

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

Bekir Bülent ARPACI

***Phytophthora capsici*'YE DAYANIKLI BİBER HATLARININ VE
MELEZLERİNİN KAHRAMANMARAŞ KOŞULLARINDAKİ ARAZİ
DAYANIKLILIKLARI İLE VERİM VE KALİTELERİ**

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2009

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

***Phytophthora capsici*'YE DAYANIKLI BİBER HATLARININ VE
MELEZLERİNİN KAHRAMANMARAŞ KOŞULLARINDAKİ ARAZİ
DAYANIKLILIKLARI İLE VERİM VE KALİTELERİ**

Bekir Bülent ARPACI

DOKTORA TEZİ

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**Bu Tez 20/11/2009 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği ile
Kabul Edilmiştir.**

İmza:.....
Prof. Dr. Kazım ABAK
Danışman

İmza:.....
Prof. Dr. Şebnem ELLİALTIOĞLU
Üye

İmza:.....
Prof. Dr. Saadet BÜYÜKALACA
Üye

İmza:.....
Doç. Dr. H. Yıldız DAŞGAN
Üye

İmza:.....
Doç. Dr. İrfan Ersin AKINCI
Üye

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

Prof. Dr. İlhami YEĞİNGİL
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür

Bu çalışma, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı TAGEM ve Ç.Ü. Bilimsel Araştırma
Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: ZF2006D7

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

***Phytophthora capsici*'YE DAYANIKLI BİBER HATLARININ VE MELEZLERİNİN KAHRAMANMARAŞ KOŞULLARINDAKİ ARAZİ DAYANIKLILIKLARI İLE VERİM VE KALİTELERİ**

Bekir Bülent ARPACI

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

Danışman : Prof. Dr. Kazım ABAK

Yıl: 2009, Sayfa: 187

**Jüri : Prof. Dr. Kazım ABAK
Prof. Dr. Şebnem ELLİALTIOĞLU
Prof. Dr. Saadet BÜYÜKALACA
Doç. Dr. H. Yıldız DAŞGAN
Doç. Dr. İrfan Ersin AKINCI**

Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı olarak geliştirilen yeni biber hatlarının arazideki dayanıklılıkları ile verim ve kaliteleri araştırılmıştır. Buna ek olarak anılan hatların iki farklı duyarlı genotip (Sena ve Hat 46) ile melezlenmesinden elde edilen 48 F₁ hibrit ile birlikte bu iki genotip aynı amaçla test edilmiştir. Ebeveyn ve melezlerden alınan veriler çoklu dizi analizine tabi tutularak özelliklerin kalıtımında rol oynayan gen etkileri de araştırılmıştır. K211xP-67, K211xCM-13 ve K12xK211-15 genotipleri kök boğazı yanıklığı hastalığına arazi koşullarında yeterli dayanım gösteren verimli ve kaliteli olabilecek nitelikte görülmüştür. K211xP-67x46, K211xP-11x46 ve K211xPB-102x46 ise etmene arazi koşullarında dayanabilen, verimli ve tatminkâr kaliteye sahip melezler olmuşlardır. Çoklu dizi analizi ile belirlenen varyans tahminleri sonucu SÇKM, toplam kapsaisinoid, toplam karotenoid, parlaklık, a ve b değerleri ile hue açısı dışındaki özelliklerin eklemeli gen etkisi altında olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Phytophthora*, kırmızı biber, arazi koşulları, gen etkileri, çoklu dizi analizi

ABSTRACT

Ph. D. THESIS

**FIELD RESISTANCE TO *Phytophthora capsici*, YIELD AND QUALITY
OF RESISTANT PEPPER LINES AND ITS CROSSES IN
KAHRAMANMARAŞ CONDITIONS**

Bekir Bülent ARPACI

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

Supervisor : Prof. Dr. Kazım ABAK

Year: 2009, **Pages:** 187

Jury : Prof. Dr. Kazım ABAK
Prof. Dr. Şebnem ELLİALTIOĞLU
Prof. Dr. Saadet BÜYÜKALACA
Assoc. Prof. Dr. H. Yıldız DAŞGAN
Assoc. Prof. Dr. İrfan Ersin AKINCI

Resistance in field, yield and quality of new pepper lines, improved as resistant to *Phytophthora* blight were investigated. In addition to these investigations, 48 hybrid obtained from crossing mentioned lines with two sensitive genotypes were tested same purposes. Data obtained from the parents and hybrids were subjected to line x tester analysis and gene effects, play roles in the inheritance of characteristics were also investigated. K211xP-67, K211xCM-13 and K12xK211-15 genotypes were found as yielded, qualified and eligibility for sufficient resistance to *Phytophthora* blight in field conditions. K211xP-67x46, K211xP-11x46 and K211xPB-102x46 were hybrids, yielded, satisfactory qualified and folding to agent in field condition. Investigated features, except TTS, total capsaicinoids, total carotenoids, brightness, a, b values and hue angle that have been under the influence of additive gene effects were determined by line x tester analysis of variance estimates.

Keywords: *Phytophthora*, red pepper, field conditions, gen effects, line x tester analysis

TEŞEKKÜR

Kırmızı biber konusunda çalışmamı teşvik eden ve doktora çalışmamda desteğini hiç bir zaman esirgemeyen ve her türlü kolaylığı sağlayan değerli Hocam Prof. Dr. Kazım ABAK'a teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım. Doktora tezimin şekillenmesi ve yürütülmesi sırasında, katkı ve desteklerinden dolayı tez izleme komitemde yer alan Sayın Prof. Dr. Şebnem ELLİALTIOĞLU'na ve Sayın Doç. Dr. H. Yıldız DAŞGAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Phytophthora capsici izolatlarının izolasyonu, çoğaltılması ve inokulasyonu işlemlerini gerçekleştiren Dr. Münevver GÖÇMEN'e, melezleme çalışmalarında desteğini gördüğüm, BATEM Aksu Sebzeçilik Bölümü'nden Ziraat Yüksek Mühendisi Ahmet COŞKUN'a şükranlarımı sunarım. Desteklerini gördüğüm Kahramanmaraş Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürü Sayın M. Nefi KISAKÜREK'e, Enstitü elemanlarından Ziraat Mühendisi Kerim KARATAŞ'a Ayhan AK' a ve Biyolog Yalçın KAYA' ya teşekkür ederim. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'nü ziyaretlerim sırasında misafirperverliklerini takdirle karşıladığım Yrd. Doç. Dr. Safder BAYAZIT'a, Dr. Mehtap YILDIZ'a, Arş. Gör. Yaşar AKIŞCAN, Şebnem KUŞVURAN ve Hatıra TAŞKIN'a Ziraat Yüksek Mühendisi Gökhan BAKTEMUR'a teşekkür ederim.

Cesaretimin kırılmaya yüz tuttuğu zamanlarda moral desteğini sıklıkla gördüğüm Sayın Hocam Prof. Dr. Saadet BÜYÜKALACA'ya ve Doç. Dr. İrfan Ersin AKINCI'ya, çalışmalarım boyunca bana güç veren ve yardımcı olan aileme, eşim Serpil ARPACI'ya ve ailesine, son olarak doktora çalışmamı kendine kardeş sayarak, yetersiz ilgimi mazur gören oğlum Kutay Batın ARPACI'ya teşekkür ederim.

Ayrıca çalışmamı destekleyen TAGEM, MÜSAN Gıda A. Ş. ve Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER	SAYFA
	NO
ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XI
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XIII
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	10
2.1. <i>Phytophthora</i> 'nın Biyolojisi.....	10
2.2. <i>P. capsici</i> Leon.'nin Yayılışı ve Yönetimi.....	14
2.3. <i>P. capsici</i> 'ye Dayanıklılık Çalışmaları ve Dayanıklılık Testleri.....	22
2.4. Biberlerin Yapısında Bulunan Fonksiyonel Bileşikler.....	33
2.4.1. Kapsaisinoidler.....	34
2.4.2. Karotenoidler.....	40
2.5. Gen Etkileri.....	45
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	55
3.1. Materyal.....	55
3.1.1. Bitkisel Materyal.....	55
3.1.2. Fungal Materyal.....	57
3.2. Yöntemler.....	57
3.2.1. Kendilemeler ve Melezlemeler.....	57
3.2.2. Fidelerin Yetiştirilmesi.....	58
3.2.3. Dayanıklılık Testleri.....	58
3.2.3.1. Sera Denemeleri.....	58
3.2.3.2. Arazi Denemeleri.....	59
3.2.4. Verim ve Kalite Denemeleri.....	62
3.2.4.1. Denemelerin Kurulması.....	62
3.2.4.2. Yapılan Ölçümler.....	62

3.2.4.2.(1). Verim ve Unsurlarına Ait Ölçümler.....	62
3.2.4.2.(2). Kalite Ölçümleri.....	63
3.2.4.2.(2)(a). Kapsaisinoid Ölçümleri.....	63
3.2.4.2.(2)(b). Renk Ölçümleri.....	66
3.2.5. Genetik ve İstatistik Değerlendirmeler.....	68
3.2.5.1. İstatistik Değerlendirmeler.....	68
3.2.5.2. Çoklu Dizi (Line x Tester) Analizi.....	69
3.2.5.3. Kalıtım Derecesi.....	73
3.2.5.4. Heterozis.....	74
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	76
4.1. Ön Deneme Bulguları.....	76
4.1.1. Hastalığa Dayanıklılık Testleri.....	76
4.1.2. Verim ve Unsurları.....	77
4.2. Ana Deneme Bulguları.....	85
4.2.1. Hastalığa Dayanıklılık Çalışmaları.....	85
4.2.1.1. Arazideki Hastalık Testleri.....	85
4.2.1.2. Seradaki Hastalık Testleri (Saksı denemeleri).....	87
4.2.2. Verim ve Verim Unsurları.....	91
4.2.2.1. Taze Verim.....	91
4.2.2.2. Kuru Verim.....	93
4.2.2.3. Meyve Sayısı.....	96
4.2.2.4. Meyve Ağırlığı.....	97
4.2.2.5. Meyve Genişliği.....	100
4.2.2.6. Meyve Uzunluğu.....	101
4.2.2.7. Meyve Eti Kalınlığı.....	104
4.2.3. Kalite Ölçümleri.....	106
4.2.3.1. Suda Çözünebilen Kuru Madde İçeriği.....	106
4.2.3.2. Renk Ölçümleri.....	108
4.2.3.2.(1). Kolorimetrik Ölçümler.....	108
4.2.3.2.(1).(a). L Değeri.....	108

4.2.3.2.(1).(b). a Değeri.....	109
4.2.3.2.(1).(c). b Değeri.....	112
4.2.3.2.(1).(d). C (Kroma) Değeri.....	114
4.2.3.2.(1).(e). Hue Açısı.....	114
4.2.3.2.(2). Toplam Karotenoid İęerięi.....	119
4.2.3.3. Toplam Kapsaisinoid İęerięi.....	121
4.2.4. Genetik ve İstatistik Değerlendirmeler.....	125
4.2.4.1. Taze Verim.....	129
4.2.4.2. Kuru Verim.....	129
4.2.4.3. Meyve Genişliği.....	134
4.2.4.4. Meyve Uzunluğu.....	136
4.2.4.5. Meyve Ağırlığı.....	138
4.2.4.6. Meyve Sayısı.....	141
4.2.4.7. Meyve Eti Kalınlığı.....	143
4.2.4.8. Suda Çözünebilen Kuru Madde İęerięi.....	145
4.2.4.9. Toplam Kapsaisinoid İęerięi.....	147
4.2.4.10. Parlaklık (L değeri).....	150
4.2.4.11. Kroma (C) Değeri.....	151
4.2.4.12. Hue Açısı.....	153
4.2.4.13. Toplam Karotenoid İęerięi.....	155
4.2.4.14. Arazideki Hastalık Oranı.....	157
4.2.4.15. Seradaki Hastalık Oranı.....	159
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	164
KAYNAKLAR.....	168
ÖZGEÇMİŞ.....	187

ÇİZELGELER DİZİNİ	SAYFA
	NO
Çizelge 1.1. İllere göre 2007 yılındaki kırmızı biber üretim alanları, üretim miktarları ve verimleri.....	3
Çizelge 2.1. Baharat kırmızı biberde bulunan besin öğeleri.....	34
Çizelge 2.2. <i>Capsicum</i> türlerinde tanımlanan kapsaisinoidler.....	35
Çizelge 2.3. <i>C. pubescens</i> hatlarının kapsaisinoid içerikleri.....	36
Çizelge 3.1. Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ebeveynler.....	56
Çizelge 3.2. Geliştirilen genotiplerin elde edilmesinde kullanılan ebeveynler.....	56
Çizelge 3.3. Teksel seleksiyon yöntemi ile geliştirilmiş hatların özellikleri	56
Çizelge 3.4. Çoklu dizi analizine ait varyans analiz tablosu.....	70
Çizelge 3.5. Çoklu dizi analizinde beklenen kareler ortalamaları.....	72
Çizelge 3.6. Kalıtım derecesinin hesaplanmasında kullanılan varyans analiz tablosu.....	74
Çizelge 4.1. Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ebeveynler, hassas çeşit ve hatlar ile melezlerinin arazi denemelerindeki hastalık oranları (%)......	86
Çizelge 4.2. Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ebeveynler, hassas çeşit ve hatlar ile melezlerinin seradaki hastalık oranları (%)....	88
Çizelge 4.3. Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ebeveynler, hassas çeşit ve hatlar ile melezlerinin taze verimleri (kg/da).....	92
Çizelge 4.4. Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ebeveynler, hassas çeşit ve hatlar ile melezlerinin kuru verimleri (kg/da).....	94
Çizelge 4.5. Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ebeveynler, hassas çeşit ve hatlar ile melezlerinin meyve sayıları (adet).....	97
Çizelge 4.6. Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ebeveynler, hassas çeşit ve hatlar ile melezlerinin ortalama meyve ağırlıkları (g)...	98
Çizelge 4.7. Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ebeveynler, hassas çeşit ve hatlar ile melezlerinin meyve genişlikleri (mm).....	101

Çizelge 4.8.	Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ebeveynler, hassas çeşit ve hatlar ile melezlerinin meyve uzunlukları (mm).....	102
Çizelge 4.9.	Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ebeveynler, hassas çeşit ve hatlar ile melezlerinin meyve eti kalınlıkları (mm).....	104
Çizelge 4.10.	Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ebeveynler, hassas çeşit ve hatlar ile melezlerinin SÇKM değerleri (%).....	107
Çizelge 4.11.	Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ebeveynler, hassas çeşit ve hatlar ile melezlerinin L değerleri (%).....	109
Çizelge 4.12.	Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ebeveynler, hassas çeşit ve hatlar ile melezlerinin a değerleri (+100-100).....	110
Çizelge 4.13.	Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ebeveynler, hassas çeşit ve hatlar ile melezlerinin b değerleri (+100-100).....	112
Çizelge 4.14.	Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ebeveynler, hassas çeşit ve hatlar ile melezlerinin C (Kroma) değeri.....	115
Çizelge 4.15.	Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ebeveynler, hassas çeşit ve hatlar ile melezlerinin hue açıları (0-360°).....	116
Çizelge 4.16.	Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ebeveynler, hassas çeşit ve hatlar ile melezlerinin toplam karotenoid içerikleri (mg/kg).....	120
Çizelge 4.17.	Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ebeveynler, hassas çeşit ve hatlar ile melezlerinin toplam kapsaisinoid içerikleri (mg/kg).....	122
Çizelge 4. 18.	Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ebeveynler, hassas çeşit ve hatlar ile melezlerinin acılık değerleri (SHU).....	124
Çizelge 4.19.	Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ve hassas ebeveynler ile melezlerinin üzerinde çalışılan özellikler için çoklu dizi analizi ile hesaplanan F değerleri ve serbestlik dereceleri.....	127
Çizelge 4.20.	Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ve hassas ebeveynler ile melezlerinin heterozis değerlerine ait önemliliklerinin gösterildiği t testi analiz sonuçları.....	128

Çizelge 4.21.	Taze verim değerleri için genel ve özel kombinasyon yetenekleri, heterozis değerleri ve tahminlenen varyans ögeleri.	130
Çizelge 4.22.	Kuru verim değerleri için genel ve özel kombinasyon yetenekleri, heterozis değerleri ve tahminlenen varyans ögeleri.	133
Çizelge 4.23.	Meyve genişliği değerleri için genel ve özel kombinasyon yetenekleri, heterozis değerleri ve tahminlenen varyans ögeleri.	135
Çizelge 4.24.	Meyve uzunluğu değerleri için genel ve özel kombinasyon yetenekleri, heterozis değerleri ve tahminlenen varyans ögeleri	137
Çizelge 4.25.	Meyve ağırlığı değerleri için genel ve özel kombinasyon yetenekleri, heterozis değerleri ve tahminlenen varyans ögeleri.	139
Çizelge 4.26.	Meyve sayısı değerleri için genel ve özel kombinasyon yetenekleri, heterozis değerleri ve tahminlenen varyans ögeleri.	142
Çizelge 4.27.	Meyve eti kalınlığı değerleri için genel ve özel kombinasyon yetenekleri, heterozis değerleri ve tahminlenen varyans ögeleri.	144
Çizelge 4.28.	SÇKM değerleri için genel ve özel kombinasyon yetenekleri, heterozis değerleri ve tahminlenen varyans ögeleri.....	146
Çizelge 4.29.	Toplam kapsaisinoid içeriği için genel ve özel kombinasyon yetenekleri, heterozis değerleri ve tahminlenen varyans ögeleri.	148
Çizelge 4.30.	Parlaklık değerleri için genel ve özel kombinasyon yetenekleri, heterozis değerleri ve tahminlenen varyans ögeleri.....	150
Çizelge 4.31.	Kroma (C) değerleri için genel ve özel kombinasyon yetenekleri, heterozis değerleri ve tahminlenen varyans ögeleri.	152
Çizelge 4.32.	Hue açısına ait genel ve özel kombinasyon yetenekleri ve heterozis değerleri ve tahminlenen varyans ögeleri.....	154
Çizelge 4.33.	Toplam karotenoid içeriğine ait genel ve özel kombinasyon yetenekleri, heterozis değerleri ve tahminlenen varyans ögeleri.	156
Çizelge 4.34.	Arazide hastalık oranlarına ait genel ve özel kombinasyon yetenekleri, heterozis değerleri ve tahminlenen varyans ögeler..	158

Çizelge 4.35. Serada hastalık oranlarına ait genel ve özel kombinasyon yetenekleri, heterozis değerleri ve tahminlenen varyans öğeleri. 160

ŞEKİLLER DİZİNİ		SAYFA
		NO
Şekil 1.1.	Kapsaisin ve Dihidro-kapsaisin molekül yapısı.....	5
Şekil 2.1.	Karotenoid biosentezi	41
Şekil 2.2.	Kapsantin ve Kapsorubin'in molekül yapısı.....	41
Şekil 3.1.	Hastalık etmeninin misel gelişimi, serada hastalık testleri sırasında kullanılan hassas ebeveyn, mikroskop altında sporangiumların görüntüsü ve serada hastalık testlerinde kullanılan bitkilerin görünümü.....	59
Şekil 3.2.	Dayanıklılık testlerinde kullanılan genotiplerin arazideki görünümü.....	61
Şekil 3.3.	Arazide dayanıklılık testleri sırasında tava sulama uygulamasının yapılışı.....	61
Şekil 3.4.	Benac çeşidinin arazideki hastalık denemelerindeki görünümü.....	61
Şekil 3.5.	Verim denemesinin görünümü.....	62
Şekil 3.6.	187 numaralı hattın kapsaisinoid pikleri ve geliş zamanları.....	65
Şekil 3.7.	K211xPB-14'ün kapsaisinoid pikleri ve geliş zamanları.....	65
Şekil 3.8.	K211xP-61'in kapsaisinoid pikleri ve geliş zamanları.....	65
Şekil 3.9.	L, a, b, C ve H değerlerinin X, Y, Z ekseninde gösterdikleri renkler ve Colorflex renk ölçüm cihazı.....	67
Şekil 4.1.	Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ve duyarlı ebeveynlerin hastalık oranları (%)......	77
Şekil 4.2.	Kök boğazı yanıklığına dayanıklı ve duyarlı ebeveynlerin taze verim değerleri (kg/da)......	78
Şekil 4.3.	Kök boğazı yanıklığına dayanıklı ve duyarlı ebeveynlerin kuru verim değerleri (kg/da)......	79
Şekil 4.4.	Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ve duyarlı ebeveynlerin meyve sayısı değerleri (adet)......	80

Şekil 4.5.	Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı c ebeveynlerin ortalama meyve ağırlığı değerleri (g).....	81
Şekil 4.6.	Ebeveynlerin meyve genişliklerine ait görüntüler.....	81
Şekil 4.7.	Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ve duyarlı ebeveynlerin meyve genişliği değerleri (mm).....	82
Şekil 4.8.	Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ve duyarlı ebeveynlerin ve kontrollerin meyve uzunluğu değerleri (mm).....	83
Şekil 4.9.	Genotiplerin meyve uzunluklarına ait görüntüler.....	83
Şekil 4.10.	Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ve duyarlı ebeveynlerin meyve eti kalınlığı değerleri (mm).....	84
Şekil 4.11.	Genotiplerin meyve eti kalınlıklarından görüntüler.....	84
Şekil 4.12.	Genotiplerin öğütülmüş kırmızı biber örneklerinin görünüşleri ve renk çemberi.....	118
Şekil 4.13.	Dayanıklı ve duyarlı ebeveynler ile duyarlı Benac çeşidinin görünüşleri.....	162
Şekil 4.14.	Denemede yer alan bazı mezlere ait görüntüler.....	163
Şekil 4.15.	K211xP-67 genotipinin bitki yapısı ve meyvesinin boyuna kesiti..	163

SİMGELER VE KISALTMALAR

FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
ASTA	Amerika Baharat Ticareti Birliği
SICU	Standart Uluslararası Renk Birimi
BATEM	Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Merkezi
SHU	Scoville Acılık Birimi
CMV	Hıyar Mozaik Virüsü
PVX	Patates X Virüsü
PVY	Patates Y Virüsü
TMV	Tütün Mozaik Virüsü
TSWV	Domates Lekeli Solgunluk Virüsü
CM334	Criollo de Morelos 334
PER	Perennial
SCM334	Serrano tipindeki Criollo de Morelos 334
RNA	Ribonükleik asit
AFLP	Çoğaltılmış Parça Uzunluk Polimorfizmleri
RFLP	Restriksiyon Parçacık Uzunluk Polimorfizmi
BAC	Bakteri Yapay Kromozomu
LC-MS	Sıvı Kromatografisi-Kütle Spektrometrisi
DW	Kuru Ağırlık
NIR	Yakın Kızılötesi Spektroskopisi
UV	Morötesi
HPLC	Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi
BHT	butylated hydroxytoluene
TLC	İnce Tabaka Kromatografisi
CAPS	kapsaisinoid
Caps	kapsorubin
Zeax	zeaksantin
N	azot
P ₂ O ₅	fosfor pentaoksit

K ₂ O	potasyumoksit
nm	nanometre
da	dekar
kg	kilogram
kPa	kilopaskal
mg	miligram
g	gram
µg	mikrogram
ml	mililitre
cM	santimorgan
Kcal	kilokalori
BC	Geriye Melezleme
P	Ebeveyn
v^2 GKY	Genel Kombinasyon Yeteneği Varyansı
v^2 ÖKY	Özel Kombinasyon Yeteneği Varyansı
ÖKY	Özel Kombinasyon Yeteneği
GKY	Genel Kombinasyon Yeteneği
v^2 A	Eklemeli varyans
v^2 D	Dominantlık varyansı
v^2 Ç	Çevre varyansı
H ²	Geniş anlamda kalıtım derecesi
h ²	Dar anlamda kalıtım derecesi

1. GİRİŞ

Biberin insan beslenmesinde kullanımının yaklaşık 7 bin yıl önceye uzandığı, yetiştiriciliğinin ise 5 bin yıldan beri yapıldığı birçok yayında rapor edilmiştir (Heiser, 1973). Pickersgill (1969), arkeolojik bulgular ışığında anavatanının Amerika kıtası olduğunu ve *Capsicum baccatum* L. türünün ilk kez M.Ö 2000 yıllarında Peru'da yetiştirilmeye başlandığını bildirmiştir. Aztek, Maya ve İnka yerli halkları üzerinde mistik ve ruhani bir etkisi olan biber, uzun yıllar bu halklar tarafından tanrının bir hediyesi olarak kabul görmüştür (Bosland ve Votava, 1999).

Solanaceae familyasına dahil olan *Capsicum* cinsi içerisinde yaklaşık 30 türden bahsedilmektedir. Ancak temel olarak *Capsicum annuum* L., *C. baccatum* L., *C. chinense* L., *C. frutescens* L., ve *C. pubescens* L. olmak üzere 5 tür kültüre alınmıştır (Abak, 1982).

Biber bitkisi fasulye, mısır ve değişik kabak türleri ile birlikte Yeni Dünya'da yetiştirilen ilk bitkiler olma özelliğini taşır. Bu bitki türü kırmızı meyveleri ile baharat olarak kullanılan ilk tür olma özelliğini de taşımaktadır. *C. annuum* L. ve *C. frutescens* L. onaltıncı yüzyılda İspanyol ve Portekizli tüccarlar tarafından Yeni Dünya'dan diğer kıtalara götürülüp geniş alanlarda yayılırken; diğer türler Güney Amerika'nın dışına nadir olarak çıkabilmiştir. Gıda işleme sanayinde ticari olarak kullanılan birçok biber ürünü, *C. annuum* L. türünün meyvelerinden elde edilir. Baharat olarak yaygın olarak kullanılan şekli, çeşitli büyüklüklerde parçalanmış ya da öğütülmüş pul veya toz halindedir.

Dünyada biber için kullanılan kelimeler genellikle karışıklıklara yol açar. Bir İspanyol "pimiento" kelimesini kullandığında aslında herhangi bir *Capsicum* türünden bahsetmektedir. Fakat Amerika'da "pimento" ya da "pimiento", *C. annuum* L. türüne ait bitkilerin kalın meyve duvarına sahip, kalp şeklindeki acı olmayan meyvelerini ifade etmek için kullanılır. Macarlar bütün *Capsicum annuum* L. meyveleri için "paprika" terimini kullanırlar. Bununla birlikte dünya pazarında "paprika" uygun renk ve aromaya sahip kurutulmuş meyvelerden elde edilen öğütülmüş ve toz haline getirilmiş kırmızı biberler olarak tanımlanır. "Chile" kelimesi ise Meksika, Orta Amerika ve Güneybatı Amerika'da *Capsicum* türlerinin

genel adıdır. “Chile” terimine benzeyen ancak Asya kıtasında “chilli” olarak telaffuz edilen terim ise *C. annuum* L. ve *C. frutescens* L. türüne giren çok acı çeşitlere verilen isimdir. Acı olmayan dolmalık tipteki ve kare kesitli biberler ise *Capsicum* olarak adlandırılır. Fransa’da acı biber meyveleri “piment”, tatlı biber meyveleri ise “poivron” olarak adlandırılır. FAO ise yetiştiriciliği yapılan tüm acı *Capsicum* türlerini “Chilli” olarak sınıflandırmaktadır.

Terminolojisiindeki bu karmaşaya benzer bir karışıklık biber istatistiklerinde de görülmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu kırmızı biberi, bitkisel üretim istatistikleri başlığı altında yer alan meyveler-içecekler ve baharat bitkileri grubunda sınıflandırılırken, sebzeler başlığı altındaki meyvesi için yetiştirilen sebzeler grubunda yer vermemektedir. Bu grupta yer alan biber; salçalık, dolmalık ve sivri olarak sınıflandırılmaktadır.

Tarımsal fiyat istatistiklerinde ise çiftçinin eline geçen fiyatlar dizisinde tarla ürünleri fiyatları başlığında yer almakta, tarımsal fiyat istatistikleri sorgulandığında kurutulmuş biber ile ilgili fiyat verilerine meyveler başlığı altında ulaşılabilmektedir.

Dünyada en çok biber üretimi yapan ülke 14 milyon ton üretim değeri ile Çin’dir. Türkiye ise yaklaşık 1.800.000 ton biber üretimiyle yıllara göre Meksika’nın önünde ve arkasında yer alarak ikinci ve üçüncü sıraları almaktadır. Kurutulmuş kırmızı biber üretiminde ise 753.000 ton ile Hindistan ilk sırada yer alırken, bu ülkeyi sırasıyla 250.000 ve 170.000 ton üretim ile Çin ve Bangladeş izlemektedir. Türkiye 20.000 ton kırmızı biber üretimi ile 30.000 ton üretime sahip Bosna Hersek’in ardından 18. sıradadır (FAO, 2009).

Türkiye, 2000 yılında 160 ton olan kırmızı biber ithalat miktarını 2005 yılında 542 tona çıkarmış, 2006 yılında ise sadece 73 ton kırmızı biber ithal etmiştir. Ancak 2006 yılında 73 ton kırmızı biber için ödediği miktar 2000 yılında 160 ton biber için ödediği miktar ile neredeyse aynıdır. Bu değer 2006 yılında 268.000 \$ iken, 2000 yılında 267.000 \$ dir.

İhracat değerleri de en az ithalat değerleri kadar ilginçtir. Kırmızı biber ihracat değerleri 2000–2006 yılları arasında 1093 ton ile 2206 ton arasında değişim göstermiştir. Türkiye 2000 yılında 1400 ton kırmızı biber ihraç etmiş, buna karşılık döviz girdisi 5.250.000 \$ olmuştur. 2006 yılında ise 1100 ton kırmızı bibere karşılık

2.500.000 \$ gelir elde etmiştir (FAO, 2009). Bu veriler Türkiye'nin önceki yıllara kıyasla biberi düşük fiyata satıp yüksek fiyata aldığı bir göstergesidir.

Çizelge 1.1. İllere göre 2007 yılındaki kırmızı biber üretim alanları, üretim miktarları ve verimleri (TUIK, 2009)

İller	Üretim Alanı (da)	Üretim Miktarı (ton)	Verim (kg/da)	Düzeltilmiş Verim (kg/da)	Düzeltilmiş Üretim Miktarı (ton)
Aydın	1.900	304	160	160	304
Afyon	25	25	<u>1.000</u>	200	5
Diyarbakır	10	15	<u>1.500</u>	300	3
Hatay	4.150	780	188	188	780
Gaziantep	24.500	28.915	<u>1.180</u>	236	5.782
Kahramanmaraş	10.740	7.430	<u>692</u>	138	1.486
Kilis	14.000	2.100	150	150	2.100
Bursa	1.000	200	200	200	200
Muğla	850	70	100	100	70
Manisa	10	14	<u>1.400</u>	280	2,8
Kütahya	50	20	400	400	20
Şanlıurfa	14.050	27.340	<u>1.946</u>	389	5.468
TOPLAM	71.285	67.213			16.221

Türkiye'de kırmızı biber üretimi yapan iller ve bu illerin biber üretim değerlerinin yer aldığı Çizelge 1.1 incelendiğinde en fazla üretim alanı ve üretim miktarının Gaziantep ilinde bulunduğu anlaşılmaktadır. Bu ili Şanlıurfa ve Kahramanmaraş izlemektedir. Çizelge 1.1'den Türkiye'de yaklaşık 70.000 dekarlık alanda 67.000 ton kırmızı biber üretildiği görülmektedir (TUIK, 2009). Bu rakamlar 2007 yılına aittir ve 2006 yılına ait Dünya Tarım ve Gıda Örgütü'nün verileriyle çelişkili görünmektedir. Dünya Tarım ve Gıda Örgütü'nün son beş yıllık verilerine göre Türkiye'nin kurutulmuş kırmızı biber üretimi 20.000 tondur. Bu çelişkiye, illerde istatistik verileri kaydedilirken verim değerlerinin yanlış yorumlanmasının neden olduğu düşünülmektedir. Çizelge 1.1'de altı çizili verim değerlerinin istatistiklere kurutulmamış verim değerleri şeklinde girildiği sanılmaktadır. Taze biberin kurutulduğunda ağırlığının 4/5 ini kaybettiği gerçeği göz önüne alındığında, verim değerlerinin ve üretim miktarlarının düzeltilmesine ihtiyaç duyulmuştur. Veriler düzeltilerek değerlendirildiğinde yine en fazla üretim Gaziantep ilinde gerçekleştirilmekte, Şanlıurfa ikinci sıradaki yerini korumakta ancak Kilis

Kahramanmaraş'ın önüne geçerek üçüncü sırada yer almaktadır. Toplam üretim miktarı ise 16.200 tona gerilemektedir.

Birçok biber çeşidi, taze ve pişirilmiş olarak tüketilebilen, sos, turşu, salça ve kurutulmuş baharat yapımında kullanılan, oleoresin imalatında hammadde olarak kullanılabilen meyveleri için yetiştirilir. Biber meyveleri kan dolaşımını hızlandırır, tükürük ve mide salgılarını arttırarak sindirime yardımcı olur. Çok uzun yıllardan beri ilaç sanayiinde hammadde olarak kullanılmakta olan biber, özellikle A, C ve E vitaminleri bakımından oldukça zengindir. Ayrıca kanserden koruyan antioksidant bileşenler içermesi yönünden de dikkat çekmektedir (Bosland ve Votava, 1999).

Dünya pazarında gıda işleme endüstrisinde ticarete konu olan iki ana biber ürünü vardır: Oleoresin ve tüm ya da toz veya pul biber haline getirilmiş kurutulmuş biber. Oleoresin bitkilerden aseton, etanol gibi kimyasal çözücüler yardımı ile ekstrakte edilebilen yağ ve reçinemsı maddelerin doğal karışımıdır. Biber meyvelerinden çıkarılan oleoresinin büyük kısmı kapsaisinoid adı verilen alkaloidleri içerir. Biberin temel acılık kaynağı, meyvede üretilen ve kapsaisinoidler (CAPS) olarak adlandırılan bu alkaloid grubudur. Molekül yapısı karabiberde (*Piper nigrum* L.) bulunan piperin ve zencefilde (*Zingiber officinale* L.) bulunan zingeronun yapısına çok benzer. Açık formülü Şekil 1.1'de verilen kapsaisin ($C_{18}H_{27}NO_3$, trans-8-methyl-N-vanillyl-6-nonenamide), kapsaisinoidlerin içerisinde en çok bulunanıdır. Bunu dihidrokapsaisin ile birlikte çok az miktarda bulunan nordihidrokapsaisin, homokapsaisin, homodihidrokapsaisin ve diğerleri izler. Yağda çözünebilen beyaz kristal yapıdaki kapsaisin suda çözünemeyen kokusuz ve tatsız homovanilik asitten meydana gelir (Greenleaf, 1986).

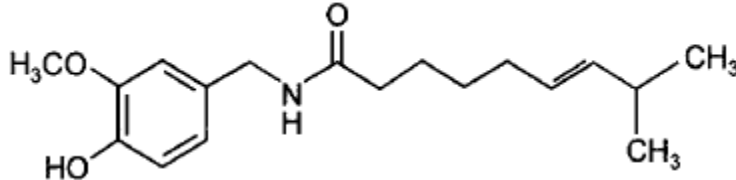
Biber çeşitlerinin kapsaisinoid içerikleri çok büyük farklılıklar gösterir. Çeşitlerin içerdikleri kapsaisinoid miktarları da bitkinin yetiştirildiği yerin ışık yoğunluğuna, sıcaklığına, meyvenin olgunluk durumuna ve meyvenin bitkide bulunduğu yere göre değişiklik gösterebilir.

Acılık ölçümlerinde kullanılan ilk test 1912 yılında Wilbur Scoville tarafından geliştirilmiştir. Scoville acılık birimi (Scoville Heat Units=SHU) ile ölçülen acılık, meyve dokusundan elde edilen kuru ağırlık miktarı ile verilir. Tatlı biberler 0 SHU değeri gösterirken acı biberler 100–500 SHU'dan başlayıp 550.000

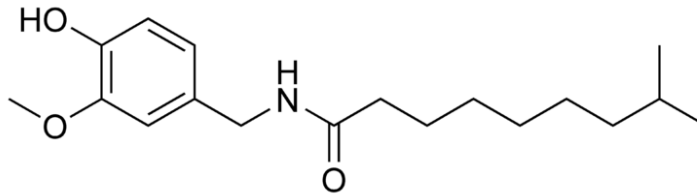
SHU değerine kadar ulaşabilir. Günümüzde dünyanın en acı biber çeşidi 1.001.304 SHU acılık değeri ile Bhut Jolokia'dır.

Kapsaisinoidler oldukça stabil bileşiklerdir. Yüksek sıcaklık gerektiren işlemlerde ve uzun süreli depolamalarda dahi parçalanmazlar. Kurutulmuş ürünlerdeki stabilite nisbeten azalabilir. Kurutma sıcaklıkları da kapsaisinoid içeriğini etkiler.

Kurutulmuş biber meyveleri için önemli olan kalite kriterlerinden bir diğeri renktir. Olgun biber meyvesinin kırmızı rengi, meyvede yağ asidi esterleri şeklinde bulunan ve birbirleriyle ilişkili olan kapsantin, kapsorubin, kriptoksantin ve zeaksantin pigmentlerini içeren karotenoidlerden gelir. Bu pigmentlerin en önemlileri meyvedeki toplam karotenoidlerin % 30-60'ını oluşturan kapsantin ile % 6-18'ini oluşturan ve kapsantin izomeri olan kapsorubindir. Kırmızı rengin yoğunluğu bu iki pigmentin etkisiyle oluşur. Kırmızı biber üretiminde kullanılan Macar ve İspanyol biber çeşitlerinin pigment içerikleri diğer çeşitlere göre oldukça fazladır (Peter, 2004).



Kapsaisin



Dihidro-kapsaisin

Şekil 1.1. Kapsaisin ve dihidrokapsaisinin molekül yapısı (Şamil, 2003)

Dünyada ve ülkemizde biber üretimi yapılan alanlarda bu ürünün yetiştiriciliğini sınırlayan ve ilk sıralarda yer alan önemli sorun biber hastalıklarıdır.

Bu hastalıkların en tehlikelisi olarak kabul edilen biber kök boğazı yanıklığı, toprak kökenli bir fungus olan *Phytophthora capsici* Leonian tarafından oluşturulmaktadır (Yoon ve ark., 1989). Hastalık etmeni bitkilerin tüm gelişme döneminde etkili olmakla birlikte özellikle fide döneminde kök boğazı yanıklığı oluşturmakta ve bitkinin bir anda solup ölmesine yol açmaktadır. Yoğun yağmurlarda toprak hastalık etmeni ile bulaşık ise patojen geniş alanlara yayılmakta ve bitkinin toprak üstü aksamalarını da hastalandırmaktadır (Black ve ark.,1991).

Phytophthora capsici Leon. ilk olarak 1922 yılında H. Leonian tarafından Las Cruces'teki New Mexico Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde tanımlanmıştır. Kabakgillerde ilk vaka 1937 yılında 320 dekarlık bir arazide görülmüş ve etmen alanın tamamında etkili olmuştur. Hastalık daha sonra bölgede domates işleyen tesisleri de tehdit etmeye başlamıştır (Hausbeck ve Lamour, 2004).

Hastalık üretim yapılan alanların öncelikle su biriken kısımlarında görülür. Sıcaklığın da 25–30 °C aralığında seyretmesi durumunda etmen, kabakgillerde ve biberlerde, köklerde ve taçta kahverengiden siyaha kadar lezyonlar oluşturur.

Biberlerde *P. capsici* Leon. nedeniyle oluşan ürün kayıplarını en alt düzeye indirmek için kültürel önlemler (ekim nöbeti, sırta dikim, damla sulama sistemi, dayanıklı çeşit) ve kimyasal yöntemler uygulanmaktadır. Yaprak yanıklığı ve meyve çürüklüğüne karşı bazı kimyasallar etkili olabilirken, kök çürüklüğüne karşı etkili bir kimyasal yöntem yoktur (Bosland ve Votava, 1999).

Kimyasal yöntemler, etkinliklerinin sınırlı ve maliyetlerinin yüksek olması, çevreye ve sağlığa olumsuz etkilerinin bulunması nedeniyle tercih edilmemektedir. Son yıllarda kimyasallar konusunda çevre bilincinin oluşması ise kimyasal kullanımını daha da sınırlamaktadır. Kimyasal mücadelesinde kullanılan metalaksil ve yeni geliştirilen mafenoksam *P. capsici* Leon. ile mücadelede birçok üretici tarafından kullanılabilir fenilamid grubu fungusitlerdendir. Bu etken maddelerin her ikisi de daha önce bu maddelerin kullanılmadığı alanlardan elde edilen izolatlarla karşı oldukça etkilidirler. Metalaksil bu etken maddeye duyarlı oomycetes sınıfına giren patojenlerde RNA içerisindeki üridinin birleşmesini engeller. Bu etki mekanizması nedeniyle metalaksilin spesifik bir fungusit olduğu kabul edilir. Bu nedenle fenilamidlerin kullanıldığı populasyonların, dayanıklı bireyler geliştirmesi

kaçınılmazdır. Fungusitlere dayanıklılığın kalıtımını inceleyen araştırmacılar, kalıtımının dominant tek genle idare edildiği belirlemişlerdir (Lamour ve Hausbeck, 2000).

Kültürel önlemler hastalığın yayılmasını önlemekle birlikte uygulama zorlukları mevcuttur. Kültürel önlemler arasında en güvenli sayılanı, hastalığa dayanıklı çeşit kullanımıdır.

Hastalığa karşı dayanıklılığın kalıtımını konusunda şimdiye kadar birçok çalışma yürütülmüştür. Başlangıçta kalıtımın birbirinden bağımsız iki dominant gen tarafından idare edildiğinden bahsedilmiştir (Smith ve ark., 1967). Daha sonraları birkaç tamamlayıcı gen ile birlikte tek bir dominant genin dayanıklılığın kalıtımında rol oynadığı düşünülmüştür (Barksdale ve ark., 1984). Abak ve ark. (1982), kök boğazı yanıklığına dayanıklılık ile yaprak yanıklığına dayanıklılığın aynı genler tarafından yönetildiği görüşünü ileri sürmekle birlikte, organa özgü dayanıklılığı idare eden gen gruplarının var olabileceğinden bahsetmişlerdir. Reifschneider ve ark. (1992), dayanıklılığı dominant ve resesif genlerinin epistatik etkileri ile açıklamışlardır. Gil Ortega ve ark. (1992), üç genin eklemeli olarak dayanıklılığı kontrol ettiğini, dayanıklılıkla ilgili 9 adet genin var olabileceğini belirtmişlerdir. Bartual ve ark. (1992) ise dayanıklılıkta meydana gelen bu kadar varyasyonun eklemeli ve epistatik etkilerle oluşabileceğini, bu etkilerin izolatların virülenslikleri ile ilişkilendirildiğinde daha da karmaşıklaştığını bildirmişlerdir. Lefebvre ve Palloix (1996), yaptıkları QTL çalışması ile 13 gen bölgesinin dayanıklılıkla ilişkili olduğunu açıklamışlardır.

Pochard ve Daubeze (1982), PM 217 genotipinin, Barksdale ve Papavizas (1983), Fyucu ve P51 genotiplerinin; Pochard ve ark. (1983), Criollo de Morales 334 ve L29'un Kimble ve Grogan (1960), PI188376, PI201232 ve PI201234 genotiplerinin hastalığa dayanıklılık kaynağı olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir (Kalloo, 1988'den).

P. capsici'ye karşı genetik dayanıklılıkta bitki genotipi, sıcaklık, bitkinin gelişme dönemi ve en önemlisi izolatın saldırganlık düzeyi etkili olmaktadır. Yapılan dayanıklılık çalışmalarında, en fazla iki izolat kullanılarak dayanıklılık genetiği açıklanmaya çalışılmıştır. Oysa dayanıklılık, konukçu-patojen-çevre üçgeninde

oluşmaktadır. Bilhassa kalıtımı poligenik olan dayanıklılıklarda bu üç faktör birbirini daha da fazla etkilemektedir. Dayanıklılık çalışmalarında, uzun yıllar boyunca yalnızca bitki yönü ele alınmıştır, fungus tarafı fazla araştırılmamıştır (Lefebvre ve Palloix, 1996). Halen de çalışmaların çoğunluğu bu konuda yürütülmekte, dayanıklı genotiplerin tarımsal özellikleri ve kaliteleri üzerine çalışmalar sınırlı kalmaktadır.

Ülkemizde kök boğazı yanıklığı etmeninin varlığı 1974 yılında Orta Anadolu Bölgesi biber alanlarındaki ani kurumaların nedenini ortaya çıkarmak amacıyla yapılan bir araştırma sonucu ortaya konulmuştur (Karahan ve Maden, 1974). Çınar ve Biçici (1977), etmenin belirtilerinin 1970'li yılların başından beri Güneydoğu Anadolu Bölgesinde, özellikle Kahramanmaraş'ta gözlemlendiğini bildirmişlerdir. Biber yetiştirilen alanlarda hastalık sorunlarının ortaya çıkmasıyla birlikte, önceleri hastalığın yaygınlık durumunu belirlemeye yönelik çalışmalar yapılmıştır (İren ve Maden 1976; Kıran ve Ertunç, 1998; Arıcı ve Basın, 2001; Soylu ve Kurt, 2001). Kök boğazı yanıklığı hastalığına karşı dayanıklılığın kalıtımı konusunda Abak (1982) detaylı bir çalışma yürütmüştür. Ayrıca ülkemizdeki izolatların saldırganlık düzeylerinin oldukça yüksek olduğu bildirilmiştir (Abak ve Pochard, 1982).

Etmenin farklı düzeylerde saldırganlığa sahip olan tiplerinin bulunması, bu düzeylerin etmenin genetik olarak değişimi nedeniyle sürekli farklılaşması, eşeyli üremesi nedeniyle kimyasallara dayanıklılık geliştirebilmesi ve saldırganlık derecesini arttırabilmesi hastalığa karşı mücadeleyi güçleştirmektedir. Biberlerdeki dayanıklılığın karmaşık kalıtıma sahip olması, eklemeli ve epistatik etki kombinasyonlarının bulunması ise ıslah çalışmalarını zora sokmaktadır. Çevresel faktörler de devreye girdiğinde durum iyice karmaşık hale gelmektedir. Bütün bu etkiler göz önüne alındığında farklı dayanıklılık kaynaklarının, dayanıklı X dayanıklı, dayanıklı X tolerant ve dayanıklı X hassas kombinasyonlarından elde edilen birçok geni ve etkileşimleri taşıdığına inanılan genotiplerin ebeveyn olarak kullanılması gerektiği düşünülmektedir. Bu ebeveynlerdeki dayanıklılık genlerinin, hassas kırmızı biber üretiminde kullanılan bireylere aktarılması ve elde edilecek genotiplerin arazide dayanıklılıklarının gözlenmesi önem taşımaktadır.

Göçmen (2006) tarafından Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Merkezi'nde geliştirilen kök boğazı yanıklığına dayanıklı genotiplerden dayanıklılığın duyarlı

kırmızı biber hat ve çeşitlerine aktarılması çalışmanın hareket noktası olmuştur. Araştırmacı tarafından geliştirilen genotipler, kök boğazı yanıklığı hastalığına farklı düzeylerde dayanım gösteren dünyadaki dayanıklılık kaynaklarının melezlenmesi ve kendilenmesi ile elde edilmiştir. Bu dayanıklılık kaynaklarından bir tanesi Kahramanmaraş populasyonundan geliştirildiği için ayrı bir önem taşımaktadır. Geliştirilen yeni dayanıklılık kaynaklarının toz ve pul biber üretimi yönünden verim ve kalitelerinin incelenmesi de bu bakımdan önemlidir. Bunlara ilave olarak sera denemelerinin yanı sıra arazi koşullarında genotiplerin hastalığa tepkileri ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Bu amaçlar çerçevesinde Çukurova Üniversitesi ile Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Merkezi tarafından ortaklaşa yürütülen dayanıklı çeşit geliştirme programları çerçevesinde elde edilen yeni dayanıklılık kaynakları içerisinde seçilen 24 biber genotipi materyal olarak kullanılmıştır. Bu genotiplere ek olarak çalışmada Kahramanmaraş Tarımsal Araştırma Enstitüsü ve Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi tarafından kurutmaya uygun olarak geliştirilen bir çeşit (Sena) ve bir ıslah hattı (Hat 46) ile 24 dayanıklı hat melezlenerek elde edilen 48 F₁ melezi de kullanılmıştır. Materyal olarak kullanılan dayanıklı genotipler ve bunların melezlerinin seradaki dayanıklılık testlerinin yanı sıra arazideki dayanıklılık durumları da belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen bütün genotiplerin verimlilikleri, acılık, renk ve suda çözünebilen kuru madde içerikleri, genişlik, uzunluk, ağırlık ve meyve eti kalınlığı gibi meyve özellikleri çalışmada ele alınan konular olmuştur.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR**2.1. *Phytophthora*'nın Biyolojisi**

Phytophthora cinsi içerisinde tamamı patojen olan 60 kadar tür bulunur. Bu türler ılıman iklimlerde ve tropik bölgelerde farklı bitki türlerinde ekonomik zararlara neden olan önemli hastalıkların etmenidirler. Adı Yunanca bitki anlamına gelen phyto ve yok edici anlamına gelen phthora kelimelerinin birleşmesi ile oluşan *Phytophthora* cinsine giren birçok tür geniş bir konukçu yelpazesi ve hastalandırma şekline sahiptir (Erwin ve Ribeiro, 1996).

Bu türlerden *Phytophthora capsici* Leon. biber, domates, hıyar, patlıcan, kabak ve kavunu içeren birçok konukçuda hastalığa neden olur (Erwin ve Ribeiro, 1996; Tamietti ve Valentino, 2001; Hausbeck ve Lamour, 2004).

Quesada ve ark. (2009), *Phytophthora cinnamomi*, *P. drechsleri*, *P. citricola*, and *P. cactorum* türlerine ek olarak *P. capsici* Leon türünün de köknarlarda hastalık oluşturduğunu belirlemiş, etmeni inokule ettiği bitkilerin %72'sinin öldüğünü ve ölen bitkilerden etmeni tekrar izole ettiğini bildirmiştir.

Etmen biberlerde köklerde, gövdede, yapraklarda ve meyvelerde zararlara neden olarak önemli ekonomik kayıplar meydana getirir.

Hastalık bitkilere hasar vediği kadar kimyasal bitki koruma uygulamalarına da dirençlidir. Hastalığın yönetiminde kimyasal mücadelede kullanılan fenilamid grubu birçok bileşiğe dayanım göstermektedir (Delen ve Yıldız, 1984; Lamour ve Hausbeck, 2000; Lamour ve Hausbeck, 2001; Tamietti ve Valentino, 2001; Lamour ve Hausbeck, 2003 a; Gevens ve ark., 2007).

Delen ve Yıldız (1984), 47 farklı izolatin metalaksile duyarlılıklarını belirlemiş, duyarlı ve dayanıklı izolatların saldırganlıkları arasında fark bulamamışlardır.

Lamour ve Hausbeck (2000), 1998 yılında farklı bitki türlerinin yetiştirildiği alanlardan elde ettikleri 498 izolatin % 55'ini mefenoksama duyarlı bulurlarken, %32'ini orta duyarlı ve %13'ünü dayanıklı olarak saptamışlardır.

Lamour ve Hausbeck (2003 a), mefenoksam uygulanmış kabak bitkilerinin mefenoksama duyarlı, orta derecede duyarlı ve duyarsız *P. capsici* izolatlarına karşı tepkilerini *in vitro* koşullarda denemişlerdir. Kontrol olarak su uygulamasının yapıldığı tüm bitkilerde izolatların tamamının hastalık belirtilerini gösterdiklerini gözlemlemişlerdir. Mefenoksama duyarlı izolatlarla bulaştırılan bitkilerde hastalık belirtisine rastlamamışlar, duyarsız izolatlarla bulaştırılanların kontrol grubu ile aynı belirtileri gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Kök boğazı yanıklığı hastalığı etmeninin farklı saldırganlık düzeyi gösteren izolatlara sahip olmasının birçok nedeni vardır. *P. capsici* Leon. türü heterotalliktir ve eşeyli üreme aşamasını tamamlayabilmek için A1 ve A2 olmak üzere iki eşey tipine ihtiyaç duyar. Bu iki tipin bir araya gelmesi ile meydana gelen oosporlar, farklı hastalık yapma yeteneğindeki zoosporları oluştururlar. Eşey tipleri, üretim alanlarında birbirine yakın oranlarda bulunduğundan patojen sürekli değişikliğe uğramaktadır (Ristaino, 1990; Miller ve ark., 1994; Lamour ve Hausbeck, 2000; Tamietti ve Valentino, 2001).

Lamour ve Hausbeck (2000), mefenoksama duyarlı, orta duyarlı ve dayanıklı bireyleri melezlemişlerdir. Ki-kare analizleri sonucunda mefenoksama dayanıklılığın uyum tipine bağlı olmadığını ve kalıtımının dominant bir genle yönetildiğini belirlemişlerdir. Oosporların *P. capsici*'nin yaşam döngüsünde önemli rol oynadığı ve eşeyli üremede oluşan rekombinasyonların popülasyonlarının yapısını önemli derece etkilediği sonucuna varmışlardır.

Son zamanlarda moleküler işaretleyiciler kullanarak çalışmalar yürüten araştırmacılar, kök boğazı yanıklığı etmeninin rekombinasyon yeteneğini kullanarak fungusitlere karşı dayanım geliştirdiği konusunda hemfikirdir.

AFLP markörleri ile yapılan bir çalışmada fungusit uygulanan alanlardan izole edilen dayanıklı bireyler mefenoksama duyarlılıkları ve uyum tipleri bakımından karakterize edilmiştir. Yetmiş iki AFLP markörü kullanılmış 37 polimorfik bant elde edilmiş, bu markörler yıllar arasındaki farkın oldukça küçük olduğunu göstermiştir. Araştırmacılar, oosporların kışı geçirmede anahtar rol oynadığı ve fungusitlere dayanıklılığın yıllara göre azalamayacağı kanısına varmışlardır (Lamour ve Hausbeck, 2001).

Eşeyli üremesinin sağladığı varyasyona ek olarak etmenin mutasyon kabiliyeti de oldukça yüksektir.

Bruin ve Edgington (1982), 3×10^6 konsantrasyonundaki *P. capsici* zoosporlarına 3 dakika süre ile UV ışınımı uygulamışlar, 12 adet metalaksile dayanıklı birey elde etmişler, süreyi 35 dakikaya çıkarıp uygulamayı miseller üzerinde gerçekleştirdiklerinde bu sayının fazlaştığını belirlemişlerdir. Elde ettikleri yeni izolatların virüllensliklerini koruduklarını vurgulamışlardır.

Mena ve ark. (1994), *N*-metil-*N'*-nitro-*N*-nitrosoguanidin mutajenini kullanarak hastalık yapmayan *Phytophthora capsici* izolatları geliştirmişlerdir. Çalışmalarında elde ettikleri 13 mutantın zoosporlarının ve misellerinin biber bitkilerinde belirti oluşturmadığını kanıtlamışlardır. Bu izolatların enzim aktivitelerini incelediklerinde oldukça düşük kütinaz ve esteraz aktivitesi gösterdiklerini belirlemişlerdir.

Etmenin patojenitesini etkileyen diğer bir faktör ise *Phytophthora* türlerinin konukçular tarafından salınan kimyasal ve elektriksel uyarılara karşı hareket etme yeteneğindeki zoosporlara sahip olmasıdır. Konukçu dokuyu arama kabiliyeti ve zoosporların hareketliliği düşük inokulum miktarlarında dahi etmeni etkili kılmaktadır (Bowers ve Mitchell, 1991). Duyarlı bitkilerde 20 zoosporun dahi ölümlere neden olabildiği, bu sayının dayanıklı genotiplerden PM 217'de 2000, CM 334'te 4000 olması durumunda bitki ölümlerinin gerçekleştiği bildirilmiştir (Palloix ve ark. 1984 b).

Zoosporlar bitkiden salınan kimyasallara ve kök kaynaklı elektriksel alanlara yönelerek kamçılıları vasıtasıyla birkaç saat içerisinde konukçu bitkiye ulaşırlar. Bitki yüzeyine biriken zoosporlar, bitkide bulunan izoflavonlar ve kalsiyum gibi uyarıcıların etkisiyle çimlenir (Deacon ve Donaldson, 1993). Gerçekten biber köklerinin bulunduğu ortamlarda zoospor oluşumu hızlanmaktadır (Palloix ve ark., 1984 a).

Gil Ortega ve ark. (1985 a), yüksek ve düşük sıcaklık uygulamalarında etmenin saldırganlığının değiştiğini ve bu değişimin dayanıklı ve hassas biber genotiplerine göre değişiklik göstermediğini bildirmişlerdir. Süre uzadıkça ölen bitki sayısında artış görüldüğünü, ölüm oranlarının dayanıklı genotiplerden Phyto 630 genotipinde % 51.2 ye kadar çıktığını SCM de ise bu oranın % 5.6'yı geçmediğini belirlemişlerdir.

