3.93 j-m	3.08 e-j	2.65 i-l	4.83 k-m	1.95 f-l	4.16 h-j	4.41 k-n	4.75 k-m	3.08 e-j	3.63 JK
E.Jalopene	3.00 n-o	1.75 n-q	2.45 k-m	3.71 o-q	1.11 l	3.00 m-n	3.58 o-q	3.21 p-q	1.93 m-q	2.57 O
Kapya	7.58 b-c	3.66 b-e	3.66 e-g	6.00 e-h	3.00 b-d	6.66 b	6.08 c-f	7.08 b-d	3.08 f-j	5.20 D
PBC-178	2.43 o-p	1.96 k-q	1.78 m-n	2.25 r	1.16 k-l	2.23 n	1.93 r	3.61 o-p	1.51 p-q	2.10 P
PBC-177	3.96 j-m	2.6 g-m	3.18 f-k	4.85 k-m	2.88 b-e	3.13 m	5.93 d-h	5.98 f-i	2.80 f-l	3.92 HI
PBC-450	4.51 i-j	1.90 l-q	2.45 k-m	4.71 k-n	1.76 h-l	4.06 h-l	6.36 b-e	5.11 j-l	2.01 l-q	3.51 K
PBC-526	3.68 k-n	3.01 e-j	2.91 g-l	4.43 l-o	2.46 c-h	4.13 h-k	5.46 f-i	5.38 h-k	2.98 f-k	3.83 IJ
PBC-413	3.66 k-n	2.41 i-o	2.75 h-l	4.41 l-o	2.25 d-i	3.25 m	3.93 m-p	4.00 m-p	2.91 f-k	3.28 L
PM-217	5.35 f-h	2.41 i-o	3.58 e-h	6.58 d-f	2.25 d-i	5.13 e-g	4.25 l-o	5.05 j-l	3.00 f-k	4.17 G
PBC-362	6.91 c-d	3.33 c-h	4.50 c-d	6.75 c-e	2.75 b-f	6.50 b-c	6.33 b-e	6.16 e-h	3.25 e-i	5.16 D
COO-276	6.50 d-e	3.25 d-i	4.16 c-e	5.41 h-k	2.25 d-i	5.66 d-e	5.91 d-h	6.33 d-g	3.41 e-h	4.76 E
COO-354	3.51 k-n	1.81 m-q	2.41 k-m	3.61 o-q	1.51 i-l	3.35 j-m	3.50 o-q	3.66 o-p	2.60 h-n	2.86 N
OMCA	7.25 b-d	5.16 a *	5.65 a *	5.08 i-l	3.91 a *	5.81 c-e	7.00 b	6.80 c-e	5.35 a-b	5.78 B
Amazon F1	8.80 a	4.08 bc	5.50 a	6.17 d-e	3.41 a-b	7.50 a *	9.28 a *	6.53 d-f	3.66 d-f	6.46 A
KMAE-12	5.88 e-g	2.80 f-k	2.63 j-l	8.00 a *	1.70 h-l	4.83 f-h	4.93 i-l	5.93 f-i	2.71 g-m	4.23 F
Sera Demre	5.70 f-h	2.58 h-n	3.51 e-h	6.73 c-e	1.95 f-l	4.83 f-h	5.41 f-j	6.08 e-i	2.95 f-k	4.41 FG
PBC-1365	2.50 o-p	1.38 q	1.75 m-n	4.16 m-p	1.78 g-l	3.28 l-m	3.00 q	2.83 q	1.70 o-q	2.48 O
Sirena F1	6.01 e-f	3.45 c-g	3.91 d-f	5.91 f-h	2.63 b-g	5.25 e-f	5.78 e-h	6.50 d-f	3.51 d-g	4.77 E
Roger Seed	4.08 j-l	2.23 j-p	2.53 j-m	3.83 o-q	1.65 h-l	3.56 i-m	3.75 n-q	3.75 o-p	2.35 j-o	3.08 LMN
LS-279	4.21 j-k	2.80 f-k	2.63 i-l	4.00 n-q	2.00 f-k	3.00 m-n	3.50 o-q	3.83 n-p	2.36 j-o	2.86 N
Y. Kandil	5.20 g-i	3.06 e-j	3.40 e-i	5.78 g-i	2.11 e-j	4.80 f-h	4.66 j-m	5.33 i-l	3.23 e-i	4.17 G
ARDA	3.66 k-n	1.48 p-q	2.48 k-m	3.50 p-q	1.48 i-l	3.36 k-m	3.63 n-q	4.18 m-o	2.93 f-k	3.15 LM
PBC-1369	5.03 h-i	2.81 f-j	2.80 h-l	4.90 j-m	2.28 d-i	4.35 g-i	4.16 l-o	5.60 g-j	3.15 e-j	3.81 IJ
PBC-1364	3.91 j-m	1.85 l-q	2.11 l-m	3.75 o-q	1.55 i-l	3.20 m	5.23 g-j	3.25 p-q	1.83 n-q	2.96 MN
PBC-179	3.33 l-n	2.66 g-l	3.33 f-j	3.66 o-q	1.50 i-l	3.00 m-n	3.16 p-q	4.58 k-n	1.75 o-q	3.00 MN
PM-702	1.80 p-q	1.45 p-q	2.23 l-m	4.11 m-p	1.45 i-l	2.25 n	3.23 p-q	3.70 o-p	2.16 k-p	2.48 O
KM2-11	3.66 k-n	1.96 l-q	2.58 i-m	3.28 q	1.28 j-l	3.36 j-m	3.28 p-q	4.00 m-p	2.51 i-o	2.88 N
Balo F1	5.15 g-i	3.13 e-i	3.25 f-k	5.68 g-j	2.11 e-j	4.55 f-h	5.16 h-k	5.08 j-l	2.85 f-k	4.10 GH
CMM-334	1.18 q	1.16 q	1.23 n	2.01 r	1.16 k-l	1.30 o	1.56 r	1.86 r	1.33 q	1.44 Q
Serrano	7.01 c-d	3.20 d-i	5.35 a-b	7.40 b-c	3.20 a-c	6.58 b-c	6.78 b-c	6.96 b-d	5.78 a	5.67 BC
KMAE-390	6.81 c-d	1.68 o-q	3.81 d-f	5.11 i-l	1.60 h-l	5.25 e-f	6.00 c-g	4.55 l-n	2.73 g-m	4.17 G
Cherry Bi.	7.08 c-d	4.00 b-d	5.66 a	6.66 c-f	3.83 a	6.66 b	6.66 b-d	7.66 a-b	4.25 c-d	5.83 B
Y. Tat.Sivri	7.91 b	3.58 b-f	4.58 c-d	6.40 d-g	3.25 a-c	6.30 b-d	6.96 b	8.08 a*	4.90 b-c	5.77 B
Ortalama	4.82 B	2.66 F	3.34 D	4.92 B	2.24 G	4.44 C	4.86 B	5.09 A	3.02 E	

### *İnokulasyon Sonrası 10. Günde Genotip x İzolat İnteraksiyonu*

İzolatlar ile inokule edilen bitkilerin oluşturduğu nekroz uzunluğunun üçüncü ölçüm değerleri istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, yine bu dönemde de genotip ve izolatlar arasında istatistiksel düzeyde ( $p=0.05$ ) farklılığın olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, genotip x izolat interaksiyonunun istatistiksel anlamda önemli ( $p=0.05$ ) olduğu da görülmüştür (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. İnokulasyondan 10 gün sonra ölçülen nekroz uzunluğu verilerine ilişkin varyans analiz tablosu

Var. Kaynakları	SD	KT	F Değeri	Olasılık
Genotip	34	693472.46	305.1267	0.0000
İzolat	8	491918.70	919.8843	0.0000
Genotip*İzolat	272	231797.74	12.7488	<.0001

Alpha=0,05; t=1,96147

İnokulasyondan sonraki 10. günde her izolata karşı genotiplerde oluşan nekroz uzunluk değerleri Çizelge 4.6'da sunulmuştur. En fazla Omca (8.46 cm) çeşidinde olduğu, bunu Amazon F1 (8.32 cm), Cherry biber (8.21 cm), Kapya (8.11 cm) ve Serrano çeşitlerinin izlediği görülmüştür. Nekroz uzunluğu en az CM 334 (1.53 cm) genotipinde meydana gelmiştir. PBC 178 (2.38 cm) ve PM 702 (2.89 cm) en az nekroz oluşturan diğer genotipler olarak belirlenmiştir.

İzolatların, 35 biber genotipindeki ortalama agresivite düzeyleri irdelendiğinde, en agresif izolatın PWB-24 izolatu (7.18 cm) olup bu izolatu, Top-1 (6.93 cm), Bey-1 (6.75 cm), Çakallık, (6.68 cm) ve KB (6.25 cm) izolatları takip ettiği belirlenmiştir. Bey-1 ve Çakallık izolatları istatistiki olarak aynı grupta olmasına karşılık diğer izolatlar ayrı gruplarda yer almıştır. Agresivite düzeyi daha zayıf olan izolatlar sırasıyla, M-26 (4.31 cm), M-35 (3.93 cm), MK-5 (3.34 cm) ve M-56 (2.92 cm) olarak belirlenmiş ve farklı istatistiki grupta yer aldığı Çizelge 4.6'da görülmüştür.

Çizelge 4.6. Biber genotiplerin *P.capsici* izolatları ile inoküle edilmesini izleyen 10. gündeki nekroz uzunluk ortalamaları (cm)

Genotipler	izolatlar									Ortalama
	Cakallik	MK-5	M-26	Top-1	M-56	KB	Bey-1	PWB-24	M-35	
Perennial	3.70 o-p	2.70 h-l	4.00 l-l	7.23 l-j	2.95 e-h	5.50 k-m	4.95 k-n	6.10 k-m	3.48 g-m	4.51 K
COO-785	10.08 d-e	5.00 b-c	5.58 e-g	11.08 a-b	3.83 a-e	10.00 b-d	9.83 b-c	11.33 a-b	4.58 d-g	7.92 CD
Jalopeno	4.26 l-o	3.30 f-i	2.90 l-p	5.58 l-n	2.76 e-j	5.31 l-n	5.31 j-m	5.86 l-n	3.35 h-n	4.30 KL
E. Jalopene	3.58 o-p	2.10 j-m	2.48 n-p	4.40 o	1.20 l	3.58 p-s	4.51 l-o	4.70 o-p	2.16 o-q	3.20 O
Kapya	<b>11.83 a</b>	5.00 b-c	5.58 d-g	9.08 e-f	4.41 a-c	<b>10.66 a</b>	10.41 b	11.00 a-b	5.00 c-e	8.11 BD
PBC-178	2.55 q	2.38 l-l	2.11 o-q	2.36 p	1.50 k-l	2.46 t u	2.20 p	3.83 p-q	1.70 p-q	<b>2.38 P</b>
PBC-177	4.50 l-o	2.68 h-l	3.66 j-m	6.21 j-l	3.41 c-g	3.33 r-t	6.60 g-l	6.83 j-l	3.51 f-m	4.52 K
PBC-450	5.83 k	2.40 l-l	3.08 l-o	6.66 j-k	2.41 g-k	6.33 l-l	8.33 d-e	7.25 h-j	2.58 l-p	4.90 J
PBC-526	5.00 k-n	3.80 d-h	3.53 j-n	7.75 h-l	2.95 e-h	5.55 j-m	5.86 h-k	8.03 g-l	3.83 f-j	5.14 J
PBC-413	4.20 m-o	2.68 h-l	3.28 k-n	5.98 k-m	2.60 f-k	4.53 m-q	5.00 k-n	5.15 m-o	3.50 f-m	4.10 LM
PM-217	8.26 g-l	2.86 g-k	4.33 h-k	9.15 e	3.01 d-h	7.73 f-h	6.60 g-l	8.15 g-h	3.81 f-j	5.99 GH
PBC-362	11.31 a-b	4.16 c-f	5.83 c-f	10.25 b-d	3.66 b-f	10.25 b-c	10.00 b-c	10.33 b-d	4.66 d-f	7.83 D
COO-276	8.81 f-h	3.78 d-h	5.26 e-h	8.71 e-h	2.96 e-h	8.08 e-g	8.91 c-e	9.38 d-f	4.48 d-h	6.65 F
COO-354	4.06 n-o	1.98 j-m	3.56 j-n	4.80 n-o	1.75 l-l	4.00 o-r	4.35 m-o	5.33 m-o	3.00 l-o	3.59 N
OMCA	10.75 b-d	<b>7.33 a</b>	<b>8.16 a</b>	7.91 g-l	4.75 a-b	10.25 b-c	9.16 c-d	10.96 a-b	6.85 b	<b>8.46 A</b>
Amazon F1	11.16 a-c	5.03 b-c	6.65 b-d	<b>11.15 a</b>	4.11 a-d	9.46 c-e	<b>12.01 a</b>	8.55 fg	5.06 c-e	<b>8.32 AB</b>
KMAE-12	9.08 e-g	3.58 e-h	3.23 k-o	10.55 b-c	2.50 f-k	7.10 f-l	6.16 g-j	9.08 e-g	3.75 f-k	6.06 G
Sera Demre	8.63 g-h	3.36 f-i	4.91 f-l	9.51 c-e	2.58 f-k	7.41 f-l	8.03 e-f	9.58 c-f	4.33 d-h	6.49 F
PBC-1365	2.86 p-q	1.76 k-m	1.91 p-q	5.06 m-o	2.56 f-k	5.08 m-o	4.21 m-o	3.45 q	1.73 p-q	<b>3.18 O</b>
Sirena F1	9.08 e-g	4.83 bcd	5.71 c-g	8.83 e-h	3.91 a-e	8.16 e-f	9.16 c-d	9.58 c-f	5.16 c-d	7.16 E
Roger Seed	5.68 k	2.35 l-l	2.78 m-p	5.03 m-o	1.96 h-l	4.61 m-p	4.61 l-o	4.61 o-p	2.63 k-p	3.81 MN
LS-279	5.33 k-l	4.01 c-g	3.05 l-p	4.98 m-o	2.50 f-k	3.46 q-t	5.70 h-k	5.26 m-o	3.01 l-o	4.11 LM
Y.Kandil	7.28 l-j	3.86 d-g	4.45 h-j	8.60 e-h	2.85 e-l	6.96 h-l	6.71 g-h	7.43 h-j	4.38 d-h	5.83 GI
ARDA	5.26 k-m	1.80 k-m	2.76 m-p	4.60 n-o	2.03 h-l	4.46 m-q	4.13 n-o	6.70 j-l	3.70 f-l	4.32 KL
PBC-1369	7.95 h-j	3.83 d-h	3.86 l-m	7.91 g-l	2.88 e-l	6.58 l-j	7.16 f-g	8.91 e-g	3.96 e-l	5.88 GI
PBC-1364	7.00 j	2.05 j-m	2.83 m-p	5.33 l-o	1.91 h-l	3.86 p-r	5.58 l-l	4.83 n-p	2.11 o-q	3.91 M
PBC-179	3.85 o-p	3.03 f-j	3.78 j-m	4.30 o	1.83 h-l	3.56 p-s	3.75 o	5.33 m-o	2.41 m-q	3.54 N
PM-702	1.96 q-r	1.63 l-m	2.48 n-p	4.58 n-o	1.61 j-l	2.68 s-t	4.20 m-o	4.41 o-q	2.31 n-q	<b>2.89 OP</b>
KM2-11	4.36 l-o	2.11 j-m	3.01 l-p	4.36 o	1.73 l-l	4.36 n-r	4.13 n-o	5.15 m-o	2.76 j-p	3.55 N
Balo F1	7.78 h-j	3.88 d-g	4.63 g-j	8.01 f-l	2.81 e-l	6.48 l-k	7.21 f-g	7.050 l-k	3.58 f-l	5.71 HI
CMM-334	<b>1.28 r</b>	<b>1.16 m</b>	<b>1.23 q</b>	<b>2.11 p</b>	<b>1.16 l</b>	<b>1.50 u</b>	<b>1.76 p</b>	<b>2.03 r</b>	<b>1.43 q</b>	<b>1.53 Q</b>
Serrano	10.18 c-d	3.65 e-h	7.31 a-b	10.51 b-c	3.85 a-e	9.03 d-e	9.88 b-c	9.80 c-e	<b>8.25 a</b>	8.05 BD
KMAE-390	9.85 d-f	2.23 l-m	6.71 b-c	6.71 j-k	2.00 h-l	7.05 g-l	8.05 e-f	6.11 k-m	3.75 f-k	5.61 I
Cherry Biber	9.70 d-f	5.33 b	7.83 a	9.46 d-e	<b>4.91 a</b>	9.25 c-d	10.03 b-c	<b>11.50 a</b>	5.91 b-c	8.21 AC
Y.Tat.Sivri	11.25 a-b	4.66 b-e	6.13 c-e	8.95 e-g	4.41 a-c	9.56 c-d	9.65 b-c	10.58 a-c	6.45 b	7.96 CD
Ortalama	6.68 C	3.34 G	4.31 E	<b>6.93 B</b>	<b>2.92 H</b>	6.25 D	6.75 C	<b>7.18 A</b>	3.93 F	

Testlerde kullanılan 35 genotipin her izolatla oluşturduğu interaksiyon tek tek incelendiğinde, Çakallık izolatının CM-334 ve PM-702 genotiplerinde 1.28 cm ve 1.96 cm nekroz uzunluğu oluşturmasına karşılık Kapya'da 11.83 cm, Yalova Tatlı Sivri'de 11.25 cm, Omca çeşidinde 10.75 cm ve Serrano'da 10.18 cm nekroz uzunluğu gerçekleştirdiği görülmektedir. Bu dönemde, nekroz uzunluğu 2.55-5.00 cm arasında olan genotipler sırasıyla, PBC-178, PBC-1365, Early Jalopeno, Perennial, PBC-179, COO-354, PBC-413, Jalopeno, KM2-11, PBC-177 ve PBC-526'dır. Nekroz uzunluğu 9.00-10.00 cm olan genotipler ise, COO-276, KMAE-12, Sirena F1, Sera Demre, Cherry biber, PBC-362 ve COO-785 olarak belirlenmiştir.

Agresivite düzeyi düşük olan MK-5 izolatı, CM-334 (1.16 cm)'de en az, Omca (7.33 cm) çeşidinde ise en fazla nekroz uzunluğu oluşturmuştur. Omca'dan sonra nekroz uzunluğu en fazla (4.00-5.60 cm) Cherry biber, Kapya, COO-785, Sirena F1, Yalova Tatlı Sivri, PBC-362, Amazon F1 ve LS-279 genotiplerinde olduğu belirlenmiştir.

Orta düzeyde agresif olan M-26 izolatı, 35 biber genotipinde 1.16 – 8.16 cm arasında değişen nekroz uzunluğu meydana getirmiştir. Nekroz uzunluğu 1.23-3.00 cm olan genotipler; CM-334, PBC-1365, PBC-178, Early Jalopeno, PM-702, Arda, Roger Seed, PBC-1364, Jalopeno ve KM2-11'dir. Nekroz uzunluğu 5.30-8.17 -cm olan genotipler, Omca, Cherry biber, Serrano, Yalova Tatlı Sivri, PBC-362, Sirena F1, Kapya, COO-785, Amazon F1 ve COO-276'dır.

Agresif izolat Top-1 CM-334 genotipinde 2.11 cm, COO-785 genotipinde 11.15 cm nekroz uzunluğu oluşturmuştur. CM334 genotipinden sonra nekroz uzunluğu az olan (2.37–5.00 cm) diğer genotipler, PBC-178, PBC-179, KM2-11, Early Jalopeno, PM-702, Arda, COO-354, LS-279 ve Roger Seed'dir. Nekroz uzunluğu 9.00-10.55 cm olan genotipler, KMAE-12, Serrano, PBC-362, Amazon F1, Cherry biber, PM-217, Kapya ve COO-276'dır.

En zayıf izolatlardan olan M-56 izolatı CM-334 genotipinde 1.16 cm, Cherry biber'de 4.91 cm nekroz uzunluğu oluşturmuştur. 35 genotipin tümünde 5.00 cm'den fazla nekroz uzunluğu kaydedilmemiştir. Omca (4.75 cm) ve Kapya (4.42 cm) genotipinde nekroz uzunluğu yaklaşık 4.00 cm olmuştur.

Agresif izolatlardan biri olan KB izolatu 35 biber genotipinde 1.50 cm (CM-334) - 10.66 cm (Kapyra) nekroz uzunluğu oluşturmuştur. Nekroz uzunluğu 2.47 – 4.62 cm arasında değişen genotipler, PBC-178, PM-702, PBC-177, LS-279, PBC-179, Early Jalopeno, PBC-1364, COO-354, KM2-11, Arda, PBC-413 ve Roger Seed'dir. Nekroz uzunluğu 9.00-10.00 cm olan genotipler ise COO-785, Yalova Tatlı Sivri, Amazon F1, Cherry biber, PBC-362 ve Serrano'dur.

Bey-1, agresif bir izolattır. 35 biber genotipinde inokulasyondan sonraki 10. günde bitki gövdesinde oluşturduğu nekroz uzunluğu 1.77 (CMM-334)- 12.01 cm (Amazon F1) arasında değişmiştir. PBC-178, PBC-179, Arda, KM2-11, PM-702, PBC-1365, COO-354, Early Jalopeno, Roger seed, Perennial ve PBC-413 biber genotiplerinde nekroz uzunluğu 2.20 -5.00 cm olarak kaydedilmiştir. Kapyra, Cherry biber, PBC-362, Serrano, COO-785, Yalova Tatlı Sivri, Sirena F1, Omca ve COO-276 genotiplerinde nekroz uzunluğu 9.00-9.88 cm olmuştur.

PBW-24 izolatu, CMM-334 genotipinde 2.03 cm nekroz uzunluğu oluştururken, Cherry biberde 11.50 cm oluşturmuştur. Nekroz uzunluğu 3.45–5.20 cm arasında olan genotipler, PBC-1365, PBC-178, PM-702, Roger Seed, Early Jalopeno, PBC-1364, PBC-413 ve KM2-11'dir. Nekroz uzunluğu 9.10-11.33 cm arasında olan genotipler ise COO-785, Kapyra, Omca, Yalova Tatlı Sivri, PBC-362, Serrano, Sera Demre, Sirena F1, COO-276 ve KMAE-12'dir.

Zayıf izolatlardan biri olan M-35 izolatu CMM-334 genotipinde 1,43 cm, Serrano genotipinde ise 8.25 cm nekroz uzunluğu meydana getirmiştir. PBC-178, PBC-1365, PBC-1364, Early Jalopeno, PM-702, PBC-179, PBC-450, Roger Seed KM2-11 ve COO-354 genotiplerinde nekroz uzunluğu 1.70–3.00 cm arası olmuştur. Omca, Amazon F1, Yalova Tatlı Sivri, Cherry biber, Sirena F1, PBC-362 ve Kapyra genotiplerinde 5.00-6.85 cm arasında değişen nekroz uzunluğu meydana gelmiştir.

Onuncu gün bulgularını genel olarak değerlendirmek gerekirse, elde edilen sonuçların yedinci gün sonuçlarına benzer olduğunu söylemek olasıdır. Birçok izolatla dayanıklılık ve duyarlılık bakımından genotiplerin sıralaması değişiklik göstermektedir. Fakat dikkati çeken nokta CM 334 hattının tüm izolatlara karşı en



kısa nekrozları oluşturabilmiş olması, bunun yanında PBC 178'in de benzer şekilde bir davranış göstermesidir.

### ***İnokulasyon Sonrası 14. Günde Genotip x İzolat İnteraksiyonu***

İzolatlar ile inokule edilen 35 genotipde inokulasyondan 14 gün sonra meydana gelen nekrozların ölçüm değerleri istatistik olarak analiz edildiğinde genotipler ve izolatlar arasında oluşan istatistiksel farkların devam ettiği görülmüş ve önemli bulunmuştur ( $p = 0.05$ ). Aynı zamanda genotip x izolat interaksiyonun da önemli olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. İnokulasyondan 14 gün sonra ölçülen nekroz uzunluğu verilerine ilişkin varyans analiz tablosu

Var. Kaynakları	SD	KT	F Değeri	Olasılık
Genotip	34	1246086.0	356.7041	0.0000
İzolat	8	832095.2	1012.33	0.0000
Genotip*İzolat	272	414699.4	14.8390	<.0001

Alpha=0,05; t=1,96147

İnokulasyondan sonraki 14. günde her izolatın 35 biber genotipinde oluşturduğu nekroz uzunluk değerlerine göre istatistik analiz grupları Çizelge 4.8'de sunulmuştur.

Her genotipin, tüm izolatlar ile oluşturduğu ortalama nekroz uzunluğu incelendiğinde, en az CM 334 (1.53 cm), PBC 178 (2.69 cm) ve PM-702 (3.18 cm) genotiplerinde meydana geldiği görülmüştür (Çizelge 4.8). Bu dönemde nekroz uzunluk ortalaması en fazla Omca (10.69 cm), Serrano (10.60 cm), Cherry biber (10.50 cm) ve Amazon F1 (10.47 cm), genotiplerinde gerçekleşmiş ve bunlar istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır.

Her izolatın 35 genotip üzerinde oluşturduğu nekrozların uzunluk ortalaması incelendiğinde, izolatlar arasında istatistiksel düzeyde farklılık olduğu ve her izolatın farklı gruplarda yer aldığı görülmüştür (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Biber genotiplerinin *P. capsici* izolatları ile inoküle edilmesini izleyen 14. nekroz uzunluk ortalamaları (cm)

Genotipler	İzolatlar									Ortalama
	Çakallık	MK-5	M-26	Top-1	M-56	KB	Bey-1	PWB-24	M-35	
Perennial	4.00 n-o	2.95 h-m	4.35 h-i	8.46 h-i	3.43 c-i	6.50 i-j	5.56 n-q	7.13 j-k	4.08 e-k	5.16 IK
COO-785	13.46 c-d	5.41 b-d	6.40 e-g	14.00 b	4.08 b-f	11.75 c-d	12.16 c-d	14.25 a	4.75 e-h	9.56 C
Jalopeno	4.76 l-n	3.58 e-k	3.28 i-l	6.76 j-k	2.95 d-j	5.75 j-l	5.95 l-p	6.51 j-m	3.43 h-n	4.82 K
E. Jalopeno	3.85 n-o	2.20 k-n	2.55 k-m	5.21 l-n	1.25 k	4.33 m-n	5.00 p-q	6.90 j-l	2.33 m-p	3.73 M
Kapya	14.91 a-b	5.75 b-c	6.66 d-g	11.58 c-e	5.25 b	12.33 b-c	11.66 c-e	13.83 a	5.41 d-f	9.87 BC
PBC-178	2.55 p-q	2.38 j-n	2.46 k-m	2.55 o	1.88 j-k	2.70 o-p	2.48 r	3.83 o	2.03 n-p	2.69 O
PBC-177	5.56 l-m	2.68 i-m	4.25 h-i	6.75 j-k	4.20 b-e	3.93 n-o	7.31 k-l	7.80 i-j	4.48 e-j	5.22 IJ
PBC-450	6.88 j-k	2.76 h-m	3.50 i-k	7.78 i-j	2.73 e-j	7.36 h-i	9.43 g-i	8.48 h-i	2.70 k-p	5.73 GH
PBC-526	5.85 k-l	4.180 d-h	3.530 i-k	9.36 g-h	3.08 d-j	7.13 h-i	6.70 k-n	9.61 f-h	4.01 f-k	5.92 G
PBC-413	4.45 m-o	2.86 h-m	3.71 i-k	6.11 k-m	2.80 d-j	4.83 l-n	5.15 o-q	5.50 l-n	3.56 h-m	4.33 L
PM-217	10.11 g-h	3.23 g-m	5.33 g-h	11.71 c-e	3.03 d-j	9.80 e-f	7.23 k-l	9.26 g-h	4.16 e-k	7.04 F
PBC-362	13.58 b-c	4.83 c-f	7.91 c-d	13.00 b-c	4.08 b-f	13.16 a-b	12.08 c-d	13.50 a-b	5.08 d-g	9.61 C
COO-276	9.98 g-h	4.86 c-f	6.43 e-g	11.96 c-e	3.60 c-h	10.95 d-e	12.00 c-d	12.35 b-c	5.51 d-e	8.65 D
COO-354	4.06 n-o	1.98 l-n	3.56 i-k	4.80 m-n	1.75 j-k	4.00 n-o	4.55 p-q	5.33 m-n	3.00 j-o	3.92 M
Omca	13.86 a-c	8.83 a	10.06 a	9.90 f-g	5.23 b	13.21 a-b	12.41 c-d	13.88 a	8.83 b	10.69 A
Amazon F1	14.06 a-c	6.45 b	8.65 b-c	14.35 a	4.86 b-c	11.48 c-e	15.95 a	10.33 d-g	7.35 c	10.47 A
KMAE-12	11.10 e-g	6.45 b	3.46 i-k	11.73 c-e	2.83 d-j	9.25 f-g	7.51 j-k	10.75 d-f	3.91 g-l	7.14 F
Sera Demre	10.73 f-g	3.76 e-j	6.08 f-g	11,73 c-e	2.86 d-j	9.58 f	10.41 e-h	11.16 c-e	5.28 d-g	8.00 E
PBC-1365	3.13 o-p	4.00 d-i	1.93 l-m	5.93 k-n	3.26 d-j	6.63 i-j	5.28 o-q	4.80 n-o	1.83 o-p	3.92 M
Sirena F1	11.65 e-f	2.28 j-n	6.81 d-f	10.85 e-f	4.26 b-d	10.05 e-f	11.05 d-f	11.66 c-d	6.40 c-d	8.71 D
Roger Seed	7.58 i-j	5.65 b-c	3.43 i-k	6.66 j-k	2.58 f-k	6.33 i-k	6.50 k-o	6.83 j-l	3.25 i-o	5.11 JK
LS-279	7.03 j-k	2.81 h-m	3.48 i-k	6.20 k-m	3.06 d-j	4.15 n	7.08 k-m	6.58 j-m	3.58 h-m	4.95 JK
Y. Kandil	8.85 h-i	4.50 c-g	6.03 f-g	11.55 d-e	3.43 c-i	9.35 f-g	9.15 h-i	9.86 e-h	7.33 c	7.83 E
Arda	7.05 j-k	4.93 c-e	3.26 i-l	6.53 j-l	2.55 g-k	5.66 j-m	5.11 o-q	9.25 g-h	4.41 e-j	5.54 HI
PBC-1369	9.18 h	2.50 j-n	4.28 h-i	9.70 f-h	3.56 c-h	8.05 g-h	8.70 i-j	10.95 d-f	4.26 e-j	7.04 F
PBC-1364	7.75 i-j	4.43 c-g	3.28 i-l	5.93 k-n	2.31 h-j	4.00 n-o	5.75 m-p	5.50 l-n	2.28 m-p	4.35 L
PBC-179	4.28 m-o	2.38 j-n	4.16 h-j	4.85 m-n	2.16 h-k	4.18 n	4.25 q	5.96 k-n	3.00 j-o	4.03 LM
PM-702	2.00 p-q	3.43 f-l	2.71 j-l	4.70 n	1.85 j-k	2.78 o-5.	5.25 o-q	4.76 n-o	2.48 l-p	3.18 N
KM2-11	5.05 l-n	1.85 m-n	3.46 i-k	5.03 m-n	2.01 i-k	5.03 k-n	4.80 p-q	6.05 k-n	3.06 j-o	4.10 LM
Balo F1	11.05 e-g	2.41 j-n	5.88 f-g	11.28 d-e	3.98 b-g	9.15 f-g	9.73 f-i	10.28 d-g	4.56 e-i	7.80 E
CM 334	1.35 q	1.20 n	1.23 m	2.16 o	1.16 k	1.50 p	1.76 r	2.03 p	1.43 p	1.53 P
Serrano	14.41 a-c	4.16 d-i	9.26 a-b	14.00 a-c	4.31 b-d	12.50 b-c	14.01 b	13.41a-b	10.50 a	10.60 A
KMAE-390	12.26 d-e	4.08 d-i	5.33 g-h	8.66 g-l	2.28 h-k	9.41 f-g	10.60 e-g	8.66 h-i	4.45 e-j	7.14 F
Cherry Biber	12.16 e	6.61 b	9.58 a-b	13.01 b-c	6.63 a	11.60 c-d	12.70 c	14.15 a	7.70 b-c	10.50 A
Y. Tat.Sivri	15.16 a	6.60 b	7.63 c-e	12.70 b-d	5.25 b	12.55 a	12.58 c	13.70 a	6.88 c	10.06 B
Ortalama	8.22 C	3.86 G	5.15 E	8.59 B	3.41 H	7.78 D	8.37 C	8.84 A	4.65 F	

Nekroz uzunluğu, M-56 izolatında 3.41 cm olmasına karşılık PWB-24 izolatında 8.84 cm olarak gerçekleşmiştir. Diğer izolatlar sırasıyla, MK-5, 3.86 cm; M-35, 4.65 cm; M-26, 5.15 cm; KB, 7.78 cm; Bey-1, 8.37 cm; Çakallık, 8.22 cm; Top-1, 8.59 cm ortalama nekroz uzunluğu oluşmuştur. M-56 izolatu CM 334 genotipinde 14. gündeki ölçümlerde en az nekroz uzunluğuna sahip (1.16 cm) olmasına karşılık, Bey-1 izolatu Amazon F1'de 15.95 cm nekroz uzunluğu ile en fazla olmuştur (Çizelge 4.8). Dayanıklı bitkilerde 10. günde nekroz uzunluğunda çok az bir farklılık oluşmuş ve 10. gündeki genotip sıralaması çok fazla sapma göstermemiştir.

14. günde yapılan ölçümler sonucu elde edilen verilerde dayanıklı ve hassas genotipler birbirinden iyice ayrılmıştır. Ayrıca orta dayanıklı genotipler de belirlenmiştir. Dayanıklı bitkilerde nekroz ilerlemesi ya durmuş ya da çok yavaşlamıştır. Hassas bitkilerde nekroz ilerleme hızı 0.60 cm üzerinde gerçekleşmiştir. Orta dayanıklı bitkilerde 0.3 -0.5 cm civarında olmuştur. Ayrıca bu bitkilere koltuk altı sürgünleri gelişmiş ve bitki canlı bir görünüm kazanmıştır.

Çizelge 4.8'de görüldüğü gibi 14. günde yapılan nekroz uzunluğu ölçümlerinde tüm izolatlarda CM-334 genotipinde en az nekroz uzunluğu oluşmuştur. İzolatlara göre nekroz uzunluğu en fazla olan genotipler, Çakallık ve KB izolatında Yalova Tatlı Sivri (15.16 cm, 12.55 cm), MK-5 ve M-26 izolatlarında Omca (8.83 cm, 10.06 cm), Top-1 ve M 35 izolatlarında Serrano (14.00 cm ve 10.50 cm ), M-56 ve PWB-24 izolatlarında Cherry biber (6.63 cm, 14.15 cm), Bey-1 izolatında Amazon F1 (15.95 cm) genotipi olmuştur.

## 4.1.2. Nekroz İlerleme Hızları

*İnokulasyon Sonrası 3. Günde Genotip x İzolat İnteraksiyonu*

Testlere alınan 35 biber genotipde, 9 *P.capsici* izolatının inokulasyondan üç gün sonra nekroz ilerleme hızı (NİH) ortalamaları belirlenmiş ve istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. İstatistiki analiz sonucunda NİH bakımından gerek genotiplerin gerekse izolatların aralarındaki farklılıklar, istatistiksel düzeyde önemli bulunmuştur ( $p=0,05$ ). Genotip x izolat interaksiyonu da yine istatistiksel olarak önemli çıkmıştır (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. İnokulasyondan 3 gün sonra nekroz ilerleme hızına ilişkin varyans analiz tablosu

Var. Kaynakları	SD	KT	F Değeri	Olasılık
Genotip	34	8713.2796	261.3117	0.0000
İzolat	8	4942.5989	629.9725	0.0000
Genotip*İzolat	272	2963.1871	11.1083	<.0001

Alpha=0,05; t=1,96147

Genotip x izolat interaksiyonunun önemli çıkması nedeniyle farklı grupların ayrılması için LSD testinin uygulanmasında genotiplerin ve izolatların birbirinden bağımsız şekilde ele alınması ile yetinilmemiş ve tüm kombinasyonların kendi aralarında karşılaştırılması yoluna gidilmiştir. Fakat genotip ve izolat sayılarının çokluğu, kombinasyon sayısını da yükselttiği için ( $35 \times 9 = 315$ ), bu kadar yüksek sayıda ortalamaların harfler ve sembollerle ayrılabilmesi olanaksızlaşmıştır. Bu nedenle de ikili interaksiyon tablosunda yer alan tüm ortalamalar kendi aralarında karşılaştırılamamıştır. Çözüm olarak her bir izolat içinde tüm genotiplerin karşılaştırılması benimsenmiş ve LSD testi her izolat için ayrı ayrı yapılmıştır. Bu şekilde elde edilen gruplar Çizelge 4.10'da sunulmuştur.

#### 4.ARASTIRMA BULGULARI

#### Münevver GÖCMEN

Çizelge 4.10. Biber genotiplerinin *P.capsici* izolatları ile inoküle edildikten sonraki ilk 3 gündeki ortalama nekroz ilerleme hızları (mm/gün)

Genotipler	Çakallık	MK-5	M-26	Top-1	M-56	KB	Bey-1	PWB-24	M-35	Ortalama
Perennial	6,78 l-o	5,67 l-k	6,67 g-j	9,44 g-k	5,00 g-ı	6,67 m-n	8,39 j-l	9,44 h-ı	6,78 f-h	7.20 H-I
COO-785	9,44 g-h	6,61 d-h	6,78 f-ı	8,61 l-l	4,78 h-j	9,72 d-g	9,89 g-ı	10,84 f-g	6,67 f-h	8.14 F
Jalopeno	8,39 h-j	5,84 g-ij	6,56 h-j	9,17 h-l	4,89 h-j	8,17 l-l	8,89 l-k	9,72 g-h	7,50 e-f	7.67 G
E.Jalopeno	6,67 l-p	5,00 j-l	5,84 l-k	8,05 k-m	2,50 o-p	7,22 k-m	8,05 k-m	8,33 l-j	5,84 h-j	6.38 K-L
Kapya	11,67 b-d	7,06 d-e	7,50 e-h	10,84 d-g	5,89 c-f	11,28 b-c	10,28 f-h	11,39 d-f	6,95 f-g	9.20 D-E
PBC-178	6,95 k-o	5,72 h-k	5,00 k-l	5,61 o	2,55 n-p	6,72 m-n	5,45 q-r	7,61 j-k	4,61 k-m	5.58 N
PBC-177	8,06 l-k	7,39 c-d	8,22 c-e	9,83 f-ı	8,11 b	9,78 d-g	13,44 b	11,28 e-f	7,00 f-g	9.23 C-E
PBC-450	10,11 e-g	5,67 l-k	6,61 g-j	10,84 d-g	5,72 d-g	9,72 d-g	11,67 c-e	11,67 c-f	6,22 g-ı	8.69 F
PBC-526	9,17 g-ı	6,39 e-ı	8,06 d-e	11,50 d-e	6,67 c	9,55 d-h	11,78 c-d	11,39 d-f	8,33 c-e	9.20 E
PBC-413	8,05 l-k	4,83 k-m	5,00 k-l	10,00 f-ı	3,33 l-n	6,67 m-n	7,50 l-n	6,95 k-l	5,84 h-j	6.46 K
PM-217	9,45 g-h	4,72 l-m	5,84 l-k	13,89 a-b	4,17 j-k	8,33 h-k	6,67 n-q	8,33 l-j	6,67 f-h	7.56 H
PBC-362	10,84 d-f	6,95 d-f	9,11 b-c	10,56 e-h	5,84 d-f	10,56 c-e	9,28 h-k	9,17 h-ı	6,11 g-ı	8.70 E
COO-276	12,50 b	6,95 def	8,61 c-d	9,61 g-j	4,72 h-j	11,11 b-c	11,39 d-f	11,95 b-f	6,95 f-g	9.30 B-E
COO-354	6,67 l-p	2,50 p-q	3,78 m-o	7,89 l-m	3,05 l-o	6,11 m-o	6,23 o-q	6,11 l-m	6,67 f-h	5.44 N
Omca	12,22 b-c	8,44 b	9,72 b	8,78 l-l	6,06 c-e	9,28 f-ı	10,45 e-h	12,33 b-e	9,28 b-c	9.61 B-C
Amazon	18,39 a	9,83 a	12,22 a	15,00 a	8,50 b	16,95 a	14,95 a	14,72 a	9,00 b-d	13.28 A
KMAE-12	11,61 b-d	7,06 d-e	6,89 f-h	13,06 b-c	4,72 h-j	11,11 b-c	9,50 g-j	11,84 b-f	6,89 f-g	9.18 E
S.Demre	12,22 b-c	6,11 f-ı	7,61 d-g	13,78 a-b	5,11 f-hı	10,28 c-f	11,56 c-e	12,78 b-c	6,94 f-g	9.59 B-C
PBC-1365	6,17 n-p	4,06 m-o	4,39 l-m	8,06 k-m	2,67 m-p	7,06 l-n	7,11 m-p	6,89 k-l	5,06 j-l	5.71 M-N
Sirena F1	12,72 b	6,61 d-h	7,78 d-f	11,11 d-f	5,45 e-h	10,72 c-d	12,67 b-c	12,94 b	9,00 b-d	9.88 B
R.Seed	5,84 o-q	4,00 m-o	3,67 m-o	5,28 o	2,56 n-p	4,89 o-q	6,00 p-q	6,22 l-m	3,22 n	4.61 O
LS-279	6,39 m-p	3,78 n-o	3,33 n-o	4,89 o-p	3,33 l-n	3,72 q-r	4,06 s	5,22 m-n	3,33 n	4.22 P
Y. Kandil	7,00 k-n	3,55 o	4,89 k-l	7,83 l-m	3,39 k-m	5,89 n-p	6,56 n-q	6,78 k-l	10,17 a	5.3 N
Arda	4,95 q	2,06 q	4,28 l-n	4,67 o-p	1,94 p-q	5,06 o-p	6,67 n-q	3,95 o	3,89 m-n	4.96 O
PBC-1369	6,78 l-o	6,84 d-f	11,39 a	6,11 m-o	10,00 a	12,28 b	11,72 c-d	12,56 b-d	8,16 d-e	9.53 B-D
PBC-1364	7,34 j-m	3,94 m-o	5,00 k-l	7,11 m-n	4,61 l-	8,00 j-l	10,22 f-h	4,56 n-o	3,89 m-n	6.07 L-M
PBC-179	6,95 k-o	5,89 g-j	8,05 d-e	7,89 l-m	3,28 l-o	6,67 m-n	7,06 m-p	9,17 h-ı	4,89 j-l	6.64 J
PM-702	5,61 p-q	4,11 l-o	5,67 j-k	11,11 d-f	4,17 j-k	6,67 m-n	6,84 m-p	8,39 l-j	5,28 l-l	6.42 K-L
KM2-11	3,66 r	1,95 q	2,94 o	3,78 p	1,50 q	4,67 p-q	4,33 r-s	4,61 n-o	3,28 n	3.41 Q
Balo F1	7,61 j-l	4,50 l-n	4,83 k-l	8,22 j-m	3,50 k-l	6,34 m-n	7,44 l-o	6,84 k-l	4,50 l-m	5.97 M
CM 334	3,61 r	3,22 o-p	3,33 n-o	5,28 o	3,33 l-n	3,33 r	4,67 r-s	4,50 n-o	4,44 l-m	3.96 P
Serrano	10,78 d-f	6,67 d-g	8,39 c-e	12,06 c-d	5,95 c-e	8,67 g-ij	12,78 b-c	9,11 h-ı	9,33 b	9.30 C-E
KMAE-390	9,89 f-g	4,56 l-n	5,83 l-k	7,89 l-m	4,33 l-j	8,39 h-k	9,78 g-ı	7,50 j-k	5,56 l-k	7.08 I-J
Cher.Biber	11,11 c-e	6,95 d-f	10,06 b	10,39 e-h	5,95 c-e	11,34 b-c	10,56 d-g	12,78 b-c	7,50 e-f	9.62 B-C
Y.T.Sivri	12,61 b	8,11 b-c	8,44 c-e	9,89 f-ı	6,34 c-d	9,45 e-h	10,61 d-g	12,61 b-d	9,28 b-c	9.70 B
Ortalama	8.80 B	5.52 E	6.63 D	9.08 A	4.68 F	8.35 C	8.98 A-B	9.15 A	6.45 D	

Çizelge 4.10. incelendiğinde görüleceği gibi, genotiplerin 9 izolata karşı oluşturduğu genel NİH hız ortalaması en fazla Amazon F1’de (13.28 mm/gün) en az ise beklenildiği gibi CM 334 (3.96 mm/gün)’de olmuştur. Amazon F1’i yine ticari bir çeşit olan Sirena F1 (9.88 mm/gün), ve Yalova Tatlı Sivri (9.70 mm/gün) çeşitleri izlemiştir.

İzolatların, 35 biber genotipindeki ortalama agresivite düzeyleri incelendiğinde en agresif izolatların PWB-24 (9.15 mm/gün), Top-1 (9.08 mm/gün), Bey-1 (8.98 mm/gün) ve Çakallık (8.80 mm/gün) olduğu görülmüştür. En zayıf izolatlar ise M-56 (4.68 mm/gün) ve MK-5 (5.52 mm/gün) izolatları olmuştur (Çizelge 4.10)

Testlerde kullanılan 9 izolata, 35 biber genotipinde inokulasyondan sonraki ilk üç günde hesaplanan NİH incelendiğinde; Amazon F1 çeşidinin tüm izolatlara karşı en fazla NİH oluşturulan genotip olduğu görülmüştür.

Çakallık izolatına karşı NİH en fazla olan çeşitler; Amazon F1 (18.39 mm/gün), Sirena F1 (12.72 mm/gün), Yalova Tatlı Sivri (12.61 mm/gün) ve COO-276 (12.50 mm/gün), en az NİH meydana getiren genotipler ise beklediği gibi CM 334 (3.61 mm/gün) ve Arda ticari çeşidi (4.95 mm/gün) olmuştur.

MK-5 izolatına karşı ise yine Amazon F1 (9.83 mm/gün) ve Yalova Tatlı Sivri (8.11 mm/gün) ve bunların yanında Omca (8.44 mm/gün) çeşidi en fazla NİH oluşturmuştur. En az NİH, KM2-11 (1.95 mm/gün) ve Arda (2.06 mm/gün) çeşitlerinde belirlenmiştir.

M-26 izolatında ise en fazla NİH, Amazon F1 (12.22 mm/gün), PBC 1369 (11.39 mm/gün), Cherry biber (10.06 mm/gün) ve Omca (9.72 mm/gün) çeşitlerinde olmasına karşılık en az NİH, dayanıklı genotiplerden olan KM2-11 (2.94 mm/gün), CM 334 ve LS 279 (3.33 mm/gün)’da meydana gelmiştir.

Top-1 izolatu en fazla Amazon F1 (15.00 mm/gün), Sera Demre (13.78 mm/gün) ve beklenmedik şekilde PM 217 genotipi üzerinde (13.89 mm/gün) gelişme göstermiştir. En az geliştiği genotipler ise KM2-11 (3.78 mm/gün), Arda (4.67 mm/gün) ve LS 279 (4.89 mm/gün) olmuştur.

M-56 izolatında ise Uzakdoğu kökenli iki genotiple; PBC 1369 (10.00 mm/gün), PBC 177 (8.11 mm/gün), Amazon F1 (8.50 mm/gün) en fazla NİH

meydana getirmiştir. En az NİH diğer izolatlarda olduğu gibi KM2-11 (1.50 mm/gün) ve Arda (1.94 mm/gün) çeşitlerinde oluşmuştur.

KB izolatu da en fazla Amazon F1 (16.95 mm/gün) ve PBC 1369 (12.28 mm/gün) çeşitlerinde, en az NİH CM 334 (3.33 mm/gün) ve LS 279 (3.72 mm/gün) çeşitlerinde belirlenmiştir.

Bey-1 izolatu ise en fazla Amazon F1 (14.95 mm/gün) ve PBC 177 (13.44 mm/gün) çeşitlerinde NİH oluştururken en az LS 279 (4.06 mm/gün), KM2-11 (4.33 mm/gün) ve CM 334 (4.67 mm/gün) genotiplerinde NİH meydana getirmiştir.

PWB-24 izolatu en fazla Amazon F1'de (14.72 mm/gün) NİH geliştirmiştir. Bunun yanında, 12.00 mm/gün üzerinde NİH oluşturduğu diğer çeşitler ise sırasıyla; Sirena F1, Sera Demre, Cherry biber, Yalova Tatlı Sivri, PBC 1369 ve Omca olmuştur. En az NİH, Arda çeşidinde (3.95 mm/gün) olup bunu CM 334, PBC 1364 ve KM2-11 genotipleri izlemiştir.

M-35 izolatu ise en fazla Yalova Kandil biber çeşidinde (10.17 mm/gün) olup 9.00 mm/gün ve üzerinde NİH oluşturduğu diğer çeşitler, Serrano, Yalova Tatlı Sivri, Omca, Amazon F1 ve Sirena F1 olarak belirlenmiştir. En az NİH, Roger Seed (3.22 mm/gün), KM2-11 (2,28 mm/gün) LS 279 ve Arda çeşitlerinde ise 3.33 mm/gün NİH meydana gelmiştir.

İlk üç günde oluşan nekroz ilerleme hızı sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, genotiplerin birinci dönemdeki dayanıklılık ve duyarlılık düzeylerinin izolattan izolata farklı bir sıralama gösterdikleri ortaya çıkmaktadır. Amazon F1 çeşidi tüm izolatlarda en fazla NİH'ı oluşturmuştur. Bu dönemde Sirena F1, Omca, Yalova Tatlı Sivri gibi ticari çeşitlerde de NİH yüksek olmuştur. Dayanıklı görünen KM2-11, CM 334, LS 279 ve Arda çeşitleri genelde tüm izolatlara karşı bu dönemde dayanıklılıklarını göstermişlerdir. Fakat bunların içinden bazı genotipler bazı izolatlarda ilk sıraları alırken izolat değiştiğinde ötekiler öne geçebilmiştir. Örneğin, KM2-11 genotipi Çakallık ve KB izolatları hariç diğer izolatlara karşı en NİH'ı oluşturmuştur. CM 334, Çakallık, M-26, KB, Bey-1 ve PWB-24 izolatlarına karşı en dayanıklı bulunmuştur.

### ***İnokulasyon Sonrası 7. Günde Genotip x İzolat İnteraksiyonu***

Çeşitler, izolatlar ile inokule edildikten 3. ve 7. günleri arasındaki NİH'ı değerlendirilmesinde, genotipler ve izolatlar kendi aralarında istatistiksel anlamda önemli çikmaları yanında genotip x izolat interaksiyonu da istatistiksel düzeyde ( $p=0.05$ ) önemli bulunmuştur (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. İnokulasyondan 7 gün sonra nekroz ilerleme hızına ilişkin varyans analiz tablosu

Var. Kaynakları	SD	KT	F Değeri	Olasılık
Genotip	34	7121.9641	117.6402	0.0000
İzolat	8	3826.0921	268.5964	<.0001
Genotip*İzolat	272	2651.0931	5.4738	<.0001

Alpha=0,05; t=1,96147

Her izolatta karşı 35 biber genotipin gösterdiği NİH ile her genotipin 9 izolata karşı oluşturduğu ortalama NİH Çizelge 4.12'de sunulmuştur.

Genotiplerin izolatlarda oluşturduğu ortalama NİH Çizelge 4.12'i irdelendiğinde, NİH'ı 7.00 mm/gün üzerinde, COO-785 (7.73 mm/gün), Omca, Cherry biber, Serrano ve Yalova Tatlı Sivri çeşitleri olduğu görülmüştür. NİH en az beklenildiği gibi CM 334 (0.62 mm/gün)'de olup sırasıyla, PBC 178, PM 702, Early Jalopeno ve PBC 1365 çeşitlerinde gerçekleşmiştir.

İzolatların bu dönemdeki agresivite düzeyleri incelendiğinde, en agresif izolatlar, PWB 24, Top-1, Çakallık ve Bey-1 olup bu izolatlar ortalama 5.00 mm/gün üzerinde NİH geliştiren, olarak belirlenmiştir. Yaklaşık 2.00 mm/gün NİH oluşturan M-56, MK-5 ve M-35 izolatları ise zayıf izolatlar olarak bulunmuştur.

Her izolatin biber genotiplerinde oluşturduğu NİH'ı Çizelge 4.12'de incelendiğinde, Çakallık izolatına karşı NİH en fazla olan genotipler, Yalova Tatlı Sivri (10.33 mm/gün), COO 785 ve Kapyra (10.21 mm/gün) olmuştur. NİH en az CM 334 (0.25 mm/gün) olup bunu PM 702 ve PBC 178 çeşitleri izlemiştir.



#### 4.ARASTIRMA BULGULARI

#### Münevver GÖCMEN

Çizelge 4.12. Biber genotiplerinin *P.capsici* izolatları ile inoküle edildikten sonraki 3. ve 7. günleri arasındaki ortalama nekroz ilerleme hızları (mm/gün)

Genotipler	Çakallık	MK-5	M-26	Top-1	M-56	KB	Bey-1	PWB-24	M-35	Ortalama
Perennial	3,04 k-n	1,83 k-n	3,46 d-h	6,42 f-j	2,00 g-l	5,21 e-h	2,88 j-l	5,67 f-ı	2,83 f-j	3,59 K-M
COO-785	10,21 a	5,67 a-b	6,79 a	10,83 a	3,71 b	8,33 a-c	8,63 b-c	5,96 f-ı	4,79 c-d	7.73 A
Jalopeno	3,29 k-m	3,21 f-j	1,71 j-l	5,21 h-n	1,21 l-m	4,29 g-j	4,38 l-j	6,88 d-f	2,08 l-l	3.32 L-N
E.Jalopeno	2,50 l-n	0,63 o-q	0,21 m	3,25 m-q	0,92 m-n	2,08 l-m	2,92 j-l	8,54 b-c	0,46 n	1.63 S-T
Kapya	10,21 a	3,88 c-g	3,54 d-h	6,88 d-h	3,08 b-f	8,21 b-d	7,50 c-d	4,58 l-k	2,50 h-k	6.10 C-D
PBC-178	0,75 o-p	0,92 n-q	0,71 l-m	1,42 q-s	1,00 l-n	0,54 m	0,75 m-n	1,79 m-n	0,33 n	1.08 U-V
PBC-177	3,88 j-l	1,00 n-q	1,79 l-l	4,75 l-n	1,13 k-n	0,50 m	4,75 h-ı	4,71 l-k	1,75 j-m	2.89 M-O
PBC-450	3,71 j-l	0,50 q	1,17 k-m	3,67 l-p	0,13 n	2,88 j-l	4,00 l-k	10,75 a	0,38 n	2.27 Q-R
PBC-526	2,33 l-n	2,75 g-m	1,25 k-m	2,46 o-r	1,17 j-m	3,17 l-l	4,83 h-ı	4,79 h-k	1,21 l-n	2.67 O-Q
PBC-413	3,13 k-n	2,42 l-m	3,13 f-ij	3,54 l-p	3,13 b-e	3,13 l-l	4,21 l-k	7,58 c-e	2,92 f-ı	3.37 L-N
PM-217	6,29 e-h	2,50 l-m	4,58 b-e	6,04 f-k	2,50 d-g	6,58 d-f	5,63 f-ı	6,54 e-f	2,50 h-k	4.77 E-F
PBC-362	9,17 a-c	3,13 f-j	4,42 b-g	8,96 a-d	2,50 d-g	8,33 a-c	8,88 b-c	10,63 a	3,54 e-h	6.38 C
COO-276	6,88 d-g	2,92 g-k	3,96 b-g	6,33 f-j	2,08 f-k	5,83 e-g	6,25 d-h	4,04 j-l	3,33 e-h	4.93 E-F
COO-354	3,79 j-l	2,67 h-m	3,21 e-ı	3,13 n-r	1,21 l-m	3,79 h-k	4,08 l-k	6,38 e-h	1,25 l-n	3.07 M-O
Omca	8,96 a-c	6,58 a	6,83 a	6,13 f-k	5,25 a	7,58 b-d	9,67 b	9,17 a-c	6,42 a-b	7.24 A-B
Amazon F1	8,21 b-d	2,83 g-l	4,58 b-e	10,54 a-b	2,17 e-j	7,67 b-d	10,05 a	5,63 f-j	2,42 h-k	6.18 C-D
KMAE-12	6,00 f-h	1,71 l-o	1,42 k-m	7,42 c-g	0,71 m-n	3,75 h-k	4,79 h-ı	4,71 l-k	1,63 k-m	3.70 I-L
Sera	5,08 h-j	1,88 k-n	3,08 f-j	6,50 e-ı	0,92 m-n	4,38 g-j	4,88 h-ı	4,38 l-l	2,17 l-l	3.83 H-K
PBC-1365	1,63 n-p	0,42 q	1,08 k-m	4,38 j-o	2,46 d-g	2,92 j-l	2,17 l-m	4,58 l-k	0,46 n	1.93 R-S
Sirena F1	5,50 g-ı	3,67 d-h	3,96 b-g	6,46 f-j	2,50 d-g	5,08 f-h	4,96 h-ı	4,71 l-k	2,04 l-l	4.52 F-G
Roger	5,83 f-ı	2,58 h-m	3,58 d-h	5,63 g-l	2,21 e-ı	5,25 e-h	4,88 h-ı	8,25 b-d	3,46 e-h	4.23 G-H
LS-279	5,75 f-ı	4,17 c-f	4,08 b-g	1,00 s	2,50 d-g	4,71 g-ı	5,71 e-ı	4,92 g-k	3,42 e-h	4.00 H-J
Y. Kandil	7,75 c-e	5,00 b-c	4,83 b-d	8,58 b-e	2,75 b-g	7,58 b-d	6,75 d-g	1,92 m-n	5,17 c	6.29 C
Arda	5,46 g-ı	2,17 j-m	3,00 g-j	5,25 h-m	2,25 e-h	5,29 e-h	5,46 g-ı	9,58 a-b	4,21 c-e	4.16 G-I
PBC-1369	1,96 m-o	1,88 k-n	3,71 c-h	1,13 r-s	3,38 b-d	1,58 l-m	2,00 l-n	10,58 a	1,75 j-m	2.43 P-Q
PBC-1364	4,29 l-k	1,67 m-p	1,54 k-m	4,04 k-p	0,42 m-n	2,00 l-m	5,42 g-ı	7,79 c-e	1,67 k-m	2.86 N-P
PBC-179	3,13 k-n	2,25 j-m	2,29 h-k	3,25 m-q	1,29 h-m	2,50 k-l	2,63 k-l	4,58 l-k	0,71 m-n	2.51 H-Q
PM-702	0,38 p	0,54 p-q	1,33 k-m	1,96 p-s	0,63 m-n	0,63 m	2,96 j-l	5,29 f-j	1,25 l-n	1.40 T-U
KM2-11	6,42 e-h	3,46 e-ı	4,25 b-g	5,38 g-l	2,08 f-k	4,92 g-h	4,96 h-ı	6,50 e-g	3,83 d-f	4.64 E-G
Balo F1	7,17 d-f	4,46 c-e	4,50 b-f	8,04 c-f	2,67 c-g	6,63 d-f	7,33 c-f	2,96 l-m	3,75 d-g	5.79 D
CM 334	0,25 p	0,50 q	0,58 l-m	1,08 r-s	0,42 m-n	0,83 m	0,42 n	1,29 n	0,25 n	0.62 V
Serrano	9,46 a-b	2,88 g-k	7,08 a	9,46 a-c	3,54 b-c	9,96 a	7,38 c-e	3,33 k-m	7,46 a	7.21 B
KMAE-390	9,63 a-b	0,79 n-q	5,17 b	6,88 d-h	0,75 m-n	6,83 c-e	7,67 c-d	4,58 l-k	2,67 g-k	5.12 E
Cher.Biber	9,38 a-b	4,79 b-d	6,63 a	8,88 a-d	5,13 a	8,17 b-d	8,75 b-c	6,54 e-f	5,00 c	7.36 A-B
Y.T.Sivri	10,33 a	2,88 g-k	5,13 b-c	8,58 b-e	3,38 b-d	8,67 a-b	9,46 b	5,75 f-ı	5,29 b-c	7.16 B
Ortalama	5.47 A-B	2.52 E	3.38 D	5.49 B	2.08 F	4.89 C	5.42 B	5.88 A	2.71 E	

MK-5 izolatında ise Omca çeşidi (6.58 mm/gün) en fazla NİH oluşturmuş bunu Yalova Kandil, Cherry biber ve Balo F1 (4.46 mm/gün) takip etmiştir. En az NİH, PBC 1365, CM 334, PBC 450 ve PM 702 genotiplerinde 0.00-0.50 mm/gün arasında gerçekleşmiştir.

M-26 izolatı ise en fazla NİH'nı Serrano (7.08 mm/gün) çeşidinde oluşturmuş ve bunu Omca, COO 785 ve Cherry biber (6.63 mm/gün) takip etmiştir. NİH en az Early Jalopeno (0.21 mm/gün), CM 334 ve PBC 178 genotiplerinde meydana gelmiştir.

Top-1 izolatında ise NİH en fazla 10.83 mm/gün ile COO 785 ve Amazon F1 çeşitlerinde belirlenmiştir. En az NİH dayanıklı genotiplerden olan CM 334'de olup bunu PBC 1369 ve LS 279 çeşitleri izlemiştir.

M-56 izolatı, en fazla Omca (5.25 mm/gün) ve Cherry biber (5.13 mm/gün) çeşitlerinde NİH meydana getirmiştir. NİH en az beklendiği gibi CM 334 (0.42 mm/gün), PM-702, Early Jalopeno gibi dayanıklı genotiplerde oluşmasına karşılık duyarlı çeşitlerden olan KMAE-12 (0.71 mm/gün), KMAE-390 (0.75 mm/gün) ve Sera Demre'de (0.92 mm/gün) NİH oluşmuştur.

KB izolatı, Serrano çeşidinde en fazla (9.96 mm/gün) NİH oluşturmuş bunu Yalova Tatlı Sivri, Cherry biber, COO 785, PBC362 ve Kapyra çeşitleri izlemiştir. En az NİH, PBC 177, PBC 178, PM 702 ve CM 334 genotiplerinde 0.00-1.00 mm/gün arasında değişen değerlerde meydana gelmiştir.

Bey-1 izolatı ise en fazla Amazon F1 (10.05 mm/gün), Omca ve Yalova Tatlı Sivri çeşitlerinde NİH oluşmuştur. En az NİH beklendiği gibi CM 334 (0.42 mm/gün) ve PBC 178 genotiplerinde gerçekleşmiştir.

PWB-24 izolatı ise PBC 450 çeşidinde (10.75 mm/gün), PBC 362 ve PBC 1369'da en fazla NİH geliştirmiştir. En az NİH, CM 334 (1.29 mm/gün) ve PBC 178 genotiplerinde meydana gelmiştir.

M-35 izolatı en fazla Serrano (7.46 mm/gün) ve Omca (6.42 mm/gün) çeşitlerinde NİH oluşturmuş buna karşılık CM 334, PBC 178, PBC 450, Early Jalopeno ve PBC 1365 genotiplerinde 0.00-0.50 mm/gün NİH meydana getirmiştir.

Yedinci gün elde edilen nekroz ilerleme hızı ortalamaları sonuçlarının genel bir değerlendirilmesini yapmak gerekirse, bu aşamada en yüksek dayanıklılığın CM

334 çeşidinde olduğunu söyleyebiliriz. Bu genotip tüm izolatlarda iyi bir dayanım meydana getirebilmiştir. Bunun yanında PBC 178, PM 702 Early Jalopeno ve PBC 1365 genotiplerinin dayanıklılığın uyarılması dikkate değer görülmüştür. Buna karşılık, KM2-11 hattında (4.64 mm/gün) düşük düzeyde nekroz hızı azalması gerçekleşmemiştir. Öteki genotiplerde NİH'ı izolatlara göre farklı biçimde sıralanmıştır. En uzun NİH'ı, COO 785 (7.73 mm/gün), Cherry biber, Omca, Serrano ve Yalova Tatlı Sivri gibi çeşitlerinde çıkmıştır.

### ***İnokulasyon Sonrası 10. Günde Genotip x İzolat İnteraksiyonu***

Bitkilerin izolatlarla inokule edilmesini takiben 7. ve 10. günleri arasında meydana gelen NİH'ları, çeşitler ve izolatlar yönünden değerlendirildiğinde, genotiplerin ve izolatların kendi aralarında istatistiksel olarak önemli ( $p=0.05$ ) farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Bu dönemde, genotip x izolat interaksiyonu da önemli bulunmuştur (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. İnokulasyondan 10 gün sonra nekroz ilerleme hızına ilişkin varyans analiz tablosu

Var. Kaynakları	SD	KT	F Değeri	Olasılık
Genotip	34	12519.748	108.0590	0.0000
İzolat	8	6751.095	247.6445	<.0001
Genotip*İzolat	272	6748.284	7.2806	<.0001

Alpha=0,05; t=1,96147

Bu dönemde, çeşitlerin tüm izolatlara karşı oluşturduğu ortalama NİH ve izolataların tüm genotiplerde geliştirdiği ortalamam NİH'ı ile her izolata karşı 35 biber çeşidinin tepkisi (NİH) Çizelge 4.14'de sunulmuştur.

Çizelge 4.14. incelendiğinde, 9 izolata karşı ortalama NİH, ticari çeşit olan Kapyra (9.69 mm/gün), Omca ve PBC 362 (8.88 mm/gün) çeşitlerinde en fazla belirlenmiştir. Bu dönemde en dayanıklı çeşit ise beklendiği gibi CM 334, PBC 178 ve PM 702 olmuştur.

#### 4.ARASTIRMA BULGULARI

#### Münevver GÖCMEN

Çizelge 4.14. Biber genotiplerinin *P.capsici* izolatları ile inoküle edildikten sonraki 7. ve 10. günleri arasındaki ortalama nekroz ilerleme hızları (mm/gün)

Genotiple	Çakallık	MK-5	M-26	Top-1	M-56	KB	Bey-1	PWB-24	M-35	Ortalama
Perennial	1,50 m-o	0,89 l-k	2,06 l-o	6,11 f-ı	2,17 e-ı	4,72 h-j	4,28 l-k	4,61 l-l	1,06 l-l	3,04 M-O
COO-785	10,56 b-e	2,50 d-ı	2,78 h-m	13,89 a	3,06 b-f	12,50 a-b	11,39 b-d	12,78 a-b	2,22 g-k	7,96 C
Jalepeno	1,45 n-o	1,06 h-k	0,84 n-o	2,50 k-n	2,72 c-h	3,83 l-l	3,00 k-m	3,72 j-m	0,89 j-l	2,22 O-P
E.Jalopeno	1,94 l-o	1,17 g-k	2,17 l-o	2,28 k-n	0,78 ij	1,95 k-n	3,11 j-m	4,95 h-k	0,78 k-l	2,12 O-Q
Kapya	14,17 a	4,45 b-c	6,39 c-e	10,28 b-de	4,72 b	13,33 a	14,45 a	13,05 a-b	6,39 b-c	9,69 A
PBC-178	0,72 n-o	0,22 k	1,11 m-o	0,39 n	1,11 g-j	0,77 n	0,89 m	1,28 n-o	0,61 k-l	0,91 R-S
PBC-177	1,78 m-o	2,00 e-j	1,61 k-o	4,55 h-k	1,78 f-j	0,67 n	2,22 k-m	2,84 k-n	2,39 g-k	2,00 P-Q
PBC-450	4,39 j-k	1,67 f-k	2,11 l-o	6,50 f-h	2,17 e-ı	7,56 e-g	8,28 f-h	7,11 f-h	1,89 h-l	4,62 K-L
PBC-526	4,39 j-k	2,61 d-h	2,06 l-o	11,06 b-c	1,61 f-j	4,72 h-j	1,33 l-m	8,83 e-f	2,83 f-ı	4,38 K-L
PBC-413	1,78 m-o	0,89 l-k	1,78 j-o	5,22 h-j	1,17 g-j	4,28 h-k	3,56 j-l	3,83 j-m	1,95 h-l	2,71 N-P
PM-217	9,72 c-f	1,50 g-k	2,50 l-n	8,55 c-f	2,56 d-h	8,67 c-f	7,83 f-h	10,33 c-e	2,72 g-j	6,04 H-I
PBC-362	14,67 a	2,78 d-g	4,45 f-h	11,67 a-b	3,06 b-f	12,50 a-b	12,22 a-b	13,89 a	4,72 c-e	8,88 B
COO-276	7,72 g-h	1,78 f-k	3,67 g-j	11,00 b-d	2,39 d-ı	8,06 d-g	8,22 f-h	10,17 c-e	3,56 e-h	6,28 E-G
COO-354	1,84 l-o	0,67 j-k	3,83 g-ı	3,95 l-l	1,17 g-j	0,28 n	2,83 k-m	5,56 h-j	1,83 h-l	2,43 N-P
Omca	11,67 b	7,22 a	8,39 a-b	9,45 b-e	2,78 c-g	14,78 a	7,22 g-h	13,89 a	5,00 c-e	8,93 B
Amazon F1	7,89 f-h	3,17 c-f	3,83 g-ı	10,78 b-d	2,34 d-ı	7,56 e-g	9,11 c-g	6,72 f-ı	4,67 c-f	6,22 F-H
KMAE-12	10,67 b-d	2,61 d-h	2,00 l-o	9,72 b-e	2,67 c-h	7,56 e-g	5,67 h-j	10,50 c-e	3,45 e-h	6,09 G-H
Sera	9,78 b-f	2,61 d-h	4,67 d-h	9,28 b-e	2,56 d-h	8,61 c-f	8,72 e-g	11,67 b-c	4,61 c-f	6,94 D-E
PBC-1365	1,22 n-o	1,28 g-k	0,67 n-o	3,00 j-m	2,61 c-h	6,00 ghı	4,06 j-k	2,06 m-o	1,11 l-l	2,33 O-P
Sirena F1	10,22 b-e	4,61 b-c	6,00 c-f	9,72 b-e	4,28 b-c	9,72 c-e	11,28 b-e	10,28 c-e	5,50 c-d	7,95 C
Roger	5,33 l-j	0,39 j-k	0,83 n-o	4,00 h-l	1,06 h-j	3,50 j-m	2,89 k-m	2,89 k-n	0,95 j-l	2,42 O-P
LS-279	3,72 j-l	4,05 b-d	1,39 l-o	10,83 b-d	1,67 f-j	1,56 l-n	7,33 g-h	4,78 l-k	2,17 g-k	4,16 L
Y. Kandil	6,95 h-ı	2,67 d-h	3,50 g-k	9,39 b-e	2,45 d-ı	7,22 f-g	6,83 g-ı	7,00 f-h	3,84 d-g	5,53 I-J
Arda	5,33 l-j	1,06 h-k	0,94 m-o	3,67 l-l	1,83 f-j	1,67 l-n	8,39 f-g	2,56 l-o	2,72 g-ı	3,90 M
PBC-1369	3,39 k-m	3,56 c-e	10,06 a	2,00 l-n	7,44 a	10,06 c-d	11,61 b-c	11,06 b-d	9,72 a	6,87 D-F
PBC-1364	9,17 d-g	0,67 j-k	2,39 l-n	5,28 g-j	1,22 g-j	2,22 k-n	1,17 l-m	5,28 h-j	0,95 j-l	3,14 M-N
PBC-179	1,73 m-o	1,22 g-k	1,50 l-o	2,11 k-n	1,11 g-j	1,89 l-n	1,95 k-m	2,50 l-o	2,22 g-k	1,80 P-Q
PM-702	0,67 n-o	0,61 j-k	0,83 n-o	1,56 l-n	1,28 g-j	1,44 m-n	3,22 j-m	2,39 m-o	1,17 l-l	1,46 Q-R
KM2-11	2,33 l-n	0,50 j-k	1,45 l-o	3,61 l-l	1,50 f-j	3,33 j-m	2,83 k-m	3,83 j-m	0,84 k-l	2,24 O-P
Balo F1	8,78 d-h	2,50 d-ı	4,61 e-h	7,78 e-g	2,33 d-ı	6,44 f-h	6,83 g-ı	6,56 g-ı	2,45 g-k	3,36 J-K
CM 334	0,34 o	0,28 k	0,33 o	0,50 m-n	0,39 j	0,72 n	0,67 m	0,56 o	0,22 l	0,44 S
Serrano	10,56 b-e	5,50 b	6,56 b-d	10,39 b-d	2,17 e-ı	8,17 d-g	10,33 b-f	9,44 d-e	8,22 a-b	7,92 C
KMAE-390	10,11 b-e	1,83 f-k	3,17 h-l	5,33 g-j	1,33 g-j	6,00 g-ı	6,83 g-ı	5,22 h-j	3,39 e-h	4,80 K
Cher.Biber	8,72 e-h	4,44 b-c	7,22 b-c	9,33 b-e	3,61 b-e	8,61 c-f	11,22 b-e	12,78 a-b	5,56 c-d	7,94 C
Y.T.Sivri	11,11 b-c	3,61 c-e	5,17 d-g	8,50 d-f	3,89 b-d	10,89 b-c	8,94 d-g	8,34 e-g	5,17 c-e	7,29 C-D
Ortalama	6.17 B	2.24 D	3.22 C	6.69 A	2.31 D	6.03 B	6.30 B	6.94 A	3.04 C	

İzolalar agresivite düzeyleri bakımından, agresif (PWB-24, Top-1, Bey-1, Çakallık ve KB), orta agresif (M-35 ve M-26) ve zayıf (MK-5 ve M-56) olarak izolalar üç gruba ayrılmıştır.

Testlerde kullanılan 9 izolata karşı 35 genotipde bu dönemde oluşturulan NİH'ı, Çakallık izolata NİH'ı en fazla olan çeşitler PBC 362 (14.67 mm/gün) ve Kapyra (14.17 mm/gün), MK-5 izolata, Omca (7.22 mm/gün) ve Serrano (5.50 mm/gün), M-26 izolata, PBC 1369 (10.09 mm/gün) ve Omca (8.39 mm/gün), Top-1 izolata, COO 785 (13.89 mm/gün) ve PBC 362 (11.67 mm/gün), M-56 izolata, PBC 1369 (7.44 mm/gün) ve Kapyra (4.72 mm/gün), KB izolata, yine Kapyra (13.33 mm/gün) ve Omca (14.78 mm/gün), Bey-1 izolata da Kapyra (14.45 mm/gün) ve PBC 362 (12.22 mm/gün), PWB-24 izolata ise yine PBC 362 (13.89 mm/gün) ve Kapyra (13.05 mm/gün), M-35 izolata, PBC 1369 (9.72 mm/gün) ve Serrano (8.22 mm/gün) çeşitleri belirlenmiştir. NİH en fazla olan genotipler izolata göre kısmen değişmesine karşılık genel olarak değerlendirildiğinde, Kapyra, Serrano, PBC 362, Omca ve PBC 1369 çeşitleri olduğu görülmüştür. Bu çeşitlerde, izolata göre değişen NİH meydana gelmiştir (Çizelge 4.14).

Her izolata karşı NİH'ı en az olan genotipler irdelendiğinde, 9 izolata karşı da en dayanıklı genotip beklendiği gibi CM 334 olmuştur. Bunun yanında PBC 178 ve PM 702 genotiplerinde de NİH en az olmuştur. Çakallık, MK-5, Top-1, KB, Bey-1, PWB-24 ve M-35 izolalarına karşı CM 334 ve PBC 178 genotipleri en az NİH meydana getirmiştir. M-26 izolata karşı CM 334 ve PM 702 genotipler yanında Jalopeno ve Roger Seed gibi ticari çeşitlerde de NİH en az olmuştur. M-56 izolata karşı CM 334 ve Jalopeno en az NİH'ı meydana getirmiştir.

Onuncu gün bulgularını genel olarak değerlendirmek gerekirse, elde edilen sonuçların yedinci gün sonuçlarına benzer olduğunu söylemek olasıdır. Birçok izolata dayanıklılık ve duyarlılık bakımından genotiplerin sıralaması değişiklik göstermektedir. Fakat dikkati çeken nokta CM 334 hattının tüm izolalara karşı en NİH'ı oluşturabilmiş olması, bunun yanında PBC 178 ve PM 702 hatlarında benzer şekilde bir davranış göstermiş olmasıdır. NİH en fazla Kapyra ticari olan çeşit ile PBC 362 ve Omca hatlarında meydana gelmiştir. PBC 1369 genotipini ise M-26 ve M-56 izolalarında en fazla NİH'ı oluşturmuştur.

### *İnokulasyon Sonrası 14. Günde Genotip x İzolat İnteraksiyonu*

İnokulasyonu takip eden 10. ve 14. günleri arasındaki dönemde izolatların çeşitlerdeki günlük nekroz ilerlemesi değerlendirildiğinde, genotipler ve izolatlar arasında istatistiksel düzeyde ( $p=0.05$ ) önemli farklılıkların olduğu, ayrıca çeşit x izolat interaksiyonunun da istatistiki olarak ( $p=0.05$ ) önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. İnokulasyondan 14 gün sonra nekroz ilerleme hızına ilişkin varyans analiz tablosu

Var. Kaynakları	SD	KT	F Değeri	Olasılık
Genotip	34	5759.4750	86.1537	0.0000
İzolat	8	2850.7554	181.2341	<.0001
Genotip*İzolat	272	2895.0964	5.4133	<.0001

Alpha=0,05; t=1,96147

Diğer günlerde olduğu gibi bu dönemde de her izolata karşı 35 çeşidin oluşturduğu günlük nekroz ilerleme hızı ayrı ayrı değerlendirilmiş, ayrıca çeşitlerin 9 izolata karşı oluşturduğu ortalama NİH ve izolatların bu dönemdeki agresivite düzeyleri Çizelge 4.16'da sunulmuştur.

Çizelge 4.16 irdelendiğinde, 9 izolata karşı ortalama NİH'ı en fazla Serrano (6.32 mm/gün) genotipinde oluşmuş ve bunu Cherry biber, Yalova Tatlı Sivri, Amazon F1, Omca, Kapyra ve COO-276 çeşitleri izlemiştir. Bu çeşitlerde NİH'ı 5.00 mm/gün'ün üzerinde gerçekleşmiştir. Bu dönemde, CM 334, PM 702, PBC 178, PBC 413 ve COO 354 çeşitleri, 1.00 mm/gün'in altında NİH meydana getirmişlerdir.