Kontrol uygulamalarının tamamının yüksek sıcaklıklarda öldüğünü, sıcaklıkta meydana gelen azalmanın kısa dönemde %24.4 oranında faydasının olduğunu, uzun dönemde ise etki göstermeyerek bitkilerin % 88.7 sinin öldüğü saptamışlardır.

Ristaino (1990), 36 °C'nin üzerindeki sıcaklıkların etmenin gelişmesi için uygun olmadığı ve etmenin morfolojik özellikleri ile hastalık yapma gücü arasında bir ilişkinin bulunmadığı görüşüne yer vermiştir.

Tamietti ve Valentino (2001), en iyi gelişim sıcaklığının ise 25-32 °C aralığında olduğunu tespit etmişlerdir.

Oosporların gelişiminin karanlık koşullarda yüksek düzeyde olduğu, bu ortamlarda gelişen oosporlara ışık uygulandığında oluşumlarının durduğu ortaya konulmuştur (Hord ve Ristaino 1991).

Üretimi arttırmak için uygulanan birçok tarımsal uygulama konukçuların duyarlılığını arttırmakta, patojenin varlığını sürdürmesine neden olmakta ve hastalığın şiddetini arttırmaktadır. Salma sulama, yüksek düzeyde azotlu gübreleme, çabuk gelişen çeşitler, sınırlı genetik çeşitlilikle gerçekleştirilen monokültür tarım ve sık yapılan ekim ve dikimler tarımsal üretim yapılan alanları etmen bakımından saldırıya açık hale getirmektedir (Drenth ve Guest, 2004).

Epidemi yaptığında *P. capsici* etmeni farklı yayılım sistemlerini kullandığından hastalık oluşturma biçimi aynı cinse giren diğer etmenlere göre oldukça karmaşıktır. Etmen toprak içerisinde kökten köke, yüzey sulama ya da yağmur sularıyla, topraktan bitki yüzeyine sıçratılarak ya da yaprak, gövde veya meyve üzerinde oluşturdukları sporların rüzgarla taşınmasıyla yayılabilir. Yaygın olarak görüldüğü sezonlarda hastalık ile bulaşık üretim alanları incelendiğinde ölen bitkilerin suyun aktığı yönde yoğunluk gösterdiği görülür. Solan bitkilere ise bu bitkilere yakın alanlarda rastlanır. Dallarda ya da yapraklarda lezyonlar nadiren görülür. Hava neminin yüksek olmadığı yerlerde meyvelerde lezyonlara rastlamak oldukça güçtür. Her ne kadar rüzgarla taşınabildiği gerçeği mevcut ise de epidemi durumlarını bu sistem ile açıklamak mümkün değildir. Yüzey sularının hareketi ve drenaj suları asıl epidemi sebebidir (Ristaino ve ark. 1994).

Gevens ve ark. (2007), sulama suyu kaynaklarındaki kök boğazı yanıklığı etmeninin varlığını araştırmışlardır. Tuzak meyve yöntemi ile 270 izolat izole

etmişler, bu izolatları uyum tipleri ve mefenoksama duyarlılıkları bakımından taramışlardır. AFLP analizleri sonucu farklı lokasyonlardan değişik yıllarda elde edilen izolatların arasında benzerlik olmadığını ileri sürmüşlerdir. Bu veriler ışığında etmenin kışı yüzey sularında geçirmediğini, bununla birlikte yüzey sulama uygulamaları ile sebze yetiştiriciliği yapılan alanlardaki su kaynaklarında etmene daha çok rastlanıldığını, bu durumun etmenin yayılmasında önemli olduğunu ifade etmişlerdir.

2.2. *P. capsici* Leon.'nin Yayılışı ve Yönetimi

Ülkemizde *P.capsici*'nin varlığı 1974 yılında Orta Anadolu Bölgesi biber alanlarındaki ani kurumaların görülmesi nedeni ile başlatılan bir araştırma sonucu ortaya konulmuştur (Karahan ve Maden, 1974). Çınar ve Biçici (1977), *P.capsici* belirtilerinin 1970'li yılların başından beri Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, özellikle Kahramanmaraş'ta gözlendiğini bildirmişlerdir. Biber yetiştirilen alanlarda hastalık sorunları ortaya çıkmasıyla daha çok hastalığın yaygınlık durumunu belirlemeye yönelik çalışmalar yapılmıştır (İren ve Maden 1976; Kıran ve Ertunç, 1998; Arıcı ve Basın, 2001; Soylu ve Kurt, 2001).

Birçok ülkede etmenin varlığından bahsedilmiş, farklı hastalık yapma yeteneklerine sahip izolatların mevcut olduğu rapor edilmiştir.

Kore'nin farklı bölgelerinde (Choi ve ark. 1985; Hwang ve Hwang 1993), Çin'in Hunan, Jiangsu ve Shaanxi eyaletlerinde (Liu ve ark., 1988) etmene rastlanmıştır. Galmarini (1997), Arjantin'de sulanan alanlarda *P. capsici*'nin en önemli sorunlardan biri olduğunu bildirmiştir.

Yine Gil ve ark. (1977) İspanya'da, Yamakawa ve ark. (1979) Japonya'da, Guerrero-Moreno ve Laborde (1980) Meksika'da etmenin varlığından bahsetmişlerdir.

Kim ve Hwang (1992), dünyanın farklı coğrafik bölgelerinden izole edilen 14 farklı *P. capsici* izolatının birbirine benzemediğini ve farklılık nedenlerinin izolatların orijininin bağımsız olduğunu açıklamışlardır.

Hwang ve Kim (1996) *P. capsici*'nin monokültür biber tarımı yapılan Kore'de önemli ürün kayıplarına neden olan toprak kökenli bir fungus olduğunu bildirmişlerdir.

Chaudhry ve ark. (1995), 1986 yılından önce Pakistan'da *P. capsici*'nin görülmediğini, bu yıl içerisinde gerçekleşen aşırı yağışlar nedeni ile hastalığın ilk kez ortaya çıktığını bildirmişlerdir. Bu durumun yıllık 92.000 ton civarında olan biber üretimini 74.000 tona düşürdüğünü belirtmişlerdir.

Kore, Fransa, İtalya ve Amerika Birleşik Devletleri'nde etmenin değişik düzeylerde hastalık yapma yeteneğine sahip izolatlarının var olduğu bildirilmiştir. (Lee ve ark., 2001).

Daha öncede bahsedildiği gibi *Phytophthora* cinsi geniş konukçu dizisi içerisinde birkaç bine yakın hastalığın nedenidir. Cins içerisine giren tür sayısı ve hastalandırma şekli düşünüldüğünde, birçok bitki türünde sayısı binlere varan hastalık şekilleri oluşturabilir. Her hastalık kendine has özelliklere sahip olduğundan bu türlerin oluşturduğu hastalıklar için genel bir mücadele metodu geliştirmek olanaksızdır.

Mücadele; kültürel önlemler, dayanıklılık ıslahı, biyolojik kontrol, fungusitler ve fosfonat uygulamaları başlıkları altında toplanabilir.

Kültürel önlemlerin başında üretim yapılan alanlara etmenin girişini engellemek gelir. Genellikle misel ya da zoosporlar birkaç hafta yaşayabilirlerken klamidyosporlar 6 yıl, oosporlar ise 13 yıl kadar canlılıklarını sürdürebilirler (Erwin ve Ribeiro 1996). Bu durum göz önüne alındığında hastalığın üretim alanına sokulmamasının önemi anlaşılır.

Hayvanların üretim alanına girmesini engellemek, araç ve insanların hareketlerini sınırlandırmak, kullanılan araç ve gereçlerdeki toprak artıklarını temizlemek, dayanıklı bitkiler kullanmak, diğer plantasyonlardan gelen sulama sularını üretim alanlarına sokmamak uygulanması zor olmakla birlikte temiz alanlara bulaşımın engellenmesi bakımından etkili yöntemlerdir.

Diğer bir kültürel uygulama etmenin yayılmasının en önemli aracı olan suyun hastalığın lehine olacak şekilde kullanılmamasıdır. Salma sulama uygulamalarından kaçınmak kadar, aşırı yağışlarda yağmur sularının üretim alanında birikimini

engellemek hastalığın yayılmasını sınırlandıracaktır. Üretim yapılacak alan mümkün olduğu kadar drene edilebilen alanlardan seçilmelidir. Aksi durumlarda 1.5 metre derinlikteki drenaj kanalları etmenin yayılmasını engellemek bakımından yeterli olacaktır. Drenaj kanalları suyun hareketine göre yatay, dikey ya da her iki yönde açılabilir.

Düzenli aralıklarla sulamanın biber bitkilerindeki ölüm oranını arttırdığı bildirilen bir çalışmada toprağın matrik su potansiyelinin hastalığın oluşumu ile ilişkili olduğu görüşü savunulmuştur. Yapay olarak etmenle bulaştırılmış su potansiyelinin -12.5 kPa'dan -2.5 kPa'ya çıkarılması durumunda ölümlerin başladığı, sulama sıklığının arttırılması durumunda ise ölüm oranının %100'e ulaştığı belirlenmiştir (Bowers ve Mitchel, 1990)

Cafe-Filho ve Duniway (1995), salma sulama rejimlerinin biberde kök boğazı yanıklığı hastalığına etkilerini araştırmışlardır. Kök bölgesine yakın toprak yüzeyini, yapay olarak etmenle bulaştırmışlardır. Yolo Wonder B çeşidini kullandıkları çalışmalarında bitkileri 7, 14 ve 21 gün aralıklarla sulamışlardır. 7-9 yapraklı dönemde sulama uygulamalarına başlamışlar, 21 gün aralıklarla sulanan enfekteli ve enfekteli olmayan uygulamalar arasında verim bakımından farklılıklar bulmamışlardır. 7 ve 14 gün aralıklarla sulamalarda ise sırası ile %45 ve %83 oranında verim kayıpları gözlemlemişlerdir. Yıllara göre hastalık değerlerinin değişiklikler gösterdiğini bunun nedenini ise sıcaklığın bitki gelişimi üzerine etkilerinden kaynaklandığını ifade etmişlerdir. Genotipleri karşılaştırdıkları diğer bir çalışmalarında hassas çeşitlerde hastalığın yüksek oranda seyrettiğini, dayanıklı genotiplerde ise aşırı nemli koşullarda dahi çok az belirti gördüklerini ya da hiç saptayamadıklarını rapor etmişlerdir.

Xie ve ark. (1999), *P. capsici* etmeni ile bulaştırılmış ve bu etmen bakımından temiz olan iki farklı alanda chili grubuna giren biber bitkilerini damla sulama, fasıllı karık sulama metotları ile sulamışlardır. Damla sulama uygulamasının diğer sulama yöntemine göre daha yüksek pazarlanabilir ürün verdiğine dikkat çeken araştırmacılar fasıllı karık yönteminde etmenin, bulaştırıldığı alanda etkisini gösterdiğini, damla sulama uygulamalarında ise etmenin belirtilerinin görülmediğini belirlemişlerdir. Hastalık ile bulaşık olmayan alanda ise hiçbir sulama

uygulamasında hastalığa rastlamamışlardır. Hastalıklı alanda fasıllı karık sulama ile elde edilen verimin hastaliksız alanda aynı yöntemle sulanan verimden %55 daha düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Malç uygulamaları, bitkini kök gelişimini kuvvetlendirdiği ve besin alımını kolaylaştırıp bitkinin güçlenmesine sebep olduğu için hastalığın kontrolünde etkilidir. Toprağın su tutma kapasitesini arttırdığından suyun akıp gitmesini engelleyerek etmenin yayılışını önler. Toprak organizmalarının da gelişmesini teşvik eder. Bu durum etmenin biyolojik kontrolü için önemlidir. Bu bildirişlerin aksine Hwang ve Kim (1995), malç uygulamalarının etmenin hastalık oluşturması için uygun bir ortam oluşturduğunu ifade etmiştir.

Yine kompost uygulamaları ve toprağın organik madde içeriğini arttırıcı diğer uygulamalar biyolojik aktiviteyi arttırdığı gibi etmenin gelişimine antagonistik etki yapan aktinomisetler, *Pseudomonas* bakterileri ve diğer fungusların gelişmesini de teşvik eder.

Azotlu gübrelerin bazı formlarının bitkiyi etmene duyarlı hale getirdiği iddia edilse de bu konuda yapılmış ayrıntılı çalışmalar yoktur. Gübreleme uygulamalarının bitkiyi güçlendirdiği ve bitkiyi etmene dayanıklı hale getirdiğine ilişkin bildirişlerin yanında güç artışının bitkiyi enfeksiyona uygun hale getirdiği görüşleri de mevcuttur. (Erwin ve Ribeiro, 1996).

Hwang ve Kim (1996), monokültür tarımın arazideki inokulum kaynağını arttırdığını belirtmiş, biber üretimi yapılan alanlarda etmenin etkilerinin yıllara göre değişen oranlarda görüldüğünden bahsetmişlerdir. Etmenin biber bitkisinin her döneminde etkili olduğunu, parankima dokusunda kolonize olarak köklerde ve gövdede iletim dokusunu tıkadığını belirtmişlerdir.

Etmen ile bulaşık iki yıl üstüste mısır ekilen ve peşinden domates üretimi yapılan bir alanda münavebenin *P. capsici*'nin varlığına etkisi üzerine bir araştırma yapılmıştır. Yıllardan elde edilen izolatların 1:1 oranında uyum tipleri gösterdiği ve izolatların yaklaşık % 60'ının fungusitlere dayanıklılık taşıdığı tespit edilmiştir. Genetik benzerlik analizleri lokasyondan elde edilen izolatların bir açılım popülasyonu olduğu yönünde sonuçlanmıştır. *P. capsici*'nin oospor olarak 2 yıl

boyunca varlığını sürdürdüğünü fungusitlerin ve münavebenin mücadelede etkili olamayacağını ifade etmişlerdir (Lamour ve Hausbeck, 2003 b).

Toprak işleme uygulamalarının biberde nematodlar ve toprak kökenli funguslar üzerine etkilerini araştırdığı çalışmada Chellemi (2006), organik üretim işletmelerinde en büyük sorunun *Pythium*, konvansiyonel işletmelerde ise kök boğazı yanıklığı olduğunu belirlemiştir. Bitki artıklarının arazide bırakılmamasının kök boğazı yanıklığı hastalığının görülme oranını % 49.8'den % 31.1'e düşürdüğünü, solarizasyon yapılan alanlarda hastalığın etkisinin %21.9 ve fümige edilmiş alanlarda % 22.1 oranında gerçekleştiğini saptamıştır. Malç ile kaplı alanda ise bu oranın % 46.1 olduğunu bildirmiştir. Ertesi yıl toprak işlemenin yapılmadığı alanlarda hastalığın görülme oranının oldukça yükseldiğini (%91.1– %91.8) diğer toprak işleme uygulamalarında ise bu oranın % 50.2 ile % 63.5 arasında olduğu belirlemiştir.

Dayanıklı genotiplerin kullanımı etmenle mücadelede en önemli faktörlerden bir tanesidir. Dayanıklılığın başarısını konukçu, etmen ve çevre faktörlerinin birbiri ile etkileşimi belirler. İnokulum miktarı ve çevre koşulları dayanıklı bireyin ne kadar dayanabileceğini belirlemede etkilidir. Genellikle her koşulda etmene dayanabilecek genotip bulmak oldukça zordur. *P.capsici*'ye karşı bitki dayanıklılığında, bitki genotipi, sıcaklık, bitkinin gelişme dönemi ve izolatin agresivite düzeyi etkili olmaktadır. Dayanıklılık, konukçu-patojen-çevre üçgeninde oluşmaktadır. Bilhassa kalıtımı poligenik olan dayanıklılıklarda bu üç faktör birbirini daha da etkilemektedir (Lefebvre ve Palloix, 1996). Dayanıklı genotipler ve dayanıklılığın kalıtımı ile ilgili ayrıntılı çalışmalara *P. capsici*'ye dayanıklılık çalışmaları ve dayanıklılık testleri bölümünde yer verilmiştir.

Dünyada etmeni baskı altında tutan ve gelişimini engelleyen bazı alanlar mevcuttur. Antagonistik bakterilerin, fungusların ve aktinomisetlerin doğal olarak bulunduğu plantasyonlar ve doğal ormanlar etmenle birlikte diğer toprak kökenli fungusların gelişimini baskılar. Biyolojik kontrol çalışmalarında aktinomisetlerin, fungusların ve bakterilerin kullanıldığı bildirilmiştir. Endofitik fungusların etmeni kontrol ettiği ve fidelere uygulanan fungusların etmeni kontrol etmede etkin olduğundan bahsedilmiştir (Drent ve Guest, 2004).

Cristinzio (1987), *Chaetomium sp.*, *Coniothyrium sp.*, *Gliocladium sp.* ve *Trichoderma sp.* türlerinin *Phytophthora capsici*'ye karşı etkilerini incelemiştir. 30 farklı *Trichoderma* izolatında MA-19'un en iyi etkiyi gösterdiğini, bu izolatın etmenin V-8 agar ortamında gelişimini % 65 oranında engellediğini belirlemiştir. Serada bitkiler üzerinde yaptığı araştırmalarda hastalık oranını aynı *Trichoderma* izolatının % 50 oranında azalttığını gözlemlemiştir.

Stanghellini ve Miller (1997), yüzey gerilimini artırarak parçalayıcı etkiye sahip bazı maddelerden (surfactant) bahsetmişlerdir. Bu maddelerden anyonik (Manoxol O/T, Marasperse CB, Sodium lauryl sulfate), yüksüz (Agral, Ethylan CPX, Spreadite, Triton X100) ve kationik (Cetrimide, Deciquam 222, Hyamine 1622) olan bazılarının *Olpidium* cinsine giren zoosporlarla mücadelede etkin biçimde kullanıldığını belirtmiştir. Bu kimyasal maddelerin doğada da bulunduğunu özellikle *Pseudomonas* cinsine giren bakterilerin benzer maddeler ürettiğini saptamışlardır. Bu bakterileri laboratuvar koşullarında çoğaltarak bahsettikleri maddeleri üretmeyi başarmışlardır. "Rhamnolipid" olarak isimlendirilen bu maddenin *P. capsici* zoosporlarını parçaladığını mikroskop altında gözlemlemiştir. Bir başka denemede su kültüründen yararlanılmışlar, "rhamnolipid" ürettiğini bildikleri *Pseudomonas aeruginosa* R4 izolatını besin solüsyonuna karıştırmışlardır. Sağlıklı biber bitkilerinin bulunduğu bakteri içeren ve içermeyen kültür yataklarına *P. capsici* ile yapay olarak hastalandırdıkları fideleri dikmişlerdir. Bakteri ilave edilen kültür yataklarındaki bitkilerin tamamının hiçbir şekilde hastalanmadığını diğer kültür yatağındaki bitkilerin tamamının öldüğünü belirtmişlerdir.

Farklı *Bacillus* preparatları (BB11 ve FH17 ırkları, ve 1:1 oranındaki karışımları (BF)) kök boğazı yanıklığı ile mücadelede denenmiştir. Uygulamalarda kanola artıkları ile karışım, kanola artıkları ile kompost, kök bölgesine sprej, su ile seyreltilmiş preparat kombinasyonları denenmiştir. Her iki ırkın karışım olarak kullanımı biyokontrol etkinliğini % 60.3 ve verimi % 200 oranında arttırmıştır. Yalnızca BB11 preparatında bu oranlar sırası ile % 55.8 ve 80.6 olmuştur. FH17 preparatında ise bu oranlar % 37.1 ve 50.0 dir. En iyi uygulama dozu BF karışımında 1010 cfu/ml olarak belirlenmiştir (Jiang ve ark., 2006).

Demirci ve Dolar (2006), kurutulmuş bazı bitki artıklarının biberde kök boğazı yanıklığı (*Phytophthora capsici* Leon.)'na etkilerini *in vitro* ve *in vivo* koşullarda incelemiştir. Farklı dozlarda uyguladıkları bitki artığı ekstraktlarından yonca, sarımsak, lahana ve nanenin misel gelişimini % 3.46 ila % 13.73 oranında azalttığını bildirmişlerdir. Soğan, turp, tere ve mercimek ekstraktlarının aksi yönde etki ederek misel gelişimini arttırdığını belirlemiştir. Saksı denemelerinde lahana, sarımsak ve yonca artıklarının biberde hastalık oranını sırasıyla %15.3, %39.8 ve %46.9 oranında azalttığını, tarla koşullarında lahana, sarımsak ve yoncanın etkili olduğunu özellikle lahananın %89.5 oranında hastalığın etkisini azalttığını gözlemlemiştir.

Kök boğazı hastalığının kimyasal mücadelesinde kullanılan en etkili bileşikler fenilamid grubu kimyasallardır. Fenilamid grubu kimyasallar furalaksil (Fongarid), metalaksil (Ridomil) ve benalaksil (Galben) etken maddeleri içerir. Her üç kimyasal da etmene karşı oldukça etkili olmakla beraber en çok kullanılanı metalaksildir (Erwin ve Ribeiro 1996). Bu fungusit ksilemden taşınarak bitkinin üst kısımlarına hareket eder. Bu sebeple yapraklara uygulandığında orada kalır ve köklere ulaşamaz. Su ile birlikte toprağa uygulandığında oldukça etkilidir. Laboratuvar çalışmalarında oldukça düşük dozlarda dahi gösterdikleri etki diğer koruyucu fungusitlerle karşılaştırılamayacak düzeydedir. Suda kolaylıkla çözünür. Etmenin RNA sentezini engelleyerek etki eder ve sporangium oluşturmaya izin vermez. Klamidyospor ve oospor oluşumunu oldukça azaltır (Cohen ve Coffey 1986). Bitkide bu fungusitin bulunması etmenin kolonize olmasını ve hif oluşturmaya engeller (Erwin ve Ribeiro 1996).

Hwang ve Sung (1989), inokulasyondan önce toprağa metalaksil uygulanmasının bitkide hastalık belirtisi oluşumunu geciktirdiğini ve kapsidiol üretimini uyardığını bildirmişlerdir.

Ancak uygulaması zordur ve toprağa bulaşarak su kaynaklarını kirletir. Ayrıca toprak mikroorganizmaları bu fungusiti çok çabuk parçalar ve etkinliğini azaltır. En önemli dezavantajlarından bir diğeri ise etmenin bu kimyasala dayanıklılık geliştirmesidir (Lamour ve Hausbeck 2000; Lamour ve Hausbeck, 2003 a; Drent ve Guest, 2004; Gevens ve ark., 2007).

Parra ve Ristaino (2001), Ridomil Gold ticari ismi ile Amerika Birleşik Devletleri'nde yoğun olarak kullanılan mefenoksam etkili maddeli fungusitin kullanımı yıllara göre artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Mefenoksamın, metalaksile benzediğini, bu bileşiğin birkaç atomunun yer değiştirmesiyle elde edilmiş izomer yapısında, metalaksilden daha etkili bir bileşik olduğunu açıklamışlardır. Etmenin her iki uyum tipinde de mefenoksama dayanıklı bireyleri bulundurduğunu ilk olarak rapor etmişlerdir.

Fosfonat uygulamaları etmenle mücadelede kullanılan diğer bir yöntemdir. Fosfonatlar ortama fosfonat anyonlarını bırakan fosforik asidin tuz ve esterleridir. Fosforik asidin kısmen potasyum hidroksit ile nötralize edilmesi ile elde edilir. Fosetyl-Al olarak ticareti yapılmaktadır ve alüminyumla birlikte fosfonat tuzu içerir. Ksilem ve floemde taşınır (Ouimette ve Coffey, 1990). Böylelikle bitkide hem aşağıdan yukarıya hem de yukarıdan aşağıya doğru hareket edebilir. Toprakta kalıcı değildir ve mikroorganizmalar tarafından kolaylıkla fosfata dönüştürülür. Etki mekanizmaları bilinmemekle birlikte fosfor metabolizmasına etki ederek patojenin gelişimini engellediği ve bitkinin dayanıklılığını arttırarak etkisini gösterdiği düşünülmektedir.

Förster ve ark. (1998), fosfor gübrelemesinin *P. capsici* etmeninin etkisini azalttığını bildirmiştir.

Coffey ve Bower (1984), *in vitro* koşullarda farklı düzeylerdeki fosforik asit uygulamalarının *Phytophthora* türlerinin gelişimini % 27.9 ile % 89.3 oranında engellediğini belirlemiştir.

Sala ve ark. (2004), fosfor uygulamaları yaptıkları genç ve yetişkin dönemlerdeki biber bitkilerinin kök boğazı hastalığına tepkilerini belirlemek amacı ile bir çalışma yürütmüşlerdir. Dayanıklı genotiplerde uygulamanın etkisinin bulunmadığını, orta düzeyde dayanım gösteren ve duyarlı genotiplerde fosforun fitoaleksinin oluşumunu uyartarak dayanıklılığı teşvik ettiği sonucuna varmışlardır.

Hussain ve ark. (1990), kök boğazı yanıklığı hastalığından korunma yollarını;

- Sağlıklı bitkilerden alınan sağlıklı tohumları kullanmak,
- Tohumlara ekimden önce 2 g/kg oranında Captan ya da Ridomil M.Z. uygulamak

- Dikimden önce fidelere % 0.1 konsantrasyonunda Ridomil M.Z. uygulamak.
- Sırta dikim yapmak
- Hastalık görüldüğünde bitkilere % 0.2 oranında Ridomil M.Z. uygulamak
- Çapalama ve boğaz doldurma uygulamalarını ihmal etmemek
- Ekim nöbetine dikkat etmek
- Sık ve salma sulama uygulamalarından kaçınmak şeklinde sıralamıştır.

Sonuç olarak sadece bir yöntemin kullanılarak *P. capsici* ile mücadele etmek mümkün gibi görünmemektedir. Hastalıktan arı bitki ile başlayıp, üretim alanının seçimi ile devam eden, toprak sağlığı ve drenaj faktörlerini de barındıran entegre bir mücadele strateji sorunun çözümüne yardımcı olabilir. Dayanıklı çeşit kullanımı en önde gelen uygulamalardan olmalı, kimyasal yöntemlere ise son sırada yer verilmelidir. Kimyasal uygulamalarda en uygun düzey, yöntem ve uygulama zamanı planlanmalı fungusitten en etkin bir şekilde faydalanılmalıdır.

2.3. *P. capsici*'ye Dayanıklılık Çalışmaları ve Dayanıklılık Testleri

Abak ve ark. (1982), kök boğazı yanıklığı etmenine dayanıklı PM 217 genotipi ile hassas Yolo Wonder çeşidini melezlemişler ve elde ettikleri melezlerden 27 adet dihaploid hat geliştirmişlerdir. Elde ettikleri bu genotipleri etmene karşı dayanıklılığın kökten ve gövdeden farklı genler tarafından kontrol edilmediğini ortaya koymak üzere kullanmışlardır. Bu amaçla orta düzeyde saldırgan bir izolat olan S101'i kullanmışlar, kökten inokulasyon ile gövdeden inokulasyon arasında yüksek düzeyde bir ilişki belirlemişlerdir. Bununla birlikte bulgularına dayanarak dayanıklılığın kısmen farklı organlara özel olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Abak ve Pochard (1982), *P.capsici*'ye kısmi dayanıklılık gösteren 8 hattı Türkiye'den toplanan 12 izolatla testlemiş ve T2 ve T10 olarak isimlendirdiği izolatların Fransa'nın agresif izolatı S 197'den daha agresif olduğunu belirtmişlerdir. PM 217 genotipinin dayanıklılık çalışmasında kullanılabileceği üzerinde durmuşlardır. Etmenin Meksika orijinli SCM genotipinde gösterdiği nekroz ilerleme

hızını, PM 217'dekinden daha düşük gözlemişler, SCM genotipinde görülen toplam nekroz uzunluğunun daha düşük olmasını ilgi çekici bulmuşlardır.

Pochard ve Daubeze (1982), PI 201234 genotipinden geliştirdikleri PM 217 genotipini, Phyto 636 genotipini *P. capsici*'ye dayanıklılıkları bakımından iki Meksika orijinli genotiple L29 ve SCM (Serrano tipindeki Criollo de Morelos 334) karşılaştırmışlardır. Denemelerini 22 santigrat derece ve 32 santigrat derece olmak üzere iki farklı sıcaklıkta yürütmüşlerdir. Oldukça saldırgan S73, 107 ve 197 izolatlarını kullandıkları çalışmalarında PM 217 genotipinin hastalığı kabul etmeme konusunda direndiğini, ilerleyen günlerde stabilitesini koruduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte L29 ve Phyto 636 genotiplerinin dayanıklılıklarının stabil olmadığını gözlemişlerdir. Denemelerinde yer alan Meksika orijinli genotiplerin Fransa'dan izole edilen en saldırgan izolatlara kayda değer dayanımlar gösterdiklerini belirlemişlerdir.

Cristinzio ve Saccardo (1982), Yolo Wonder çeşidine 7000 Rads düzeyinde Gama ışınımı uygulamışlar ve 941 M1 generasyonundan elde ettikleri 10000 M2 generasyonunda kök boğazı yanıklığı etmenine dayanıklılık aramışlardır. Saksı denemesi olarak yürüttükleri çalışmalarında inokulasyonları 2-4 yapraklı dönemde uygulamışlar 115 bitkide etmene hassasiyet gözlemlememişlerdir.

Sotirova ve Daskalov (1983), yabani biber formlarında kök boğazı yanıklığı etmenine dayanıklılığın bulunduğunu ancak dayanıklılığın kültür çeşitlerine aktarılmasının zaman aldığını bildirmiştir. Bu durumu ortadan kaldırmak ve kısa sürede dayanıklı bir genotip elde etmek amacı ile mutasyon ıslahından yararlanmayı düşünmüşlerdir. 6000, 8000, 10000 ve 12000 rad düzeylerinde gama ışınımı kullanarak Kourtovska kapiya biber çeşidinde mutasyonlar oluşturmuşlardır. Elde ettikleri mutanlara 3-4 yapraklı dönemde etmen bulaştırmış 8000 ve 10000 düzeylerinde en yüksek dayanıklılık oranını elde etmişlerdir. M5 generasyonuna kadar çalışmalarını sürdürmüşler ve sonuç olarak 10 adet dayanıklı hat geliştirmeyi başarmışlardır.

Pesti ve Niemi (1984), dış kaynaklı izolatları kullanarak ellerindeki dayanıklılık kaynaklarını ve genotipleri test etmişlerdir. Çalışmalarında S 197 izolatının oldukça saldırgan olduğunu, P 51 ve HP 2258'in % 100, L 29 ve PI

201232'nin % 96.7, Criollo de Morelos 334'ün % 90, PM 217= PI 201234'ün % 56.6, Yolo Wonder Y'nin % 33.3, PI 123469' un % 26.6, PH 28'in %20, SZ-20'nin % 6.6 oranında dayanım gösterdiklerini belirlemiş bütün Macar biber genotiplerini etmene hassas olarak nitelendirmişlerdir.

Choi ve Pae (1984), Wonkyo 306 çeşidinin farklı izolatlara dayanım gösterdiğini belirtmiş, geliştirdikleri çeşidin bazı virüs hastalıklarını da tolere edebildiklerinden bahsetmiştir.

Gil Ortega ve ark. (1985 b), etmene dayanıklılıkta bitki yaşının önemli olmadığını ancak çeşitler ile süspansiyon konsantrasyonu arasında bir ilişkinin var olduğunu belirlemişlerdir. Düşük konsantrasyonlarda duyarlı INIA 224 çeşidinin 1/3 oranında, orta ve yüksek konsantrasyonlarda ise tüm bitkilerin öldüğünü gözlemlemişlerdir. 450 ml saksılarda yetiştirilen bitkilerde 300000 zoospor/ml konsantrasyonunun dayanıklılığı hızlı bir şekilde belirlemede kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Gil Ortega ve ark. (1985 c), izolatlar ile çeşitler arasında ilişki bulunmadığını ancak sıcaklık ile çeşitler arasında bulunan ilişkinin önemli olduğunu belirlemişlerdir. Bunun nedenini ise farklı izolatların farklı sıcaklıklarda gelişmelerinin aynı olmamasına bağlamışlardır.

Cristinzio ve Saccardo (1985), M5 generasyonunda elde ettikleri ve 704 olarak isimlendirdikleri hattı İtalya'nın farklı bölgelerinden izole edilen farklı saldırganlık düzeyine sahip 6 izolat ile test etmişlerdir. Yolo Wonder'dan geliştirdikleri bu hattı yine Yolo Wonder ile karşılaştırmışlar genotipin yatay bir dayanıklılık sergilediğini ileri sürmüşlerdir.

Choi ve ark. (1985), Kore'nin farklı bölgelerinden elde ettikleri 11 izolat ile Kore'nin yerel çeşitlerinin dayanıklılıklarını test etmişlerdir. Çalışmalarında dayanıklılığın kalıtımını da incelemişler, Kore çeşitlerinde dayanıklılığın bir ya da birkaç dominant gen ile yönetildiğini savunmuşlardır.

Cristinzio ve D'Ambrosio (1987), CMV, PVX ve PVY virüsleri ile bulaşık bitkilerin kök boğazı yanıklığı etmenine karşı daha duyarlı olduklarını, TMV virüsünün ise duyarlılığı azalttığını belirlemişlerdir.

Milkova ve ark. (1988), türler arası melezleme yolu ile elde ettikleri 151-1 hattını ve kök boğazı yanıklığı etmenine dayanıklı P-51 hattını melezleme programına almışlardır. Geriye melezleme metodunu kullandıkları çalışmalarında kapyra tipinde, 14-16 cm uzunluğunda, 4-5 cm genişliğinde, 60-80 g/meyve ağırlığında, koyu yeşil renkli ve tatlı meyvelere sahip, 70-80 cm boylanan “Phytostop” çeşidini geliştirmişlerdir. Bu çeşidin *P. capsici* ve *Verticillium albo-atrum* etmenlerine yatay bir dayanıklılık gösterdiğini belirten araştırmacılar, geliştirdikleri çeşidin 3.5-4.0 mm meyve eti kalınlığına sahip olduğunu yayınlamışlardır.

Liu ve ark. (1988), Çin’in Hunan, Jiangsu ve Shaanxi eyaletlerinde elde ettikleri izolatlarla gen havuzlarındaki 1079 hattı kök boğazı yanıklığına karşı test etmişlerdir. Bunlardan 60’ını dayanıklı, 292’sini tolerant, 650’sini duyarlı ve 77’sini yüksek düzeyde duyarlı olarak belirlemişlerdir.

Daubeze ve ark. (1990), CM334 x Yolo Wonder melezinden gelen 30, TAT x CM334 melezinden gelen 38 dihaploid hattı TMV ve *P. capsici*’ye dayanımları bakımından düşük ve yüksek sıcaklık koşullarında gözlemlemişlerdir. Çalışmaları sonucunda CM334’te TMV’ye karşı bulunan dayanıklılığın tek genle idare edildiğini, dayanıklılığın yüksek sıcaklık koşullarında da devam ettiğini fark etmişlerdir. *P. capsici* etmenine dayanıklılık ile TMV’ye dayanıklılığın genetik olarak birbirine bağlı olmadığı sonucuna ulaşmışlardır.

Boiteux ve ark. (1993) *C. chinense* türüne giren PI 159236 hattının *P. capsici* ve TSWV etmenlerine aynı anda dayanım gösterdiğini ve bu amaçlarla genitör olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Barksdale ve ark. (1984), bazı PI (Plant Introduction) hatlarının *P. capsici* etmenine dayanıklılıklarını ortaya koymuştur. Çalışmaları sonucunda PI 201232 ve 201234 hatlarının etmene yüksek düzeyde dayanıklılık gösterdiğini belirlemişlerdir. Dayanıklılığın kalıtımını araştırdıkları çalışmalarında Fyuco ve P51 dayanıklı genotiplerini aralarında ve hassas California Wonder çeşidi ile mezlemişlerdir. Hassas hat melez kombinasyonunda kendilemeler ve geriye mezlemeler yapmışlar, bu kombinasyonların hastalığa tepkilerini irdelediklerinde dayanıklılığın dominant bir gen ile yönetiliyor gibi görülmesine karşın bu hipotezi doğru olarak kabul

etmemişlerdir. Bunun nedenini F₁, F₂ ve geriye melez generasyonlarında hassas genotiplerin ortaya çıkmasına, F₃ generasyonun sonuçlarının ise bu hipotezi hiçbir şekilde güçlendirecek sonuçlar göstermemesine bağlamışlardır. Bunun yanında birkaç modifiye edici genden bahsetmişler, bu durumun çevre koşullarından etkilenebilen düzensiz bir dominantlık nedeni ile de olabileceği görüşünü ileri sürmüşlerdir. “Dayanıklı x dayanıklı” melezlerinden elde ettikleri sonuçlara göre Fyuco ve P51’in etmene dayanıklılık bakımından benzer genetik sisteme sahip olabileceğini, bu bireylerden elde edilen generasyonlarda dayanıklılığın aşılmasını test süresinin uzamasına ve yoğun inokülasyona bağlamışlardır.

Riley ve Bosland (1995), PBC408 genotipinin *Verticillium* solgunluğu ve kök boğazı yanıklığı hastalığına aynı anda dayanım gösterdiğini bildirmiş ve makalesinde *C. ciliatum* ile ilgili enterasan bir bilgiye yer vermiştir. Bu türün hiçbir *P. capsici* izolatından az da olsa etkilenmediğini ifade etmiştir. *Capsicum* cinsinin aksine n=13 kromozom içeren bu türün etmenin konukçusu olmadığını ileri sürmüş, bu durumun daha önce öne sürülen bu türün *Capsicum* cinisine girmediğine ilişkin hipotezleri destekleyebileceğine işaret etmiştir.

Wang ve Wang (1996), 4 X 4 yarım diallel genetik analizi ile kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklılığın kalıtımında eklemeli ve dominant öğeleri ortaya koymaya çalışmışlardır. Dominant öğelerin eklemeli öğelerden daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Hastalık indeks değerleri bakımından yüksek dominansdan bahsetmiş, *P. capsici*'ye dayanıklılıkta heterozis gücünün kullanılabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Galmarini (1997), Arjantin’de sulanan alanlarda *P. capsici*'nin en önemli sorunlardan birini olduğunu bildirmiştir. *P. capsici* Leon. etmenine dayanıklı genotipleri ve orijinlerini şu şekilde sıralamıştır.

FYUCO INTA	PI 20132 ve PI 201234
LUNGO INTA	Fyuco populasyonu
CALAFYUCO INTA	PI 20132 ve PI 201234
DON HUMBERTO INTA	Calafyuco INTA populasyonu

Ribeiro ve ark. (1997), Embrapa-Hortalivas koleksiyonundaki 81 genotipi çimlenmeyi takip eden 15. günde CNPH 02 *P. capsici* izolatı ile hastalandırmıştır.

CNPH 148, 173 ve 192 genotiplerini sırasıyla dayanıklı, kısmi dayanıklı ve hassas genotipler olarak kontrol amaçlı kullanmışlardır. İnokulasyonu takip eden 4. ve 8. günlerde ölen bitki oranlarını kaydetmişlerdir. Birçok genotipin %40'dan daha az ölüm oranına sahip olduğunu CNPH 1393, 2171, 2174 ve 2176 genotiplerinin en az dayanıklı kontrol olarak kullandıkları CNPH 148 genotipi kadar dayanıklı bulmuşlardır.

Alegbejo ve Erinle (1999), Nijerya'da 2230 hattını dayanıklı, 2289, 2284, 3289 ve 2227 hatlarını orta düzeyde dayanıklı bulurlarken, L-5962 hattını tamamen duyarlı olarak belirlemişlerdir.

Fernandez-Pavia ve Liddell (1999), CM-334 ve NM-6-4 genotiplerini karşılıklı anaç ve kalem olarak kullanmışlar, elde ettikleri aşılı genotiplerin tepkilerini aşılama yapmadıkları kontrollerle karşılaştırmışlardır Bu amaçla her bitkiye kökten 500.000 yapraktan 250.000 zoospor uygulamışlardır. CM334'ün kalem olarak kullanımında bitkinin kök boğazı yanıklığına duyarlı olduğunu, CM334'ün anaç olarak kullanıldığı durumlarda ise yaprak yanıklığı belirtilerinin gözlemlendiğini belirlemişlerdir. CM334 genotipinin hem aşı hem de kalem olarak kullanıldığı durumlarda lezyonlara rastlamamışlardır. *P. capsici*'ye dayanıklılıkta yapraklardan köklere ya da köklerden yapraklara dayanıklılıkla ilgili herhangi bir maddenin taşınmadığını ortaya koymuşlar, yapraktan dayanıklılıkla kökten dayanıklılığın farklı genler tarafından yönetildiği sonucuna ulaşmışlardır.

Ribeiro ve ark. (2003), 1998 – 2001 yılları arasında 363 *Capsicum* genotipini (245 *C. annum*, 42 *C. baccatum*, 36 *C. chinense*, 28 *C. frutescens* ve 12 yabani tür) kök boğazı yanıklığına duyarlılıkları bakımından test etmişlerdir. CNPH 08 *P. capsici* izolatını fungal materyal olarak kullandıkları çalışmalarında 5×10^4 zoospor yoğunluğundaki süspansiyondan bitki başına 3 ml uygulamışlardır. Uygulamayı çimlenmeyi takip eden 40. günde gerçekleştirmişlerdir. İnokulasyondan 7-15 gün sonra ölen bitki oranlarını kaydetmişlerdir. %75 ile %100 arasında dayanıklılık gösteren genotipleri dayanıklı olarak kabul etmişler, bu genotiplerin toplam genotiplere oranlarını % 2.7 olarak belirlemişlerdir.

Thabuis ve ark (2003), *P. capsici*'ye dayanıklılık bakımından birbirinden farklı genetik temele sahip bireyler üzerinde çalışarak, dayanıklılığın kalıtımını açıklamaya

çalışmıştır. Beşinci kromozom üzerinde bulunan genin üç genotipte de dayanıklılığı önemli ölçüde açıkladığını, onuncu kromozom üzerindeki genin ise Vania ve Perennial gibi genotiplere özel olduğunu belirlemiştir. Diğer QTL'lerin melezlere özel geliştiğini bildiren araştırmacılar, tek bir genin kalıtımda önemli paya sahip olduğunu, orta düzeyde dayanıklılık sağlayan birçok genin bu gene eşlik ettiğini bildirmişlerdir. Eklemeli etkilerin Perennial'de beş genin etkisi ile oluştuğunu, CM334'te dayanıklılığın daha da karmaşıklaşarak eklemeli etkiye sahip 9 bölgenin etkisi ile ortaya çıktığını belirtmişlerdir. Gen bölgelerinin birbirleriyle dayanıklılığı sağlama bakımından etkileşim içinde bulduklarını, bu etkileşimin eklemeli, epistatik veya her iki şekilde kendini gösterdiğini ifade etmişlerdir. Dayanıklılığı sağlayan genlerin genellikle dayanıklı bireylerden geldiğini bununla birlikte hassas bireylerden de dayanıklılığı sağlayan genlerin generasyonlara geçişinin azımsanamayacak kadar çok olduğunu rapor etmişlerdir.

Aristotle, Brigardier, California Wonder, Emerald Isle, King Arthur ve Paladin biber çeşitlerinin arazide kök boğazı yanıklığına dayanıklılıklarının belirlendiği bir çalışmada, Babadoost ve Islam (2004), etmenle doğal olarak bulaşık bir alan kullanmışlardır. Bitkileri damla sulama sistemi ile gün aşırı sulamışlar Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında solan ve ölen bitkileri kaydetmişlerdir. Araştırmalarının sonucunda *Phytophthora* lezyonlarının dikimi takip eden 10. günden itibaren görüldüğünü, lezyon gelişiminin ardından yaprak dökülmelerinin, solmaların ve ölümlerin meydana geldiğini gözlemlemişlerdir. Arazide belirti göstermeyen bitki oranının % 0 ile % 80 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Brigardier, California Wonder ve King Arthur çeşitlerini oldukça hassas görülürken Paladin'in en dayanıklı çeşit olduğunu belirtmişlerdir.

Türkmen ve Abak (2005), ebeveyn olarak RP40xQ, HD324, PM702, Kandil, PM217, HDA337, HDH23 ve Vil33 biber genotiplerini kullandıkları çalışmalarında *P. capsici* Leon.'ye dayanıklılıkta heterozis etkisini araştırmışlardır. Yaptıkları diallel melezlemelerle elde ettikleri hibritleri kesik gövde ucu yöntemi ile etmenle bulaştırmışlar, dayanıklılığı belirlemede son nekroz uzunluğunu dikkate almışlardır. Ebeveynlerde son nekroz uzunluğunu ortalama 102.3 mm olarak bulurlarken, hibritlerde ortalama 110.1 mm olarak belirlemişlerdir. Bu durumda ortalama %7.73

negatif heterozis etkinin belirlendiğini, etmene dayanıklılıkta 23 hibritte negatif heterozis görülürken 5 hibritte bu etkinin pozitif olduğunu bildirmişlerdir. Sonuç olarak, dayanıklı çeşit oluşturmada tek bir dayanıklı ebeveynin yeterli olmadığı görüşünü savunmuşlardır. Birden fazla genle dayanıklılığın yönetildiği düşünülen etmene dayanıklılığın aktarılmasının, melezlemelerle kolaylıkla başarılamayacağı sonucuna ulaşmışlardır.

Göçmen ve Abak (2005), örtü altı yetiştiriciliğinde kullanılan bazı hibrit biber çeşitlerinin farklı bölgelerden izole edilen izolatlara karşı dayanıklılıklarını belirlemek amacı ile bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmalarında, 10 adet ticari hibrit biber çeşidi ile BATEM biber ıslah programıyla geliştirilen 3 çeşit aday ve kontrol olarak seçilen iki genotipi (*P.capsici*'ye duyarlı Sera Demre ve dayanıklı PM-702) materyal olarak kullanmışlardır. Bu genotipleri Çakallık, Top-1, Batı Akdeniz ve PWB-24 izolatları ile bulaştırmışlardır. Kesilmiş gövde ucu testini kullandıkları çalışmalarında inokülasyonu izleyen üç hafta boyunca (3, 7, 10, 14, 17 ve 21. günler) bitkilerdeki hastalık gelişimi takip etmişlerdir. Yaptıkları çalışma sonucunda; Sirena, Amazon ve Ponie hibrit çeşitlerinde hastalığa karşı bir savunma mekanizmasının oluştuğunu ancak bu tepkinin hastalığın ilerlemesini durduramadığını gözlemlemişlerdir. Bu durum göz önüne alındığında diğer ticari ve aday hibrit çeşitlerine göre hastalık ilerlemesinin daha yavaş olmasına karşın, tüm hibrit çeşitlerin ve adayların *P.capsici*'ye karşı duyarlı oldukları sonucuna ulaşmışlardır.

Quirin ve ark. (2005), OpD04 primerini kullanarak *Phytophthora capsici* Leon. etmenine dayanıklılık gösteren *C. annuum* ve *C. chinense* türlerinde tek bir bant elde etmişlerdir. Bu bantı klonlayarak sekansını belirlemişler ve markör oluşturmuşlardır. Elde ettikleri markörün dayanıklılığı sağlayan altı QTL'den biri olan ve 5. kromozomda yer alan Phyto5.2. ile çok yakın olduğunu belirlemişlerdir. Bu markörü kullanarak açılım popülasyonunu taramışlar ve dayanıklı bireylerin ayırımında kullanılabileceğini görmüşlerdir.

Gilabert ve ark. (2008), acı olmayan kök boğazı yanıklığına hassas Amerikano biber çeşidi ile etmene dayanıklı ve acı CM 334 biber çeşidini melezleyerek morfolojik karakterlerin *P. capsici*'ye dayanıklılık ile olan ilişkilerini ortaya koymaya çalışmışlardır. 166 F₂ ve 50 F₃ bitkisinden elde ettikleri veriler

doğrultusunda nekroz uzunluğu ile yaprak genişliği, meyve çapı ve dallar üzerindeki tüylülük durumu arasında doğrusal bir ilişki saptamışlardır. Acılığın dayanıklılıkla herhangi bir ilişkisi olmadığı sonucuna ulaşmışlardır.

Kim ve ark. (2008), *P. capsici* Leon. etmenine dayanıklılığın QTL ile kontrol edildiğini, bildirmişlerdir. Etmene dayanıklılığa ilişkin QTL haritasını ortaya koymak içine *Capsicum annuum* türüne giren CM334 ve Chilsungcho genotiplerinin melezlenmesi ile elde edilen 100 F₂ bireyi kullanmışlardır. Gen haritasının 202 RFLP, 6 WRKY ve 1 SSR'dan oluştuğunu, 1482.3 cM uzunluğundaki bölgede markörlerin ortalama 7.09 cM. aralıklarla yerleştiğini belirlemişlerdir. Dört QTL bölgesinin etmene dayanıklılığı % 66.3 yansıttığı görüşüne ulaşmışlardır. Bunlardan RFLP olan ikisinden CDI25'in P5 kromozomunda, CT211A'nın P9 kromozomunda yer aldığını belirlemişlerdir. Sekans bilgisini ortaya koymak ve PCR tabanlı markör geliştirmek amacı ile bu iki markör bölgesini CM334'e ait BAC (Bacterial Artificial chromosome) kütüphanesi ile taramışlardır. CDI25 yedi, CT211 ise 8 BAC klonu tanımlamıştır. Prob bölgelerini de içeren 9 pozitif BAC klonu sekanslanmış ve sitogenetik analizler için kullanılmıştır. Pozitif BAC klonlarına ait sekanslar kullanılarak CD125 lokusu için bir adet SNAP (single-nucleotide amplified polymorphism), CT211 lokusu için ise 2 SSR ve 1 CAPS markörü geliştirmişlerdir.

Glosier (2008), dayanıklılığın genetiğinin açıklanmasındaki karmaşıklığın nedenini patojen izolatlar ile konukçu bitkileri genel olarak ifade edebilecek bir populasyonun olmamasına bağlamıştır. On bir biber genotipini ve 34 farklı izolatı kullanarak bir sınıflandırmaya gitmiştir. Türkiye'den de izolatların bulunduğu çalışmasında, izolatların her iki uyum tipini de barındırdığını belirtmiştir. Çalışması sonucunda izolatların 14 fizyolojik ırk olarak karakterize etmiştir. Bu 14 fizyolojik ırkın hastalık yapma güçleri bakımından coğrafi bölgelere bağımlı olmadıklarını ifade etmiştir. Bu ırklardan hiçbirinin hastalandırmadığı genotiplerin bulunduğu gibi hepsinin hastalandırdığı genotiplerin de var olduğunu belirtmiştir. Yalnız bir ırkın hiçbir genotipi hastalandırmaması bulgusunu önemli olarak nitelendirmiştir. Bu bulgunun biberde dayanıklılık geni ile etmende avirüllenslik geninin aranmasının faydalı olabileceği yönünde görüş bildirmiştir.

Biber genotiplerinin *P. capsici*'ye tepkilerinin belirlendiği çalışmalarda etmenle bitkiyi bir araya getirmek için farklı yöntemler kullanılmaktadır. Genetik çalışmaların dışında farklı uygulamaların etmenin hastalık oluşturma kabiliyeti üzerine etkilerinin belirlendiği çalışmalarda da hastalık testi yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu amaçlarla kök boğazı hastalığını test etmek üzere birçok yöntem geliştirilmiş, bu yöntemler birbirleriyle kıyaslanmış ve yöntemlerin olumlu ve olumsuz yanları ortaya konulmuştur.

Pochard ve Chambonnet (1971), misel disklerini kestikleri biber fidelerinin tepesine yerleştirmişler ve kök boğazı yanıklığının gövdede aşağı yönde oluşturdukları nekrozları ölçmüşlerdir. Bu testin esas hastalık etmeni misellerinin bitki gövdesindeki ilerleme hızına dayanmakta ve konukçu-patojen ilişkisinde 3 farklı basamakta kantitatif değerlendirme imkanı sunmaktadır. İlk üç gün hastalığın ilerlemesi patojenin konukçu tarafından kabulüne, 3-10. günler arası patojenin bitkide gelişme hızına 14-21 gün arasındaki ilerleme hızı dayanıklılığın devamına işaret eder.

Gil Ortega ve ark. (1984), Pochard ve Chambonnet (1971), tarafından geliştirilen kesilmiş sürgün ucu testinin bazı olumsuz yanlarının bulunduğunu, bunlardan birinin misel diski içerisindeki inokulum konsantrasyonunun farklı olmasından dolayı genotiplerin dayanıklılıklarının varyasyon göstermesi olduğunu iddia etmiştir. Bu durumu ortaya koymak ve olumsuzlukları gidermek maksadı ile yeni bir yöntem üzerinde durmuştur. Bu amaçla misel diskleri üzerine iki farklı yoğunlukta 22.400 ve 6000 zoospor içeren damlacıklar ilave etmiştir. Dört farklı çeşit kullanarak hipotezini test etmiştir. Çalışması sonucunda geliştirdiği yöntem ile misel diski yöntemi arasında farklılıklar elde etmesine rağmen dayanıklılıkta meydana gelen varyasyonların yöntemlerden çok bibelerin genetik farklılığından kaynaklandığını kabul etmiştir.

Kim ve ark. (1989), *P. capsici*'ye farklı düzeylerde dayanım gösteren sekiz biber genotipini denemeye almışlardır. Genç bitkilerin yaşlı olanlara göre etmene karşı dayanıklılıklarının düşük olduğunu ve yüksek düzeyde uygulanan inokulumun bazı dayanıklı bireylerde hastalık belirtileri oluşturabildiğini bildirmişlerdir. Etmenle

bitki yaşının arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde kökten inokülasyon yöntemini uygulamayı daha güvenilir bulmuşlardır.

Bosland ve Lindsay (1991), *Phytophthora* yanıklığına dayanıklı biber genotiplerini belirlemek için hızlı bir yöntem geliştirmişlerdir. Yöntemle dayanıklı olarak seçilen genotiplerin meyvelerini olgunlaştırana kadar dayanıklılıklarını sürdürdüklerini bildirmişlerdir. Geliştirdikleri bu yöntemin tohumların çimlenmesini takip eden 14. günden sonra uygulanabildiğini, özellikle geniş bitki populasyonlarının ve açılan genetik materyallerinin taranmasında kolaylıklar sağladığını bildirmişlerdir.

Kim ve Hwang (1992), hastalık oluşturma yeteneği yüksek izolatların dayanıklılık çalışmalarında kullanılması durumunda kökten bulaştırma ve kesilmiş gövde ucu yöntemlerinin kullanılmasını önermişlerdir. Zayıf hastalık oluşturma yeteneğine sahip izolatların kullanılması durumunda yapraklardan inokülasyonun daha uygun olduğunu vurgulamışlardır.

Alcantara ve Bosland (1993), *P. capsici*'nin neden olduğu yaprak yanıklığını biber bitkilerinde gözlemek üzere bir yöntem geliştirmişlerdir. Bu yöntemde 6-8 haftalık fidelerin yaprakları üzerine 5000 zoospor/ml yoğunluğundaki solüsyondan 100-200 mikrolitre ilave etmiş ve fideleri içerisinde nemlendirme ünitesi olan plastik tünellere yerleştirmişlerdir. Yüksek nem içeren bu tünellerde birçok genotipi yaprak yanıklığına karşı hızlı bir şekilde test etmeyi başarmışlardır. Araştırmalarında dayanıklı genotip olarak yer verdikleri CM334'ün herhangi bir hastalık belirtisi göstermediğini bildirmişlerdir.

Biles ve ark. (1995), biber meyvelerini zoospor süspansiyonuna daldırma ve meyve üzerine süspansiyon damlatma tekniklerini kullanmışlar, daldırma tekniğinin meyvelerin dayanıklılığını değerlendirmede daha uygun olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Hastalığın 27 santigrat derecede yoğun olarak geliştiğini bildirmişler inokülasyon miktarı arttıkça hastalığın görülme oranının arttığını gözlemlemişlerdir.

Baral ve ark. (2004), biber bitkilerinin tümünde hastalığı gözlemek yerine yapraklara etmeni uygulayarak hastalığı test etmek üzere bir yöntem geliştirmeye çalışmışlardır. Kök boğazı hastalığına dayanıklılığı 7-12 gün yerine 3 günde test etmeyi amaçlayarak kurdukları denemelerinde dayanıklılığı birçok kaynaktan

belirtilen CM334 ile birlikte duyarlı genotiplerden Early Jalapeno çeşidini kullanmışlardır. Oldukça saldırgan bir *P. capsici* Leon. izolatu olan PWB-24'e yer verdikleri çalışmalarında 227 genotip kullanmışlardır. Dayanıklı gördükleri 146 bitkiyi yaprak uygulamalarında hassas bulduklarını, 131 duyarlı görülen bitkinin 28'inde ise yapraklarda lezyonların oluşmadığını belirlemişlerdir. Sonuç olarak biberde kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklılık çalışmalarında bu yöntemin kullanışlı olamayacağı kararına varmışlardır.