#### 4.ARASTIRMA BULGULARI

#### Münevver GÖCMEN

Çizelge 4.16. Biber genotiplerinin *P.capsici* izolatları ile inoküle edildikten sonraki 10. ve 14. günleri arasındaki ortalama nekroz ilerleme hızları (mm/gün)

Genotipler	Çakallık	MK-5	M-26	Top-1	M-56	KB	Bey-1	PWB-24	M-35	Ortalama
Perennial	0,75 k-m	0,63 g-j	0,88 i-l	3,08 h-k	1,21 d-l	2,50 l-l	1,54 k-m	2,58 j-n	1,50 e-h	1.62 J-M
COO-785	7,88 a-b	1,04 d-i-j	2,04 f-i	7,29 a-d	0,63 h-n	4,38 f-h	5,83 d-h	7,29 a-c	0,42 g-k	4.08 E-F
Jalopeno	1,25 j-m	0,79 f-j	0,96 l-l	2,96 l-l	0,46 k-n	1,92 k-m	1,58 k-m	1,63 l-o	0,21 j-k	1.30 L-N
Jalopene	0,67 l-m	0,25 l-j	0,17 l	2,04 k-n	0,46 k-n	1,88 k-m	1,21 l-m	5,50 d-g	0,42 g-k	1.39 K-M
Kapya	7,71 a-b	1,88 c-e	2,71 e-g	6,25 c-f	2,08 c-d	4,17 f-j	6,88 b-e	7,08 b-d	1,04 f-k	5.42 B
PBC-178	0,50 l-m	0,92 e-j	0,88 i-l	0,46 m-n	0,96 f-n	1,04 k-m	0,71 l-m	0,67 o	0,83 f-k	0.77 O-P
PBC-177	2,67 h-k	0,92 e-j	1,46 h-j	1,33 k-n	1,96 c-e	1,50 k-m	1,79 k-m	2,42 j-o	2,42 d-e	1.72 J-L
PBC-450	2,63 h-k	0,92 e-j	1,04 l-l	2,79 j-l	0,79 g-n	2,58 h-k	4,54 g-j	3,08 l-m	0,29 h-k	2.07 J
PBC-526	2,13 l-l	0,96 e-j	0,83 j-l	4,04 g-j	0,33 l-n	2,71 h-k	2,08 k-m	3,96 g-k	0,46 g-k	1.94 J
PBC-413	0,63 l-m	0,46 l-j	1,08 l-l	0,33 m-n	0,50 j-n	0,75 l-m	0,38 m	0,88 n-o	0,17 k	0.57 P
PM-217	4,63 d-g	0,92 e-j	2,50 f-h	5,13 e-g	0,04 n	5,17 d-g	1,58 k-m	2,79 l-m	0,88 f-k	2.62 I
PBC-362	5,67 c-f	1,67 c-g	5,21 a	6,88 b-e	1,04 e-m	6,46 b-e	5,21 e-i	7,00 b-d	1,04 f-k	4.46 B-E
COO-276	4,08 f-h	2,71 a-c	2,92 d-f	8,13 a-c	1,58 d-h	7,17 a-c	8,42 a-b	7,42 a-b	2,58 d-e	5.00 C
COO-354	0,33 l-m	0,58 h-j	0,54 j-l	0,71 m-n	0,50 j-n	2,00 k-m	0,88 l-m	0,83 n-o	0,92 f-k	0.81 N-P
Omca	7,79 a-b	3,75 a	4,75 a-c	4,96 e-h	1,21 d-l	7,42 a-b	8,13 b-c	7,29 a-c	4,96 b-c	5.58 B
Amazon	7,25 a-c	3,54 a-b	5,00 a-b	7,96 a-c	1,88 d-f	5,92 b-f	6,67 b-f	4,46 f-i	5,71 b	5.37 B-C
KMAE-12	5,04 d-f	0,96 e-j	0,58 j-l	4,83 f-i	0,83 g-n	5,38 c-g	2,63 j-	4,17 g-j	0,42 g-k	2.70 I
S. Demre	5,25 d-f	1,58 d-h	2,92 d-f	5,54 d-g	0,83 g-n	5,42 c-g	5,96 d-h	3,96 g-k	2,38 d-e	3.75 F-G
PBC-1365	0,67 l-m	1,29 d-i	0,58 j-l	2,17 j-m	1,75 d-g	3,88 g-j	2,67 j-l	3,38 h-l	0,25 l-k	1.84 J-K
Sirena F1	6,42 a-d	2,04 c-d	2,75 e-g	5,04 e-h	0,88 g-n	4,71 e-g	4,71 f-i	5,21 e-g	3,08 d	3.87 F
R. Seed	4,75 d-f	1,17 d-i	1,63 g-j	4,08 g-j	1,54 d-i	4,29 f-i	4,71 f-i	5,54 c-g	1,54 e-g	3.25 G-H
LS-279	4,25 e-h	1,21 d-i	1,08 l-l	1,00 l-n	1,42 d-k	1,71 k-m	3,46 l-k	3,29 l-m	1,42 e-j	2.09 J
Y. Kandil	3,92 f-i	2,67 b-c	3,96 b-d	7,38 a-d	1,46 d-j	5,96 b-f	6,08 d-h	6,08 b-f	6,38 a	4.98 C-D
Arda	4,46 e-h	1,75 c-f	1,25 l-l	4,83 f-i	1,29 d-l	2,46 j-l	6,38 c-g	1,79 l-o	3,08 d	3.03 H-I
PBC-1369	1,50 j-m	1,04 d-j	4,46 a-c	1,71 k-n	3,67 a-b	3,83 g-j	4,13 h-j	5,08 e-h	0,75 f-k	2.90 J-I
PBC-1364	2,71 g-j	0,83 e-j	1,13 l-l	1,50 k-n	1,00 e-n	0,33 m	0,42 m	1,67 l-mno	0,54 f-k	1.12 M-O
PBC-179	1,08 j-m	1,00 d-j	0,96 l-l	1,38 k-n	0,83 g-n	1,54 k-m	1,25 l-m	1,58 m-o	1,46 e-i	1.23 L-O
PM-702	0,21 l-m	0,54 h-j	0,58 j-l	0,29 m-n	0,58 l-n	0,25 m	2,63 j-l	0,83 n-o	0,42 g-k	0.70 O-P
KM2-11-	1,71 j-m	0,75 f-j	1,13 l-l	1,67 k-n	0,71 h-n	1,67 k-m	1,67 k-m	2,25 k-o	0,75 f-k	1.36 K-M
Balo F1	8,17 a	1,79 c-f	3,13 d-f	8,17 a-c	2,92 b-c	6,67 b-d	6,29 c-g	7,38 a-b	2,46 d-e	5.21 B-C
CM 334	0,17 m	0,29 j	0,25 k-l	0,13 n	0,17 m-n	0,21 m	0,17 m	0,33 o	0,00 k	0.41 P
Serrano	7,88 a-b	1,08 d-i	4,88 a-c	8,71 a-b	1,17 d-l	8,67 a	10,33 A	9,04 a	5,63 b-c	6.32 A
KMAE-39	6,04 b-e	0,96 e-j	1,42 h-k	4,88 f-i	0,71 h-n	5,92 b-f	6,38 c-g	6,38 b-e	1,75 e-f	3.82 F
Che.Biber	6,17 b-e	3,17 a-b	4,38 a-c	8,88 a	4,29 a	5,88 b-f	6,67 b-f	7,63 a-b	4,46 c	5.72 B
Y.T.Sivri	7,50 a-c	1,58 d-h	3,75 c-e	8,75 a-b	2,08 c-d	7,46 a-b	7,33 b-d	7,79 a-b	1,08 f-k	5.25 B-C
Ortalama	3.84 B	1.32 E	2.10 C	4.15 A	1.25 E	3.82 B	4.03 AB	4.29 A	1.79 D	

Bu dönemde izolatların agresivite düzeyleri Çizelge 4.16'ı incelendiğinde en agresif izolatın PWB-24 (4.29 mm/gün) olduğu, bunu Top-1, Bey-1, Çakallık ve KB izolatlarının takip ettiği görülmüştür. Orta agresif izolatlar M-26 ve M-35; zayıf izolatlar ise M-56 ve MK-5 izolatları bulunmuştur.

Bu dönemde tüm izolatlara karşı NİH en az CM 334 genotipinde meydana gelmiştir. Buna karşılık her izolata karşı NİH fazla olan genotipler değişiklik göstermiştir. Çakallık izolatına karşı NİH en fazla ticari bir çeşit olan Balo F1'de (8.17 mm/gün) meydana gelmiştir. MK-5 izolatına karşı ise yine ticari çeşitlerden olan Omca (3.75 mm/gün) ve Amazon F1 (3.54 mm/gün) olduğu görülmüştür. M-26 izolatında ise NİH en fazla PBC 362 (5.21 mm/gün) ile Amazon F1'de (5.00 mm/gün) olmuştur. Top-1 izolatında, Cherry biber, Yalova Tatlı Sivri ve Serrano çeşitlerinde NİH'ı 8.00 mm/gün üzerinde gerçekleştirmiştir. En zayıf izolat olan M-56'da ise en fazla NİH Cherry biber'de (4.29 mm/gün) meydana gelmiştir. KB, Bey-1 ve PWB-24 izolatlarında Serrano çeşidi en fazla NİH oluşturmuştur. Bu çeşit üç izolatta 8.00-10.00 mm/gün arasında NİH meydana getirmiştir. Orta agresif izolatlardan olan M-35'de ise NİH en fazla Yalova Kandil (6.38 mm/gün) ve Amazon F1 (5.71 mm/gün) çeşitlerinde belirlenmiştir (Çizelge 4.16).

İnokulasyondan 14 gün sonra agresif izolatlara karşı duyarlı olan çeşitler ölmeye başlamıştır. Bu nedenle, genotip x izolat interaksyonu 14. güne kadar yapılan ölçümler değerlendirilmiştir. Dayanıklı çeşitlerde ise NİH bu dönemden sonra oldukça azalmıştır.

*P. capsici* izolatlarına karşı biber genotiplerinin gösterdiği dayanıklılık dereceleri, inokulasyondan sonraki 14. günde ayrılmaya başladığından, bu dönemde çeşitlerdeki NİH esas alınarak dayanıklılığın sınıflandırılması yapılmıştır (Çizelge 4.17). Sınıflandırma, dayanıklı, orta dayanıklı, duyarlı ve aşırı duyarlı olarak dört şekilde yapılmıştır.



Çizelge 4.17. Biber genotiplerinin *P. capsici* izolatları ile inokulasyonu izleyen 14. günde gösterdikleri nekroz ilerleme hızlarına göre sınıflandırılmaları

Genotipler	Çakallık	MK-5	M-26	Top-1	M-56	KB	Bey-1	PWB-24	M-35
Perennial	R	R	R	MR	R	R	R	R	R
COO-785	S	R	R	S	R	MR	S	S	R
Jalopeno	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Early Jalopeno	R	R	R	R	R	R	R	S	R
Kapya	S	R	R	S	R	MR	S	S	R
PBC-178	R	R	R	R	R	R	R	R	R
PBC-177	R	R	R	R	R	R	R	R	R
PBC-450	R	R	R	R	R	R	MR	MR	R
PBC-526	R	R	R	MR	R	R	R	MR	R
PBC-413	R	R	R	R	R	R	R	R	R
PM-217	MR	R	R	S	R	S	R	R	R
PBC-362	S	R	S	S	R	S	S	S	R
COO-276	MR	R	R	HS	R	S	HS	S	R
COO-354	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Omca	S	MR	MR	MR	R	S	HS	S	MR
Amazon F1	S	MR	S	S	R	S	S	MR	S
KMAE-12	S	R	R	MR	R	S	R	MR	R
Sera Demre	S	R	R	S	R	S	S	MR	R
PBC-1365	R	R	R	R	R	MR	R	MR	R
Sirena F1	S	R	R	S	R	MR	MR	S	MR
Roger Seed	MR	R	R	MR	R	MR	MR	S	R
LS-279	MR	R	R	R	R	R	MR	MR	R
Y. Kandil	MR	R	MR	S	R	S	S	S	S
Arda	MR	R	R	MR	R	R	S	R	MR
PBC-1369	R	R	MR	R	MR	MR	MR	S	R
PBC-1364	R	R	R	R	R	R	R	R	R
PBC-179	R	R	R	R	R	R	R	R	R
PM-702	R	R	R	R	R	R	R	R	R
KM2-11	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Balo F1	HS	R	MR	HS	R	S	S	S	R
CM 334	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Serrano	S	R	MR	HS	R	HS	HS	HS	S
KMAE-390	S	R	R	MR	R	S	S	S	R
Cherry Biber	S	MR	MR	HS	MR	S	S	S	MR
Yalova Tatlı Sivri	S	R	MR	HS	R	S	S	S	R

Dayanıklı (R); 0.00-2.99 mm

Orta Dayanıklı (MR); 3.00-4.99 mm

Duyarlı (S); 5.00-7.99 mm

Aşırı Duyarlı (HS); 9.00 mm ve üstü

Çizelge 4.17 incelendiğinde, CM 334, PM 702, PBC 178, PBC 177, PBC 179, Jalopeno, PBC 413, COO- 354, PBC 1364 ve KM2-11 genotipleri testlerde kullanılan tüm izolatlarla karşı dayanıklı olduğu görülmüştür. Perennial genotipi,

Top-1 izolatına karşı orta dayanıklı ama diğer izolatlara dayanıklı bulunmuştur. Early Jalopeno çeşidi de ABD izolatı olan PWB-24'e duyarlı olmasına karşılık Türkiye'deki izolatlara dayanıklı olmuştur. COO-785 çeşidi ise agresif izolatlara duyarlı olurken, orta ve zayıf izolatlara karşı dayanıklı görülmüştür. Ülkemizde ticari olarak yetiştirilen Kapya, Amazon F1, Sirena F1, Balo F1, Sera Demre, Yalova Tatlı Sivri, Yalova Kandil gibi çeşitler agresif izolatlara duyarlı, orta agresif izolatlara kısmen orta dayanıklı ve zayıf izolatlara dayanıklı olarak belirlenmiştir. ABD'de ticari bir çeşit olan Roger Seed ise ABD izolatı PWB-24'e karşı duyarlı, ancak ülkemizdeki agresif izolatlara orta dayanıklı ve zayıf izolatlara dayanıklı olarak görülmüştür. Arda çeşidi ise Bey-1 izolatına duyarlı, Çakallık, Top-1 ve M-35 izolarına karşı orta dayanıklı ve diğer izolatlara dayanıklı bulunmuştur. Dayanıklı olarak kabul edilen PM 217 genotipi, izolatlara karşı farklı tepkiler oluşturmuştur. Çakallık izolatına karşı orta dayanıklı, MK-5, M-26, M-56, Bey-1, PWB-24 ve M-35 izolatlarına karşı dayanıklı, ancak Top-1 ve KB izolatlarına duyarlı olarak belirlenmiştir. Diğer dayanıklılık kaynağı olan LS 279 genotipi ise Çakallık, Bey-1 ve PWB-24 izolatlarına orta dayanıklı diğer izolatlara ise dayanıklı bulunmuştur. PBC 1369 genotipi de izolatlara ilginç tepkiler oluşturmuş; PWB-24 izolatına karşı duyarlı, M-26, M-56, KB ve Bey-1 izolatlarına orta dayanıklı olup diğer izolatlara dayanıklı görülmüştür. Serrano çeşidi ise en zayıf izolatlardan olan MK-5 ve M-56'ya dayanıklı, orta agresif izolat olan M-26'ya orta dayanıklı ancak yine orta agresif izolat olan M-35'e duyarlı, Çakallık izolatına karşı duyarlı fakat diğer agresif izolatlara yüksek duyarlılık reaksiyonu göstermiştir. Kahramanmaraş biber popülasyonundan geliştirilen KM2-11 tüm izolatlara dayanıklı, KMAE-12, Kahramanmaraş'tan izole edilen Çakallık izolatı ile KB'ye duyarlı diğer izolatlara dayanıklı ve orta dayanıklı bulunmuştur. Diğer genotip ise KMAE-390, agresif izolatlara duyarlı, diğer izolatlara dayanıklı olarak belirlenmiştir. Cherry biber, Top-1 izolatına aşırı duyarlı, diğer agresif izolatlara duyarlı ve orta-zayıf izolatlara orta dayanıklı olmuştur.

#### 4.2. Dayanıklı X Dayanıklı Genotip Melezleri

Çalışmanın bu basamağında, *P. capsici*'ye karşı güçlü dayanıklılığa sahip olan iki genotip (CM 334 ve PBC 178) ile kısmi dayanıklı olan iki genotipin (PM 217 ve KM2-11) melezlemeleri yapılmış F1 ve F2 generasyonu populasyonları oluşturulmuştur. Bu populasyonların bitkileri, *P. capsici*'nin agresif ve orta agresif iki izolatu (PWB-24 ve M-26) ile kesilmiş gövde ucu yöntemi ile sera koşullarında testlenmiştir.

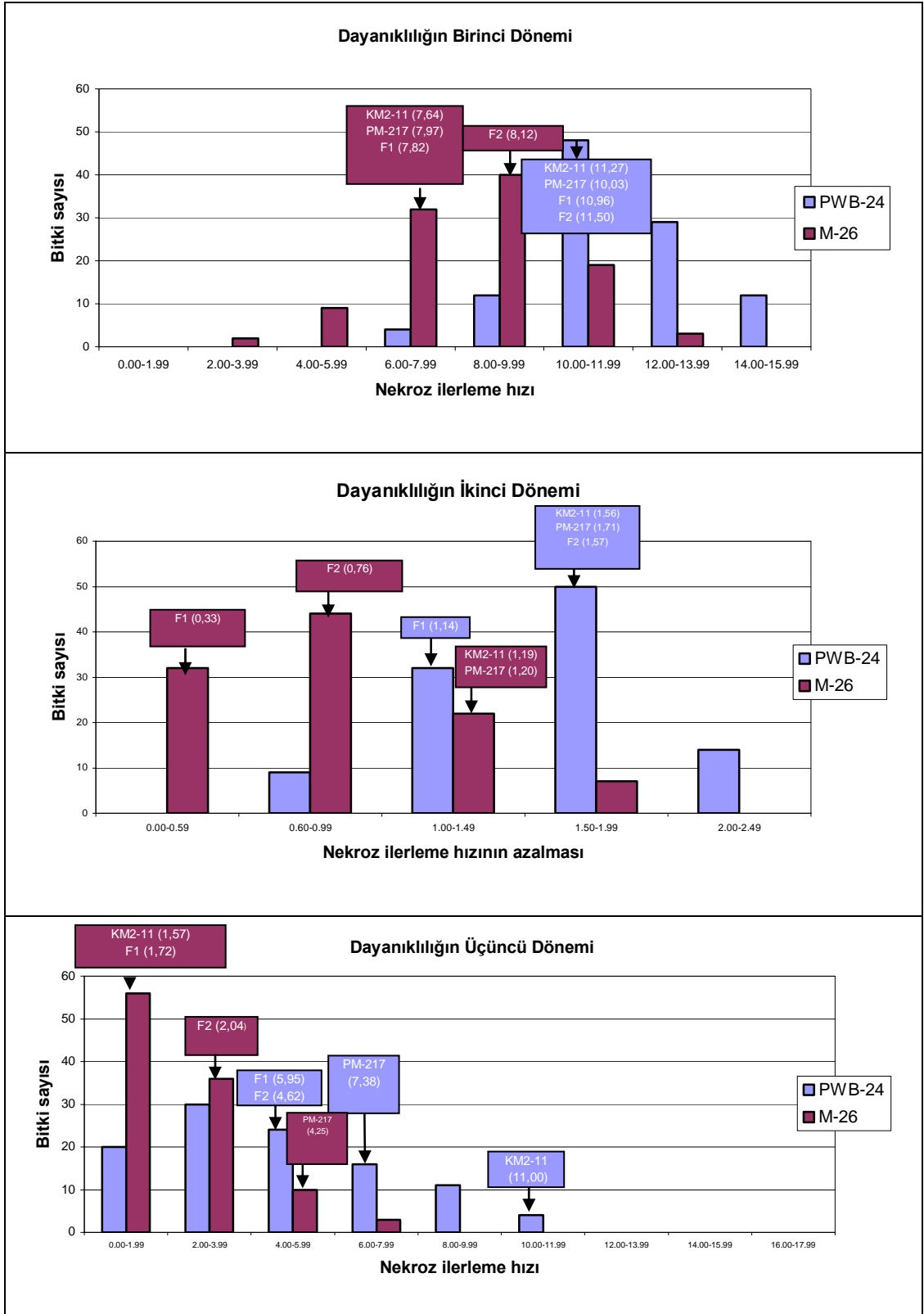
Diallel melezleme (tek yönlü) sonucunda oluşturulan 6 farklı populasyonun ebeveynleri ile F1 ve F2 generasyonlarının testlenmesi sonucunda elde edilen ortalama nekroz ilerleme hızları, dayanıklılığın üç gelişme aşamasında (1., 2. ve 3. dönemler) ayrı ayrı irdelenmiştir. Materyal ve yöntem bölümünde açıklandığı şekilde, nekroz ilerleme hızına göre populasyonlardaki bitkiler dayanıklılık sınıflarına ayrılmış ve gruptaki bitkilerin frekansları belirlenmiştir. Bu sonuçlar şekiller üzerinde gösterilmiştir.

##### 4.2.1. KM2-11 x PM 217 Melezlemesi

KM2-11 x PM 217 melez kombinasyonunda kullanılan ebeveynler ve melez populasyonlarının, dayanıklılığın 1., 2. ve 3. gelişme döneminde, gösterdikleri ortalama nekroz ilerleme hızları iki izolat için ayrı ayrı olarak Çizelge 4.18'de gösterilmiştir. Farklı dayanıklılık gruplarına giren bitkilerin frekansları ise Şekil 4.1'de sunulmuştur.

Çizelge 4.18. KM2-11 x PM 217 melez populasyonları ve ebeveynlerinde dayanıklılığın üç dönemindeki nekroz ilerleme hızları (mm/gün)

Ebeveyn ve Populasyonlar	1.Dönem		2.Dönem		3.Dönem	
	PWB-24	M-26	PWB-24	M-26	PWB-24	M-26
KM2-11	11.27±0.70	7.64±0.79	1.56±0.17	1.19±0.09	11.0±1.27	1.57±0.74
PM 217	10.03±1.44	7.97±0.79	1.71±0.18	1.20±0.13	7.38±1.24	1.25±0.87
F1	10.96±1.02	7.82±1.35	1.14±0.11	0.33±0.12	5.95±1.32	1.72±0.79
F2	11.50±2.07	8.12±1.87	1.57±0.39	0.76±0.43	4.62±2.88	2.04±1.67



Şekil. 4.1. KM2 11 x PM 217 melezlemesi F2 populasyonunda, iki izolata karşı, farklı dayanıklılık gruplarına giren bitki frekansları (Barlar içerisindeki değerler ebeveyn ve populasyonların NİH ortalamalarını göstermektedir)

Çizelge 4.18’de görüleceği gibi, bu aşamada, izolatlara göre elde edilen sonuçlar biraz farklılık göstermekle birlikte birbirlerine benzer bir yapı göstermiştir. Gerek PWB-24, gerekse M-26 izolatlarında ebeveyn ortalamaları ile F1 ve F2 ortalamaları birbirine yakın bulunmuştur. Bununla birlikte, her iki izolatta da ebeveynlerden daha dayanıklı ve daha duyarlı olma yönünde sapma gösteren bitkilere rastlanmamıştır.

PWB-24 izolatına karşı F2 generasyonundaki bitkilerin yaklaşık % 46’sı her iki ebeveyne yakın nekroz büyüme hızı oluşturmuştur. Bitkilerin % 39’un da ise patojen ilk üç günde her iki ebeveynden daha fazla gelişmiş ve nekroz ilerleme hızı 12.00-16.00 mm/gün arasında değişmiştir. Buna karşılık bitkilerin %15’in de ise patojen ebeveynlere göre daha az gelişmiştir (6.00-9.99 mm/gün). F1 ve F2 ortalaması ise ebeveynlerle aynı düzeyde bulunmuştur (Şekil 4.1).

M-26 izolatına karşı ise F2 bitkilerinden %30’u ebeveynlerle aynı tepkiyi oluştururken yaklaşık %59’ı ebeveynlerden daha fazla NİH meydana getirmiştir (8.00-13.99 mm/gün); bitkilerin %11 ise ebeveynlerden daha az NİH oluşturmuştur. F2 generasyonundaki bitkilerin iki farklı izolata karşı gösterdikleri dayanıklılık dağılımının benzer olduğu görülmüştür (Şekil 4.1). PWB-24 izolatında dayanıklılığın 1. döneminde H (broad sense heritability) değeri 0.64, M-26’da ise 0.93 bulunmuştur (Çizelge 4.24).

Dayanıklılığın ikinci evresi, yani patojenin bitkide dayanıklılığı uyarması aşamasındaki, F2 generasyonu açılımlarının incelenmesi sonucunda da. PWB-24 izolatına karşı bitkilerin % 48’sinin ebeveynlerle aynı tepkiyi oluşturduğu görülmüş; buna karşılık bitkilerin %39’ı ebeveynlerden daha az NİH meydana getirmiştir (0.60-1.49 mm/gün). Bitkilerin %13’i ise ebeveynlerden daha yüksek NİH oluşturmuştur (2.00-2.49 mm/gün). F1 bitkilerinin NİH ortalaması ise ebeveynlerden daha az olmuştur (1.14 mm/gün). M-26 izolatına karşı bitkilerin %21’si ebeveynlerle aynı, %72’i ebeveynlerden daha az, %7’i ebeveynlerden daha fazla NİH meydana getirmiştir (Şekil 4.1). Bu izolatta da F1 ve F2 bitkilerinde NİH ortalamaları ebeveynlerden daha az olmuştur (Çizelge 4.18). Geniş anlamli kalıtım değerleri PWB-24 için % 83 ve M-26 için % 95 düzeyinde olmuştur (Çizelge 4.31).

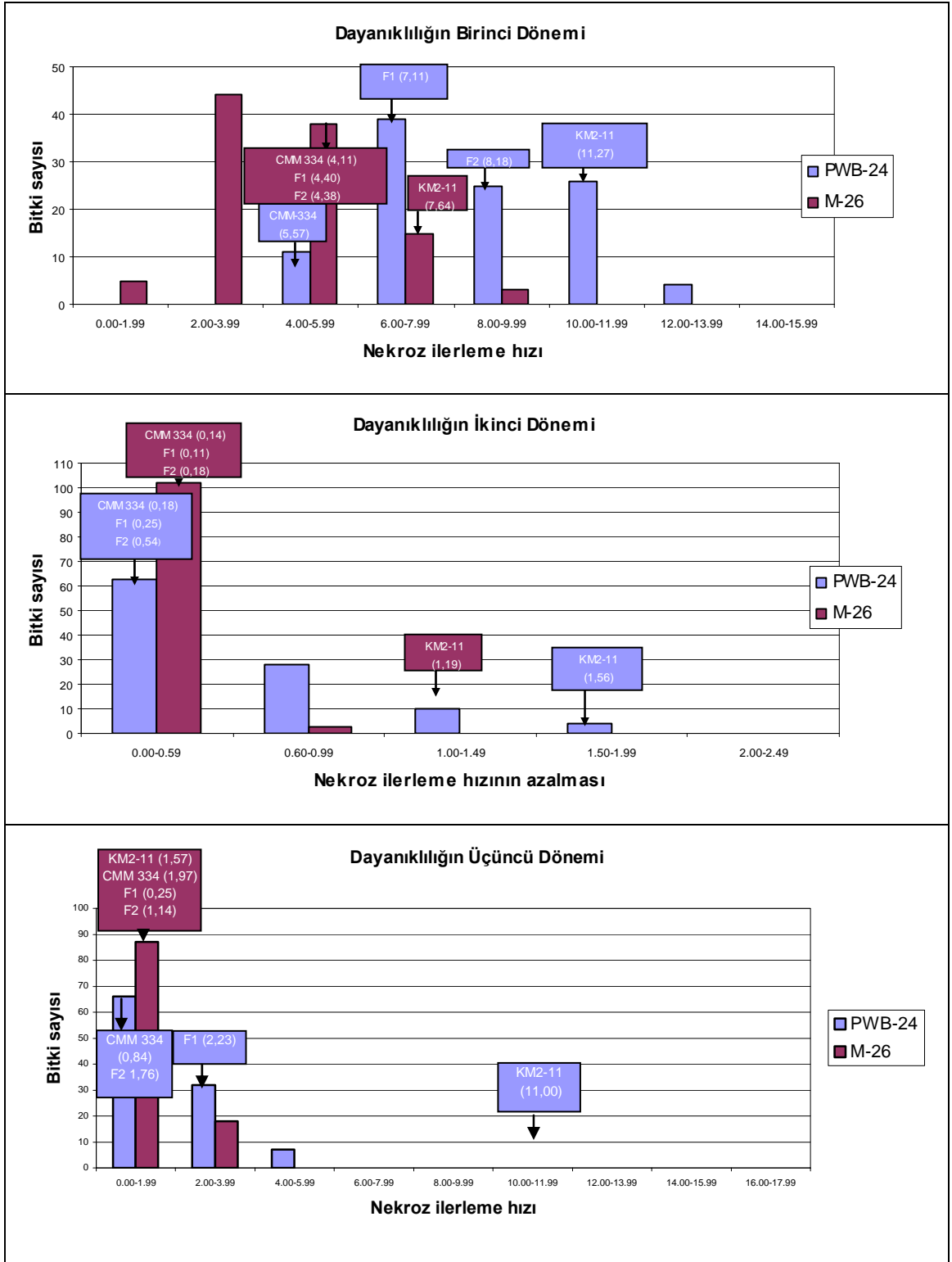
Dayanıklılığın üçüncü evresinde (bitkide oluşan dayanıklılığın devamlılığı), KM2-11 ve PM 217 melezlerinin F2 generasyonda PWB-24 ve M-26 izolatları ile yapılan testler sonucunda, farklı iki izolattan farklı dağılım biçimleri elde edilmiştir. PWB-24 izolatu ile yapılan testlerde bitkilerin %5 KM2-11 genotipine yakın (11.00 mm/gün), %15'i PM-217 (7.38 mm/gün) ebeveynine yakın NİH, %10'u iki ebeveyn arasında NİH oluşturmuştur. F1 ve F2 bitkilerinde ortalama NİH değerleri her iki ebeveyninden de daha az olmuştur (5.95-4.62 mm/gün). Bitkilerin % 23'ü F1 ve F2 bitki ortalaması ile aynı düzeyde, % 48'i F1 bitki ortalamasından daha az NİH oluşturmuştur (Şekil 4.1).

M-26 izolata karşı, bitkilerin %10'u PM 217'ye, % 53'ü KM2-11 ve F1'e, % 34'ü F2'ye ve %3'ü PM 217'den daha duyarlı tepki vermiştir. F1 bitkileri KM2-11 genotipine benzer tepki oluşturmuştur (Çizelge 4.18).

#### **4.2.2. KM2-11 x CM 334 Melezlemesi**

KM2-11 x CM 334 melez kombinasyonunda kullanılan ebeveynler, F1 ve F2 populasyonlarının, dayanıklılığın 1., 2. ve 3. gelişme döneminde, gösterdikleri ortalama nekroz ilerleme hızları iki izolat için ayrı ayrı olarak Çizelge 4.19'da sunulmuştur. Farklı dayanıklılık gruplarına giren bitkilerin frekansları ise Şekil 4.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.19'da görüleceği gibi, bu aşamada, izolatlara göre elde edilen sonuçlar, dayanıklılığın 1. döneminde farklılık göstermekle birlikte dayanıklılığın 2. ve 3. dönemlerinde izolatlara karşı oluşan dayanıklılığın dağılımı birbirlerine benzer bir yapı göstermiştir. Gerek PWB-24, gerekse M-26 izolatlarında ebeveyn ortalamaları dayanıklılığın üç döneminde de birbirinden farklı bulunmuştur. Ancak, dayanıklılığın 2. ve 3. dönemlerinde, her iki izolatta da ebeveynlerden daha dayanıklı ve daha duyarlı olma yönünde sapma gösteren bitkilere rastlanmamıştır. Fakat dayanıklılığın 1. döneminde M-26 izolata karşı ebeveynlerden daha dayanıklı ve duyarlı bitkilerin olduğu görülmüştür. Bu dönemde, PWB-24 izolata karşı ebeveynlerden daha dayanıklı bitki oluşmazken çok az sayıda (%4) ebeveynlerde de daha duyarlı bitkiler oluşmuştur.



Şekil. 4.2. KM2 11 x CM 334 melezlemesi F2 populasyonunda, iki izolata karşı, farklı dayanıklılık gruplarına giren bitki frekansları (Barlar içerisindeki değerler ebeveyn ve populasyonların NİH ortalamalarını göstermektedir)

Çizelge 4.19. KM2-11 x CM 334 melez populasyonları ve ebeveynlerinde dayanıklılığın üç dönemindeki nekroz ilerleme hızları (mm/gün)

Ebeveyn ve Populasyonlar	1.Dönem		2.Dönem		3.Dönem	
	PWB-24	M-26	PWB-24	M-26	PWB-24	M-26
KM2-11	11.27±0.70	7.64±0.79	1.56±0.17	1.19±0.09	11.0±1.27	1.57±0.74
CM 334	5.57±1.23	4.11±0.79	0.18±0.09	0.14±0.06	0.84±0.54	1.97±0.88
F1	7.11±0.59	4.40±0.89	0.25±0.15	0.11±0.04	2.23±1.07	0.25±0.33
F2	8.18±2.11	4.38±1.17	0.54±0.38	0.18±0.16	1.76±1.46	1.14±0.64

Dayanıklılığın ilk üç gündeki evresinde, PWB-24 izolatına karşı F2 bitkilerinden % 25'i KM2-11 genotipi kadar dayanıklılık oluştururken bitkilerin %10'u CM-334'e (4.00-5.99 mm/gün) benzer tepki vermiştir. F1 bitkilerinin iki ebeveyn ortalaması kadar NİH oluşturduğu ve F2 bitkilerin yaklaşık %37'nin F1 bitkilerine benzer olduğu, %24'nün ise F2 ortalamasına (8.18 mm/gün) yakın NİH geliştirdiği ve bitkilerin %4'ün KM2-11 genotipinden daha az dayanıklı olduğu Şekil 4.2'de gösterilmiştir. Dayanıklılığın bu dönemde, M-26 izolatına karşı F2 bitkilerindeki dayanıklılığın dağılımı irdelendiğinde; F2 bitkilerinin % 14'ü, KM2-11 ebeveynine benzer dayanıklılık oluştururken, %3'nün bu çeşitten daha duyarlı olduğu, % 36'nın CM 334 kadar dayanıklılık geliştirdiği ve bitkilerin %47'nin CM 334 genotipinden daha dayanıklı olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.2).

Dayanıklılığın ikinci evresinde, M-26 izolatına karşı iki ebeveyn farklı düzeyde tepki vermesine karşılık F2 generasyonunda genetik açılım gerçekleşmemiştir. PWB-24 izolatına karşıda genetik açılım dar alanda kalmıştır. PWB-24 izolatına karşı F2 bitkilerinin, %60'ı CM 334 genotipine benzer dayanıklılık oluştururken, bitkilerin yalnızca %5'i KM2-11 genotipine benzer tepki vermiştir. Bitkilerin %35 ise iki genotip arasında NİH (0.60-1.49 mm/gün) oluşturmuştur. Her iki izoata karşı F1 ve F2 generasyon ortalaması CM 334 seviyesinde gerçekleşmiştir (Çizelge 4.19).

Dayanıklılığın üçüncü evresi olan dayanıklılığın genetik olarak devamlılığının sağlanması döneminde, PWB-24 izolatına karşı F2 generasyonunda dayanıklılığın dağılımı kısmen gerçekleşmesine karşılık, iki ebeveynin aynı düzeyde tepki verdiği M-26 izolatında da kısmen dağılım oluşmuştur (Şekil 4.2). PWB-24



izolatına karşı bitkilerin, %63'ü CM 334 genotipi kadar dayanıklılık oluştururken, diğer ebevyne (KM2-11) benzer tepki oluşturan bitki belirlenmemiştir. Bitkilerin %35'i CM 334'e daha yakın tepkiler oluşturmuştur (2.00-5.99 mm/gün). F1 bitkilerinin ortalama NİH (2.25 mm/gün) CM 334 genotipinden daha fazla olmuştur. Bu dönemde, M-26 izolatına karşı F2 bitkilerinin % 86'i CM 334 ebeveynine benzer olmuştur. Bitkilerin %14 'ü ise CM 334 genotipine yakın tepki oluşturmuştur.

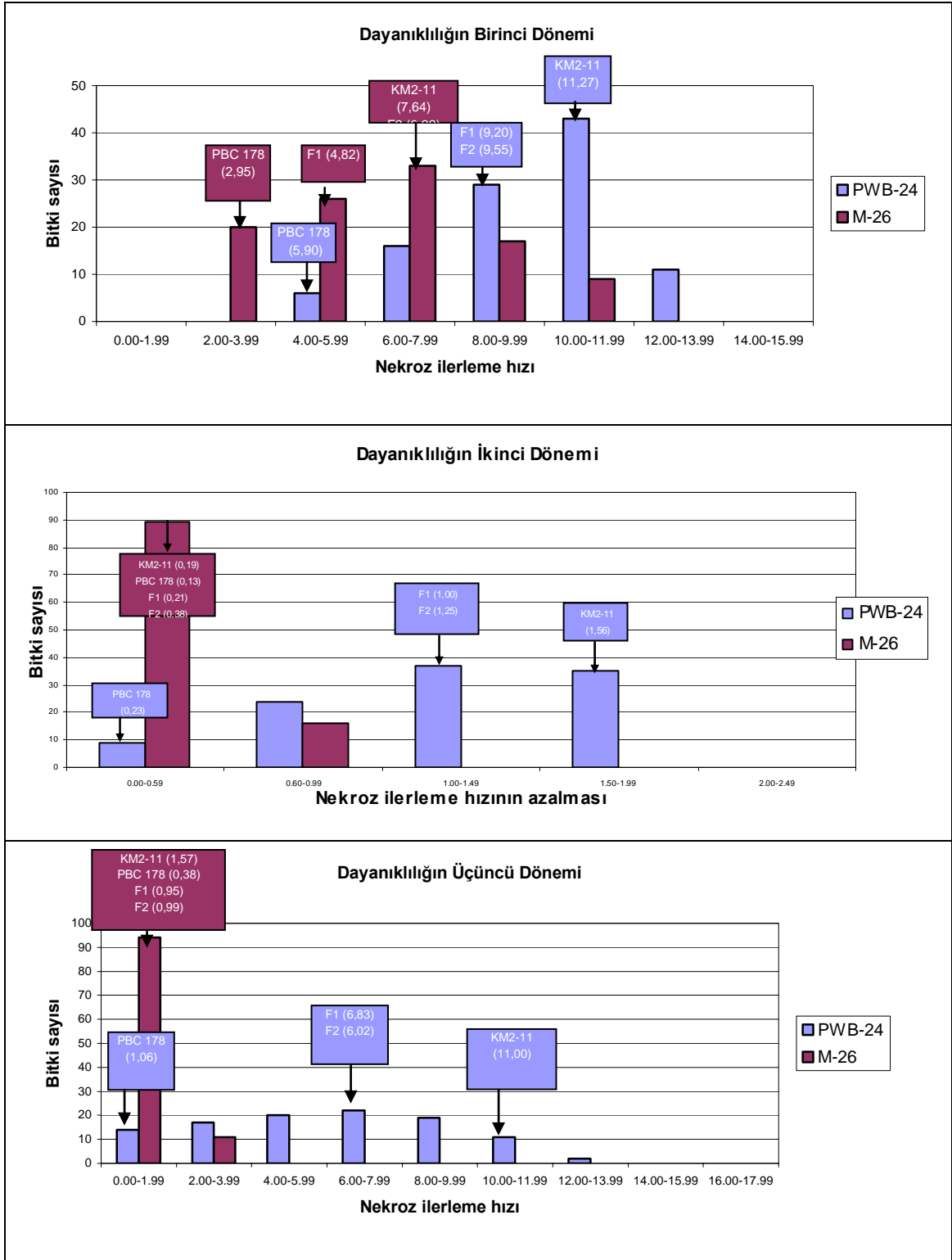
#### 4.2.3. KM2-11 x PBC-178 Melezlemesi

KM2-11 x PBC 178 melez kombinasyonunda kullanılan ebeveynler ve melez populasyonlarının, dayanıklılığın 1., 2. ve 3. gelişme döneminde, iki izolata karşı gösterdikleri ortalama nekroz ilerleme hızları ayrı ayrı Çizelge 4.20'de verilmiştir. Farklı dayanıklılık gruplarına giren bitkilerin frekansları ise Şekil 4.3'de sunulmuştur.

Çizelge 4.20'de görüleceği gibi, dayanıklılığın 1.döneminde her iki izolata karşı benzer sonuçlar elde edilmiş ancak dayanıklılığın 2. ve 3. dönemlerinde izolatlara göre farklılık sonuçlar göstermiştir. Her iki izolatta, ebeveyn ortalamaları ile F1 ve F2 ortalamaları birbirinden farklı bulunmuştur. Ancak, her iki izolatta da ebeveynlerden daha dayanıklı ve daha duyarlı olma yönünde sapma gösteren bitkilere, dayanıklılığın 2. ve 3. döneminde rastlanmamış fakat dayanıklılığın 1. döneminde düşük oranda daha duyarlı bitkiler görülmüştür (Şekil 4.3).