Lee ve ark. (2001), hastalığın şiddetinin inokulum miktarına bağlı olarak artış gösterdiğini bildirmiştir. Kore'nin biber çeşitlerinden Danmatmaetdol'u oldukça dayanıklı bulmuşlar ve ekonomik olarak kullanılabilir bir çeşit olduğunu belirtmişlerdir. Kabaklarda yaptıkları çalışmalarda kökten ve gövdeden yapılan inokulasyonların, yapraktan inokulasyonlara göre daha güvenilir olduğunu vurgulamışlardır.

2.4. Biberlerin Yapısında Bulunan Fonksiyonel Bileşikler

Biber meyveleri bünyelerinde suyun dışında yağ, uçucu yağ, pigmentler, acılık veren maddeler, resin, protein, selüloz, pentozanlar, mineral maddeler bulundurlar. Taze meyveleri önemli miktarlarda B, C, E ve provitamin A içerir. Bazı çeşitlerdeki C vitamini miktarı 340 mg/100g'a kadar çıkabilir.

Capsicum annuum zengin bir vitamin kaynağıdır. Acılığa meyvenin plasentasında bulunan ve kapsaisinoid adı verilen bir grup vanilamid neden olur. Kapsantin ve kapsorubin gibi karotenoidler meyvede kırmızı rengin oluşmasından sorumludur. Uçucu yağlardan en önemlisi 2-metoksi-izobutil pirazindir ve taze meyvenin aroma kaynağıdır. Taze biber zengin bir C vitamini kaynağıdır. Macar bilim adamı Dr. Szent Gyorgyi bu vitamini izole ederek 1937 yılında Nobel ödülünü kazanmıştır (Anu ve Peter, 2000'den). Çizelge 2.1'de dünyada üretilen baharat biberde bulunan besin öğeleri verilmiştir.

Çizelge 2.1. Baharat kırmızı biberde bulunan besin öğeleri (100g) (Anu ve Peter 2000'den)

Besin Öğeleri	USDA	ASTA
Su (gram)	9.54	7.00
Enerji (Kcal)	289.00	390.00
Protein (gram)	14.76	14.00
Yağ (gram)	12.95	10.40
Karbonhidrat (gram)	55.74	60.30
Kül (gram)	7.02	8.60
Kalsiyum (gram)	0.17	0.20
Fosfor (mg)	345.00	300.00
Sodyum (mg)	34.00	20.00
Potasyum (mg)	2.34	2.40
Demir (mg)	23.59	23.10
Thiamin (mg)	0.64	0.60
Riboflavin (mg)	1.74	1.36
Niasin (mg)	15.32	15.30
Askorbik asit (mg)	71.12	59.00
Vitamin A aktivitesi (RE)	6060.00	5800.00

2.4.1. Kapsaisinoidler

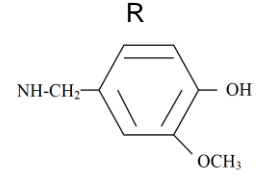
Biberde bulunan acılık maddeleri ilk olarak Thresh (1846), tarafından ekstarkte edilmiş ve kapsaisin olarak isimlendirilmiştir.

Kapsaisinoidler *Capsicum* cinsi içerisinde acılığa neden olan ve önemli bir kalite kriteri olarak nitelendirilen kimyasal bir bileşiktir. Kapsaisin, dihidrokapsaisin, nor dihidrokapsaisin, norkapsaisin, homokapsaisin, nornorkapsaisin ve homodihidrokapsaisin olmak üzere yedi farklı madde kapsaisinoidlerin en önemlileridir (Greenleaf, 1986; Collins ve Bosland, 1994). Kapsaisin ve dihidrokapsaisin biber meyvesinde yüksek düzeyde oluşan başlıca kapsaisinoidlerdir. Geri kalan bileşikler meyvede az düzeyde bulunur ve minör kapsaisinoidler olarak nitelendirilirler. Bu bileşikler ıslah çalışmalarıyla ön plana çıkarılarak, biberlerde acılığın yalnızca miktar olarak değil tip olarak da sınıflandırılabilceği düşünülebilir (Collins ve Bosland, 1994).

Çizelge 2.2’de ise Anu ve Peter (2000), tarafından biberde bulunduğu bildirilen kapsaisinoidlerin kimyasal yapıları ve isimleri verilmiştir.

Çizelge 2.2. *Capsicum* türlerinde tanımlanan kapsaisinoidler (Anu ve Peter, 2000)

Kimyasal Yapısı	Adı
$(CH_3)_2.CH.CH=CH.(CH_2)_4-CO-R$	Kapsaisin
$(CH_3)_2.CH.(CH_2)_6-CO-R$	Dihidro-kapsaisin
$(CH_3)_2.CH.(CH_2)_5-CO-R$	Nordihidro-kapsaisin
$(CH_3)_2.CH.(CH_2)_9-CO-R$	Homodihidro-kapsaisin
$(CH_3)_2.CH.CH=CH.(CH_2)_5-CO-R$	Homokapsaisin
$(CH_3).(CH_2)_7-CO-R$	Nonanoik asit vanillamid
$(CH_3)(CH_2)_8-CO-R$	Decanoik asit vanillamid



Nazeer ve ark. (1982), Perennial (acı) ve Koloscai E-15 (tatlı) biber genotiplerini kullanarak acılığın kalıtımını araştırmış, özelliğın dominant karakter gösterdiğini ifade etmiştir.

Bajaj ve ark. (1983), çok acı olmayan biber gen havuzlarının kimyasal bileşimlerini incelemişler, Kaloscai E-15 ve S27 genotiplerinin % 0.03 düzeyi ile oldukça düşük kapsaisin içeriğine sahip olduğunu belirlemişlerdir. Çalışmalarında en yüksek kapsaisin miktarını % 0.1 ile H-6 çeşidinin içerdiğini bildirmişlerdir.

Collins ve Bosland (1994), *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. cardenasii*, *C. chacoense*, *C. chinense*, *C. frutescens*, *C. pubescens* ve *C. tovari* türlerini içeren 300’den fazla genotipi major ve minör kapsaisinoidler bakımından analiz etmişlerdir. Neredeyse tüm *Capsicum annuum* türüne giren genotiplerin tamamında en fazla bulunan acılık maddesinin kapsaisin olduğunu, bununla birlikte Tayland orijinli iki genotipte dihidro-kapsaisinin baskın kapsaisinoid olarak yer aldığını belirlemişlerdir.

Ishikawa ve ark. (1998), kapsaisinoidlerin % 99 oranında meyvenin plasenta kısmında yer aldığını bitkinin diğer kısımlarında yer alan miktarın çok az olduğunu belirlemişlerdir.

Zewdie ve ark. (1998), daha önce diğer *Capsicum* türlerinde kapsaisinin ikinci sırada yer alabildiğini, ancak *Capsicum pubescens*'te bu durumun ilk kez rapor ettiklerini bildirmişlerdir. Ele aldıkları hatların kapsaisinoid içeriklerini Çizelge 2.3. de gösterilen miktarlarda bulmuşlardır.

Çizelge 2.3. *C. pubescens* hatlarının kapsaisinoid içerikleri (ppm) (Zewdie ve ark. 1998)

Hatlar	NND1	ND	CAP	DC	ISO	HD
NMCA 80058	51	128	116	174	356	160
PI 585277	46	138	157	93	450	178
NMCA 80049	163	1228	1691	2743	85	54
NMCA 88062	303	1040	748	1906	124	46
NMCA 80065	508	323	664	507	40	42

NND1 Nornordihidro-kapsaisin; ND Nordihidro-kapsaisin CAP Kapsaisin Dihidro-kapsaisin ISO Dihidro-kapsaisin izomeri HD Homodihidro-kapsaisin

Birçok *C. pubescens* türüne giren genotipin de dihidro-kapsaisin bakımından daha zengin olduğu bulgusuna ulaşmışlardır. Bazı genotiplerde nordihidro-kapsaisinin, kapsaisini geçerek ön plana çıktığını ve böyle bir durumun daha önce rapor edilmediğini bildirmişlerdir. *C. cardenasii* türüne giren bir genotipin en az kapsaisin içeriği kadar norhidro-kapsaisin içerdiğini ilk kez rapor etmişlerdir. *C. pubescens* türlerinde de benzer durumlarla karşılaşmışlardır. Bazı örnekleri LC-MS cihazı ile analiz ederek acılık çalışmalarında daha önce bahsedilmeyen kapsaisinoid benzeri nornordihidro-kapsaisin, homohomodihidro-kapsaisin, tetrahomokapsaisin, trihomodihidro-kapsaisin, ve tetrahomodihidro-kapsaisin maddelerinden ilk kez söz etmişlerdir.

Hazır yemek, konserve ve baharat endüstrisinin gelişmesi ile kırmızı biber üretiminde kullanılmak üzere yapılan biber yetiştiriciliği gelişmeler göstermektedir. Kırmızı ve baharatlık biberin kalitesi gözle görülebilen ve ekstarkte edilebilen kırmızı renk içeriği, acılık düzeyi ve besin değerine bağlıdır. İşlenmiş kırmızı biber ürünlerinin kalitesini arttırmanın birinci yolu bu ürünlerin elde edildiği hammaddenin kalitesini arttırmaktır. Bu amaçla birçok araştırmacı bu özellik bakımından farklılıklar gösteren çeşitler geliştirmişler ve bu özelliğin ortaya çıkmasına etki eden faktörleri araştırmışlardır.

Lindsey ve Bosland (1996), biberlerde bulunan acılık maddelerinin çevre koşullarından oldukça etkilendiğini, yüksek sıcaklıkların ve su stresinin acılık oranını yükselttiğini Cotter (1980) ve Quagliotti (1971)'in bildirişlerine dayanarak ifade etmişlerdir. Acılığın çeşitlere, coğrafik bölgelere hatta aynı çeşit ve çevre koşulları içerisinde bitkiden bitkiye değiştiğini belirlemişlerdir. Numex R Naky çeşidinin dihaploitleştirilmesi ile elde ettikleri bir hattı tek bir çevre şartında yetiştirmişler, bitkilerin 2896 ile 9614 SHU arasında değişen acılık seviyelerine sahip olduklarını belirlemişlerdir. Acılık miktarının önemli olduğu üretimlerde bu değişkenliklerin önüne geçmek için toplam kapsaisinoid içeriği bakımından genotip çevre interaksiyonlarının düşük olduğu bilinen çeşitlerin kullanılmasını önermişlerdir.

Estrada ve ark. (1999), yazın hasat edilen biber meyvelerinin sonbahar döneminde hasat edilenlere göre daha acı olduklarını bildirmişler, bunun nedenini acılık ile sıcaklık ve ışık arasında meydana gelen ilişkilere bağlamışlardır. Acılık ile çevre koşullarındaki etkileşimin yüksek olduğuna ancak hangi faktörün daha etkili olduğunun bilinmediğine değinmişlerdir.

Sathiyamurthy ve ark. (2002), Pusa Sadabahar, Arka Lohit, PKM 1, CHD 8, Ujwala, Punjab Lal, CF 53, KDC 1, CC 3 ve CC 4 ebeveynlerini kullanarak yüksek düzeyde kapsaisin içeren bir hibrit geliştirmeye çalışmışlardır. Bütün hibrit ve ebeveynlerin çiçeklenmeyi takip eden 15. günde kapsaisin içeriklerinde farklılık görülmediğini, 30. günden itibaren farklılıkların oluşmaya başladığını saptamışlardır. Çalışmaları sonucunda Arka Lohit ve CF 53 kombinasyonunda 8750 ppm kapsaisin içeriğine sahip hibrit çeşit geliştirmişlerdir.

Robi ve Sreelathakumary (2004), genotiplerin farklı olgunluk aşamalarındaki kapsaisin içeriklerinin birbirlerinden farklılık gösterdiğini, olgunluk x genotip ilişkilerinin istatistiksel olarak önemli olduğunu kaydetmişlerdir. Kapsaisin içeriklerinin renk değiştirme döneminde % 1.26 ile % 3.02 arasında değiştiğini, kırmızı olum döneminde ise bu oranın % 1.32 ile % 3.18 arasında gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Çalışmalarında CC 3 genotipini en acı genotip olarak açıklamışlardır. Kapsaisinin plasentada sentezlendiğini ve burada biriktirildiğini, meyvenin olgunlaşması ile plasentanın da olgunlaşp kapsaisin içeriğinin arttığını ifade

etmişlerdir. Olgunluğun ileriki dönemlerinde meyvenin su içeriğinde meydana gelen azalmanın oransal olarak kapsaisinde artışa neden olduğunu belirlemişlerdir.

Yazava ve ark. (2004), Tayland orijinli CH-19 Pungent acı biber çeşidinden kendileme ve seleksiyonlar ile CH-19 Sweet biber çeşidini geliştirmişlerdir. Çok az acılık içeren bu çeşidin kapsaisinoid benzeri vanilil alkol ve kapsaisin analogları barındırdığından bahsetmişlerdir. Dihidrokapstat ve norhidrokapstat olarak isimlendirdikleri kapstat homologlarını CH-19 Sweet çeşidinden izole etmişlerdir. Bu tip bileşiklere kapsinoid ismini vermişler, bu bileşiğin kapsaisin sentezine benzer şekilde meydana geldiğini belirlemişlerdir. Tamamen tatlı çeşitlerde bu döngünün var olmadığından bu tip bireylerin kapsinoid içeriklerinin var olamayacağını savunmuşlardır. Denemelerinde yer verdikleri California Wonder, Murasaki ve Shishitoh tatlı biber çeşitlerinde bu maddelerin bulunmadığına işaret ederek tezlerini kanıtlamışlardır. En acı Habanero çeşidinde kapsaisin içeriğini 20069 µg/gDW, kapsinoid içeriğini ise 37 µg/gDW olarak tespit ederlerken, geliştirdikleri CH-19 Sweet çeşidinde kapsaisinin saptanabilecek düzeyde olmadığını, kapsinoid içeriğinin ise 1818 µg/gDW olduğunu belirlemişlerdir. Seleksiyonlarını sürdürerek bu miktarı 7000 µg/gDW' a kadar çıkarmayı başarmışlardır.

Sung ve ark. (2005), acı biber çeşitlerinin kapsaisin içeriği üzerine su stresinin etkilerini araştırmışlardır. Stres koşullarında bazı çeşitlerde kapsaisinin 4.5 kat arttığını bazı çeşitlerin ise kapsaisin içerikleri bakımından stres koşullarına tepkisiz kaldıklarını saptamışlardır.

Constant ve Cordell (1996), sentetik olarak üretilen nonivamid'in *Capsicum* türlerinde doğal olarak bulunduğunu ilk defa belirlemişlerdir.

Samson ve ark. (1997), NIR teknolojisini kullanarak biberlerde acılık ölçümlerinde yeni bir yöntem geliştirmişler bu yöntemin HPLC temelli analizlerle benzer sonuçlar gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu yöntemi zahmetli ekstraksiyon yöntemlerine ve kimyasallara ihtiyaç duymaması nedeniyle avantajlı olarak nitelendirmişlerdir.

Kobata ve ark. (1999), nordihidrokapstat olarak isimlendirdikleri kapsaisin benzeri bir maddeyi acı olmayan CH-19 Sweet biber çeşidinden izole etmişlerdir.

Spektroskopik metodlarla yaptıkları analizlerle bu maddenin yapısının 4-hidroksi-3-metoksibenzil 7-metiloktanoat olduğunu belirlemişlerdir.

Santamaria ve ark. (2000), kapsaisinodleri ve karotenoidleri Puya biber çeşidinden ekstrakte edebilmek için yeni bir yöntem geliştirmiştir. Etil alkol ile ekstraksiyonda kapsaisinoidlerin % 80'ini karotenoidlerin ise % 73 ünü ekstrakte edebilmiş, bazı seçici enzimlerin uygulanmasının ardından kurutulan biberlerde hücre duvarlarının yıkımı nedeniyle bu oranların sırası ile % 11 ve 7% oranında arttığını belirlemişlerdir.

Kapsaisin molekülü birçok çalışmada ağrı giderici olarak rapor edilmiştir. Molekül yapısında bulunan farklı grupların analjezik etki gösterdiği bildirilmiştir. Yapısal olarak üç kısımdan oluşan moleküllerin farklı kombinasyonlarının analjezik etkileri incelenmiş, her üç kısmında analjezik olarak etkisinin olduğu saptanmıştır. Ancak bu etkinin ağız yolu ile alımının etkisinin kısa süreli olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu durumu daha önce yapılan metabolizma çalışmalarında elde edilen bilgiler doğrultusunda molekül yapısında bulunan fenol kısmının çok hızlı bir şekilde glikozitleşmesine bağlamışlardır (Wriglesworth ve ark., 1996)

Axsain, Zostrix gibi ticari olarak enflamasyonları ve nörolojik ağrıları tedavi etme amacıyla preparatların kullanıldığını bildiren Appendino ve ark. (1996), bu preparatların tahriş etkisi nedeniyle tercih edilmediğini ifade etmişlerdir. Bu etkiyi gidermek amacı ile yapısal olarak kapsaisine benzeyen molekülleri kullanmışlar ancak aynı etkiyi tam olarak sağlayamamışlardır.

Christopher ve ark. (1996), Resiniferatoksinin de kapsaisin gibi doğal ve tahriş edici bir bileşik olduğunu, ancak ağrıları dindirme bakımında nöronlara daha hızlı bağlanarak etki gösterdiğini kapsaisindeki aktif amin grubu yerine resiniferatoksinde bulunan homovanillyl C-20 ester grubunun etkili olduğunu belirlemişlerdir.

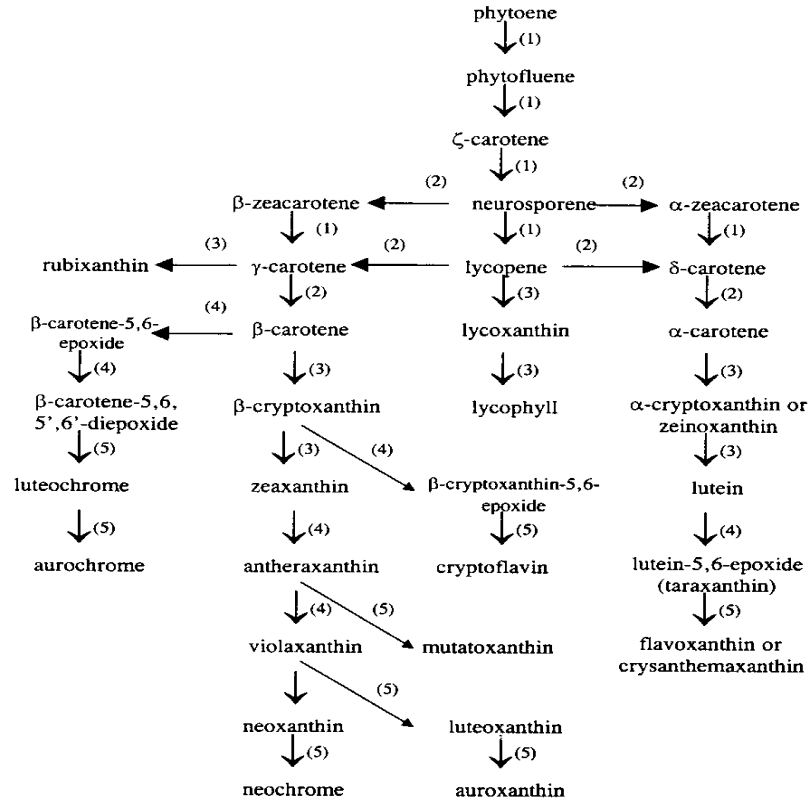
Henderson ve ark. (1999), kapsaisinin antioksidant etkisini melatonin ve butylated hydroxytoluene (BHT) ile lipid hidroperoksidaz ölçümlerini kullanarak karşılaştırmışlardır. Çalışmalarında kapsaisinin antioksidant etkisini melatonininden daha yüksek BHT'den daha düşük bulmuşlardır.

2.4.2. Karotenoidler

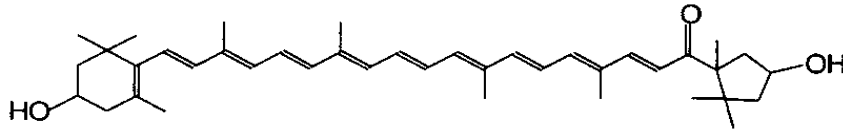
Dünyada pigmentler içerisinde en çok bulunanı hiç şüphe yoktur ki karotenoidlerdir. Bitkilerin yanında, bakteriler, funguslar ve hayvanlar bünyelerinde karotenoidleri bulundurlar. 1831 yılında Wackenroder havuçtan ilk olarak turuncu pigmentleri izole etmiş, latince havuç anlamına gelen carota sözcüğünden karoten ismini türeterek bu maddeye adını vermiştir. Weedon (1971), dünyada yılda üretilen karotenoid miktarını 10^8 ton olarak tahmin etmektedir. Doğada bilinen karotenoid sayısı başlangıçta 11 iken kromatografi teknolojisinin gelişmesi ile günümüzde 650'ye ulaşmıştır (Mínguez-Mosquera ve ark., 2002).

Bitkilerde karotenoidler kloroplast ve kromoplast olarak isimlendirilen plastidler içerisinde bulunurlar. Absorbsiyon spektrumları göz önüne alındığında asıl görevleri fotosistemden kaçan ışık enerjisini toplamak gibi görünse de karotenoidler daha çok çiçek, olgunlaşmış meyve, kök ve yumru gibi yağ bakımından zengin bitki kısımlarında bulunurlar. Gıdalarda bulunan karotenoidler sekiz adet C5 izoprenoidin bir araya gelerek oluşturduğu C40 yapısındaki tetraterpenoidlerdir. (Rodríguez-Amaya, 2001). Genellikle C20 ve C20 olarak iki fitoen halinde bulunurlar. Bu fitoenler zincir reaksiyonları, hidrojen alıp verme, çift bağ taşınımları, molekül zincirinin kısalması veya uzaması, izomerleşme, atomların yer değiştirmesi ve oksijen reaksiyonları gibi tepkimelerle ya da bunların kombinasyonları ile birçok yapıda farklılaşarak yüzlerce karotenoidi oluştururlar (Minguez-Mosquera ve ark., 2002). Şekil 2.1'de bu tepkimelerle oluşan karotenoidlere ve tepkimelere, Şekil 2.2'de ise biberde bulunan ve bu türe özgü karotenoidlere yer verilmiştir.

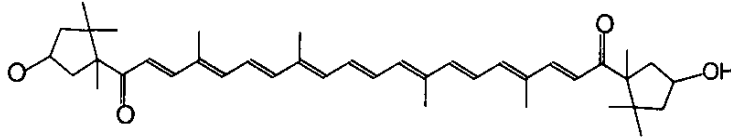
Hidrojen ve karbondan oluşan karotenoidler genellikle karotenoid olarak isimlendirilirken bu molekül yapısı oksijen içerdiğinde ksantofil olarak isimlendirilmektedir. (Rodríguez-Amaya, 2001).



Şekil 2.1. Karotenoid biosentezi 1) desaturasyon 2) zincir reaksiyonları 3) hidroksilasyon 4) epoksidasyon 5) epoksideduranoksit değişimleri (Rodriguez-Amaya, 2001)



Kapsantin



Kapsorubin

Şekil 2.2. Kapsantin ve Kapsorubin'in molekül yapısı (Rodriguez-Amaya, 2001)

Renk ölçümünde spektroskopiye dayanan ölçümlerden biri de ASTA'dır. Bu değer yüksekliği elde edilen ürünün parlak ve pigmentler bakımından zengin olduğunu gösterir. Karotenoidlerin ve diğer volatil bileşiklerin yer aldığı yağimsı bir

karışım olan oleoresinin içerdiği renk miktarının ölçülmesi rengi tanımlamada kullanılan diğer bir yöntemdir. SICU (Standart İnternational Color Unit) olarak birimlendirilen bu ölçüm biçiminde 100.000 SICU, 2500 ASTA birimine eşittir.

Diğer bir renk ölçüm yöntemi olan meyvenin yüzey renginin ölçülmesi Hunter'ın üç koordinat düzleminde yer alan L, a, b değerleri ile rengin ifade edilmesi esasına dayanır. L değeri parlaklığı ifade etmekte 0 (siyah) ve 100 (beyaz) değerleri arasında değişmektedir. a değeri negatif değerlerde yeşil, pozitif değerlerde kırmızı rengi b değeri ise negatif değerlerde mavi, pozitif değerlerde sarı rengi temsil eder. C değeri $(a^2+b^2)^{1/2}$ formülü ile elde edilmekte düşük değerlerde rengin donukluğunu, yüksek değerlerde rengin canlılığını göstererek renkteki doygunluğu sergilemektedir. h° değeri $\tan^{-1}(b/a)$ formülünün bir sonucu olup 0° ve 360° de kırmızı-mor, 90° de sarı, 180° de mavimsi yeşil ve 270° de mavi renk ile renk çemberinde yer alır.

Keto-karotenoidler, kapsantin, kapsorubin ve kriptokapsin *Capsicum* türüne has karotenoidlerdir. Kırmızı rengin büyük bir kısmı kapsantin ve kapsorubinden kaynaklanır. Sarı ve turuncu renk kaynakları ise betakaroten ve violaksantindir. Meyve dokusunda bulunan karotenoidlerin miktarı hasat zamanına, çeşide, olgunluk durumuna ve yetiştirme koşullarına göre değişiklikler gösterir. Kırmızı biber üretiminde kullanılmak üzere üretilen biberlerin en önemli özelliği olan rengin dört farklı genin (y, C1, C2, c1) epistatik etkileşimleri ile oluştuğu rapor edilmiştir (Hurtado-Hernandez ve Smith, 1985; Shifriss ve Pilovsky, 1992).

McGuire (1992) taze kırmızı biberlerde hue açısı (h°) ve kroma (C) değerlerinin renk ölçümünde pratik olarak kullanılabileceğini bildirmiştir.

Milkova ve Chalukova (1984), CIE sistemine göre ölçülen L ve b değerlerinin biber genotiplerinde kalıtımını incelemişler F_1 generasyonunda heterozis gözlemlenmişlerdir.

Tam olarak olgunlaşmış kısmen de kurumuş durumda hasat edilen biberlerden elde edilen toz biberler en yüksek ekstrakte edilebilir renk maddelerini bulundurlar. Bu tip meyvelerden elde edilen toz biberler 194 ASTA birimine ulaşırlar ve C değerleri 67, hue açıları 51° 'dir. Yeşil renkteki tam olgunlaşmamış biberlerden elde edilen toz biber 50 ASTA birimine 52 C değerine ve 69° hue açısına sahiptir (Krajayklang ve ark. 2000).

Todorova ve ark. (1999) Buketen 50, Kalocsai 801, Belrubi, Gorogled 6 ve Negral çeşitlerinin sırasıyla 262, 212, 211, 201 ve 177 ASTA değeri gösterdiklerini Kalocsai 801 çeşidinin 1. hasat ile 2. hasat ASTA değerlerinin birbirine oranının 1'e yakın olması nedeni ile öne çıktığını belirlemişlerdir. Buketen 50 ve Belrubi çeşitlerini pul biber üretimi için oldukça kaliteli olduklarını ifade etmişlerdir.

Krajayklang ve ark. (2000), paprika ve chili biber grubuna giren biber bitkileri üzerinde farklı dönemde bulunan meyvelerini hasat etmiş ve etilen uygulamışlardır. Meyve görünüşü, renk oluşumu, solunum ve etilen üretimi gibi parametreleri renklenme süresince gözlemlemişlerdir. Etilen uygulamasının her iki çeşitte de rengin oluşumu ve acılık üzerine herhangi bir etkisinin olmadığını belirlemişlerdir. Yeşil dönemde hasat ettikleri meyvelerin kızarmadığını, bu durumun aksine rengin dönmeye başladığı durumda hasat edilen biberlerin 7-9 gün içerisinde kızarmalarını tamamladıklarını gözlemlemişlerdir. Ancak bu meyvelerden elde ettikleri öğütülmüş biberin renk yoğunluğunun oldukça zayıf olduğunu belirtmişlerdir. Paprika grubuna giren biberlerde hasat edilen biber meyvelerinin hasat esnasında bir miktar kuru olmasının biberin rengini etkilemediğini, chili grubunda ise bu durumun rengi koyulaştırdığı sonucuna varmışlardır.

Chalukova ve ark. (1987), bazı *Capsicum* türlerinin pigment içeriğini ince tabaka kromatografisi kullanarak belirlemeye çalışmışlardır. *C. frutescens* türünün yüksek betakaroten içeriğine sahip olduğunu, *C. chacoense* türünün ise bu içerik bakımından oldukça gerilerde kaldığını belirlemişlerdir. Ksantofil içerikleri bakımından türler arasında değişkenliklere rastlayan araştırmacılar, ince tabaka kromatografisi (TLC) yönteminin kolon kromatografisi ile karşılaştırıldığında daha kısa sürede ölçümlere olanak sağladığından bahsetmişlerdir.

Hornero-Mendez ve ark. (2000) Mana, Numex, Belrubi, Delfin, ve Negral biber çeşitlerinde olgunlaşma süresince karotenoid biyosentezindeki değişimleri incelemişlerdir. Beş çeşidin de çok özel ve karakteristik karotenoid biyosentezlediklerini gözlemlemişlerdir. Bütün çeşitlerde lutein ve neoksantin zamanla azaldığını ve olgunlaşmada tamamen kaybolduğunu bildirmişlerdir. Beta-karoten, antheraksantin ve violaksantin seviyelerinin arttığını zeaksantin, beta-kriptoksantin, kapsantin, kapsorubin, kapsantin-5,6-epoksit ve kukurbitaksantin

A'nın sentezinin başladığını ifade etmişlerdir. Olgunlaşma ilerledikçe zeaksantin seviyesinde oldukça yüksek bir artış görüldüğünü, bu pigmentin dallanma noktalarında kendini gösterdiğini belirlemişlerdir. Kırmızı meyvelere sahip bütün çeşitlerde kırmızı pigmentlerin sarı pigmentlere oranı (R/Y) ile kapsantin zeaksantin oranı (Caps/Zeax) arasında ters bir ilişki saptamışlardır. Çalışmalarında Mana çeşidinin en yüksek toplam karotenoid içeriğine sahip olduğunu (13.208 mg/kg kuru ağırlık), ancak en düşük R/Y (1.25) ve Caps/Zeax (3.38) oranını gösterdiğini, Negral çeşidinin yüksek karotenoid (8797 mg/kg kuru ağırlık), R/Y ve Caps/Zeax oranına sahip olduğunu saptamışlardır. Çalışmalarında ele aldıkları Numex çeşidinin en yüksek Caps/Zeax oranına (7.17) sahip olduğunu belirten araştırmacılar, bu özellikleri ile çeşidi iyi bir genitör olarak önermişlerdir.

Deepa ve ark. (2007) on farklı biber çeşidinin farklı olgunluk dönemlerinde içerdikleri askorbik asit, kapsaisin, karotenoidler, antioksidant aktivitesi ve toplam fenolik içeriklerini araştırmışlardır. Olgunlaşma ile birlikte birçok çeşidin kapsaisin içeriklerinde bir azalmanın görülmesinin aksine toplam karotenoid ve beta karoten içeriklerinin önemli derecede arttığını vurgulamışlardır. Anupam genotipinin toplam karotenoidler ve betakaroten bakımından umut verici bir genotip olduğunu belirlemişlerdir.

Minguez-Mosquera ve ark. (2000), Jaranda ve Jariza (*Capsicum annuum* L.) çeşitlerinin tek hasatta homojen karotenoid içeriğine sahip olduklarını 7.9 g/kg karotenoid içerikleri ile baharatlık biber üretimi için oldukça uygun olduklarını belirlemişlerdir. Jaranda ve Jariza çeşitlerinin kurutulması esnasında elde ettikleri verilere dayanarak, biber meyvelerinin uygun koşullarda kurutulmaları durumunda karotenoid içeriklerinin başlangıçtakine eşit olduğunu ifade etmişlerdir. Kurutulan meyvelerin değirmenlerde öğütülürken oluşan ısıdan dolayı sarı rengi oluşturan öğelerini kaybettiklerini ancak kırmızı rengi oluşturan öğelerin muhafaza edilebildiğini öne sürmüşlerdir. Tohumları ile birlikte kurutulan meyvelerin öğütülmeleri ile birlikte ürüne % 30 ile % 36 arasında tohumun dahil olduğunu, bu durumun ürüne tohumlarda bulunan yağlar nedeni parlaklık kattığını ifade etmişlerdir. Ancak karotenoid içermeyen tohumların ürüne katılmasının birim üründeki karotenoid miktarını azalttığını belirlemişlerdir.

Kuşçu (2002) kurutma işlemlerinin biberin kapsantin içeriği arttırdığını, beta karoten ve beta kriptoksantin içeriklerini azalttığını belirlemiştir. Bütün olarak ve doğranarak kurutulmuş biberde toplam karotenoid miktarlarını sırasıyla 4.2 mg/g ve 4.1 mg/g olarak saptamıştır.

2.5. Gen Etkileri

Etkili bir ıslah programı için aktarılması istenen özelliği kontrol eden genlerin oransal katkısının bilinmesi çok önemlidir. Kalıtım parametreleri tüm gen etkilerini içeriyorsa bu geniş anlamda kalıtımın tahmini demektir. Ölçülebilen özellikler genellikle yüksek derecede kalıtsal değildirler. Kesin bir sınırlama olmamakla beraber, dar anlamdaki kalıtım dereceleri için genel olarak, yüksek derecede kalıtsal = > 0.5 ; orta derecede kalıtsal = $0.2-0.5$ ve düşük derecede kalıtsal = <0.2 şeklinde bir sınıflandırma yapılmaktadır. Ancak geniş anlamdaki kalıtım derecesi her türlü gen etkisini içerdiği için bu değerlendirmeden daha yüksek olması gerekir (Stansfield, 1969; Soylu 1998'den).

Bir genotipin bir melezleme dizisindeki performansının üstünlüğü genel kombinasyon yeteneği ve belirli iki genotip arasındaki melezin performansının üstün olması durumuna da özel kombinasyon yeteneği denir (Yıldırım ve Çakır 1986).

Genel kombinasyon yeteneği yüksek olan özellikler eklemeli gen etkisi altındadır. Özel kombinasyon yeteneğinde ise bu durum eklemeli olmayan gen etkisi ya da dominans ve epistatik gen etkisini yansıtmaktadır (Falconer, 1964). Islahçılar için ilgilendikleri özelliklere ait eklemeli ve eklemeli olmayan etkilerin varyasyon içindeki payını bilmek önemlidir. Bu bilgi sayesinde farklı genotipler arasında elde edilen melez popülasyonlarının erken generasyonlarında istenilen genotipler seçilmekte ya da seçim döllerin hemen hemen homozigotlaştığı ileri generasyonlara bırakılmaktadır. Erken generasyonlarda yapıdan seçimler eklemeli olmayan gen etkilerinden ötürü ıslahçıyı yanıltabilir. Kantitatif özelliklerde görülen varyans, genotip ve çevre etkilerinden ileri gelmektedir. Genotipik varyansın fenotipik varyansa oranı geniş anlamda, eklemeli varyansın toplam varyansa oranı ise dar anlamda kalıtım derecesi olarak ifade edilmektedir. Dar anlamda kalıtım derecesi

ebeveynler arasındaki fenotipik farklılıkların döllerde elde edilebileceği oranı, seleksiyona hangi generasyonda başlanabileceği ve kazanılacak başarıyı belirgin şekilde ortaya koyan bir ölçü olarak kabul edilmektedir (Yıldırım ve ark. 1979; Soylu 1998'den).

Bu yüzden çeltik (Rashid ve ark., 2007), buğday (Soylu, 1998), mısır (Turgut, 2003) gibi birçok bitki türünde ıslahçılar ellerindeki materyalin gen etkileri hakkında fikir sahibi olabilmek için diallel analiz metodları, yoklama melezleri, çoklu dizi analizlerine başvurumaktadırlar.

Reddy ve ark. (2008), süs biberlerinde 14 ebeveyni 40 melezi verim ve verim öğeleri değerlerini kullanarak çoklu dizi analizine tabi tutmuşlardır. Bütün özelliklere ait genel uyuşma yeteneğine ait varyans değerlerinin özel uyuşma yeteneğine ait varyanstan yüksek bulunmasının eklemeli olmayan gen etkisinin sonucu olduğuna işaret etmişlerdir. Arka Lohit, SKAU-SC-965-5, GPC-82, SKAU-SC-1003 ve SKAU-SC-304-1 ebeveynlerini genel uyuşma yeteneği yüksek ebeveynler olarak belirlemişlerdir. SKAU-SC-1005 x Kiran, SKAU-SC-1003 x Arka Lohit, SKAU-SC-65-5 x Kiran, SKAU-SC-618-2 x GPC-82 ve SKAU-SC-814-2 x GPC-82 hibritleri ile en iyi kombinasyonları yakalamışlardır.

Rao ve Chhonkan (1982), tek yönü diallel melezleme metodu kullanarak 10 biber ebeveyninden 45 F_1 ve bu generasyonun kendilenmesi ile elde edilen 45 F_2 generasyonu elde etmiştir. Meyvedeki tohum miktarı, sap oranı, kurutulmuş meyve verimi, bitkideki meyve sayısı değerleri bakımından her iki generasyonda da inceledikleri bütün parametrelerde eklemeli olmayan gen etkilerini eklemeli gen etkilerinden daha yüksek bulmuştur. Bununla birlikte sap oranı, tohum içeriği ve meyve sayısı bakımından her iki generasyonda da eklemeli olmayan gen etkileri ile birlikte eklemeli genlerin de önemli olduğuna dikkati çekmişlerdir.

Singh ve ark. (1982), altı farklı çevre koşullarında Elephant Truck x Perennial ve Koloscai E-15 x Perennial melezlerini kullanarak genetik parametreleri incelemeye çalışmışlardır. Mather ve Jinks (1971)'in belirttiği metodlar çerçevesinde genetik analiz hesaplamalarını gerçekleştirmişlerdir. Analizlerin sonucunda yaptıkları tahminlemelerde, toplam verim, meyve sayısı, meyve genişliği değerlerinin kalıtımında eklemeli genlerin etkisinin olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Kurutmalık

biberlerde bu karakterlerle ilgili ıslah çalışmalarında tek tohum dölü gibi basit ıslah metodlarının başarılı bir şekilde uygulanabileceği görüşünü ileri sürmüşlerdir.

Ahmed ve ark. (1982), Elephant Truck x Perennial and Koloscai E-15 x Perennial melezlerinden elde ettikleri 6 generasyonu (P_1 P_2 F_1 F_2 B_1 B_2) 2 farklı dikim zamanı ve 3 farklı dikim aralığını içeren 6 farklı çevrede denemeye almışlardır. Çiçeklenme gün sayısı, tohum sayısı, ortalama meyve ağırlığı ve bitki boyu değerlerini Mather ve Jinks (1971) tarafından bildirilen metoda göre analiz etmişlerdir. Gen etkilerinin tahminlemeleri sonucunda eklemeli ve dominant genlerin çiçeklenme gün sayısı ve bitki boyu üzerine etkilerinin önemli olduğunu tohum sayısı ve ortalama meyve ağırlığı değerleri sözkonusu olduğunda sadece eklemeli gen etkilerinin öne çıktığını belirtmişlerdir.

Ahmed ve ark. (1982), acı meyvelere sahip Perennial ve acı olmayan Koloscai E-15 çeşitlerine ait 6 generasyonu (P_1 , P_2 , F_1 , F_2 , B_1 ve B_2) kullanarak acılığın kalıtımını incelemişlerdir. Generasyonlara ait ortalama acılık değerlerini daha önceki çalışmalarında olduğu gibi Mather ve Jinks (1971) tarafından bildirilen metoda göre analiz etmişlerdir. Acılığın dominant bir karakter olduğunu vurguladıkları çalışmalarında bu özelliğin kalıtımında eklemeli genlerin etkisinin oldukça önemli olduğunu ifade etmişlerdir.

Milkova ve Chalukova (1984), renk düzlemi ile gösterilen değerlerin kalıtımı üzerine bir çalışma yapmış farklı meyve rengine sahip ebeveynlerin melezlenmesi sonucu elde edilen F_1 'lerde bu parametreleri incelemişlerdir. Soroksari (Sar-yeşil), Albena (yeşil) ve Kourtovska kapiya (koyu yeşil) çeşitlerini ve melezlerini bitkisel materyal olarak kullanmışlardır. b ölçümlerinde dominant varyansın eklemeli varyansa oranını 6.78 buldukları Soroksari x Kourtovska kapiya melezlerinde üstün dominanslıktan bahsetmişlerdir. Soroksari x Albena ve Albena x Kourtovska kapiya melezlerinde elde ettikleri bu oranların 0.55 ve 0.67 olmasından hareketle bu melezlerde kısmi dominantlıktan bahsetmişlerdir. Her ne kadar üç melez kombinasyonunda renk bakımından farklılık olsa da koyu çeşitlerde L değeri bakımından kısmi dominantlıktan söz etmişlerdir.

Ahmed ve ark. (1994), biberde meyve uzunluğu, meyve genişliği, meyve sayısı ortalama meyve ağırlığı toplam meyve verimi özelliklerinin kalıtımını altı temel

generasyonu (P_1 , P_2 , F_1 , F_2 , BC_1 , ve BC_2) kullanarak araştırmışlardır. Shalimar Long x Pusa Jwala (SL x PJ) ve ShalimarLong x Punjab Lal (SL x Pb. Lal) melezleri çalışmalarının bitkisel materyalini oluşturmuştur. Çalışmalarında meyve sayısı ve meyve veriminde yüksek dominanslığın varlığından ve dolayısı ile heterozis etkisinden. Meyve uzunluğu özelliğinin eklemeli genlerin etkisinde olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Meyve genişliği ve meyve ağırlığı özelliklerinin ise kısmi dominans gösterdiğini belirlemiştir. Singh ve Singh (1977) ve Ahmed (1981)'in benzer sonuçlardan bahsettiğini bildirmişler, böyle genlerin etkisi altındaki özelliklerin basit seleksiyonlar yardımı ile ilerletilebileceğini ilave etmişlerdir. Meyve genişliği ve meyve ağırlığı, meyve sayısı ve meyve verimi gibi eklemeli genlerin yanında eklemeli olmayan genlerin de önemli olduğu özelliklerde dominanslığın öne çıktığını ve tamamlayıcı gen etkisi ile birlikte heterozisin meydana geldiğini belirtmişlerdir. Her iki melez generasyonlarında eklemeli olmayan genlerin etkisinin yanında eklemeli genlerin de bazı özelliklerde aynı anda görülebilmesinin birçok araştırmacı tarafından (Ahmed, 1981; Milkova, 1986 ve Gaddagimath, 1988) rapor edildiğini bildirmişlerdir.

Wang ve Wang (1996), biberde kök boğazı yanıklığına dayanıklılığın kalıtımını ve kalıtımda eklemeli ve dominant öğelerin rolünü irdelemek üzere 4 X 4 yarım diallel melezleme düzeninde bir çalışma yürütmüşlerdir. Genetik öğelerin hesaplanması sonucu dominant öğelerin daha yüksek bulunduğunu bu bakımdan hastalık indeksi özelliğinin dominant bir genle idare edildiğini ileri sürmüşlerdir. $H1/D$ oranını 1'den büyük bulmuşlar bu durumun üstün dominantlığa işaret ettiğini vurgulamışlardır. $H2/4H1$ değerinin 0.25'den küçük bulunması durumunun genlerin ebeveynler üzerinde asimetric olarak dağıldığını gösterdiğini ebeveynler üzerinde dominant allellerin negatiflere göre daha sık bulunduğu işaret ettiğini eklemişlerdir. Çalışmalarında hastalık indeks değerleri bakımından geniş anlamda kalıtım derecesini % 73.18, dar anlamda kalıtım derecesini % 29.94 olarak bulmuşlardır

Ahmed ve ark. (1997), biberlerde 6 x 6 diallel melez düzeninden elde ettikleri hibritleri ilk meyve tutumuna kadar geçen gün sayısı, meyve uzunluğu, meyve genişliği, meyve eti kalınlığı, tohum sayısı, bitkideki meyve sayısı, meyve ağırlığı,

bitki boyu, bitki habitüsü ve bitki başına verim özelliklerinin kalıtımı bakımından değerlendirmişlerdir. Bütün özelliklerde eklemeli ve eklemeli olmayan gen etkilerini önemli bulmuşlardır. Bununla birlikte ilk meyve tutumuna kadar geçen gün sayısı, meyve uzunluğu, meyve genişliği, meyve eti kalınlığı, tohum sayısı, bitkideki meyve sayısı, meyve ağırlığı tahminlenen eklemeli gen varyansını, eklemeli olmayan gen varyansından daha yüksek bulmuşlardır. Bu bilgiler ışığında bu özelliklerin biberlerde doğrudan seleksiyonla geliştirilebileceğini ifade etmişlerdir. Diğer yandan bitki boyu, bitki habitüsü ve bitki başına verim özelliklerinin kalıtımında eklemeli olmayan gen etkilerinin ön plana çıktığını düşük kalıtım derecesi değerlerinin bu durumu güçlendirdiğini belirtmişlerdir. Verim ve verim öğelerinde eklemeli ve eklemeli olmayan genlerin etkisinin önemli olduğunu ve çok genle idare edildiğini ifade araştırmacılar heterozisin yanında tekrarlamalı seleksiyonun da ıslah programlarında etkili olabileceği görüşünü ortaya atmışlardır.

Patel ve ark. (1998), 11 ebeveyn (3 hat Jwala, S-49 ve G-4 ile 8 test edici Jagudan-IO3, Gujarat chili-I, Resham Patti, Kumathi, S.G.-5, Anand Chilli-I, DPS-120 and ACS-92- I) ve bunlardan elde ettikleri 24 adet F₁ hibridi kullanarak çoklu dizi analizine tabi tutmuşlardır. Ebeveynler ve hibritler göz önüne alındığında genel kombinasyon yeteneği ve özel kombinasyon yeteneğine ait varyansların çalışılan bütün karakterlerde önemli olduğunu belirlemişlerdir. Hibritlerle ebeveynleri karşılaştırdıklarında bitki boyu ve meyve ağırlığı dışındaki bütün özelliklerde heterozis etkisinin varlığından bahsetmişlerdir. Eklemeli olan ve eklemeli olmayan gen etkilerinin meyve çevresi dışındaki karakterlerde etkili olduğunun açık bir şekilde görüldüğü ifade etmişlerdir. Bitki boyu, bitkideki meyve sayısı, meyve uzunluğu, meyve çevresi, hasada kadar geçen gün sayısı ve bitki başına verim özelliklerindeki düşük dominans etkisinin varlığı nedeni ile bu özelliklerin daha çok eklemeli genler etkisi altında olduğunu rapor etmişlerdir. Bulgularını Lippert (1975), Gopalkrishnan ve ark. (1987) ve Singh ve Singh (1978) ile desteklemişlerdir. Materyallerinde inceledikleri bütün özelliklerde eklemeli gen etkisinin baskın olduğunu, bu bakımdan açılım generasyonlarında pedigri veya toptan seçme yöntemi gibi klasik ıslah metodlarının başarılı olabileceğini ifade etmişlerdir. Çiçeklenmeye kadar geçen gün sayısı ve bitkide bulunan ana dal sayısı özelliklerinde baskınlığın

bulunması nedeniyle bu amaçla yapılacak ıslah çalışmalarında tekrarlamalı seleksiyon yönteminin uygun olacağına dikkati çekmişlerdir.

Doshi (2003), 5 acı ve 5 tatlı tipteki biber genotipini 10 x 10 yarım diallel düzende melezlemiştir. Verim ve unsurlarına ait 13 gözlemin genetik analizleri Hayman (1954)'a göre gerçekleştirmiştir. Ana dal sayısı dışındaki bütün özelliklerde eklemeli gen etkisinin önemli olduğuna dikkati çeken araştırmacı dominans etkisinin ve genlerin pozitif ve negatif etkisi sonucu oluşan kısmi dominantlığın bütün karakterlerde önemli olduğunu belirtmiştir. Bu üç durumda meydana gelen önemliliğin 13 özelliğin kalıtımında eklemeli genlerin ve dominant genlerin rol aldığına anlaşılması gerektiğini ifade eden araştırmacı, eklemeli gen etkilerinin bitki boyu, meyve ağırlığı, toplam klorofil ve toplam kapsaisin değerleri göz önüne alındığında dominant etkilerden önde olduğunu rapor etmiştir. Çevrenin etkisinin sadece toplam klorofil üzerinde rol oynadığını bildirmiştir. Çiçeklenmeye kadar geçen gün sayısı, ana dal sayısı, meyve sayısı, meyve uzunluğu, meyve çapı, meyve şekil indeksi, olgunlaşmaya kadar geçen gün sayısı ve bitki başına taze verim özelliklerinde yüksek dominansa işaret etmiş, bitki boyu, meyve hacmi, meyve ağırlığı, toplam klorofil ve toplam kapsaisin içeriği gibi geri kalan özelliklerde ise kısmi dominanslığın varlığından söz etmiştir. Bu bulgularını Sekar, (1984); Joshi, (1988) ve Sarala Devi ve Arumugam (1999)'ın bildirişleriyle doğrulamıştır. Çalışması sonucunda incelediği karakterlerin aktarılmasında tekrarlamalı seleksiyonu takip eden pedigrkiye dayalı seleksiyonun uygun olabileceğini belirtmiştir.

Ahmed ve ark. (2003), sekiz adet biber genotipini (KSPS-464, HC-202, KSPS-4, World Beater KSPS-461, KSPS-13, Vinedale ve HC-201) hat ve 3 adet biber genotipini (California Wonder, Oskash ve KSPS-2) test edici olarak kullanmak sureti ile Kempthorn (1957)'nin önerdiği şekilde çoklu dizi analizine tabi tutmuşlardır. Eklemeli ve eklemeli olamayan genetik varyansları genel ve özel kombinasyon yeteneği ile hataya ait kareler ortalamasını kullanarak tahmin etmeye çalışmışlardır. Ortalama dominans derecesini (ADD) Comstock and Robinson (1952) tarafından önerildiğini belirttikleri $\sigma^2D/(\sigma^2A)^{1/2}$ formülü ile hesap etmişlerdir. Bulguları sonucunda birçok özelliğin kalıtımında eklemeli (σ^2A) ve eklemeli olamayan (σ^2D) gen etkilerinin kalıtımda rol oynadığını belirlemişlerdir. Bununla birlikte eklemeli

genlere ait varyansın (σ^2A) ilk meyve oluşumuna kadar geçen gün sayısı özelliğinde önde yer aldığını dominans derecesinin 0.50 değer ile bunu doğruladığını ifade etmişlerdir. Eklemeli olayan gen etkilerinin (σ^2D) bitki boyu, bitki yayılışı, dal sayısı, meyve genişliği, meyve sayısı, meyve ağırlığı ve meyve verimi değerlerinin kalıtımında rol oynadığından bahsetmişlerdir. Bulgularını Sharma ve Saini (1977) ve Ahmad ve ark. (1994) ile desteklemişlerdir. Ortalama dominans derecesinin 1'den büyük olmasının bu karakterlerde eklemeli olmayan gen etkilerinin bulunduğu desteklediğinin, yüksek dominanslık gösteren bu türden özelliklerde heterozis ıslahının başarılı olabileceğini vurgulamışlardır. Meyve uzunluğu meyve eti kalınlığı değerlerinde eklemeli olan ve olmayan gen etkilerinin eşit büyüklükte olduğunu ve 1'e yakın değerler aldığını belirtmiştir. Kısmi dominantsan ya da tamamlayıcı gen etkilerinin varlığından bahsedilebilecek böyle karakterlerde ıslah metodu olarak tekrarlamalı seleksiyon metodunu önermişlerdir.

Ohta (1962), biberlerde acılığın kalıtımını belirlemek için yaptığı çalışmalarda F_1 melezlerinde değişik düzeylerde acı meyveli bitkiler saptanmıştır. F_2 ve BC populasyonlarından elde ettiği veriler ışığında acılığın çok genli bir kalıtımının olduğuna işaret eden araştırmacı, temel bir genin acılığı belirlediğinin eklemeli genlerin olumlu ve olumsuz etkileri sonucu biber meyvelerinin farklı düzeylerde acılığa sahip olduğunu bildirmiştir.

Marim ve Lippert (1975), bitki başına meyve sayısı, meyve başına kuru ağırlık, meyve uzunluğu, meyve çapı, kuru meyvede toplam karotenoidler bakımından melezler arasında önemli farklılıklar olduğunu göstermişlerdir. Melezler için genel ve özel kombinasyon yeteneklerinin ayrı ayrı hesaplanması sonucu, hem varyansların büyüklüğü hem de önemlilik düzeyleri bakımından eklemeli gen etkilerinin eklemesiz gen etkilerinden daha önemli olduğunu ortaya koymuşlardır.

Pochard (1977), meyve kalitesi ile ilgili yaptığı çalışmalarda yüksek asit-şeker oranı, suda çözünebilen kuru madde miktarı, pigment kapsamı ve vitamin C düzeylerinin meyve kalitesi için önemli kriterler olduğunu ifade etmiştir. Yüksek pigment kapsamının çok genli bir kalıtıma sahip olduğunu ve kısmi dominans bir yapı gösterdiğini bildirmiştir.

Sing ve Sing (1982), *Capsicum annuum* L. türüne giren 8 biber hattının diallel melezlenmesinden elde edilen F_1 , F_2 ve BC_1 generasyonlarını verim ve unsurlarının kalıtımlarını incelemek için kullanmışlardır. Eklemeli ve eklemeli olmayan gen etkilerinin; özelliklerin birçoğunun kalıtımında önemli olduğunu açıklamışlardır. Bununla birlikte geri melez döllerinde bitki başına meyve sayısı ve bitki başına verim miktarları dışındaki diğer bütün özellikler için eklemeli gen etkisinin en önemli etken olduğu sonucuna varmışlardır.

Anand ve Deshpande (1985), 3 acı süs biber hattı ile iki tatlı dolma biber hattını melezleyerek 6 F_1 hibrit elde etmişlerdir. Melezlerin tamamında yeşil meyve verimi bakımından heterozis belirlemişlerdir. En verimli melezden bitki başına 740 gram ürün hasat ederek en verimli ebeveynden 2 kat fazla verim elde etmişlerdir. Melezlerde meyve eti kalınlığının intermediyer bir durum gösterdiğini saptamışlardır.

Sing (1985), biberlerde meyve uzunluğunun kalıtımına ilişkin yaptığı çalışmalarda; sivri acı biberlerle tatlı ve iri dolmalık biber tipindeki California Wonder biber çeşitlerini melezleyerek elde ettiği F_1 , F_2 , BC_1 ve BC_2 generasyonlarındaki meyve şeklini incelemiştir. Araştırmacı meyve uzunluğunun dominant genlerin kontrolü altında olmadığını, F_2 generasyonundaki açılımda 1:2:1 oranında sivri, sivri dolma arası, dolma biber tipi gözlemlendiğini ifade etmiştir.

Joshi (1986), 9 safhattı diallel olarak melezlemiş ve 36 hibrit elde etmiştir. Araştırmacı, bu hibritlerde verim ve verim komponentleri üzerinde heterozis etkisi olup olmadığını araştırmıştır. F_1 melezlerinin toplam verim miktarı bakımından ebeveynlerini % 47 ve % 23 oranında geçtiğini gözlemiştir. Araştırmacı verim bakımından heterozis ve heterobeltiozis gösteren bütün melezlerde en az bir ebeveynin bu özellik bakımından üstün olmasının gerekliliğinden bahsetmiştir. Çalışmasında verim, bitki boyu, ana dal sayısı, meyve iriliği, meyve ağırlığı, erkenci verim ve bitki başına meyve sayısı özelliklerinde de heterozis saptamıştır.

Mishra ve ark. (1988), 10 biber çeşidi ile diallel melezlemeler yapmışlar, ve 45 melez elde etmişlerdir. J218 X CA563 melezinin ebeveynlerinden % 110 daha verimli olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar Pusa Jwala X Sindur melezlemesinden elde edilen bitkilerin kuru meyve verimi bakımından % 98 oranında heterozis

gösterdiğini, BR Red X G4 melezlemesinden elde edilen hibritlerin ise kuru meyve verimi bakımından % 89 oranında heterozis gösterdiğini ortaya koymuşlardır.

Miranda ve ark. (1988 a), biberlerde varyansın genetik komponentleri ile ilgili olarak yaptıkları çalışmalarda 6 farklı biber hattını diallel olarak melezlemiştir. Araştırmacılar bitki boyu, erkenci verim ve bitki başına toplam verim bakımından eklemeli gen etkisinin önemsiz olduğunu belirlemiştir. Bitki başına meyve sayısı ve meyvedeki lob sayısı özelliklerinin kalıtımında dominansın etkili olduğunu; bitki başına toplam verim, erkenci verim ve bitki boyu özelliklerinde üstün dominansın etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Miranda ve ark. (1988 b), biberlerde kombinasyon yeteneği ile ilgili olarak yaptıkları diğer bir çalışmada aynı materyali aynı analiz metodu ile test etmişlerdir. Araştırmacılar ortalama meyve ağırlığı, meyve uzunluğu, meyve çapı, meyve uzunluğu, meyve genişliği indeksi, meyvedeki lob sayısı özelliklerinde genel kombinasyon yeteneğinin özel kombinasyon yeteneğinden daha yüksek olduğunu, dolayısıyla bu özelliklerdeki etkinin eklemeli gen etkisinden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Bitki başına toplam verim, erkenci verim miktarı, bitki boyu ve çiçeklenme gün sayısı bakımından özel kombinasyon yeteneği değerlerini, genel kombinasyon yeteneğinden daha yüksek bulmuşlardır. Ebeveynlerden BGH 18 ve Amarelo Italiano'nun bitki başına toplam meyve verimi bakımından en yüksek genel kombinasyon yeteneğine sahip genotipler olduğunu, özel kombinasyon yeteneği bakımından ise en iyi sonucu BGH 3041 X Agronomica 10 G, P 14-8 (UFV) X Morron ve Morron X Amarelo Italiano melezlerinin verdiğini belirlemiştir. Araştırmacılara göre genellikle; genel kombinasyon yeteneği yüksek olan hatlardan elde edilen F₁ hibritlerinin özel kombinasyon yeteneklerinin yüksek olduğunu ifade etmişlerdir.

İşbeceren (1992), biberlerde 8 dihaploit hattın *P. capsici*'ye dayanıklılık düzeyini belirlemek ve dayanıklılık açısından heterozis bulunup bulunmadığını araştırmak için bir deneme yürütmüştür. Bu amaçla 8 dihaploit hat, iki dayanıklı hat (PM 217 ve PM 702) ve Kandil çeşidiyle diallel melezlemeler yapmış, 110 F₁ melezve 11 ebeveyni kesilmiş gövde ucu yöntemi ile test etmiştir. PM 702, 49 ve PM 217 hatlarını en dayanıklı hatlar olarak belirlemiş, 4 dihaploit hattın ve Kandil

çeşidinin duyarlı olduğunu ifade etmiştir. *P. capsici*'ye dayanıklılık özelliğinin kalıtımında eklemeli gen etkisinin önemli olduğunu ve dayanıklılığın poligenik bir özellik gösterdiğini ortaya koymuştur.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma 2006–2009 yılları arasında Kahramanmaraş Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü arazisinde yürütülmüştür. 2006 yılı içerisinde ebeveynlere ait ölçüm ve gözlemler yapılmış ayrıca melezlemeler gerçekleştirilmiştir. 2007 ve 2008 yıllarında ise ebeveynler ve melezlerin arazideki verim ve kalite ile hastalığa dayanıklılık performanslarına yönelik denemeler yapılmıştır.

3.1. Materyal**3.1.1. Bitkisel Materyal**

Araştırmada kullanılacak bitkisel materyali seçmek ve seçilen bitkisel materyallerden tohum çoğaltmak amacı ile ön denemeler kurulmuştur. Bu ön denemelerde 23 genotip tekrarlamalı denemelere alınırken 33 genotipin tohumları çoğaltılmış ve kendilemeleri yapılmıştır. 2006 yılında kurulan bu ön denemeler esnasında tohumluk materyalin çoğaltılmasının yanı sıra seçilen materyallerle melezlemelere başlanmıştır. Sonuç olarak kök boğazı yanıklılığı hastalığına dayanıklı 24 genotip, bu hastalığa hassas 2 genotip, bunların tek yönlü 48 adet melezi ve kurutmalık kırmızı biber üretimine uygun 2 hat ve 1 hibrit çeşit olmak üzere 77 genotip denemede bitkisel materyal olarak yer almıştır. Dayanıklılık kaynağı olarak kullanılacak bitkisel materyal Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Merkezi'nden sağlanmıştır. Farklı düzeylerde dayanıklılık gösteren bu materyal Çukurova Üniversitesi ile Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Merkezi tarafından ortaklaşa yürütülen ve *P.capsici*'ye karşı dayanıklı çeşit geliştirmeyi hedefleyen bir ıslah programı sonucu elde edilmiştir. F₃ ve F₄ kademesindeki materyal içerisinden seçilen ve hastalığa dayanım gösteren 24 biber genotipi farklı dayanıklılık kaynaklarının melezlenmesi ve melezlerin üç ya da dört generasyon kendilenmesiyle elde edilmiştir. Bu ebeveynler Çizelge 3.1'de verilmiş ve Çizelge 3.2'de orijinleri ile birlikte gösterilen genotiplerin melezlenmesi ile elde edilmiştir.

Çizelge 3.1. Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ebeveynler

CMxPB-81	K12xK211-15	K211xP-35
CMxPM-52	K12xK211-18	K211xP-67
PBxPM-2	K12xK211-27	K211xP-70
PBxPM-65	K12xK211-4	K211xP-8
K211xCM-13	K12xK211-46	K211xP-87
K211xCM-36	K12xK211-50	K211xP-11
K211xCM-44	K12xK211-9	K211xPB-102
K211xCM-75	K211xPB-14	K211xPB-16

Çizelge 3.2. Geliştirilen genotiplerin elde edilmesinde kullanılan ebeveynler

Genotipler	Temin Edildiği Yer	Orijini
Perennial (P)	Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü	Hindistan
PBC 178 (PB)	Asya Sebze Araştırmaları ve Geliştirme Merkezi (AVRDC)	Orta Amerika
PM 217 (PM)	Asya Sebze Araştırmaları ve Geliştirme Merkezi (AVRDC)	Orta Amerika
KMAE-12 (K12)	Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü	Kahramanmaraş
KM 2-11 (K211)	Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü	Kahramanmaraş
CM 334 (CM)	New Mexico Eyalet Üniversitesi	Meksika

Çizelge 3.3'te gösterilen bir hat ve bir çeşit ise çalışmada hastalığa karşı hassas genotipler olarak kullanılmıştır. Bu iki genotip Kahramanmaraş Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü ve Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü tarafından toz ve pul biber üretimine uygun olarak geliştirilmiştir.

Çizelge 3.3. Teksel seleksiyon yöntemi ile geliştirilmiş hatların özellikleri

Hat No	Meyve Tipi	Enine Kesit	Meyve Ağırlığı (g)	Meyve Uzunluğu (mm)	Meyve Genişliği (mm)	Meyve Eti Kalınlığı (mm)
46	Konik, sivri uçlu	Oval	12.6	103.0	25.6	1.3
Sena	Konik, sivri uçlu	Oval	14.8	88.2	23.9	1.6

Bütün bu genotiplere ek olarak ebeveyn olarak kullanılmayan ancak kontrol amaçlı olarak denemelerde bulundurulmuş üç genotip daha çalışmada yer almıştır. Bunlarda ikisi ıslah hattı (Hat 1 ve Hat 187), birisi de hibrittir (Benac). Hat 1 ve Hat 187 Kahramanmaraş Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından geliştirilmiştir. Benac çeşidi ise İspanya orijinelidir ve Fito Tohumculuk Tic. Ltd. Şti'nden temin edilmiştir.

3.1.2. Fungal Materyal

Çalışmanın fungal materyali Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Merkezi'nden sağlanmıştır. Bu merkezden elde edilen fungal materyal Dr. Münevver GÖÇMEN tarafından Çakallı köyünden izole edilmiş ve Çakallık olarak isimlendirilmiştir. İzolatın saldırganlık düzeyi araştırmacı tarafından yüksek olarak bildirilmiştir. Denemede kullanılan inokulumun hazırlanmasında da Göçmen (2006)'den yararlanılmıştır.

3.2. Yöntemler**3.2.1. Kendilemeler ve Melezlemeler**

Çalışmada kullanılan genotipler uzunluğu 40 m, genişliği 6 m ve yüksekliği 3 m olan seralara dikilmişlerdir. Seranın üzeri ve kenarları şiddetli rüzgârları önlemek maksadı ile 0.25 cm çapında delikleri bulunan gölgeleme materyali ile örtülmüştür. Kendilemeler ve melezlemelere 30.06.2006, 10.07.2007 ve 23.07.2008 tarihlerinde başlanmıştır.

Ana ebeveyn olarak kullanılacak bitkiler üzerindeki açmak üzere olan çiçeklerin taç yaprakları ve anterleri temizlenmiş (emaskülasyon) ve etiketlenmiştir. Etiketlin üzerine baba ve ana ebeveynin isimleri ile melezleme tarihi kaydedilmiştir. Bazı tomurcuklarda çiçeklenme başlamadan anterlerin patladığı görülmüş, böyle çiçekler melezlemede kullanılmamıştır. Baba olarak kullanılan ebeveynlerden de çiçekler aynı dönemde alınmıştır. Bu çiçeklerin anterleri koparılmış, içerisindeki çiçek tozları anter çizgisinin pens kullanılarak açılması ile çıkarılmıştır. Pens ucunda biriken çiçek tozlarının emasküle edilen çiçeğin stıgmasının üzerine sürülmesi ile melezlemeler yapılmıştır. Tozlanan çiçekler yabancı çiçek tozlarının bulaşımını engellemek için selofan bantla dışıçık tepesi ve borusuna zarar vermeyecek şekilde kapatılmıştır. Melezlemeler sabah 06.00 ile 10.00 akşam ise 06.30 ile 07.30 saatleri arasında günlük olarak yapılmıştır.

Melezlemeden bir hafta döllenmiş ve gelişmeye başlayan çiçekler ağustos ayının son günlerinden itibaren olgunlaşmaya başlanmıştır. Olgunlaşmış biber meyveleri koparılarak tohumları alınmış ve alınan tohumlar kurutma kağıtları arasında kurutulmuştur. Kurutulan tohumlar, ekim tarihine kadar cam tüplerde saklanmışlardır.

3.2.2. Fidelerin Yetiştirilmesi

Genotiplere ait tohumlar ilk yıl 21.03.2006 tarihinde içerisinde 1:1:1 h/h/h oranında perlit/torf /toprak bulunan ortamlara ekilmişlerdir. İlk gerçek yapraklarının oluştuğu dönemde bitkiler yine aynı ortam içeren viyollere şaşırtılmışlardır. İkinci yıl 28.03.2007 tarihinde içerisinde aynı ortam bulunan viyollere ekilmişlerdir. Kahramanmaraş'ta açık arazi koşullarında ortaya çıkan yetersiz melez sayısını arttırmak ve elde edilecek tohum sayısını çoğaltabilmek amacı ile tohumların bir kısmı 26.03.2007 BATEM'e ait Aksu Sebzeçilik Bölümü'nde torfa ekilmiştir. İlk gerçek yapraklarının oluştuğu dönemde bitkiler yine aynı ortamı içeren viyollere aktarılmışlardır.

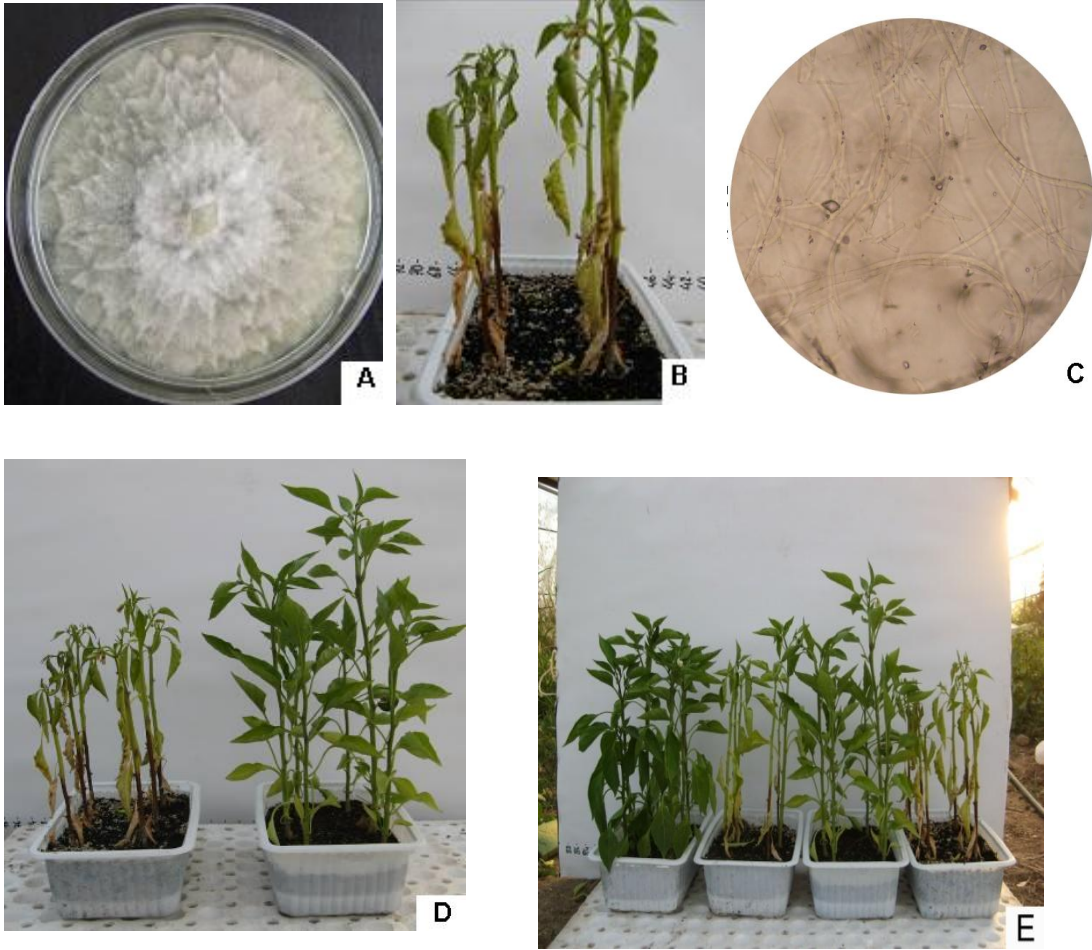
Denemenin son yılı olan 2008 yılında ise tohumlar içerisinde 1:1 h/h oranında torf ve perlit bulunan 108 gözlü viyollere 26.02.2008 tarihinde ekilmişlerdir. Çıkışlar genotiplere göre ortalama 14 ile 28 gün arasında değişmiş bitkilerin şaşırtma büyüklüğü olan 4-6 yapraklı döneme geliş süreleri ortalama 6-8 hafta olmuştur. Bu döneme kadar bitkilere gerekli bakım işlemleri uygulanmıştır.

3.2.3. Dayanıklılık Testleri

3.2.3.1. Sera Denemeleri

Test için yetiştirilecek bitkilerin tohumları 20 cm genişliğinde 15 cm derinliğinde içerisinde 1:1:1 v/v/v oranında perlit, torf ve toprak bulunan saksılara fidelerin yetiştirilmesinde bahsedilen tarihlerde ekilmiş ve ilk gerçek yaprakların görüldüğü devrede saksıda 6 bitki kalacak şekilde seyreltilmiştir. Bitkilerin dört- beş

yapraklı olduğu dönemde her bitkinin dip kısmına 10^5 spor/ml zoospor bulunduran inokulumdan 2 ml dökülmüştür. İnokulasyondan önce saksılar sulanmış ve inokulasyondan sonraki 3 gün saksıların sulanmasına günde 3 kez olmak üzere devam edilmiştir. Her genotip için 3 saksıdan oluşan toplam 18 bitki test edilmiştir. İnokulasyonu takip eden 24. güne kadar beklenmiş ve ölen bitkilerin oranları kaydedilmiştir. Şekil 3.1’de etmenin miselleri ve genotiplerin tepkisi görülmektedir.



Şekil 3.1. Hastalık etmeninin misel gelişimi (A), serada hastalık testleri sırasında kullanılan hassas ebeveyn (B), mikroskop altında sporangiumların görüntüsü (C) ve serada hastalık testlerinde kullanılan bitkilerin görünümü (D, E)

3.2.3.2. Arazi Denemeleri

Hastalık denemeleri çalışmanın ilk yılında 23.05.2006 tarihinde 3 tekrarlamalı, ikinci yılında 28.05.2007 tarihinde iki tekrarlamalı ve son yılında 23.05.2008

tarihinde üç tekrarlamalı olarak tesadüf blokları deneme deseninde kurulmuştur. Denemelerde parseller çift sıralı olarak kurulmuş, parsellerde her sırada 10 adet bitki olmak üzere toplam 20 adet bitki yer almıştır. Sıra arası mesafelerin 70 cm, sıra üzeri mesafelerin ise 30 cm olduğu parsellerin her biri deneme alanında $1.4 \times 3 \text{ m} = 4.2 \text{ m}^2$ yer kaplamıştır.

Geniş bir alana yayılan denemede tekrarları oluşturan her blok denemede homojenliği sağlamak amacı ile iki eşit bloğa ayrılmış ve ard arda deneme alanına yerleştirilmiştir. İnokulasyon sonrası tava sulama uygulamasında tavaların oluşturulabilmesi amacıyla blok aralarında bırakılan mesafe 3 m olarak belirlenmiştir.

Bütün denemelere veyetasyon süresince dekara toplam 16 kg N, 8 kg P_2O_5 ve 16 kg K_2O uygulanmıştır.

Hastalığa dayanıklı genotipleri belirlemek amacı ile yürütülen bu denemelerde Ulukuş ve Sağır (1982), tarafından bildirilen bulgur ortamında hastalık etmeni geliştirilemediğinden etmen Havuç-Agar ortamında çoğaltılmıştır.

Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Merkezi tarafından izole edilen patojen kültürleri havuç ortamında (%1'lik agar, %5'lik taze havuç) çoğaltılmış, kültürler 22°C ' de muhafaza edilmiştir. Bu kültürler alt kültürlere alınarak 180 petrilik bir inokulum hazırlanmıştır. 30 litre su içerisinde çözülen bu inokulum bitkilerin dip kısımlarına 10 ml hacimde dökülmüştür. Yapılan bu inokulasyon işlemi denemenin birinci yılında 06.06.2006 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Aynı işlemler 18.07.2006 tarihinde tekrarlanmıştır. Sonraki yıllarda bulaştırma işlemi haziran, temmuz ve ağustos aylarında olmak üzere bir veyetasyon süresi boyunca üç kez tekrarlanmıştır.

Arazide kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklılık gözlemlerinin yapıldığı deneme alanında bitkiler Şekil 3.2'de görülen şekilde hazırlanan tavalar içerisinde dikilmiş ve sulamalardan önce bu tavalar yenilenmiştir. Salma sulama uygulaması bu tavaları dolduracak şekilde yapılmıştır. Sulamalar bulaştırma işleminin hemen ardından gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.3). Şekil 3.4'de ise arazide hastalık denemeleri sonucunda duyarlı Benac çeşidine ait hastalanmış bitkiler görülmektedir.



Şekil 3.2. Dayanıklılık testlerinde kullanılan genotiplerin arazideki görünümü



Şekil 3.3. Arazide dayanıklılık testleri sırasında tava sulama uygulamasının yapılışı



Şekil 3.4. Benac çeşidinin arazideki hastalık denemelerindeki görünümü

3.2.4. Verim ve Kalite Denemeleri**3.2.4.1. Denemelerin Kurulması**

Verim ve kalite denemeleri arazide hastalık denemelerinin kurulduğu tarih ve deneme düzeninde kurulmuştur. Sıra arası ve sıra üzeri mesafelerinin de arazide hastalık denemelerine benzer şekilde kurulduğu bu denemede blok araları 1 metre genişliğinde bırakılmış ve bitkilerin sulanmasında karık sulama yöntemi kullanılmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Verim denemesinin görünümü

3.2.4.2. Yapılan Ölçümler**3.2.4.2.(1). Verim ve Unsurlarına Ait Ölçümler**

Denemede yer alan genotiplere ait verim ve verim unsurlarına ait özelliklerden taze verim, kuru verim, bitki başına meyve sayısı, meyve ağırlığı, meyve genişliği, meyve uzunluğu ve meyve eti kalınlığı değerleri ölçülmüştür.

Taze verim değerlerine ait ölçümlerde parselde yer alan bitkilerin üzerindeki olgunlaşmış meyvelerin tamamı toplanmış, tartılmış ve kilogram olarak belirlenmiştir. Parsel alanından elde edilen kilogram birimindeki değerlerin bir dekar alandan alınabilecek verim değerine dönüştürülmesi ile dekara verim hesaplanmıştır.

Üç kerede tamamlanmış olan hasattan elde edilen verim çalışmada taze verim olarak değerlendirilmiştir.

Kuru verim değerlerinin ölçülmesinde parsellerden hasat edilen taze meyveler kullanılmıştır. Her hasat döneminde parsellerden toplanan taze meyveler güneş altında kurutulmuş ve tartılmıştır. Denemenin son yılında kuru verim değerlerinin ölçülmesinde örnekleme yoluna gidilmiştir. Parsellerden toplanan olgunlaşmış taze meyvelerden birer kilogramlık örnekler alınmış ve 60 santigrad dereceye ayarlanmış etüv içerisinde 72 saat süre ile kurutulmuştur. Kuruyan örneklerin tartılması ile her parsel için bir oran tespit edilerek taze verim değerleri bu oran kullanılarak kuru verim değerine dönüştürülmüştür. Taze verim değerlerinde olduğu gibi parselden elde edilen kuru verim değerleri de dekardan elde edilen kuru verim değerlerine dönüştürülmüştür.

Bitki başına meyve sayısı değerleri 3 hasat sonunda parselden elde edilen kırmızı rengini almış toplam meyve sayısının parselde bulunan bitki sayısına bölünmesi sonucu elde edilmiştir. Meyve ağırlığı ölçümleri birinci hasatta toplanan meyvelerin rastgele 10 tanesinin gram cinsinden ağırlığının ortalamasının alınmasıyla gerçekleştirilmiştir.

Aşağıda açıklanan özelliklerin belirlenmesinde yine bu 10 meyve kullanılmıştır. Meyve genişliği değerleri meyvenin en geniş kısmının kumpas ile milimetre cinsinden ölçümü ile elde edilmiştir. Meyve uzunluğu meyvenin uç kısmı ile sap kısmını içermeyen son kısmı arasındaki mesafenin milimetre birimiyle ifadesidir. Bu değer de kumpas kullanılarak ölçülmüştür. Meyve eti kalınlığı meyvenin en geniş yerinin meyvenin eksenine dik gelecek şekilde kesilerek et kalınlığının kumpas ile ölçülmesiyle elde edilmiştir.

3.2.4.2.(2). Kalite Ölçümleri

3.2.4.2.(2)(a). Kapsaisinoid Ölçümleri

Bütün acı biberler doğal bir bileşik olan ve acılık hissi veren kapsaisinoidleri, barındırırlar. Kapsaisinodiler kokusuz ve tatsız bileşikler olmakla birlikte ağızda ve

yemek borusunda acı reseptörlerini uyarırlar. En önemli kapsaisinoid olan kapsaisinin bir damlasının 100.000 kez seyreltilmesi halinde dahi dilde kızarıklık oluşturma potansiyeli vardır.

Kapsaisinoid içeriği milyonda bir olarak ölçülür. Bu ölçü **Scoville Acılık Birimi (SHU=Scoville heat units)** 'ne dönüştürülebilir. Wilbur Scoville tarafından 1912 yılında geliştirilen metot duyuşal test esasına dayanır. 1 ppm 15 SHU'ne eşittir.

Çalışmada toplam kapsaisinoidlerin ölçümlerinde kullanılmak üzere verim denemelerinden elde edilen yaklaşık 100 g. ağırlığında hazırlanan genotiplere ait örnekler 65 santigrad derece sıcaklığa ayarlanmış etüvde 72 saat süre ile kurutulmuştur. Bütün halinde kurutulmuş meyvelerin sap ve tohum kısımları ayıklanmış, geri kalan kısımları öğütücüden geçirilerek toz hale getirilmiştir. Her öğütülmüş toz biber örneğinden 1.00 g. alınarak sodyum asetat ile doyurulmuş % 95'lik etil alkol ile 100 ml'ye tamamlanmıştır. Su banyosunun sıcaklığı 60 santigrad dereceye ayarlanmış, alkol içerisindeki örnekler 3 saat süre ile su banyosunda bekletilmiştir. Ardından 40 dakika süre ile ultrasonik küvette tutulan örnekler Whatmann 2 numaralı filtre kâğıdı ile süzölmüştür. Hacmi 100 mikrolitre olan şırınga ile 20 mikrolitrelik HPLC örnek yuvası doldurulmuştur.

Kromatografi Koşulları:

Kolon :C-18 (250 x 4.6 mm) Nucleosil Macherey-Nagel Kolon

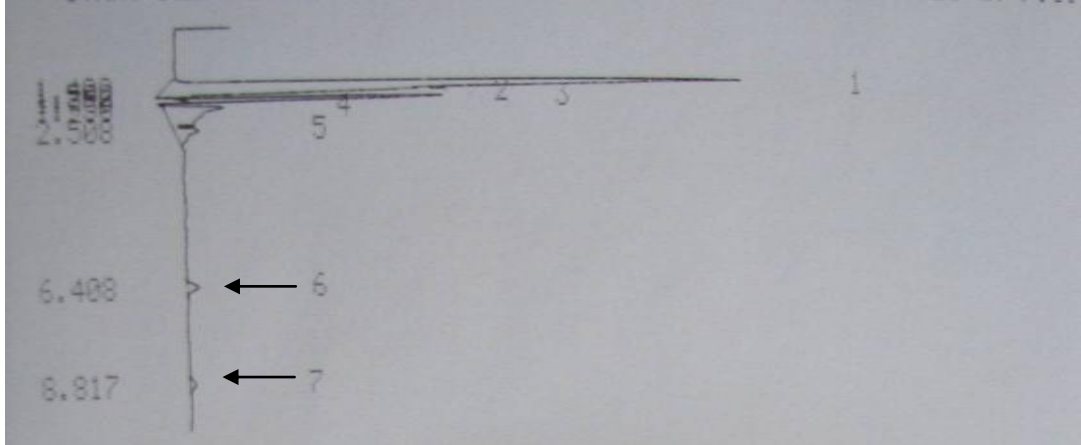
Mobil Faz : % 48.4 metanol, % 30.2 su % 13.3 dioksan % 7.9 asetonitril, % 0.2 perklorik asit (% 2'lik).

Akış hızı : 1.5 ml/dk

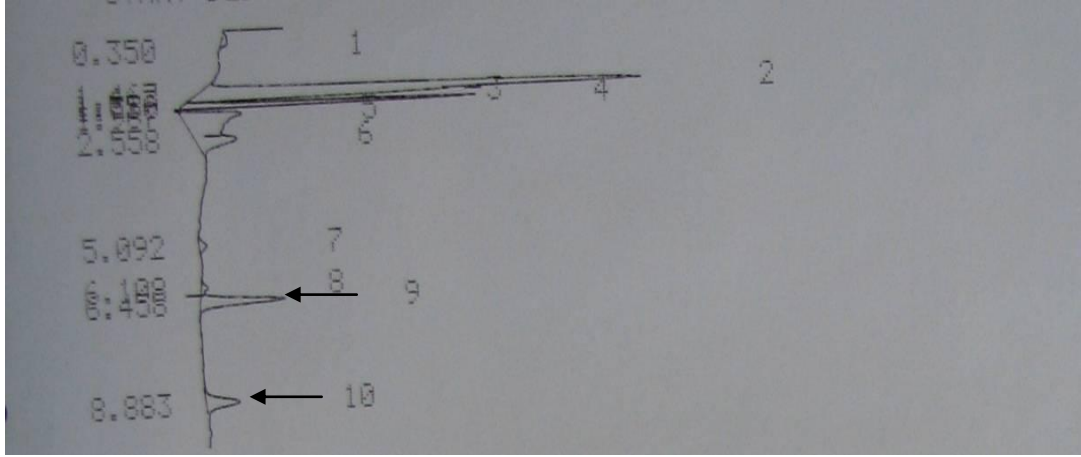
Enjeksiyon Hacmi: 20 mikrolitre

Dedektör : UV/VIS 280 nm

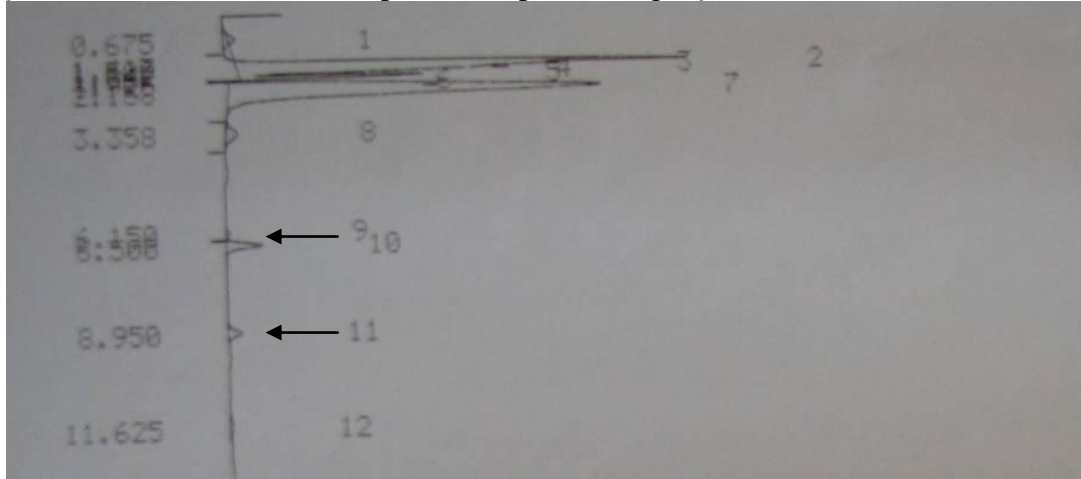
Şekil 3.6, 3.7 ve 3.8'de ok ile işaretlenen kısımlarda sırası ile kapsaisin ve dihidrokapsaisine ait pikler görölmektedir. Bu piklerden elde edilen alanların hesaplanmasında kullanılmak üzere 1000, 5000 ve 10000 ppm konsantrasyonlarında kapsaisin standartları hazırlanmıştır.



Şekil 3.6.187 numaralı hattın kapsaisinoid pikleri ve geliş zamanları



Şekil 3.7. K211xPB-14'ün kapsaisinoid pikleri ve geliş zamanları



Şekil 3.8. K211xP-61'in kapsaisinoid pikleri ve geliş zamanları

Örneklerden ve standartlardan elde edilen alanlar aşağıdaki formüller yardımı ile hesaplanmıştır.

$$\text{Toplam kapsaisinoid alanı} = \text{Birinci pikin alanı} + \frac{\text{İkinci pikin alanı} \times 0.82}{100} \quad (1)$$

$$\text{Toplam kapsaisinoid (ppm)} = \frac{\text{ÖTKA} \times \text{STKD} \times 100}{\text{STKA}} \quad (2)$$

ÖTKA : Örneğin toplam kapsaisinoid alanı

STKD : Stantarda ait toplam kapsaisinoid değeri (ppm)

STKA : Standarda ait toplam kapsaisinoid alanı

Hesaplanan toplam kapsaisinod miktarının 15 katsayısı ile çarpılması ile kapsaisinoid miktarı Scoville Acılık Birimine (SHU=Scoville Heat Unit) dönüştürülmüştür (ASTA, 2004).

3.2.4.2.(2)(b). Renk Ölçümleri

Kolorimetrik Renk Ölçümleri

CIE L a b (CIELAB) insanın gözü ile görülebilen renklerin ölçümünde kullanılan bir renk modelleme sistemidir. Koordinat düzleminde XYZ koordinatları üzerinde üç boyutlu bir değerlendirme şeklinde ifade edilir. Z düzlemi L değerinin yerleştiği, 0 ile 100 arasında değerler olarak nesnenin renginin parlaklığını gösterir.

a pozitif değerlerde kırmızıya doğru kayarken, negatif değerlerde yeşili gösterirken b pozitif değerlerde sarıya, negatif değerlerde maviye işaret eder. a ve b değerlerinin trigonometrik hesaplamaları sonucu ise rengin ifadesinde kullanılan iki değer daha elde edilir. Bunlar hue açısı ve kromadır.

Hue Açısı : Hue açısı görülebilen renk spektrumunun gerçek dalga boyu ile ilgilidir. Kolorimetrik ölçümlerde alınan değerler renk tekeri üzerine yerleştirildiklerinde bütün renkler kolaylıkla tanımlanabilir.

Kroma (Doygunluk): Rengin ifadesinde kullanılan son özellik ise kromadır. Bu değer rengin safiyetini gösterir.

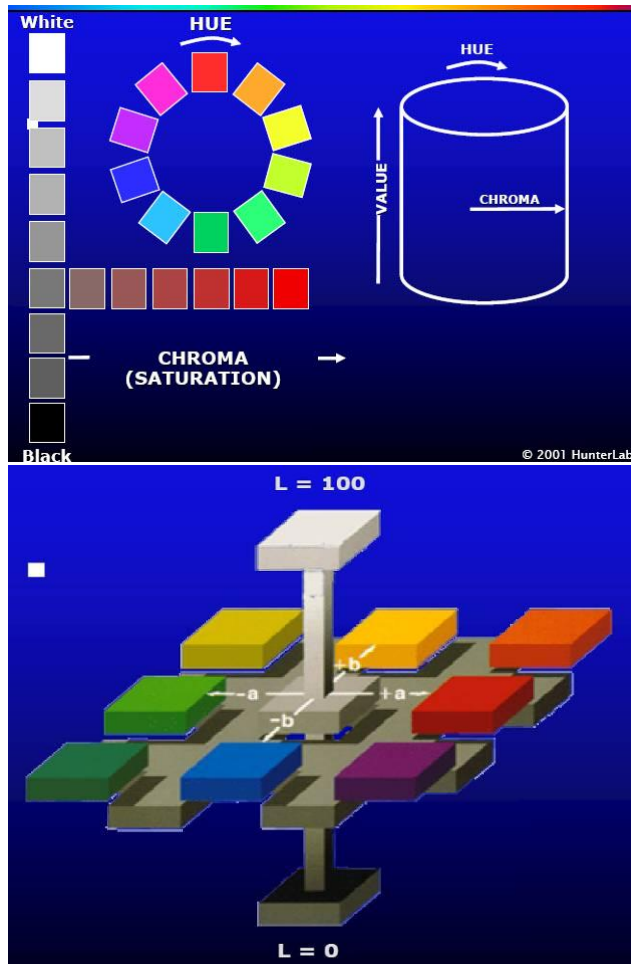
Toz ve pul biberlerde daha çok yüzey rengi tercih edilmektedir. Conrad ve ark. (1987)'nin belirtildiği biçimde Hunter colorimetresinde L, a, b, C ve h° değerleri

ölçülmüştür. Renk ölçümlerinde her genotip için 100'er g örnek 3 tekrarlamalı olacak şekilde hazırlanmış, L, a, b, değerleri kolorimetre ile ölçülmüştür. Renk ölçümlerinde Gün Işığı Rengi (Daylight Color) D65/10° kullanılmıştır.

C ve H değerleri ise a ve b değerlerinin trigonometrik hesaplamaları ile elde edilmiştir.

$$C = \sqrt{a^2+b^2} \quad (3)$$

$$H = \tan b/a \quad (4)$$



Şekil 3.9. L, a, b, C ve H değerlerinin X, Y, Z ekseninde gösterdikleri renkler ve Colorflex renk ölçüm cihazı

Kromatografik renk ölçümleri

Karotenoid madde gruplarının analizi HPLC cihazında UV/VIS dedektör kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Genotiplere ait örnekler HPLC ölçümleri için aşağıdaki şekilde hazırlanmıştır.

Kurutulmuş biber meyvelerinin sap ve tohum kısımları ayrıldıktan sonra kalan kısmı değirmende toz haline getirilmiştir. 1.0 g örnek tartılarak 10 ml aseton ile 10 ml petrol eteri ilave edilmiştir. Bir saat süre ile ultrasonik küvette tutulan örnekler filtreden geçirilmiştir. Filtre üzerinde kalan karotenoidlerin renginde azalma görülmeyinceye kadar 10 ml aseton ve petrol eteri ilave edilmiştir. Filtreden geçip örnek kabında biriktirilen süzöntü 35 santigrad dereceye ayarlanmış su banyosunda deriştirilmiştir. Deriştirilen örneğin hacmi 10 mililitreye tamamlanarak karotenoid okumaları gerçekleştirilmiştir.

Kromatografi Koşulları:

Kolon : C-18 (250 x 4.6 mm) Nucleosil Macherey-Nagel Kolon
Mobil Faz : Asetonitril-Su (1:1)- Aseton (1:1)
Akış hızı : 1.0 ml/dk
Enjeksiyon Hacmi: 20 mikrolitre
Dedektör : UV/VIS 450 nm

3.2.5. Genetik ve İstatistik Değerlendirmeler

3.2.5.1. İstatistik Değerlendirmeler

Denemelerden toplanan verilerden normal dağılıma uygunluk gösterenlere doğrudan, hastalık oranları gibi uygunluk göstermeyen verilere ise açışal transformasyon uygulandıktan sonra varyans analizi uygulanmıştır. Farklılık görülen uygulamalarda ortalamaların karşılaştırılmasında Tukey testinden yararlanılmıştır.

3.2.5.2. Çoklu Dizi (Line x Tester) Analizi

Araştırmada F_1 bitkileri üzerinde yapılan gözlem, ölçüm ve analizlerden elde edilen veriler “JMP” istatistik programında Tesadüf Blokları Deneme desenine göre ön varyans analizine tabi tutulmuştur. Melezler arasında istatistiki anlamda varyasyon bulunan özellikler üzerinde çoklu dizi (line x tester) analizi uygulanmıştır.

Çoklu dizi analizi önemli verim öğelerinin kalıtımı, uygun ebeveynleri ve melezlerin belirlenmesi, elde edilecek bilgilerin ıslah programlarında etkili bir şekilde kullanılması amacıyla “top-cross” metodunun geliştirilmiş bir şeklidir (Sade, 1999). Bu metot yardımı ile çok sayıda genotipin kullanılabilme imkanı vardır. Bu yolla çeşitli gen etkisi tipleri tahmin edilebilmekte, ebeveynlerin kombinasyon yetenekleri hakkında bilgi sahibi olunabilmektedir.

Hat (Line=dizi) ve baba (tester=test edici) adı verilen iki grup genotipin kullanıldığı bu yöntemde, babaların her biri hatlarla melezlenir ve bu melezlemeden F_1 döller elde edilir. Baba sayısı (t) x hat sayısı (l) kadar melez döl elde edilir. Bu araştırmada da 26 biber çeşidinin 24’ü hat (dayanıklı), 2’si test edici (duyarlı) olarak kullanılarak melezleme işlemleri yapılmıştır. Daha sonra elde edilen 48 melez kombinasyonu ebeveynler ile birlikte tesadüf blokları deneme desenine göre tekrarlamalı olarak yetiştirilmiştir.

Çoklu dizi analizinde ilk önce ön varyans analizi yapılmakta ve bu analiz ile ele alınan özellikler yönünden melezler arasında genetik varyasyonun olup olmadığı belirlenmekte, ele alınan özellikler yönünden melezler arasında istatistiki anlamda farklılığın önemli olduğu durumlarda çoklu dizi analizi uygulanmaktadır (Soylu 1998).

Melezler arasında istatistiki olarak önemli varyasyonun bulunduğu özelliklerin her biri için mezlere ait kareler toplamını “ana”, “baba” ve “ana x baba” ya parçalamak ve alt varyans analizi yapmak için tester ve hatlara göre iki yanlı çizelge oluşturulmaktadır (Yıldırım ve Çakır, 1986; Soylu 1998’den). Bu çizelge yardımıyla her özellik yönünden ve her kombinasyona ilişkin toplam tekrarlamaya değerlerini (X_{ij}) bulmak mümkün olmaktadır. Çizelge 3.4’te analiz sonucu oluşan bir varyans analiz tablosu örneği görülmektedir.

Çizelge 3.4. Çoklu dizi analizine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F
Melezler	t.l-l	—	—	—
Hatlar	l-l	—	M _l	Ml/Mlxt
Testerler	t-l	—	M _t	Mt/Mlxt
Hat x Tester	(l-l) (t-l)	—	Mlxt	Mlxt/Me
Hata	(r-l) (t.l-l)	—	M _e	—

t: test edici sayısı l: hat sayısı r: tekerrür sayısı

Hat, test edici ve hat x test edicilere ait kareler toplamı ise aşağıdaki formüle göre hesaplanır (Soylu 1998).

$$\text{Hatlar KT} = \frac{\sum (X_{i..})^2}{r.t} - DT \quad (5)$$

$$\text{Testerler KT} = \frac{\sum (X_{i..j})^2}{r.t} - DT \quad (6)$$

$$\text{Hat x Testerler KT} = \text{Melezler KT} - \text{Hatlar KT} - \text{Test ediciler KT}$$

Bunlara ait F değerleri belirlenerek istatistiksel önem kontrolü yapılmaktadır. İki yanlı tablodaki değerler yardımıyla Griffing (1956) tarafından önerilen şekilde hatlara ve test edicilere ait genel kombinasyon yeteneği etkileri ile hat x testerlere ait özel kombinasyon yeteneği etkileri ve bunların standart hataları hesaplanmaktadır (Soylu, 1998).

$$\text{Hatların genel kombinasyon yeteneği (g}_i\text{)} = \frac{X_{i..}}{t.r} - \frac{X_{..}}{t.l.r} \quad (7)$$

$$\text{Test edicilerin genel kombinasyon yeteneği (g}_i\text{)} = \frac{X_{.j.}}{l.r} - \frac{X_{...}}{t.l.r} \quad (8)$$

$$\text{Özel kombinasyon yeteneği (g}_i\text{)} = \frac{X_{ij}}{r} - \frac{X_{i..}}{t.r} - \frac{X_{.j.}}{l.r} + \frac{X_{...}}{t.l.r} \quad (9)$$

Genel kombinasyon yeteneği (GKY) bir genotipin melezleme dizisindeki performansını, özel kombinasyon (ÖKY) ise iki genotip arasındaki melezin performansını ifade etmektedir. Genel ve özel kombinasyon yeteneği etki ve varyans yeteneği olarak tespit edilebilmekte ve bunlar Griffing tipi analiz yöntemiyle belirlenebilmektedir. Genel kombinasyon yeteneği eklemeli (aditif) etki, özel kombinasyon yeteneği ise dominantlık etkisi olarak kabul edilmektedir (Falconer 1964, Soylu 1998). Genel ve Özel kombinasyon yeteneği etkilerine ilişkin standart hatalar şu formüllerle hesaplanmaktadır.

$$\text{Hatlaraya ait GKY standart hatası} = \left[\frac{\text{GHKO}}{\text{Tekrar} \times \text{Test edici sayısı}} \right]^{1/2} \quad (10)$$

$$\text{Test edicilere ait GKY standart hatası} = \left[\frac{\text{GHKO}}{\text{Tekrar} \times \text{hat sayısı}} \right]^{1/2} \quad (11)$$

$$\text{Hat} \times \text{Test edicilere ait ÖKY standart hatası} = \left[\frac{\text{GHKO}}{\text{Tekrar}} \right]^{1/2} \quad (12)$$

GHKO : Ön varyans analizinde elde edilen genel hata kareler ortalaması

Tespit edilen standart hata değerleri yardımıyla kombinasyon yeteneği etkilerinin “t” kontrolü yapılmaktadır. Daha önce hesaplanan hat ve testerlere ait GKY ve mezlere ait ÖKY değerleri standart hata değerlerine bölünerek t değerleri belirlenmekte ve bu t değerleri hata serbestlik derecesi t değeri ile karşılaştırılarak önem kontrolü yapılmaktadır (Soylu, 1998).

Çoklu dizi analizinde tam ve yarı kardeş döller aynı şartlar altında yetiştirildiğinden, tabloda görülen hat, tester ve “hat x test edici” interaksyonu ile hata kareler ortalamalarındaki beklenen değerlerden yararlanılarak genetik varyanslar belirlenmektedir.

Çizelge 3.5'te verilmiş olan beklenen kareler ortalamaları kullanılarak yarı ve tam kardeşler arasındaki kovaryanslar yardımıyla genel ve özel kombinasyon yeteneği hesaplanmaktadır (Yıldırım ve Çakır, 1986; Soylu 1998'den).

Çizelge 3.5. Çoklu dizi analizinde beklenen kareler ortalamaları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Ortalaması	Beklenen Kareler Ortalaması
Hat (H.S)	M_l	$h^2 + \text{KOV (F.S)} - 2 \text{ KOV H.S} + r.t \text{ KOV (H:S)}$
Test edici (T)	M_t	$h^2 + \text{KOV (F.S)} - 2 \text{ KOV H.S} + r.l \text{ KOV (H:S)}$
Hat x Tester	M_{lt}	$h^2 + \text{KOV (F.S)} - 2 \text{ KOV H.S}$
Hata	M_e	h^2

$$\text{Hatlar için KOV (H.S)} = \frac{M_l - M_{lt}}{r.t} \quad (13)$$

$$\text{Test ediciler için KOV (H.S)} = \frac{M_t - M_{lt}}{r.l}$$

$$\text{Ortalama KOV (H.S)} = \frac{1}{r(2.l.t-1-t)} = \left[\frac{1(M_e) + (t-1)(M_t)}{1+t-2} \right] M_{lt} \quad (14)$$

$$\text{KOV (F.S)} = \frac{(M_l - M_e) + (M_t - M_e) + (M_{lt} - M_e)}{3.r} + \frac{6r \text{ KOV(H.S)} - r(1+t) \text{ KOV(H.S)}}{3.r} \quad (15)$$

Bu kovaryanslar genel ve özel kombinasyon yetenekleri varyanslarına eş tutularak eklemeli (v^2D) ve dominantlık (v^2H) varyans komponentleri elde edilerek, oransal ilişkiler belirlenmektedir.

Genel Kombinasyon Yeteneği Varyansı :

$$v^2\text{GKY} = \text{KOV(H.S)} \quad (16)$$

Özel Kombinasyon Yeteneği Varyansı :

$$v^2\text{ÖKY} = \text{KOV (F.S)} - 2 \text{ KOV (H.S)} \quad (17)$$

Genel ve özel kombinasyon yeteneğinin genetik varyans olarak karşılığı :

$$v^2\text{GKY} = \text{KOV (H.S)} = \left[\frac{1+F}{4} \right]^2 \sigma^2\text{D} \quad (18)$$

$$v^2\text{ÖKY} = = \left[\frac{1+F}{2} \right]^2 \sigma^2\text{H} \quad (19)$$

$\sigma^2\text{D}$: Eklemeli (Aditif) varyans

$\sigma^2\text{H}$: Dominantlık varyansı

Anaçlar kendilenmiş hat olduğu için F=1 olarak alınmaktadır.

3.2.5.3. Kalıtım Derecesi

Kantitatif özelliklerde görülen varyans genotip ve çevre etkilerinden ileri gelmektedir. Bir karakterin oluşumu üzerine genotip ile çevre şartlarının etki paylarının hesaplanması ıslah açısından önem taşır. Bir kantitatif özellikte görülen varyansın ne kadarının genotipten ve ne kadarının çevre etkilerinden ileri geldiğini kalıtım derecesi gösterir. Kalıtım derecesi, genetik varyansın toplam varyanstaki payına denir. Kalıtım derecesi değerleri 0 - 1 arasında değişir (Demir ve Turgut, 1999).

Kalıtım derecesi ele alınan özelliklerde seleksiyonun erken ya da ileri generasyonlarda uygulanmasını gösteren bir özellik olarak da kabul edilmektedir. Kalıtım derecesi genel olarak dar ve geniş anlamda tanımlanmaktadır. Geniş anlamdaki kalıtım derecesi; genotipik varyansın, fenotipik varyansa oranı şeklinde belirtilirken, dar anlamdaki kalıtım derecesi; eklemeli varyansın fenotipik varyansa oranı şeklinde ifade edilmektedir. Dar anlamdaki kalıtım derecesi anaçlar arasındaki fenotipik farklılıkların döllerde ne oranda elde edilebileceğini göstermektedir (Sade, 1999). Çoklu dizi analizinden elde edilen eklemeli ve dominantlık varyanslarından

faydalanılarak üzerinde çalışılan karakterlerin dar anlamda kalıtım derecesi hesaplanmaktadır (Falconer 1964). Kalıtım derecesinin belirlenmesinde kullanılan varyans analiz tablosu Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.6. Kalıtım derecesinin hesaplanmasında kullanılan varyans analiz tablosu

VK	SD	KT	KO
Tekerrür	(r-1)	M _G	u ² h+ u ² G u ² h
Melezler	(t.1-1)	M _E	
Hata	(r-1)(t.1-1)		

$$\text{Genetik Varyans } v^2G = \frac{M_G - M_E}{r} \quad (20)$$

$$\text{Fenotipik Varyans } v^2F = \frac{v^2G + v^2h}{R} \quad (\text{Geniş Anlamda Kalıtım Derecesi için}) \quad (21)$$

$$H^2 = \frac{v^2G}{v^2F} \quad H^2 = \text{Geniş Anlamda Kalıtım Derecesi} \quad (22)$$

$$h^2 = \frac{v^2D}{v^2F} \quad h^2 = \text{Dar Anlamda Kalıtım Derecesi} \quad (23)$$

$$v^2F = v^2D + v^2H + v^2h \quad (\text{Dar Anlamda Kalıtım Derecesi için}) \quad (24)$$

v²D= Eklemeli (aditif) Varyans

v²h = Çevre Varyansı

v²H= Dominantlık Varyansı

v²F= Fenotipik Varyans

Yukarda açıklanmaya çalışılan hesaplamalardan genel ve özel kombinasyon yeteneği etkileri, kalıtım dereceleri Açıkgoz ve Özcan (1999), tarafından geliştirilen TARPOGEN istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır.

3.2.5.4. Heterozis

F₁ popülasyonunda melez gücü değeri, anaçlar ortalamasına göre yüzde artış olarak belirlenmiştir. Heterozisin yüzde değerlerinin hesaplanmasında aşağıdaki formüllerden yararlanılmıştır (Kesici, 1993; Soylu, 1998).

$$\text{Heterozis (Hs)} = \frac{F_1 - \text{Ebeveyn Ortalaması}}{\text{Ebeveyn Ortalaması}} \times 100 \quad (25)$$

Heterozisdeki farkın ($F_1 - \text{Ebeveyn ortalaması}$) önemliliğini kontrol etmek için t testinden yararlanılmıştır. Bu amaçla JMP istatistik paket programı kullanılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Phytophthora capsici'ye dayanıklı olduğu düşünölen materyalin arazideki dayanıklılıklarıyla verim ve verim unsurlarına ilişkin değerdendirmeleri çalışmanın ilk yılı olan 2006'da gerçekleştirilmiştir. Ön denemelerle hastalığa dayanıklılık durumları ile verimleri belirlenen genotiplerin materyali çoğaltılmış, bu genotipler Sena biber çeşidi ve Hat 46 ile melezlenmiştir.

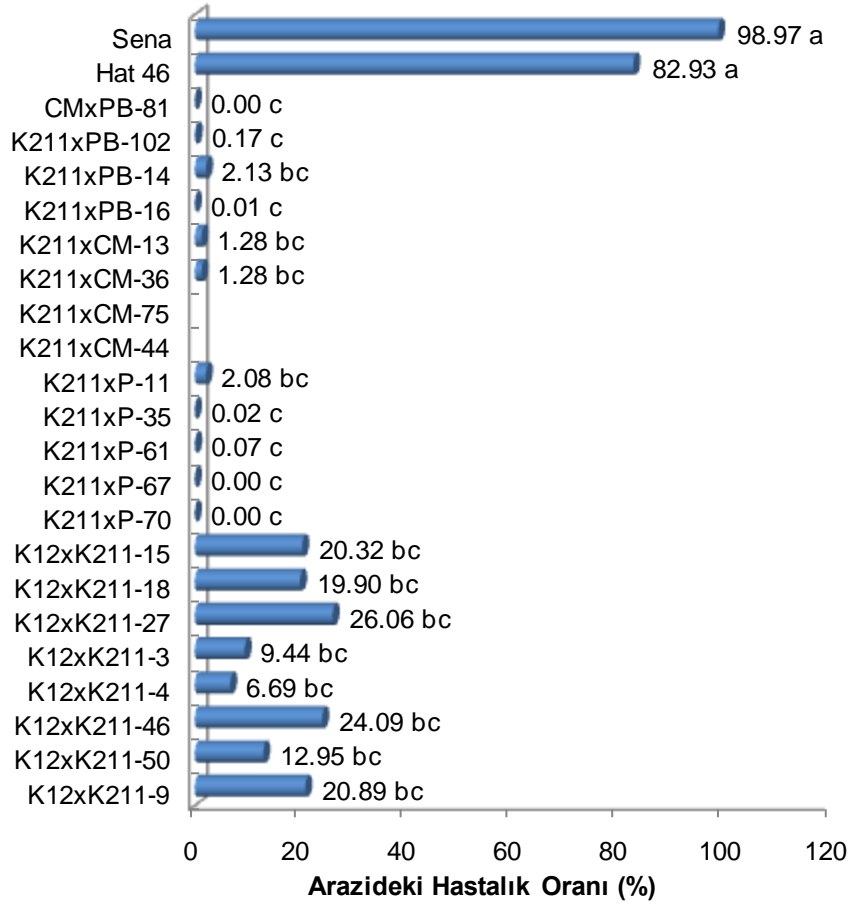
Çalışmanın 2007 ve 2008 yıllarında ebeveynlerle birlikte melezlerin de arazide ve serada hastalık denemeleri tamamlanmış, tarımsal özellikleri ve kalite durumları ortaya konmuştur.

4.1. Ön Deneme Bulguları**4.1.1. Hastalığa Dayanıklılık Testleri**

Farklı biber genotiplerinin arazide hastalığa yakalanma oranları Şekil 4.1'de gösterilmiştir. Dayanıklı genotiplere ait hastalık oranlarının % 0.00 ile % 26.06 arasında değıştiğı görölmektedir. Hassas olanlarda ise bu oran % 82.93 (Hat 46) ve % 98.97 (Sena) olmuştur.

Dayanıklılık kaynağı olarak seçilen ebeveynler arasında en fazla dayanım gösteren genotipler % 0 hastalık oranı ile K211xP-67, K211xP-70 ve CMxPB-81'dir.

Dayanıklı olarak seçilen genotipler arasında en fazla hastalık oranı değeri gösteren genotip ise % 26.06 ile K12xK211-27 olmuştur. K211xCM-44 ve K211xCM-75 genotiplerinin hastalık testleri ise, bu genotiplerden yeterince bitki elde edilemediğı için gerçekleştirilememiştir.