Çizelge 4.20. KM2-11 x PBC-178 melez populasyonları ve ebeveynlerinde dayanıklılığın üç dönemindeki nekroz ilerleme hızları (mm/gün)

Ebeveyn ve Populasyonlar	1.Dönem		2.Dönem		3.Dönem	
	PWB-24	M-26	PWB-24	M-26	PWB-24	M-26±
<b>KM2-11</b>	11.27±0.70	7.64±0.79	1.56±0.17	1.19±0.09	11.0±1.27	1.57±0.74
<b>PBC-178</b>	5.90±0.55	2.95±0.87	0.23±0.09	0.13±0.07	1.06±0.72	0.38±0.46
<b>F1</b>	9.20±1.45	4.82±1.28	1.00±0.18	0.21±0.12	6.83±1.14	0.95±0.82
<b>F2</b>	9.55±2.10	6.22±2.13	1.25±0.44	0.38±0.26	6.02±2.94	0.99±0.95



Şekil 4.3. KM2 11 x PBC-178 melezlemesi F2 popülasyonunda, iki izolata karşı, farklı dayanıklılık gruplarına giren bitki frekansları (Barlar içerisindeki değerler ebeveyn ve popülasyonların NİH ortalamalarını göstermektedir)

Dayanıklılığın 1.döneminde, F2 generasyonunda, PWB-24 izolatına karşı bitkilerin yaklaşık %41'i KM2-11 genotipine benzer olmasına karşılık, ancak %5 PBC-178 ebeveyni kadar dayanıklılık oluşturmuştur. Fakat bitkilerin %16'si bu ebeveyne yakın dayanıklılık geliştirmiştir. Bitkilerin %10'u KM2-11'den daha fazla NİH gösterirken, yaklaşık %28 F1 ve F2 ortalaması (8.00-9.99 mm) ile benzer tepkiyi vermiştir. M-26 izolatına karşı iki ebeveyn farklı düzeyde tepki oluşturmasına karşılık dayanıklılığın dağılımı oluşmamıştır. Bitkilerin yaklaşık %31 KM2-11 ebeveynine, %19'u ise PBC-178 ebeveynine benzer dayanıklılık meydana getirmiştir. Bitkilerin % 25'i F1 bitkileri gibi iki ebeveyn ortalaması kadar NİH'ı oluşturmasına karşılık %25 KM2-11'den daha fazla NİH'ı geliştirmiştir

Dayanıklılığın ikinci evresinde, PWB-24 izolatına karşı dayanıklılığın dağılımı gerçekleşmesine karşılık, M-26'da dağılım oluşmamıştır. PWB-24 izolatına karşı, F2 bitkilerin % 35'i KM2-11 kadar dayanıklılık oluştururken, %10'u PBC-178'e eşdeğer dayanıklılık meydana getirmiştir. Bitkilerin %38'i ise F1'ye yakın NİH oluşturmuştur. M-26 izolatına karşı bitkilerin % 89'ı ebeveynlerle aynı tepkiyi verirken, % 12'si ebeveynlerden daha duyarlı bulunmuştur. F1 ve F2 ortalamaları ebeveynlerle aynı düzeyde olmuştur.

Dayanıklılığın 3. evresinde, iki izolata karşı F2 bitkilerinde oluşan dayanıklılığın dağılımı Şekil 4.3'de incelendiğinde, dağılımını dayanıklılığın ikinci evresinde oluşan dağılıma benzer olduğu dikkati çekmiştir. PWB-24 izolatına karşı F2 bitkilerinin %10'u KM2-11 ebeveynine benzer, %18'i bu ebeveyne yakın ve %2'si ise KM2-11'den daha duyarlı bulunmuştur. Bitkilerin %14'ü ise PBC 178 kadar dayanıklı, %35'i bu ebeveyne yakın dayanıklılık meydana getirirken, %21'i F1 bitki düzeyinde ve iki ebeveyn ortalaması kadar dayanıklılık oluşturmuştur. M-26 izolatında ise bitkilerin %90'ı ebeveynlerin dayanıklılığına eşdeğer dayanıklılık oluşturmuş, ancak %10'u ebeveynlerden daha duyarlı bulunmuştur.

**4.2.4. PB178 x PM-217 Melezlemesi**

PBC 178 x PM 217 melez kombinasyonundaki ebeveynler ile F1 ve F2 populasyonlarının, dayanıklılığın 1., 2. ve 3. gelişme dönemlerinde, iki izolata karşı gösterdikleri ortalama nekroz ilerleme hızları ayrı ayrı Çizelge 4.21’de verilmiştir. Farklı dayanıklılık gruplarına giren bitkilerin frekansları ise Şekil 4.4’de sunulmuştur.

Çizelge 4.21’de görüleceği gibi, dayanıklılığın 1.döneminde her iki izolata karşı benzer sonuçlar elde edilmesine karşılık, dayanıklılığın 2. ve 3. dönemlerinde izolatlara göre elde edilen sonuçlar farklılık göstermektedir. PWB-24 ve M-26 izolatlarında ebeveyn ortalamaları ile F1 ve F2 ortalamaları birbirinden farklı bulunmuş ve PWB-24 izolatında, ebeveynlerden daha dayanıklı ve daha duyarlı olma yönünde sapma gösteren bitkilere, dayanıklılığının üç döneminde de rastlanmıştır (Şekil 4.4).

Çizelge 4.21. PB178 x PM-217 melez populasyonları ve ebeveynlerinde dayanıklılığın üç dönemindeki nekroz ilerleme hızları (mm/gün)

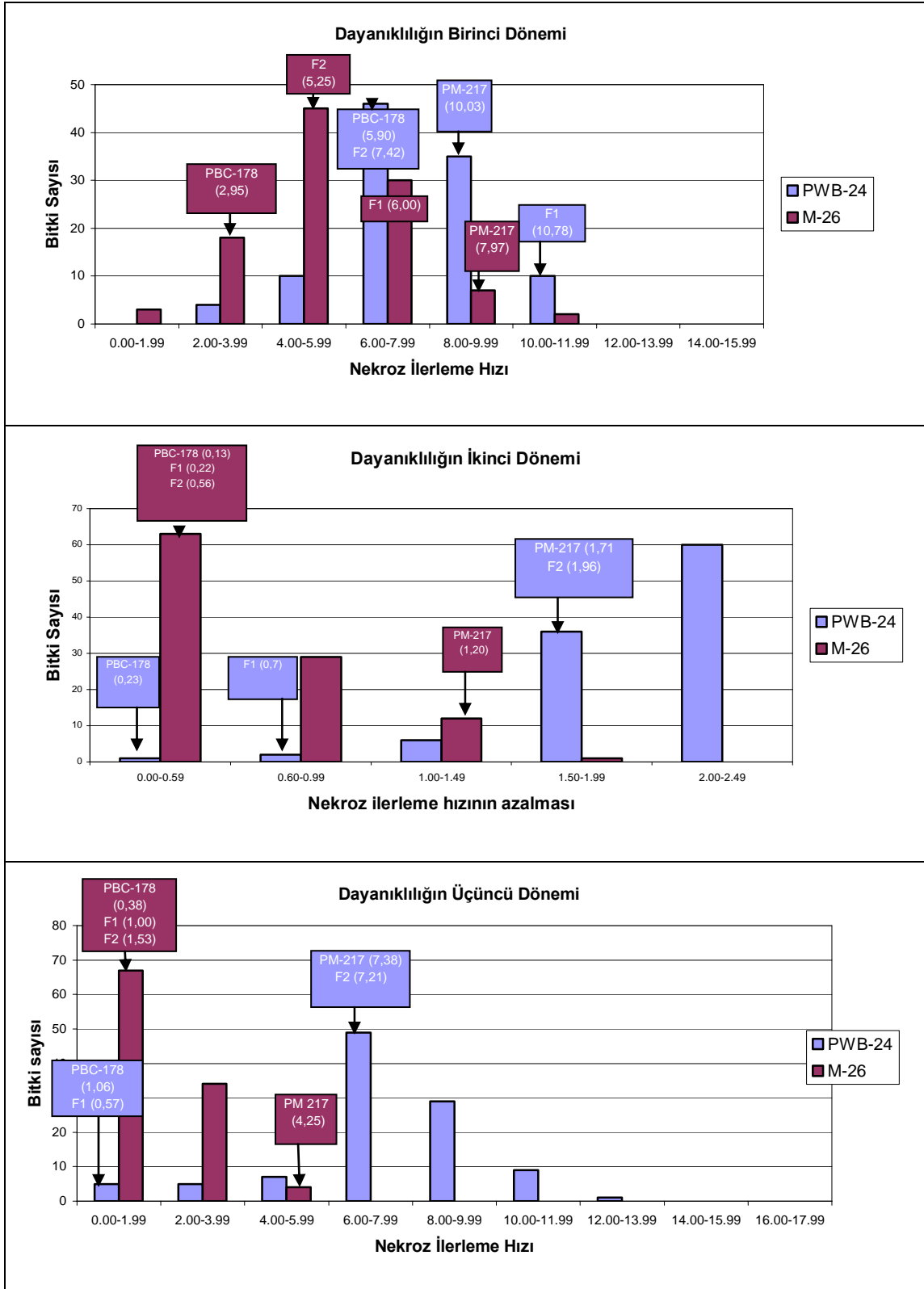
Ebeveyn ve Populasyonlar	1.Dönem		2.Dönem		3.Dönem	
	PWB-24	M-26	PWB-24	M-26	PWB-24	M-26
PM 217	10.03±1.44	7.97±0.79	1.71±0.18	1.20±0.13	7.38±1.24	1.25±0.87
PBC-178	5.90±0.55	2.95±0.87	0.23±0.09	0.13±0.07	1.06±0.72	0.38±0.46
F1	10.78±0.70	6.00±1.44	0.70±0.18	0.22±0.11	0.57±0.37	1.00±0.45
F2	7.42±1.61	5.25±1.82	1.96±0.33	0.56±1.60	7.21±2.33	1.53±1.44

İnokulasyondan sonraki ilk üç günde, F2 bitkilerinin PWB-24 izolatında oluşturduğu NİH şu şekilde dağılım göstermiş; bitkilerin % 35’i PM 217 genotipi kadar dayanıklılık oluştururken, %45’i PBC-178 düzeyinde dayanıklılık meydana getirmiştir. Bitkilerin, %10’u PM 217 genotipinden daha duyarlı olmasına karşılık %10’u PBC-178 genotipinden daha dayanıklı olmuştur. F1 bitkilerinin, PM 217’den daha fazla duyarlı olduğu görülmüştür (Çizelge 4.21). M-26 izolatına karşı, bitkilerin %7’si PM 217’ye, %17’si PBC-178’e benzer dayanıklılık geliştirmiştir. Bitkilerin %42’si PBC-178 ebeveynine yakın tepki oluştururken, %29’u F1 bitkilerine benzer

ve aynı zamanda PM 217'ye daha yakın NİH meydana getirmiştir. Bitkilerin yaklaşık % 3'ü PBC 178'den daha dayanıklı, %2'i ise PM 217'den daha duyarlı bulunmuştur. PWB-24 izolatına karşı genetik varyasyon değeri, 0.61, M-26 izolatında ise 0.70 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.24).

Dayanıklılığın 2. dönemine, F2 bitkilerinin, PWB-24 izolatına karşı oluşturduğu dayanıklılığın dağılımı Şekil 4.4'de incelendiğinde, bitkilerin %34'ü PM-217'ye benzer tepki gösterirken, % 57'si PM 217'den daha duyarlı olmuş ve %6'ı ise daha yakın dayanıklılık geliştirmiştir. Bitkilerin %1'i PBC 178'e benzer olmasına karşılık, %2'si F1 bitkilerine benzer ve PBC 178'e daha yakın dayanıklılık meydana getirmiştir. M-26 izolatına karşı ise F2 bitkilerinin, %60'ı PBC-178 ebeveynine ve F1 bitkilerine benzer, %12'si PM 217 kadar dayanıklı ve %1 ise daha duyarlı, %29'u iki ebeveyn ortalaması kadar tepki oluşturmuştur. Bu dönemde geniş anlamlı kalıtım değerleri PWB-24 izolatı için 0.88, M-26 izolatı için 0.96 olmuştur (Çizelge 4.24).

Dayanıklılığın 3. döneminde, F2 bitkilerinin, PWB-24 izolatına karşı gösterdiği dayanıklılığın dağılım frekansı Şekil 4.4'de incelendiğinde, bitkilerin % 47'si PM 217 genotipine benzer, % 36'sı daha duyarlı, %7'si ise bu ebeveynine daha yakın dayanıklılık oluşturmuştur. Bitkilerin %5'i PBC 178 düzeyinde, % 5'i F1 bitkisine benzer olup, PBC 178'e yakın dayanıklılık göstermiştir. M-26 izolatında ise bitkilerin %64'ü PBC 178 ebeveynine ve F1 bitkilerine benzer dayanıklılık oluştururken, % 5'i PM 217 düzeyinde ve % 30'u ise iki ebeveyn ortalaması kadar dayanıklılık geliştirmiştir. Geniş anlamlı kalıtım değerleri PWB-24 izolatında 0.88 ve M-26 izolatında 0.70 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.24).



Şekil 4.4. PBC-178 x PM 217 melezlemesi F2 popülasyonunda, iki izolata karşı, farklı dayanıklılık gruplarına giren bitki frekansları (Barlar içerisindeki değerler ebeveyn ve popülasyonların NİH ortalamalarını göstermektedir)

**4.2.5. PM-217 x CM 334 Melezlemesi**

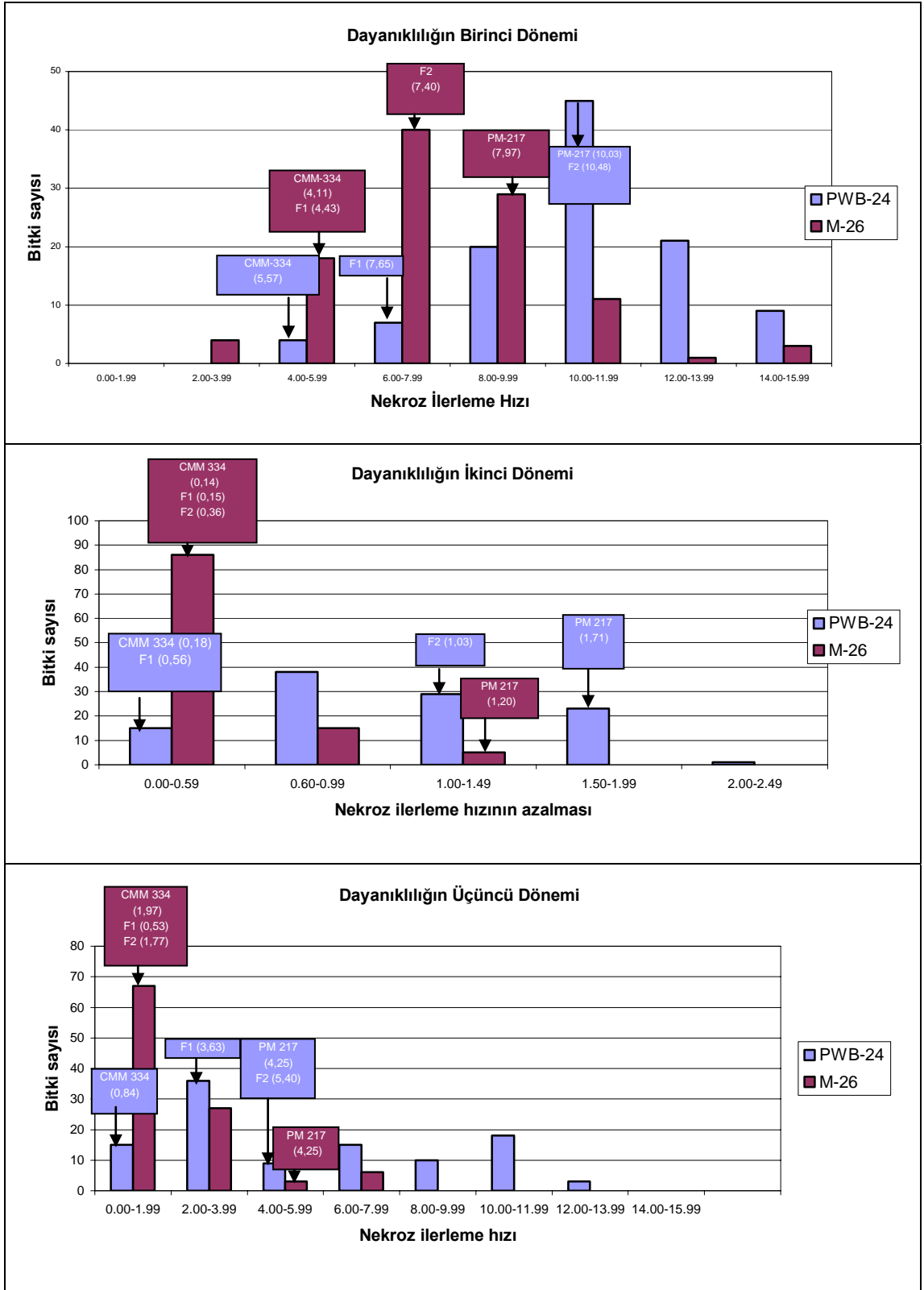
PM 217 x CM 334 melez kombinasyonunda kullanılan ebeveynler ve melez populasyonlarının, dayanıklılığın 1., 2. ve 3. gelişme döneminde, gösterdikleri ortalama nekroz ilerleme hızları iki izolat için ayrı ayrı olarak Çizelge 4.22’de gösterilmiştir. Farklı dayanıklılık gruplarına giren bitkilerin frekansları ise Şekil 4.5 ‘de sunulmuştur.

Çizelge 4.22’de görüleceği gibi, dayanıklılığın 2. ve 3. dönemlerinde izolatlara göre elde edilen sonuçlar farklılık göstermiş olmasına karşılık dayanıklılığın 1. döneminde izolatlara karşı benzer bir yapı elde edilmiştir. Gerek PWB-24, gerekse M-26 izolatlarında ebeveyn ortalamaları ile F1 ve F2 ortalamaları birbirinden farklı bulunmuştur. Bununla birlikte, her iki izolatta karşı dayanıklılığın 1. ve 3. dönemlerinde ebeveynlerden daha dayanıklı ve daha duyarlı bitkiler oluşmuştur.

Çizelge 4.22. PM-217 x CM 334 melez populasyonları ve ebeveynlerinde dayanıklılığın üç dönemindeki nekroz ilerleme hızları (mm/gün)

Ebeveyn ve Populasyonlar	1.Dönem		2.Dönem		3.Dönem	
	PWB-24	M-26	PWB-24	M-26	PWB-24	M-26
PM 217	10.03±1.44	7.97±0.79	1.71±0.18	1.20±0.13	7.38±1.24	1.25±0.87
CM 334	5.57±1.23	4.11±0.89	0.18±0.09	0.14±0.06	0.84±0.54	1.97±0.88
F1	7.65±1.26	4.43±0.91	0.18±0.18	0.15±0.12	3.63±1.34	0.53±0.61
F2	10.48±2.41	7.40±2.23	1.03±1.03	0.35±0.28	5.40±3.51	1.77±1.76

Dayanıklılığın dağılım frekansı incelendiğinde, dayanıklılığın ilk döneminde, PWB-24 izolatına karşı, F2 bitkilerinin %43’ü PM 217’ye, % 29’u bu ebeveyninden daha duyarlı, %4’ü CM 334’e benzer, % 7’si CM 334’e ve F1 bitkilerine eşdeğer dayanıklılık oluştururken, %19’u PM 217’ye daha yakın dayanıklılık meydana getirmiştir. M-26 izolatına karşı ise bitkilerin %28’i PM 217 ebeveynine benzer, % 13’ü ise daha duyarlı, %17’i CM 334 kadar dayanıklı olurken, % 4’ü daha dayanıklı bulunmuştur. Bitkilerin % 38’i iki ebeveyn arasında tepki oluşturmuştur. F1 bitkileri, CM 334 ebeveyni düzeyinde dayanıklılık meydana getirmiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. PM 217 x CM 334 melezlemesi F2 popülasyonunda, iki izolata karşı, farklı dayanıklılık gruplarına giren bitki frekansları (Barlar içerisindeki değerler ebeveyn ve popülasyonların NİH ortalamalarını göstermektedir)



Dayanıklılığın ikinci döneminde, PWB-24 izolatına karşı F2 bitkilerinin %20'si PM 217 ebeveyni ile benzer, %12'si ise CM 334 kadar dayanıklı ve % 68'i iki ebeveyn ortalaması kadar tepki oluşturmuştur. F1 bitkileri ise CM 334 kadar dayanıklılık meydana getirmişlerdir. M-26 izolatına karşı bitkilerin küçük oranı (%3'ü) PM 217'ye benzer olurken, büyük kısmı (%85'si) CM 334 kadar dayanıklı olmuş ve %12'si ise iki ebeveyn ortalaması düzeyinde tepki oluşturmuştur. F1 bitkileri ise bu izolatta da CM 334 genotipi ile benzer dayanıklılığı oluşturmuştur. Geniş anlamlı kalıtım değeri, her iki izolatta 0.90 üzeri bulunmuştur (Çizelge 4.24).

Dayanıklılığın üçüncü evresinde, PWB-24 izolatına karşı F2 bitkilerinin %9'u PM 217 genotipine benzer, % 45'i ise bu genotipten daha duyarlı bulunmuştur. Bitkilerin, %14'ü CM 334 genotipine benzer iken %32'si iki ebeveyn ortalamasına ve F1 bitkilerine benzer şekilde dayanıklılık geliştirmiştir. M-26 izolatına karşı ise bitkilerin %3'ü PM 217'ye benzer %6'sı daha duyarlı olmasına karşılık; %64'ü CM 334 genotipi kadar dayanıklılık meydana getirmiştir. F1 bitkileri de aynı düzeyde dayanıklı bulunmuşlardır. Bitkilerin %27'si ise iki ebeveyn ortalaması kadar dayanıklılık geliştirmişlerdir. Dayanıklılığın bu evresinde H değeri, PWB-24 için 0.88, M-26 izolata için 0.81 olarak belirlenmiştir.

#### **4.2.6. PBC-178 x CM 334 Melezlemesi**

*P.capsici*'ye karşı iki farklı bölgeden gelen dayanıklı genotip PBC-178 ile CM 334 genotipleri melezlenmiş ve oluşturulan F1 ve F2 populasyonları ile ebeveynlerin, dayanıklılığın 1., 2. ve 3. gelişme döneminde, gösterdikleri ortalama nekroz ilerleme hızları iki izolat için ayrı ayrı olarak Çizelge 4.23.'de gösterilmiştir. Farklı dayanıklılık gruplarına giren bitkilerin frekansları ise Şekil 4.6'da sunulmuştur.

Çizelge 4.23.'de görüleceği gibi, dayanıklılığın üç aşamasında da izolatlara göre elde edilen sonuçlar biraz farklılık göstermekle birlikte birbirlerine benzer bir yapı göstermiştir. Gerek PWB-24, gerekse M-26 izolatlarında ebeveyn ortalamaları ile F1 ve F2 ortalamaları birbirine yakın bulunmuştur. Bununla birlikte, her iki izolatta da ebeveynlerden daha dayanıklı ve daha duyarlı bitkiler düşük oranlarda oluşmuştur.

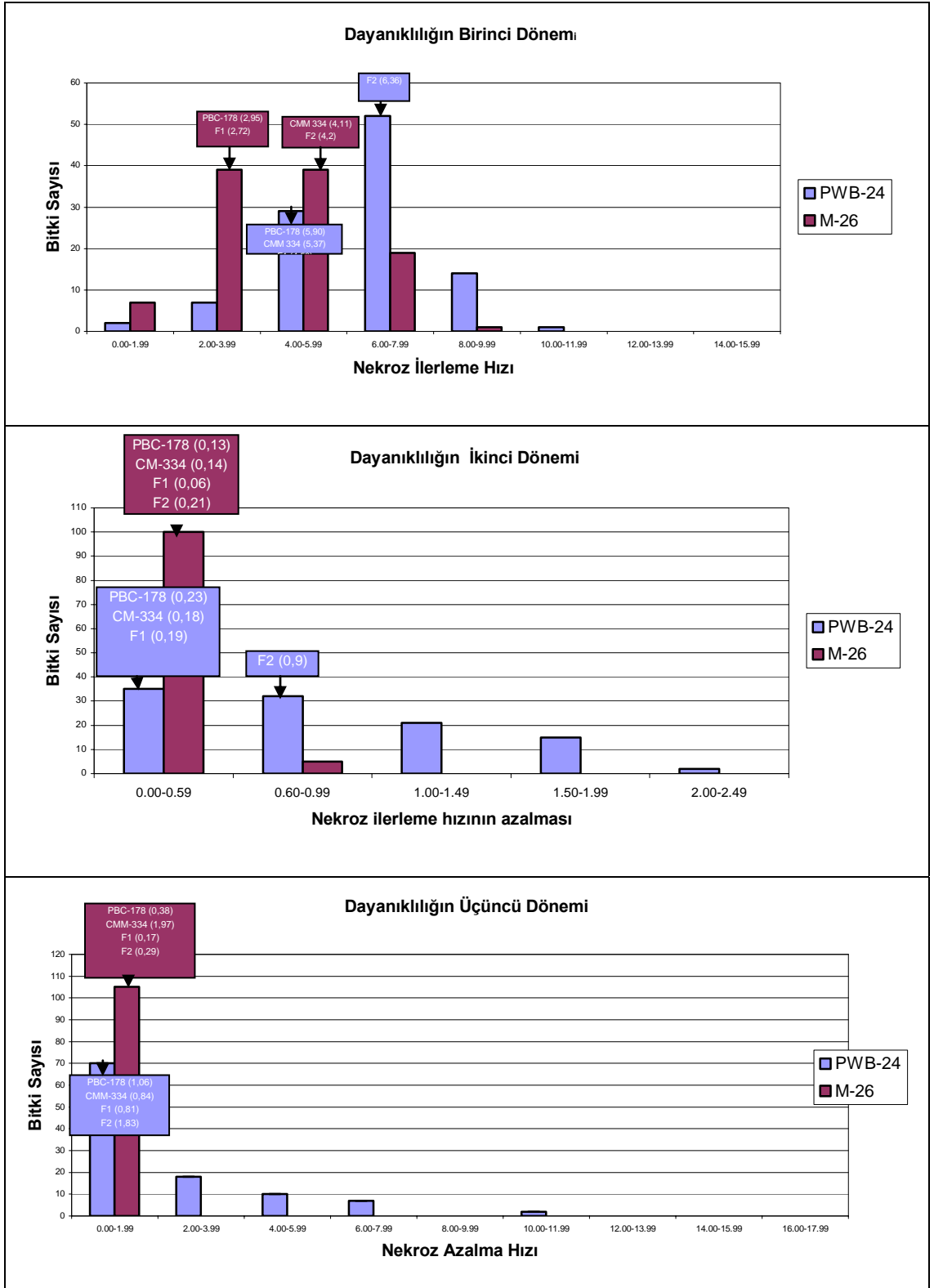
Çizelge 4.23. PBC-178 x CM 334 melez populasyonları ve ebeveynlerinde dayanıklılığın üç dönemindeki nekroz ilerleme hızları (mm/gün)

Ebeveyn ve Populasyonlar	1.Dönem		2.Dönem		3.Dönem	
	PWB-24	M-26	PWB-24	M-26	PWB-24	M-26
PBC-178	5.90±0.55	2.95±0.87	0.23±0.09	0.13±0.07	1.06±0.72	0.38±0.46
CM 334	5.57±1.23	4.11±0.89	0.18±0.09	0.14±0.06	0.84±0.54	1.97±0.88
F1	4.50±0.69	2.72±0.61	0.19±0.06	0.06±0.05	0.81±0.49	0.17±0.01
F2	6.39±1.57	4.20±1.60	0.90±0.53	0.21±0.20	1.83±2.31	0.20±0.63

Dayanıklılığın ilk döneminde, PWB-24 izolatına karşı iki ebeveyn benzer tepki oluşturmuştur. F2 bitkilerinin % 28'i ebeveynlere benzer, % 65'i ebeveynlerden daha duyarlı, % 7'i ise ebeveynlerden daha dayanıklı tepki oluşturmuştur. F1 bitkileri ebeveynlere aynı düzeyde tepki meydana getirmiştir. M-26 izolatına karşı bitkilerin %38'i CM 334'e benzer dayanıklılık oluştururken, aynı oranda (% 38) PBC-178'e benzer bitki oluşmuştur. Bitkilerin % 18'i CM 334'den daha duyarlı olurken % 6'sı PBC-178'den daha dayanıklı bulunmuştur. F1 bitkileri, PBC 178 ile benzer tepkiyi oluşturmuştur (Şekil 4.6). Bu dönemde H değeri PWB-24 için 0.66, M-26 için 0.83 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.24).

Dayanıklılığın ikinci evresi Şekil 4.6'da incelendiğinde, PWB-24 izolatına karşı ebeveynler ve F1 bitkileri benzer tepkiyi verirken, F2 bitkilerinin %35'si de aynı tepkiyi oluşturmuştur. Bitkilerin % 65'i ebeveynlerden daha duyarlı bulunmuştur. M-26 izolatına karşı ise dayanıklılığın dağılımı oluşmamıştır. Geniş anlamlı kalıtım değeri PWB-24 izolatı için 0,98, M-26 izolatı için 0,96 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.24).

Dayanıklılığın üçüncü döneminde, her iki izolata karşı ebeveynler ve F1 bitkileri benzer tepki oluşturmuştur. PWB-24 izolatına karşı F2 bitkilerinin %69'u ebeveynlerle aynı düzeyde, % 31'i ebeveynlerden daha duyarlı olmuştur. M-26 izolatına karşı bu dönemde de dayanıklılığın dağılımı oluşmamıştır. Genetik varyasyon etkisi olan H değeri ise PWB-24 için 0.90, M-26 için 0.72 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.24).



Şekil 4.6. PBC-178 x CM 334 melezlemesi F2 popülasyonunda, iki izolata karşı, farklı dayanıklılık gruplarına giren bitki frekansları (Barlar içerisindeki değerler ebeveyn ve popülasyonların NİH ortalamalarını göstermektedir)

Çizelge 4.24 Dayanıklı x dayanıklı melez kombinasyonlarında dayanıklılık parametrelerinde belirlenen, genotipik ( $G_v (H^2)$ ) ve çevresel ( $E_v$ ) varyanslar

İzolatlar	Dayanıklılık Parametreleri	Varyanslar	KM2-11 x PM-217 (F2)	KM2-11 x CM 334 (F2)	KM2-11 x PBC-178 (F2)	PBC-178 x PM-217 (F2)	PM-217 x CM 334 (F2)	PBC-178 x CM 334 (F2)
PWB-24	1. dönem.	$G_v (H^2)$	0,64	0,83	0,76	0,61	0,72	0,66
		$E_v$	0,36	0,17	0,24	0,39	0,28	0,34
	2. dönem	$G_v (H^2)$	0,83	0,79	0,88	0,88	0,90	0,98
		$E_v$	0,17	0,21	0,12	0,12	0,10	0,02
	3. dönem	$G_v (H^2)$	0,69	0,54	0,87	0,88	0,89	0,90
		$E_v$	0,31	0,46	0,13	0,12	0,11	0,10
M-26	1. dönem.	$G_v (H^2)$	0,73	0,67	0,79	0,70	0,86	0,83
		$E_v$	0,27	0,33	0,21	0,30	0,14	0,17
	2. dönem	$G_v (H^2)$	0,95	0,88	0,89	0,96	0,92	0,96
		$E_v$	0,05	0,12	0,11	0,04	0,08	0,04
	3. dönem	$G_v (H^2)$	0,53	0,58	0,50	0,70	0,81	0,72
		$E_v$	0,47	0,42	0,50	0,30	0,19	0,28

**4.3. KM2-11 Genotipindeki Dayanıklılığın Kalıtımı**

Çalışmanın bu bölümünde, Kahramanmaraş biber populasyonundan selekte edilen KM2-11 genotipinin gösterdiği dayanıklılık özelliğinin kalıtımı araştırılmıştır.

Bu amaçla, duyarlı genotip KMAE-12 ile KM2-11 genotipi melezlenmiştir. KMAE-12 genotipi, yine Kahramanmaraş biber populasyonundan seçilmiş ve 4 kez kendileme yapılmış olan bir hattır. Meyve fenotipik özellikleri, renk ve meyve eti yönünden pul biber yapımı için oldukça uygun bulunmuştur.

Çalışmada, *P.capsici*'nin agresivite düzeyleri farklı üç izolatu (Top-1, M-26 ve M-56) kullanılmıştır.

Dayanıklılık kalıtımı için KMAE-12 x KM2-11 melezlenerek F1, F2 ve BC1 populasyonları oluşturulmuştur.

Dayanıklılık testlerinde, her izolat için ebeveynlerden 10 bitki, F1'den 10, BC<sub>KM2-11</sub>'den 25 ve F2 generasyonundan 50 bitki kullanılmıştır. Testler, bitkilerin 5-6 yapraklı döneminde, kesilmiş gövde ucu inokulasyon yöntemi ile klima odasında 27±2°C'de yapılmıştır.

Dayanıklılığın kalıtımında, Lefebvre ve ark. (1996)'na göre dayanıklılığın üç ayrı dönemi ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Dayanıklılığın dönemleri; 1.dönem, inokulasyondan sonraki ilk 3 gündeki NİH (mm/gün); 2. dönem, 3. ve 10. günleri arasındaki NİH'nin azalması (mm/gün<sup>2</sup>); 3.dönem, 14. ve 21. günleri arasındaki NİH (mm/gün) olarak ayrılmıştır. Hastalık dönemlerini belirlemek için patojenlerin bitki gövdesinde oluşturduğu nekroz uzunluğu, inokulasyondan sonraki 3., 7., 10., 14., 17. ve 21. günlerde ölçülmüştür.

Top-1, M-26 ve M-56 izolatlarının KM2-11 ve KMAE-12 ebeveynlerinde, oluşturduğu nekroz uzunluğu ve nekroz ilerleme hızları Şekil 4.7'de verilmiştir.

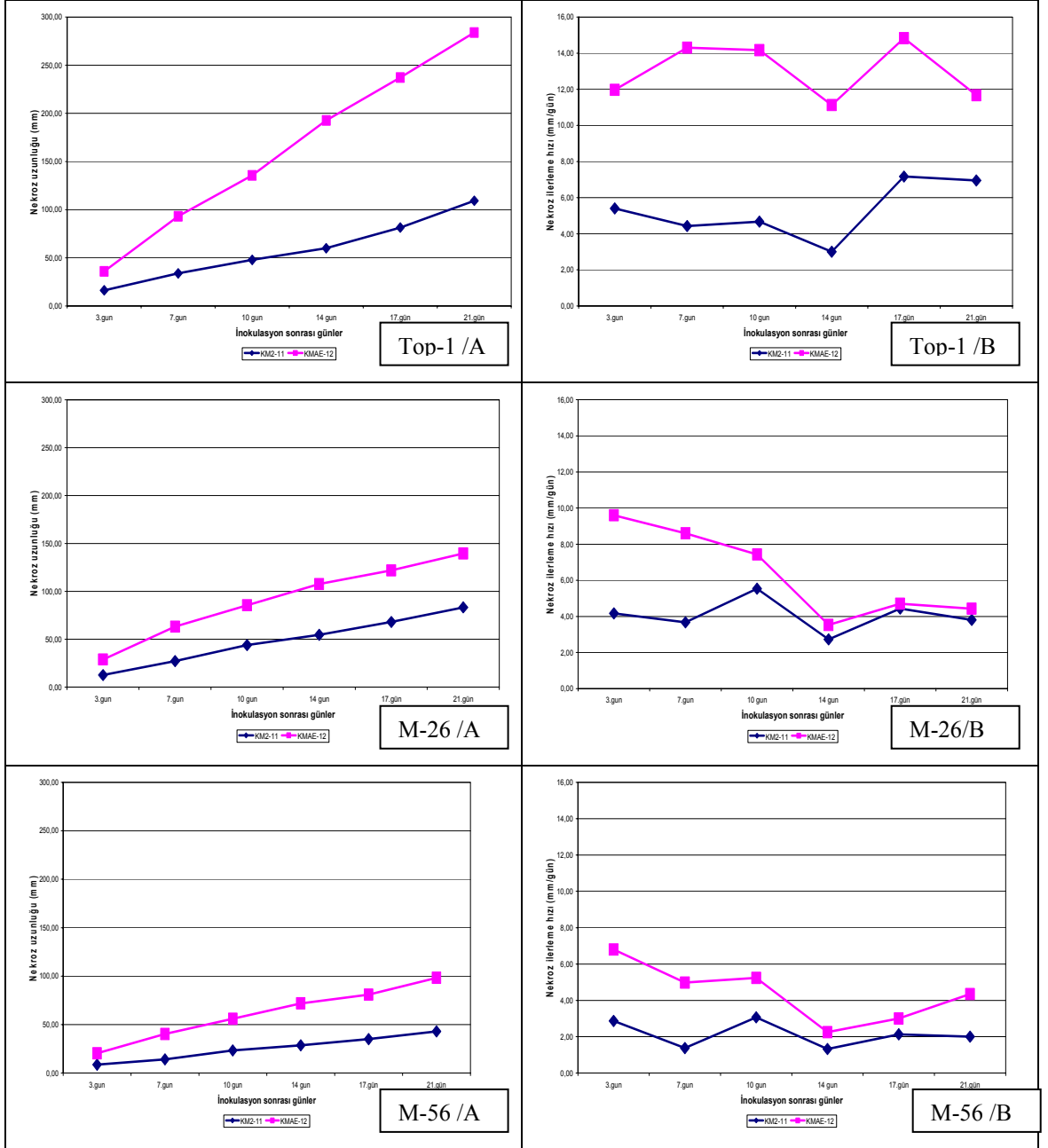
Top-1 izolatu ile inokule edilen KM2-11 genotipinde inokulasyondan 21 gün sonra nekroz uzunluğu 100 mm'yi geçmiştir. Buna karşılık, duyarlı ebeveyn KMAE-12'de nekroz uzunluğu aynı dönemde 250 mm'nin üzerinde gerçekleşmiştir.

Top-1 izolatının, nekroz ilerleme hızı incelendiğinde, KM2-11 genotipinde 10.güne kadar NİH 4 mm/gün'nin üzerinde gelişmiştir. 10. gün ile 14.gün arasında NİH 4 mm/gün'nin altına inmiştir. Ancak 14. günden sonrası, NİH 7 mm/gün'ye

kadar yükselmiştir. KMAE-12 genotipinde, 21 gün boyunca, NİH 10 mm/gün üzerinde gelişmiştir. Bu genotipte, ilk üç günde NİH 10 mm/gün, 7. güne kadar NİH artmış ve yaklaşık 14 mm/gün olmuştur. 7. günden sonra NİH azalmaya başlamış ve 14. gün yaklaşık 11 mm/gün olmuştur. 17. güne kadar NİH artmaya başlamış ve 15 mm'nin üzerine çıkmıştır. 17. günde KMAE-12'de NİH azalmaya başlamış ve 21.günde, NİH 14.gündeki seviyesine inmiştir (Şekil 4.7).

Ebeveynlerin M-26 izolatına karşı tepkileri, Şekil 4.7'de incelendiğinde, KM2-11 genotipinde nekroz uzunluğu 21.günde 80 mm buna karşılık KMAE-12'de 14 mm olmuştur. Ebeveynlerde NİH irdelendiğinde, KM2-11 genotipinde 21.günde 4 mm/gün olduğu, KMAE-12'de 3. günden sonra NİH'nda azalma görüldüğü ve 14.günden sonra KM2-11 genotipine yakın NİH oluşturduğu dikkati çekmiştir.

Zayıf izolat M-56 karşı ebeveynlerde oluşan nekroz uzunluğu diğer izolatlara göre daha az olmuştur. KM2-11'de 21. günde 40 mm, KMAE-12'de ise yaklaşık 100 mm nekroz uzunluğu gelişmiştir. Aynı izolatta, NİH KM2-11'de en fazla 3 mm/gün (10.gün), ortalama 2 mm/gün olmuştur. KMAE-12 genotipinde ilk 3 günden sonra NİH, 14.güne kadar azalma göstermiştir. Ancak 14. günden sonra, devamlı bir artış meydana gelmiş ve 21. günde 4 mm/gün'ün üzerine çıkmıştır.