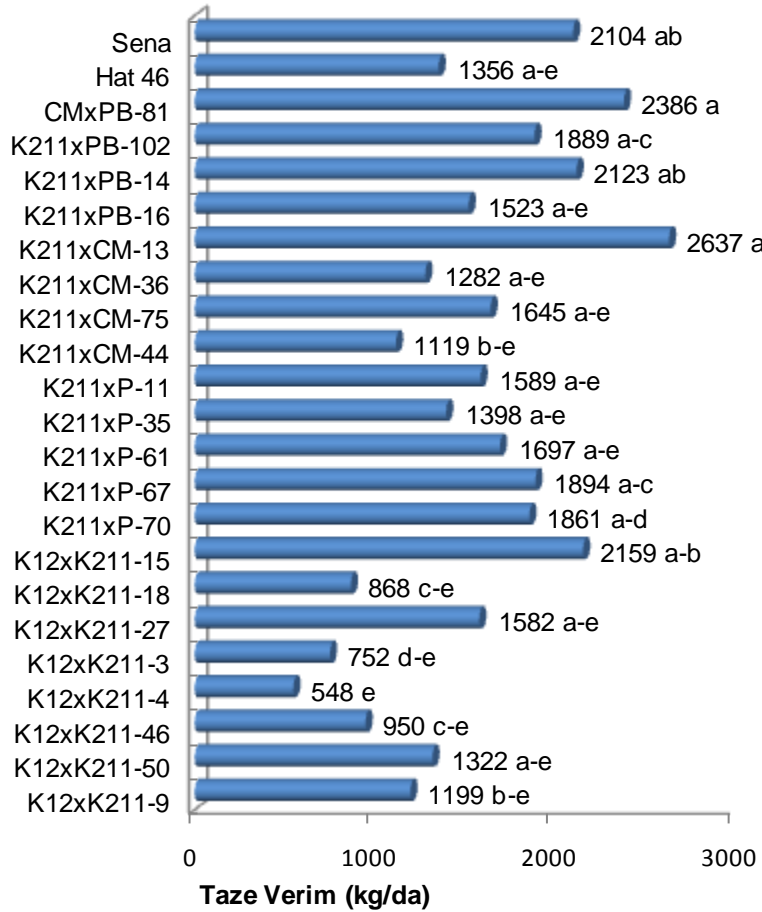
Şekil 4.1. Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ve duyarlı ebeveynlerin hastalık oranları (%)

4.1.2. Verim ve Verim Unsurları

Denemeden elde edilen taze verim değerleri Şekil 4.2’de gösterilmiştir. Dayanıklı ebeveynler arasında en fazla taze verim değeri 2637 kg/da ile K211xCM-13 genotipinden elde edilmiş, bu genotipi 2386 kg/da ile CMxPB-81 genotipi izlemiştir. 2006 yılında en düşük taze verim değeri gösteren ebeveyn ise 548 kg/da ile K12xK211-4 olmuştur. Etmene duyarlı olarak bilinen Sena ve Hat 46 ise sırasıyla 2104 ve 1356 kg/da taze meyve verimi değeri göstermişlerdir.

Etmene dayanıklı olarak Kahramanmaraş kırmızı biber populasyonundan seçilen KM2-11 ile yine etmene dayanıklı Perennial çeşidinin melezlenmesi ile elde edilen dayanıklılık kaynaklarında taze verim değeri 1894 kg/da ile 1589 kg/da

arasında değişmiştir. Bu gruptan en yüksek verim değeri gösteren genotip 1894 kg/da taze verim değeri ile K211xP-67 genotipi olmuştur (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Kök boğazı yanıklığına dayanıklı ve duyarlı ebeveynlerin taze verim değerleri (kg/da)

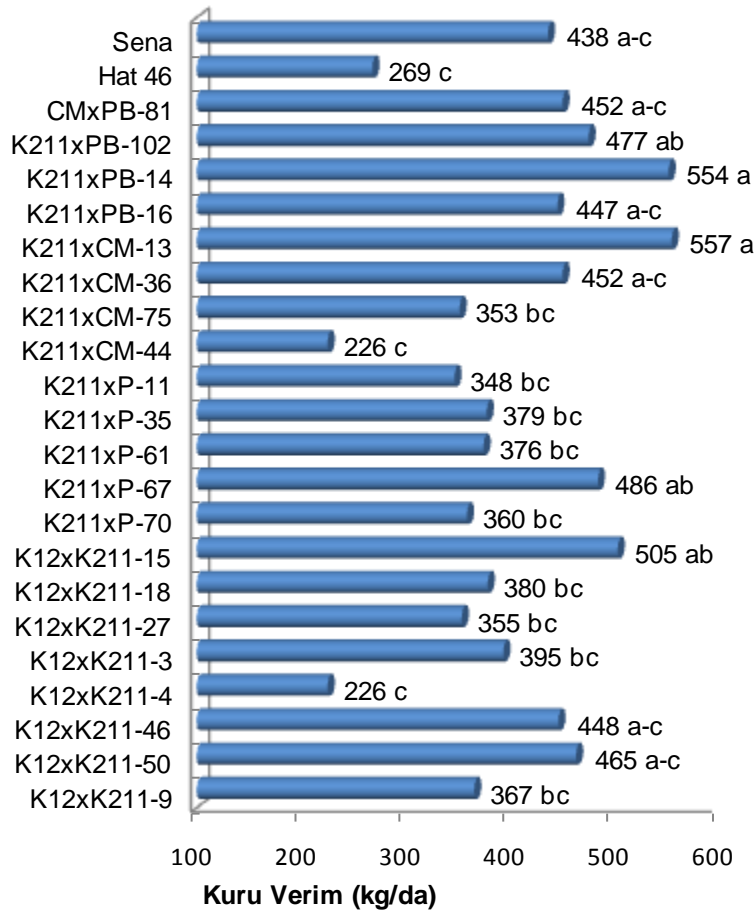
En düşük verim değerlerine Kahramanmaraş kırmızı biber populasyonundan geliştirilen iki hattın melezlenmesi ile elde edilen dayanıklılık kaynaklarının oluşturduğu grupta rastlanmıştır. Etmene duyarlı K12 ve etmene dayanıklı K211 hatlarının melezlenmesi sonucu elde edilen ebeveynlerden K12xK211-4'ün bu grup içerisinde yer aldığı görülmektedir. Denemede en yüksek verimi gösteren K211xCM-13 genotipi, Kahramanmaraş populasyonundan geliştirilen K211 ile Meksika orijinli Criollo de Morelos 334 melezlenmesi ile oluşturulan grupta yer almaktadır.

Etmene oldukça dayanıklı olduğu bilinen Criollo de Morelos 334 ile yine yüksek düzeyde dayanıklılık gösteren dayanıklı PBC 178 genotiplerinin melezlenmesi ile

elde edilen CMxPB-81 genotipi 2386 kg/da verim ile ön sıralarda yer almıştır (Şekil 4.2)

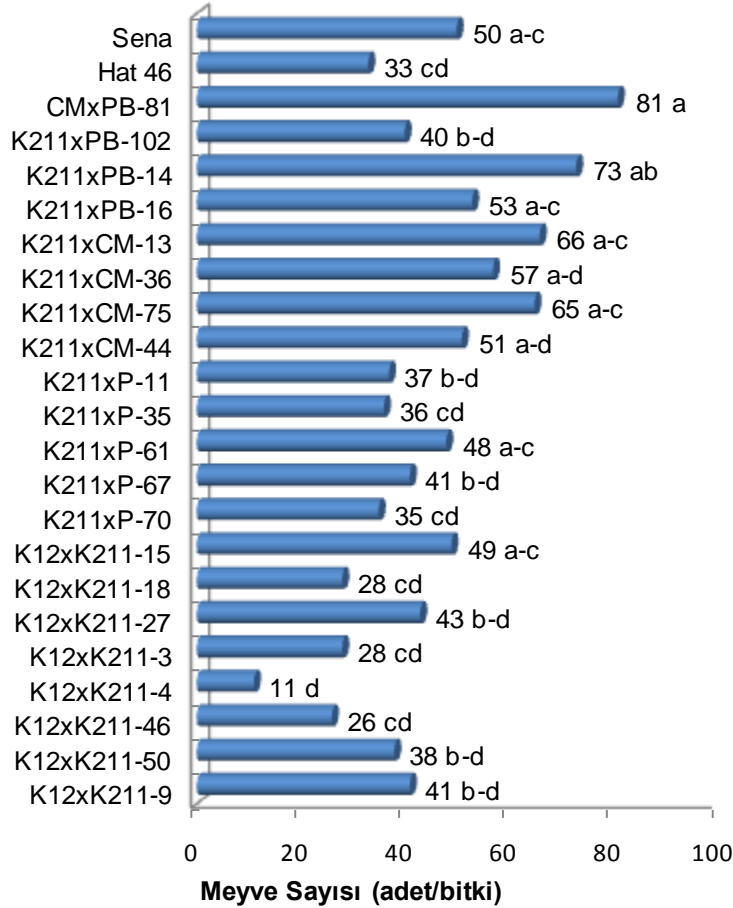
Ebeveynlerin 2006 yılına ait kuru verim değerlerin verildiği Şekil 4.3 incelendiğinde en fazla kuru verimin yine en fazla taze verim değerini gösteren K211xCM-13'ten elde edildiği görülmektedir. Bu genotip K211 ve Criollo de Morelos melezidir ve 2006 yılında 557 kg/da kuru verim değeri ile oldukça tatminkâr bir verim değeri göstermiştir.

Sena çeşidi 438 kg/da kuru verimle birçok ebeveynin gerisinde kalmıştır. K211 ile Perennial'in melezlerinden biri olan K211xP-67 486 kg/da, Criollo de Morelos 334 ile PBC 178 genotiplerinin melezlenmesi ile elde edilen CMxPB-81 genotipi 452 kg/da kuru verim vermiştir (Şekil 4.3).



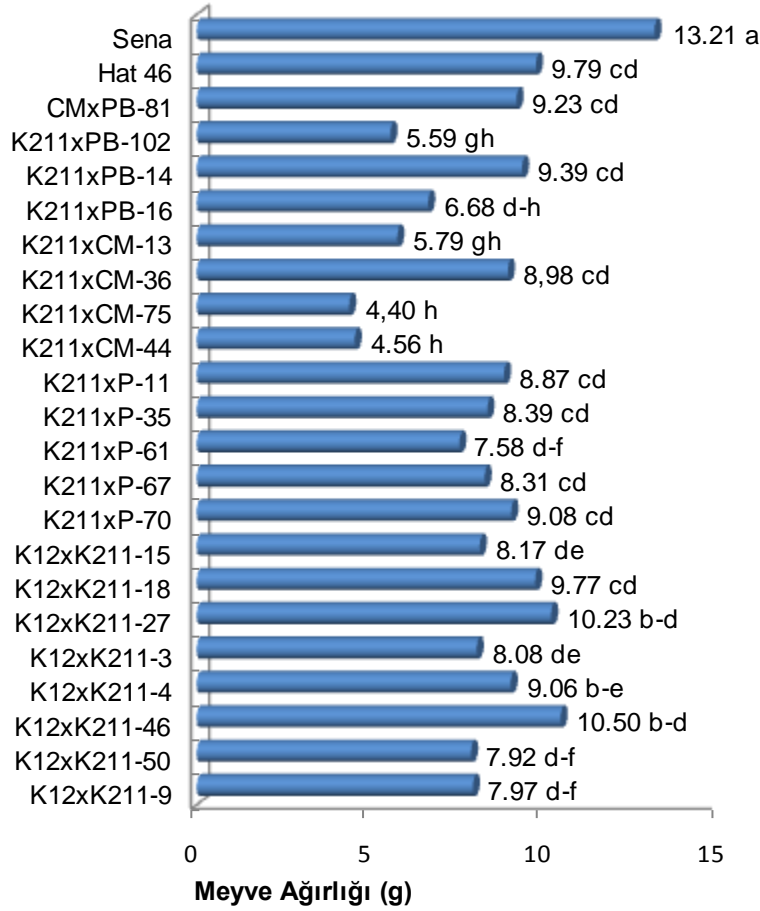
Şekil 4.3. Kök boğazı yanıklığına dayanıklı ve duyarlı ebeveynlerin kuru verim değerleri (kg/da)

Dayanıklı genotiplere ait meyve sayıları Şekil 4.4'te verilmiştir. Bu değerler incelendiğinde en fazla meyve sayısına sahip genotipin 81 adet/bitki ile CMxPB-81 olduğu görülür. Bu genotipi bitki başına 73 adet meyve ile K211xPB-14 izlemektedir. En düşük meyve sayısını ise 11 adet/bitki ile K12xK211-4 göstermiştir.

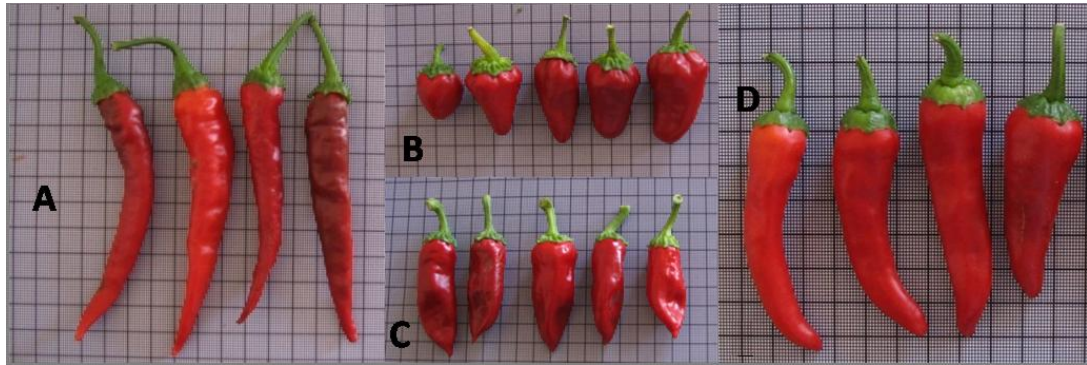


Şekil 4.4. Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ve duyarlı ebeveynlerin meyve sayısı değerleri (adet)

Ebeveynlere ait ortalama meyve ağırlığı değerlerinin verildiği Şekil 4.5 incelendiğinde K12xK211-46'nın 10.50 g/meyve ağırlığı ilk sırada yer aldığı görülür. Dayanıklı ebeveynlerden K12xK211-27 de 10.23 g meyve ağırlığı ile yüksek meyve ağırlığı gösteren genotiplerden olmuştur. K211x334-44 ve K211x334-75 genotipleri ise sırasıyla 4.56 g ve 4.40 g meyve ağırlıkları ile en hafif meyveli genotipler olmuşlardır. Denemeden elde edilen en yüksek meyve ağırlığı 13.21 g ile Sena çeşidinden elde edilmiştir (Şekil 4.5).



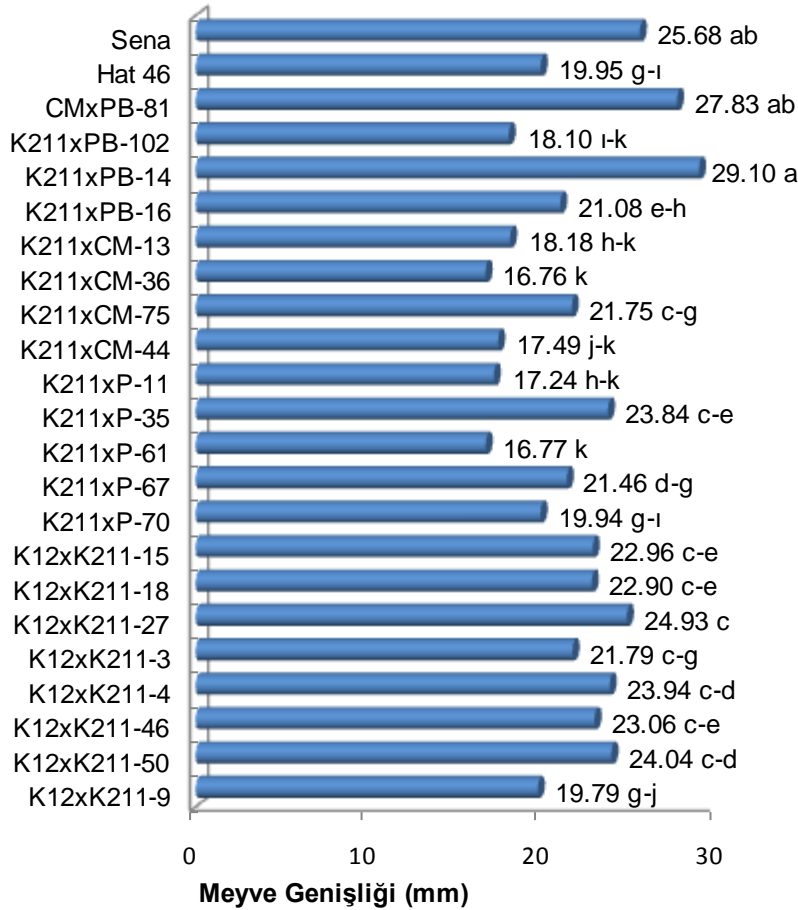
Şekil 4.5. Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ebeveynlerin ortalama meyve ağırlığı değerleri (g)



Şekil 4.6. Ebeveynlerin meyve genişliklerine ait görüntüleri (A: K211xP-11; B: CMxPB-81 C: K12xK211-4 D: K211xPB-14)

Ebeveynlerin meyve genişliği görünümleri Şekil 4.6'da gösterilmiştir. Meyve genişliği değerleri ise Şekil 4.7'de sunulmuştur. Şekil 4.7 incelendiğinde genotiplere ait meyve genişliği değerlerinin 29.10 mm ile 16.76 mm değerleri arasında değişiklik gösterdiği görülmektedir. K211xPB-14 genotipi en yüksek, K211xCM-36 genotipi

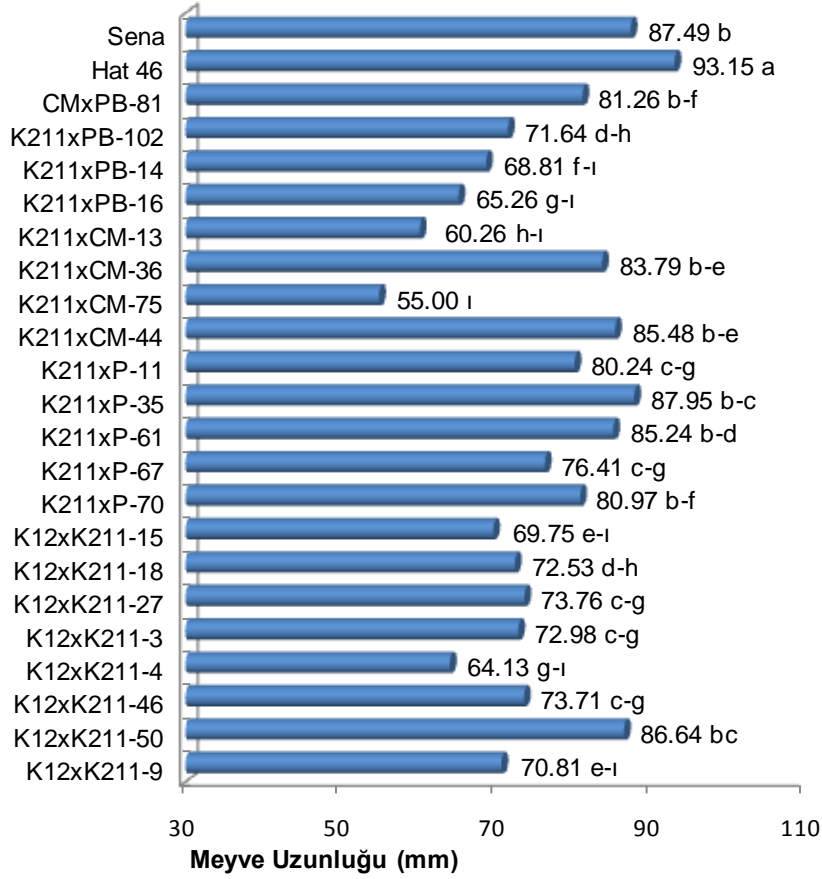
ise en düşük meyve genişliği değerini göstermiştir. K211xP-61’de 16.77 mm meyve genişliği değeri ile son grupta yer almıştır.



Şekil 4.7. Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ve duyarlı ebeveynlerin meyve genişliği değerleri (mm)

Ebeveynlerin meyve uzunluğu değerleri Şekil 4.8’de verilmiştir. Şekil 4.8 incelendiğinde en uzun meyveye 93.15 mm ile Hat 46’nın sahip olduğu görülür. Dayanıklı genotipler arasında K211xP-35, 87.95 mm ile en uzun, K211xCM-75 ise 55.00 mm ile en kısa meyveli genotip olmuştur.

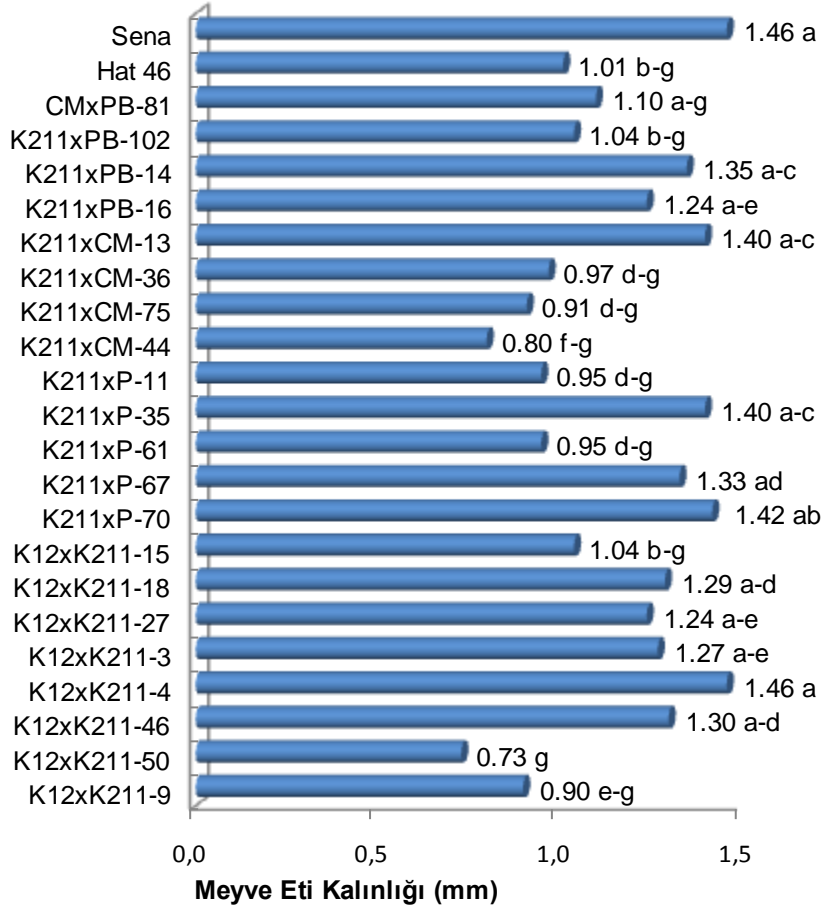
Meyve eti kalınlığı değerleri incelendiğinde en ince meyve etine sahip genotipin 0.73 mm ile K12xK211-50, en kalın meyve etine sahip genotiplerin ise 1.46 mm meyve eti kalınlığı ile Sena ve K12xK211-4 olduğu Şekil 4.10’dan anlaşılmaktadır.



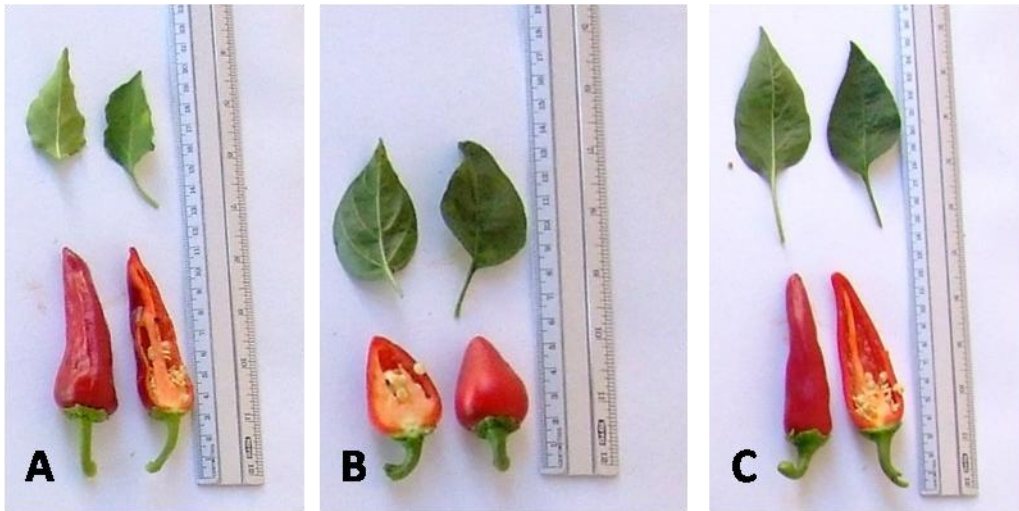
Şekil 4.8. Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ve duyarlı ebeveynlerin ve kontrollerin meyve uzunluğu değerleri (mm)



Şekil 4.9. Genotiplerin meyve uzunluklarına ait görüntüler (A: Sena; B: K211xP-70; C: K211xP-67; D: E: K12xK211-50x46 ve bitkideki görünümü)



Şekil 4.10. Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ve duyarlı ebeveynlerin meyve eti kalınlığı değerleri (mm)



Şekil 4.11. Genotiplerin meyve eti kalınlıklarından görüntüler (A: K211xP-61, B: CMxPB-81, C: K211xP-11)

Ön denemelerden elde edilen bu veriler ışığında ana denemede yer verilecek materyal belirlenmiştir. Materyali yetersiz görülen genotipler çalışmadan çıkarılarak bu materyalin yerine yeni genotipler eklenmiştir. Yenilenen ebeveynler ile bunlara ait melezler ile ana denemeler kurulmuştur.

4.2. Ana Deneme Bulguları

4.2.1. Hastalığa Dayanıklılık Çalışmaları

4.2.1.1. Arazideki Hastalık Testleri

Genotiplerin arazideki göstermiş oldukları hastalık oranları arasındaki farklılıklar heriki yılda da istatistiksel anlamda önemli ($p \leq 0.01$) bulunmuştur. Hastalık oranları bakımından 2008 yılında ebeveynlerin 2007 yılına göre daha fazla dayanım gösterdikleri görülmektedir.

Dayanıklı ebeveynlerden yalnızca iki adedinde hastalık gözlemlenmiş K12xK211-9 genotipi % 29.55, K211xP-35 genotipi ise % 35.46 oranında hastalanmıştır. Benac ve Sena çeşitleri en hassas genotipler olup hastalanma oranları sırasıyla % 94.03 ve % 96.09 olarak gerçekleşmiştir. Melezlerin de birçoğu neredeyse hiç hastalanmamışlardır.

Denemenin ikinci yılı olan 2008 yılında ise melezlerin birçoğu arazide etmene dayanım göstermiştir. K12xK211-15x46 genotipi % 9.01 ile en fazla hastalanan melez olurken, Sena ve Benac çeşitlerinde hastalanma oranları sırasıyla % 51.71 ve % 71.57'ye kadar çıkmıştır. Dayanıklı ebeveynlerden olan K12xK211-9 genotipi % 7.61 hastalık oranı ile hastalık belirtisi gösteren dayanıklı ebeveyn olmuştur (Çizelge 4.1).

Yıllara göre hastalık oranlarında meydana gelen düşüşün nedeni genotiplerde bulunan dayanıklılık genlerinin kendilemelerle biraraya toplanmasına bağlanabilir. Ancak homozigot hassas bireylerin hastalık oranlarında meydana gelen düşüş, daha çok çevre şartlarının bu duruma sebep olduğunu düşündürmektedir. Bilindiği gibi hastalıklara karşı bitkilerin gösterdikleri reaksiyonlar konukçu-patojen-çevre

üçlünün etkileşimi sonucu ortaya çıkmaktadır. Lefebvre ve Palloix (1996), bu durumun *P. capsici* ve biber bitkisi için de geçerli olduğunu belirtmektedirler.

Çizelge 4.1. Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ebeveynler, hassas çeşit ve hatlar ile melezlerinin arazi denemelerindeki hastalık oranları (%)

Genotip	Arazideki Hastalık Oranı (%)		Genotip	Arazideki Hastalık Oranı (%)	
	2007	2008		2007	2008
PBxPM-65x46	0.00 J	0.00 F	K211xP-35x46	0.00 J	0.00 F
PBxPM-65xS	0.00 J	0.00 F	K211xP-35xS	0.00 J	0.00 F
PBxPM-65	0.00 J	0.00 F	K211xP-35	35.46 D-F	4.99 E
PBxPM-2x46	0.00 J	0.00 F	K211xP-11x46	0.00 J	6.69 D-E
PBxPM-2xS	0.00 J	0.00 F	K211xP-11xS	5.21 H-J	3.28 E-F
PBxPM-2	0.00 J	0.00 F	K211xP-11	0.00 J	0.00 F
K12xK211-9x46	0.00 J	0.00 F	K211xPB-16x46	0.00 J	0.00 F
K12xK211-9xS	36.57 D-E	1.15 E-F	K211xPB-16xS	0.00 J	6.49 D-E
K12xK211-9	29.55 D-G	7.61 F	K211xPB-16	0.00 J	0.00 F
K12xK211-50x46	18.71 G-I	0.00 F	K211xPB-14x46	0.00 J	0.00 F
K12xK211-50xS	0.00 J	0.00 F	K211xPB-14xS	0.00 J	0.00 F
K12xK211-50	0.00 J	0.00 F	K211xPB-14	0.00 J	0.00 F
K12xK211-46x46	0.00 J	0.00 F	K211xPB-102x46	0.00 J	0.00 F
K12xK211-46xS	0.00 J	0.00 F	K211xPB-102xS	0.00 J	0.00 F
K12xK211-46	0.00 J	0.00 F	K211xPB-102	0.00 J	0.00 F
K12xK211-4x46	0.00 J	0.00 F	K211xCM-75x46	0.00 J	0.00 F
K12xK211-4xS	0.00 J	0.00 F	K211xCM-75xS	0.00 J	0.00 F
K12xK211-4	0.00 J	0.00 F	K211xCM-75	0.00 J	0.00 F
K12xK211-27x46	0.00 J	0.00 F	K211xCM-44x46	0.00 J	0.00 F
K12xK211-27xS	52.47 C-D	0.00 F	K211xCM-44xS	14.64 F-H	0.00 F
K12xK211-27	0.00 J	0.00 F	K211xCM-44	0.00 J	0.00 F
K12xK211-18x46	0.00 J	0.00 F	K211xCM-36x46	0.00 J	0.00 F
K12xK211-18xS	3.83 E-G	0.00 F	K211xCM-36xS	40.47 D-E	6.49 D-E
K12xK211-18	0.00 J	0.00 F	K211xCM-36	4.21 I-J	0.00 F
K12xK211-15x46	10.55 E-H	9.01 D-E	K211xCM-13x46	0.00 J	0.00 F
K12xK211-15xS	55.46 B-D	1.74 E-F	K211xCM-13xS	0.00 J	0.00 F
K12xK211-15	0.00 J	0.00 F	K211xCM-13	0.00 J	0.00 F
K211xP-87x46	0.00 J	0.00 F	CMxPM-52x46	0.00 J	0.00 F
K211xP-87xS	0.00 J	3.28 E-F	CMxPM-52xS	0.00 J	0.00 F
K211xP-87	0.00 J	0.00 F	CMxPM-52	0.00 J	0.00 F
K211xP-8x46	0.00 J	0.00 F	CMxPB-81x46	50.48 C-D	0.00 F
K211xP-8xS	0.00 J	0.00 F	CMxPB-81xS	0.00 J	0.00 F
K211xP-8	0.00 J	0.00 F	CMxPB-81	0.00 J	0.00 F
K211xP-70x46	0.00 J	0.00 F	BENAC	94.03 A	71.57 A
K211xP-70xS	0.00 J	0.00 F	Hat 1	72.82 B-C	44.92 B
K211xP-70	0.00 J	0.00 F	Hat 187	97.43 A	36.55 B-C
K211xP-67x46	0.00 J	0.00 F	Hat 46	95.64 B	11.50 C-D
K211xP-67xS	0.00 J	0.00 F	Sena	96.09 A	51.71 A-B
K211xP-67	0.00 J	0.00 F			

Değişim katsayısı (%) 2007 :78 2008:88 * Değerlere açısız transformasyon uygulanmıştır.

Toprak, içerisinde birçok organizmanın etkileşim içerisinde yaşadığı canlı bir ortamdır. Bu nedenle arazide gerçekleştirilen hastalık denemelerinde ikinci yılda meydana gelen bu düşüşün nedenini açıklamak oldukça güçtür. Ancak Drent ve Guest (2004), toprakta bulunan fungusların ve bakterilerin; Cristinzio (1987), Trichoderma türlerinin; Jiang ve ark. (2006), ise bazı bakteri türlerinin hastalık etmeninin gelişimini engellediğini bildirmişlerdir. Elde edilen sonuçlar ve yukarıda belirtilen görüşler bir bütün olarak ele alındığında Barksdale ve ark. (1984) tarafından bildirilen çevre koşullarından etkilenebilen dominantlık etkisinin dayanıklılığın kalıtımında rol oynadığı görüşü oldukça akla yatkın görülmektedir.

İklim şartlarının etmenin lehine olduğu durumlarda hastalanma oranları artış gösterebilir. Ana denemenin yapıldığı dönemler olan 2007 ve 2009 yılları arasında yürütülen, 107O496 numaralı ve “Türkiye'deki *Phytophthora capsici* L. (Biber Kök Boğazı Yanıklığı) İzolatlarının Fenotipik - Genetik Karakterizasyonu ve Virulenslikleriyle İlgili Moleküler İşaretleyicilerin Belirlenmesi” isimli proje kapsamında Türkiye’de bulunan birçok biber üretim alanı taranmış ve bu yıllarda etmenin Türkiye genelinde yaygınlık durumunun oldukça düşük olduğu gözlenmiştir. Arazi denemelerinde hastalık oranlarının azalmasını destekleyici yönde gelişen bu durum toprak koşullarının yanında iklim koşullarının da muhtemel etkilerini ortaya koymaktadır.

4.2.1.2. Seradaki Hastalık Testleri (Saksı denemeleri)

Tarla denemelerinde gösterdikleri hastalığa reaksiyon durumlarının, kontrollü koşullarda elde edilenlerle karşılaştırılması amacıyla yapılan saksı denemelerinden elde edilen farklılıklar önemli ($p \leq 0.01$) bulunmuş ve bulgular Çizelge 4.2’de toplu şekilde sunulmuştur. Bu deneme aynı materyalle iki kez gerçekleştirildiğinden Çizelge 4.2’de birinci deneme ve ikinci deneme sonuçları ayrı ayrı verilmiştir. Serada kökten bulaştırma yöntemi ile hastalık etmenin uygulandığı bu denemenin sonuçları, arazideki hastalık denemelerinin sonuçlarından oldukça yüksek bulunmuştur. Saksı denemelerinde hassas genotiplere ait bitkilerin tamamı hastalanırken dayanıklı olduğu düşünülen ve ebeveyn olarak kullanılan CMxPB-81,

K211xPB-16, PBxPM-2 ve PBxPM-65 genotipleri ve PBxPM-2x46 ve CMxPM-52x46 melezleri her iki denemede de hastalık belirtilerinin görülmediği genotipler olmuşturlardır.

Çizelge 4.2. Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ebeveynler, hassas çeşit ve hatlar ile melezlerinin seradaki hastalık oranları (%)

Genotip	Hastalık Oranı (%)		Genotip	Hastalık Oranı (%)	
	I. Deneme	II. Deneme		I. Deneme	II. Deneme
PBxPM-65x46	1.95 F-G	5.04 G-I	K211xP-35x46	27.36 C-G	32.99 B-I
PBxPM-65xS	1.95 F-G	5.04 G-I	K211xP-35xS	21.78 C-G	18.18 C-I
PBxPM-65	0.00 G	0.00 I	K211xP-35	50.00 B-E	64.61 B-E
PBxPM-2x46	0.00 G	0.00 I	K211xP-11x46	50.00 B-E	64.61 B-E
PBxPM-2xS	1.95 F-G	5.04 G-I	K211xP-11xS	38.76 B-F	55.98 B-G
PBxPM-2	0.00 G	0.00 I	K211xP-11	16.67 D-G	14.46 D-I
K12xK211-9x46	21.78 C-G	31.77 B-I	K211xPB-16x46	21.78 C-G	14.46 D-I
K12xK211-9xS	61.23 B-D	81.80 A-B	K211xPB-16xS	33.32 B-F	48.13 B-G
K12xK211-9	58.50 A-C	82.48 A-B	K211xPB-16	0.00 G	0.00 I
K12xK211-50x46	11.46 D-G	10.33 E-I	K211xPB-14x46	21.78 C-G	14.46 D-I
K12xK211-50xS	21.78 C-G	31.77 B-I	K211xPB-14xS	32.55 B-F	40.66 B-H
K12xK211-50	16.67 D-G	14.46 D-I	K211xPB-14	21.73 C-G	14.46 D-I
K12xK211-46x46	11.46 D-G	7.48 F-I	K211xPB-102x46	16.07 E-G	5.04 G-I
K12xK211-46xS	1.95 F-G	1.27 H-I	K211xPB-102xS	33.32 B-F	44.33 B-H
K12xK211-46	21.78 C-G	30.50 B-I	K211xPB-102	1.95 F-G	1.27 H-I
K12xK211-4x46	21.78 C-G	30.50 B-I	K211xCM-75x46	16.67 D-G	14.46 D-I
K12xK211-4xS	85.00 A-B	82.48 A-B	K211xCM-75xS	11.46 D-G	5.04 G-I
K12xK211-4	16.67 D-G	14.46 D-I	K211xCM-75	1.95 F-G	1.27 H-I
K12xK211-27x46	21.78 C-G	24.69 B-I	K211xCM-44x46	27.36 C-G	32.99 B-I
K12xK211-27xS	27.36 C-G	36.95 B-H	K211xCM-44xS	38.76 B-F	50.36 B-G
K12xK211-27	21.78 C-G	22.21 C-I	K211xCM-44	16.07 E-G	5.04 G-I
K12xK211-18x46	27.36 C-G	36.62 B-H	K211xCM-36x46	32.55 B-F	40.23 B-H
K12xK211-18xS	56.92 B-E	66.98 A-D	K211xCM-36xS	32.55 B-F	40.23 B-H
K12xK211-18	16.67 D-G	14.46 D-I	K211xCM-36	1.95 F-G	1.27 H-I
K12xK211-15x46	38.76 B-F	50.42 B-F	K211xCM-13x46	16.07 E-G	5.04 G-I
K12xK211-15xS	38.76 B-F	50.42 B-F	K211xCM-13xS	1.95 F-G	1.27 H-I
K12xK211-15	21.78 C-G	20.48 C-I	K211xCM-13	1.95 F-G	0.00 I
K211xP-87x46	33.32 B-F	48.13 B-G	CMxPM-52x46	0.00 G	0.00 I
K211xP-87xS	44.33 B-E	63.02 B-E	CMxPM-52xS	11.46 D-G	5.04 G-I
K211xP-87	23.03 D-G	11.10 D-I	CMxPM-52	16.67 D-G	14.46 H-I
K211xP-8x46	32.55 B-F	43.99 B-H	CMxPB-81x46	61.23 B-D	74.22 A-C
K211xP-8xS	21.78 C-G	18.79 C-I	CMxPB-81xS	16.67 D-G	12.99 D-I
K211xP-8	16.67 D-G	14.46 D-I	CMxPB-81	0.00 G	0.00 I
K211xP-70x46	27.36 C-G	36.53 B-H	BENAC	100.00 A	100.00 A
K211xP-70xS	27.36 C-G	36.20 B-H	Hat 1	100.00 A	100.00 A
K211xP-70	16.07 E-G	5.04 G-I	Hat 187	100.00 A	100.00 A
K211xP-67x46	11.46 D-G	7.48 F-I	Hat 46	100.00 A	100.00 A
K211xP-67xS	11.46 D-G	5.04 G-I	Sena	100.00 A	100.00 A
K211xP-67	1.95 F-G	1.27 H-I			

Değişim katsayısı (%) (I) :32.86 (II):33.24 * Değerlere açısız transformasyon uygulanmıştır.

Yapılan birinci denemede K12xK211-4xS genotipi % 85.00 hastalanma oranı ile en duyarlı melez olmuş, ikinci denemede % 82.48 hastalanma oranı göstererek bu özelliğini devam ettirmiştir. Yapılan ikinci denemenin sonuçları göz önüne alındığında bu melez ile aynı hastalanma oranını taşıyan K12xK211-9 ebeveyni birinci denemede % 58.50, ikinci denemede % 82.48 hastalanma oranı göstererek dayanıklılığı bulunmayan bir genotip olarak ortaya çıkmıştır. Yine dayanıklı olduğu düşünülen genotipler arasında yer alan K211xP-35 genotipi birinci denemede % 50.00 ve ikinci denemede % 64.61 hastalanma oranı göstererek K12xK211-9 genotipi ile birlikte duyarlı olduğu ortaya konulan ebeveynler arasına girmiştir.

İkinci denemede, birinci denemede yüksek dayanıklılık gösteren genotiplerin hastalık oranlarında artışlar meydana gelmiştir. Her iki denemede de birbirine yakın sonuçlar elde edilmiş olmasına rağmen ikinci denemede bulunan hastalık oranlarının daha yüksek olduğu söylenebilir (Çizelge 4.2).

Saksı denemelerinde hastalık oranları değerlerinin yüksek çıkması ve özellikle hassas genotiplere ait bitkilerin tamamının hastalanması, hastalığın ortaya çıkmasındaki en önemli çevre faktörünün toprak olduğu sonucunu açık bir şekilde ortaya koymaktadır. Arazi denemelerinde birinci ve ikinci yıl arasında hastalanma oranları arasında önemli farklılıklar çıkmasına rağmen yaklaşık aynı tarihlerde yapılan saksı denemelerinde birbirine çok yakın değerler elde edilmesi bu durumu güçlendirmektedir.

Göçmen (2006), Kahramanmaraş kırmızı biber popülasyonundan selekte edilen K211 genotipinin bazı dayanıklılık genlerini taşıdığını, bu genotipin duyarlı Kahramanmaraş biberi hatları ile melezlenmesiyle bu dayanıklılığın azaldığını bildirmiştir. Bu bildirişe göre K12xK211-9 genotipinin duyarlı bulunması olağan görülmekle birlikte iki dayanıklı ebeveynin melezlenmesi ile elde edilen K211xP-35 genotipinin duyarlılık sergilemesi ilgi çekicidir. Göçmen (2006), çalışmasında Kahramanmaraş kırmızı biber popülasyonundan seçilen K211 genotipi ile Hindistan orijinli Perennial grubu dayanıklılık kaynaklarının melezlerinin sonuçlarına yer vermemiş ancak iki dayanıklılık kaynağının melezlerinin yüksek hastalanma oranına sahip olabileceğini ifade etmiştir. Palloix ve ark. (1990), dayanıklı genotiplerler kullanılarak elde edilen melezlerin hastalığa dayanıklılık bakımından transgresif

açılım gösterdiğini bildirmiş, kök boğazı yanıklığı gibi poligenik kalıtıma sahip böyle hastalıklara dayanıklı biber çeşitlerinin geliştirilmesinde tekrarlamalı seleksiyon yöntemini tavsiye etmişlerdir.

Dayanıklıxdayanıklı melezlenmesi sonucu elde edilen ebeveynler hastalığa yüksek dayanım gösterirlerken, dayanıklıxhassas melezlerinden elde edilen ebeveynler orta düzeyde dayanım göstermiş ve hassas genotiplerle ebeveynler tamamen hastalanmışlardır. Duyarlı bulunan K211xP-35 genotipinin melezlerinde hastalanma oranlarının daha düşük bulunması hassas genotiplerde dayanıklılığı etkileyen minör genlerin bulunmasına bağlanabilir. Black ve Berket (1998), duyarlı bitkilerde de dayanıklılık genlerinin bulunabileceğini, Lefebvre ve ark. (2001), dayanıklılıkta majör genlerin yanı sıra birçok minör genin etkili olabildiğini bildirmiştir. Bu minör genlerin çalışmada kullanılan hassas genotiplerde de bulunduğu düşünülmektedir. Bu genler, saldırganlığı yüksek sayılabilecek Çakallık izolatına (Göçmen, 2006) erken dönemde maruz kalan bitkilerde etkili olamamış ve bitkilerin tamamı hastalanmıştır. Ancak arazideki hastalık denemelerinde gelişimini tamamladıkları dönemlerde hastalık etmenine maruz kalan duyarlı genotipler, sahip oldukları minör genlerin ve çevre etkilerinin bir araya gelmesi ile hastalığa değişen oranlarda dayanım göstermişlerdir (Çizelge 4.1).

Hwang (1996), biber genotiplerinin kök boğazı yanıklığı hastalığına karşı dayanıklılıklarının daha çok ileriki gelişme dönemlerinde ortaya çıktığını; Lee (2002), ise bu dayanıklılığın biber bitkisinin ileriki dönemlerinde inokulum miktarının arttırılmasına rağmen devam ettiğini bildirmişlerdir.

Kahramanmaraş ilinde kırmızı biber tohumları 2-4 kg/dekar tohum kullanılarak doğrudan tarlaya ekilmektedir. Serpme ekim yönteminin zorunlu kıldığı bu yüksek miktardaki tohum kullanımını kötü toprak hazırlığı ve olumsuz iklim koşullarında dahi oldukça yüksek bir bitki sıklığına neden olmaktadır. Bölgede mayıs ve haziran aylarında etmen nedeni ile meydana gelen bitki kayıpları bu bitki sıklığı sayesinde tolere edilebilmekte ancak hasta bitkiler inokulum kaynağı olarak arazide varlıklarını sürdürmektedirler. Tava yöntemi ile uygulanan sulamaya ek olarak, iklimin de etmenin yayılması için elverişli hale gelmesiyle temmuz ve ağustos aylarında hastalık şiddetini arttırmaktadır. Bu durum göz önüne alındığında Kahramanmaraş

koşullarında tarlada kırmızı biber yetiştiriciliğine uygun, kök boğazı yanıklığına dayanıklı çeşit geliştirmek maksadı ile major genlerden bir ya da birkaçını bulduran dayanıklılık kaynaklarının kullanılması ile bu etmene dayanıklı çeşit geliştirmek olası görünmektedir. Ancak yörede etmenin her iki eşey tipinin bulunması (Konukoğlu, 2007) ve eşey tiplerinin bir araya gelerek saldırganlığı farklı olan yeni izolatlar ortaya çıkarma yeteneğinde olması, biberlerde kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklılık ıslahında devamlılığı sağlayacak çalışmaların sürdürülmesini zorunlu kılmaktadır.

4.2.2. Verim ve Verim Unsurları

4.2.2.1. Taze Verim

Taze verim değerleri bakımından genotipler arasında meydana gelen farklılıklar her iki yılda da $p \leq 0.01$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Ebeveyn olarak kullanılan Sena çeşidi birinci yıldaki (2007) denemede 2674 kg/da taze verim değeri göstermiştir. Bununla birlikte 2769 kg/da taze verim değeri gösteren K211xP-67x46 hem denemedeki taze verim değerini göstermiş, hatta ebeveynlerinden yüksek verimli olan 46 numaralı hattı geride bırakmıştır. K211xP-67xS melezi ise 2226 kg/da taze verim değeri göstermiştir. K211xP-67 genotipinin taze verimi ise 1968 kg/da olmuştur. En düşük taze meyve verimi 736 kg/da ile ebeveynlerden biri olan CMxPM-217-52 genotipinden elde edilmiştir. Bu genotipin Hat 46 ile melezi 992 kg/da, Sena ile melezi ise 974 kg/da taze verim değeri göstermiştir (Çizelge 4.3).

İkinci yıl denemelerinde ise tıpkı 2007 yılı denemelerinde olduğu gibi en yüksek verim 2790 kg/da ile K211xP-67x46 melezinden alınmış, bunu 2383 kg/da verim ile Hat 46 izlemiştir. Sena çeşidinin verimi ise 2294 kg/da olmuştur. Dayanıklı ebeveynler arasında ise en yüksek verim değerini 2015 kg/da taze kırmızı biber verimi ile K211xP-67 genotipi göstermiştir. En düşük verim 774 kg/da ile 2007 yılında olduğu gibi CMxPM-52 genotipinden elde edilmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ebeveynler, hassas çeşit ve hatlar ile melezlerinin taze verimleri (kg/da)

Genotip	Taze Verim (kg/da)		Genotip	Taze Verim (kg/da)	
	2007	2008		2007	2008
PBxPM-65x46	850 W-Y	1035 M-P	K211xP-35x46	980 U-Y	1088 K-P
PBxPM-65xS	1328 L-Y	1542 C-P	K211xP-35xS	1474 E-Y	1517 C-P
PBxPM-65	1422 K-Y	1432 F-P	K211xP-35	2109 A-N	2160 A-I
PBxPM-2x46	974 P-Y	1326 H-P	K211xP-11x46	2565 A-C	2088 A-J
PBxPM-2xS	1848 C-P	1784 B-N	K211xP-11xS	1725 D-T	1718 C-O
PBxPM-2	1534 J-W	1589 C-P	K211xP-11	1395 H-Y	1368 G-P
K12xK211-9x46	2062 A-N	1873 A-N	K211xPB-16x46	1615 D-Y	1650 C-P
K12xK211-9xS	2411 A-D	2356 A-F	K211xPB-16xS	1945 A-S	2001 A-L
K12xK211-9	1574 D-Y	1593 C-P	K211xPB-16	1673 C-X	1816 B-N
K12xK211-50x46	1857 A-U	1861 A-N	K211xPB-14x46	1773 A-V	1776 A-P
K12xK211-50xS	1931 A-S	1871 A-N	K211xPB-14xS	2051 A-O	1817 A-O
K12xK211-50	1593 H-V	1487 D-P	K211xPB-14	1788 A-U	1742 B-O
K12xK211-46x46	1563 E-Y	1494 C-P	K211xPB-102x46	2626 A-D	2669 A-B
K12xK211-46xS	1364 J-Y	1070 L-P	K211xPB-102xS	1172 L-Y	1494 C-P
K12xK211-46	767 XY	814 O-P	K211xPB-102	1376 L-Y	1731 B-O
K12xK211-4x46	820 T-Y	1705 C-P	K211xCM-75x46	891 R-Y	926 N-P
K12xK211-4xS	1112 M-Y	1288 H-P	K211xCM-75xS	1141 M-Y	1201 H-P
K12xK211-4	875 V-Y	1205 J-P	K211xCM-75	1509 H-X	1539 C-P
K12xK211-27x46	1278 M-Y	1319 H-P	K211xCM-44x46	1906 A-S	1959 A-M
K12xK211-27xS	1143 O-Y	1077 J-P	K211xCM-44xS	848 T-Y	1311 H-P
K12xK211-27	1585 H-W	1549 C-P	K211xCM-44	1202 N-Y	1232 H-P
K12xK211-18x46	2495 A-G	2403 A-D	K211xCM-36x46	1628 D-Y	1458 E-P
K12xK211-18xS	2340 A-G	2176 A-H	K211xCM-36xS	1957 A-M	1426 F-P
K12xK211-18	1114 P-Y	1116 J-P	K211xCM-36	1489 J-X	1469 D-P
K12xK211-15x46	1830 A-U	1635 C-P	K211xCM-13x46	2124 A-J	2010 A-K
K12xK211-15xS	1719 C-U	1569 C-P	K211xCM-13xS	2243 A-I	1777 A-P
K12xK211-15	1971 A-M	1991 A-L	K211xCM-13	2053 A-K	1921 A-K
K211xP-87x46	1777 D-S	1617 C-P	CMxPM-52x46	992 T-Y	1196 J-P
K211xP-87xS	1099 Q-Y	1217 J-P	CMxPM-52xS	974 P-Y	993 K-P
K211xP-87	1559 H-W	1502 C-P	CMxPM-52	736 Y	774 P
K211xP-8x46	1084 Q-Y	1148 I-P	CMxPB-81x46	2407 A-I	2041 A-J
K211xP-8xS	1342 L-Y	1162 J-P	CMxPB-81xS	1107 M-Y	1023 M-P
K211xP-8	1608 E-V	1668 C-P	CMxPB-81	2580 A-C	2209 A-F
K211xP-70x46	1861 B-O	1786 A-P	BENAC	2316 A-G	2204 A-H
K211xP-70xS	1804 A-U	1758 B-N	Hat 1	2427 A-G	2326 A-C
K211xP-70	1392 L-Y	1452 C-P	Hat 187	1628 E-U	1801 A-O
K211xP-67x46	2769 A	2790 A	Hat 46	2455 A-G	2383 A-E
K211xP-67xS	2226 A-L	2216 A-H	Sena	2674 A	2294 A-G
K211xP-67	1968 A-M	2015 A-K			

Değişim katsayısı (%) 2007:20.00 2008:15.40

Verim birçok tarım ürünüde ön planda tutulan özelliklerden birisidir. Ekonomik getiri ile doğrudan ilişkili olan bitkilerdeki verimliliğin artırılması tarım işletmelerinin kazancını arttıracaktır. Bu durum bütün bitkilerde olduğu gibi kırmızı

biber için de geçerlidir. Akıncı ve Akıncı (2004) Kahramanmaraş kırmızı biber populasyonunu incelemiş ve bitki başına olgunlaşmış biber veriminin 82.5 ile 567.7 g arasında değiştiğini bildirmiştir. Kırmızı biber üretiminde bir dekar alanda yaklaşık beşbin bitki bulundurulduğu göz önüne alınırsa populasyonun 400 ile 2800 kg/da arasında olgunlaşmış kırmızı biber verim potansiyeline sahip olduğu sonucuna ulaşılabilir.

Nitekim Arpacı ve ark. (2008), Kahramanmaraş kırmızı biberi populasyonundan 2748 kg/da olgunlaşmış kırmızı biber verimine sahip bir çeşit geliştirmişlerdir. Çizelge 4.3 incelendiğinde bütün genotiplerin Akıncı ve Akıncı (2004)'nın Kahramanmaraş kırmızı biber populasyonunun taze kırmızı biber verimi için bildirdiği aralıklar arasında verim değerine sahip olduğu görülür. K211xP-67x46 melezi gibi yüksek taze verim değerine sahip K211xP-11x46 ve K211xPB-102x46 melezleri Kahramanmaraş kırmızı biber populasyonunun üst sınırına yakın genotiplerdir. Ancak bölgedeki biber işletmelerinin üretim alışkanlıkları ve işletme büyüklükleri göz önüne alındığında hibrit genotiplerin tavsiyesi şimdilik mümkün görülmemektedir. Hibrit tohum üretiminin maliyet ve işgücü gerekliliği gibi dezavantajlarının göz ardı edilebilmesi için daha yüksek verim değeri gösteren hibritlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun yerine kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklılık gösteren ve yüksek verim değerine sahip CMxPB-81, K211xP-67, K211xP-35 K211xCM-13 ve K12xK211-15 genotiplerin kendilemelerine devam edilip açık tozlanan bir çeşit geliştirilmesinin daha uygun olabileceği düşüncesi hakimdir. Bununla birlikte CMxPB-81 genotipindeki açılımların devam etmesi ve K211xP-35 genotipinin göstermiş olduğu yüksek hastalanma oranı, ıslah sürecinde dikkat edilmesi gereken durumlardır.

4.2.2.2. Kuru Verim

Genotipler arasında kuru verim değerleri bakımından oluşan farklılıklar her iki yılda da istatistiksel olarak önemli ($p \leq 0.01$) bulunmuştur. 2007 ve 2008 yıllarına ait kuru verim değerleri ve çoklu karşılaştırma testi sonucu oluşan gruplar Çizelge 4.4'te verilmiştir. Çizelge incelendiğinde 2007 yılında Hat 46'nın 515 kg/da kuru verim

değeri ile önemli bir verime sahip olduğu görülmektedir. K211xP-67x46 melezi 554 kg/da kuru verim değeri ile en verimli genotip olmuştur. CMxPM-52 genotipi ise 143 kg/da ile en düşük kuru verim değerini göstermiştir.