Şekil 4.7. KM2-11 ve KMAE-12 genotiplerinde Top-1, M-26 ve M-56 izolatlarına karşı inokulasyondan sonraki 3, 7, 10, 14, 17 ve 21. günlerde belirlenen nekroz uzunluğu (A) ve nekroz ilerleme hızı (B) değerleri

### 4.3.1. Ebeveyn x İzolat İnteraksiyonu

Dayanıklılığın birinci döneminde KM2-11 ve KMAE-12 genotipleri ile üç izolat kendi aralarında istatistiksel düzeyde ( $p=0,05$ ) önemli bulunmuştur (Çizelge 4.25). Ancak bu dönemde genotip x izolat interaksiyonu istatistiksel anlamda ( $p=0,22$ ) önemli çıkmamıştır.

Çizelge 4.25. Dayanıklılığın birinci döneminde farklı izolatların ebeveynlerde oluşturduğu ortalama nekroz ilerleme hızları (mm/gün)

Ebeveynler	İzolatlar			Ortalama
	Top-1	M-26	M-56	
KMAE-12	19.06	11.46	6.63	12.38 a*
KM2-11	18.66	8.90	5.79	11.12 b
Ortalama	18.86 a**	10.18 b	6.21 c	11.75

\*KMAE-12 ve KM2-11 genotiplerin Top-1, M-26 ve M-56 izolatlarında oluşturduğu ortalama NİH'nin istatistiksel farklılığı ( $p=0,05$ )

\*\* Top-1, M-26 ve M-56 izolatlarının KMAE-12 ve KM2-11 genotiplerinde oluşturduğu ortalama NİH'nin istatistiksel farklılığı ( $p=0,05$ )

Çizelge 4.25 incelendiğinde, dayanıklılığın bu döneminde duyarlı ebeveyn KMAE-12 genotipinde ortalama NİH 12.38 mm/gün olmasına karşılık, dayanıklı ebeveyn KM2-11'de ortalama 11.12 mm/gün NİH meydana gelmiştir. Dayanıklılığın 1. döneminde beklendiği gibi en agresif izolat Top-1 izolatu (18.86 mm/gün), orta düzeyde M-26 (10.18 mm/gün) izolatu ve zayıf izolat olarak M-56 (6.21 mm/gün) olmuştur.

Dayanıklılığın ikinci döneminde de yine ebeveynler ve izolatlar kendi aralarında istatistiksel düzeyde ( $p=0,05$ ) önemli olmalarına karşılık genotip x izolat interaksiyonu istatistiksel ( $p=0,41$ ) olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.26) .

Duyarlı ebeveyn KMAE-12, ortalama  $1.30 \text{ mm/gün}^2$  nekroz ilerleme hızının azalması değerini oluştururken, dayanıklı ebeveyn KM2-11,  $1.10 \text{ mm/gün}^2$  değeri meydana getirmiştir. Hasatalığın bu döneminde de 1.nci dönemdeki gibi en agresif izolat Top-1 (1.95), orta agresif izolat M-26 (1.01) ve zayıf izolat M-56 (0.63) olmuştur (Çizelge 4.26).



Çizelge 4.26. Dayanıklılığın ikinci döneminde farklı izolatların ebeveynlerde oluşturduğu ortalama nekroz ilerleme hızları (mm)

Ebeveynler	İzolatlar			Ortalama
	Top-1	M-26	M-56	
KMAE-12	2,03	1,15	0,72	1,30a*
KM2-11	1,88	0,87	0,54	1,10 b
Ortalama	1,95 a**	1,01 b	0,63 c	1.20

\*KMAE-12 ve KM2-11 genotiplerin Top-1, M-26 ve M-56 izolatlarında oluşturduğu ortalama NİH'nin istatistiksel farklılığı (p=0.05)

\*\* Top-1, M-26 ve M-56 izolatlarının, KMAE-12 ve KM2-11 genotiplerinde oluşturduğu ortalama NİH'nin istatistiksel farklılığı (p=0.05)

Dayanıklılığın üçüncü döneminde, ebeveynler, izolatlar ve genotip x izolat interaksyonu istatistiksel düzeyde (p=0.05) önemli çıkmıştır (Çizelge 4.27).

Çizelge 4.27. Dayanıklılığın üçüncü döneminde NİH yönünden genotip x izolat interaksyonunun istatistiksel durumu

Ebeveynler	İzolatlar			Ortalama
	Top-1	M-26	M-56	
KMAE-12	14,35a	12,81a	8,04 b	11,73 A*
KM2-11	13,03a	4,54 c	3,77 c	7,11 B
Ortalama	13,69 A	8,67 B	5,90 C	9.42

\* Genotip ve izolat ortalamalarının istatistiksel farklılığı

Çizelge 4.27 irdelendiğinde, duyarlı ebeveyn KMAE-12 ortalama 11.73 mm/gün NİH oluşturmasına karşılık, dayanıklı ebeveyn KM2-11 7.11 mm/gün NİH meydana getirmiştir. Genel ortalama ise 9.42 olarak belirlenmiştir. Dayanıklılığın bu döneminde izolatların agresivite düzeyleri, diğer iki hastalık dönemindekine benzer bulunmuş ve en agresif izolat, Top-1 (13.69 mm/gün), orta agresif M-26 (8.67 mm/gün) ve zayıf izolat M-56 (5.90 mm/gün) olarak belirlenmiştir.

Genotip x izolat interaksyonu Çizelge 4.27'de incelendiğinde, NİH en fazla Top-1 izolatında KMAE-12 genotipinde olup bunu KM2-11 x Top-1, ve KMAE-12 x M-26 genotip x izolat interaksyonu izlemiştir. Bu üç interaksyon grubu da istatistik olarak aynı grupta yer almıştır. KMAE-12 x M-56 interaksyonu (8.04

mm/gün) diğer interaksiyon gruplarından, istatistik olarak farklı bulunmuştur. KM2-11 x M-26 ve KM2-11 x M-56 interaksiyon grupları istatistik olarak benzer bulunmuştur.

### 4.3.2. Dayanıklılığın Birinci Dönemi

#### *F2 Bitkilerinin Dayanıklılıkları*

İnokulasyondan sonraki ilk üç gündeki nekroz ilerleme hızı bakımından ebeveynler ile F1, F2 ve BC1 generasyonundaki bitkilerin üç izolata karşı gösterdiği tepkiler Çizelge 4.28’de toplu olarak ve ortalamaları verilerek sunulmuştur.

Çizelge 4.28. Dayanıklılığın birinci döneminde ebeveynler ile F1, F2 ve BC1 generasyonunda belirlenen ortalama nekroz ilerleme hızları (mm)

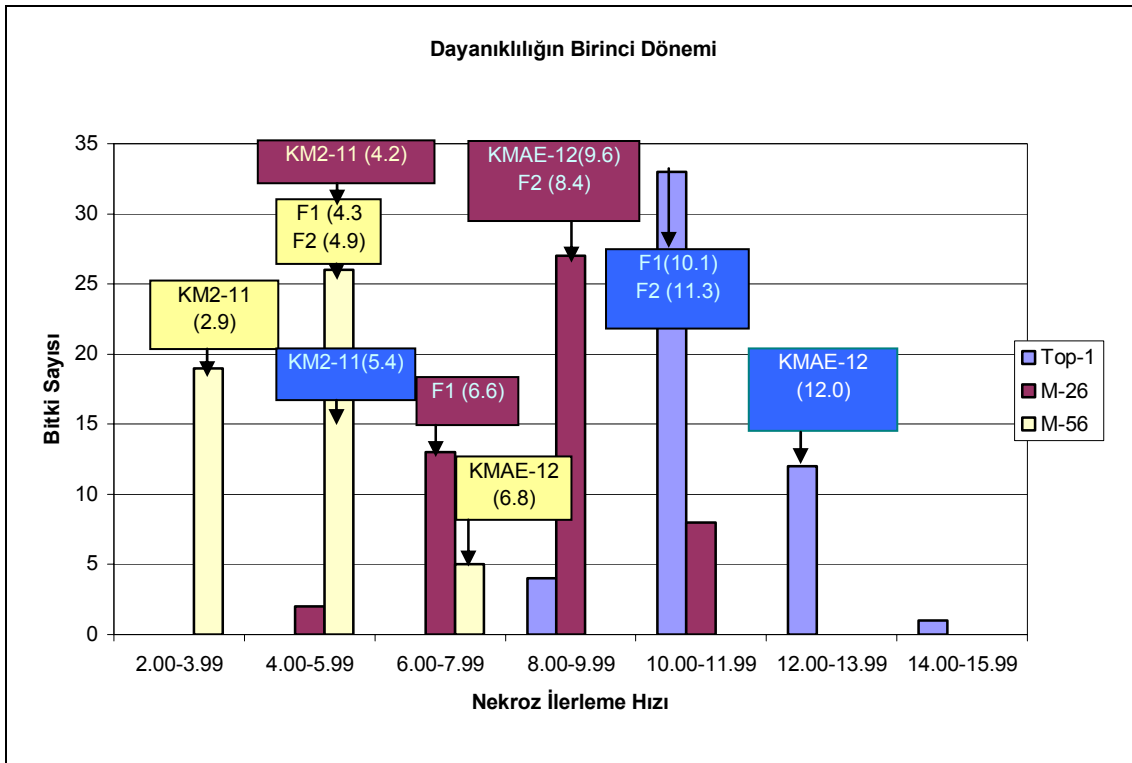
Ebeveyn ve Populasyonlar	Top-1	M-26	M-56
<b>KM2-11</b>	5,4±1.4	4,2±0.8	2,9±1.6
<b>KMAE-12</b>	12,0±0.5	9,6±1.1	6,8±1.2
<b>F1</b>	10,1±0.5	6,6±1.3	4,3±0.7
<b>F2</b>	11,3±1.3	8,4±1.3	4,9±1.0
<b>BC1 (F1 x KM2-11)</b>	9.6±1.3	7.2±1.0	3.1±0.6

Top-1 izolatına karşı KM2-11 genotipinde 5.4 mm/gün NİH oluştururken, duyarlı KMAE-12 ebeveyninde ortalama 12.0 mm/gün NİH meydana getirmiştir. F1 bitkilerinin, NİH 10.1 mm/gün olup, bu değer iki ebeveynin NİH ortalamasının arasında olmakla birlikte duyarlı ebeveyne daha yakındır. F2 ortalaması da (11.3 mm/gün) yine aynı şekilde duyarlı ebeveyne daha yakındır. BC1 bitkilerinde ise NİH (9.6 mm/gün) F1 ortalamasına göre daha az olduğu görülmüştür.

M-26 izolatına karşı dayanıklı ebeveyn KM2-11’de ortalama NİH (4.2 mm/gün), duyarlı KMAE-12’de ise (9.6 mm/gün) çıkmıştır. F1 bitkilerinde NİH’nın (6.6 mm/gün), iki ebeveynin ortalaması düzeyinde olduğu görülmüştür. F2 bitkilerinde ise ortalama NİH’ı (8.4 mm/gün) Top-1 izolatında olduğu gibi duyarlı

ebeveyn yönünde gelişme göstermiştir. BC1 bitkilerinde ise F1 ve F2 bitki ortalamaları arasında oluşmuş, beklenenin aksine KM2-11'e doğru kaymıştır.

M-56 izolatına karşı ortalama NİH değerleri, KM2-11'de (2.9 mm/gün) ve KMAE-12'de (6.8 mm/gün) yine farklı düzeylerde meydana gelmiştir. F1 ve F2 bitkilerinde, M-26 izolatında olduğu gibi iki ebeveynin ortalaması seviyesinde, ortalama NİH'ları ortaya çıkmıştır. BC1 bitkilerinde ise beklenildiği gibi ortalama NİH (3.1 mm/gün) F1 ve F2'ye göre azalmış ve dayanıklı ebeveyn yönüne doğru kaymıştır.



Şekil 4.8. KMAE-12 x KM2-11 F2 generasyonunda *P. capsici*'nin üç izolatına karşı dayanıklılığın birinci döneminde oluşan genetik açılım

F2 generasyonundaki bitkilerin, *P. capsici*'nin 3 izolatına karşı dayanıklılığın birinci döneminde gösterdiği tepkiler ve dayanıklılık gruplarına göre bitki frekansları olarak Şekil 4.8'de sunulmuştur.

Şekil 4.8. incelendiğinde görüleceği gibi, Top-1 izolatına karşı 4 bitkide (%8) NİH 8.0-9.99 mm/gün düzeyinde, 33 bitkide (%66) 10.0-11.9 mm/gün ve 12 bitkide

(%24) 12.0-13.9 mm/gün NİH'ı kaydedilmiştir. 1 bitki (%2) duyarlı ebeveyn den daha fazla NİH (14.0-15.9 mm/gün) meydana getirmiştir.

Orta düzeyde agresif olan M-26 izolatına karşı F2 generasyonunda, dayanıklı ebeveyn seviyesinde, 2 bitkide (%4) ortaya çıkmıştır. Bitkilerden 13'ü (%26) 6.0-7.9 mm/gün, 27'si (%54) (8.0-9.9 mm/gün) duyarlı ebeveyn ve F2 bitkileri ortalaması düzeyinde NİH oluşmuştur. Duyarlı ebeveyn de daha fazla NİH oluşturan 8 bitki (%16) (10.0-11.9 mm/gün) belirlenmiştir.

Yine F2 generasyonu bitkileri M-56 izolatına karşı da testlenmiş ve dayanıklılık gruplarına göre sınıflandırılmıştır. Bu değerlendirme sonucunda 19 bitki (%38) (2.0 -3.9 mm/gün) dayanıklı ebeveyn seviyesinde, 26 bitki (%42) (4.0-5.9 mm/gün) F1 bitkilerindeki ortalama NİH düzeyinde ve 5 bitki (%10) (6.0-7.9 mm/gün) duyarlı ebeveyn düzeyinde dayanıklı bulunmuştur.

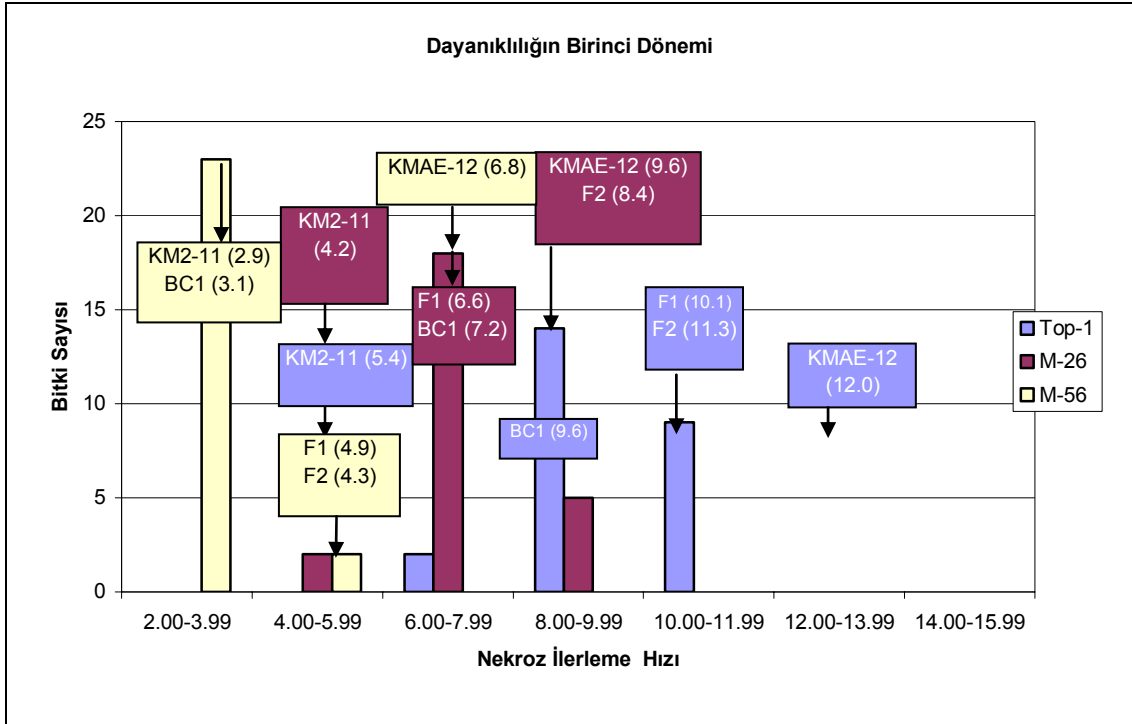
#### ***BC1 (F1 x KM2-11) Bitkilerinin Dayanıklılıkları***

*P. capsici*'nin üç izolatına karşı F2 generasyonun yanında BC<sub>KM2-11</sub> bitkilerinin tepkileri de incelenmiştir. Elde edilen açılımlar Şekil 4.9'da sunulmuştur.

Top-1 izolatına karşı bitkilerin büyük bölümü (14 bitki,%56) orta düzeyde bir dayanıklılık göstermiş (8.00-9.99), ikinci büyük grup (9 bitki, %36) ise F1 ve F2 düzeyinde görünmüştür. Geri kalan %8'i (2 bitki) ise KM2-11'e yakın düzeyde yüksek bir dayanıklılık göstermiştir. KMAE-12'ye yaklaşan yüksek bitki görünmemiştir.

M-26 izolatına karşı BC<sub>KM2-11</sub> generasyonundaki 2 bitki (%8) dayanıklı ebeveyn seviyesinde NİH oluştururken, 18 bitki (%73) F1 ve BC<sub>KM2-11</sub> düzeyinde ve 5 bitki (%20) ise duyarlı ebeveyn kadar NİH meydana gelmiştir.

Zayıf izolat M-56'ya karşı BC<sub>KM2-11</sub> generasyonunda, bitkilerin büyük bir kısmı (23 bitki, %92) dayanıklı ebeveyn KM2-11 kadar dayanıklılık özelliği göstermiştir. Bitkilerin küçük bir bölümü (2 bitki, %8) F1 ve F2 bitki ortalaması kadar NİH oluşturmuştur.



Şekil 4.9. KMAE-12 x KM2-11 BC<sub>KM2-11</sub> generasyonunda *P. capsici*'nin üç izolatına karşı dayanıklılığın birinci döneminde oluşan genetik açılım

### 4.3.3. Dayanıklılığın İkinci Dönemi

#### *F2 Bitkilerinin Dayanıklıkları*

İnokulasyondan sonraki üçüncü gün ile onuncu günler arasında geçen dayanıklılığın ikinci döneminde ebeveynler ile F1, F2 ve BC1 generasyonundaki bitkilerin nekroz ilerleme hızının azalması yönünden, üç izolata karşı gösterdiği tepkiler Çizelge 4.29'da toplu olarak ve ortalamaları verilerek sunulmuştur.

Çizelge 4.29 incelendiğinde, Top-1 izolatına karşı iki ebeveyn beklendiği gibi farklı tepkiler oluşturmuştur. F1 ve F2 bitki ortalamaları iki ebeveyn arasında yer almıştır. BC1 beklenildiği gibi dayanıklı ebeveyne yakın bulunmuştur.

M-26 izolatına karşı ebeveynler farklı NIH oluşturmuş, F1 ve F2 bitki ortalamaları dayanıklı ebeveyne yakın gelişmiştir. BC1 ortalamaları ise dayanıklı ebeveyn benzeri olmuştur.

Çizelge 4.29. Dayanıklılığın ikinci döneminde ebeveynler ile F1, F2 ve BC1 generasyonunda belirlenen ortalama nekroz ilerleme hızları (mm)

Ebeveyn ve Populasyonlar	Top-1	M-26	M-56
KM2-11	0.6±0.2	0.6±0.1	0.2±0.1
KMAE-12	2.0±0.2	1.2±0.2	0.3±0.2
F1	1.6±0.1	0.7±0.1	0.4±0.1
F2	1.7±0.4	0.7±0.2	0.3±0.2
BC1 (F1 x KM2-11)	1.3±0.3	0.6±0.2	0.3±0.1

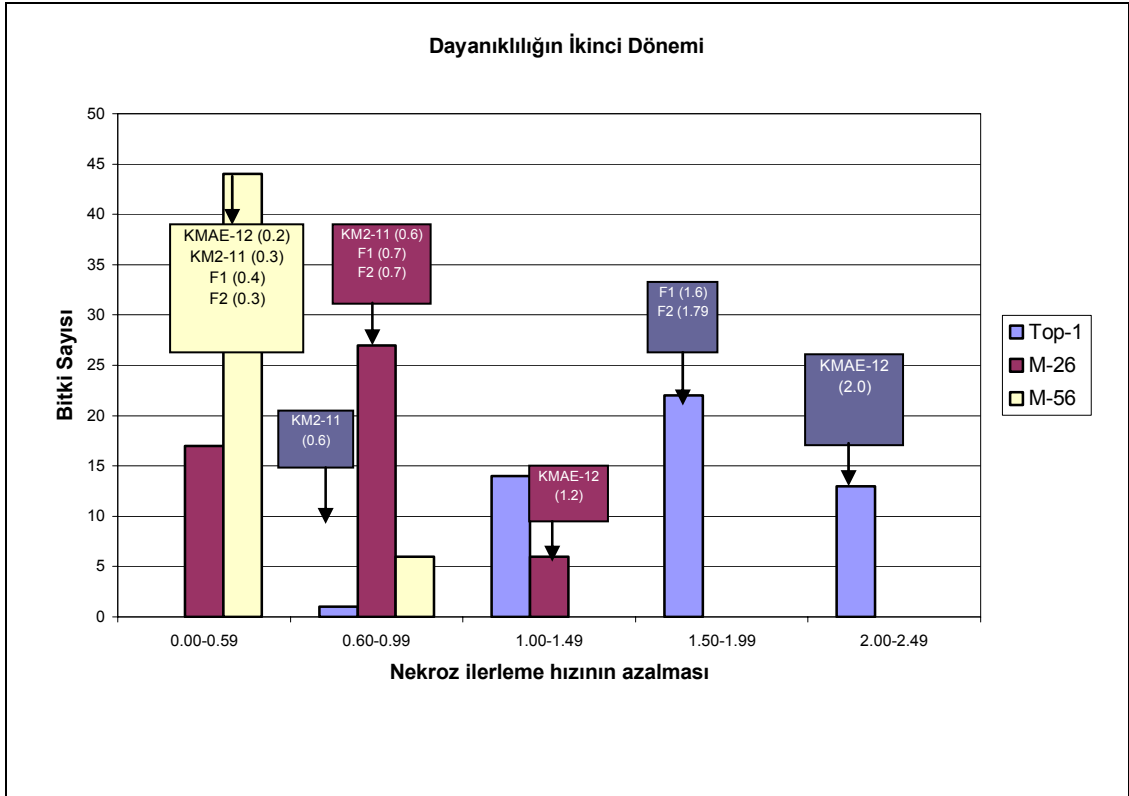
M-56 izolatına karşı ebeveynler birbirine yakın NİH geliştirmiş, F1 bitkileri duyarlı ebeveyninden daha fazla NİH oluşturmuştur.

F2 generasyonundaki bitkilerde, 3 izolatın oluşturduğu dayanıklılık uyarıtımı etkisinin, genetik açılımı için yapılan testlerde, Top-1 ve M-26 izolatlarına karşı açılımın olduğu, ancak M-56 izolatında bitkilerin hepsinin dayanıklı grupta yer aldığı ve duyarlılık gösterme biçiminde fazlaca bir açılımın olmadığı görülmüştür. Başka bir deyişle, bu zayıf izolat karşısında duyarlı ebeveyn dahil tüm bitkiler belirli bir dayanıklılık mekanizması geliştirebilmiştir (Şekil 4.10)

Şekil 4.10'da görüleceği gibi, Top-1 izolatına karşı, F2 bitkilerinin %2'si dayanıklı ebeveyn KM2-11 düzeyinde, %28'i dayanıklı ebeveynine yakın olmasına karşılık %26'sı duyarlı ebeveyn KMAE-12'si (2.0 mm/gün<sup>2</sup>) düzeyinde ve %44'ü ise F1 ve F2 bitki ortalamaları (1.6 mm/gün<sup>2</sup>) değerinde nekroz ilerleme hızı azalması göstermiştir.

M-26 izolatına karşı, F2 bitkilerin %54'ü dayanıklı ebeveyn KM2-11'e benzer (0.6 mm/gün<sup>2</sup>) olmasına karşılık %12'si duyarlı ebeveyn KMAE-12 düzeyinde (1.2 mm/ gün<sup>2</sup>) duyarlılık göstermiştir. Bitkilerin %34'ü ise dayanıklı ebeveyninden daha dayanıklı bulunmuştur. Bu dağılım biçiminde dikkati çeken nokta ise bitkilerin %34'ünün (17 bitki) dayanıklı ebeveyninden de daha yüksek bir dayanım ortaya koymasındır.

M-56 izolatu, iki ebeveynde birbirine çok yakın nekroz ilerleme (KM2-11;0.2 mm, KMAE-12; 0.3 mm) oluşturmuştur. F2 generasyonunda, bitkilerin büyük bir kısmı (%88; 44 bitki) her iki ebeveynine benzer dayanıklılık oluşturmasına karşılık %12'si ebeveynlerden daha fazla nekroz ilerleme hızı azalması gerçekleştirmiştir.



Şekil 4.10. KMAE-12 x KM2-11 F2 generasyonunda *P. capsici*'nin üç izolatına karşı dayanıklılığın ikinci döneminde oluşan genetik açılım

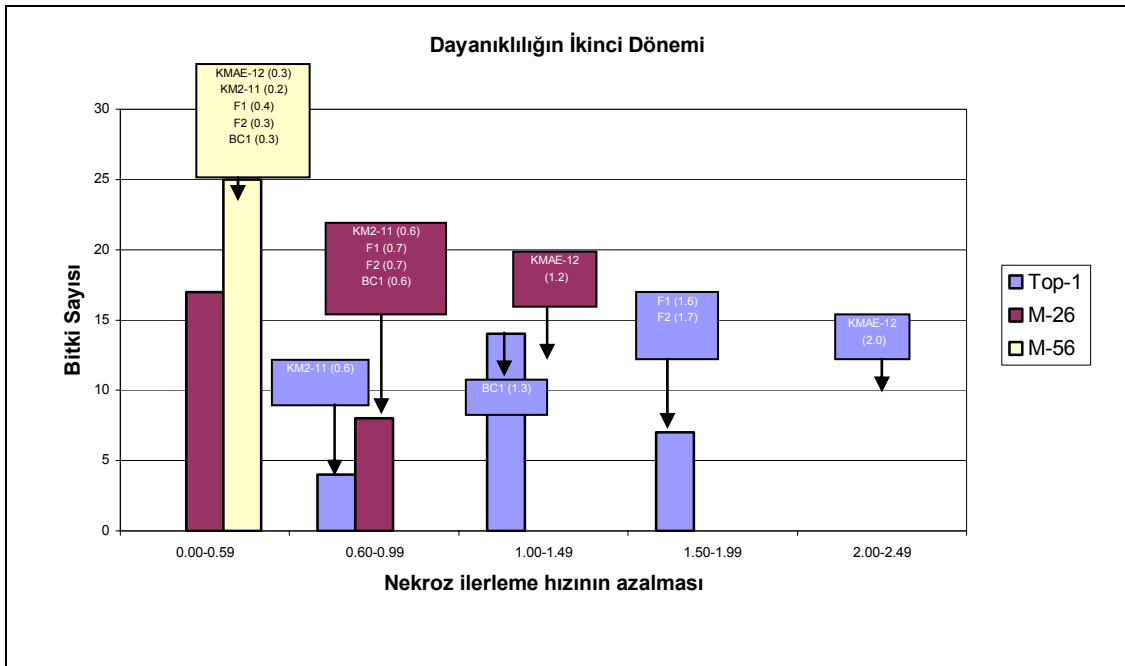
### *BC<sub>KM2-11</sub> Bitkilerinin Dayanıklıkları*

*P. capsici* izolatlarının, BC1 bitkilerinde, inokulasyondan sonraki 3. ve 10. günleri arasındaki nekroz ilerleme hızının azalması (nekroz uzunluğu/gün<sup>2</sup>) dağılımı ve bitki frekansları Şekil 4.11'de verilmiştir.

Şekil 4.11'de görüldüğü gibi, BC1 generasyonu bitkilerinin çoğunluğu üç izolatta da dayanıklı ebeveynin nekroz ilerleme hızının azalması değerine yakın değerler oluşturmuştur. BC<sub>KM2-11</sub> generasyonundaki bitkilerin, Top-1 izolatu ile bulaştırılması sonucu, 4 bitki (%16) dayanıklı ebeveyn KM2-11 düzeyinde dayanıklılık oluşturmuştur. Bitkilerin büyük bir kısmı (%56) dayanıklı ebeveyne yakın tepki oluştururken, %28'lik (7 bitki) bölümü iki ebeveynin ortasında ve F1 bitkilerine yakın, nekroz ilerleme hızının azalması seviyesinde tepki meydana getirmiştir. Duyarlı ebeveyne (KMAE-12) yaklaşan hiç bitki çıkmamıştır.

M-26 izolatına karşı BC1 bitkilerinin durumuna bakıldığında, bitkilerin dayanıklı ebeveyn ve F1'ler düzeyi ile onun üstünde bir dayanım geliştirebildikleri ortaya çıkmıştır.

M-56 izolatı ile bulaştırılan bitkilerin hepsi dayanıklı grupta yer almış; F2'den de daha yüksek bir dayanım mekanizması olduğu görülmüştür. Benzer durumla M-26 izolatında da karşılaşmıştır.



Şekil 4.11. KMAE-12 x KM2-11 BC<sub>KM2-11</sub> generasyonunda *P. capsici*'nin üç izolatlarına karşı dayanıklılığın ikinci döneminde oluşan genetik açılım

#### 4.3.4. Dayanıklılığın Üçüncü Dönemi

##### *F2 Bitkilerinin Dayanıklılıkları*

Testlerde, inokulasyondan sonraki 14.gün ile 21.günleri arasındaki NİH, dayanıklılığın üçüncü dönemi parametrelerini oluşturmuştur. Bu aşamada, ebeveynlerin, F1, F2 ve BC1 generasyon bitkilerinin 3 izolata karşı oluşturdukları ortalama NİH Çizelge 4.30' da toplu olarak verilmiştir.

Çizelge 4.30 incelendiğinde, Top-1 izolatına karşı dayanıklılığın bu dönemde dayanıklı ebeveyn KM2-11, 4.5 mm/gün NİH oluştururken, duyarlı



ebeveyn KMAE -12 12.0 mm/gün NİH meydana getirmiştir. F1 bitkileri (10.0 mm/gün), duyarlı ebeveyn KMAE-12'ye daha yakın NİH oluşturmasına karşılık yine de iki ebeveynin NİH arasında tepki meydana getirmiştir. F2 bitkilerinin ortalama NİH (8.5 mm/gün) da iki ebeveyn arasında oluşmuştur.

Çizelge 4.30. Dayanıklılığın üçüncü döneminde ebeveynler ile F1, F2 ve BC1 generasyonunda belirlenen ortalama nekroz ilerleme hızları (mm)

Ebeveyn ve Populasyonlar	Top-1	M-26	M-56
KM2-11	4.5±2.4	4.1±1.3	2.1±0.9
KMAE-12	12.0±2.9	4.5±1.3	3.8±1.1
F1	10.0±1.5	7.3±2.3	1.6±1.3
F2	8.5±2.4	4.8±3.4	2.0±1.9
BC1 (F1 x KM2-11)	9.3±2.5	3.4±2.0	2.0±0.7

M-26 izolatına karşı iki ebeveyn birbirine yakın NİH (KM2-11, 4.1; KMAE-12, 4.5mm/gün) meydana getirmiştir. Buna karşılık F1 ve F2 bitkilerinde ortalama NİH'nin duyarlı ebeveyninden daha fazla (F1, 7.3 mm/gün; F2, 4.8 mm/gün) olduğu görülmüştür. BC1 bitkileri ise dayanıklı ebeveyninden daha az NİH (3.4 mm/gün) oluşturmuştur (Çizelge 4.30).

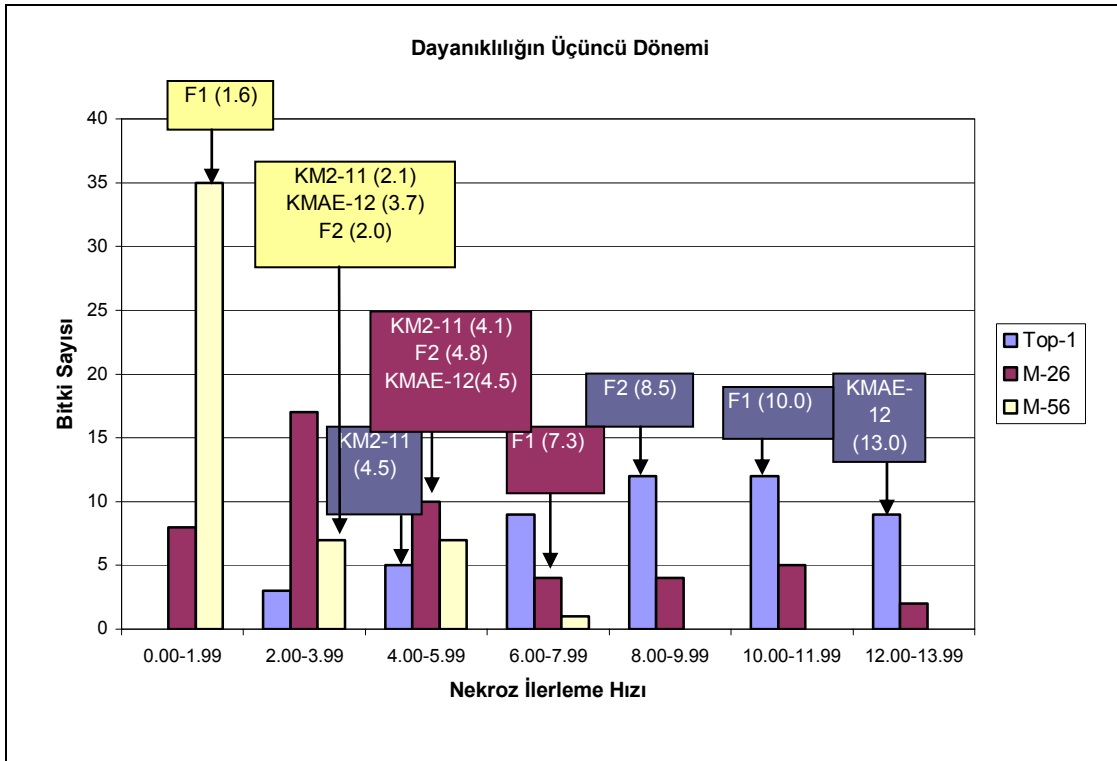
M-56 izolatında ise her iki ebeveynde farklı NİH (KM2-11, 2.1 mm/gün; KMAE-12, 3.8 mm/gün)'nin olduğu, F1 bitkilerinin ise dayanıklı ebeveyninden daha az NİH oluşturarak heterozis etkinin meydana geldiği görülmüştür (Çizelge 4.30). F2 ve BC1 bitkilerinin ortalama NİH ise dayanıklı ebeveyne çok yakın olduğu belirlenmiştir.

Dayanıklılığın bu döneminde, F2 bitkilerinin üç izolata karşı oluşturduğu NİH dağılımları Şekil 4.12'de sunulmuştur.

Şekil 4.12 incelendiğinde, Top-1 izolatına karşı bitkilerin %6'sı dayanıklı ebeveyninden daha dayanıklı, %10'u ise dayanıklı ebeveyn kadar dayanıklı, %18'i dayanıklı ebeveyne yakın dayanıklılık oluşturduğu görülmüştür. Bitkilerin %24'ü, iki ebeveynin ortalama NİH kadar tepki oluşturmasına karşılık, %24'ü duyarlı ebeveyne yakın, %18'i ise duyarlı ebeveyn kadar duyarlı olduğu görülmüştür.

M-26 izolatına karşı ise iki ebeveyn birbirinden çok farklı (KMAE-12, 4.5 mm/gün; KM2-11, 4.1 mm/gün) tepki oluşturmamasına karşılık, F2 bitkileri geniş bir yelpazeye dağılan NİH meydana getirmiştir. Bitkilerin %50'si ebeveynlerden daha az NİH oluşturmasına karşılık, %30'u ebeveynlerden daha fazla NİH geliştirmiştir. Ancak bitkilerin %20'si ebeveynler kadar dayanıklılık göstermiştir (Şekil 4.12).

M-56 izolatında ise, M-26 izolatında olduğu gibi ebeveynlerin tepkisi birbirine yakın olmuştur. F2 generasyonunda bitkilerinin %14'ü ebeveynler kadar dayanıklı olurken, %16'sı ebeveynlerden daha fazla, %70'i ise ebeveynlerden daha az ve F1 bitkileri ortlaması kadar NİH meydana getirmiştir.



Şekil 4.12. KMAE-12 x KM2-11 F2 generasyonunda *P. capsici*'nin üç izolatlarına karşı dayanıklılığın üçüncü döneminde oluşan genetik açılım

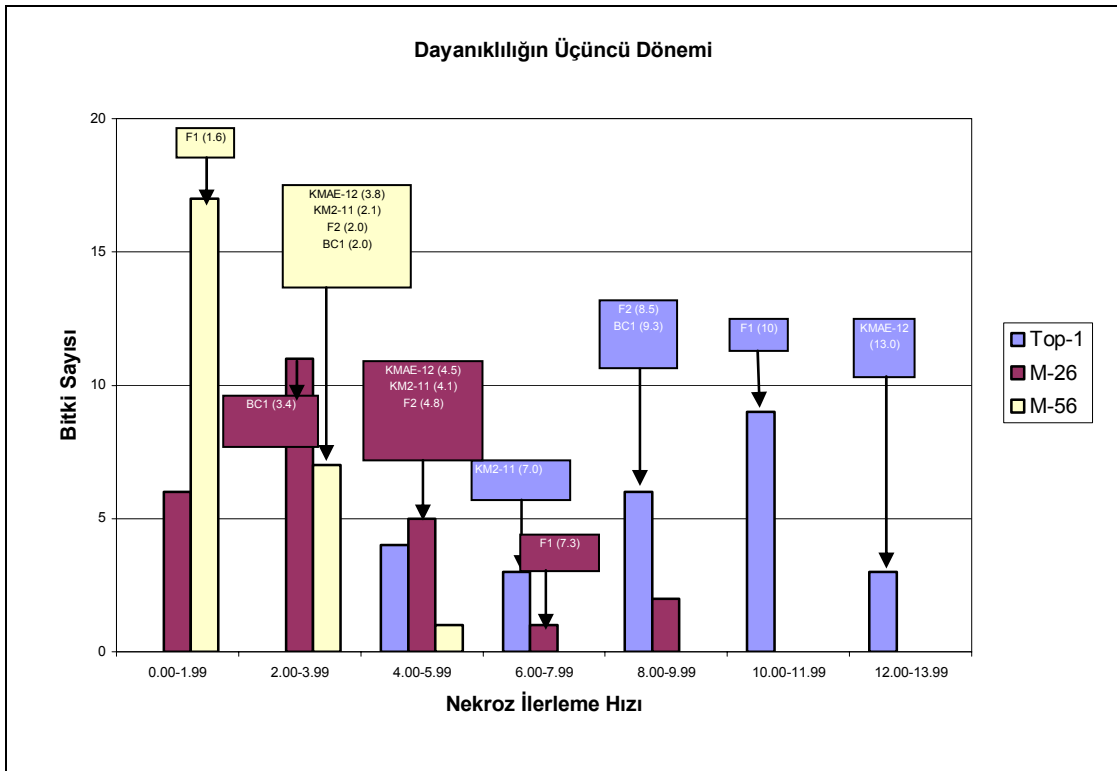
#### ***BC<sub>KM2-11</sub> Bitkilerinin Dayanıklıkları***

BC1 bitkileri, izolatlara farklı tepkiler oluşturmuş ve dayanıklılığın dağılımı M-26 ve M-56 izolatına göre Top-1 izolatında ters yönde gerçekleşmiştir (Şekil 4.13).

Top-1 izolatına karşı BC1 bitkilerinin %16'sı dayanıklı ebeveynden daha dayanıklı, %12'si dayanıklı ebeveyn kadar ve %24'ü dayanıklı ebeveyne yakın dayanıklılık oluşturmuştur. Bitkilerin %12'i duyarlı ebeveyne benzer duyarlılık oluştururken, %36'sı duyarlı ebeveyne ve F1 bitkilerine benzer düzeyde duyarlılık meydana getirmiştir.

M-26 izolatında ise ebeveynler benzer düzeyde NİH oluşturmuştur. Bitkilerin büyük bir kısmı (%68'i) ebeveynlerden daha az NİH meydana getirirken, %16'sı ebeveynlerden daha fazla NİH oluşturmuştur. Bitkilerin %20'si ise ebeveynlere benzer dayanıklılık geliştirmiştir.

M-56 izolatına karşı M-26 izolatında olduğu gibi ebeveynler birbirine yakın NİH oluşturmuştur. BC1 bitkilerinin büyük bir kısmı (%68'i) ebeveynlerden daha az NİH oluştururken, %4'ü ebeveynlerden daha fazla NİH meydana getirmiştir. Bitkilerin %28'i ebeveynler düzeyinde dayanıklılık geliştirmiştir.



Şekil 4.13. KMAE-12 x KM2-11 BC<sub>KM2-11</sub> generasyonunda *P. capsici*'nin üç izolatına karşı dayanıklılığın üçüncü döneminde oluşan genetik açılım

### 4.3.5. Genotipik ve Çevresel Varyasyonlar

Dayanıklılığın birinci döneminde genetik varyasyon F2 generasyonunda, Top-1 izolatında 0.87, buna karşılık M-26 ve M-56 izolatlarında, 0.69 ile 0.63 olmuştur. BC1 bitkilerinde ise üç izolatta da genetik varyasyon 0.80 civarında gerçekleşmiştir (Çizelge 4.31).

Dayanıklılığın ikinci döneminde F2 generasyonunda, Top-1 izolatında; 0.73, M-26'da; 0.72 ve M-56'da; 0.50 genetik varyasyon belirlenmiştir. BC1 generasyonunda ise üç izolatta da genetik varyasyon 0.50 civarında olmuştur.

Dayanıklılığın üçüncü döneminde, F2 bitkilerinde genetik varyasyon; Top-1 izolatında 0.70, M-26 izolatında 0.84 ve M-56 izolatında 0.52 olarak belirlenmiştir. BC1 bitkilerinde ise Top-1, M-26 ve M-56 izolatlarında sırasıyla; 0.60, 0.52 ve 0.77 olmuştur (Çizelge 4.31).

Çizelge 4.31. KMAE-12 x KM2-11 melezlemesinde dayanıklılık parametrelerinde belirlenen, genotipik ( $G_v (H^2)$ ) ve çevresel ( $E_v$ ) varyanslar

İzolatlar	Dayanıklılık Parametreleri	Varyanslar	F2 Generasyonu	BC1 <sub>KM2-11</sub> Generasyonu
Top-1	1. dönem.	$G_v (H^2)$	0,87	0,86
		$E_v$	0,13	0,14
	2. dönem	$G_v (H^2)$	0,73	0,57
		$E_v$	0,26	0,43
	3. dönem	$G_v (H^2)$	0,70	0,60
		$E_v$	0,30	0,40
M-26	1. dönem.	$G_v (H^2)$	0,69	0,78
		$E_v$	0,31	0,22
	2. dönem	$G_v (H^2)$	0,72	0,66
		$E_v$	0,28	0,33
	3. dönem	$G_v (H^2)$	0,84	0,52
		$E_v$	0,16	0,48
M-56	1. dönem.	$G_v (H^2)$	0,63	0,88
		$E_v$	0,37	0,12
	2. dönem	$G_v (H^2)$	0,50	0,50
		$E_v$	0,50	0,50
	3. dönem	$G_v (H^2)$	0,52	0,77
		$E_v$	0,48	0,23

**4.4. SSR ve SRAP Moleküler Markır Bulguları**

Araştırmanın bu bölümünde, *P. capsici*'ye dayanıklı olan farklı biber genotiplerinin genetik yakınlıkları moleküler yöntemlerle araştırılmıştır. Anılan hastalığa karşı dayanıklı oldukları belirtilen kökeni aynı olan genotipler farklı yerlerde farklı isimlerle anılabilmektedir. Örneğin ilk kez ABD'de Kimble ve Grogan (1960) tarafından bulunan dayanıklı genotip PI 201 234 numara ile kodlanan; daha sonra bundan seçilen hatlar Smith ve ark. (1967) tarafından 493.1, 493.2 ve 493.4.1 şeklinde numarandırılmış; Pochard ve Chambonnet (1971) Fransa'da 493.1'i PM 217 olarak adlandırmış; bundan hareketle de Phyto 636'yı geliştirmişlerdir (Pochard, 1972). Buna benzer şekilde Meksika'da dayanıklı bulunan Criollo de Morelos genotipi de bazı yayınlarda CM 334 olarak geçmekte, başka bazı yerlerde ve yayınlarda ise PM 702 olarak adlandırılmaktadır. Başka bazı yerlerde de bunun gibi karışımlar olması muhtemeldir.

Bu görüş doğrultusunda gerçekleştirilen bizim çalışmamızda, ilk denemelerde 35 genotip içinden seçilen 16 biber materyalinin filogenetik ilişkisi ve genetik yakınlıkları iki markır sistemi ile araştırılmıştır. Bu genotiplerden 12'si hastalığa dayanıklı dördü ise duyarlı bulunmuştur.

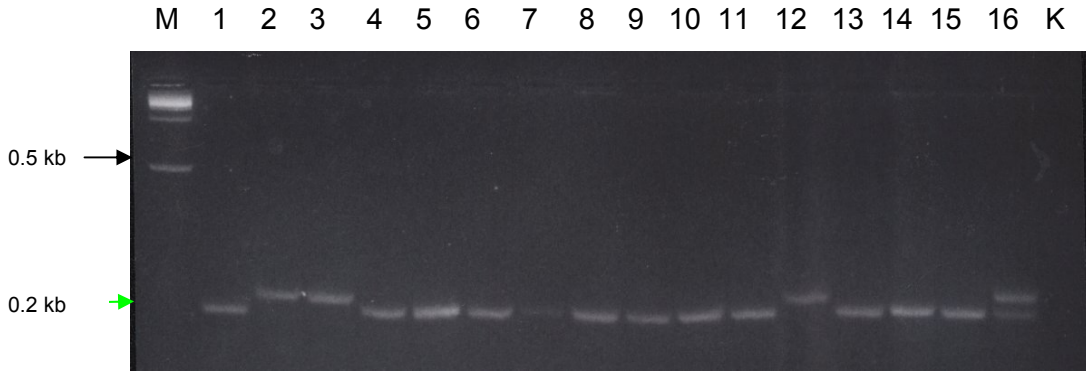
**4.4.1. SSR Markır Bulguları**

DNA analizi yapılan 16 biber genotipinde, 27 SSR primer çifti kullanılmıştır. Analiz sonucunda, polimorfik 12 SSR primerinden (Hmps 1-5, Hmps 1-117, Hmps 1-148, Hmps-1-155, Hmps 1-172, Hmps 1-173, Hmps 1-281, Hmps 2-13, Hmps 2-24, Hmps 2-45, AA-689, AA-692,) toplam 36 markır belirlenmiştir. Primer çiftinin 15'inde ise yalnızca monomorfik DNA bantı elde edilmiştir.

Hmps 2-24 SSR primeri kullanılarak yapılan PCR sonucunda elde edilen DNA örnekleri % 5'lik agaroz jelde ayrıştırılmıştır. Jel, ethidium bromide ile boyanarak UV ışığında transliminatörde poloroit film ile görüntülenmiştir (Şekil 4.14).

Hmps 2-24 SSR primeri 4 biber genotipinde (PBC-413, COO-276, Early Jalopeno ve CMM-334) polimorfik bantlar oluşturmuştur (Şekil 4.14). CMM-334

biber genotipinin bulunduğu 16 nolu DNA örneğinde, diğer genotiplerden farklı olarak iki bant oluşmuştur. Negatif kontrolde (DNA yerine distile su kullanılmıştır) herhangi bir DNA bant oluşumu görülmemiştir.



Şekil 4.14. SSR primeri (Hpms 2-24) ile PCR yapılan DNA örneklerinin % 5'lik agaroz jeldeki DNA bant görüntüsü  
(Bant Büyüklüğü Yaklaşık 200 bp; 1, Sera Demre; 2, PBC-413; 3, COO-276; 4, KMAE-12; 5, KM211; 6, PBC-179; 7, PBC-178; 8, PBC-1364; 9, PBC-1365; 10, LS-279; 11, Cherry Biber; 12, Early Jalopeno; 13, Perennial; 14, PM-217; 15, PM-702; 16, CM-334; K, Negatif kontrol)

Çalışmanın son aşamasında ancak temin edilen Amresco'nun HRA (High Resolution Agaroz) kullanılarak, Hpms 2-24 (polimorfik), Hpms 1-43 (monomorfik) primerleri ile 16 biber genotip DNA'sı kullanılarak PCR yapılmıştır. PCR ürünleri % 3'lük jelde ayrıştırılmıştır. Çalışılan iki primerde de sonuçların % 5'lik agaroz jel ile aynı olduğu görülmüştür.

Çalışmada test edilen 16 biber genotipinde polimorfizm oluşturan SSR markırlar ve genotipler Çizelge 4.32'de verilmiştir. Çizelge 4.32 incelendiğinde COO-276 genotipinin (*C. frutescens*) 10 SSR markırda polimorfik olduğu görülmüştür. CM-334 genotipi ise 4 SSR markırda polimorfizm vermiştir. Tayvan'dan temin edilen PBC grubu 5 SSR markırda polimorfik bulunmuştur. Kahramanmaraş bölgesinden seçilen KMAE-12 genotipi 2 SSR markırda polimorfizm oluşturmuştur. Sera Demre genotipi Hpms 1-281 SSR markırında polimorfik olarak belirlenmiştir. ABD'den temin edilen ticari Early Jalopeno genotipi, Hpms 1-172, Hpms 2-13 SSR markırda polimorfizm oluşturmuştur. Cherry

biber, Hmps 1-148 markırda, Perennial ve LS-279 Hmps 1-155 markırda, PM-702 Hmps 1-173 markırda polimorfizm oluşturmuştur.

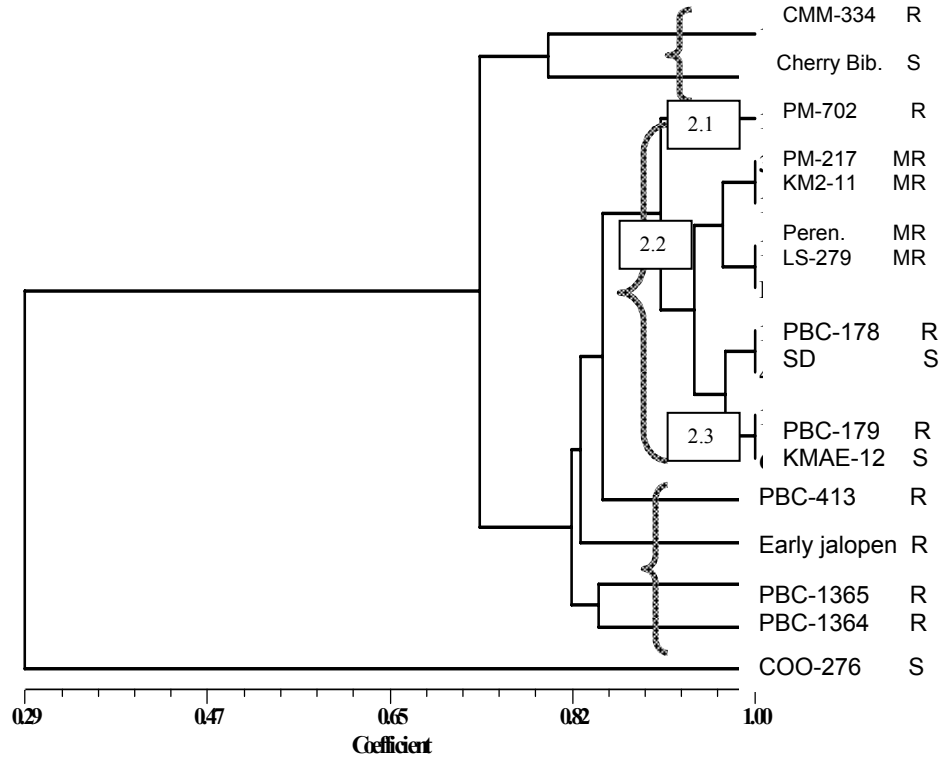
SSR markır lokusları incelendiğinde, 1 nolu lokustaki 4 markırda, 3 nolu lokustaki 3 markırda, 5, 6 ve 11 nolu lokuslarda birer markırda, 9 nolu lokusta iki markırda polimorfizm oluşmuştur (Çizelge 4.32).

Seçilen 27 SSR markırının 7'si 1 nolu lokusun farklı kısımlarında bulunmaktadır. Bu markırların 4'ü çalışılan biber genotipinin bir kısmında polimorfizm göstermiştir. 3 nolu lokustan seçilen 4 markırın 3'ü, 9 nolu lokusta seçilen 3 markırın 2'si polimorfik markır olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.32. Seçilen Biber Genotiplerinde Polimorfik Olan SSR Markırları ve Lokusları

<b>Polimorfizm Oluşan Genotipler</b>	<b>Polimorfik Olarak Belirlenen SSR Markırları</b>	<b>SSR Markır Lokusu</b>
CMM-334	Hmps 1-5	6
COO-276	Hmps 1-117	9
CMM-334, Cherry biber, COO-276	Hmps 1-148	1
CMM-334, Perennial, LS-279, PBC-1365, COO-276	Hmps 1-155	1
COO-276, Early Jalopeno	Hmps 1-172	11
CMM-334, PM-702, COO-276	Hmps 1-173	3
PBC-178, PBC-179, PBC-413, KMAE-12, S.Demre	Hmps 1-281	1
COO-276, Early Jalopeno, KMAE-12, PBC-179, PBC-1364	Hmps 2-13	1
COO-276, PBC-413	Hmps 2-24	9
COO-276	Hmps 2-45	5
COO-276	AA-689	3
COO-276, PBC-1364, PBC-1365	AA-692	3

27 SSR primeri ile yapılan çalışmada, PM-217 ve KM2-11 genotipleri, Perennial ve LS-279 genotipleri, PBC-178 ve Sera Demre genotipleri ile PBC-179 ve KMAE-12 genotipleri genetik olarak birbirinden ayıramamışlardır. Genetik benzerlik oranları %100 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.15. Seçilmiş biber genotiplerinde SSR analiz sonucu elde edilen dendrogram (R; Dayanıklı, MR; Orta dayanıklı, S; Duyarlı)

Dendrogramdan da görüleceği gibi genotipler iki ana gruba ayrılmıştır. Dendrogram dağılımlarında, *C. annuum* birinci grupta yer alırken, *C. frutescens* (COO-276) ikinci ana grubu oluşturmuştur.

Birinci ana grubu oluşturan *C. annuum*'un, alt grupları, 3 alt grubunun olduğu görülmüştür. CM-334 ve Cherry biber 1. alt grubu oluşturmuştur. CM-334 genotipi *P. capsici*'ye karşı tam dayanıklılık gösterirken Cherry biber *P. capsici*'nin agresif izolatlarına duyarlı, zayıf izolatlarına az düzeyde dayanıklılık gösteren bir genotip olarak görülmüştür. Ancak her iki genotip meyve şekilleri bakımından oldukça farklı genotiplerdir. CM-334, küçük sivri meyveli ve bitki habitusu yabani formdadır. Cherry biber, meyvesi yuvarlak ve küçüktür. Bitki boyu ve boğum araları kısadır.

*C. annuum* içerisindeki 2. alt grup, 3 alt gruba ayrılmıştır. SSR ile birbirinden genetik olarak ayrılamayan genotipler bu grupta yer almaktadır. PM-702 genotipinin (2.1) iki alt gruptan ayrı olduğu görülmektedir (Şekil 4.15). Diğer bir alt



grup (2.2) kendi içinde yine ikiye ayrılmaktadır. Bunlardan birinci grupta yer alan genotiplerin (PM-217, KM2-11, Perennial ve LS-279), *P.capsici*'ye karşı orta dayanıklı genotiplerden oluştuğu ancak birbirlerinden genetik olarak ayrılamadığı görülmüştür. İkinci alt grupta ise PBC-178 (*P. capsici*'ye dayanıklı) ve Sera Demre (S) ile PBC-179 (R) ve KMAE-12 (S) genotipleri genetik olarak birbirinden farklı SSR markır oluşturamamışlardır. *C. annuum* grubunun 3. alt grubu, Jalopeno (PBC-413 ve Early Jalopeno) ve PBC-1364 ile PBC-1365 genotiplerinden oluşmuştur. PBC-1364 ve PBC-1365 genotiplerinin meyve yapıları konik şeklindedir. 3.alt grubu oluşturan 4 genotip de *P. capsici*'ye karşı dayanıklı olarak belirlenmiştir.

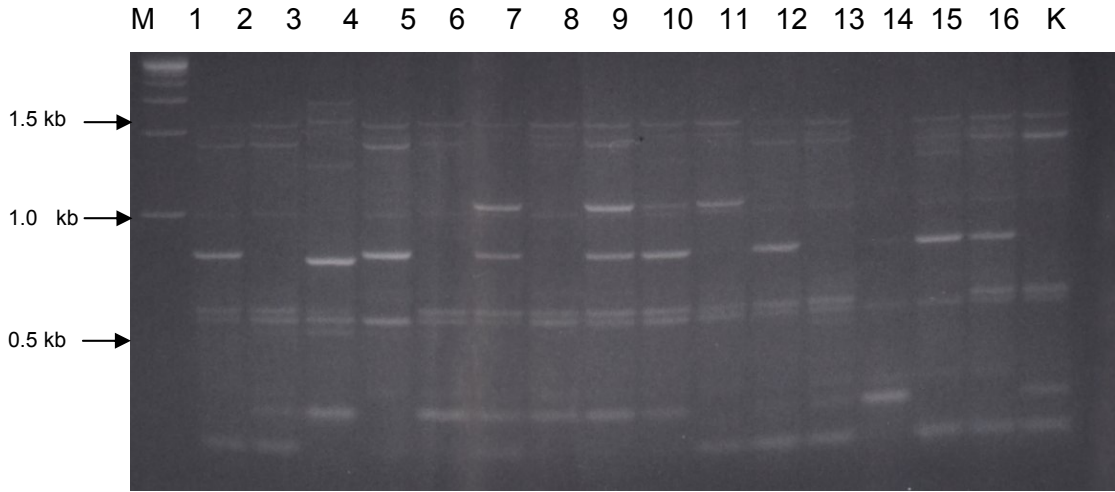
#### **4.4.2. SRAP Markır Bulguları**

Seçilen 16 biber genotipi, 9 forward primer (em grubu), ve 16 reverse primer (me) primer kombinasyonundan oluşan 144 primer ile analiz edilmiştir. 32 primer kombinasyonunda DNA amplifikasyonu gerçekleşmezken 81 primer kombinasyonunda DNA bant sayısı 1-3 arasında değişmiş ve monomorfik bant oluşmuştur. 31 primer kombinasyonunda ise polimorfik bantlar elde edilmiştir (Şekil 4.16 ve Çizelge 4.33).

Şekil 4.16'da görüldüğü gibi DNA bant büyüklüğü 250 bp ile 1600 bp arasında değişmekte olup polimorfik ve monomorfik DNA bantları oldukça belirgindir.

Kullanılan veya analize tabi tutulan 16 biber genotipinde polimorfizm oluşturan 31 SRAP primer kombinasyonunda toplam 254 DNA bandı oluşmuştur. Bu bantların 99'u (%39) monomorfik ve 155'i (%61) polimorfik bulunmuştur. Bu veriler ışığında her primer için elde edilen ortalama bant sayısı 8,18 bant/primer ve polimorfik bant sayısı 5 bant/primer olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.33).

Polimorfik olan 31 primer kombinasyonundan 8 primer kombinasyonunda (me5/em8, me3/em6, me9/em14, me4/em6, me4/em7, me3/em7, me9/em2, me1/em3) 10-15 DNA bantı oluşmuştur. İki primerin (me5/em9, me7/em5) polimorfik olmasına karşılık yalnızca 3 DNA bandı oluşmuştur. Me3/em6 primer kombinasyonunda, toplam 15 DNA bandının 13'ü polimorfik DNA bandı olmuştur.

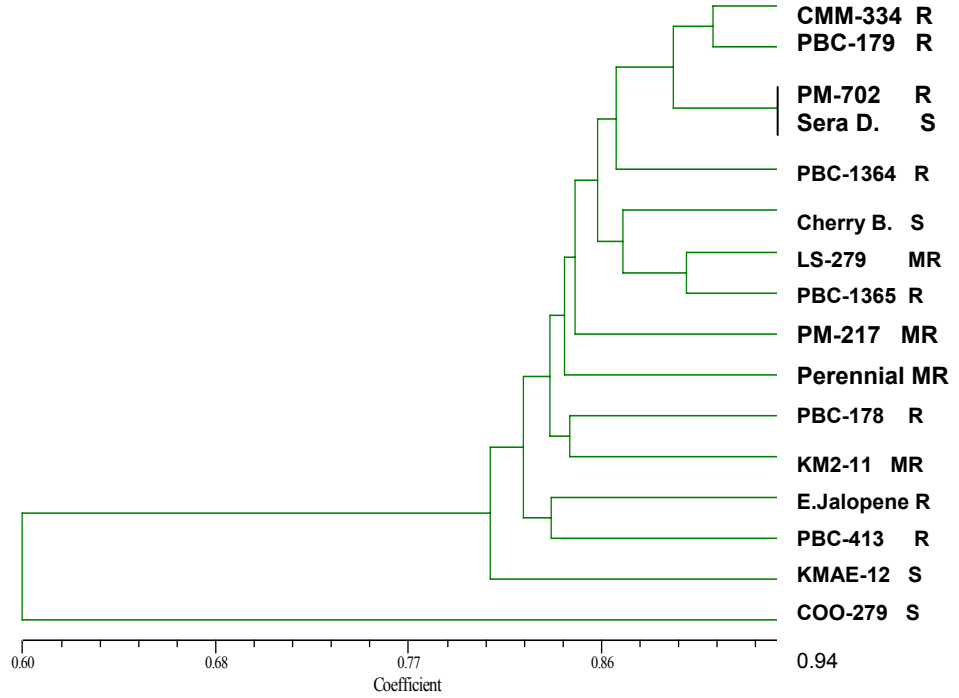


Şekil 4.16. SRAP primer (Me3/em6) kombinasyonu ile PCR yapılan biber genotipleri DNA örneklerinin %3'lik agaroz jeldeki DNA bant görüntüsü (1;Sera Demre, 2;PBC-413, 3;COO-276, 4; KMAE-12, 5; KM211, 6;PBC-179, 7;PBC-178, 8; PBC-1364, 9;PBC-1365, 10;LS-279, 11;Cherry Biber, 12; Early Jalopeno, 13;Perennial, 14; PM-217, 15; PM-702, 16; CM-334, K;Negatif kontrol)

SRAP analiz yöntemi ile 16 biber genotipi DNA örnekleri kullanılarak yapılan PCR çalışması sonucunda elde edilen allelik verileri, bilgisayar yardımı ile analiz edilerek genotipler için dendrogram oluşturulmuştur (Şekil 4.17). Dendrogramdan da görüldüğü gibi *C. annuum* ve *C. frutescens* türleri iki ayrı grupta yer almıştır. *C. annuum* türü içerisindeki genotipler SRAP analizi ile birbirlerinden ayrılmışlardır. Orijinal olarak birbirinden oldukça farklı olan (birisi Meksika, diğeri Türkiye), hastalık etmeni *P. capsici*' ye karşı gösterdikleri reaksiyon bakımından farklılıklar gösteren (PM 702 dayanıklı, Sera Demre duyarlı) iki biber genotipi PM 702 ve Sera Demre aynı grupta yer almıştır.

Çizelge 4.33. SRAP primer kombinasyonu ile yapılan PCR sonucunda elde edilen ürünlerin %3'lük agaroz jelde yürütülmesi ile belirlenen DNA bant sayılar

Primer Kombinasyonu	Monomorfik DNA Bant Sayısı	Polimorfik DNA Bant Sayısı	Toplam DNA Bant Sayısı
Me3/em7	7	7	14
Me8/em7	4	4	8
Me8/em6	4	5	9
Me9/em2	4	9	13
Me8/em5	6	3	9
Me1/em3	6	4	10
Me1/em4	1	4	5
Me4/em6	9	2	11
Me4/em7	6	5	11
Me3/em6	2	13	15
Me9/em3	3	4	7
Me9/em4	5	4	9
Me9/em8	1	6	7
Me9/em14	3	7	10
Me5/em9	3	6	9
Me5/em8	2	4	6
Me6/em3	3	4	6
Me6/em2	2	4	6
Me7/em3	1	7	8
Me7/em5	2	1	3
Me4/em3	2	4	6
Me4/em2	2	6	8
Me5/em8	4	7	11
Me5/em9	1	2	3
Me4/em15	4	5	9
Me4/em4	2	5	7
Me7/em6	5	4	9
Me4/em1	1	6	7
Me7/em7	3	7	10
Me7/em8	2	1	3
Me7/em13	2	5	7
<b>Toplam</b>	<b>99</b>	<b>155</b>	<b>254</b>
Oran	%39	%61	%100



Şekil 4.17. Seçilmiş biber genotiplerinde SRAP analiz sonucu elde edilen dendrogram (R; Dayanıklı, MR; Orta dayanıklı, S; Duyarlı)

#### 4.4.3. SSR ve SRAP Markırlarının Birlikte Değerlendirilmesi

SSR ve SRAP analiz yöntemleri ile 16 biber genotipinde yapılan PCR sonucunda elde edilen allelik verileri, bilgisayar program kullanılarak birlikte analiz edilerek genotipler arasındaki genetik uzaklık matrisi (Çizelge 4.34) ve buna dayalı olarak dendrogram da oluşturulmuştur (Şekil 4.18). Birlikte değerlendirme sonucunda genetik uzaklık matrisi değeri 1.00 ile 4,86 arasında değişmiştir. En az genetik uzaklık PBC 179 ile PBC 1364 genotipleri arasında bulunmuştur. En fazla genetik uzaklık ise COO-276 ile PM 702 genotipleri arasında belirlenmiştir. Farklı tür olan *C. frutescens* (COO 276), *C. annuum* olan diğer genotiplerle genetik uzaklık değeri yaklaşık 4.00 civarında olmuştur. Kahramanmaraş bölgesinden birbirine yakın

özellikler gösteren populasyonlardan selekte edilen KMAE-12 ile KM2-11 genotipleri arasında genetik uzaklık değeri 1.30 olarak bulunmuştur.

Her iki markır sisteminden elde edilen veriler birlikte değerlendirilerek oluşturulan dendrogram Şekil 4.18’de verilmiştir. Dendrogramlardan da örüleceği gibi *C. annuum* ve *C. frutescens* türleri iki ayrı grup oluşturmuştur. *C. annuum* türü ise kendi içinde 4 alt grup oluşturmuştur. PM 702 ile Sera Demre biber genotipleri dendrogramda aynı grup içerisinde yer almış ve genetik farklılık oldukça düşük düzeyde (0.05 düzeyinde) bulunmuştur. *C. annuum* içerisinde oluşan gruplardan, birinci grupta; CM 334, PM 702, Sera Demre ve PM 217 genotipleri yer almıştır. Bunlardan çok uzak çıkmamakla birlikte, Perennial, LS 279, PBC 1365, PBC 1364 ve PBC 179 ikinci grupta, PBC 178, KM2-11 ve Cherry biber üçüncü grupta, KMAE-12, Early Jalopeno ve PBC 413 dördüncü grupta yer almıştır.

*P. capsici*’ye karşı genotiplerin gösterdiği tepkilere göre bir sınıflandırılma oluşmamıştır. Hassas genotip olan Sera Demre dayanıklı genotiplerden olan CM 334 ve PM 702 genotipi ile aynı gruba düşmüştür. Yine benzer şekilde üçüncü grupta yer alan PBC 178 genotipi *P. capsici*’ye karşı dayanıklı olmasına karşılık KM2-11 genotipi orta dayanıklı ve Cherry biber hassas genotiplerdir. Fakat bu üç genotip aynı grupta yer almıştır. *C. annuum* içerisindeki dört gruptan yalnızca bir grup içerisinde (2.grup) dayanıklı (PBC 1365, PBC 1364 ve PBC 179) ve orta dayanıklı (Perennial, LS 279) genotipler toplanmıştır. PBC 178 genotipi Tayvan’dan temin edilen dayanıklı genotip olmasına karşılık üçüncü grupta yer almıştır.

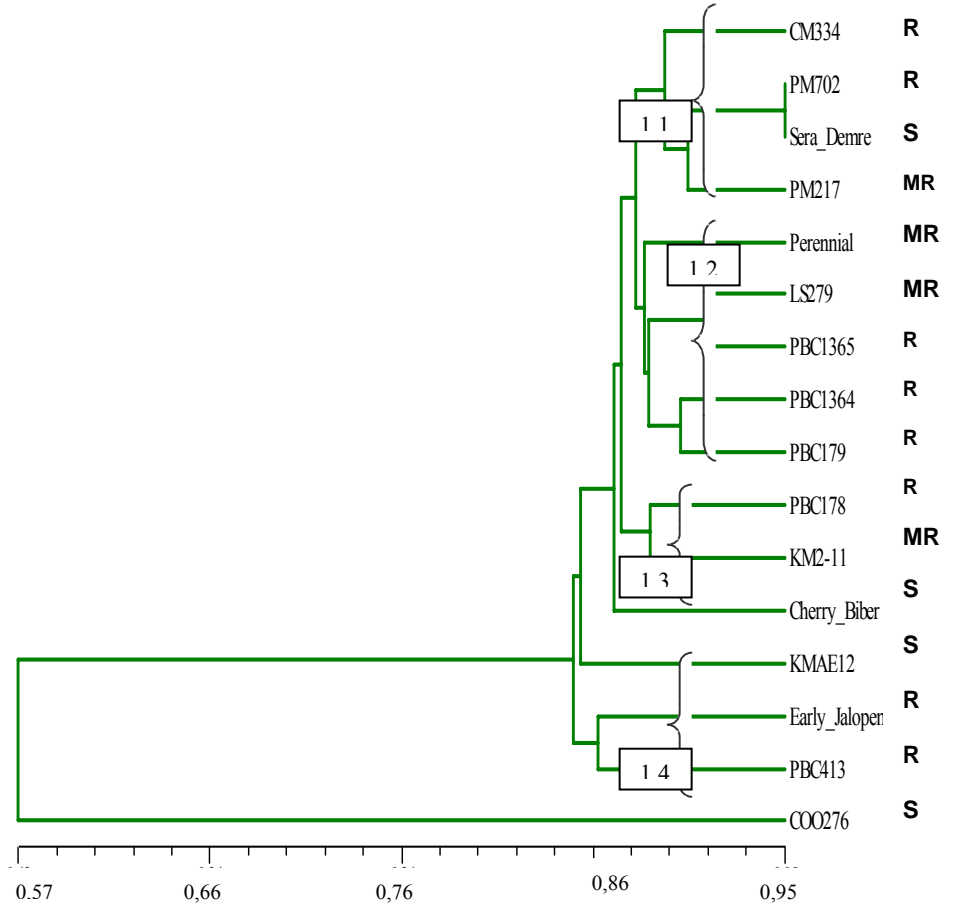
DNA analizine tabi tutulan ve *P. capsici*’ye karşı duyarlı olan Sera Demre, KMAE-12, Cherry biber ve COO-276 genotipleri ayrı gruplara düşmüştür.

Jalopeno grubuna ait olan ancak farklı kaynaklardan (PBC 413, Tayvan’dan; Early Jalopeno, ABD’den) temin edilen iki genotip iki markır sistemi ile analiz edildiğinde aynı grupta yer aldığı görülmüştür.

Kahramanmaraş biber populasyonundan selekte edilen KMAE-12 ve KM2-11 genotipleri farklı gruplarda yer aldığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.34. SSR ve SRAP markır sistemleri ile analiz edilen 16 biber genotipinin genetik uzaklık matrisi

	CM-334	PM-702	PM-217	Peren.	Early Jalop.	Cher. biber	LS-279	PBC-1365	PBC-1364	PBC-178	PBC-179	KM2-11	KMAE-12	COO-276	PBC-413	Sera Demre
<b>CM-334</b>	0,00															
<b>PM-702</b>	1,80	0,00														
<b>PM-217</b>	1,29	1,24	0,00													
<b>Perenial E. Jalopen</b>	1,44	1,25	1,16	0,00												
<b>Cherry B.</b>	1,67	1,48	1,33	1,61	0,00											
<b>LS-279</b>	1,37	1,12	1,35	1,63	1,54	0,00										
<b>LS-279</b>	1,42	1,84	1,15	1,23	1,33	1,04	0,00									
<b>PBC-1365</b>	1,58	1,08	1,24	1,14	1,43	1,32	1,82	0,00								
<b>PBC-1364</b>	1,41	1,34	1,64	1,28	1,70	1,78	1,45	1,11	0,00							
<b>PBC-178</b>	1,40	1,21	1,56	1,27	1,63	1,33	1,31	1,54	1,30	0,00						
<b>PBC-179</b>	1,03	1,03	1,19	1,09	1,57	1,27	1,01	1,10	1,00	1,05	0,00					
<b>KM2-11</b>	1,65	1,14	1,37	1,33	1,43	1,44	1,00	1,53	1,36	1,16	1,29	0,00				
<b>KMAE-12</b>	1,87	1,35	1,33	1,81	1,65	1,73	1,65	1,55	1,51	1,50	1,38	1,30	0,00			
<b>COO-276</b>	4,25	4,61	4,42	4,34	4,70	4,57	4,50	3,87	4,12	4,25	4,10	4,39	4,33	0,00		
<b>PBC-413</b>	1,65	1,45	1,55	1,79	1,41	1,57	1,41	1,65	1,87	1,60	1,41	1,32	1,68	3,99	0,00	
<b>S.Demre</b>	1,10	1,49	1,01	1,35	1,45	1,09	1,01	1,23	1,13	1,05	1,41	1,05	1,07	4,86	1,29	0,00



Şekil 4.18. Seçilmiş biber genotiplerinde SSR ve SRAP analizleri sonucu elde edilen dendrogram (R; Dayanıklı, MR;Orta dayanıklı, S; Duyarlı)

**5. TARTIŞMA VE SONUÇ**

Araştırmamızı oluşturan dört farklı çalışmadan elde edilen bulgular ışığında ulaşılan sonuçlar aşağıda ayrı ayrı değerlendirilmeye çalışılmıştır.

**5.1. Genotip x İzolat İnteraksiyonu**

Toplam 35 biber genotipi ve 9 *P. capsici* izolatu kullanılarak yapılan dayanıklılık testi denemesinden elde edilen bulgular, farklı biber genotiplerinin içinde bir bölümünün hastalığı kontrol edebilecek düzeyde dayanıklı olduğunu göstermiş; bir bölümünün dayanıklılığın zayıf izolatlarına karşı dayanıklılık sağlayabildiğini, fakat güçlü (virulent) izolatlara karşı yetersiz kaldığını, bir bölümünün duyarlı, bir bölümünün ise çok duyarlı olduğunu ortaya koymuştur. Dayanıklı genotiplerde, inokulasyonu izleyen üç farklı dönemde çeşitlerin tepkileri de farklı olmuştur. Örneğin, CM 334, PBC 178, PBC 177 PBC 179, PM 702'de inokulasyondan üç gün sonra nekroz ilerleme hızı (NİH) yavaşlamış ve inokulasyondan 7-10 gün sonra NİH durmuş veya günlük en fazla 0.29 cm olmuştur. Bu genotiplerde koltuk altlarından yeni sürgünler gelişmiş; yaklaşık altı hafta serada bekletildiği halde bitki ölümleri gözlenmemiştir. Orta dayanıklı genotiplerde (Perennial, KM2-11, LS 279, PM 217) nekroz uzunluğu inokulasyondan sonraki 14. günde yaklaşık 10 cm civarında olmuş ve nekroz ilerleme hızı günlük 0.30 ile 0.59 cm arasında gerçekleşmiştir. Bu genotipler, sera koşullarında altı hafta bekletildiğinde, çevre koşullarına (sıcaklığa) bağlı olarak nekroz uzunluğunda değişimler oluşmuştur. Bu genotiplerde de koltuk altı sürgünler oluşmasına karşılık dayanıklı genotipler kadar fazla gelişmemiştir. Hassas genotiplerde (Yalova Kandil, Balo F1), nekroz ilerleme hızı 0.60 cm üzerinde gerçekleşmiş ve nekroz uzunluğu bitki boyunun yarısından fazla olmuştur. Bu genotiplerde koltuk altı sürgün gelişimi gerçekleşmemiştir. Aşırı hassas genotiplerde (Kapyra, Serrano), inokulasyondan 10-14 günler arasında bitki ölümleri gerçekleşmiştir.

Genotiplerin dayanıklılık, orta dayanıklılık ve hassaslık seviyelerinin kesin sınırlarla birbirinden ayrılmadığı kantitatif olarak sıralanma gösterdiği belirlenmiştir.



Bu sonuç, bitkinin 5-6 yapraklı döneminde gövde inokulasyonu testi ile gerçekleştiren bir çok araştırma sonucu ile uyumluluk göstermektedir (Yang ve ark., 1989; Kim ve Hwang, 1992; Hwang ve ark., 1996; Lefebvre ve Palloix, 1996).

Dayanıklı ve hassas tüm genotiplerde ilk üç günde, patojen konukçu dokuya girmekte, kolonize olmakta ve dokuda nekroz oluşturmaktadır. Pochard ve ark. (1983), *P. capsici*'ye karşı dayanıklılık karakterlerin varlığı konusunda yapılan çalışmalarında, bitkide patojene karşı dayanıklılığının patojenle karşılaşmadan (inokulasyondan) önce bulunmadığını; dayanıklı genotiplerde dayanıklılık reaksiyonlarının, patojenle karşılaştıktan sonra ortaya çıktığını bildirmişlerdir. Dayanıklılığın, kimyasal bir mekanizmasının olduğu ve bitkinin patojenle karşılaşmadan önce immun formda bir dayanıklılığın olmadığını bildirmişlerdir (Kim ve ark., 1989). Bitkide patojene karşı önceden bir dayanıklılığın mevcut olmadığı hücrel ve biyokimyasal düzeyde yapılan değişik çalışmalarda da bildirilmiştir (Öncel ve ark., 1996).

İnokulasyondan sonraki 7. günde dayanıklı ve kısmi dayanıklı genotiplerde nekroz uzunluğunda artış olmasına karşılık nekroz ilerleme hızında yavaşlamanın olduğu görülmüştür. İnokulasyondan sonraki 10. günde ise dayanıklı ve hassas genotipler iyice birbirinden ayrılmaya başlamıştır. Bu dönemde, patojene karşı bitkide genetik dayanıklılık mevcut ise patojen tarafından aktive edildiği ve patojen gelişmesinin durdurulduğu veya yavaşlatıldığı Lefebvre ve Palloix (1996) tarafından da bildirilmiştir. İnokulasyondan sonraki 14. günde aşırı hassas olan genotiplerde ölümler görülmeye başlanmıştır. Dayanıklı genotiplerde nekroz uzunluğunda değişim olmamıştır.

*P. capsici*'ye karşı dayanıklı çeşit geliştirmek, dayanıklılığın kontrolünde önemli bir adımdır. Bir çok araştırmacı, yıllardır *P. capsici*'ye karşı dayanıklı çeşit geliştirme konusunda yaptıkları ıslah çalışmalarına rağmen, dünyada kök boğazı yanıklığına karşı dayanıklı ticari bir çeşit bildirilmemiştir (Black ve ark., 1991; Ortega ve ark., 1995). Bazı çeşit kataloglarında dayanıklı olduğu belirtilenlerde verim ve kalite bakımından yeterli değildir, ayrıca bunlar her zaman kesin bir dayanıklılık da göstermemektedir. Biber kök boğazı yanıklığına karşı ticari bir çeşit geliştirilmemiş olmasında, *P. capsici*'nin fizyolojik ırklarının bulunma olasılığının

etkin olduğu düşünölmüştür. Patojenin fizyolojik ırkları, aynı patojenin, farklı çeşitler üzerinde reaksiyonlarının farklı olması ile belirlenmektedir.