Çizelge 4.4. Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ebeveynler, hassas çeşit ve hatlar ile melezlerinin kuru verimleri (kg/da)

Genotip	Kuru verim (kg/da)		Genotip	Kuru Verim (kg/da)	
	2007	2008		2007	2008
PBxPM-65x46	191 B-E	211 N-P	K211xP-35x46	175 C-E	230 L-P
PBxPM-65xS	306 A-E	290 D-P	K211xP-35xS	287 A-E	292 D-P
PBxPM-65	305 A-E	284 E-P	K211xP-35	459 A-E	477 A-E
PBxPM-2x46	198 A-E	272 H-P	K211xP-11x46	522 A-B	534 A-B
PBxPM-2xS	371 A-E	349 B-P	K211xP-11xS	367 A-E	342 B-P
PBxPM-2	349 A-E	323 C-P	K211xP-11	248 A-E	235 K-P
K12xK211-9x46	374 A-E	386 A-N	K211xPB-16x46	362 A-E	358 B-O
K12xK211-9xS	452 A-E	440 A-J	K211xPB-16xS	393 A-E	373 B-O
K12xK211-9	352 A-E	365 B-P	K211xPB-16	386 A-E	359 B-O
K12xK211-50x46	448 A-E	406 A-M	K211xPB-14x46	336 A-E	341 B-P
K12xK211-50xS	366 A-E	341 B-P	K211xPB-14xS	413 A-E	356 B-P
K12xK211-50	346 A-E	342 B-P	K211xPB-14	374 A-E	345 B-P
K12xK211-46x46	315 A-E	299 D-P	K211xPB-102x46	491 A-C	586 A
K12xK211-46xS	309 A-E	213 N-P	K211xPB-102xS	246 A-E	298 C-P
K12xK211-46	158 D-E	166 O-P	K211xPB-102	313 A-E	361 B-N
K12xK211-4x46	177 A-E	311 D-P	K211xCM-75x46	179 A-E	197 L-P
K12xK211-4xS	269 A-E	288 E-P	K211xCM-75xS	256 A-E	276 D-P
K12xK211-4	208 A-E	278 G-P	K211xCM-75	300 A-E	315 C-P
K12xK211-27x46	258 A-E	267 I-P	K211xCM-44x46	397 A-E	396 A-N
K12xK211-27xS	242 A-E	219 K-P	K211xCM-44xS	183 A-E	258 I-P
K12xK211-27	318 A-E	284 F-P	K211xCM-44	269 A-E	275 D-P
K12xK211-18x46	522 A-B	506 A-C	K211xCM-36x46	331 A-E	337 C-P
K12xK211-18xS	461 A-D	441 A-J	K211xCM-36xS	395 A-E	311 D-P
K12xK211-18	231 A-E	212 L-P	K211xCM-36	337 A-E	323 C-P
K12xK211-15x46	344 A-E	312 D-P	K211xCM-13x46	387 A-E	379 A-N
K12xK211-15xS	391 A-E	329 C-P	K211xCM-13xS	459 A-C	482 A-D
K12xK211-15	426 A-E	461 A-H	K211xCM-13	402 A-E	333 C-P
K211xP-87x46	370 A-E	336 C-P	CMxPM-52x46	207 A-E	242 K-P
K211xP-87xS	252 A-E	248 J-P	CMxPM-52xS	231 A-E	238 J-P
K211xP-87	273 A-E	299 D-P	CMxPM-52	143 E	157 P
K211xP-8x46	231 A-E	241 I-P	CMxPB-81x46	558 A	450 A-I
K211xP-8xS	282 A-E	246 K-P	CMxPB-81xS	224 A-E	216 M-P
K211xP-8	340 A-E	320 C-P	CMxPB-81	502 A-B	442 A-H
K211xP-70x46	371 A-E	316 C-P	BENAC	475 A-D	426 A-K
K211xP-70xS	451 A-E	389 B-L	Hat 1	478 A-C	489 A-C
K211xP-70	282 A-E	289 D-P	Hat 187	351 A-E	371 B-O
K211xP-67x46	554 A	587 A	Hat 46	515 A-B	468 A-G
K211xP-67xS	538 A-B	507 A-C	Sena	486 A-C	441 A-J
K211xP-67	459 A-D	472 A-F			

Değişim katsayısı (%) 2007:19.09

2008:14.37

Ebeveynlerin ve melezlerinin 2008 yılına ait kuru verim değerleri incelendiğinde 2007 yılında alt ve üst sıralarda yer alan genotiplerin aynı genotipler olduğu görülmektedir. K211xP-67x46 melezi 587 kg/da kuru verim değeri ile en verimli genotip olmuştur. CMxPM-52 genotipi ise 157 kg/da ile en düşük kuru verim değerini göstermiştir. Sena çeşidi 441 kg/da, Hat 46 ise 468 kg/da verime sahip olmuşlardır. Denemede 2006 yılında yer almayan, 2007 ve 2008 yıllarında kontrol amaçlı kullanılan Benac çeşidi 2007 yılında 475, 2008 yılında ise 426 kg/da kuru verim değeri göstermiştir (Çizelge 4.4).

Kurutulmuş kırmızı biber verimi nihai ürünün elde edileceği toz veya pul biber miktarını doğrudan etkileyeceği için en az taze verim değeri kadar önemlidir. Üreticiler taze verim miktarları üzerinde dururlarken biberi işleyen işletmeler kurutulmuş verim miktarına önem verirler. Kahramanmaraş İli'nin Narlı Bölgesi'ndeki biber işletmelerinin yapısını inceleyen Çakan (1996), bölgedeki ortalama kuru kırmızı biber veriminin 180 ile 326 kg/da olduğunu bildirmiştir. Türkiye İstatistik Kurumu'nun 2009 yılı verilerine göre 2007 yılında en yüksek ortalama kurutulmuş kırmızı biber verimi 400 kg/da ile Kütahya İli'nden elde edilmiştir. En düşük ortalama kurutulmuş kırmızı biber verimleri ise 100 kg/da ile Muğla ve 138 kg/da ile Kahramanmaraş illerinden elde edilmiştir (TUİK, 2009).

Akıncı ve Akıncı (2004) bitki başına kurutulmuş kırmızı biber veriminin 13.4 g ile 94.6 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bu veriler, kırmızı biber üretiminde uygulanan bitki sıklıkları dikkate alındığında dekar başına 67 kg ile 473 kg anlamına gelmektedir.

Arpacı ve ark. (2008), denemelerinde yer verdikleri Kahramanmaraş kırmızı biber populasyonundan ortalama 377 kg/da kurutulmuş kırmızı biber verimi elde etmişler, bu populayondan 500 kg/da kuru verime sahip Sena biber çeşidini geliştirmişlerdir. Çizelge 4.4'te verilen kuru verim değerleri incelendiğinde bütün genotiplerin Kahramanmaraş ili için bildirilen düşük kurutulmuş kırmızı biber verimlerinden daha yüksek olduğu görülür. Birçok genotip ise bildirilen yüksek ortalamanın üzerinde değer göstermiş ve denemede yer alan açık tozlanan Sena ve Hibrit Benac çeşidini geride bırakmıştır. Kuru verim değerleri bakımından üzerinde durulması gereken genotipler, taze verim özelliğinde olduğu gibi açık tozlanan

çeşitlerin geliştirilebileceği K211xP-67, K211xCM-13 ve K12xK211-15 genotipleridir.

4.2.2.3. Meyve Sayısı

Biberlerde bitkide bulunan meyve sayısı verimi dolaylı olarak etkileyen verim unsurlarındandır. Çalışmada yer alan genotiplerin göstermiş oldukları meyve sayısı değerleri 2007 yılında $p \leq 0.01$, 2008 yılında $p \leq 0.05$ seviyesinde birbirlerinden farklı bulunmuştur. Çizelge 4.5 incelendiğinde 2007 yılında CMxPB-81 genotipinin 72 adet, K12xK211-46 genotipinin ise 18 adet meyveye sahip olduğu görülür. Bu hattın Sena ile melezi ve K12xK211-4, bitki başına ortalama 19 adet meyvesi bulunan genotiplerdir. Sena çeşidi 46, Benac çeşidi 33 ve Hat 1 ise 45 adet meyveye sahip olmuşlardır.

Genotiplerin ana denemenin ikinci yılında (2008) göstermiş olduğu meyve sayıları değerleri incelendiğinde, CMxPB-81 genotipinin 83 adet, K12xK211-46 genotipinin ise 19 adet meyveye sahip olduğu görülür. Sena çeşidi 40, Benac çeşidi 38 ve 46 numaralı hat ise bitki başına ortalama 48 adet meyve vermişlerdir.

Verim değerleri bakımından üzerinde durulan K211xP-67, K211xCM-13 ve K12xK211-15 genotipleri sırasıyla 2007 yılında 44, 41 ve 47 adet, 2008 yılında 46, 41 ve 49 adet bitki başına meyveye sahip olmuşlardır.

Akıncı ve Akıncı (2004), Kahramanmaraş kırmızı biber populasyonunun bitki başına yeşil meyve sayısı değerlerinin 13 ile 86 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Olgun biber meyvelerinin sayılarını dikkate aldıklarında ise bu değerlerin 11 ile 80 adet/bitki olduğunu belirlemişlerdir. Joshi ve ark. (1991), California Wonder çeşidi ile bir acı biber hattını melezlemiş melez ve ebeveynlerde bitkideki meyve sayısının 15 ile 102 arasında değiştiğini bildirmiştir. Kullandığı materyallerde meyve sayısı değerleri bakımından heterozisin varlığından bahsetmiştir.

Çalışmada elde edilen meyve sayıları değerlendirildiğinde Akıncı ve Akıncı (2004) tarafından bildirilen meyve sayısı değerlerine yakın değerler elde edilirken farklı genotiplerle çalışan Joshi ve ark. (1991), çalışmalarında daha yüksek meyve sayısına sahip genotipler elde etmişlerdir.

Çizelge 4.5. Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ebeveynler, hassas çeşit ve hatlar ile melezlerinin meyve sayıları (adet)

Genotip	Meyve sayısı (adet)		Genotip	Meyve sayısı (adet)	
	2007	2008		2007	2008
PBxPM-65x46	24 I-P	27 I-O	K211xP-35x46	28 G-P	27 J-O
PBxPM-65xS	45 B-H	41 B-O	K211xP-35xS	34 B-P	35 C-O
PBxPM-65	46 B-G	46 B-I	K211xP-35	38 B-P	42 B-O
PBxPM-2x46	43 B-O	47 B-H	K211xP-11x46	45 B-H	47 B-J
PBxPM-2xS	35 D-P	37 D-O	K211xP-11xS	30 F-P	35 D-O
PBxPM-2	35 D-P	36 D-O	K211xP-11	30 C-P	36 D-O
K12xK211-9x46	39 B-P	42 B-O	K211xPB-16x46	44 B-N	46 B-J
K12xK211-9xS	36 C-P	33 D-O	K211xPB-16xS	41 B-P	46 B-K
K12xK211-9	33 C-P	35 C-O	K211xPB-16	41 B-P	46 B-J
K12xK211-50x46	35 B-P	31 F-O	K211xPB-14x46	37 B-P	40 B-O
K12xK211-50xS	36 B-P	33 D-O	K211xPB-14xS	34 B-P	34 D-O
K12xK211-50	36 B-P	33 E-O	K211xPB-14	52 A-G	52 B-E
K12xK211-46x46	38 B-P	33 E-O	K211xPB-102x46	44 B-N	46 B-K
K12xK211-46xS	19 P	21 N-O	K211xPB-102xS	20 M-P	20 M-O
K12xK211-46	18 P	19 O	K211xPB-102	30 F-P	26 K-O
K12xK211-4x46	20 O-P	50 B-F	K211xCM-75x46	34 B-P	37 B-O
K12xK211-4xS	22 I-P	24 L-O	K211xCM-75xS	30 C-P	32 E-O
K12xK211-4	19 P	24 L-O	K211xCM-75	36 C-P	40 B-O
K12xK211-27x46	30 F-P	31 G-O	K211xCM-44x46	42 B-P	42 B-M
K12xK211-27xS	23 J-P	28 H-O	K211xCM-44xS	20 M-P	24 L-O
K12xK211-27	32 F-P	30 H-O	K211xCM-44	44 B-H	46 B-K
K12xK211-18x46	49 A-H	46 B-K	K211xCM-36x46	39 B-P	32 F-O
K12xK211-18xS	38 B-P	36 C-O	K211xCM-36xS	38 C-P	35 E-O
K12xK211-18	22 O-P	23 K-O	K211xCM-36	58 A-D	49 B-G
K12xK211-15x46	33 B-P	32 F-O	K211xCM-13x46	51 B-E	58 B-C
K12xK211-15xS	29 E-P	28 H-O	K211xCM-13xS	51 B-E	51 B-G
K12xK211-15	47 A-L	49 B-I	K211xCM-13	41 B-H	41 B-M
K211xP-87x46	49 B-F	45 B-J	CMxPM-52x46	20 O-P	23 M-O
K211xP-87xS	28 G-P	29 H-O	CMxPM-52xS	43 B-O	42 B-N
K211xP-87	58 AB	31 F-O	CMxPM-52	26 L-P	26 H-O
K211xP-8x46	36 C-P	34 D-O	CMxPB-81x46	47 A-L	45 B-L
K211xP-8xS	34 D-P	36 D-O	CMxPB-81xS	25 F-P	29 H-O
K211xP-8	55 A-C	58 B	CMxPB-81	72 A	83 A
K211xP-70x46	38 B-P	42 B-O	BENAC	33 E-P	38 B-O
K211xP-70xS	33 C-P	31 G-O	Hat 1	45 B-H	42 B-L
K211xP-70	34 D-P	37 B-O	Hat 187	21 M-P	33 D-O
K211xP-67x46	42 B-P	46 B-K	Hat 46	39 B-O	48 B-J
K211xP-67xS	50 A-G	58 B-C	Sena	46 B-G	40 B-O
K211xP-67	44 B-I	46 B-K			

Değişim katsayısı (%) : 29.00 Değişim katsayısı (%) : 14.20

4.2.2.4. Meyve Ağırlığı

Denemede yer alan genotiplerin ortalama meyve ağırlıkları arasındaki farklılıklar her iki yılda da önemli ($p \leq 0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ebeveynler, hassas çeşit ve hatlar ile melezlerinin ortalama meyve ağırlıkları (g)

Genotip	Meyve ağırlığı (g)		Genotip	Meyve ağırlığı (g)	
	2007	2008		2007	2008
PBxPM-65x46	6.49 M-X	4.40 X	K211xP-35x46	6.24 N-X	6.93 N-W
PBxPM-65xS	5.33 R-X	5.16 T-X	K211xP-35xS	7.67 F-X	7.89 F-U
PBxPM-65	5.28 R-X	5.67 S-X	K211xP-35	9.36 C-O	9.74 D-N
PBxPM-2x46	3.78 X	5.34 T-X	K211xP-11x46	9.77 C-K	10.44 C-H
PBxPM-2xS	9.50 D-L	7.84 G-U	K211xP-11xS	10.79 C-G	10.95 C-E
PBxPM-2	7.75 H-T	4.79 V-X	K211xP-11	7.97 F-W	8.51 E-Q
K12xK211-9x46	9.35 C-O	9.75 D-M	K211xPB-16x46	6.17 L-X	7.00 L-W
K12xK211-9xS	11.75 B-E	13.42 A-C	K211xPB-16xS	8.02 F-W	8.34 E-S
K12xK211-9	8.47 E-T	9.71 E-J	K211xPB-16	6.85 J-X	6.79 O-X
K12xK211-50x46	9.12 C-P	7.84 G-U	K211xPB-14x46	8.11 F-W	8.54 E-R
K12xK211-50xS	9.47 C-O	9.23 E-O	K211xPB-14xS	10.17 C-L	9.96 D-J
K12xK211-50	9.69 C-N	11.18 B-E	K211xPB-14	6.12 L-X	6.37 P-X
K12xK211-46x46	7.31 G-X	8.79 E-Q	K211xPB-102x46	10.02 C-L	10.57 C-G
K12xK211-46xS	12.99 A-C	13.54 A-B	K211xPB-102xS	10.95 B-I	11.16 B-E
K12xK211-46	8.55 E-S	9.79 D-L	K211xPB-102	8.28 F-Q	7.86 G-U
K12xK211-4x46	7.13 I-X	9.54 E-K	K211xCM-75x46	4.40 U-X	4.76 V-X
K12xK211-4xS	9.35 C-O	7.45 I-V	K211xCM-75xS	6.49 K-X	6.80 K-X
K12xK211-4	8.74 F-O	8.62 E-R	K211xCM-75	7.31 J-W	7.41 H-V
K12xK211-27x46	7.51 I-W	8.83 E-Q	K211xCM-44x46	8.02 F-W	8.32 E-S
K12xK211-27xS	8.78 F-O	6.95 M-W	K211xCM-44xS	7.74 F-X	7.47 I-V
K12xK211-27	9.10 E-M	8.82 E-P	K211xCM-44	4.75 U-V	5.06 T-X
K12xK211-18x46	8.66 D-R	8.13 F-S	K211xCM-36x46	7.06 I-X	7.14 K-V
K12xK211-18xS	10.72 C-G	8.04 F-S	K211xCM-36xS	9.01 E-N	9.66 E-J
K12xK211-18	9.29 E-M	8.45 E-S	K211xCM-36	5.18 P-X	5.70 S-X
K12xK211-15x46	9.35 C-O	9.35 E-N	K211xCM-13x46	7.69 I-R	7.90 F-U
K12xK211-15xS	10.01 C-L	8.89 E-Q	K211xCM-13xS	7.74 I-R	7.93 F-U
K12xK211-15	8.03 F-W	10.41 C-H	K211xCM-13	8.55 G-O	8.52 E-Q
K211xP-87x46	6.79 L-X	9.66 D-N	CMxPM-52x46	10.09 C-J	9.86 E-I
K211xP-87xS	7.03 K-X	8.78 E-P	CMxPM-52xS	3.78 X	4.20 W-X
K211xP-87	4.70 X	5.81 Q-X	CMxPM-52	5.09 S-X	5.60 R-X
K211xP-8x46	5.51 Q-X	8.42 E-S	CMxPB-81x46	8.70 D-R	8.54 E-R
K211xP-8xS	7.54 I-W	7.45 I-V	CMxPB-81xS	7.62 F-X	7.13 K-V
K211xP-8	5.05 T-X	7.34 J-V	CMxPB-81	6.18 O-X	7.41 I-V
K211xP-70x46	8.58 F-B	6.13 Q-X	BENAC	12.13 B-D	12.74 A-D
K211xP-70xS	9.64 C-O	10.39 D-F	Hat 1	9.39 D-L	10.89 C-E
K211xP-70	7.15 K-X	7.72 H-U	Hat 187	14.28 AB	13.42 A-C
K211xP-67x46	11.16 B-H	10.89 C-E	Hat 46	11.03 C-F	9.75 D-M
K211xP-67xS	7.43 G-X	8.37 E-S	Sena	16.21 A	15.16 A
K211xP-67	7.71 H-T	9.46 E-M			

Değişim katsayısı (%) 2007: 16.00 2008: 8.50

Çizelge 4.16 incelendiğinde dayanıklılık kaynağı olarak kullanılan ebeveynlerden en yüksek meyve ağırlığı değerini K211xP-35 gösterdiği görülmektedir. Bu genotipin 2007 yılındaki meyve ağırlığı 9.36 g; 2008 yılındaki

meyve ağırlığı ise 9.74 g olmuştur. Melezlere ait meyve ağırlıkları sözkonusu olduğunda K12xK211-46xS ön plana çıkmış, bu genotip 2007 yılında 12.99 g 2008 yılında ise 13.54 g meyve ağırlığı değeri göstermiştir.

Ana denemenin ilk yılında Sena çeşidi 16.21 g meyve ağırlığı değeri ile en ağır meyveye sahip genotip olurken, PBxPM-2x46 ve CMxPM-52xS 3.78 g ile K211xP-87 ise 4.70 g ile en hafif meyveye sahip genotipler olmuşlardır. Duyarlı genotipler arasında ise en düşük meyve ağırlığı değerini 9.39 g. ile 46 numaralı hat göstermiştir (Çizelge 4.6). Sena çeşidi 15.16 g meyve ağırlığı değeri ile 2008 yılında da en ağır meyveye sahip genotip olmuş, PBxPM-65x46 genotipi 4.40 g ile en hafif meyveye sahip genotip özelliğini sürdürmüştür. Denemede duyarlı olarak yer alan hat ve çeşitler arasında ise en düşük meyve ağırlığı değerini 9.75 g. ile yine 46 numaralı hat göstermiştir (Çizelge 4.6).

Meyve genişliği, meyve uzunluğu ve meyve eti kalınlığının etkileri ile meydana gelen meyve ağırlığı, kırmızı biber üretiminde önemli kriterlerden biridir. Meyvelerin hasadında olduğu kadar, meyve sapının çıkartılması, meyvenin parçalanması gibi kırmızı biber endüstrisinde kullanılan işlemlerde de kolaylık sağlayan iri meyveler tercih sebebidir. Akıncı ve Akıncı (2004) Kahramanmaraş kırmızı biber popülasyonunun 5.4 ile 15.1 g arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir. Arpacı ve ark. (2004), Kahramanmaraş kırmızı biber popülasyonunun 5.3 ile 16.7 g arasında meyve ağırlığı gösterdiğini bildirmişlerdir. Arpacı ve ark. (2008), kırmızı biber popülasyonunun Kahramanmaraş koşullarında 11.15 g Pazarcık koşullarında 11.25 g meyve ağırlığı değeri gösterdiğini bildirmişlerdir.

Bu çalışmada Kahramanmaraş kırmızı biber popülasyonundan geliştirilen dayanıklılık kaynaklarının (K211 ve K12 hatlarının ebeveyn olarak kullanıldığı genotipler) ve melezlerinin meyve ağırlığı değerlerinin 2007 yılında 7.13 g ile 12.99 g arasında 2008 yılında ise 6.95 g ile 13.54 g arasında değiştiği görülmektedir (Çizelge 4.6). Populasyondan geliştirilen bu genotipler literatürde bildirilen sınırlar arasında yer almaktadır. Ancak yabancı orijinli ebeveynler ve bunların melezleri Kahramanmaraş kırmızı biber popülasyonunun alt sınır değerlerin altına düşebilmektedir. Kahramanmaraş'ta kullanılan üretim ve işleme yöntemleri, küçük meyvelerin kullanımını sınırlamakla birlikte Mahajan ve ark. (2007), meyve ağırlığı

2.50 ile 2.89 g arasında değişen hibrit CH-1 chili biber çeşidinin kırmızı biber üretiminde kullanıldığını bildirmişlerdir.

4.2.2.5. Meyve Genişliği

Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ebeveynler, hassas çeşit ve hatlar ile melezlerinin 2007 ve 2008 yılları içerisinde göstermiş oldukları meyve genişliği değerleri istatistiksel anlamda ($p \leq 0.01$) birbirinden farklı bulunmuş ve Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Ana denemenin ilk yılı olan 2007 yılında en geniş meyveye sahip genotip 28.66 mm ile PBxPM-65 genotipi olurken, PBxPM-2x46 ve CMxPM-52xS, 12.92 mm meyve genişliği değeri ile en dar meyveye sahip genotiplerdir. Sena çeşidi 26.09 mm meyve genişliği değeri ile geniş sayılabilecek genotiplerdendir. 46 numaralı hat ise 18.91 mm meyve genişliği değeri ile dar meyveli genotipler arasında yer almıştır.

Genotipler arasında meyve genişliği değerleri bakımından görülen farklılıklar 2008 yılında da önemli bulunmuş birbirinden farklı olan genotipler çoklu karşılaştırma testi ile birbirinden ayrılmıştır. Bu yıl içerisinde en geniş meyveye sahip genotip 29.19 mm ile PBxPM-65 genotipi olurken en dar meyveye sahip genotip 13.37 mm meyve genişliği değeri ile PBxPM-2x46 olmuştur. Duyarlı ebeveynlerden Sena çeşidi 26.49 mm meyve genişliği değeri göstermiştir.

Geliştirilen bu populasyondan elde edilen değerler, Kahramanmaraş populasyonunun meyve genişliği değerlerinin 9 ile 36 mm arasında değiştiğini bildiren Akıncı ve Akıncı (2004) ve 18.3 mm ile 32.5 mm arasında değiştiğini bildiren Arpacı ve ark. (2004)’nın bulguları ile benzerlik göstermektedir. Meyve genişliği biber işletmeleri tarafından meyve sapının çıkarılması amacı ile kullanılan makinaların verimli bir şekilde kullanılması bakımından önemlidir. Bu makinanın çalışma aralıkları meyve genişliğine göre ayarlanabilmekle birlikte meyve sapını standart genişliğe sahip meyvelerden en az kayıpla ayırabilmektedir. Bu nedenle bu özellik kırmızı biber ıslahında göz ardı edilmemelidir.

Çizelge 4.7. Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ebeveynler, hassas çeşit ve hatlar ile melezlerinin meyve genişlikleri (mm)

Genotip	Meyve genişliği (mm)		Genotip	Meyve genişliği (mm)	
	2007	2008		2007	2008
PBxPM-65x46	18.59 O-X	18.06 E-K	K211xP-35x46	22.32 D-R	20.08 B-K
PBxPM-65xS	18.29 Q-X	16.96 F-K	K211xP-35xS	24.15 A-M	21.68 A-I
PBxPM-65	28.66 A	29.19 A	K211xP-35	23.61 A-P	24.16 A-H
PBxPM-2x46	12.92 Z	13.37 K	K211xP-11x46	19.55 M-X	21.6 A-H
PBxPM-2xS	24.56 A-L	23.51 A-H	K211xP-11xS	24.82 A-K	22.61 A-H
PBxPM-2	25.97 A-E	21.81 A-H	K211xP-11	23.76 A-P	21.43 A-H
K12xK211-9x46	20.09 G-X	18.9 B-K	K211xPB-16x46	19.52 H-X	18.51 D-K
K12xK211-9xS	24.44 A-L	25.58 A-E	K211xPB-16xS	21.08 D-X	20.75 A-K
K12xK211-9	19.94 G-X	21.83 A-H	K211xPB-16	19.61 H-X	19.97 B-K
K12xK211-50x46	18.95 J-X	18.83 B-K	K211xPB-14x46	19.37 I-X	20.19 B-K
K12xK211-50xS	20.75 F-X	20.23 B-K	K211xPB-14xS	21.03 D-X	20.41 B-K
K12xK211-50	22.24 B-U	21.51 A-H	K211xPB-14	21.95 D-S	21.58 A-H
K12xK211-46x46	19.82 H-X	18.75 C-K	K211xPB-102x46	21.42 D-W	22.07 A-H
K12xK211-46xS	26.09 A-F	25.05 A-D	K211xPB-102xS	25.91 A-G	24.76 A-G
K12xK211-46	22.71 B-R	21.71 A-I	K211xPB-102	21.76 E-S	20.08 B-K
K12xK211-4x46	18.93 J-Y	17.3 F-K	K211xCM-75x46	15.5 W-Z	16.11 H-K
K12xK211-4xS	20.64 F-X	21.83 A-H	K211xCM-75xS	20.31 F-X	20.51 B-K
K12xK211-4	20.34 I-X	20.04 B-K	K211xCM-75	17.49 T-Z	17.76 D-K
K12xK211-27x46	21.33 F-U	21.26 B-H	K211xCM-44x46	18.05 N-Z	18.38 B-K
K12xK211-27xS	22.34 D-R	21.03 A-K	K211xCM-44xS	17.53 Q-Z	17.07 F-K
K12xK211-27	24.69 A-L	23.88 A-H	K211xCM-44	17.26 U-Z	17.74 D-K
K12xK211-18x46	21.83 B-V	20.77 A-K	K211xCM-36x46	18.04 O-Z	18.43 D-K
K12xK211-18xS	21.54 F-T	22.13 A-H	K211xCM-36xS	22.63 C-R	20.44 B-J
K12xK211-18	23.05 B-T	21.45 A-J	K211xCM-36	22.32 D-R	21.18 B-H
K12xK211-15x46	20.93 D-X	20.03 B-K	K211xCM-13x46	20.76 H-V	19.01 B-K
K12xK211-15xS	24.08 A-N	22.21 A-H	K211xCM-13xS	21.03 G-U	21.87 A-H
K12xK211-15	23.73 B-M	23.72 A-H	K211xCM-13	19.13 O-X	19.04 B-K
K211xP-87x46	16.96 V-Z	17.47 F-K	CMxPM-52x46	24.62 A-L	23.13 A-H
K211xP-87xS	18.36 Q-X	20.1 B-K	CMxPM-52xS	12.92 Z	13.32 I-K
K211xP-87	13.73 Y-Z	13.86 J-K	CMxPM-52	17.03 V-Z	17.87 D-K
K211xP-8x46	16.16 X-Z	16.26 F-K	CMxPB-81x46	17.94 O-Z	18.85 B-K
K211xP-8xS	18.82 O-X	18.58 D-K	CMxPB-81xS	17.88 O-Z	18.87 C-K
K211xP-8	17.79 S-Z	18.82 C-K	CMxPB-81	19.57 M-X	18.58 D-K
K211xP-70x46	16.59 W-Z	16.76 F-K	BENAC	23.5 B-M	21.61 A-J
K211xP-70xS	18.63 M-Z	19.36 B-K	Hat 1	26.92 N-X	24.72 A-G
K211xP-70	16.17 X-Z	16.94 F-K	Hat 187	26.86 A-C	26.66 A-B
K211xP-67x46	22.94 B-S	23.33 A-H	Hat 46	18.91 A-B	19.31 B-K
K211xP-67xS	24.85 A-L	21.92 A-H	Sena	26.09 A-D	26.49 A-C
K211xP-67	20.44 H-W	21.08 A-K			

Değişim katsayısı (%) 2007 : 8.00 2008 : 9.60

4.2.2.6. Meyve Uzunluğu

Genotiplerin meyve uzunluğu değerleri arasında oluşan farklılıklar her iki yılda da istatistiksel anlamda önemli ($p \leq 0.01$) bulunmuştur (Çizelge (4.8)).

Çizelge 4.8 incelendiğinde 2007 yılında en uzun meyveye 102.75 mm ile dayanıklı K12xK211-50x46 ve 100.93 mm ile duyarlı Benac çeşidinin sahip olduğu görülmektedir. En kısa genotipler ise 48.97 mm ile dayanıklı ebeveynlerden PBxPM-65, 50.62 mm ile bu ebeveynin Sena ile melezi ve 49.60 mm ile K211xP-8 genotipi olmuştur.

Ana denemenin ikinci yılında da benzer sonuçlar alınmıştır. Benac çeşidi 2008 yılında yine uzun genotiplerden olmuş (100.31 mm) ancak K12xK211-50x46 genotipi 101.72 mm meyve uzunluğu meyve uzunluğu bakımından Benac çeşidinden üstün bulunmuştur. K211xCM-44x46 ve K211xPB-102x46 melezleri sırasıyla 100.60 ve 96.02 mm meyve uzunluğu değerleri ile uzun meyveye sahip kontrollerden Benac çeşidine yakın değerler göstermiştir. Bu özellikleri ile diğer kontrol hat ve çeşitlerinden daha iyi bulunarak ön plana çıkmışlardır. Denemede 2007 yılında en kısa genotiplerden biri olan PBxPM-65xS ortalama 54.13 mm meyve uzunluğu ile denemenin ikinci yılında da en kısa genotip olmuştur (Çizelge 4.8).

Meyve uzunluğu kırmızı biber üretiminde önem sırası bakımından gerilerde yer alan bir özelliktir. Nitekim Akıncı ve Akıncı (2004), meyve uzunluğu bakımından incelediği Kahramanmaraş kırmızı biber popülasyonunu 47 ile 156 mm arasında sınıflandırmış, tartılı derecelendirme metoduna göre değerlendirdiği hatlar için en düşük sınıf puanlardan birini bu özellik için kullanmıştır.

Demir (1996), daha dar bir aralık vererek Kahramanmaraş biberi popülasyonunun meyve uzunluğunun 70 ile 90 mm arasında değiştiğini bildirmiştir. Arpacı ve ark. (2004), 103.4 mm ile 49.3 mm arasında değiştiğini bildirdikleri kırmızı biber genotiplerinin arasından 84.58 mm boyundaki Sena biber çeşidini geliştirmişlerdir (Arpacı ve ark., 2008).

Bu bildirişlerin ışığında ele alınan dayanıklı ve hassas genotipler ile bunların melezlerinin Kahramanmaraş'ta kırmızı biber üretiminde kullanılan meyve uzunluğu değerlerine sahip olduğu söylenebilir. Bununla birlikte diğer ülkelerde, özellikle Amerika Birleşik devletlerinde daha uzun dolayısı ile daha iri biber meyvelerinin kurutulmuş biber üretiminde kullanıldığı bildirilmektedir.

Smith ve ark. (2005), Kaliforniya Eyaleti'nde üretimi yapılan NuMex Conquistador, Anaheim ve Sandia çeşitlerinin meyve uzunluklarının 180 ile 230 mm

arasında değiştiğini bu çeşitlerin taze olarak tüketildiği gibi kurutulmuş olarak kullanıldıklarını ifade etmişlerdir. B18, B58, NM64 ve Sonora çeşitlerinin meyve uzunluklarının 140 ile 190 mm arasında değiştiğini bildiren Wall ve ark. (2002), bu çeşitlerin makinalı hasatta kullanıldıklarını belirtmişlerdir.

Çizelge 4.8. Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ebeveynler, hassas çeşit ve hatlar ile melezlerinin meyve uzunlukları (mm)

Genotip	Meyve uzunluğu (mm)		Genotip	Meyve uzunluğu (mm)	
	2007	2008		2007	2008
PBxPM-65x46	58.87 S-V	61.73 V-Z	K211xP-35x46	80.14 E-P	79.05 F-Q
PBxPM-65xS	50.62 V	54.13 Z	K211xP-35xS	80.43 C-P	78.06 E-U
PBxPM-65	48.97 V	55.81 Z	K211xP-35	75.38 F-T	79.03 D-S
PBxPM-2x46	66.16 L-V	61.16 W-Z	K211xP-11x46	90.14 A-F	92.91 A-F
PBxPM-2xS	61.94 Q-V	60.17 X-Z	K211xP-11xS	76.43 F-Q	77.18 F-S
PBxPM-2	55.37 U-V	55.12 Z	K211xP-11	81.43 C-P	84.14 C-M
K12xK211-9x46	76.68 E-S	75.80 F-X	K211xPB-16x46	71.36 H-U	72.36 J-X
K12xK211-9xS	83.72 C-L	81.70 D-P	K211xPB-16xS	63.15 N-V	62.01 S-Z
K12xK211-9	71.24 H-U	72.96 I-Y	K211xPB-16	66.21 L-V	67.01 O-Z
K12xK211-50x46	102.75 A	101.72 A	K211xPB-14x46	68.79 K-U	69.84 K-Z
K12xK211-50xS	92.55 A-G	91.12 A-H	K211xPB-14xS	83.81 A-M	82.75 C-O
K12xK211-50	81.49 C-P	78.50 F-R	K211xPB-14	65.82 O-U	62.56 U-Z
K12xK211-46x46	72.22 G-U	69.80 M-Z	K211xPB-102x46	91.36 A-H	96.02 A-D
K12xK211-46xS	83.83 A-N	85.61 A-L	K211xPB-102xS	62.89 O-V	63.23 Q-Z
K12xK211-46	77.26 F-P	75.97 F-X	K211xPB-102	77.51 F-P	78.65 F-R
K12xK211-4x46	66.24 L-V	64.99 Q-Z	K211xCM-75x46	85.17 A-M	87.93 A-J
K12xK211-4xS	76.01 E-T	75.00 H-W	K211xCM-75xS	81.90 C-P	83.79 B-N
K12xK211-4	61.04 R-V	56.95 Y-Z	K211xCM-75	81.59 E-M	80.64 D-Q
K12xK211-27x46	82.22 C-M	75.52 H-W	K211xCM-44x46	99.52 A-D	100.60 A-B
K12xK211-27xS	73.49 I-R	72.59 I-Z	K211xCM-44xS	70.06 I-U	70.20 M-Z
K12xK211-27	69.49 L-U	64.21 R-Z	K211xCM-44	85.29 B-K	86.99 A-L
K12xK211-18x46	76.32 E-S	75.00 G-X	K211xCM-36x46	69.10 J-U	70.92 K-Y
K12xK211-18xS	81.28 E-M	80.48 D-R	K211xCM-36xS	76.27 F-Q	75.42 H-W
K12xK211-18	74.51 H-R	71.33 J-Z	K211xCM-36	58.29 T-U	62.60 T-Z
K12xK211-15x46	82.57 B-P	76.77 F-U	K211xCM-13x46	78.54 F-P	77.48 F-V
K12xK211-15xS	73.63 F-T	70.93 K-Y	K211xCM-13xS	66.31 O-U	68.00 M-Z
K12xK211-15	69.11 M-U	72.40 I-Y	K211xCM-13	76.10 H-P	77.13 F-T
K211xP-87x46	83.99 C-L	85.85 A-L	CMxPM-52x46	77.37 F-P	73.81 I-X
K211xP-87xS	75.55 G-R	74.67 I-X	CMxPM-52xS	66.16 L-V	68.42 M-Z
K211xP-87	86.66 A-J	78.29 F-S	CMxPM-52	65.86 O-U	67.77 N-Z
K211xP-8x46	71.25 K-T	70.97 J-Z	CMxPB-81x46	90.64 A-I	92.66 A-G
K211xP-8xS	68.14 M-U	69.52 N-Z	CMxPB-81xS	69.00 J-U	62.63 T-Z
K211xP-8	49.60 V	55.54 Z	CMxPB-81	80.32 E-P	79.92 D-P
K211xP-70x46	98.59 A-D	89.99 A-I	BENAC	100.93 A	100.31 A-C
K211xP-70xS	77.49 E-R	75.77 H-V	Hat 1	93.35 A-E	73.64 J-X
K211xP-70	81.32 E-M	82.50 C-O	Hat 187	74.37 H-R	73.24 I-Y
K211xP-67x46	89.99 A-I	92.84 A-F	Hat 46	74.45 H-R	95.39 A-E
K211xP-67xS	71.57 H-U	74.63 H-X	Sena	81.88 C-M	80.28 D-R
K211xP-67	74.87 G-R	77.78 E-V			

Değişim katsayısı (%) 2007 :10.00 2008 :5.50

4.2.2.7. Meyve Eti Kalınlığı

Meyve eti kalınlığı değerleri bakımından genotipler arasında meydana gelen farklılıklar $p \leq 0.01$ seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ebeveynler, hassas çeşit ve hatlar ile melezlerinin meyve eti kalınlıkları (mm)

Genotip	Meyve eti kalınlığı (mm)		Genotip	Meyve eti kalınlığı (mm)	
	2007	2008		2007	2008
PBxPM-65x46	1.24 C-N	1.12 B-H	K211xP-35x46	0.92 M-Q	0.96 E-H
PBxPM-65xS	1.00 H-P	1.01 B-H	K211xP-35xS	1.02 D-Q	1.04 B-H
PBxPM-65	1.71 AB	1.47 A-E	K211xP-35	0.99 E-Q	1.04 B-H
PBxPM-2x46	1.22 B-N	1.17 B-H	K211xP-11x46	1.21 C-N	1.27 A-H
PBxPM-2xS	1.41 A-L	1.21 B-H	K211xP-11xS	0.52 O-Q	0.77 F-H
PBxPM-2	1.64 A-C	1.52 A-E	K211xP-11	0.96 J-Q	1.17 B-H
K12xK211-9x46	1.14 C-O	1.09 B-H	K211xPB-16x46	0.79 M-Q	0.77 F-H
K12xK211-9xS	1.05 H-O	1.07 B-H	K211xPB-16xS	0.99 E-Q	1.07 B-H
K12xK211-9	1.03 D-P	1.35 A-H	K211xPB-16	1.24 B-N	1.19 B-H
K12xK211-50x46	1.03 D-P	1.04 B-H	K211xPB-14x46	1.17 B-N	1.22 A-H
K12xK211-50xS	1.15 B-O	1.17 A-H	K211xPB-14xS	1.39 A-M	1.40 A-G
K12xK211-50	1.22 B-N	1.23 A-H	K211xPB-14	1.52 A-I	1.41 A-G
K12xK211-46x46	0.85 J-Q	0.93 E-H	K211xPB-102x46	1.12 C-O	1.31 A-H
K12xK211-46xS	1.61 A-I	1.73 A-B	K211xPB-102xS	1.10 C-P	1.68 A-D
K12xK211-46	1.09 C-P	1.14 A-H	K211xPB-102	1.86 A	1.40 A-G
K12xK211-4x46	0.76 M-Q	1.12 B-H	K211xCM-75x46	0.38 Q	0.59 H
K12xK211-4xS	1.46 A-L	1.24 A-H	K211xCM-75xS	0.70 N-Q	0.85 E-H
K12xK211-4	1.28 B-N	1.46 A-E	K211xCM-75	0.82 M-Q	0.98 C-H
K12xK211-27x46	1.24 C-N	1.22 B-H	K211xCM-44x46	0.86 J-Q	0.93 D-H
K12xK211-27xS	1.57 A-D	1.43 A-G	K211xCM-44xS	1.05 D-P	0.96 D-H
K12xK211-27	1.10 E-N	1.12 B-H	K211xCM-44	1.05 D-P	1.10 B-H
K12xK211-18x46	1.63 A-F	1.56 A-E	K211xCM-36x46	1.09 C-P	1.14 B-H
K12xK211-18xS	0.99 H-P	0.99 C-H	K211xCM-36xS	1.24 C-N	1.26 A-H
K12xK211-18	1.12 C-O	1.14 B-H	K211xCM-36	1.17 B-O	1.19 B-H
K12xK211-15x46	1.14 C-O	1.15 B-H	K211xCM-13x46	0.97 M-P	1.20 B-H
K12xK211-15xS	0.92 H-Q	1.06 C-H	K211xCM-13xS	1.50 A-E	1.52 A-E
K12xK211-15	0.80 M-Q	0.90 D-H	K211xCM-13	1.36 B-I	1.44 A-G
K211xP-87x46	0.87 M-Q	1.15 B-H	CMxPM-52x46	1.12 D-N	1.08 C-H
K211xP-87xS	1.19 C-N	1.13 B-H	CMxPM-52xS	0.72 N-Q	0.86 E-H
K211xP-87	0.82 N-Q	1.00 D-H	CMxPM-52	1.42 A-I	1.38 A-G
K211xP-8x46	0.90 M-Q	0.88 E-H	CMxPB-81x46	1.07 D-P	1.17 A-H
K211xP-8xS	1.71 AB	1.84 A	CMxPB-81xS	1.31 A-N	1.21 B-H
K211xP-8	1.07 G-O	0.98 D-H	CMxPB-81	0.97 J-P	1.02 C-H
K211xP-70x46	1.08 F-O	1.11 B-H	BENAC	1.21 C-N	1.05 B-H
K211xP-70xS	1.09 C-P	1.07 C-H	Hat 1	0.97 J-P	1.16 B-H
K211xP-70	0.56 P-Q	0.73 F-H	Hat 187	1.55 A-E	1.48 A-G
K211xP-67x46	1.02 D-Q	1.06 B-H	Hat 46	1.21 C-N	0.98 C-H
K211xP-67xS	0.97 G-Q	0.94 D-H	Sena	1.41 A-L	1.73 A-C
K211xP-67	0.91 M-Q	1.00 C-H			

Değişim katsayısı (%): 2007 :19.00 2008 :15.38

Çizelge 4.9 incelendiğinde 2007 yılında en yüksek meyve eti kalınlığı değerine 1.86 mm ile K211xPB-102 genotipinde, en düşük meyve eti kalınlığı değerine ise 0.38 mm ile K211xCM-75x46 genotipinde rastlanıldığı anlaşılmaktadır. Sena çeşidi 1.41; Benac çeşidi ise 1.21 mm meyve eti kalınlığı değerlerini göstermişlerdir.

Aynı çizelge incelendiğinde en yüksek meyve eti kalınlığı değeri gösteren genotipin 2008 yılında değişiklik gösterdiği anlaşılır. Bu yıl içerisinde en yüksek meyve eti kalınlığı değeri 1.84 mm ile K211xP-8xS genotipinde, en düşük meyve eti kalınlığı değeri ise 0.59 mm ile K211xCM-75x46 genotipinde görülmüştür. Sena ve Benac çeşidi ise sırasıyla 1.73 ve 1.05 mm meyve eti kalınlığı değerleri göstermişlerdir.

Meyve eti kalınlığı kırmızı biber üretiminde meyvelerde aranması gereken en önemli özelliklerdendir. Abak (1995), kurutulmuş toz ve pul biber yapımında kullanılmak üzere yetiştirilecek biber çeşitlerinin, salça yapımında, taze tüketimde, dondurarak işlemede kullanılacak biber çeşitlerinden daha farklı özellikler taşıması gerektiğini belirtmektedir. Yazara göre, kuru kırmızı biber üretimi için yetiştirilecek biberlerde, diğerlerinden farklı olan en önemli özellik meyve etinin ince olması, meyvelerin çok iri olmaması ve böylece çabuk kuruyabilmesidir. Buna ek olarak renk, acılık veya tatlılık, homojenite, olgunlaşmanın tüm meyvelerde aynı zamanda gerçekleşmesi ve olgun meyvelerin bitki üzerinde uzun süre bekleyebilmesinin de diğer önemli özellikleri olduğunu kaydetmektedir. Bu çalışmada ele alınan genotiplerin tamamı kurutulabilecek seviyede meyve eti kalınlığına ve büyüklüğüne sahiptirler.

Kahramanmaraş'ta olgunlaşmış ve kırmızı rengini almış şekilde hasat edilen biber meyveleri, temel olarak üç farklı şekilde kurutulmaktadır. Bunlardan birincisi meyvelerin üretici tarafından bütün halde düzgün bir zemine serilerek doğrudan doğruya güneş ışığı altında kurutulmasıdır. Bu kurutma şeklinde meyve etinin ince olması kuruma işleminin çabuk gerçekleşebilmesi bakımından önemlidir. Meyveler bu yöntemle 7-9 gün içerisinde kurutulabilir. Bununla birlikte meyvelerin sahip olduğu meyve eti inceliğinin homojenitesi bu kurutma yönteminde önemsizdir.

İkinci yöntemde hasat edilen olgunlaşmış biberler saplarından ayrılarak küçük parçalara ayrılırlar. Parçalanmış biberler yerden yüksek eleklerde kurutulurlar. Bu,

hem üreticiler hem de işletmeler tarafından uygulanan bir yöntemdir. Bu yöntemle kurutmada meyve etinin inceliği kadar meyvelerin birbirine yakın meyve eti inceliğine sahip olması da önemlidir. Farklı meyve eti inceliğine sahip meyvelerin bir arada kurutulması enzimatik reaksiyonlara neden olarak meyve etinde kahverengileşmelere neden olur (Mayer ve Harel, 1979).

Üçüncü ve son yöntem olgunlaşmış biçimde hasat edilen meyvelerin biber işleyen işletmelerce mekanik olarak kurutulması şeklindedir. Mekanik kurutucular her kalınlıktaki biber meyvelerini kurutabilme özelliğine sahiptirler. Ancak meyve etinin inceliği düşük enerji kullanımına olanak sağlamakta ve işlenmiş ürünün maliyetini düşürmektedir. Farklı meyve eti kalınlığına sahip genotiplerin bu işletmelerde kurutulması çeşitli sorunlara yol açmaktadır. Parçalanmış materyalin bir kısmı nemini korurken diğer kısmının ise aşırı ısıya maruz kalarak kararması bunların en önemlilerindedir. Bu nedenlerle kırmızı biber üretimi için geliştirilecek biber çeşitlerinin homojen meyve eti kalınlığına sahip olması gerekmektedir.

4.2.3. Kalite Ölçümleri

4.2.3.1. Suda Çözünebilen Kuru Madde İçeriği

Suda çözünebilen kuru madde değerleri bakımından geneotipler istatistiksel anlamda birbirinden farklı bulunmuş ($p \leq 0.01$) ve elde edilen değerler Çizelge 4.10'da sunulmuştur. Ana denemenin ilk yılında K211xPB-16xS ve K211xPB-16xS melezleri % 13.00 ile en yüksek kuru madde içeriğini göstermişlerdir. K12xK211-18xS melezi ve K211xP-35 genotipi ise sırasıyla % 6.50 ve % 5.90 brix değeri ile en düşük suda çözünebilen kuru maddeye sahip genotipler olarak son sıralarda yer almışlardır. Denemenin son yılı olan 2008 yılında % 12.4 brix ile K211xPB-16xS yine ilk sırada yer almıştır. K211xP-35 genotipi ise % 6.4 ile 2007 yılında olduğu gibi en düşük suda çözünebilen kuru madde değerini göstermiştir (Çizelge 4.10). Suda çözünebilen kuru madde değerleri toplam kuru madde içeriğini göstermediği için genotiplerin verimlerini etkileyen bir özellik değildir. Salça ve sos yapımında kullanılan biber meyvelerinde yüksek olması istenen bu özellik bakımından ön plana

çıkan genotipler bu amaçla kullanılabilir. Hesham ve ark. (2007), farklı yerel biber çeşitlerinde suda çözünebilen kuru madde değerlerini % 8.00 ile % 11.00 arasında belirlemiştir. Araştırmacı yeşil olarak tüketilen çeşitlerde bu değer %8.00, kırmızı olarak tüketilen çeşitlerde ise % 11.00 olduğunu belirtmiştir.

Çizelge 4.10. Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ebeveynler, hassas çeşit ve hatlar ile melezlerinin SÇKM değerleri (%)

Genotip	SÇKM (%brix)		Genotip	SÇKM (%brix)	
	2007	2008		2007	2008
PBxPM-65x46	10.0 B-O	10.2 B-M	K211xP-35x46	11.0 A-O	9.7 D-M
PBxPM-65xS	12.0 A-D	9.8 E-O	K211xP-35xS	7.9 I-Q	7.9 K-O
PBxPM-65	13.0 A	8.1 G-O	K211xP-35	5.9 Q	6.4 O
PBxPM-2x46	10.0 A-N	9.3 F-O	K211xP-11x46	8.9 F-P	9.1 E-O
PBxPM-2xS	9.9 B-O	9.0 E-N	K211xP-11xS	13.0 A-C	12.0 A-B
PBxPM-2	13.0 A-C	10.0 B-M	K211xP-11	7.5 J-Q	7.7 L-O
K12xK211-9x46	9.2 D-Q	9.8 E-O	K211xPB-16x46	11.0 A-I	11.0 A-F
K12xK211-9xS	8.1 J-Q	8.1 G-O	K211xPB-16xS	13.0 A	12.0 A
K12xK211-9	8.6 F-Q	9.2 F-O	K211xPB-16	11.0 A-M	11.0 A-I
K12xK211-50x46	8.6 F-Q	9.9 E-N	K211xPB-14x46	10.0 A-O	9.5 D-N
K12xK211-50xS	9.7 A-P	10.0 B-M	K211xPB-14xS	8.6 F-Q	8.3 G-O
K12xK211-50	10.0 A-O	9.8 E-O	K211xPB-14	12.0 A-F	11.0 A-J
K12xK211-46x46	12.0 A-G	8.1 G-O	K211xPB-102x46	8.4 F-Q	8.6 F-O
K12xK211-46xS	11.0 A-M	9.3 F-O	K211xPB-102xS	8.4 F-Q	8.6 F-O
K12xK211-46	7.2 O-Q	9.0 E-N	K211xPB-102	8.8 F-Q	8.9 F-O
K12xK211-4x46	7.4 N-Q	10.2 B-M	K211xCM-75x46	9.0 E-Q	9.1 E-O
K12xK211-4xS	7.8 J-Q	9.8 E-O	K211xCM-75xS	11.0 A-M	11.0 A-H
K12xK211-4	9.0 F-P	8.1 G-O	K211xCM-75	9.3 B-Q	9.2 E-O
K12xK211-27x46	9.1 F-P	9.3 F-O	K211xCM-44x46	10.0 A-P	11.0 A-K
K12xK211-27xS	9.2 F-P	9.8 E-N	K211xCM-44xS	8.0 H-Q	8.7 G-O
K12xK211-27	9.3 F-P	10.3 B-M	K211xCM-44	11.0 A-G	12.0 A-E
K12xK211-18x46	11.0 A-F	9.8 E-O	K211xCM-36x46	9.0 E-Q	9.2 E-N
K12xK211-18xS	6.5 Q	8.1 G-O	K211xCM-36xS	9.2 F-P	9.3 E-N
K12xK211-18	8.0 H-Q	9.3 F-O	K211xCM-36	12.0 A-G	11.0 A-G
K12xK211-15x46	8.0 H-Q	9.0 E-N	K211xCM-13x46	9.0 F-P	8.9 E-O
K12xK211-15xS	8.8 F-Q	10.2 B-M	K211xCM-13xS	9.0 F-P	9.2 E-O
K12xK211-15	7.8 J-Q	9.8 E-O	K211xCM-13	8.3 I-Q	8.5 H-O
K211xP-87x46	9.2 F-P	8.2 G-O	CMxPM-52x46	12.0 A-E	11.0 A-J
K211xP-87xS	11.0 A-I	9.3 F-O	CMxPM-52xS	8.4 F-Q	8.6 F-O
K211xP-87	8.8 F-Q	9.0 E-N	CMxPM-52	9.8 B-O	9.8 B-M
K211xP-8x46	8.3 I-Q	10.2 B-M	CMxPB-81x46	8.8 F-Q	8.4 G-O
K211xP-8xS	9.1 F-P	9.7 E-O	CMxPB-81xS	8.2 F-Q	8.4 I-O
K211xP-8	7.9 L-Q	8.0 G-O	CMxPB-81	9.3 F-P	9.7 D-M
K211xP-70x46	9.6 B-P	9.1 F-O	BENAC	11.0 A-M	9.7 B-M
K211xP-70xS	10.0 A-O	9.8 E-N	Hat 1	9.0 F-P	8.9 F-O
K211xP-70	10.0 A-O	10.1 B-M	Hat 187	8.0 K-Q	8.4 G-O
K211xP-67x46	7.2 P-Q	9.7 E-O	Hat 46	8.7 G-Q	9.1 E-O
K211xP-67xS	9.2 B-Q	8.2 G-O	Sena	9.8 B-O	9.3 E-N
K211xP-67	9.6 F-O	9.3 F-O			

Değişim katsayısı (%) 2007 :11.30 2008 :13.28

4.2.3.2. Renk Ölçümleri**4.2.3.2.(1). Kolorimetrik Ölçümler****4.2.3.2.(1).(a). L Değeri**

Genotiplerin göstermiş oldukları parlaklık değerleri arasında meydana gelen farklılıkların önemli ($p \leq 0.01$) olduğu sonucuna varılmış ve çoklu karşılaştırma testi ile oluşan gruplarla birlikte genotiplere ait parlaklık değerleri Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Öğütülmüş toz biberlerde yapılan ölçümler sonucunda en parlak toz biber sahip genotipler K12xK211-4 (50.30) ve CMxPM-52xS olmuşlardır. Dayanıklı ebeveynlerden biri olan K211xP-67 genotipi ise 38.50 ile en düşük parlaklık değerini göstermiştir.

Farklı genotiplere ait L değerleri incelendiğinde 2008 yılındaki denemede K12xK211-46 genotipinin 47.20 ile en yüksek parlaklık değeri gösterdiği anlaşılmaktadır (Çizelge 4.11). K211xP-67 ve CMxPB-81 genotiplerinin kurutulmuş ve öğütülmüş kırmızı biber meyvelerinden sırasıyla 36.70 ve 36.20 olarak ölçülen L değerleri genotipler arasındaki en düşük değerlerdir.

Horvath ve Hodur (2007), Macar biber çeşitlerinden elde ettikleri toz biberin farklı nem içeriğinde gösterdikleri parlaklık değerini incelemişlerdir. Çalışmalarında hiç nem içermeyen toz biberin 34 ile 35 arasında değer gösterdiğini, nem içeriğinin % 5’e çıkması ile bu değer 34’ün altına düştüğünü bildirmiştir.