Farklı konukçu bitkilerde, değişik izolatların virulenslik derecelerinin farklı olduğunun bir çok çalışmada bildirilmesine karşılık, 1996 yılına kadar *P. capsici*'nin biber bitkilerinde fizyolojik ırklarının varlığından söz edilmemiştir. Polach ve Webster (1972), *P. capsici*'nin 14 izolatını farklı bitki türlerinde (biber, domates, patlıcan, kabak vb.) denemiş ve farklı reaksiyonlar gösterdiğini bildirmiştir. Ancak bu çalışmada farklı biber çeşitlerinde reaksiyon farklılığı incelenmemiştir.

Daha sonra farklı coğrafik orijinli *P. capsici* izolatlarının, farklı Kore biber çeşitleri ile interaksiyonları incelenmiş ve izolatlara karşı biber çeşitlerinin farklı reaksiyon gösterdiği bulunmuştur (Yang ve ark., 1989; Kim ve Hwang, 1992). Bu yöntemler *C. annuum* biber türü içerisindeki çeşitlerde, *P. capsici*'ye karşı farklı reaksiyonların oluşmasını saptamış olmalarına karşılık yine "fizyolojik ırk" deyimini kullanmamışlardır.

Fizyolojik ırk terimi ilk kez, çalışmaları bizimle aynı dönemde başlayan Oelke ve ark., (2003) tarafından ortaya atılmıştır.

Bizim çalışmadan elde edilen bulgularda da nekroz uzunluğu ve nekroz ilerleme hızı yönünden genotipler ile izolatlar arasındaki interaksiyon istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Genotip x izolat interaksiyonunun önemli olduğu, Hwang ve ark. (1996) ile Oelke ve ark., (2003) tarafından da bildirilmiştir.

Bu çalışmada, CM 334, PBC 178, PM 702, PBC 177, PBC 179, Jalopeno, Early Jalopeno ve PBC 413 genotipleri dokuz izolata karşı dayanıklı bulunmuş; CM 334 genotipi en dayanıklı genotip olarak ortaya çıkmıştır. Daha önce bu genotip üzerinde yapılan tüm çalışmalarda da CM 334'ün yüksek dayanıklılık özelliği gösterdiği bildirilmiştir (Guerrero ve Laborde, 1980; Barksdale ve ark., 1984; Reifschneider ve ark., 1986; Ortega ve ark., 1991; Oelke ve ark., 2003). Türkiye'den izole edilen *P. capsici* izolatları da CM 334 genotipinin dayanıklılığını kıramamıştır. Tayvan'dan temin edilen ve dayanıklılık kaynağı PI201234 olarak bildirilen, ıslah programı ile dayanıklılık genleri aktarılmış olan PBC 178 genotipinin dayanıklılık düzeyi, CM 334 genotipine oldukça yakın ve dayanıklılık oluşum seyrinin oldukça benzer olduğu görölmüştür. CM 334 genotipinden Fransa-INRA'da geliştirilen PM

702 genotipi yapılan bu çalışmada dokuz izolata karşı dayanıklı olarak belirlenmiştir. Yine Tayvan'dan sağlanan PBC 177 (PI201232) ve PBC 179 genotipleri de 14. gündeki NİH göz önüne alındığında dayanıklı olarak belirlenmiştir. Gil Ortega ve ark. (1992) tarafından PI201232 genotipi, *P. capsici*'ye karşı dayanıklılık kaynağından biri olarak bildirilmiştir. Ancak bizim tarafımızdan yapılan çalışmada PBC 177 genotipinin dayanıklılık özelliği (NİH'da azalma) inokulasyondan sonraki 7. günde oluşmaya başlamaktadır. Çünkü 14. günde Bey-1 izolatında 7.31 cm, PWB 24 izolatında 7.80 cm nekroz uzunluğu oluşmuştur. Oysa dayanıklı genotiplerde 14. günde nekroz uzunluğu en fazla 5.00 cm civarında olmuştur. Bu gibi durumlarda, nekroz uzunluğu dayanıklı olarak belirlenen genotiplerden daha fazla ancak 14. gündeki NİH 0.29 cm altında olduğunda dayanıklılık durumunu belirlemek için NİH esas alınmıştır.

Nekroz ilerleme hızı inokulasyondan 14 gün sonra 0.28 cm altında olan ve tüm izolatlara dayanıklı olarak belirlenen Jalepeno, Early Jalopeno ve PBC 413 genotipleri farklı kaynaklardan temin edilen Jalopeno grubu genotiplerdir. Bu üç genotip de bu çalışmada dayanıklı bulunmuştur. Oysa Oelke ve ark., (2003) tarafından kökten bulaştırma ile yapılan test çalışmalarında, PWB-24 izolatu ile Türkiye'den temin edilen DEM-1 izolatına karşı hassas olarak belirlenmiştir. Bizim tarafımızdan yapılan çalışmada da Early Jalopeno PWB-24 izolatına karşı duyarlı bulunmuştur.

Fransa-INRA'da *P. capsici*'ye karşı dayanıklılık çalışmasını uzun yıllar devam ettiren araştırmacı grubunun (Pochard ve Daubeze, 1980; Palloix ve ark., 1990; Lefebvre ve ark., 1995; Thabuis ve ark., 2003) üzerinde en fazla çalıştıkları orta düzeyde dayanıklı olduğu bildirilen Perennial genotipi de, bizim çalışmamızda, Top-1 izolatında 8.46 cm, PWB-24 izolatında 7.13 cm ve KB izolatında 6.50 cm nekroz oluşturmuştur. NİH parametresi göz önüne alındığında ise Perennial'in Top-1 izolatına karşı orta dayanıklı olduğu, PWB-24 izolatına karşı ise dayanıklı olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmada, Perennial genotipinin iki izolata karşı orta dayanıklı olduğu belirlenmiş ve bu genotip ile izolat arasında interaksiyonun önemli olduğu görülmüştür. Elde edilen bu sonuçlar INRA'daki araştırmacı grubunun sonuçları ile uyumludur.

Dayanıklılık genitörü olarak dünyada bir çok araştırmacı tarafından çalışılan PM 217 genotipi, Top-1 izolatına karşı aşırı hassas, Çakallık izolatına hassas, PWB-24, KB, M-26 izolatına orta dayanıklı, diğer izolatlar karşı ise dayanıklı bulunmuştur. Virulenslik derecesi yüksek olan Bey-1 izolatına karşı ancak 10. günden sonra dayanıklılık geliştirebilmiş ve dayanıklı olarak belirlenmiştir. PM 217 genotipi ile çalışan, Hwang ve ark. (1996) ile Oelke ve ark., (2003)'da bu genotipin izolatlar karşı farklı reaksiyonlar gösterdiğini bildirmişlerdir. Elde edilen sonuçlar bu araştırmacıların sonuçları ile örtüşmektedir.

PBC 450 (cayenne) ve PBC 526 (dolma tipi) genotipleri de izolatlar ile benzer durumlar göstermişlerdir. Bu genotipler virulenslik derecesi yüksek olan izolatlar orta dayanıklı, virulenslik derecesi az olan izolatlar dayanıklı bulunmuşlardır. Bu iki genotipin izolatların virulenslik farklılığını ortaya koymak için ileriki çalışmalarda kontrol olarak kullanılabilirliği düşünülmektedir.

COO-276 (*C. frutescens*) çalışmada *C. annuum*'dan farklı türe giren tek genotip olup izolatlar karşı duyarlı reaksiyon göstermiştir. Virulenslik derecesi en az olan M-56 izolatına karşı ise orta dayanıklı bulunmuştur. *C. frutescens* türü bu güne kadar *P. capsici* için dayanıklılık genitörü olarak bildirilmemiştir. Yapılan bu çalışmada da oldukça duyarlı olduğu belirlenmiştir.

Arda genotipi, ABD'de (New Mexico State) ticari olarak yetiştirilmesi önerilen ve dayanıklı olduğu belirtilen bir çeşittir. Bu genotip, Oelke ve ark., (2003)'nın yaptığı çalışmada iki izolata karşı dayanıklı bulunmasına karşılık, PWB-24 izolatına karşı hassas bulunmuştur. Bizim tarafımızdan yapılan çalışmada da PWB-24 izolatına ve ülkemizdeki virulenslik derecesi yüksek olan izolatlar karşı orta dayanıklı olması ile dikkat çekmiştir. Serrano grubundan olan bu genotip virulenslik derecesi yüksek olan izolatlar karşı aşırı hassas bulunmuştur. CM 334 genotipi de Serrano grubuna ait olmasına karşılık en dayanıklı genotiptir. Gil Ortega ve ark. (1992)'nin bildirdiklerine göre Serrano grubu içerisinde çok hassas hatlar da bulunmaktadır.

Kahramanmaraş biber popülasyonundan seçilen KM2-11 genotipi PWB-24 izolatına karşı orta dayanıklı olmasına karşılık, ülkemizden izole edilen diğer bazı izolatlar karşı dayanıklı bulunmuştur. Ancak inokulasyondan sonra 6 hafta serada

bekletildiğinde virulenslik derecesi yüksek izolatlarla karşı dayanıklılık kırılmış (özellikle sera sıcaklığı artınca) ve nekroz uzunluğunda artma olmuştur.

Ülkemizde ticari olarak yetiştirilen Kapya, Amazon F1, Sirena F1, Balo F1 Sera Demre, Yalova Tatlı Sivri, Kahramanmaraş'ta yetiştirilen biber popülasyonundan selekte edilen KMAE-12 ve KMAE-390 genotiplerinin, virulenslik derecesi yüksek izolatlarla karşı hassas oldukları belirlenmiştir.

Çalışmada kullanılan izolatların, biber genotiplerindeki hastalık seyri profili benzer olmuştur. İzolatların hastalık oluşturma profilleri incelendiğinde iki grubun oluştuğu görülmüştür. Virulenslik derecesi yüksek olduğu Dr. P.W.Bosland (New Mexico State) tarafından bildirilen PWB-24 izolatı ile Top-1, Bey-1, KB ve Çakallık izolatları aynı grupta bulunmuştur. Virulenslik derecesi daha az olan ikinci grupta, MK-5, M-26, M-35 ve M-56 nolu izolatlar yer almıştır. Virulenslik derecesi yüksek izolat grubuna giren üç izolatın Batı Akdeniz bölgesinden izole edildiği, daha az virulent olan izolatlar arasında bulunan üç izolatın Kahramanmaraş bölgesinden izole edildiği dikkat çekmiştir. Bu veriler ışığında, Batı Akdeniz'den izole edilen izolatların Kahramanmaraş bölgesinden izole edilen izolatlarla göre virulensliğinin daha yüksek olduğu söylenebilir. Ancak Çakır ve ark.(2001) Batı Akdeniz bölgesinden ve Kahramanmaraş bölgesinden izole edilen *P. capsici* izolatları ile yaptıkları RAPD analizinde izolatlar arası genetik benzerliğin %80 ve %95 arasında değiştiği ve bölgelere göre genetik gruplandırılmanın oluşmadığını bildirmişlerdir. Ülkemizde biber yetiştirilen değişik bölgelerden izole edilecek *P. capsici* izolatlarının genetik varyasyonunu ve virulenslik derecelerinin ortaya konulacağı yeni çalışmalar yapılabilir. Bu bağlamda, bölgelerdeki mating tiplerinin varlığının ortaya konulması önemli konulardan biri olarak düşünülmektedir.

İnokulasyonda uygulanan izolatların virulenslik dereceleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuş ve yapılan istatistik analiz sonucunda izolatların, dört gruba ayrıldığı görülmüştür. İzolatlar, çok virulent izolat (PWB-24 ve Top-1), virulent izolat (Bey-1, Çakallık ve KB), orta virulent izolat (M-26 ve M-35) ve zayıf virulent izolat (= avirulens) (MK-5 ve M-56) olarak dört grup oluşmuştur. Black ve Berket (1998)'nin yaptıkları çalışmada, Tayvan'da, infekteli dokudan izole edilen izolatların en az 2 izolatla karışık olduğunu ve izolatların virulenslik derecelerine

göre üç gruba (avirulent veya orta virulentler (patotip -1), virulentler (patotip -2), ve yüksek virulentler (patotip -3) ayrıldığını bildirmişlerdir. Her iki çalışma sonuçları paralellik göstermiştir. İzolatların bitkiden izole edildiğinde karışık olabileceği düşünülerek bizim tarafımızdan yapılan çalışmalarda da tek zoosporadan geliştirilen izolatlar kullanılmıştır. Black ve ark.(1991)'de, inokulasyonda kullanılan izolatanın tek zoosporadan geliştirilmesinin önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Hwang ve ark. (1996)'na göre, *P. capsici*'ye karşı biber genotiplerindeki spesifik dayanıklılığın, bitkilerin ilk gelişme döneminden daha çok, sonraki gelişme dönemlerinde ortaya çıktığını bildirmişlerdir. Çalışmada alınan tüm biber bitkilerinin 12 yapraklı dönemde, *P. capsici*'ye karşı dayanıklılıklarının önemli ölçüde artmış olduğu kaydedilmiştir (Kim ve ark., 1989). Bitki gelişimi ilerledikçe oluşan dayanıklılık artışı, *P. capsici*'nin gelişimini yavaşlatacak dayanıklılık genlerinin en az bir kaçını taşıyan bitkilerde daha fazla olmaktadır.

Bitki gelişiminin artması sonucu aktif hale geçen dayanıklılık genlerinin bazılarının *P. capsici* izolatlarının avirulens genlerinin aktif hale gelmesini sağladığı bildirilmiştir (Hwang ve ark., 1996).

*P. capsici*'nin fizyolojik ırklarının olduğunun belirlenmesi ıslah programı uygulamalarında önemlidir. Bu durumun bilinmesi *P. capsici*'ye karşı dayanıklılık ıslahında ıslahçının izleyeceği ıslah stratejisini belirlemede yardım edecektir. Bu konuda dünyadaki genel görüş, her bölgeye özgü farklı dayanıklı çeşitler geliştirmektir.

Yapılan bu çalışmada, genotip x izolat interaksiyonunun önemli olduğu ve ülkemizde *P. capsici*'nin fizyolojik ırklarının bulunduğu belirlenmiştir. Kahramanmaraş bölgesindeki izolatların, Batı Akdeniz bölgesindeki izolatlara göre daha az virulens olduğunun belirlenmesi sonucu, o bölgeye özgü çeşit geliştirmeyi daha kolay kılacaktır. Bununla birlikte bir bölgede *P. capsici*'nin iki mating tipinin var olup olmadığının belirlenmesi oldukça önemlidir. Eğer bir bölgede iki mating tipi var ise yeni izolatların kısa sürede oluşma olasılığı ortaya çıkacaktır. Bu durumda o bölgeye özgü geliştirilen dayanıklı çeşidin dayanıklılığının sürekliliğinin sağlanması zorlaşacaktır.

**5.2. Dayanıklı X Dayanıklı Genotip Melezleri**

Şimdiye kadar bulunan dayanıklı çeşitler *P. capsici*'ye karşı tam bir dayanım sağlayamaması, genotip x izolat interaksiyonu varlığı, ayrıca mevcut dayanım kaynaklarının genetik yapılarının kompleksliği, yeni ve daha güçlü dayanıklılık kaynaklarının bulunmasını ve/veya geliştirilmesini gerekli kılmaktadır. Bu yaklaşımdan hareketle planlanan dayanıklı x dayanıklı melezlemeleri programında dayanıklılığı yüksek ve orta dört genotipin (CM 334, PBC 178 ve KM2-11, PM 217) kısmi diallel melezlemesiyle oluşturulan altı F2 populasyonunda ebeveynlerden daha dayanıklı hatlar elde etmek amaçlanmıştır. Yapılan çalışmadan elde edilen veriler değerlendirildiğinde, bazı populasyonlarda ebeveynlerden daha dayanıklı ve duyarlı bitkilerin oluştuğu ve aynı populasyonda dayanıklılığın üç döneminde farklı reaksiyonlar veren bitkiler meydana geldiği görülmüştür.

KM2-11 x PM 217 melez populasyonunda, dayanıklılığın birinci döneminde bitkilerin iki izolata karşı gösterdikleri dayanıklılık dağılımının (Şekil 4.1) benzer olduğu dikkati çekmiş ve sonuçlar, KM2-11 ve PM-217 genotiplerinde dayanıklılığı kontrol eden birden çok gen çiftinin varlığını ve en az birkaç allelin iki ebeveynde farklı olduğunu düşündürmüştür. F2 generasyonunda ebeveynlere göre daha yüksek ve daha az NİH gösteren bireylerin olması da bunu desteklemiştir. Dayanıklılığın ikinci döneminde, elde edilen veriler ışığında, ebeveynlerde dayanıklılığın bu evresini kontrol eden genlerin kısmi dominant olduğu ve birbirlerinden farklı alleller tarafından yöneltildiği kanısına varılmıştır. F1 ve F2 ortalamalarının ebeveynlerden daha az NİH oluşturması da bunu düşündürmektedir. İki ebeveynin melezlenmesi ile dayanıklılığın ikinci döneminde daha az NİH oluşturan yeni çeşitlerin geliştirilebilir olabileceği elde edilen diğer bir önemli sonucu oluşturmuştur. Dayanıklılığın üçüncü döneminde, kısmi dominant ve aditif gen etkili bir kalıtsal yapı bulunduğu söylenebilir. Çünkü F1 ve F2 bitki ortalamaları ebeveynlerden daha az NİH oluşturmuştur. Bu ise farklı iki ebeveynde bulunan farklı genlerin F2 bitkilerinde kümülatif etki meydana getirmiş olması ile açıklanabilir. Bu sonuçlar özellikle PWB 24 izolatu ile yapılan denemelerin sonuçları ile desteklenmektedir. Aynı bitkisel materyal kullanılarak fakat M-26 izolatu ile yürütülen denemelerin sonuçları ise farklı

bir açılım modeli meydana getirmiştir. M-26 izolatu denemesinden alınan sonuçlar monogenik dominant bir kalıtım modeline daha yakındır. Bu modelden hafif sapmalar ise bu majör genin yanında bir miktar minör gen etkisinin varlığını düşündürmektedir. Burada ilginç olan bir nokta da, anılan genin KM2-11'de bulunduğu ve daha zayıf izolatta bu dayanıklılık geninin, oluşan dayanıklılığın uzun süre korunmasını sağlayabildiğidir. Ancak daha güçlü bir izolat (PWB 24 gibi) söz konusu olduğunda dayanıklılığın korunması için bu genin sağladığı direnç yeterli olmamaktadır. Sonuç olarak, KM2-11 x PM 217 melezlemesi ile, PWB-24 izolatına karşı dayanıklılığın üç döneminde de ebeveynlerden daha dayanıklı ve duyarlı bitkilerin elde edilebileceği görülmüştür. M-26 izolatına karşı ise dayanıklılığın 1. ve 2. dönemlerinde ebeveynlerden daha dayanıklı ve duyarlı bitki elde edilmesine karşılık dayanıklılığın 3. dönemi için ebeveynlerden daha dayanıklı bitki oluşmadığı ortaya çıkmıştır. Bu populasyon ile yapılan testlerde dayanıklılığın üç evresinde de PWB-24 izolatında H (broad sense heritability) değerinin 0.60, M-26'da ise 0.90 civarında olması, elde edilen dayanıklılık dağılımının büyük ölçüde genetik yapıdan kaynaklandığını göstermiştir (Çizelge 4.18).

KM2-11 x CM 334 melez kombinasyonunda ise dayanıklılığın üç döneminde de PWB-24 izolatına karşı KM2-11 genotipinin dayanıklılıkta etkili olmadığı, CM-334 genotipinin dayanıklılıkta tamamen etkili olduğu, bu genotipte bir kısmi dominant genin var olduğu düşünülmüştür. Bu düşüncüyü F1 bitkilerinin tepkileri de desteklemiştir. CM 334 genotipinde ayrıca aditif etki gösteren minor QTL'in bulunduğu fikrini, KM2-11 genotipinden daha duyarlı bitkilerin oluşması da güçlendirmiştir. M-26 izolatına karşı ise CM 334 ve KM2-11 genotiplerinin aynı allel genleri taşıdığı ancak her iki ebeveynde de bir iki minor allel farklılığının olduğu görüşü oluşmuştur. Bu görüşü, F2 bitkilerinde, CM 334'den daha fazla NİH'ı oluşturan bireylerin bulunması desteklemiştir. Bu melez kombinasyonunda, dayanıklılığın 1. döneminde PWB-24 izolatına karşı ebeveynlerden daha dayanıklı bitki oluşmazken M-26 izolatına karşı güçlü dayanıklılığı olan CM 334 genotipinden daha dayanıklı çok sayıda bitki oluşmuştur. Dayanıklılığın 2. ve 3. dönemlerinde ise iki izolata karşı ebeveynlerden daha dayanıklı ve duyarlı bitki belirlenmemiştir.



KM2-11 x PBC 178 melez kombinasyonunda, dayanıklılığın 1. döneminde agresif izolat PWB-24'e karşı kısmi dominant gen etkisinin bulunduğu düşünülmüş ve bu düşünceyi F1 bitkilerinin iki ebeveyn ortalaması kadar tepki vermesi desteklemiştir. Ayrıca her iki ebeveynde, minor gen etkisi oluşturan alleller bulunduğu fikrini, KM2-11 genotipinden daha duyarlı bitkilerin oluşması doğrulamıştır. Aynı dayanıklılık kalıtım modelinin M-26 izolatına karşı da uygun olduğu söylenebilir. Dayanıklılığın ikinci döneminde, her iki izolata karşı iki genotipte farklı allellerin bulunmadığı, PWB-24 izolatına karşı dayanıklılığın PBC-178 tarafından sağlandığı ve kısmi dominansinin var olduğu düşünülmüştür. F1 bitki ortalamasının iki ebeveyn ortalamasına yakın olması bu görüşü desteklemiştir. M-26 izolatına karşı ise bir minor QTL'nin devreye girdiği görüşünü, ebeveynlerden daha duyarlı bitkilerin oluşması sağlamıştır. Dayanıklılığın 3. dönemindeki kalıtımın, 2. dönemdeki kalıtımına benzer olduğu ve bu aşamada da her iki ebeveynin dayanıklılıkta aynı alellere sahip olduğu görüşü benimsenmiştir. Sonuç olarak, dayanıklılığın 1. döneminde iki izolata karşı ebeveynlerden daha dayanıklı bitki elde edilmemesine karşılık daha duyarlı bitkiler ortaya çıkmıştır. Dayanıklılığın 2. ve 3. dönemlerinde PWB-24 izolatına karşı ebeveynlerden daha dayanıklı ve duyarlı bitki oluşmazken M-26 izolatına karşı küçük oranlarda ebeveynlerden daha duyarlı bitkiler oluşmuştur.

PBC 178 x PM 217 melezlemesinde her iki izolata karşı dayanıklılığın üç döneminde de dayanıklı ebeveynlerden daha dayanıklı bitkiler oluşmamasına karşılık 2. ve 3. dönemlerde PWB-24 izolatına karşı ebeveynlerden daha duyarlı bitkiler belirlenmiştir. Elde edilen veriler sonucunda, dayanıklılığın üç döneminde de iki ebeveynin, iki izolat için farklı alleller taşıdığı düşünülmüştür. Dayanıklılığın 1. döneminde, PWB-24 izolatına karşı birkaç minor QTL'in etkili olduğu ve dominantlığın F1 generasyonunda azaldığı görülmüştür. M-26 izolatında ise kısmi dominantlığın bulunduğu fikri oluşmuş ve bu fikri F1 bitkilerinin iki ebeveyn ortalaması kadar tepki vermesi desteklemiştir. Dayanıklılığın 2. döneminde, F1 generasyonunda kısmi dominansinin etkili olduğu buna karşılık M-26 izolatına karşı dayanıklılıkta, PBC 178 genotipinin tam dominantlık sağladığı fikrini F1 bitkilerinin PBC 178 genotipinden kadar dayanıklılık oluşturmaları desteklemiştir. Bu dönemde

geniş anlamlı kalıtım değerlerinin yüksek olması, oluşan dayanıklılığın genetik yapıdan kaynaklandığını doğrulamıştır. Dayanıklılığın 3. döneminde her iki izolata karşı F1 generasyonunda tam dominansinin etkili olduğu düşünülmüştür. M-26 izolatında karşı dayanıklılığın bu dönemde de PBC 178 genotipinden kaynaklandığı görülmüştür.

PM 217 x CM 334 melezlemede elde edilen veriler sonucunda, dayanıklılığın 1. döneminde, her iki ebeveynin *P. capsici*'ye karşı dayanıklılıkta farklı alleller taşıdığı düşünülmüştür. Bu düşüncüyü PWB-24 izolatına karşı ebeveynlerden daha duyarlı bitkilerin oluşması, M-26 izolatına karşı ise hem daha dayanıklı hem daha duyarlı bitkilerin meydana gelmesi desteklemiştir. F1 generasyonunda, agresif izolat PWB-24'e karşı dayanıklılık kısmi dominant özellik göstermesine karşılık orta düzeyde virulent M-26 izolatında ise tam dominansinin uygun olduğu görülmüştür. Dayanıklılığın 2. döneminde, her iki izolata karşı F1 generasyonunda, dayanıklılık dominant özellik göstermiştir. Bu dönemde ebeveynlerden daha dayanıklı ve duyarlı bitkiler oluşmamıştır. Her iki izolat için dayanıklılık, tamamen CM 334 tarafından sağlanmış ve PM 217 genotipinin dayanıklılığa katkıda bulunmadığı fikri oluşmuştur. Geniş anlamlı kalıtım değeri, her iki izolatta 0.90 üzeri bulunmuştur (Çizelge 4.24). Bu sonuçta, elde edilen dayanıklılığın dağılımının genetik faktörlerden kaynaklandığını desteklemiştir. Dayanıklılığın 3. döneminde ise her iki izolatına karşı ebeveynlerden daha duyarlı bitkiler elde edilmiştir. Bu da her iki ebeveynde dayanıklılık veya duyarlılık üzerine etkili olan farklı allellerin bulunduğu ancak bu allellerin tek başına etkili olmadığı ancak bir araya geldiğinde etkili olduğu ve bunun sonucunda da daha dayanıklı veya duyarlı bireylerin ortaya çıkabileceğini düşündürmüştür. F1 generasyonunda, PWB-24 izolatına karşı dayanıklılığın kalıtımı, kısmi dominant özellik göstermesine karşılık M-26 izolatında CM 334 genotipinden kaynaklanan tam dominantlığın etkili olduğu görülmüştür.

Dayanıklılık seviyeleri birbirine yakın olan PBC-178 ve CM 334 çeşitlerini melezlemesi ile oluşturulan F1 ve F2 generasyonlarındaki verilerin değerlendirilmesi sonucu, dayanıklılığın ilk döneminde iki genotip iki izolat için ayrı allel taşıdığı ancak M-26 izolatına karşı iki ebeveynin aynı allelleri taşımasına karşılık agresif

PWB-24 izolatında ise birkaç minor QTL'in devreye girdiği düşünülmüştür. Dayanıklılığın 2. ve 3. dönemleri için her iki genotipin aynı allelleri taşıdığı bu da her iki genotipin aynı dayanıklılık kaynağından geldiği fakat dayanıklılığın 1. dönemi için farklı allelleri taşıdığı görüşü oluşmuştur.

Tüm populasyonlar birlikte değerlendirildiğinde, dayanıklılığın 1. döneminde her iki izolata karşı ebeveynden daha dayanıklı bitki KM2-11 x PM 217 ve PBC 178 x CM 334 melez kombinasyonundan, PWB-24 izolatına karşı PBC 178 x PM 217 melezinden ve M-26'ya karşı ise KM2-11 x CM 334 ve CM 334 x PM 217 ve melez kombinasyonlarından elde edilmiştir. Dayanıklılığın 2. ve 3. dönemlerinde, PWB-24 ve M-26 izolatlarına karşı KM2-11 x PM 217 melezi ile sadece ebeveynlerden daha dayanıklı bitki elde edilmiştir. Bu sonuçlar ışığında, dayanıklılığın 1. döneminde ebeveynlerin farklı allelleri taşımalarına karşılık diğer 2. ve 3. dönemlerinde dayanıklılığı arttıracak farklı allellerin bulunmadığı düşünülmüştür. Elde edilen bu sonuç, Thabuis ve ark. (2003)'nin Vania, Perennial ve CM 334 genotiplerindeki *P. capsici*'ye karşı dayanıklılık lokuslarını haritalama çalışmasında, dayanıklılığın 1. dönemi için dayanıklılık genlerinin üç ebeveynde farklı olduğu ve bu genlerin uzun yıllar genotipte değişime uğramadan yeni generasyonlara aktarıldığını bildirmeleri ile örtüşmektedir. Aynı araştırmacı grubunun, dayanıklı genotipler arasındaki allel farklılıkların dayanıklılık seviyesini ve dayanıklılık bileşenlerini etkilediğini bildirmesi ile bizim tarafımızdan yapılan bu çalışmanın sonuçları paralellik göstermektedir.

Dayanıklılık seviyesi farklı ebeveynler arasında melezleme yapılarak ebeveynlerden daha dayanıklı bitki elde etme yöntemi konusunda daha başka bir çalışmaya da rastlanmamasına karşılık Palloix ve ark. (1990), CM 334 ile yapılan ıslah çalışmalarında transgrasif bitkilerin oluştuğunu ve tekrarlı seleksiyon yöntemi ile bu transgrasif bitkilerin kullanılabileceğini bildirmiştir.

**5.3. KM2-11'deki Dayanıklılığın Kalıtımı**

KM2-11 genotipinde bulunan dayanıklılığın kalıtımına yönelik araştırmalardan elde edilen bulgular, üç farklı dayanım mekanizmasının farklı kalıtsal yapılar taşıdığını ve bunların da izolatlara göre değişiklikler arzettiğini gösterir nitelikte bulunmuştur.

Birinci aşamaya (ilk üç gün) ilişkin bulgular, F1 bitkilerindeki nekroz ilerleme hızlarının her üç izolatta da genellikle iki ebeveynin arasında yer alması, kesin bir dominantlık olmadığını ve kalıtıma etki yapan çok sayıda genetik faktör bulunduğunu anlatmaktadır. F2 populasyonlarındaki bitkilerin dayanıklılık açılımları da bunu destekler niteliktedir. Ortaya çıkan genel varyasyonun içinde genetik varyasyonun ( $G_v$ ) yüksek, çevre varyasyonunun ( $E_v$ ) düşük olması, dayanıklılığın yüksek kalıtsallığa sahip olduğunu göstermektedir. Her üç izolatta da hem KM2-11'e hem KMAE-12'ye yakın bitkiler çıkmış; fakat büyük çoğunluğu F1'ler civarında yoğunlaşmıştır. Dayanıklı genotipe doğru geriye melezleme sonucunda oluşturulan BC1 bitkilerinin açılımı da yine poligenik kalıtım yapısına uygundur. *P. capsici*'ye dayanıklı başka materyal (CM 334) ile çalışan Barksdale ve ark. (1984) ile Ortega ve ark. (1991)'nin çalışmalarında da dayanıklılık poligenik olarak bulunmuştur. Ayrıca Lefebvre ve Palloix (1996)'nın Perennial genotipindeki dayanıklılık kalıtımı sonucunda kalıtımın poligenik olduğunu bildirmesi de, her ne kadar materyal farklı olsa da bizim çalışma sonuçlarını desteklemiştir.

Dayanıklılığın 2. aşamasında (3.-10. gün arası) elde edilen veriler ışığında, KM2-11 hattında bulunan, hastalığa dayanıklılık özelliğinin, ikinci bileşenin kalıtımına yönelik F2 ve BC1 açılımları toplu biçimde değerlendirildiğinde; öncelikle dayanım mekanizmasının tipik bir poligenik yapı gösterdiği düşünülmüştür. Bununla birlikte dayanıklılığa etki yapan allellerin bir bölümünün her üç izolata da kolayca kontrol altına alabildiği, hatta duyarlı ebeveyn olarak seçilen KMAE-12'de bile zayıf izolata karşı bir dayanım mekanizması gelişebildiği, ortaya çıkan başka bir sonuçtur. Güçlü izolatlarda ise bitkiler daha geniş bir yelpaze içinde dağılım göstermiştir. Bu durum ise güçlü izolatlara karşı başka genlerin eklemeli (aditif) gen etkisi şeklinde devreye girdiğini; bu genlerin de KM2-11'de

bulduğu sonucunu göstermektedir. Duyarlı ebeveynlerin de dayanıklılık üzerinde etkili olduğu Black ve Berket (1998) tarafından da bildirilmiştir. Hassas ebeveyn farklı olduğunda ancak dayanıklı ebeveyn (CM 331) değişmeden yapılan melezlemede F2 generasyonunda dayanıklılık kalıtımının %26-76 oranında değiştiği kaydedilmiştir. Ayrıca Lefebvre ve ark. (2001)'nin Perennial, Vania ve CM 334 genotiplerinin hassas genotiplerle melezlenmesi sonucu oluşturulan populasyonlardaki genetik dayanıklılık kalıtımı ile ilgili yaptıkları çalışmada, genotipler de bir tane major dayanıklılık faktörünün bulunduğu bunun yanında minor birçok dayanıklılık faktörlerinin etkili olduğu bildirilmiştir. Bizim yaptığımız çalışma ile bu sonuçlar uyumluluk göstermektedir.

Dayanıklılığın üçüncü döneminde, üç izolata karşı F1 bitkileri farklı tepkiler oluşturmuşlardır. Elde edilen veriler ışığında, izolatlara göre farklı tepki gösteren F1 bitkilerinin durumu özetlendiğinde; Top-1 izolata karşı iki ebeveynin ortasında NİH değerinin olduğu görülmüştür. Bu sonuç, tek başına bakılırsa agresif Top-1 izolata karşı dayanıklılığın kısmi dominant bir genle yönelttiği şeklinde yorumlanabilir. Oysa aynı F1 bitkileri, M-26 izolata ise ebeveynlerden daha fazla NİH oluşturmuştur. Bu durumda da dayanıklılığın F1 generasyonunda negatif heterozis gösterdiği söylenebilir ve her iki genotipde bitkinin duyarlılığını etkileyen genlerin bulunduğu ancak bunların tek başına fonksiyon gösteremediği; iki genotip mezlendiğinde genlerin bir araya gelmesi ile fonksiyonun oluştuğu ve bunun sonucunda, F1 bitkilerinde dayanıklılığın azaldığı düşünülebilir. Keza bu izolata karşı ebeveynlerden daha dayanıklı ve duyarlı bitkilerin meydana gelmesi de tamamlayıcı (komplemanter) ve epistatik gen etkilerinin hem dayanıklılık hem duyarlılık yönünde mevcut olduğu fikrini desteklemektedir. M-56 izolata KM2-11 ebeveynlerden daha az NİH ortaya çıkmıştır. Bu da zayıf izolata karşı F1 bitkilerinde heterozis etkinin bulunduğunu göstermiştir. Dayanıklılığın üçüncü döneminde, F2 ve BC1 bitkilerinin üç izolata karşı gösterdiği reaksiyonlar toplu olarak incelendiğinde, üç izolata karşı da poligenik bir kalıtımın bulunduğunu söylemek olasıdır. Bu dönem üzerine hassas ebeveynin de etkili olduğu, agresif izolata karşı bu etkinin düşük düzeyde olmasına karşılık orta agresif ve zayıf izolatta etkinin arttığı görülmektedir. Top-1 izolata karşı F2 bitkilerin büyük çoğunluğunun iki ebeveyn arasında tepki

vermesi kısmi dominant ve poligenik bir kalıtım modelini desteklemektedir. M-26 ve M-56 izolatlarına karşı, F2 ve BC1 bitkilerinin bir kısmı ebeveynlerden daha duyarlı tepki verirken diğer bir kısmı ebeveynlerden daha dayanıklı reaksiyon oluşturmuştur. Bu sonuçlar, her iki izolata karşı yine komplementer ve epistatik gen etkilerinin var olduğunu düşündürmektedir.

Dayanıklılığın üç ayrı döneminde üç farklı izolata karşı KM2-11 genotipinin kalıtımı toplu olarak değerlendirildiğinde; kalıtımın poligenik olduğu açık şekilde ortaya çıkmaktadır.

Lefebvre ve Palloix (1996), bizim gibi hastalığı üç ayrı dönemine ayırmışlardır. Ancak bu araştırmacılar, dayanıklılığın farklı dönemlerinde ortaya çıkan dayanıklılık bileşenlerini haritalamışlar ve bu dayanıklılık bileşenlerini kontrol eden QTL'lerin aynı genomik bölgeye düştüğünü belirlemişlerdir. Ayrıca dayanıklılığın birinci dönemi ile üçüncü dönemini kontrol eden QTL'in kümelenmiş bulunduğunu, buna karşılık dayanıklılığın ikinci döneminin farklı bölgedeki QTL'ler ile yönetildiğini belirlemişlerdir. Bizim elde ettiğimiz sonuçlarda da dayanıklılığın ikinci döneminde üç izolat üzerine etkili ortak genlerin olduğunu ancak izolat agresivitesi arttıkça başka genlerin faaliyete geçtiğini ve diğer iki hastalık döneminden farklı kalıtımın olduğu belirlenmiştir.

*P. capsici*'ye karşı dayanıklılık ıslahında, dayanıklılık kaynağının, kalıtım modelinin açıklanması, ıslah çalışmasından başarılı sonuç alınmasını önemli ölçüde etkilemektedir. KM2-11 genotipinin dayanıklılık kalıtımının açıklanması bu yönüyle oldukça önemlidir.

#### **5.4. Seçilmiş Biber Genotiplerinde Filogenetik İlişkinin Belirlenmesi**

Moleküler markırlar, genom haritalarının oluşturulmasında, ıslahta, taksonomide, evrimleşme sürecinin takibinde ve gen klonlamada kullanılmaktadır (Li ve Quiros, 2001). PCR esaslı markır sistemleri, uygulama yapısı yönünden, güvenilirliği ve bilgi oluşturma kapasiteleri yönünden değişebilmektedir. Mikrosatellite ve SRAP markırları genomdaki farklılığı belirlemek için uygulanmaktadır (Lee ve ark., 2004; Li ve Quiros, 2001).

Mikrosatellitler, daha çok ökaryot genomunda bulunan üniform şekilde tüm genoma dağılmış olan genomda tekrarlı (6 bp daha az) nükleotid dizilimlerdir (Litt ve Luty, 1989). Mikrosatellitlere, SSR (simple sequence repeats) markırlar da denilmektedir (Jacob ve ark., 1991). Mikrosatellit dizilimlerinin kromozomdaki dağılımı, kompozisyonu, uzunluğu ve sayısı cinslere göre çok değişmektedir (Lee ve ark., 2004). CA/GT mikrosatellit motifinin biber genomunda daha fazla olduğu ancak polimorfizm oranının daha düşük olduğu bildirilmiştir (Nagy ve ark., 1998). Bizim tarafımızdan yapılan SSR çalışmasında, 27 SSR primerinden 6 primer GT motifine sahip olup bu primerlerden yalnızca ikisi polimorfik olarak belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuç genel olarak Nagy ve ark. (1998)'nın elde ettikleri sonucu desteklemiştir. Biber genomunda en fazla bulunan diğer SSR motifi diğer bitkilerde daha az bulunan TTG 'dir İki TTG klonunun, polimorfizm belirlemede daha etkin olduğu bildirilmiştir (Morgante ve ark., 2002). Yaptığımız çalışmada, TTG motif yapısına sahip olan üç SSR primerinden (Hpms 1-281, Hpms 2-23, Hpms 2-45) ikisinin polimorfik SSR olarak belirlenmiş olması önceki çalışmayı desteklemiştir ve onunla uyumludur.

Yapılan çalışmada kullanılan diğer moleküler markır sistemi, genlerde bulunan ORF (open reading frames) bölgesinin sentezlenmesine dayanan SRAP (sequence-related amplified polymorphism) markır sistemidir. Nükleotid dizilimi 17-18 baz uzunluğunda olan iki primer kullanılarak PCR yapılmakta ve markırlar oluşturulmaktadır. Bireyler arasındaki farklılık, genomdaki "intron"larda, "promoter"larda ve "spacer"larda oluşan değişim ile oluşmaktadır ve intron ile ekson kısımlardaki polimorfizmin belirlenmesi ile ortaya konulmaktadır. SRAP markır sisteminin tercih edilme nedeni, değişik bitki türlerinde (patates, pirinç, marul, elma, turunçgiller) kolaylıkla uygulanan ve etkili markırlar elde edilmesini sağlayan, tekrarlanabilir bantlar elde edilmesi ve oluşan markırların yaklaşık %20'nin ko-dominant markır oluşturması yönüyle biber bitkisinde de kullanılmak istenmesidir.