Arpacı ve ark. (2008), Kahramanmaraş kırmızı biber popülasyonundan geliştirdikleri hatların parlaklıklarının 31.40 ile 37.22 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışmada ele alınan genotiplerin birçoğu bu değerlerin üzerinde bulunmuştur. Bunun nedeninin çalışmalar arasındaki materyalin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Hesham ve ark. (2007), farklı renklerdeki acı ve tatlı taze biberlerin parlaklık değerlerinin 28.02 ile 64.25 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 4.11. Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ebeveynler, hassas çeşit ve hatlar ile melezlerinin L değerleri (%)

Genotip	Parlaklık (0-100)		Genotip	Parlaklık (0-100)	
	2007	2008		2007	2008
PBxPM-65x46	45.20 D-M	42.80 E-K	K211xP-35x46	45.00 E-N	42.10 F-R
PBxPM-65xS	43.40 M-S	41.30 G-W	K211xP-35xS	45.20 D-M	41.50 G-V
PBxPM-65	41.60 T-W	39.70 R-Y	K211xP-35	44.60 I-O	42.20 E-Q
PBxPM-2x46	41.30 U-W	39.40 S-Z	K211xP-11x46	43.60 L-R	40.70 J-X
PBxPM-2xS	41.90 Q-W	39.80 Q-Y	K211xP-11xS	46.60 D-G	42.90 E-J
PBxPM-2	41.30 U-W	39.30 U-Z	K211xP-11	42.10 P-W	39.60 M-Z
K12xK211-9x46	44.80 F-N	42.70 E-L	K211xPB-16x46	40.50 W-Y	37.80 Y-Z
K12xK211-9xS	42.50 P-W	39.90 K-Z	K211xPB-16xS	46.90 C-D	43.60 C-G
K12xK211-9	45.00 E-N	42.40 E-P	K211xPB-16	42.00 Q-W	39.20 V-Z
K12xK211-50x46	41.40 U-W	38.90 S-Z	K211xPB-14x46	44.90 F-N	41.80 F-T
K12xK211-50xS	38.80 Y-Z	36.40 Z	K211xPB-14xS	40.80 U-X	38.30 W-Z
K12xK211-50	41.70 Q-W	39.20 R-Z	K211xPB-14	43.60 L-S	40.20 M-Y
K12xK211-46x46	44.70 G-O	41.30 F-X	K211xPB-102x46	44.30 J-P	41.30 G-W
K12xK211-46xS	44.50 I-O	41.50 G-V	K211xPB-102xS	46.00 D-J	43.20 D-I
K12xK211-46	44.50 I-P	47.30 A	K211xPB-102	43.50 L-S	41.00 I-W
K12xK211-4x46	44.00 J-Q	42.50 E-O	K211xCM-75x46	44.90 F-N	42.40 E-P
K12xK211-4xS	44.20 J-P	41.90 F-S	K211xCM-75xS	48.70 A-C	45.70 A-C
K12xK211-4	50.30 A	41.80 E-W	K211xCM-75	44.90 F-N	42.40 E-P
K12xK211-27x46	46.80 D-E	44.60 A-E	K211xCM-44x46	44.60 H-O	42.50 E-R
K12xK211-27xS	42.10 P-W	39.60 M-Z	K211xCM-44xS	43.60 L-R	41.10 H-W
K12xK211-27	46.90 B-D	44.10 A-H	K211xCM-44	43.00 O-U	40.40 K-X
K12xK211-18x46	45.10 D-N	42.30 E-P	K211xCM-36x46	44.20 J-P	41.20 G-W
K12xK211-18xS	41.40 U-W	39.10 V-Z	K211xCM-36xS	45.00 E-N	41.30 G-W
K12xK211-18	45.50 D-K	42.80 E-K	K211xCM-36	43.30 N-T	42.60 E-N
K12xK211-15x46	46.70 D-F	44.00 B-F	K211xCM-13x46	45.90 D-J	42.40 E-P
K12xK211-15xS	45.20 D-M	42.80 E-K	K211xCM-13xS	45.70 D-J	42.40 E-P
K12xK211-15	45.20 D-M	41.70 F-U	K211xCM-13	42.60 P-V	40.30 L-X
K211xP-87x46	45.90 D-J	43.00 E-J	CMxPM-52x46	43.80 K-Q	40.70 I-X
K211xP-87xS	41.30 U-W	38.80 T-Z	CMxPM-52xS	50.20 A	46.10 A-B
K211xP-87	40.70 V-X	38.30 X-Z	CMxPM-52	45.90 D-J	43.00 E-J
K211xP-8x46	45.70 D-J	42.90 E-J	CMxPB-81x46	45.30 D-L	40.20 I-Y
K211xP-8xS	48.90 A-B	45.60 A-D	CMxPB-81xS	45.00 E-N	40.00 P-Y
K211xP-8	46.20 D-I	42.90 E-J	CMxPB-81	38.80 Y-Z	36.20 Z
K211xP-70x46	42.70 P-U	40.10 O-Y	BENAC	44.60 I-O	41.10 H-W
K211xP-70xS	44.70 H-O	42.00 F-R	Hat 1	46.50 D-H	42.00 F-R
K211xP-70	46.20 D-I	41.80 F-T	Hat 187	45.50 D-K	43.50 C-H
K211xP-67x46	42.80 O-U	42.80 E-K	Hat 46	45.30 D-L	41.40 G-W
K211xP-67xS	42.60 P-U	41.60 F-V	Sena	43.90 J-Q	41.30 F-X
K211xP-67	38.50 Z	36.70 Z			

Değişim katsayısı (%) 2007 : 2.05 2008 :3.00

4.2.3.2.(1).(b). a Değeri

Ebeveynler ile melezlerin 2007 ve 2008 yıllarında göstermiş oldukları a değerleri birbirinden önemli düzeyde ($p \leq 0.01$) farklı bulunmuş ve a değerleri

Çizelge 4.12'de sunulmuştur. Genotiplerin a değerleri biber meyveleri tam olarak olgunlaştığında ölçüldüğünden bütün değerler pozitif olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.12. Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ebeveynler, hassas çeşit ve hatlar ile melezlerinin a değerleri (+100-100)

Genotip	Yeşil-Kırmızı (a +100-100)		Genotip	Yeşil-Kırmızı (a +100-100)	
	2007	2008		2007	2008
PBxPM-65x46	39.30 C-P	37.90 C-N	K211xP-35x46	41.50 B-I	39.50 B-F
PBxPM-65xS	40.00 C-M	37.90 C-O	K211xP-35xS	44.20 B-C	41.60 A-B
PBxPM-65	46.20 B	43.70 A	K211xP-35	33.10 Q-T	31.60 V-Z
PBxPM-2x46	42.20 B-F	40.10 B-D	K211xP-11x46	41.80 B-H	39.40 B-F
PBxPM-2xS	38.40 C-S	36.80 D-S	K211xP-11xS	35.90 H-T	32.90 T-Z
PBxPM-2	37.20 D-S	35.50 G-U	K211xP-11	34.70 K-T	32.70 R-Z
K12xK211-9x46	38.90 C-Q	37.10 D-P	K211xPB-16x46	40.60 B-K	37.80 C-P
K12xK211-9xS	44.10 B-D	41.40 A-C	K211xPB-16xS	37.20 D-S	35.20 L-U
K12xK211-9	34.00 M-T	32.40 U-Z	K211xPB-16	35.10 J-T	33.40 R-Z
K12xK211-50x46	40.20 B-M	37.80 B-Q	K211xPB-14x46	41.10 B-K	38.80 B-J
K12xK211-50xS	33.50 O-T	31.50 U-Z	K211xPB-14xS	34.80 J-T	32.80 R-Z
K12xK211-50	36.20 F-T	34.00 M-Z	K211xPB-14	37.70 D-S	36.10 F-T
K12xK211-46x46	43.20 B-D	39.90 B-E	K211xPB-102x46	38.30 C-S	36.20 F-T
K12xK211-46xS	55.00 A	37.60 C-P	K211xPB-102xS	41.40 B-I	38.10 B-M
K12xK211-46	36.50 E-T	34.40 K-X	K211xPB-102	37.70 D-S	36.50 E-S
K12xK211-4x46	40.10 B-M	37.70 B-Q	K211xCM-75x46	41.20 B-J	38.80 B-J
K12xK211-4xS	36.70 E-T	35.30 I-U	K211xCM-75xS	36.30 F-T	34.40 O-W
K12xK211-4	32.60 R-T	30.70 W-Z	K211xCM-75	36.00 G-T	34.50 N-W
K12xK211-27x46	39.70 C-O	36.70 D-S	K211xCM-44x46	36.70 E-T	34.60 H-X
K12xK211-27xS	42.00 B-H	39.50 A-J	K211xCM-44xS	40.40 B-L	38.30 B-L
K12xK211-27	31.00 S-T	29.20 Z	K211xCM-44	38.40 C-S	36.30 F-T
K12xK211-18x46	39.80 C-N	37.60 C-P	K211xCM-36x46	36.00 F-T	34.40 O-W
K12xK211-18xS	38.60 C-Q	36.40 F-T	K211xCM-36xS	38.20 C-S	36.10 F-T
K12xK211-18	33.00 Q-T	30.00 Y-Z	K211xCM-36	36.30 F-T	34.30 P-W
K12xK211-15x46	35.40 I-T	32.90 T-Z	K211xCM-13x46	40.50 B-L	38.70 B-K
K12xK211-15xS	38.50 C-R	36.70 D-S	K211xCM-13xS	38.40 C-S	36.60 E-S
K12xK211-15	32.90 Q-T	31.50 V-Z	K211xCM-13	37.40 D-S	35.20 L-U
K211xP-87x46	36.60 E-T	34.70 M-W	CMxPM-52x46	39.00 C-Q	36.90 D-Q
K211xP-87xS	39.70 C-O	37.30 B-S	CMxPM-52xS	38.20 C-S	36.20 F-T
K211xP-87	40.50 B-K	37.70 C-P	CMxPM-52	32.30 S-T	29.70 Z
K211xP-8x46	42.20 B-F	39.70 A-G	CMxPB-81x46	38.10 C-S	35.10 L-U
K211xP-8xS	40.00 C-M	37.70 C-P	CMxPB-81xS	37.40 D-S	34.70 M-W
K211xP-8	41.70 B-H	39.40 B-F	CMxPB-81	38.40 C-S	35.30 H-U
K211xP-70x46	36.50 E-T	34.60 M-W	BENAC	42.10 B-G	40.10 B-D
K211xP-70xS	38.50 C-R	36.40 F-T	Hat 1	33.70 N-T	35.00 L-V
K211xP-70	33.50 O-T	33.50 Q-Y	Hat 187	30.90 T	29.30 Z
K211xP-67x46	36.80 D-T	34.60 H-X	Hat 46	34.30 L-T	34.90 L-W
K211xP-67xS	40.80 B-K	37.90 C-N	Sena	31.70 S-T	29.80 X-Z
K211xP-67	36.30 F-T	34.20 L-Y			

Değişim katsayısı (%) 2007 :8.13

2008 :4.97

Pozitif değerlerdeki a değerinin kırmızılığa işaret ettiği bilgisi ışığında 2007 yılında genotipler arasında kırmızılığın en fazla yansıtan genotipin 55.00 a değeri ile K12xK211-46xS genotipi olduğu söylenebilir. 187 numaralı kırmızı biber hattı ise 30.90 değeri ile en düşük a değerine sahip olmuştur.

2008 yılı içerisinde PBxPM-65 genotipi 43.70 a değeri ile kırmızıyı en çok yansıtan genotip olurken 187 numaralı kırmızı biber hattı 29.30 a değeri ile 2007 yılında olduğu gibi kırmızı renk öğeleri bakımından en geride yer almıştır.

Yüksek verim değerleri ve düşük hastalanma oranı gösteren dayanıklı ebeveynlerden K211xCM-13, K211xP-67 ve K12xK211-15 denemenin ilk yılı olan 2007 yılında sırasıyla 37.40, 36.30 ve 32.90; 2008 yılında ise sırasıyla 35.20, 34.20 ve 31.50 a değeri göstermişlerdir. Sena çeşidi ise 2007 yılında 31.70 ve 2008 yılında 29.80 a değerine sahip olmuştur.

Horvath ve Hodur (2007), toz haline getirilmiş Macar biberlerinin 19 ile 21 arasında değişen a değeri gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu değerlerin nem içeriğinin azalması ile artış gösterdiğini belirtmişlerdir.

Hesham ve ark. (2007), ele aldıkları genotiplerdeki taze biber meyvelerinin a değerlerinin yeşil olanlarda -10.90'a kadar düştüğünü kırmızı olanlarda 35.39'a kadar çıktığını bildirmişlerdir.

Arpacı ve ark. (2008), Sena çeşidinin a değerini 21.94 olarak belirlemişlerdir. Çalışmada ölçülen renk değerlerinin önceki çalışmalarla uygunluk göstermemelerinin nedenlerinden biri çalışmaların materyallerinin farklı olmasıdır. Ancak çalışmada yer alan ve önceki çalışmalarla benzerlik gösteren materyaller arasında da farklılıklar mevcuttur. Bu farklılıklar ölçümü yapılan örneklerin kurutulmasında kullanılan yöntemden kaynaklanmaktadır. Arpacı ve ark. (2008)'nin aksine çalışmada örnekler güneş altında kurutulmamış, yapay kurutucularda kurutulmuştur. Bu yöntem kırmızıyı oluşturan renk öğelerinin korunmasını sağlamıştır. Bosland ve Votava (2000) ışığın ve kurutma koşullarının kırmızı biberin renginde kayıplar meydana getirdiğini bildirmişlerdir.

4.2.3.2.(1).(c). b Değeri

Yapılan varyans analizi sonucunda genotiplerin b değerlerinin her iki yılda istatistiksel olarak $p \leq 0.01$ seviyesinde farklı oldukları anlaşılmıştır (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ebeveynler, hassas çeşit ve hatlar ile melezlerinin b değerleri (+100-100)

Genotip	Mavil-Sarı (b +100-100)		Genotip	Mavil-Sarı (b +100-100)	
	2007	2008		2007	2008
PBxPM-65x46	61.80 B-E	57.20 B-D	K211xP-35x46	53.60 P-X	50.30 I-V
PBxPM-65xS	58.40 F-L	53.60 D-N	K211xP-35xS	59.90 D-I	56.20 B-F
PBxPM-65	62.30 B-E	56.70 B-E	K211xP-35	52.00 U-Z	48.10 P-Y
PBxPM-2x46	51.00 Y-Z	47.40 Q-Z	K211xP-11x46	63.50 B-C	58.60 B-C
PBxPM-2xS	52.20 T-Z	49.00 L-Y	K211xP-11xS	49.30 Z-a	46.60 T-Z
PBxPM-2	52.60 R-Z	48.20 P-Y	K211xP-11	47.50 a	44.30 X-Z
K12xK211-9x46	53.50 P-Y	49.00 L-Y	K211xPB-16x46	48.70 a	45.00 Y-Z
K12xK211-9xS	61.10 B-F	57.00 B-G	K211xPB-16xS	54.20 O-V	51.20 G-T
K12xK211-9	56.50 J-P	52.20 E-P	K211xPB-16	55.70 K-S	50.70 H-U
K12xK211-50x46	52.30 T-Z	48.70 J-Z	K211xPB-14x46	60.30 C-H	57.00 B-D
K12xK211-50xS	50.50 Y-Z	47.00 P-Z	K211xPB-14xS	42.50 b	39.60 Z
K12xK211-50	58.60 E-K	54.60 B-N	K211xPB-14	59.70 D-J	54.80 C-I
K12xK211-46x46	52.60 R-Z	50.20 I-X	K211xPB-102x46	52.50 S-Z	49.50 J-Y
K12xK211-46xS	59.20 E-J	53.80 D-N	K211xPB-102xS	57.80 F-N	54.40 C-I
K12xK211-46	47.40 a-b	44.20 Y-Z	K211xPB-102	63.50 B	58.70 B-C
K12xK211-4x46	51.20 V-Z	47.70 O-Z	K211xCM-75x46	58.20 F-M	55.50 B-H
K12xK211-4xS	50.30 Y-Z	45.80 V-Z	K211xCM-75xS	59.50 D-J	56.30 B-F
K12xK211-4	49.30 Z-a	45.90 S-Z	K211xCM-75	59.10 E-J	53.90 C-K
K12xK211-27x46	58.30 F-L	53.50 D-O	K211xCM-44x46	50.30 Y-Z	49.10 I-Y
K12xK211-27xS	56.50 J-R	52.70 D-S	K211xCM-44xS	55.00 M-V	51.80 F-R
K12xK211-27	50.20 Z	46.80 P-Z	K211xCM-44	62.50 B-D	54.90 C-I
K12xK211-18x46	56.70 I-P	52.40 D-P	K211xCM-36x46	44.20 b	43.00 Z
K12xK211-18xS	49.70 Z-a	47.00 R-Z	K211xCM-36xS	52.40 T-Z	49.20 K-Y
K12xK211-18	47.10 a-b	44.80 Y-Z	K211xCM-36	60.90 B-F	57.10 B-D
K12xK211-15x46	49.20 Z-a	46.40 T-Z	K211xCM-13x46	55.80 K-R	52.50 D-P
K12xK211-15xS	55.20 L-U	51.60 F-S	K211xCM-13xS	55.40 K-T	51.90 F-Q
K12xK211-15	52.50 S-Z	48.70 M-Y	K211xCM-13	57.20 G-O	50.20 I-W
K211xP-87x46	49.70 Z-a	46.90 S-Z	CMxPM-52x46	58.50 F-K	55.70 B-G
K211xP-87xS	58.80 E-K	54.80 B-L	CMxPM-52xS	41.30 b	39.80 Z
K211xP-87	55.10 L-V	50.70 I-U	CMxPM-52	44.20 a-b	41.60 Z
K211xP-8x46	56.70 I-P	52.80 C-R	CMxPB-81x46	48.80 a	46.20 U-Z
K211xP-8xS	71.00 A	65.50 A	CMxPB-81xS	54.70 N-V	51.60 F-S
K211xP-8	63.70 B	60.20 B	CMxPB-81	58.50 F-K	54.90 C-I
K211xP-70x46	49.70 Z	46.70 T-Z	BENAC	57.90 F-N	54.70 C-I
K211xP-70xS	48.10 a	45.40 W-Z	Hat 1	57.20 G-O	54.10 C-J
K211xP-70	52.80 Q-Z	50.50 I-V	Hat 187	52.20 T-Z	46.80 S-Z
K211xP-67x46	48.00 a	44.70 V-Z	Hat 46	57.50 G-N	54.40 C-I
K211xP-67xS	56.50 J-P	52.10 E-Q	Sena	50.20 Y-Z	46.80 P-Z
K211xP-67	54.60 N-V	50.90 E-X			

Değişim katsayısı (%) 2007 : 2.96

2008 : 4.68

Çizelge 4.13'te sunulan b değerleri pozitif iken sarıya, negatif iken maviye işaret eder. a değerlerinde olduğu gibi olgunlaşmış biber meyveleri maviden çok kırmızı ve sarı ögeleri yansıttığından Çizelge 4.13'teki değerlerin tamamı pozitiftir.

Denemenin ilk yılı olan 2007'de K211xP-8xS genotipi 71.00 b değeri ile ilk sırada yer almıştır. K211xCM-36x46, K211xPB-14xS ve CMxPM-52xS genotipleri ise sırasıyla 44.20, 42.50 ve 41.30 b değeri ile bu değer bakımından geride kalan genotipler olmuşlardır.

Ana denemenin ikinci yılı olan 2008 yılında K211xP-8xS genotipi 65.50 b değeri ile 2007 yılında olduğu gibi ilk sırada yer almıştır. K211xCM-36x46 (43.00), CMxPM-52 (41.60), CMxPM-52xS (39.80) ve K211xPB-14xS (39.60) genotipleri en düşük b değeri alan genotiplerdir.

K211xCM-13, K211xP-67 ve K12xK211-15 denemenin ilk yılında (2007) sırasıyla 57.20, 54.60 ve 52.50; 2008 yılında ise K211xP-67 ile K211xCM-13 yer değiştirerek sırasıyla 50.90, 50.20 ve 48.70 b değeri göstermişlerdir. Sena çeşidinin 2007 yılındaki b değeri 50.20 ve 2008 yılında b değeri 46.80'dir.

Hesham ve ark. (2007), ele aldıkları farklı renkteki ve olgunlaşma dönemindeki taze biber meyvelerinin b değerlerinin 7.45 ile 68.35 arasında değiştiğini bildirmiştir. Kurutma yöntemlerindeki farklılığa rağmen b değerlerinde görülen bu uyumun nedeni ışık ve kurutma koşullarının sarı rengi oluşturan ögelerin üzerine etkisinin olmayışına bağlanmaktadır. Bu etkisizliğin meyvede sarı rengi oluşturan renk maddelerinin olgunlaşma ile artmakla birlikte kırmızı rengi oluşturan öğelere kıyasla daha az bulunması nedeniyle oluştuğu düşünülmektedir.

Hornero-Mendez ve ark. (2000), meyveleri kurutulmak amacı ile yetiştirilen farklı biber çeşitlerinin farklı olgunlaşma aşamalarındaki renk maddelerini incelemişlerdir. Olgunlaşma ile Beta-karoten, antheraksantin ve violaksantin seviyelerinin arttığını zeaksantin, beta-kriptoksantin, kapsantin, kapsorubin, kapsantin-5,6-epoksit ve kukurbitaksantin A'nın sentezinin başladığını ifade etmişlerdir. Bazı çeşitlerde olgunlaşmış meyvelerdeki kırmızı rengi oluşturan pigmentlerin, sarı rengi oluşturan pigmentlere oranının 7 kat olduğunu belirtmişlerdir.

4.2.3.2.(1).(d). C (Kroma) değeri

a ve b değerlerinin trigonometrik olarak hesaplanmaları ile rengin ifadesinde kullanılan iki değer daha elde edilir. Bunlar kroma ve hue açısıdır. Kroma değeri rengin safiyetini ve doygunluğunu gösterir.

Bu bilgiler çerçevesinde ve varyans analizinin genotipler arasında C değerleri bakımından oluşan farklılıkların her ikiyılda da önemli ($p \leq 0.01$) olduğu bulgusu ile 2007 yılında en canlı renklere sahip olan genotiplerin 81.40 C değeri ile K12xK211-46xS ve K211xP-8xS oldukları söylenebilir. CMxPM-52 ile K211xPB-14xS renk doygunluğu en geride olan genotiplerdir. Bunlar sırasıyla 54.70 ve 54.90 C değeri göstermişlerdir. K12xK211-15, K211xP-67 ve K211xCM-13 genotiplerinin C değerleri sırası ile 62.00, 65.20 ve 68.40 olmuştur. Sena çeşidinin C değeri 59.40 Benac çeşidinin ise 71.60'tır (Çizelge 4.14).

Genotiplerin 2008 yılında gösterdikleri kroma değerleri incelendiğinde 75.60 C değeri ile en canlı renklere sahip olan genotipin K211xP-8xS olduğu görülür. Renk doygunluğu en geride olan CMxPM-52'nin gösterdiği C değeri ise 51.10'dur. Bu yıl içerisinde K12xK211-15, 58.20; K211xCM-13 ve K211xP-67 61.40; Sena çeşidi 55.60 ve Benac çeşidi 67.80 C değeri göstermişlerdir.

Krajayklang ve ark. (2000), tam olarak olgunlaşmış durumda hasat edilen biberlerden elde edilen toz biberlerin en yüksek ekstrakte edilebilir renk maddelerini bulundurduğunu, bu değer 194 ASTA birimine kadar çıktığını bildirmişlerdir. Böyle öğütülmüş biberlerinin C değerlerinin 67, hue açılarının ise 51° olduğunu ifade etmiştir. Çalışmada ele alınan genotip büyük çoğunluğu bu değerlerin üzerine çıkmıştır.

Derera ve ark. (2005) Avustralya'da Szegedi 57-13 çeşidi kullanılarak ticari olarak üretilen örneklerde 245 ASTA değeri gösterebilen ürünler olduğunu belirlemişlerdir. Arpacı ve ark. (2008) ise geliştirdikleri Sena çeşidinin öğütülmüş örneklerinin 59.00 C değeri gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu bildirişlerin ışığında Çizelge 4.14'de sunulan C değerleri birçok genotipin doymuş renge sahip olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.14. Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ebeveynler, hassas çeşit ve hatlar ile melezlerinin C (Kroma) değeri

Genotip	Kroma (C Değeri 0-100)		Genotip	Kroma (C Değeri 0-100)	
	2007	2008		2007	2008
PBxPM-65x46	73.20 B-H	68.60 B-H	K211xP-35x46	67.80 I-Q	64.00 I-U
PBxPM-65xS	70.80 E-M	65.70 F-P	K211xP-35xS	74.40 B-E	69.90 B-E
PBxPM-65	77.50 A-B	71.60 A-C	K211xP-35	61.70 U-Z	57.60 X-Z
PBxPM-2x46	66.20 K-V	62.10 N-W	K211xP-11x46	76.00 B-D	70.60 B-D
PBxPM-2xS	64.90 N-Z	61.30 Q-Y	K211xP-11xS	61.00 W-Z	57.10 Y-Z
PBxPM-2	64.50 O-Z	59.90 U-Z	K211xP-11	58.90 Y-Z	55.10 Z-b
K12xK211-9x46	66.20 K-W	61.40 O-X	K211xPB-16x46	63.40 P-Z	58.80 W-Z
K12xK211-9xS	75.30 B-E	70.50 B-E	K211xPB-16xS	65.80 M-Y	62.10 N-W
K12xK211-9	66.00 L-W	61.40 P-X	K211xPB-16	65.80 L-X	60.80 S-Z
K12xK211-50x46	66.00 L-X	61.70 N-X	K211xPB-14x46	72.90 B-I	69.00 B-G
K12xK211-50xS	60.60 X-Z	56.70 Z-a	K211xPB-14xS	54.90 Z	51.40 a-b
K12xK211-50	68.90 F-P	64.40 H-T	K211xPB-14	70.70 E-M	65.70 E-O
K12xK211-46x46	68.10 H-Q	64.10 I-U	K211xPB-102x46	65.00 N-Z	61.30 Q-Y
K12xK211-46xS	81.40 A	65.60 F-P	K211xPB-102xS	71.10 C-L	66.40 D-M
K12xK211-46	59.90 X-Z	56.00 Z-b	K211xPB-102	73.90 B-F	69.10 B-G
K12xK211-4x46	65.00 M-Z	60.90 R-Z	K211xCM-75x46	71.30 C-K	67.70 C-J
K12xK211-4xS	62.30 S-Z	57.80 X-Z	K211xCM-75xS	69.70 E-N	65.90 E-N
K12xK211-4	59.10 Y-Z	55.30 Z-b	K211xCM-75	69.20 F-O	64.00 I-U
K12xK211-27x46	70.50 E-M	64.90 G-S	K211xCM-44x46	62.30 S-Z	60.00 T-Z
K12xK211-27xS	70.40 E-M	65.90 E-O	K211xCM-44xS	68.20 G-P	64.40 H-T
K12xK211-27	59.00 Y-Z	55.30 Z-b	K211xCM-44	73.40 B-G	65.90 E-N
K12xK211-18x46	69.30 E-O	64.50 H-S	K211xCM-36x46	57.00 Y-Z	55.10 a-b
K12xK211-18xS	63.00 Q-Z	59.50 V-Z	K211xCM-36xS	64.80 N-Z	61.00 R-Z
K12xK211-18	57.50 Y-Z	53.90 a-b	K211xCM-36	70.80 D-M	66.60 D-L
K12xK211-15x46	60.60 X-Z	56.90 Z	K211xCM-13x46	69.00 F-O	65.20 G-R
K12xK211-15xS	67.30 J-S	63.30 K-V	K211xCM-13xS	67.40 J-S	63.50 J-V
K12xK211-15	62.00 T-Z	58.20 W-Z	K211xCM-13	68.40 G-P	61.40 P-Y
K211xP-87x46	61.70 U-Z	58.30 W-Z	CMxPM-52x46	70.30 E-M	66.80 D-K
K211xP-87xS	71.00 C-M	66.40 D-N	CMxPM-52xS	56.20 Y-Z	53.70 a-b
K211xP-87	68.40 G-P	63.20 K-V	CMxPM-52	54.70 Z	51.10 b
K211xP-8x46	70.70 E-M	66.10 D-N	CMxPB-81x46	61.90 T-Z	58.10 W-Z
K211xP-8xS	81.50 A	75.60 A	CMxPB-81xS	66.30 K-U	62.20 M-W
K211xP-8	76.20 B-C	72.00 A-B	CMxPB-81	70.00 E-N	65.30 F-R
K211xP-70x46	61.70 U-Z	58.10 W-Z	BENAC	71.60 C-J	67.80 B-I
K211xP-70xS	61.60 U-Z	58.20 W-Z	Hat 1	66.40 J-U	64.50 H-T
K211xP-70	62.50 R-Z	60.70 S-Z	Hat 187	60.70 X-Z	60.30 T-Z
K211xP-67x46	60.40 X-Z	56.50 Z-a	Hat 46	67.00 J-T	64.70 H-S
K211xP-67xS	69.70 E-O	64.50 H-T	Sena	59.40 Y-Z	55.60 Z-b
K211xP-67	65.60 M-Z	61.40 P-Y			

Değişim katsayısı (%) 2007 : 3.93 2008 : 3.43

4.2.3.2.(1).(e). Hue Açısı

Kolorimetrik ölçümlerin hesaplamaları sonucu elde edilen hue açısının renk tekeri üzerindeki renk alanını gösterdiği düşünülürse asıl rengi ifade eden değerin

hue açısı olduğu anlaşılır. Genotiplerin 2007 ve 2008 yılı denemelerinde göstermiş oldukları hue açısı değerleri arasında meydana gelen farklılıklar istatistiksel anlamda önemli ($p \leq 0.01$) bulunmuş ve bu değerler Çizelge 4.15’de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ebeveynler, hassas çeşit ve hatlar ile melezlerinin hue açıları (0-360°)

Genotip	Hue Açısı (0-360°)		Genotip	Hue Açısı (0-360°)	
	2007	2008		2007	2008
PBxPM-65x46	57.7 A-L	56.5 C-P	K211xP-35x46	52.2 R-Y	51.9 N-R
PBxPM-65xS	55.6 E-T	54.8 M-Q	K211xP-35xS	53.6 O-Y	53.5 G-Q
PBxPM-65	53.4 O-Y	52.4 Q-R	K211xP-35	57.6 A-M	56.7 B-J
PBxPM-2x46	50.3 X-Z	49.7 H-Q	K211xP-11x46	56.7 B-P	56.0 B-N
PBxPM-2xS	53.7 O-Y	53.0 F-Q	K211xP-11xS	54.0 M-W	54.8 C-P
PBxPM-2	54.7 I-V	53.6 F-Q	K211xP-11	54.0 L-W	44.1 S
K12xK211-9x46	53.9 M-X	52.9 I-Q	K211xPB-16x46	50.2 Y-Z	49.9 Q-R
K12xK211-9xS	54.2 K-W	53.8 E-Q	K211xPB-16xS	55.5 F-T	55.5 C-P
K12xK211-9	58.9 A-F	53.8 E-Q	K211xPB-16	57.7 A-K	56.6 B-L
K12xK211-50x46	52.6 P-Y	52.2 M-Q	K211xPB-14x46	55.7 D-S	55.7 B-O
K12xK211-50xS	56.6 B-Q	56.2 B-N	K211xPB-14xS	50.9 V-Z	50.5 P-R
K12xK211-50	58.4 A-J	58.9 B-D	K211xPB-14	57.8 A-K	56.6 B-L
K12xK211-46x46	50.7 W-Z	51.4 O-R	K211xPB-102x46	53.9 N-X	53.8 E-Q
K12xK211-46xS	48.1 Z	55.1 C-P	K211xPB-102xS	54.5 J-V	55.0 C-P
K12xK211-46	52.6 P-Y	42.6 S	K211xPB-102	59.3 A-D	58.1 B-E
K12xK211-4x46	52.0 T-Z	51.6 N-R	K211xCM-75x46	54.7 I-V	55.0 C-P
K12xK211-4xS	53.8 O-X	52.3 M-Q	K211xCM-75xS	58.5 A-H	58.5 B-D
K12xK211-4	56.7 B-P	56.6 B-M	K211xCM-75	58.6 A-G	57.3 B-H
K12xK211-27x46	55.9 C-R	55.6 C-P	K211xCM-44x46	53.7 O-Y	54.9 C-P
K12xK211-27xS	53.4 O-Y	53.1 G-Q	K211xCM-44xS	53.7 O-Y	53.5 G-Q
K12xK211-27	58.4 A-J	58.1 B-E	K211xCM-44	58.4 A-I	56.3 B-M
K12xK211-18x46	54.9 H-V	54.5 D-P	K211xCM-36x46	50.8 W-Z	51.3 O-R
K12xK211-18xS	52.1 S-Y	52.2 M-Q	K211xCM-36xS	53.9 O-X	53.8 E-Q
K12xK211-18	55.0 G-U	51.6 O-R	K211xCM-36	59.2 A-E	59.0 B-C
K12xK211-15x46	54.2 K-W	54.6 D-P	K211xCM-13x46	54.1 L-W	53.6 F-Q
K12xK211-15xS	55.1 G-U	54.5 D-P	K211xCM-13xS	55.2 G-U	54.8 C-P
K12xK211-15	58.0 A-J	57.0 B-I	K211xCM-13	56.8 B-P	54.7 C-P
K211xP-87x46	53.7 O-Y	53.5 G-Q	CMxPM-52x46	56.3 B-Q	56.4 B-M
K211xP-87xS	56.0 B-R	55.7 B-O	CMxPM-52xS	47.2 Z	47.7 R-S
K211xP-87	53.7 O-Y	53.3 G-Q	CMxPM-52	53.9 O-X	54.5 D-P
K211xP-8x46	53.4 O-Y	53.1 G-Q	CMxPB-81x46	52.0 T-Y	52.8 I-Q
K211xP-8xS	60.6 A	60.0 A-B	CMxPB-81xS	55.7 D-S	56.0 B-N
K211xP-8	56.7 B-P	56.8 B-I	CMxPB-81	56.7 B-P	57.2 B-H
K211xP-70x46	53.8 O-Y	53.5 G-Q	BENAC	54.0 M-W	53.8 E-Q
K211xP-70xS	51.3 V-Z	51.3 P-R	Hat 1	59.6 A-B	57.3 B-H
K211xP-70	57.7 A-L	56.7 B-J	Hat 187	59.4 A-C	63.6 A
K211xP-67x46	52.6 P-Y	52.2 M-Q	Hat 46	59.2 A-E	57.4 B-G
K211xP-67xS	54.2 K-W	54.0 E-Q	Sena	57.9 A-K	57.6 B-M
K211xP-67	56.4 B-Q	56.1 B-N			

Değişim katsayısı (%) 2007 : 3.30 2008 : 4.01

Bu özellik bakımından en yüksek ve en düşük değerleri gösteren genotipler sırasıyla 60.60 ve 47.20 hue açısı dereceleri ile K211xP-8xS ve CMxPM-52xS genotipleri olmuştur. Sena çeşidi 57.90 hue açısı değeri göstermiştir. K211xP-67 genotipinin bu yıl içerisindeki hue açısı değeri ise 56.40'tır.

2008 yılı içerisinde 187 numaralı hat 63.60 derece ile en yüksek Hue açısını değerini gösterirken K12xK211-46 genotipi 42.60, K211xP-11 44.10 Hue açısı değerleri ile son sıralarda yer almışlardır. Sena çeşidi 57.60 açısı değeri göstermiş, K211xP-67 genotipinin gösterdiği değeri ise 56.10 olmuştur. Şekil 4.12'de bazı genotiplerin görünüşleri sunulmuştur.

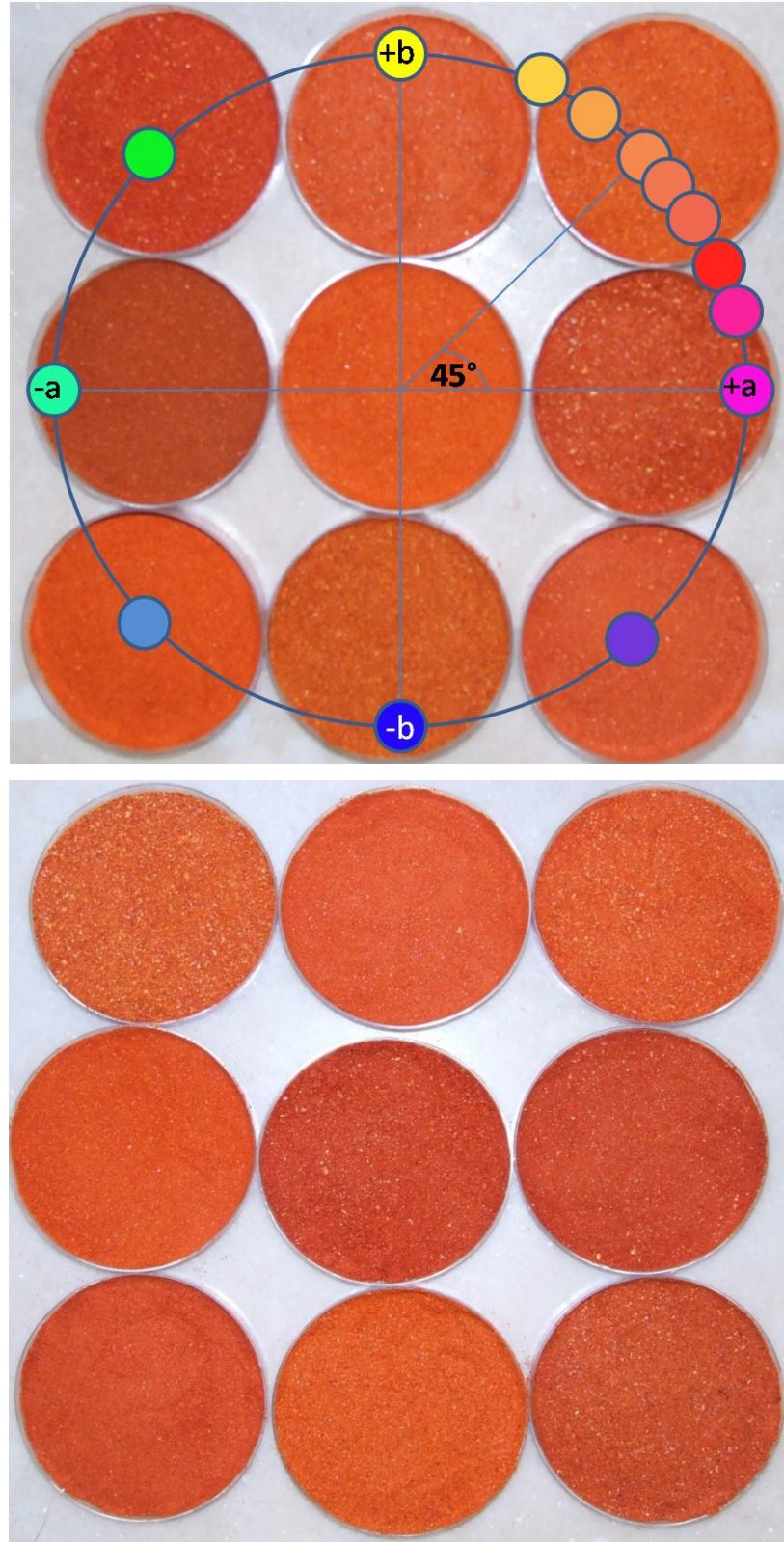
Horvath ve Hodur (2007), çalışmalarında kullandıkları Macar biber genotiplerinden elde ettikleri toz biberlerin 48 hue açısına sahip olduklarını, örneklerin içerdikleri nem miktarının % 5'e çıkarılması durumunda açısı değerinde 1.5 derecelik bir kayıp meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Arpacı ve ark. (2008), güneş altında kuruttukları Sena çeşidinin hue açısının 68.11 olduğunu bildirmişlerdir.

Krajayklang ve ark. (2000), tamamen olgunlaşmış durumda hasat edilen biber meyvelerinden elde edilen toz biberlerin hue açılarının 51° olduğunu bildirmişlerdir. Yeşil renkteki tam olgunlaşmamış biberlerden elde edilen toz biberlerin ise 69° hue açısı değerine sahip olabileceklerini belirtmişlerdir.

Renk tekeri üzerinde 0° tam kırmızıyı, 90° tam sarıyı, 180° ise tam yeşil rengi göstermektedir. Çalışmada elde edilen hue açıları biber genotiplerinin tam kırmızıya yakın renkler ile turuncu-kırmızı renkler arasında değiştiklerini göstermektedir. Özellikle ikinci yılda gösterdiği 42.60° hue açısı değeri ile K12xK211-46 sifra en çok yaklaşan genotip olmuş ve görsel anlamda kırmızı renkleri en fazla ifade eden genotip olmuştur.

McGuire (1992), taze kırmızı biberlerde hue açısı (h°) ve kroma (C) değerlerinin renk ölçümünde pratik olarak kullanılabilirliğini bildirmiştir. Elde edilen bulgular bu durumun toz biberler içinde geçerli olabileceği yöndedir.



Şekil 4.12. Genotiplerin öğütülmüş kırmızı biber örneklerinin görünüşleri ve renk çemberi

4.2.3.2.(2). Toplam Karotenoid İçeriği

Genotiplerden elde edilen toplam karotenoid içerikleri arasında meydana gelen farklılıklar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucu genotiplerin toplam karotenoid içerikleri bakımından her iki yılda da istatistiksel olarak ($p \leq 0.01$) birbirlerinden farklılık gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Çizelge 4.16'da 2007 ve 2008 yıllarında genotiplerden elde edilen toplam karotenoid içerikleri sunulmuştur. Çizelge 4.16 incelendiğinde 2007 yılında K12xK211xS ve PBxPM-2x46 melezlerinin sırasıyla 12279 mg/kg ve 12025 mg/kg ile en yüksek toplam karotenoid içeriğine sahip genotipler olduğu, K211xCM-36xS ve K211xCM-13xS melezlerinin ise sırasıyla 86 mg/kg ve 84 mg/kg toplam karotenoid içeriği ile en düşük değere sahip genotipler olduğu anlaşılmaktadır. Kök boğazı yanıklığı hastalığına duyarlı hat ve çeşitler arasında ise en düşük toplam karotenoid içeriğini 1830 mg/kg ile 46 numaralı hat göstermiştir.

2008 yılında 16177 mg/kg toplam karotenoid içeriği gösteren K12xK211-15xS melezi, 14734 mg/kg toplam karotenoid içeriği gösteren PBxPM-2x46 melezi yer değiştirerek en yüksek toplam karotenoid içeriği göstermişlerdir. K211xCM-13xS 69 mg/kg, K211xCM-36xS 74 mg/kg toplam karotenoid içeriği ile düşük içeriğe sahip genotipler olmuşlardır. Hat ve çeşitler arasında ise en düşük toplam karotenoid içeriğini 1679 mg/kg ile 1 numaralı hat göstermiştir.

Ebeveynlerin toplam karotenoid içerikleri 2007 yılında 1265 mg/kg ile 8159 mg/kg arasında değişirken melezlerin toplam karotenoid içerikleri 84 mg/kg ile 12279 mg/kg arasında değişmiştir. Bir sonraki yıl ebeveynler 1476 mg/kg ile 8758 mg/kg arasında toplam karotenoid içeriği gösterirken melezler 69 mg/kg ile 16177 mg/kg arasında değişen miktarlarda toplam karotenoid içeriği sergilemişlerdir.

Hornero-Mendez ve ark. (2000), denemeye aldıkları çeşitler arasında en yüksek toplam karotenoid içeriğini 13208 mg/kg ile Mana çeşidinden elde etmişlerdir. Mosquera ve ark. (2000), Jaranda ve Jariza (*Capsicum annuum* L.) çeşitlerinin 7.9 g/kg (7900 mg/kg) karotenoid içerikleri ile baharatlık biber üretimi için oldukça uygun olduklarını belirlemişlerdir.

Kuşçu (2002), kurutma işlemlerinin biberin kapsantin içeriğini arttırdığını, ele aldığı genotiplerdeki kurutulmuş biberlerin toplam karotenoid miktarlarını 4.2 mg/g (4200 mg/kg) olarak belirlemiştir.

Çizelge 4.16. Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ebeveynler, hassas çeşit ve hatlar ile melezlerinin toplam karotenoid içerikleri (mg/kg)

Genotip	Toplam karotenoid (mg/kg)		Genotip	Toplam karotenoid (mg/kg)	
	2007	2008		2007	2008
PBxPM-65x46	680 Y-Z	561 P-R	K211xP-35x46	6275 C	7055 B-D
PBxPM-65xS	7843 B	8724 B	K211xP-35xS	3786 H-L	2807 G-R
PBxPM-65	3203 I-O	2752 G-R	K211xP-35	4600 D	5138 C-H
PBxPM-2x46	12025 A	14737 A	K211xP-11x46	1620 S-Z	1839 I-R
PBxPM-2xS	2011 Q-Y	2057 H-R	K211xP-11xS	1400 X-Z	1142 M-R
PBxPM-2	4450 D-H	4726 D-J	K211xP-11	2923 J-Q	3654 E-P
K12xK211-9x46	4555 D-H	3555 E-P	K211xPB-16x46	4358 D-H	4125 D-N
K12xK211-9xS	5057 D-F	6978 B-E	K211xPB-16xS	1402 X-Z	1224 L-R
K12xK211-9	3339 I-M	2839 G-R	K211xPB-16	1265 X-Z	1486 K-R
K12xK211-50x46	2025 Q-Y	2984 E-R	K211xPB-14x46	1427 W-Z	1718 J-R
K12xK211-50xS	5211 D	4744 C-J	K211xPB-14xS	2018 Q-Y	2344 G-R
K12xK211-50	1753 S-Z	2950 E-R	K211xPB-14	1450 W-Z	1617 J-R
K12xK211-46x46	4991 D-F	4391 D-L	K211xPB-102x46	8352 B	8714 B
K12xK211-46xS	919 X-Z	803 O-R	K211xPB-102xS	2342 N-W	2607 G-R
K12xK211-46	4022 G-I	3090 E-R	K211xPB-102	2895 K-Q	2421 G-R
K12xK211-4x46	1753 S-Z	2155 H-R	K211xCM-75x46	1873 R-Y	1756 I-R
K12xK211-4xS	3090 J-P	2925 F-R	K211xCM-75xS	142 Z	183 R
K12xK211-4	2622 M-V	2324 G-R	K211xCM-75	1590 U-Z	1467 K-R
K12xK211-27x46	666 Y-Z	614 P-R	K211xCM-44x46	4628 D-H	5633 B-G
K12xK211-27xS	268 Y-Z	412 P-R	K211xCM-44xS	814 Y-Z	745 O-R
K12xK211-27	1480 V-Z	1471 K-R	K211xCM-44	8159 B	8758 B
K12xK211-18x46	447 Y-Z	527 P-R	K211xCM-36x46	3150 J-P	3230 E-R
K12xK211-18xS	6300 C	7967 B-C	K211xCM-36xS	84 Z	74 R
K12xK211-18	3953 G-J	3453 E-Q	K211xCM-36	1999 Q-Y	1913 I-R
K12xK211-15x46	5078 D	6078 B-F	K211xCM-13x46	1237 X-Z	1072 N-R
K12xK211-15xS	12279 A	16177 A	K211xCM-13xS	86 Z	69 R
K12xK211-15	4789 D-G	4328 D-L	K211xCM-13	3101 J-P	3085 E-R
K211xP-87x46	3269 I-N	3693 E-P	CMxPM-52x46	4091 G-I	3859 E-O
K211xP-87xS	2911 J-Q	2962 E-R	CMxPM-52xS	1901 R-Y	1534 K-R
K211xP-87	2700 M-V	1752 I-R	CMxPM-52	1995 Q-Y	1910 I-R
K211xP-8x46	477 Y-Z	528 P-R	CMxPB-81x46	2790 M-R	3200 E-R
K211xP-8xS	1321 W-Z	1418 K-R	CMxPB-81xS	2048 Q-Y	2219 H-R
K211xP-8	4447 D-H	4442 D-K	CMxPB-81	1486 V-Z	1751 I-R
K211xP-70x46	269 Y-Z	372 Q-R	BENAC	5245 D	5416 C-G
K211xP-70xS	1725 R-Y	1909 I-R	Hat 1	4994 D-F	1679 J-R
K211xP-70	4561 D-H	4316 D-M	Hat 187	2308 O-X	2206 H-R
K211xP-67x46	2693 M-U	2744 G-R	Hat 46	1830 S-Z	3999 D-N
K211xP-67xS	280 Y-Z	363 Q-R	Sena	2261 O-Y	2033 H-R
K211xP-67	2818 K-R	2869 F-R			

Değişim katsayısı (%) 2007 : 14.81 2008 : 22.00

Yemiş (2001), Kahramanmaraş biber popülasyonundan aldığı örneklerin toplam karotenoid miktarlarının 4.65 mg/g (4650 mg/kg) ile 5.49 mg/kg (5490 mg/kg) arasında değiştiğini bildirmiş, Şanlıurfa biberinde bu değer 0.34 mg/g (340 mg/kg) olduğunu ifade etmiştir. Süs biberlerinde toplam karotenoid miktarının 54.5 mg/g (54500 mg/kg) değerlerine çıkabildiğini ortaya koymuştur.

Bu bulgular kökboğazı hastalığına dayanıklı olarak kullanılacak genotiplerin toplam karotenoid içeriği bakımından da oldukça umut verici olduğunu göstermektedir. Özellikle bazı melezler yüksek sayılabilecek toplam karotenoid içeriğine sahiptirler.

4.2.3.3. Toplam Kapsaisinoid İçeriği

Kapsaisinoid ölçümleri kromatografik yöntemlerle gerçekleştirilmiş ve sonrasında bu miktarlar acılığın diğer ölçü birimi olan Scoville acılık birimine dönüştürülmüştür. Her iki ölçüm bakımından genotipler arasında oluşan farklılıklar iki yılda da istatistiksel anlamda önemli ($p \leq 0.01$) bulunmuştur. Çizelge 4.17'den görülebileceği gibi ebeveyn olarak kullanılan ve toz ve pul biber üretimi için tescil edilen Sena çeşidi 2007 yılındaki denemede 1819 mg/kg kapsaisinoid içeriğine sahip olmuştur. Bu değer denemeye alınan genotipler içerisinde en yüksek değerdir. Bununla birlikte 1068 mg/kg kapsaisinoid içeriği gösteren ve Sena çeşidinden farklı gruba giren K211xP-35xS genotipi en acı melezdir. En düşük kapsaisinoid değerini ise 19 mg/kg ile dayanıklılık kaynağı olarak kullanılan ebeveynlerden olan CMxPM-52 genotipi göstermiştir.

Sena çeşidi 2008 yılındaki denemede 1737 mg/kg kapsaisinoid içeriğine sahip olmuştur. Sena ile aynı gruba girmemekle birlikte, K211xP-35xS 1311 mg/kg kapsaisinoid içeriği ile bu yıl da en acı melez olmuştur. En düşük kapsaisinoid değerlerini ise 26 mg/kg ile CMxPM-52, 47 mg/kg ile K211xCM-75, 49 mg/kg ile PBxPM-2 ve 58 mg/kg ile K211xP-8 genotipleri göstermiştir.

Yemiş (2001), Kahramanmaraş kırmızı biber popülasyonundan aldığı örneklerde toplam kapsaisinoid miktarlarının % 0.120 (1200 mg/kg) ile % 0.216 (2160 mg/kg) arasında değiştiğini bildirmiş çalışmasında kullandığı chili biber

örneklerinin toplam kapsaisinoid değerlerinin % 0.470 (4700 mg/kg) olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 4.17. Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ebeveynler, hassas çeşit ve hatlar ile melezlerinin toplam kapsaisinoid içerikleri (mg/kg)

Genotip	Toplam kapsaisinoid (mg/kg)		Genotip	Toplam kapsaisinoid (mg/kg)	
	2007	2008		2007	2008
PBxPM-65x46	154 F-K	174 L-Z	K211xP-35x46	321 C-K	360 H-K
PBxPM-65xS	214 E-K	221 L-W	K211xP-35xS	1068 B	1311 B
PBxPM-65	147 F-K	194 M-Z	K211xP-35	403 C-I	451 F-H
PBxPM-2x46	77 I-K	84 V-Z	K211xP-11x46	135 G-K	125 R-Z
PBxPM-2xS	182 F-K	180 N-Z	K211xP-11xS	171 F-K	174 M-Z
PBxPM-2	38 J-K	49 Z	K211xP-11	213 E-K	211 M-V
K12xK211-9x46	107 I-K	94 V-Z	K211xPB-16x46	282 D-K	288 K-N
K12xK211-9xS	172 F-K	206 L-Y	K211xPB-16xS	158 F-K	228 L-T
K12xK211-9	475 C-H	508 E-G	K211xPB-16	496 C-F	419 G-J
K12xK211-50x46	153 F-K	177 M-Z	K211xPB-14x46	205 E-K	219 L-W
K12xK211-50xS	144 F-K	149 O-Z	K211xPB-14xS	216 E-K	218 L-X
K12xK211-50	109 I-K	106 U-Z	K211xPB-14	557 C-E	630 C-E
K12xK211-46x46	77 I-K	73 X-Z	K211xPB-102x46	145 F-K	141 Q-Z
K12xK211-46xS	403 C-I	417 G-J	K211xPB-102xS	230 E-K	256 K-R
K12xK211-46	493 C-F	487 F-G	K211xPB-102	290 D-K	286 K-N
K12xK211-4x46	92 I-K	88 W-Z	K211xCM-75x46	169 F-K	145 O-Z
K12xK211-4xS	197 F-K	218 L-W	K211xCM-75xS	342 C-K	332 I-L
K12xK211-4	473 C-H	450 F-I	K211xCM-75	45 J-K	47 Z
K12xK211-27x46	63 I-K	73 X-Z	K211xCM-44x46	80 I-K	81 Y-Z
K12xK211-27xS	226 E-K	222 L-U	K211xCM-44xS	99 I-K	102 V-Z
K12xK211-27	146 F-K	160 N-Z	K211xCM-44	230 E-K	263 K-P
K12xK211-18x46	65 I-K	66 X-Z	K211xCM-36x46	147 F-K	164 N-Z
K12xK211-18xS	194 F-K	193 M-Y	K211xCM-36xS	204 F-K	219 L-W
K12xK211-18	255 D-K	243 K-R	K211xCM-36	480 C-G	573 D-F
K12xK211-15x46	197 F-K	219 L-W	K211xCM-13x46	150 F-K	171 L-Z
K12xK211-15xS	145 F-K	146 O-Z	K211xCM-13xS	141 F-K	117 S-Z
K12xK211-15	186 F-K	233 L-S	K211xCM-13	320 C-K	306 J-M
K211xP-87x46	126 H-K	114 T-Z	CMxPM-52x46	38 J-K	34 Z
K211xP-87xS	195 F-K	195 M-Y	CMxPM-52xS	172 F-K	178 N-Z
K211xP-87	233 E-K	258 K-Q	CMxPM-52	19 K	26 Z
K211xP-8x46	246 E-K	238 L-R	CMxPB-81x46	90 I-K	82 Y-Z
K211xP-8xS	264 D-K	256 K-R	CMxPB-81xS	171 F-K	232 L-T
K211xP-8	49 J-K	58 Z	CMxPB-81	385 C-J	452 F-H
K211xP-70x46	112 I-K	115 T-Z	BENAC	252 D-K	249 K-R
K211xP-70xS	197 F-K	218 L-W	Hat 1	143 F-K	146 P-Z
K211xP-70	470 C-H	526 D-G	Hat 187	658 C	720 C
K211xP-67x46	276 D-K	267 K-O	Hat 46	90 I-K	101 T-Z
K211xP-67xS	167 F-K	204 L-Z	Sena	1819 A	1737 A
K211xP-67	604 C-D	650 C-D			

Değişim katsayısı(2007) (%) : 32.92 Değişim katsayısı (2008) (%) :13.00

Biber çeşitlerinin içermiş olduğu kapsaisinoid miktarları çevre şartlarından etkilenmekle birlikte belirli düzeyler arasında seyretmektedir. Bu bakımdan öğütülmüş biber üretiminde tek çeşidin kullanılması acılığın standartlaşması açısından önemlidir. Çünkü kişilerin toz veya pul biber tüketimindeki alışkanlıklarını belirleyen en önemli kıstas acılıktır. Üretilen biberlerin satışa sunulurken acılık sınıflandırmalarının yapılması ve bu sınıflandırmalara göre biber çeşitlerinin üretilmesi önemli bir yenilik olabilir.

Biberde acılığı meydana getiren ve etkileri değişiklikler gösteren birçok bileşik bulunmaktadır. Acılığın farklı hissedilmesine neden olan bu bileşimler farklı genotiplerde değişik kompozisyonlarda bulunabilir. Yazawa ve ark. (2004) tarafından acı bir biber çeşidinden (CH-19), tatlı bir biber çeşidi geliştirmeleri ve bu çeşidin acılığı oluşturan bileşiklerden birini yüksek miktarda içermesi oluşabilecek kompozisyonlardan birisidir. Bu durum Collins ve Bosland (1994)'ın bildirdiği gibi acılığın seviyesi ile birlikte tipinden de bahsedilebileceği görüşünü doğrulamaktadır. Dünyada yetiştiriciliği yapılan biber çeşitleri gözönüne alındığında, bizim çalışmamızda ele alınan biber genotiplerinin toplam kapsaisinoid içerikleri, düşük ile orta düzey arasında sayılabilir. İleriki çalışmalarda yüksek ve düşük düzeyde toplam kapsaisinoid içeriğine sahip genotiplerin acılık kompozisyonlarının ortaya konulması bundan sonra yapılması önerilebilecek çalışmalardandır.

Çizelge 4.18'de ise, bir önceki çizelgede mg/kg birimi ile gösterilen değerler Scoville acılık birimine dönüştürülerek verilmiştir. Varyans analizi ve çoklu karşılaştırma testi sonucu oluşan gruplar bu yüzden değişiklik göstermemiştir.

2007 yılındaki denemede 1819 mg/kg kapsaisinoid içeriğine sahip Sena çeşidinin acılığı 27278 SHU'ne dönüşmüştür. K211xP-35xS genotipi acılık değeri bakımından Sena çeşidi ile aynı gruba girmemekle birlikte 16013 SHU acılık değeri ile en acı melezdır. En düşük acılık değerini ise 279 SHU ile CMxPM-52 genotipi göstermiştir.