Ko-dominant markır sistemi olan SSR için biber genomunda lokusları belirlenmiş ve 26 çift primer kullanılmıştır (Lee ve ark., 2004). Yapılan analiz sonucunda genetik uzaklık 0.29-1.00 arasında değişmiştir. İki farklı tür olan *C. annuum* ve *C. frutescens* arasında genetik uzaklık 0.29 olarak belirlenmiştir. İki tür,

SSR markır sistemi ile genetik düzeyde kolaylıkla ayrılmıştır. SSR markırlar ile CM 334 ve Cherry biber genotipleri genetik düzeyde kolay ayrılmalarına karşılık PM 217 ile KM2-11, PBC 178 ile Sera Demre, Perennial ile LS 279 ve PBC 179 ile KMAE-12 genotipleri genetik düzeyde SSR markırlar ile ayrılamamıştır. Kahramanmaraş biber popülasyonundan selekte edilen KMAE-12 ve KM2-11 genotipleri, aynı grupta fakat grubun iki ucunda yer almıştır. CM 334 genotipi ile bu materyalden INRA'da Pochard tarafından geliştirilen PM 702 genotipi de farklı gruplarda yer almışlardır. Yine aynı şekilde Jalopeno grubuna ait olan PBC 413 ile Early Jalopeno genotipleri aynı grupta olmalarına karşılık çok yakın çıkmamıştır. PBC 178 ve PBC 179 genotipleri, *P. capsici*'ye karşı dayanıklı olmaları ve her iki genotipin Tayvan'dan temin edilmeleri gibi ortak özelliklerine rağmen, yine aynı ana grupta yer almalarına karşılık genetik olarak farklı oldukları belirlenmiştir. *P. capsici*'ye karşı orta düzeyde dayanıklı olan PM 217 ile KM2-11 ve Perennial ile LS 279 genotipleri aynı grup içerisine düşmüşlerdir. Bu grupta yer alan genotipler ile daha fazla SSR markır ile çalışılması durumunda genetik farklılık daha iyi ortaya konulabilir. SSR markır sistemi ile DNA düzeyinde birbirinden ayrılamayan genotiplere aynı genotipler demek yanıltıcı olabilir. Nitekim SRAP markır sistemi ile aynı genotipler kolaylıkla birbirlerinden ayrılmış ve farklı gruplarda yer almışlardır. Bu nedenle tek bir DNA analiz sistemi ile genotipler veya çeşitler genetik düzeyde ayırlamaması durumda farklı markır sistemi ile de değerlendirmek gerekmektedir. Rodriguez ve ark. (1999), Tayvan-AVRDC gen merkezindeki biber hatlarındaki tekrarları belirlemek için yaptıkları RAPD çalışmasında dört genotipin (meyveleri iri) birbirlerinin aynı olduğunu bildirmelerine karşılık; Paran ve ark. (1998) AFLP markır sisteminde bu genotiplerin birbirlerinden farklı fakat birbirlerine genetik olarak çok yakın olduğunu bildirilmiştir.

SSR markırları çalışmasında, *C. annuum* türü içerisindeki çeşitler arasında genetik uzaklık 0.70-1.00 olarak belirlenmiştir. Dominant markırlar (%20 ko-dominant) oluşturan SRAP DNA analiz sisteminde genetik uzaklık 0.60-0.94 olarak belirlenmiştir. *C. annuum* türü içerisindeki çeşitler arasında ise bu değer 0.82-0.94 olarak tespit edilmiştir. Rodriguez ve ark. (1999)'nın RAPD markır sistemi kullanarak 6 biber türü ile yaptıkları çalışmada türler arasında genetik uzaklığı 0.00-



0.92 arasında değiştiğini ve ortalama 0.47 olduğunu göstermişlerdir. SSR markır sistemi ile iki *Capsicum* türü arasındaki genetik uzaklığın RAPD markır ile elde edilenden daha fazla olması SSR markırların biber genom bilgilerinden elde edilmesinde etkili olduğu Huang ve ark. (2000) tarafından da belirtilmiştir. Rodriguez ve ark. (1999)'na göre ise *C. annuum*' a ait 100 çeşit ile yaptıkları RAPD analizinde genetik uzaklık 0.35 olarak bildirilmesine karşılık Paran ve ark. (1998) *C. annuum* türü içerisinde genetik uzaklığın çok az (0.93) olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmamızda, SSR ve SRAP DNA analiz sonucunda elde edilen DNA bantları birlikte değerlendirildiğinde genetik uzaklık 0.56-0.96 arasında değişmiştir. *C. annuum* ile *C. frutescens* türleri arasında genetik uzaklık 0.56 olarak belirlenmiştir. Buso ve ark. (2003)'nin yapmış oldukları farklı türlerdeki RAPD çalışmasında her iki tür arasındaki genetik uzaklığı 0.51 olarak belirlediklerini, her iki türün aynı grupta yer aldıklarını ve bu iki türün diğer *Capsicum* türlerine göre genetik olarak daha yakın olduklarını bildirmişlerdir. Loaiza-Figueroa ve ark. (1989), izoenzim analizlerinde *C. annuum*'un yani türlerle olan genetik uzaklığın 0.72 olduğunu ve *Capsicum* türü içerisindeki genotiplerde bu genetik uzaklığın 0.83 olduğunu bildirmiştir. Sonuç olarak ta türler arası genetik uzaklığın tür içindeki genotiplere göre daha fazla olduğunu kaydetmişlerdir.

Oluşturulan genetik uzaklık matrisinde de *C. frutescens* en fazla PM 702 genotipi ile 4.61, PBC 1365 genotipinde ise 3.87 genetik uzaklık belirlenmiştir. Oysa *C. annuum* türü içerisindeki genotipler arasında genetik uzaklık matrisine göre 2.00 üzerinde değer belirlenmemiş; en fazla KMAE-12 ve CM 334 genotipleri arasında genetik uzaklık oluşmuştur (1.87).

Yapılan moleküler markır çalışmasında SSR ve SRAP analizlerinde Jalopeno grupundan olan PBC 413 ve Early Jalopeno genotipleri aynı grupta yer almıştır. Ayrıca Kahramanmaraş biber popülasyonundan selekte edilen ve meyve tipleri birbirine çok benzeyen KMAE-12 ve KM2-11 genotipleri de aynı grupta yer almışlardır. Ancak her iki markır sisteminin birlikte analiz edilmeleri sonucunda birbirine yakın fakat farklı iki grupta oldukları belirlenmiştir. Meyve tipleri benzer olan bu iki grup genotipler (Jalopeno ve Kahramanmaraş biber tipi) meyve özelliklerine göre gruplandırma göstermeleri Paran ve ark. (1998)'nin meyve

şekillerine göre yaptıkları moleküler analiz sonuçları ile paralellik göstermiştir. Aynı araştırmacı grubu, meyvenin tek özelliği ile yapılan sınıflandırılmanın yanıltıcı olduğunu, tüm meyve özelliklerinin birlikte değerlendirilmesi durumunda fenotipik veriler ile moleküler analiz sonuçlarının paralellik gösterebileceğini belirtmişlerdir. Yapılan bu çalışmada da Jalopeno grubunun meyve özellikleri ile Kahramanmaraş biberinin meyve özellikleri bir bütün olarak değerlendirildiğinde Rodriguez ve ark.(1999)'nın görüşü doğrulanmış olmaktadır. Yine Lefebvre ve ark. (1995), RFLP markırlarla değişik meyve özelliği olan Avrupa'da mevcut olan genotipler ile yapmış oldukları çalışmada iri meyveli biber genotiplerinin genetik olarak en fazla, küçük meyveli, yabani formdaki genotiplere uzak olduğunu bildirmişlerdir. Bizim tarafımızdan yapılan çalışmada da küçük meyveli yabani formda olan CM 334 genotipi *C. annuum*'daki diğer genotiplere genetik olarak uzak olduğu belirlenmiştir.

Dayanıklılık kaynağı PI201234 olan ve INRA tarafından geliştirilen PM 217 genotipi ile yine aynı kaynaktan Tayvan'da geliştirilen PBC 178 genotipinin genetik uzaklığı incelendiğinde, SSR ve SRAP analizleri sonucunda aynı grupta yer almalarına karşılık iki markır sistemi ile elde edilen sonuçların birlikte değerlendirildiğinde, birbirine yakın iki farklı grupta yer aldığı görülmüştür. PM 217 genotipinin yapılan bu çalışmada virulensliği yüksek izolatlarla karşı orta dayanıklı olduğu, buna karşılık PBC 178 genotipinin tam dayanıklı olduğu görülmüştür. Ayrıca PM 217 ve PBC 178 genotiplerinin melezlenmesi ile F2 generasyonundaki genetik kalıtım çalışmasında da iki genotipin *P. capsici*'ye karşı dayanıklılıkta üç hastalık evresinde de farklı alleller taşıdığı belirlenmiştir. Sonuç olarak PM 217 ve PBC 178 genotiplerinin dayanıklılık orijin kaynaklarının aynı (PI 201 234) olmasına karşılık, iki farklı merkezdeki ıslah çalışmalarında genetik olarak farklı iki genotip oluşturulmuştur.

Genotiplerin *P. capsici*'ye karşı dayanıklılık tepkileri dikkate alındığında her iki markır sisteminde oluşturulan genetik gruplandırma dayanıklılık düzeylerine göre oluşmamıştır. SSR markır sisteminde orta dayanıklı olan dört genotipin (Perennial, LS 279, KM2-11, PM 217) aynı grupta yer almaları ayrıca dayanıklı olan iki Jalopeno ve PBC 1364 ile PBC 1365 genotiplerin de aynı grupta olması SSR markırlarla *P. capsici*'ye karşı genotiplerin, dayanıklılık seviyelerine göre

sınıflandırılabilceğini düşündürmüştür. Bu görüşü, Izioka ve ark (1997) 9 genotipte (*P. capsici*'ye karşı dayanıklı ve hassas genotipleri içermekte) RAPD yaptıkları analiz sonucunda *P. capsici*'ye karşı dayanıklı ve duyarlı genotiplerin moleküler markır ile iki ayrı grupta belirlediklerini bildirmeleri desteklemiştir. Ancak bizim tarafımızdan elde edilen diğer sonuçlar bu görüş ile çelişmektedir. SSR markır sisteminde, dayanıklı CM 334 ile duyarlı Cherry biberin, dayanıklı PBC 178 ile hassas Sera Demre'nin ve dayanıklı PBC 179 ile KMAE-12 genotiplerin aynı grupta yer aldığı görülmüştür.

Bu çalışma çerçevesinde dört basamak halinde yürütülen denemeler sonucunda, iki yeni çalışma için yeni materyaller ve bilgiler oluşturulmuştur. Çalışmanın biri, tamamen uygulamaya yöneliktir. Bu proje, Dayanıklı x Dayanıklı melezleme çalışmasında KM2-11 genotipinin diğer dayanıklı genotipler ile melezlenmesi sonucu ebeveynlerden daha dayanıklı bulunan bitkilerin iki ve üç kez kendilenmesi ile F3 ve F4 aşamasına getirilen 25 hattın, Kahramanmaraş'ta tarla koşullarında *P. capsici*'ye karşı dayanıklılık performansları ve tarımsal özellikleri değerlendirilmesini kapsamaktadır. Yapılacak çalışma ile *P. capsici*'nin sorun olduğu Kahramanmaraş'ta hastalığa dayanıklı Kahramanmaraş biber hatlarının geliştirilmesi için verilen dayanıklı hatlarla enstitünün geliştirdiği çeşit ve saf hatlarla mezlenerek *P. capsici*'ye karşı dayanıklı ve tarımsal özellikleri iyi Kahramanmaraş biber hatları oluşturulacaktır. Bu çalışma gerçekleştiğinde tarafımızdan yapılan çalışmanın sonuçlarının uygulamaya aktarılması mümkün olacaktır.

Öngörülen diğer çalışmada ise *P. capsici*'ye karşı dayanıklılık lokuslarının genetik haritalaması yapılacaktır. Bizim tarafımızdan yapılan çalışma sonucunda, CM 334 genotipinden farklı ancak dayanıklılık yönünden ona oldukça yakın bulunan ve Tayvan'dan temin edilen, PBC 178 genotipinde, *P. capsici*'ye karşı dayanıklılığı sağlayan lokusların genetik haritalamasının yapılması planlanmıştır. Bu düşünceyle, aynı araştırmacı grup tarafından hazırlanan "Biberde Kök Boğazı Yanıklığı ve patlıcanda Fusarium solgunluğu'na dayanıklılığı kontrol eden genlerin haritalanması ve moleküler markırların oluşturulması" isimli bir proje, TÜBİTAK tarafından desteklenerek yürürlüğe girmiştir.

## KAYNAKLAR

- ABAK, K. and PITRAT, M. 1981.** Biberlerde Kökboğazı Yanıklığı (*Phytophthora capsici* Leon.) hastalığına dayanıklılık üzerine bir araştırma. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yıllığı, 29(2-3-4): 933-947.
- ABAK, K. 1982.** Biberlerde Kökboğazı Yanıklığına dayanıklılığın kalıtımı üzerinde araştırmalar. A.Ü.Ziraat Fakültesi, Bakçe Bitkileri Bölümü, Doçentlik Tezi, Ankara.
- ABAK, K. and POCHARD, E. 1982.** Agressivity of various *Phytophthora capsici* isolates from Turkey on two partly resistant pepper lines. Capsicum Newsletter, 1: 65-67.
- ALCANTARA, T.P. and BOSLAND, P.W. 1994.** An Inexpensive disease screening technique for foliar blight of chile pepper seedlings. HortScience, 29 (10), 1182-1183.
- ALLARD R.W. 1999.** Principles of plant breeding. 2nd Edition In: Inheritance of Continuously varying characters: Biometrical Genetics.
- ANONYMOUS. 2004.** FAO Production Yearbook.
- BABADOST, M. and ISLAM, S.Z. 2004.** Methods for managing Phytophthora Blight (*P. capsici*) of pepper. 17th International Pepper Conference, Florida-USA. Abstract, pg 1.
- BARKSDALE, T.H., PAPAIVIZAS, G.C. and JOHNSTON, S.A. 1984.** Resistance to foliar blight and crown rot of pepper caused by *P.capsici*. Plant Dis., 68:506-509.
- BARTUAL, L.L., LACASA, A.C., MARSAL, J.L. and POULOS, J.M. 1994.** Epistatis in the resistance of pepper to Phytophthora stem blight (*P. capsici*) and its significance in the prediction of double cross performances. Euphytica, 72: 149-152.
- BERKE, T. and ENGLE, L. 1999.** Variation among and within *Capsicum* species revealed by RAPD markers. Theo. Appl. Genet. 99:147-156.

- BLACK, L.L., GREEN, S.K., HARTMAN, G.L. and POULOS, J.M. 1991.** Pepper Diseases: a Field Guide. Asian Vegetable Research and Development Center, AVRDC publication. Pg: 54-56.
- BOSLAND, P.W. and LINDSEY, D.L. 1991.** A seedling screen for *Phytophthora* root rot of pepper, *Capsicum annuum*. Plant Dis. 75:1048-1050.
- BOSLAND, P.W. and VOTAVA, E.J. 2000.** Peppers; vegetable and spice Capsicums, Crop Production Science in Horticulture; (12), pp.8
- BOSLAND, P.W., IGLESIAS, J. and BAILEY, A. 1988.** Capsicum pepper varieties and Classification. Coop.Exten.Serv.-Circular 530. New Mexico State University, Las Cruces.
- BUSO, G.S.C., DE, S., AMARAL, Z.P., MACHADO, F.R.B., FERREIRA, M.E., DE, B. and BIANCHETTI, L. 2003.** Genetic variability and phylogenetic analysis of Brazilian species of Capsicum. Capsicum & Eggplant Newsletter. 22:13-16.
- CLETJEAU, M., PITRAT, M. and NOURISSEAU, J.G. 1976.** La resistance du piment (*Capsicum annuum*) a *Phytophthora capsici* . etude de l'agressivite de divers isolats, au niveau des feuilles, des tiges et de collet de plantes sensibles et resistances. Ann. Phytopathol., 8(4):411-423.
- COSTA, F.R., PEREIRA, T.N.S., RODRIGUES, R., CAMPOS, K.P., SUDREL, C.P., VITORIA, M.G. and PEREIRA, M.G. 2004.** Molecular Characterization of Capsicum accessions based on RAPD markers. 17th International Pepper Conference, Florida-USA. Abstract, pg 20.
- ÇAKIR, C., GOCMEN, M. and DEVRAN, Z. 2001.** Investigation of genetic variation of root rot (*Phytophthora Capsici*) isolates of pepper (*Capsicum annuum* L.) obtained from the west mediterranean regions RAPD-PCR amplification. XI Eucarpian Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum and Eggplant. 265-269
- ÇINAR, A. ve BİÇİCİ, M. 1977.** *Phytophthora capsici* Leon. karşı çeşitli preparatların etkinliklerinin saptanması. Doğa, 1 (5): 152-154
- ÇINAR, Ö. ve ÇINAR, A. 1980.** Kahramanmaraş yöresindeki kırmızı biberlerde görülen kurumalara neden olan etmenin biyokimyasal yöntemler yardımıyla

tanımı. TUBİTAK VII. Bilim Kongresi TOAG Tebliğ Özetleri (Bitki Koruma Seksiyonu):4.

- DEVERALL, B.J. 1977.** Mediation of Host-Parasite Specificity. Defense Mechanism of Plants. Cambridge University Press, 75-110.
- DİE. 2003.** Devlet istatistik enstitüsü, 2003.
- EGEA, C., DICKINSON, M. J., CANDELA, M., and CANDELA, M. E. 1999.**  $\beta$ -1,3-glucanase isoenzymes and genes in resistant and susceptible pepper cultivars infected with *P. capsici*. Physiologia Plantarum, 107: 312-318.
- EKBİÇ, E., ABAK, K., BUYUKALACA, S. ve YILMAZ, M.A. 1999.** Biberde patates Y virüsüne (PVY) dayanıklılık özelliği için RAPD markır'ların araştırılması. Tükiye III. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Ankara. 459-463.
- FERNANDEZ-PAVIA, S.P. and LIDDELL, C.M. 1998.** Host-pathogen interactions in the root rot resistant *Phytophthora capsici* /*Capsicum annuum* CM-334 pathosystem. ICPP 98 pp 1.9.11.
- FLOR, H.H. 1971.** Current status of the gene-for-gene concept. Ann.Rew. Phytopathology. 9:275-296.
- 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, p.1-13,
- GIL, R., PALAZON, C.F., MARISOL, P.L. and PALAZON, I.J. 1977.** Selection and breeding on cv."Morrón" (*Capsicum annuum* L.). C.R.III Congres Capsicum Eucarpia, Avignon:239-248.
- GIL ORTEGA, R. and PALAZON-ESPANOL, C. 1991.** Genetics pf the resistance to *Phytophthora capsici* in the pepper line SCM 334. Plant breed. 107: 50-55.
- GIL ORTEGA, R., PALAZON-ESPANOL, C. and CUERTERO ZUECO, L. 1992.** Genetic relationships Amang four pepper genotypes resistant to *Phytophthora capsici*. Plant Breed. 108:118-125.
- GÖÇMEN, M. ve ABAK, K. 2005.** F1 hibrit biber çeşitlerinin *P. capsici*'ye karşı tepkileri. A.Ü. Ziraat Fak. Dergisi, Aralık sayısı. Baskıda

- GOLDBERG, N.P. 1995.** Chile pepper diseases. N.M.Agr.Ext.Sta., College Agr.Home Econ.Circ. 549.
- GREENLEAF, W.H. 1986.** Pepper breeding. Breeding Vegetable Crops. CAP International. The Cambridge Uni., pres, UK, 76-82.
- GUERRERO-MORENO, A. and LABORDE, J.A. 1980.** Current status of pepper breeding for resistance to *Phytophthora capsici* in Mexico. IV. Meeting Eucarpian Capsicum Working Group. Wageningen: 52-56.
- GUZMAN, F.A., AYALA, H., AZURDIA, C., DUQUE, M.C. and de VICENTE, M.C. 2005.** AFLP assessment of genetic diversity of *Capsicum* genetic resources in Guatemala. Crop.Sci. 45:363-370.
- HAN, J.H., KIM, J.Y., HWANG, H.S. and KIM, B.S. 2001.** Evaluation of F2 and F3 generations of crosses designed for breeding rootstock with multiple resistance to bacterial wilt and *Phytophthora* root rot. XI Eucarpian Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum and Eggplant. 284-287.
- HARTMAN, G.L. and WANG, T.C. 1992.** *Phytophthora* blight of pepper: screening for disease resistance. Trop. Pest. Manage. 38:319-322.
- HWANG, B.K., KIM, Y.J. and KIM, C.H. 1996.** Differential interactions of *Phytophthora capsici* isolates with pepper genotypes at various plant growth stages. European Journal of Plant Pathology 102, 311-316.
- HOLUB, E. B., BEYNON, J.L., and CRUDE, I.R. 1994.** Phenotypic and genotypic characterization between isolates of *Peronospora parasitica* and accessions of *Arabidopsis thaliana*. Molecular plant-Microbe Interactions. Vol.7, 2; 223-239.
- HWANG, B.K. and SUNG, N.K. 1989.** Effect of metalaxyl on capsidiol production in stems of pepper plants infected with *P. capsici*. Plant Diseases, 73: 748-751.
- HWANG, JS. and HWANG, BK. 1993.** Quantitative evaluation of resistance of Korean tomato cultivars to isolates of *P.capsici* from different geographic areas. Plant Dis. 77:1256-1259.
- HWANG, B.K., KIM, YJ. and KIM, CH. 1996.** Differential interactions of *Phytophthora capsici* isolates with pepper genotypes at various plant growth stages. European Jour. of Plant Pathology. 102: 311-316.

- HUANG, S., ZHANG, B., MILBOURNE, D., CARDLE, L., YANG, G. and GUO, J. 2000.** Development of pepper SSR markers from sequence databases. *Euphytica* 117: 163-167.
- ILBI, H. 2004.** RAPD markers assisted varietal identification and genetic purity test in pepper, *C. annuum*. 17th International Pepper Conference, Florida-USA. Abstract, pg 2.
- IZIOKA E.E.K., GILABERT C.E., MARINO C.L., CASTILLO M.E.C. and AD LOPES, C.R. 1997.** RAPD analysis of *Capsicum annuum* cultivars aiming breeding programs. Plant and Animal Genom V Conference, San Diego, CA, January 12-16, P64
- JACOB, HJ., LINDPAINTNER, K., LINCODPAINTER, K., LINCOLN, SE., KUSUMI, K., BUNKER, RK., MAO, YP., GANTEN, D., DZAU, VJ., and LANDER, ES. 1991.** Genetic mapping of a gene causing hypertension in the stroke-prone spontaneously hypertensive rat. *Cell* 67: 213-224.
- KARAHAN, O. ve MADEN, S. 1974.** Orta Anadolu Bölgesinde Biberlerde KökBoğazı Yanıklığı (*Phytophthora capsici* Leon. ) Hastalığının Tanılanması ve Zararı. Bitki Koruma Bülteni, 14 (3): 147-150.
- KIM, YJ., HWANG, BK. and PARK, KW. 1989.** Expression of age-related resistance in pepper plants infected with *Phytophthora capsici*. *Plant Dis.* 73: 745-747.
- KIM, E.S. and HWANG, B.K. 1992.** Virulence to Korean Pepper Cultivars of Isolates of *P.capsici* from different Geographic Areas. *Plant Dis.* 76:486-489.
- KIM, YJ., HWANG, BK. and PARK, KW. 2004.** The detection of QTL for resistance to *P. capsici* in pepper. 17th International Pepper Conference, Florida-USA. Abstract, pg 3.
- KIMBLE, K.A. and GROGAN, R.G. 1960.** Resistance to *Phytophthora* Root Rot in Pepper. *Plant Disease Reporter* 44 (11): 872-873.
- KLIEN, W.L., WYENANDT, C.A., ZIMMERMAN, M.D. and FOGG, ML. 2004.** Evaluation of *Phytophthora* resistant bell pepper cultivars and breeding lines. 17th International Pepper Conference, Florida-USA. Abstract, pg 14.



- KRUEUZER, W.A., BODINE, E.W. and DURRELL, L.W. 1940.** Cucurbit Diseases and Rot of Tomato Fruit Caused by *P.capsici* .Phytopathology 12:401-408.
- LEE, J.M., NAHM, T.M., KIM Y.M. and KIM, B.D. 2004.** Characterization and molecular genetic mapping of microsatellite loci in pepper. Theor. Appl. Genet. 108:619-627.
- LEFEBVRE, V., PALLOIX, A., CARANTA, C. and POCHARD, E. 1995.** Construction of an intraspecific integrated linkage map of pepper using molecular markers and doubled-haploid progenies. Genome 38:112-121.
- LEFEBVRE, V. and PALLOIX A. 1996.** Both additive and Epistatic Effects of QTLs are Involved in Polygenic Induced Resistance to Diseases: A Case Study, the Interaction Pepper- *Phytophthora capsici* Leon. Theor. Appl. Genet. 93: 503-511.
- LEFEBVRE V., THABUÏS A., PFLIEGER S., DAUBEZE A.M., CARANTA, C., PHALY, T., BLATTES, A., NEMOUCHÏ, G., SIGNORET, P. and PALLOIX A. 2001.** Comparative Mapping of Resistance Quantitative Trait Loci to *Phytophthora capsici* in Three Pepper Accessions. XI EUCARPIAN Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum and Eggplant. April 9-13.Antalya.166-170.
- LEFEBVRE V., PFLIEGER S., THABUÏS A., CARANTA C., BLATTES A., CHAUVET, J.C., DAUBÈZE A.M. and PALLOIX A. 2002.** Towards the saturation of the pepper linkage map by alignment of three intraspecific maps including known-function genes. Genome 45: 839–854.
- LEONIAN, LH. 1922.** Stem and fruit blight of pepper caused by *Phytophthora capsici* sp. Nov. Phytopathology 12: 401-408.
- LI, G. and QUIROS, F. 2001.** Sequence-related amplified polymorphism (SRAP), a new marker system based on a simple PCR reaction: its application to mapping and gene tagging in *Brassica*. Theor. Appl. Genet. 103:455-461.
- LINDSEY, D.L., SOLLARS, J.R., LIDDELL, C.M. and BILES, C.L. 1996.** 1992 producer survey of foliar chile pepper diseases in New Mexico. N.M.State Univ.Agr.Expt.Sta.Res.Rpt. 708.

- LITT, M. and LUTY, J.A. 1989.** A hypervariable micrasatellite revealed by *in vitro* amplification of a dinucleotide repeat within the cardiac muscle action gene. *Am. J. Hum. Genet.* 44: 388-396.
- LOAIZA-FIGUEROA, F.K., RILAND, J.A., LABORDE,C. and TANKSLEY, S.D. 1989.** Patterns of genetic variation of the genus *Capsicum* (Solanaceae) in Mexico. *PI Syst Evol.* 165:159-188.
- MAUCH, F. , MAUCH-MANI, B. and BOLLER, T. 1988.** Antifungal hydrolases in pea tissue: II. Inhibition of fungal growth by combinations of chitinase and  $\beta$ -1,3-glucanase. *Plant Physiol.*, 88, 936-942
- MIHAILOVA, B., STOIMENOVA, E., ILIEVA, E. and DASKALOV, S. 2001.** Breeding sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) lines with complex resistance to cucumber mozaic virus and *Phytophthora capsici*. XI Eucarpian Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum and Eggplant. 270-274.
- MITCHELL, J.E. 1976.** The effect of root on the activity of soilborn plant pathogens. *Encyclopedia of Plant Physiology*, 4: 104-108.
- MOLAT, P.M., , CLERJEAU, M., NOURRISSEAU, J.G. and RICCI, P. 1976.** La resistance du piment (*Capsicum annuum*) a *Phytophthora capsici* .III. Etude, sur extraits de tiges sensibles et résistantes, du pouvoir antifongique induit par la contamination. *Ann. Phytopathology.* 8 (4): 399-409.
- MOSES, N. And UMAHARAN, L. 2004.** Molecular genetic diversity of *Capsicum chinense* jacq. in the caribbean basin using rapd markers. 17th International Pepper Conference, Florida-USA. Abstract, pg 19.
- MORGANTE, M., HANAFEY, M. and POWELL, W. 2002.** Microsatellites are preferentially associated with non-repetitive DNA in plant genomes. *Nature Genet.* 30: 194-200.
- NAGY, I., POLLEY, A. and GANAL, M. 1998.** Development and characterization of microsatellite markers in pepper. X th Meeting on Genetics and Breeding of *Capsicum* and Eggplant, pp 235-237.
- OELKE, L.M., BOSLAND, P.W. and STEINER, R. 2003.** Differentiation of race specific resistance to phytophthora root rot and foliar blight in *Capsicum annuum*. *American Society For Horticultural Science, Journal.* 128(2):213-218.

- ONCEL, I., SULUN, A. and KELEŞ, Y. 1996.** Proline accumulation in pepper (*C. annuum*) resistant and susceptible to root rot (*P. capsici*). J. Of. Botany. 20: 489-495.
- ORTEGA,R.G., PALAZON-ESPANOL, C. and CUARTERO-ZUECO, J. 1984.** Pepper response to *Phytophthora capsici* zoospore inoculation. Capsicum Newsletter 3:33-34.
- ORTEGA,R.G., PALAZON-ESPANOL, C. and CUARTERO-ZUECO, J. 1991.** Genetics of resistance to *Phytophthora capsici* in the pepper line SCM 334. Plant Breeding 107:50-55.
- ORTEGA,R.G., PALAZON-ESPANOL, C. and CUARTERO-ZUECO, J. 1995.** Interactions in the pepper- *Phytophthora capsici* system. Plant Breeding 111: 74-77.
- PALLOIX, A., DAUBEZE, A.M. and POCHARD, E. 1988.** *Phytophthora* root rot of pepper. Influence of host genotype and pathogen strain on the inoculum density- disease severity relationships. J.Phytopathology.123:25-33.
- PALLOIX, A., DAUBEZE, A.M., PHALY, T. and POCHARD, E. 1990.** Breeding transgressive lines of pepper for resistance to *Phytophthora capsici* in a recurrent selection system. Euphytica 51:141-150.
- PARAN, I., AFTERDOOT, E. and SHIFRISS, C. 1998.** Variation in *Capsicum annuum* revealed by RAPD and AFLP markers. Euphytica 99: 167-173.
- PARK, S.K., YU, I.O. and CHOI, C.I. 1975.** Study on some characteristics of the pepper hybrids. Res.Rep. of the Office of Rural Develop., Horticulture Agr.Eng. S. Korea. 17: 43-47.
- PFLIEGER, S., PALLOIX, A., CARANTA, C., BLATTES, A. and LEFEBVRE V. 2001.** Defense response genes co-localize with quantitative disease resistance loci in pepper. Theor. Appl. Genet. 103: 920-929..
- PICKERSGILL, B. 1997.** Genetic resources and breeding of *Capsicum* spp. Euphytica 96: 129-133.
- PITRAT, M. 1976 (a).** Mise au point d'un test non destructif d'inoculation artificielle de *Phytophthora capsici*. Chez le piment. Rapp. D'acyivite 1975-1976. Stat. Amelior. Plantes Maraich. D' Avignon (France): 57-58.

- PITRAT, M. 1976 (b)** .Edute de la Resistance au *P.capsici* de *Capsicum baccatum*. Rapp. D' Activite 1975 1976. Stat. Amerior. Plantes Maraich. d' Avignon (France):59.
- POCHARD, E. 1964.** Piment. rapport, d'Activite 1964. Stat. d'Amelior.Plantes Maraich. d'Avignon (France):41-46.
- POCHARD, E. 1967.** Piment. Rapport d'activite. Stat. D'amelior. Plantes Maraich. D'Avignon (France) : 39-49.
- POCARD, E. and CHAMBONNET, D. 1971.** Methodes de selection du piment pour la resistance au *Phytophthora capsici* et au virus du concombre, Aucarpian Meeting on Genetics Breeding of Capsicum. Torino. Ann. Fac. Sci. Agr. Univ Torino. 7:270- 281.
- POCHARD, E., CLERJEAU, M. and PITRAT, M. 1976.** La Resistance du piment, *Capsicum annuum* L.a *P.capsici* Leon.I. Mise en evidence d'une induction progressive de la resistance. Ann.Amelior.Plantes. 26(1):35-50.
- POCHARD, E. and DAUBEZEA, M. 1980.** Recherches et evaluation des composantes d'une resistance polygenique:la resistance du piment a *Phytophthora capsici*. Ann. Amelior. Plantes, 30(4): 377-398
- POCHARD, E., MOLOT, PM. and DOMINGUEZ, G. 1983.** Etude de deux nouvelles sources de resistance a *P.capsici* chez le piment:confirmation de existence trois composantes distinctes dans la resistance. Agronomie. 3:333-342..
- POLACH,F.L. and WEBSTER, R.K. 1972.** Identification of strains and inheritance of pathogenicity of *Phytophthora capsici*. Phytopathology 62:20-26.
- PRINCE, J.P., POUCHARD, E. and TANKSLEY, S.D. 1993.** Conservation of a molecular linkage map of pepper and comparison of synteny with tomato. Genome 36:404-417.
- REIFSCHNEIDER, F.J.B.,CAFE-FILHO, A.C. and REGO,A.M. 1986.** Factors affecting expression of resistance in pepper (*Capsicum annuum* ) to blight caused by *Phytophthora capsici* in screening trials. Plant Pathol. 35:451-456.

- REIFSCHNEIDER, F.J.B., BOITEUX, L.S., DELLA VECCHIA, P.T., POULOS, J.M. and KURDOLU, N. 1992.** Inheritance of adult-plant resistance to *Phytophthora capsici* in pepper. *Euphytica* 62:45-49.
- RISTAINO, J.B. and JOHNSTON, S.A. 1999.** Ecologically based approaches to management of phytophthora blight of bell pepper. *Plant Diseases*. 83: 1080-1089.
- RODRIGUEZ, JM., BERKE, T., ENGLE, L. and NIENHUIS, J. 1999.** Variation among and within *Capsicum* species revealed by RAPD markers. *Theor. Appl. Genet.* 99: 147-156.
- ROSSKOPF, E.N., YACDOC, C.B., ALBANO, J.P. and LAMB, E.M. 2004.** Screening of biorationals for control of *P. capsici*. 17th International Pepper Conference, Florida-USA. Abstract, pg 24.
- SCHLUB, R.L. 1983.** Epidemiology of *Phytophthora capsici* on bell pepper. *J. Agric. Sci. Camb.*, 100, 7-11.
- SATOUR, M.M. and BUTLER, E.E. 1967.** A Root and crown rot of tomato caused by *Phytophthora capsici* and *Phytophthora parasitica*. *Phytopathology* 57: 510-515.
- SIMON, J.J. and WEBSTER, R.K. 1979.** Identification of strains and inheritance of pathogenicity in *Phytophthora capsici*. *Phytopathology*, 62:20-26.
- SMITH, P.G., KIMBLE, K.A., GROGAN, R.G. and MILLETT, A.H. 1967.** Inheritance of resistance in peppers to *Phytophthora* root rot. *Phytopathology*. 57:377-379.
- SOLANES, V.G. and LOTTI, A. 1967.** Obtención de pimiento (*Capsicum annuum*) resistente a *Phytophthora*. *Fitotecnia Latinoamericana*. 4 (2): 139-145.
- STONER, A.K. 2004.** Preservation and utilization of *Capsicum* germplasm. 17th International Pepper Conference, Florida-USA. Abstract, pg 29.
- TAM, S.M., MHIRI, C., VOGELAAR, A., KERKVELD, M., PEARCE, S.R. and GRANDBASTIEN, M.A. 2005.** Comparative analyses of genetic diversities within tomato and pepper collections detected by retrotransposon-based SSAP, AFLP and SSR. *Theor. Appl. Genet.* 110 (5): 819-831.

- THABUIS, A., LEFEBVRE, V., DAUBEZE A.M., SIGNORET P., PHALY T., BLATTES, A., NEMOUCHI, G., HAVARD, M., DE CONTO, V. and PALLOIX, A. 2001.** Marker-Assisted Introgression of Quantitative Trait Loci Controlling Resistance to *Phytophthora capsici* Originating From Different Accessions. XI EUCARPIAN Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum and Eggplant. April 171-175.
- THABUIS, A., PALLOIX, A., PFLIEGER, S., DAUBEZE, A.M., CARANTA, C. and LEFEBVRE, V. 2003.** Comparative mapping of *Phytophthora* resistance loci in pepper germplasm: evidence for conserved resistance loci across Solanaceae and for a large genetic diversity. Theor. Appl. Genet. 106: 1473-1485.
- TOMPKINS, CM. and TUCKER, CM. 1941.** Root rot of pepper and pumpkins caused by *Phytophthora capsici*. J. Agri.Res. 63:417-426.
- TSAO, P.H. 1983.** Factors affecting isolation and quantitation of *Phytophthora* from soil. Phytophthora, 219-236.
- UCHIDA, J.Y. and ARAGAKI, M. 1980.** Chemical Stimulation of Oospore Formation in *Phytophthora capsici*. Mycologia 72: 1103-1108.
- USTUN, S.A. 1995.** Effect of Some Elicitors on the Capsidiol Amount in the Leaves of Peppers (*Capsicum annuum* L.) Having Different Sensitivities to Root Rot (*Phytophthora capsici*). J.Turk. Phytopathology. 24(3) 101 -114.
- WALKER, J.S. and BOSLAND, P.W. 1999.** Inheritance of *Phytophthora* root rot and foliar blight resistance in pepper. J.Amer. Soc. Hort.Sci.124 (1):14-18.
- WIEN, H.C. 1997.** The physiology of vegetable crops. CAP International. The Cambridge Uni., pres, UK, 259-293.
- YAMAKAWA, K., MOCHIZUKI, T. and YASUI, H. 1979.** Screening of cultivated and wild peppers for *Phytophthora capsici* resistance and its inheritance. Bull. Veg. And Ornam. Crops. Res.Stat. Japan Ser., A. (6): 29-38.
- YANG, SS., SUNG, NK., CHOI, DI. and KIM, CH. 1989.** Pathogenic variation of *Phytophthora capsici* on red-pepper in Korea. Korean J. Plant Pathol. 370-376.
- YOSHIKAWA, M. 1977.** Synchronized zoosporangial formation in liquid culture of *P. capsici*. Can. J. Bot., 55: 845-847.

## ÖZGEÇMİŞ

1966 yılında Adana’da doğdu. İlk ve orta öğrenimini aynı ilde tamamladı. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümünü 1988 yılında bitirdi. Aynı yıl, Fitopatoloji Anabilim dalında Yüksek Lisans öğrenimine başladı. 1994 yılında “Turunçgillerde *in vitro* Sürgün Ucu Aşılama Tekniğinde ve Bu Yolla Elde Edilen Bitkilerin Yetiştirilmesinde Yapılan Modifikasyonların Aşılama Başarısına ve Bitki Gelişimine Etkileri” tez çalışmasını bitirdi. 1990 yılında Antalya Narenciye Araştırma Enstitüsünde Ziraat Mühendisi olarak çalışmaya başladı. “Türkiye Turunçgil Çeşit Geliştirme Programında” doku kültürü laboratuvarında ‘Sürgün Ucu Aşılama’ aşamasında görev aldı. Moleküler markırların değişik bitki türlerinde kullanımı ve moleküler yöntemlerin hastalık tanısında kullanımı konusunda değişik projeler yürüttü. Son beş yılda, biberde *P. capsici* ve bu patojene karşı biberde dayanıklılık ıslahı konusunda çalışmalar yürütmektedir. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma enstitünün, Bitki Koruma ve Sebzeçilik birimlerinde görev almaktadır. Evli ve iki çocuk annesidir.