Sena çeşidi 2008 yılındaki denemede 26058 SHU acılık göstermiştir. K211xP-35xS yine Sena çeşidi ile aynı gruba girmemiş ve 19650 SHU acılık değeri göstererek en acı melez olmuştur. 384 SHU ile CMxPM-52, 704 SHU ile K211xCM-

75, 732 SHU ile PBxPM-2 ve 863 SHU ile K211xP-8 genotipleri en düşük acılık değerini göstermişlerdir (Çizelge 4.18).

Çizelge 4. 18. Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ebeveynler, hassas çeşit ve hatlar ile melezlerinin acılık değerleri (SHU)

Genotip	Acılık (SHU)		Genotip	Acılık (SHU)	
	2007	2008		2007	2008
PBxPM-65x46	2305 F-K	2613 L-Z	K211xP-35x46	4817 C-K	5393 H-K
PBxPM-65xS	3208 E-K	3311 L-W	K211xP-35xS	16013 B	19650 B
PBxPM-65	2198 F-K	2906 M-Z	K211xP-35	6046 C-I	6767 F-H
PBxPM-2x46	1153 I-K	1260 V-Z	K211xP-11x46	2031 G-K	1870 R-Z
PBxPM-2xS	2726 F-K	2702 N-Z	K211xP-11xS	2569 F-K	2609 M-Z
PBxPM-2	573 J-K	732 Z	K211xP-11	3196 E-K	3162 M-V
K12xK211-9x46	1608 I-K	1408 V-Z	K211xPB-16x46	4223 D-K	4320 K-N
K12xK211-9xS	2574 F-K	3094 L-Y	K211xPB-16xS	2365 F-K	3426 L-T
K12xK211-9	7128 C-H	7625 E-G	K211xPB-16	7443 C-F	6279 G-J
K12xK211-50x46	2291 F-K	2656 M-Z	K211xPB-14x46	3081 E-K	3278 L-W
K12xK211-50xS	2152 F-K	2233 O-Z	K211xPB-14xS	3243 E-K	3267 L-X
K12xK211-50	1627 I-K	1590 U-Z	K211xPB-14	8355 C-E	9450 C-E
K12xK211-46x46	1153 I-K	1092 X-Z	K211xPB-102x46	2172 F-K	2109 Q-Z
K12xK211-46xS	6044 C-I	6254 G-J	K211xPB-102xS	3449 E-K	3841 K-R
K12xK211-46	7392 C-F	7311 F-G	K211xPB-102	4354 D-K	4286 K-N
K12xK211-4x46	1387 I-K	1326 W-Z	K211xCM-75x46	2535 F-K	2179 O-Z
K12xK211-4xS	2948 F-K	3274 L-W	K211xCM-75xS	5124 C-K	4986 I-L
K12xK211-4	7090 C-H	6752 F-I	K211xCM-75	679 J-K	704 Z
K12xK211-27x46	946 I-K	1098 X-Z	K211xCM-44x46	1194 I-K	1221 Y-Z
K12xK211-27xS	3390 E-K	3332 L-U	K211xCM-44xS	1484 I-K	1523 V-Z
K12xK211-27	2185 F-K	2400 N-Z	K211xCM-44	3453 E-K	3943 K-P
K12xK211-18x46	972 I-K	985 X-Z	K211xCM-36x46	2198 F-K	2462 N-Z
K12xK211-18xS	2904 F-K	2892 M-Y	K211xCM-36xS	3054 F-K	3278 L-W
K12xK211-18	3826 D-K	3646 K-R	K211xCM-36	7200 C-G	8602 D-F
K12xK211-15x46	2952 F-K	3281 L-W	K211xCM-13x46	2252 F-K	2559 L-Z
K12xK211-15xS	2178 F-K	2196 O-Z	K211xCM-13xS	2118 F-K	1757 S-Z
K12xK211-15	2783 F-K	3501 L-S	K211xCM-13	4796 C-K	4592 J-M
K211xP-87x46	1895 H-K	1710 T-Z	CMxPM-52x46	568 J-K	504 Z
K211xP-87xS	2931 F-K	2932 M-Y	CMxPM-52xS	2581 F-K	2676 N-Z
K211xP-87	3487 E-K	3877 K-Q	CMxPM-52	279 K	384 Z
K211xP-8x46	3687 E-K	3565 L-R	CMxPB-81x46	1353 I-K	1228 Y-Z
K211xP-8xS	3963 D-K	3836 K-R	CMxPB-81xS	2568 F-K	3475 L-T
K211xP-8	739 J-K	863 Z	CMxPB-81	5775 C-J	6773 F-H
K211xP-70x46	1676 I-K	1720 T-Z	BENAC	3784 D-K	3733 K-R
K211xP-70xS	2951 F-K	3275 L-W	Hat 1	2146 F-K	2188 P-Z
K211xP-70	7055 C-H	7883 D-G	Hat 187	9870 C	10800 C
K211xP-67x46	4145 D-K	4012 K-O	Hat 46	1347 I-K	1509 T-Z
K211xP-67xS	2511 F-K	3063 L-Z	Sena	27278 A	26058 A
K211xP-67	9054 C-D	9747 C-D			

Değişim katsayısı (%) 2007 : 32.92 2008 :13.00

Yemiş (2001), Kahramanmaraş popülasyonu içerisinde ele aldığı örneklerin acılık değerlerinin 19252 SHU ile 34504 SHU arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir. Araştırmacı Şanlıurfa biberinde bu değeri 8651 SHU olarak bulmuş, chili tipi biberde ise 73532 olarak belirlemiştir.

Arpacı ve ark. (2008), Kahramanmaraş biber popülasyonundan geliştirdikleri ıslah hatlarının 7000 ile 48000 SHU arasında acılık değeri gösterdiğini, geliştirilen Sena çeşidinin ise 29000 SHU acılık değeri gösterdiğini bildirmişlerdir. Yemiş (2001), kişilerin biberin acısına tepkilerinin oldukça farklılık gösterdiğini 20 ppm (300 SHU) acılığa sahip örneklerin eşik algılama sınırı olduğunu ifade etmişlerdir. Aynı araştırmacı acıya hassas kişilerde bu eşiğin 10 ppm (150) SHU olabileceğini gözlemlemiştir. Bu bulgular biberde acılığın önemini ve kişilerin isteklerine göre ayarlanmış acılığa sahip biber üretiminin gerekliliğini vurgulamaktadır. Bu belirli acılık seviyeleri gösteren çeşitlerin üretilip bu biberlerden öğütülmüş biber üreterek yapılabilceği gibi acılığı bulunmayan çeşitlerden elde edilen toz veya pul biberin içerisine acı olanlarının ilave edilmesi ile de sağlanabilir. Ancak ikinci durumda üretim partilerinin oldukça homojen karıştırılması gerekliliği de göz önüne alınmalıdır.

4.2.4. Genetik ve İstatistik Değerlendirmeler

Kahramanmaraş koşullarında kökboğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı kırmızı biber çeşidi geliştirilmesi amacıyla kullanılacak ebeveyn ve melezlerin belirlenmesi amacıyla yürütülen bu çalışmada, 24 dayanıklı hattın, duyarlı 1 çeşit ve 1 hat ile melezlenmesinden elde edilen 48 melez kombinasyonun genetik yapıları araştırılmıştır. F₁ generasyonunda arazideki hastalık oranı, saksıdaki hastalık oranı, taze verim, kuru verim, meyve genişliği, meyve uzunluğu, meyve ağırlığı, meyve sayısı, meyve eti kalınlığı, suda çözünebilir kuru madde içeriği; kolorimetrik ölçümlerden L ve H değerleri, toplam karotenoid içerikleri, toplam kapsaisinoid içeriği ve acılık değeri özellikleri çoklu dizi analizine tabi tutulmuştur. Bu analiz yöntemi kullanılarak genel ve özel kombinasyon yeteneği etkileri, bazı genetik parametrelerin oransal ilişkileri, heterozis değerleri, dar ve geniş anlamda kalıtım

dereceleri hesaplanmıştır. İncelenen özelliklere ilişkin varyans analizi ve heterozis etkilerinin önemlilik durumları Çizelge 4.19 ve 4.20’de verilmiştir.

Çizelge 4.19’da görüldüğü gibi, incelenen özelliklere ait çoklu dizi varyans analizinde melezlerin F değerlerinin bütün özellikler için istatistiksel açıdan $p \leq 0.01$ seviyesinde önemli olduğu tespit edilmiştir.

Hatların (diziler) etkileri seradaki hastalık oranı, taze verim özellikleri bakımından %1 önem seviyesinde, arazideki hastalık oranı ve kuru verim özellikleri bakımından % 5 önem seviyesinde önemli bulunmuştur. Hatların diğer özellikler bakımından etkileri önemsiz bulunmuştur.

Test edicilerin etkilerinin toplam kapsaisinoid içeriği ve acılık özelliklerinde % 1 seviyesinde, meyve uzunluğu özelliği bakımından ise % 5 seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir. Diğer özellikler üzerine bakımından test edicilerin etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir. Hat x Test edici etkileşimlerinin bütün özellikler üzerine etkilerinin istatistiksel açıdan % 1 seviyesinde önemli olduğu görülmüştür.

Suda çözünebilen kuru madde, meyve eti kalınlığı ve kolorimetrik ölçümlerden b değeri dışındaki bütün özelliklerde heterozis etkileri önemli bulunmuştur (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.19. Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ve hassas ebeveynler ile melezlerinin üzerinde çalışılan özellikler için çoklu dizi analizi ile hesaplanan F değerleri ve serbestlik dereceleri

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Arazideki hastalık oranı	Seradaki hastalık oranı	Taze verim	Kuru verim	Meyve genişliği	Meyve uzunluğu	Meyve ağırlığı	Meyve sayısı	Meyve eti kalınlığı
Tekerrür	2	1.326öd	6.336**	1.608öd	1.478öd	1.447öd	2.066öd	2.416öd	1.838öd	0.090öd
Muamele	73	14.650**	10.119**	11.270**	13.310**	8.225**	26.242**	24.184**	17.535**	4.601**
Ebeveynler	25	30.358**	18.085**	10.456**	11.786**	7.062**	24.606**	26.295**	25.720**	3.230**
İnt.(Ebv.Mel)	1	7.823**	7.716**	0.021öd	0.806öd	2.154öd	35.526**	19.260**	41.267**	0.583öd
Melezler	47	6.440**	5.933**	11.943**	14.387**	8.973**	26.914**	23.166**	12.677**	5.416**
Hatlar	23	2.245*	3.019**	3.007**	2.443*	1.073öd	1.601öd	1.387öd	1.383öd	1.056öd
Testerler	1	1.407öd	2.204öd	2.623öd	2.100öd	3.447öd	4.545*	2.584öd	5.693*	2.179öd
Hat x Tester	23	3.980**	2.947**	5.922**	8.318**	8.249**	19.650**	18.942**	9.849**	5.146**

Varyasyon kaynağı	Serbestlik Derecesi	SÇKM	L	a	b	C	H	Toplam karotenoid	Toplam kapsaisinoid	Acılık
Tekerrür	2	0.372öd	3.249*	8.029**	1.125öd	0.087öd	2.308öd	0.001öd	18.549**	18.538**
Muamele	73	10.690**	14.191**	21.894**	21.511**	28.039**	5.640**	127.693**	197.179**	197.125**
Ebeveynler	25	12.977**	18.166**	27.978**	19.279**	31.745**	6.284**	39.049**	438.792**	438.616**
İnt.(Ebv.Mel)	1	0.915öd	21.924**	320.959**	6.289*	21.297**	58.190**	20.760**	2276.174**	2276.763**
Melezler	47	9.682**	11.912**	12.295**	23.023**	26.212**	4.180**	177.120**	24.428**	24.425**
Hatlar	23	1.213öd	0.958öd	0.829öd	0.853öd	0.856öd	0.862öd	1.122öd	1.772öd	1.775öd
Testerler	1	0.015öd	0.023öd	0.590öd	0.199öd	0.036öd	1.015öd	0.301öd	13.707**	13.754**
Hat x Tester	23	8.936**	12.428**	13.543**	25.271**	28.829**	4.481**	169.545**	14.821**	14.796**

öd : önemli değil

* p ≤ 0.05 seviyesinde önemli

** p ≤ 0.01 seviyesinde önemli

Çizelge 4.20. Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı ve hassas ebeveynler ile melezlerinin heterozis değerlerine ait önemliliklerinin gösterildiği t testi analiz sonuçları

t testi değerlendirmeleri	Arazideki hastalık oranı	Seradaki hastalık oranı	Taze verim	Kuru verim	Meyve genişliği	Meyve uzunluğu	Meyve ağırlığı	Meyve sayısı	Meyve eti kalınlığı
Ebeveyn ortalamaları	2.01	28.25	1624.60	339.38	20.21	75.93	8.36	36.78	30.67
Melez ortalamaları	18.38	54.47	1946.51	390.08	21.71	79.59	9.98	42.06	21.28
Ortalamalar farkı	-16.37	-26.22	-321.91	-50.70	-1.50	-3.66	-1.63	-5.28	-0.81
Standart hata	0.63	1.31	39.87	8.61	0.27	0.76	0.17	0.95	0.65
t-oranı	-26.11	-19.98	-8.07	-5.89	-5.52	-4.81	-9.41	-5.57	-1.95
Serbestlik derecesi	143	143	143	143	143	143	143	143	143
Olasılık > t	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.28
Olasılık > t	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.71
Olasılık < t	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.19

t testi değerlendirmeleri	Sçkm	L	a	b	C	H	Toplam karotenoid	Toplam kapsaisinoid	Acılık
Ebeveyn ortalamaları	9.41	41.70	36.81	50.67	62.68	53.87	3247.30	180.72	2710.80
Melez ortalamaları	9.34	41.04	33.89	51.28	61.23	56.97	2460.30	625.38	9380.70
Ortalamalar farkı	0.07	0.66	2.92	-0.61	1.45	-3.10	787.01	-444.66	-6669.90
Standart hata	0.11	0.18	0.31	0.45	0.47	0.25	279.90	32.99	494.85
t-oranı	0.61	3.66	9.50	-1.35	3.10	-12.37	2.81	-13.48	-13.48
Serbestlik derecesi	143	143	143	143	143	143	143	143	143
Olasılık > t	0.54	0.00	<.0001	0.18	0.00	<.0001	0.01	<.0001	<.0001
Olasılık > t	0.27	0.00	<.0001	0.91	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00
Olasılık < t	0.73	1.00	1.00	0.09	1.00	<.0001	1.00	<.0001	<.0001

4.2.4.1. Taze Verim

Melezleme ıslahında verimli genotiplerin erken generasyonlarda tespiti oldukça güçtür. Poligenik kalıtsal yapıya sahip ve kalıtım derecesi düşük olan bu özellik üzerinde çevre etkilerinin yüksek oluşu net bir değerlendirmeyi güçleştirmektedir.

Ana ve baba ebeveynler ile F_1 melezlerinin verimlerine ait GKY ve ÖKY etki değerleri, heterozis değerleri ile kalıtım dereceleri toplu olarak Çizelge 4.21'de verilmiştir.

Genel ve özel kombinasyon yeteneği varyans tahminleri, eklemeli ve dominantlık varyansları ile oransal ilişkileri incelendiğinde GKY varyansının ÖKY varyansından büyük olduğu ve $v^2GKY/v^2ÖKY$ oranının 1'den büyük olduğu görülmektedir. Bu durum eklemeli gen etkisinin bu karakterin kalıtımında önemli bir öge olduğunu göstermektedir. $\sqrt{(D/A)}$ oranının 1'den büyük çıkması da eklemeli gen etkisi içerisinde üstün dominantlığın olduğunu belirtmektedir (Çizelge 4.21).

Singh ve ark. (1982), biberde verimin eklemeli genlerin etkisinde olduğunu belirtmiş ve tek tohum dölü (SSD) gibi basit ıslah metodlarının özelliğın aktarılmasında kullanılabileceğini önermişlerdir. Thakur (1990)'un bitki başına verimin 12 gen çifti tarafından idare edildiği iddiası, verimin bu genlerin bir araya gelerek kalıtımda rol oynadığı görüşünü doğrulamaktadır. Buna karşılık Ahmed ve ark. (1994), meyve veriminde yüksek dominanslığın varlığından bahsetmekle birlikte Ahmed ve ark. (1997), bitki başına verim özelliğında eklemeli olmayan gen etkilerinin ön plana çıktığını bildirmektedirler. Bu nedenle düşük kalıtım derecesi değerlerinin bu durumu güçlendirdiğini belirtmişlerdir.

Patel ve ark. (1997), bitki başına verim özelliklerindeki düşük dominans etkisinin varlığı nedeni ile bu özelliklerin daha çok eklemeli genler etkisi altında olduğunu rapor etmişlerdir. Bulgularını Lippert (1975), Gopalkrishnan ve ark. (1987) ve Singh ve Singh (1978) ile desteklemişlerdir. Doshi (2003), dominansın derecesini gösteren $\sqrt{(D/A)}$ oranına işaret ederek taze verim özelliklerinde yüksek dominanstı bahsetmiş, iddiasını Sekar (1984); Joshi (1988) ile Sarala Devi ve Arumugam (1999)'ın bildirişleriyle doğrulamıştır.

Tek tohum dölü (SSD) gibi basit ıslah metodlarının yanında tekrarlamalı seleksiyon yönteminin (recurrent selection) de bu özelliğin kalıtımında etkili bir şekilde kullanılabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.21. Taze verim değerleri için genel ve özel kombinasyon yetenekleri, heterozis değerleri ve tahminlenen varyans ögeleri

Hatlar	GKY	ÖKY		Heterozis					
		Hat 46	Sena	Hat 46	Sena				
CMxPB(81)	-2.254	2.62*	-2.62*	-21.2	-54.0				
CMxPM(52)	-5.991**	0.26	-0.26	-24.0	-34.7				
K211xCM(13)	2.577	0.09	-0.09	-9.9	-16.8				
K211xCM(36)	-2.050	-0.44	0.44	-23.4	-24.1				
K211xCM(44)	0.081	1.98*	-1.98*	8.4	-24.3				
K211xCM(75)	-6.364**	-1.66	1.66	-52.9	-36.9				
K211xPB(102)	5.153**	4.04*	-4.04*	30.7	-23.4				
K211xPB(14)	1.470	-0.45	0.45	-14.0	-13.9				
K211xPB(16)	2.225	-1.94*	1.94*	-21.3	-2.2				
K211xP(11)	3.099*	0.88	-0.88	10.9	-5.3				
K211xP(35)	-3.709*	-2.21*	2.21*	-52.0	-32.1				
K211xP(67)	9.582**	1.87*	-1.87	26.9	1.4				
K211xP(70)	1.622	-0.48	0.48	-6.8	-5.1				
K211xP(8)	-4.130*	0.19	-0.19	-33.3	-41.5				
K211xP(87)	-2.333	1.02	-1.02	-16.0	-34.4				
K12xK211(15)	-0.254	-0.31	0.31	-25.1	-26.2				
K12xK211(18)	7.406**	0.34	-0.34	32.4	23.3				
K12xK211(27)	-4.823*	0.41	-0.41	-32.7	-44.0				
K12xK211(4)	-1.440	1.09	-1.09	-3.8	-26.2				
K12xK211(46)	-3.849*	1.12	-1.12	-6.1	-30.7				
K12xK211(50)	2.652	-0.61	0.61	-3.8	-0.4				
K12xK211(9)	5.436**	-2.49*	2.49*	-5.8	21.8				
PBxPM(2)	-0.786	-2.39*	2.39*	-32.7	-7.8				
PBxPM(65)	-3.318*	-2.91*	2.91*	-45.7	-11.2				
İncelenen Özellikler	u^2GKY	$u^2ÖKY$	$\frac{u^2GKY}{u^2ÖKY}$	u^2A	u^2D	$\sqrt{(D/A)}$	$u^2Ç$	H^2	h^2
Taze verim	191539	77989	2.45	5338	77989	3.82	15845	91.62	5.38

* $p \leq 0.05$ seviyesinde önemli ** $p \leq 0.01$ seviyesinde önemli

Taze kırmızı biber veriminde eklemeli gen etkilerinin üstün çıkması erken generasyonlarda bu özellik için yapılacak seleksiyonun başarısını arttırmaktadır. Bu sebeple taze kırmızı biber verimi için seleksiyonun erken generasyonlarda yapılmasında bir sakınca olmadığı söylenebilir.

GKY etki değerine bakıldığında hatlar içerisinde K211xP-67 ebeveyninin önemli ve pozitif değere sahip olduğu görülmektedir. K12xK211-9, K12xK211-18

ve K211xPB-102 ebeveynleri de pozitif önem gösteren GKY etkisine sahip genotiplerdir. PBxPM-65, K12xK211-46, K12xK211-27, K211xP-35, K211xCM-75 ve CMxPM-52 genotipleri negatif GKY etkisi göstermişlerdir. Diğer genotipler önemsiz GKY etkisindedirler.

GKY çalışmalarında K211xP-67 genotipi verim yönüyle kullanılabilir çok ümitvar bir ebeveyn olarak görülmüştür.

Melezlerin ÖKY etkileri incelendiğinde CMxPB-81x46, K211xCM-44x46, K211xPB-102x46, K211xP-35xS, K211xP-67x46, K12xK211-9xS PBxPM-2xS PBxPM-65xS kombinasyonları pozitif ve önemli ÖKY etkisi göstermişlerdir K211xP-67x46 ve K211xPB-102x46 kombinasyonları da yüksek pozitif ÖKY etkisi göstererek ileriki generasyonlarda taze kırmızı biber verimi için ıslah potansiyeli olan genotipler olarak öne çıkmışlardır.

Biberlerde GKY ve ÖKY etkisi üzerine araştırmalar yapan pek çok araştırmacı da inceledikleri populasyonlarda verim için değişik sayılarda önemli GKY ve ÖKY etkisi gösteren ebeveyn ve melez kombinasyonları belirlemişlerdir (Miranda ve ark., 1988 a; Miranda ve ark., 1988 b; Ahmed ve ark., 1997; Patel ve ark., 1997; Ahmed ve ark., 2003)

Genel kombinasyon yeteneği bir anacın tüm melez kombinasyonlardaki değerini, özel kombinasyon yeteneği ise bu anacın spesifik bir melez kombinasyonundaki değerini ifade eder. "Line x Tester" ve "Diallel Melezleme" gibi yöntemlerle yürütülen çalışmalarda amaç, melezleme programına alınacak ebeveynlerin değerini belirlemek olduğundan genel kombinasyon yeteneği daha ön plandadır. Bir özellik yönünden GKY'yi yüksek olarak belirlenen bir anaç, melezleme programlarında bu özelliğin aktarılmasında başarılı olarak kullanılabilir (Soylu, 1998).

Taze kırmızı biber verimi için belirlenen ortalama heterozis değeri % -16.0 dır. Heterozis değerinde sekiz kombinasyon dışındaki bütün melezler negatif değerler göstermişlerdir. K211xPB-102x46 K211xP-67x46 ve K211xP-11x46 kombinasyonları sırasıyla % 30.7; % 26.9 ve % 10.9; K12xK211-18xS ve K12xK211-9xS kombinasyonları sırasıyla % 23.3 ve % 21.8 oranında pozitif heterozis değerleri göstererek ileriki generasyonlar için en uygun kombinasyonlar olarak ortaya çıkmışlardır. Anand ve Deshpande (1985), Joshi (1986), Ahmed ve ark.

(1994), Ahmed ve ark. (1997), Patel ve ark. (1997) tarafından verimde heterozisten bahsedilmiştir. Kalloo (1988), biberde verim özelliğinde heterozisin % 10 ile % 20 arasında değiştiğini bildirirken Mishra ve ark. (1988), verimde % 110 heterozisin varlığından söz etmiştir.

Taze kırmızı biber verimi için hesaplanan geniş anlamda kalıtım derecesi % 91.62, dar anlamda kalıtım derecesi ise % 5.38 olarak belirlenmiştir. Geniş anlamda kalıtım derecesinin yüksek, dar anlamda kalıtım derecesinin ise düşük olarak hesaplanması bu özelliğin oluşumunda çevrenin etkisinin yüksek olabileceğini göstermektedir.

Verim özelliğinin kalıtımında eklemeli gen etkilerinin belirlenmesi seleksiyonun erken generasyonlarda yapılabileceğini gösterse de dar anlamda kalıtım derecesinin düşük oluşu erken generasyonlarda yapılacak bir seleksiyonun başarı şansını sıkıntıya sokmaktadır. Ayrıca F₂ generasyonunda genetik açılma maksimum olacağından, bitkiler arasında ışık, alan, toprak nemi ve bitki besin elementleri bakımından rekabet de çok değişken olacaktır. Yüksek genotipik ve çevre farklılıkları gözlemlerde hatalara sebep olacak, ortaya çıkan genotip x çevre interaksyonu, verim yönüyle bu generasyonda yapılacak seleksiyonu olumsuz yönde etkileyebilecektir.

4.2.4.2. Kuru Verim

Kırmızı biber üretiminde en önemli özelliklerden bir diğeri de kuru verimdir. Bu özellik son ürün olarak elde edilecek pul veya toz biber üretimini doğrudan etkilediği için oldukça önemlidir. Hat ve test ediciler ile melezlerinin kuru verim değerlerine ait genel ve özel kombinasyon yetenekleri, heterozis değerleri ve kalıtım dereceleri Çizelge 4.22'de verilmiştir.

Kuru verim özelliğine ait genel ve özel kombinasyon yeteneği varyans tahminleri, eklemeli ve dominaslık varyans komponentleri ile oransal ilişkileri de aynı çizelgede yer almaktadır. GKY varyansı 9453, ÖKY varyansı 4814, eklemeli varyans 223 ve dominantlık varyansı ise 4814 olarak hesaplanmıştır. $v^2_{GKY}/v^2_{ÖKY}$ oranının 1'den büyük olması bu özelliğin eklemeli gen etkisi altında olduğunu

göstermektedir. Taze verim değerlerinde olduğu gibi $\sqrt{(D/A)}$ oranının 1'den büyük çıkması da eklemeli gen etkisi içerisinde üstün dominantlığın olduğunu belirtmektedir.

Çizelge 4.22. Kuru verim değerleri için genel ve özel kombinasyon yetenekleri, heterozis değerleri ve tahminlenen varyans öğeleri

Hatlar	GKY	ÖKY		Heterozis					
		Hat 46	Sena	Hat 46	Sena				
CMxPB(81)	-0.859	-3.59*	3.59*	-6.1	-50.9				
CMxPM(52)	-5.417**	0.58	-0.58	-23.1	-20.0				
K211xCM(13)	4.507*	3.08*	-3.08*	-10.6	27.3				
K211xCM(36)	-0.841	0.10	-0.10	-14.0	-18.6				
K211xCM(44)	-0.620	-2.15	2.15	6.7	-28.0				
K211xCM(75)	-5.545**	2.13	-2.13	-49.4	-26.8				
K211xPB(102)	5.876*	-4.93*	4.93*	42.0	-23.9				
K211xPB(14)	0.345	0.71	-0.71	-15.3	-11.7				
K211xPB(16)	1.512	0.95	-0.95	-13.6	-6.2				
K211xP(11)	5.500**	-3.17*	3.17*	52.3	1.0				
K211xP(35)	-4.351*	1.79	-1.79	-51.7	-36.9				
K211xP(67)	11.022**	-1.33	1.33	24.8	6.6				
K211xP(70)	0.804	1.98	-1.98	-16.3	5.9				
K211xP(8)	-4.351*	0.04	-0.04	-29.8	-35.7				
K211xP(87)	-2.614	-1.10	1.10	-11.9	-32.5				
K12xK211(15)	-1.052	0.93	-0.93	-33.0	-27.5				
K12xK211(18)	7.521**	-0.68	0.68	43.5	30.2				
K12xK211(27)	-5.242**	-0.28	0.28	-29.0	-39.1				
K12xK211(4)	-2.182	0.15	-0.15	-16.0	-21.0				
K12xK211(46)	-4.599*	-1.09	1.09	-6.2	-30.8				
K12xK211(50)	2.026	-0.66	0.66	0.6	-12.4				
K12xK211(9)	4.167*	1.66	-1.66	-7.3	9.1				
PBxPM(2)	-1.594	2.10	-2.10	-30.8	-8.8				
PBxPM(65)	-4.011*	2.77	-2.77	-43.7	-11.2				
İncelenen Özellikler	u^2GKY	$u^2ÖKY$	$\frac{u^2GKY}{u^2ÖKY}$	u^2A	u^2D	$\sqrt{(D/A)}$	$u^2Ç$	H^2	h^2
Kuru verim	9453	4814	1.96	223	4814	4.64	657	93.04	3.92

* $p \leq 0.05$ seviyesinde önemli ** $p \leq 0.01$ seviyesinde önemli

Rao ve Chhonkan (1982), kurutulmuş meyve verimi değerleri bakımından eklemeli olmayan gen etkilerini eklemeli gen etkilerinden daha yüksek bulmuşlardır. Ancak bu özellik bakımından üstün dominansın varlığından bahsetmişlerdir. Singh ve ark. (1982), biberlerde kuru verim özelliğinin kalıtımında eklemeli genlerin etkisinin olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Sarim ve Lippert (1975), kalıtımda eklemeli gen etkilerinin eklemesiz gen etkilerinden daha önemli olduğunu ortaya koymuşlardır.

Genel kombinasyon yeteneği açısından önemli çıkan genotiplerden K211xP-67, K12xK211-18, K211xPB-102, K211xP-11, K211xCM-13 ve K12xK211-9 genotipleri pozitif genel kombinasyon yeteneği sergilemişlerdir. K211xCM-75, CMxPM-52, K12xK211-27, K12xK211-46, K211xP-35, K211xP-8 ve PBxPM-65 genotipleri ise negatif genel kombinasyon yeteneği gösteren genotiplerdir.

ÖKY açısından yapılan değerlendirmede ise CMxPB-81xS, K211xCM-13x46, K211xPB-102xS ve K211xP-11xS melezlerin kuru verim değerleri bakımından ÖKY gösterdikleri görülmektedir (Çizelge 4.22).

Kurutulmuş kırmızı biber verimi bakımından F₁ melezlerinin heterozis değerleri incelendiğinde, genotiplerin büyükten küçüğe K211xP-11x46 (% 52.3), K12xK211-18x46 (% 43.5), K211xPB-102x46 (% 42.0), K12xK211-18xS (%30.2), K211xCM-13xS (% 27.3) ve K211xP-67x46 (%24.8) şeklinde sıralandıkları görülür. Mishra ve ark. (1988), kuru verim değerleri bakımından iki farklı grup kullanarak oluşturdukları melezlerde % 98 ve % 89 oranında heterozis bulunduğunu bildirmiştir.

Kuru verim değeri için için dar ve geniş anlamda kalıtım dereceleri sırasıyla % 93.04 ve 3.92 olmuştur. Taze verim değerlerinde görüldüğü gibi bu özelliğin ortaya çıkmasında çevre varyansının etkisinin yüksek olabileceğini göstermektedir. Ayrıca bu özellikte de dominanslıktan söz etmek mümkündür. Marame ve ark. (2008), kuru verimin kalıtımında geniş anlamda kalıtım derecesini % 90 dar anlamda kalıtım derecesini % 12 olarak bulmuşlar, kalıtımının farklı güçlerde gen grupları tarafından idare edildiğinden ya da tamamlayıcı gen etkilerinin söz konusu olduğundan bahsetmişlerdir.

4.2.4.3.Meyve Genişliği

Kök boğazı hastalığına dayanıklı ve duyarlı ebeveynler ile F₁ melezlerinin, GKY ve ÖKY'leri, heterozis değerleri, varyans tahminleri ve kalıtım dereceleri Çizelge 4.23'de verilmiştir. Meyve genişliği özelliğine ait varyans tahminleri, eklemeli ve dominantlık varyans komponentleri ile oransal ilişkilerinin de verildiği

Çizelge 4.23 incelendiğinde, GKY varyansının 13.966 ÖKY varyansının ise 7.140 olduğu görülmektedir

Çizelge 4.23. Meyve genişliği değerleri için genel ve özel kombinasyon yetenekleri, heterozis değerleri ve tahminlenen varyans ögeleri

Hatlar	GKY	ÖKY		Heterozis					
		Hat 46	Sena	Hat 46	Sena				
CMxPB(81)	-1.741	-0.77	0.77	-0.1	-16.5				
CMxPM(52)	-2.929*	-5.64**	5.64**	23.9	-39.7				
K211xCM(13)	1.108	0.24	-0.24	2.7	-3.6				
K211xCM(36)	-1.028	0.41	-0.41	-9.3	-14.6				
K211xCM(44)	-3.165*	-1.44	1.44	-0.7	-23.3				
K211xCM(75)	-2.453	1.41	-1.41	-13.0	-7.2				
K211xPB(102)	4.670*	0.74	-0.74	12.5	6.6				
K211xPB(14)	0.158	-0.43	0.43	-0.9	-14.6				
K211xPB(16)	-0.554	0.41	-0.41	-6.1	-10.2				
K211xP(11)	8.231**	-4.13*	4.13*	44.3	-5.3				
K211xP(35)	1.108	0.24	-0.24	-8.1	-14.1				
K211xP(67)	3.481*	-1.44	1.44	15.4	-7.5				
K211xP(70)	-2.691	0.57	-0.57	-7.4	-11.4				
K211xP(8)	-3.877*	0.41	-0.41	-18.9	-21.9				
K211xP(87)	-2.217	0.57	-0.57	4.9	-0.5				
K12xK211(15)	1.108	0.24	-0.24	-7.5	-11.9				
K12xK211(18)	2.057	-0.10	0.10	1.9	-7.6				
K12xK211(27)	1.108	-0.77	0.77	-1.9	-16.2				
K12xK211(4)	-1.028	1.75	-1.75	-12.6	-6.6				
K12xK211(46)	2.533	2.25	-2.25	-9.2	3.3				
K12xK211(50)	-0.792	-0.10	0.10	-7.3	-15.4				
K12xK211(9)	3.007*	2.59	-2.59	-7.6	5.9				
PBxPM(2)	-2.453	4.44*	-4.44*	-34.7	-3.0				
PBxPM(65)	-3.641*	-1.44	1.44	-5.4	-24.8				
İncelenen Özellikler	u^2_{GKY}	$u^2_{ÖKY}$	$\frac{u^2_{GKY}}{u^2_{ÖKY}}$	u^2_A	u^2_D	$\sqrt{(D/A)}$	u^2_C	H^2	h^2
Meyve genişliği	13.966	7.140	1.956	0.040	7.140	13.360	0.985	88.85	0.49

* $p \leq 0.05$ seviyesinde önemli ** $p \leq 0.01$ seviyesinde önemli

Bir ebeveynin arzu edilen karakterini melez döllerine aktarabilme yeteneği kombinasyon kabiliyeti olarak tanımlanmaktadır. Bunlardan GKY yüksek olan özellikler eklemeli gen etkisi altında, ÖKY yüksek olan özellikler ise eklemeli olmayan gen etkisi altındadır (Yıldırım ve Çakır 1986, Soylu 1998'den). Ebeveynlerin meyve genişliği için GKY'leri incelendiğinde, K211xP-11, K211xP-67, K211xPB-102 ve K12xK211-9 genotiplerinin pozitif GKY etkisine sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 4.23). Özel kombinasyon yeteneği bakımından CMxPM-

52xS, K211xP-11xS ve PBxPM-2x46 melezleri meyve genişliği değerleri bakımından özel uyum göstermişlerdir.

GKY bakımından pozitif ve önemli etkiye sahip olan genotiplerin meyve genişliğini arttırmada uygun ebeveynler olarak kullanılacakları görülmektedir. Meyve genişliği açısından GK Y önemli bulunan bu ebeveynlerin eklemeli etkili genlere sahip oldukları ve özelliklerini döllerine daha yüksek oranda geçirdikleri düşünülmektedir. Patel ve ark. (1997), meyve genişliğinin diğer bir ölçüsü olan meyve çevresi değerlerinde benzer bulgulara rastlamıştır.

Meyve genişliği özelliği için belirlenen ortalama heterozis değeri negatif olmuştur (-6.4). Melezlerin heterozis değerleri % -39.7 (CMxPM-52xS) ile % 44.3 (K211xP-11x46) arasında değişmiştir. Ahmed ve ark. (2003) ve Patel ve ark. (1997) meyve çevresi özelliği bakımından özel uyum gösteren melezleri çalışmalarında belirlemişlerdir.

Meyve genişliği özelliğine ait dar anlamda kalıtım derecesi % 0.49, geniş anlamda kalıtım derecesi ise % 88.85 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.23). Dar anlamda kalıtım derecesinin bu kadar düşük olmasının nedeni genotiplerin meyve genişliklerinin birbirine çok yakın değerler göstermesinden kaynaklanabilir.

4.2.4.4. Meyve Uzunluğu

Melezleme çalışmasında elde edilen F₁ melezlerinin ve ebeveynlerin meyve uzunluğu değerlerine ait genel ve özel kombinasyon yetenekleri, heterozis değerleri ve kalıtım dereceleri Çizelge 4.24'te verilmiştir.

Meyve uzunluğu özelliğine ait genel ve özel kombinasyon yeteneği varyans tahminleri, eklemeli ve dominantlık varyans komponent Meyve uzunluğu değerlerine ait GK Y varyansı ÖKY varyansından büyük çıkmıştır. Bu durum ile birlikte $\sqrt{(D/A)}$ oranının 1'den büyük çıkması bu özelliğin kalıtımında eklemeli genlerin etkisinin ön planda olduğunu göstermektedir. tleri ile oransal ilişkileri aynı çizelgede yer almıştır.

Ahmed ve ark. (2003), meyve uzunluğu değerlerinde eklemeli olan ve olmayan gen etkilerinin eşit büyüklükte olduğunu belirtmiştir. Sing (1985), meyve uzunluğunun dominant genlerin kontrolü altında olmadığını ifade etmektedir.

Miranda ve ark. (1988 b), genel kombinasyon yeteneğinin özel kombinasyon yeteneğinden daha yüksek olduğunu, bu özelliklerdeki etkinin eklemeli gen etkisinden kaynaklandığını bildirmektedirler. Bununla birlikte Marame ve ark. (2008), meyve uzunluğunun kalıtımında dominantlıktan ve tamamlayıcı gen etkisinden bahsetmişlerdir.

Çizelge 4.24. Meyve uzunluğu değerleri için genel ve özel kombinasyon yetenekleri, heterozis değerleri ve tahminlenen varyans ögeleri

Hatlar	GKY	ÖKY		Heterozis					
		Hat 46	Sena	Hat 46	Sena				
CMxPB(81)	1.060	-5.69**	5.69**	5.5	-21.7				
CMxPM(52)	-3.423*	0.02	-0.02	-9.1	-7.6				
K211xCM(13)	-2.303	-0.93	0.93	-10.3	-13.9				
K211xCM(36)	-1.854	2.39	-2.39	-9.9	5.9				
K211xCM(44)	6.328**	-5.77**	5.77**	10.4	-15.7				
K211xCM(75)	6.440**	0.33	-0.33	-0.1	4.2				
K211xPB(102)	2.293	-6.40**	6.40**	10.1	-20.7				
K211xPB(14)	-0.061	4.45*	-4.45*	-11.8	15.7				
K211xPB(16)	-6.001**	-1.17	1.17	-10.7	-16.1				
K211xP(11)	5.992**	-2.36	2.36	3.3	-5.9				
K211xP(35)	1.621	1.05	-1.05	-8.9	-2.0				
K211xP(67)	4.983*	-2.92	2.92	7.3	-5.6				
K211xP(70)	4.647*	-2.04	2.04	1.3	-6.5				
K211xP(8)	-3.984*	1.05	-1.05	-6.0	2.8				
K211xP(87)	-3.872*	3.50*	-3.50*	-23.9	-5.5				
K12xK211(15)	-1.294	-0.06	0.06	-8.0	-6.6				
K12xK211(18)	0.948	2.63	-2.63	-10.1	6.3				
K12xK211(27)	-1.518	0.57	-0.57	-5.2	0.4				
K12xK211(4)	-3.984*	3.74*	-3.74*	-14.5	9.7				
K12xK211(46)	1.172	5.17**	-5.17**	-18.2	10.1				
K12xK211(50)	13.613**	-1.09	1.09	16.8	14.6				
K12xK211(9)	1.621	2.79	-2.79	-10.0	6.7				
PBxPM(2)	-10.260**	1.21	-1.21	-18.5	-11.0				
PBxPM(65)	-12.165**	-0.46	0.46	-18.2	-20.5				
İncelenen Özellikler	u^2GKY	$u^2ÖKY$	$\frac{u^2GKY}{u^2ÖKY}$	u^2A	u^2D	$\sqrt{(D/A)}$	$u^2Ç$	H^2	h^2
Meyve uzunluğu	202.52	82.45	2.45	1.79	82.45	6.77	4.42	96.28	2.02

* $p \leq 0.05$ seviyesinde önemli ** $p \leq 0.01$ seviyesinde önemli

K211xCM-44, K211xCM-75, K211xP-11, K211xP-67 ve K12xK211-50, meyve uzunluğu yönünden genel kombinasyon yeteneği yüksek genotipler olarak belirlenmiştir. K211xPB-102xS, K211xCM-44xS, K211xPB-14x46 ve K12xK211-46x46 özel uyum gösteren genotiplerdir.

Meyve uzunluğu bakımından çalışmada elde edilen ortalama heterozis değeri % -4.6 dır. K12xK211-50x46 kombinasyonu % 16.8 ile en yüksek K211xP-87x46 kombinasyonu ise % -23.9 ile en düşük heterozis değerini göstermiştir.

Melezlerde belirlenen ortalama heterozis değerlerinin düşük olması bu karakter yönünden eklemeli gen etkisinin önemli olduğunun bir ifadesidir. Meyve uzunluğu için heterozis değerlerini araştıran Ahmed ve ark. (1994), meyve uzunluğu değerlerinde baskınlığın olmadığını bu özelliğin eklemeli genlerin etkisinde olduğu bildirmişlerdir. Singh ve Singh (1977) ve. Ahmed (1981), benzer sonuçlardan bahsetmişlerdir. Patel ve ark. (1997) ile Doshi (2003) ise meyve uzunluğu özelliklerinde yüksek dominansa işaret etmişlerdir. Singh (1985) ise meyve uzunluğunun dominant genlerin kontrolü altında olmadığını ifade etmiştir.

Meyve uzunluğu için dar ve geniş anlamda kalıtım dereceleri sırasıyla % 2.02 ve % 96.28 olmuştur. Belirlenen kalıtım derecelerinin yüksek olması eklemeli gen etkilerinin daha önemli olduğu kanaatini uyandırmaktadır. Bununla birlikte düşük olan dar anlamdaki kalıtım derecesi uygun kombinasyonlarla bu özelliğin hibrit gücünün kullanımı ile de aktarılabilceğini göstermektedir. Eklemeli gen etkilerinin bu özellikte erken generasyonlarda başarılı bir seleksiyon uygulanabileceğine işaret etmektedir.

Populasyonda eklemeli etkiye sahip genlerin frekansını artırmaya olanak sağlayan ıslah metodlarının kullanılarak ebeveynlerdeki arzu edilen genlerin homozigot bireylerde toplanması mümkün gözükmektedir. Geniş anlamda kalıtım derecesini % 92 olarak bulan Marame ve ark. (2008) ise bu özelliğin üzerine çevrenin etkisinin olmadığını, kalıtımında baskınlığın rol oynadığını belirtmişlerdir.

4.2.4.5. Meyve Ağırlığı

Bitki ıslahı çalışmalarında verim en önemli kriterlerden biridir ve verim potansiyellerinde artış sağlamak önde gelen amaçlardandır. Meyve ağırlığı, yüksek verimli çeşitlerin geliştirilmesinde ele alınan temel verim unsurlarından birisidir. Hastalığa dayanıklı ve duyarlı ebeveynler ile melezlerinin meyve ağırlıklarına ait genel ve özel kombinasyon yetenekleri, heterozis değerleri ve kalıtım dereceleri Çizelge 4.25’de verilmiştir.

Varyans tahminleri, eklemeli ve dominantlık varyans komponentleri ile oransal ilişkilerinin verildiği Çizelge 4.25 incelendiğinde, GKY varyansının 4.835; ÖKY varyansının ise 2.855 olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.25. Meyve ağırlığı değerleri için genel ve özel kombinasyon yetenekleri, heterozis değerleri ve tahminlenen varyans öğeleri

Hatlar	GKY	ÖKY		Heterozis					
		Hat 46	Sena	Hat 46	Sena				
CMxPB(81)	-1.922	-2.26	2.26	-0.2	-36.5				
CMxPM(52)	-4.876*	-7.69**	7.69**	29.8	-59.8				
K211xCM(13)	-0.738	-1.43	1.43	-9.7	-33.2				
K211xCM(36)	-0.149	2.33	-2.33	-7.0	-7.2				
K211xCM(44)	-1.330	-1.84	1.84	12.4	-25.6				
K211xCM(75)	-9.603**	1.50	-1.50	-44.9	-39.8				
K211xPB(102)	8.716**	-0.59	0.59	19.8	-3.1				
K211xPB(14)	2.809	1.08	-1.08	5.6	-7.7				
K211xPB(16)	-2.511	0.66	-0.66	-14.9	-24.2				
K211xP(11)	8.128**	-0.17	0.17	14.2	-6.8				
K211xP(35)	-3.103	0.24	-0.24	-28.5	-36.7				
K211xP(67)	2.216	-6.02**	6.02**	26.3	-37.0				
K211xP(70)	2.216	0.66	-0.66	-3.6	-16.6				
K211xP(8)	-4.876*	1.50	-1.50	-23.4	-24.2				
K211xP(87)	-3.103*	-1.43	1.43	-5.8	-30.4				
K12xK211(15)	3.989*	1.08	-1.08	-2.6	-11.4				
K12xK211(18)	4.582*	0.66	-0.66	-8.5	-16.2				
K12xK211(27)	-0.149	-1.01	1.01	-15.6	-31.4				
K12xK211(4)	-1.922	1.08	-1.08	-21.9	-24.1				
K12xK211(46)	7.535**	6.93**	-6.93**	-19.3	13.3				
K12xK211(50)	2.809	0.24	-0.24	-9.4	-20.8				
K12xK211(9)	6.355**	1.91	-1.91	-0.3	-6.7				
PBxPM(2)	-4.876*	5.67**	-5.67**	-49.8	-15.2				
PBxPM(65)	-10.195**	-3.10	3.10	-14.4	-54.6				
İncelenen Özellikler	u^2GKY	$u^2ÖKY$	$\frac{u^2GKY}{u^2ÖKY}$	u^2A	u^2D	$\sqrt{(D/A)}$	$u^2Ç$	H^2	h^2
Meyve ağırlığı	4.835	2.855	1.694	0.038	2.855	8.668	0.159	95.68	1.24

* $p \leq 0.05$ seviyesinde önemli ** $p \leq 0.01$ seviyesinde önemli

Meyve ağırlığı özelliğine ait ÖKY varyansının düşük çıkması kalıtımında eklemeli gen etkisinin önemli olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte $\sqrt{(D/A)}$ katsayısının yüksek çıkması kalıtımda dominantlığın göz ardı edilmemesi gerektiğinin bir göstergesidir. Geçmiş yıllarda aynı konuda yürütülen çalışmalarda, Ahmed ve ark. (1982), ortalama meyve ağırlığı değerlerinde eklemeli gen etkilerinin öne çıktığını, Thakur (1990), bu özelliğin 3 gen tarafından yönetildiğini, Ahmed ve ark. (1994), meyve ağırlığı özelliğinde kısmi dominantlığın varlığını bildirmişlerdir.

Ahmed ve ark. (1997), eklemeli gen varyansını, eklemeli olmayan gen varyansından daha yüksek bulmuşlardır. Doshi (2003), meyve ağırlığı değerleri göz önüne alındığında dominant etkilerin önde olduğunu rapor etmiştir. Kısmi dominanslığın varlığından söz eden araştırmacı; Sekar (1984), Joshi (1988) ve Sarala Devi ve Arumugam (1999)'ın bildirişlerini kaynak göstererek bulgularını doğrulamıştır.

Meyve ağırlığı özelliği bakımından ebeveynlerin GKY incelendiğinde, ebeveynlerden CMxPM-52, K211xCM-75, K211xP-8, K211xP-87, PBxPM-2 ve PBxPM-65'in negatif önemli değerler gösterdikleri, K211xPB-102, K211xP-11, K12xK211-15, K12xK211-18, K12xK211-46 ve K12xK211-9'un pozitif önemli GKY değerleri gösterdikleri görülmektedir (Çizelge 4.25).

Melezlerin ÖKY değerleri incelendiğinde CMxPM-52, K211xP-67, K12xK211-46 ve PBxPM-2 genotiplerinin Sena çeşidi ve Hat 46 ile melezlerinin özel kombinasyon yeteneği gösterdikleri görülmektedir.

Populasyondaki mevcut eklemeli gen varyansının varlığı, ıslah edilen özellik yönünden seleksiyonun başarısı açısından oldukça önemlidir. Bunun bir göstergesi olan GKY, eklemeli varyansa dayanmaktadır (Falconer, 1964). GKY değerleri yüksek olan ebeveynlerin melezlerinde eklemeli varyanstan seleksiyon yoluyla yararlanılabilmektedir (Soylu, 1998). GKY bakımından pozitif ve önemli etkiye sahip olan K211xPB-102 ve K211xP-11 meyve ağırlığı özelliğinin aktarılmaya çalışılacağı ıslah çalışmalarında kullanılabilecek uygun ebeveynler olarak önerilebilir. Bununla birlikte daha çok eklemeli olmayan gen etkisi ya da dominantlık ve epistatik gen etkisini yansıtan özel kombinasyon yeteneği (Falconer, 1964) çalışmada yüksek bulunduğu göz ardı edilmemelidir. Bu bakımdan özel uyum gösteren melezlerin heterozis etkisi değerlendirilebilir.

Çizelge 4.25'den melezlerin heterozis değerlerinin % -59.8 (CMxPM-52x46) ile % 29.8 (CMxPM-52xS) arasında değişim gösterdiği anlaşılmaktadır. Melezlerin ortalama heterozis değeri % -15.6 olarak belirlenmiştir. Aynı hattın farklı test edicilerde en yüksek ve en düşük heterozis değerini göstermesi ele alınan genotiplerde meyve ağırlığı kalıtımında test edicilerin önemini göstermektedir.

Meyve ağırlığı için heterozis değerlerini inceleyen Patel ve ark. (1997), meyve ağırlığı dışındaki bütün özelliklerde heterozis etkisinin varlığından bahsederken

Ahmed ve ark. (2003), meyve ağırlığı özelliği bakımından biberlerde heterozisin bulunduğunu ve heterozis ıslahının başarılı olabileceğini vurgulamışlardır. Joshi (1986) da biberde meyve ağırlığı özelliğinde heterozis olduğunu bildirmiştir.

Meyve ağırlığı özelliğinde dar ve geniş anlamda kalıtım dereceleri sırasıyla % 95.68 ve %1.24 olmuştur. Geniş anlamda kalıtım derecesinin yüksek olması yanında, dar anlamda kalıtım derecesinin oldukça düşük olması bu özelliğin kalıtımında eklemeli gen etkilerinin yanında dominantlığın ya da epistatik etkilerin de önemli olduğunu göstermektedir.

4.2.4.6. Meyve Sayısı

Bitkilerin verimlilikleri, gen etkilerinin ve çevre şartlarının etkisi altında meydana gelmektedir. Bu bakımdan ıslahçılar verimin analizi için verimi meydana getiren bileşenler üzerinde önemle durmaktadırlar. Verim bileşenleri dengeli bir şekilde bir araya getirilerek yüksek verimli çeşitler geliştirilebilir. Meyve sayısı da verimin ortaya çıkmasında önemli etkisi olan bir verim unsurudur. Bu özelliğe ilişkin hat ve test ediciler ile melezlerinin, genel ve özel kombinasyon yetenekleri, heterozis değerleri ile dar ve geniş anlamda kalıtım dereceleri Çizelge 4.26'da gösterilmiştir.

Meyve sayısı özelliğine ait varyans tahminleri, eklemeli ve dominantlık varyans komponentleri ile oransal ilişkileri incelendiğinde $v^2GKY/v^2ÖKY$ oranının 1'den büyük olduğu görülmektedir. Meyve sayısı özelliğinin kalıtımında eklemeli genlerin önemli olduğunu gösteren bu durum meyve sayısı üzerinden yapılacak seleksiyonlarda başarı şansının yüksek olduğunu göstermektedir.

$\sqrt{(D/A)}$ oranının 5.28 gibi büyük bir değer alması bu karakterin kalıtımında kısmi dominantlığa işaret etmektedir. Bu açıdan düşünüldüğünde seleksiyonun bir iki generasyon sonraya bırakılması uygun gibi görülmektedir. Ahmed ve ark. (1997), meyve sayısı özelliğinde tahminlenen eklemeli gen varyansını, eklemeli olmayan gen varyansından daha yüksek bulmuşlardır. Sarim ve Lippert (1975), meyve sayısının kalıtımında eklemeli gen etkilerinin eklemesiz gen etkilerinden daha önemli olduğunu ortaya koymuşlardır. Bununla birlikte Doshi (2003), dominansın

derecesini gösteren $\sqrt{(D/A)}$ değerlerinin meyve sayısı özelliklerinde yüksek dominansa işaret ettiğini bildirmiştir.

Ahmed ve ark. (2003) da eklemeli olamayan gen etkilerinin bu özelliğin kalıtımında rol oynadığını belirlemişlerdir. Sing ve Sing (1982), biberde meyve sayısı özelliğinin eklemeli olmayan gen etkisinin en önemli etken olduğu sonucuna varmışlardır. Bu bildirişlerle çalışmadan elde edilen bulgular bir araya getirildiğinde meyve sayısının kalıtımında eklemeli genlerin etkisinin önemli olmakla birlikte dominant etkilerin de değerlendirilmesi gerektiği sonucuna ulaşılabilir.

Çizelge 4.26. Meyve sayısı değerleri için genel ve özel kombinasyon yetenekleri, heterozis değerleri ve tahminlenen varyans öğeleri

Hatlar	GKY	ÖKY		Heterozis					
		Hat 46	Sena	Hat 46	Sena				
CMxPB(81)	-0.079	-1.96	1.96	-30.9	-52.9				
CMxPM(52)	-2.321	4.70*	-4.70*	-38.3	28.6				
K211xCM(13)	10.506**	-0.82	0.82	39.3	28.4				
K211xCM(36)	-1.872	1.59	-1.59	-34.2	-21.3				
K211xCM(44)	-2.052	-2.47	2.47	-9.3	-44.5				
K211xCM(75)	-1.334	0.07	-0.07	-15.2	-20.4				
K211xPB(102)	-1.962	-3.80*	3.80*	26.6	-36.3				
K211xPB(14)	0.011	0.00	0.00	-20.5	-25.1				
K211xPB(16)	4.855*	1.02	-1.02	-0.9	7.2				
K211xP(11)	2.254	-1.20	1.20	13.7	-6.6				
K211xP(35)	-3.039	2.54	-2.54	-38.8	-13.8				
K211xP(67)	8.174**	3.36*	-3.36*	-1.2	37.2				
K211xP(70)	-0.348	-1.01	1.01	-1.9	-20.2				
K211xP(8)	-0.976	1.46	-1.46	-35.0	-25.6				
K211xP(87)	-0.079	-1.96	1.96	-12.6	-38.4				
K12xK211(15)	-3.577*	0.38	-0.38	-33.3	-35.5				
K12xK211(18)	2.074	-0.82	0.82	30.3	14.2				
K12xK211(27)	-4.115*	0.51	-0.51	-20.3	-18.3				
K12xK211(4)	0.101	-3.99*	3.99*	42.6	-25.8				
K12xK211(46)	-5.281**	-1.33	1.33	0.8	-28.5				
K12xK211(50)	-2.680	1.52	-1.52	-24.2	-9.4				
K12xK211(9)	0.370	-0.63	0.63	1.0	-12.6				
PBxPM(2)	2.702	-0.89	0.89	13.6	-2.1				
PBxPM(65)	-1.334	3.74*	-3.74*	-41.8	-3.9				
İncelenen Özellikler	u^2_{GKY}	$u^2_{ÖKY}$	$\frac{u^2_{GKY}}{u^2_{ÖKY}}$	u^2_A	u^2_D	$\sqrt{(D/A)}$	$u^2_{\check{C}}$	H^2	h^2
Meyve sayısı	176.184	61.107	2.883	2.185	61.107	5.288	6.905	92.11	3.11

* $p \leq 0.05$ seviyesinde önemli ** $p \leq 0.01$ seviyesinde önemli

Genel kombinasyon yeteneği bakımından K211xCM-13, K211xPB-16 ve K211xP-67 genotipleri olumlu yönde genel kombinasyon yeteneği göstermişlerdir. Melezlerin özel kombinasyon yetenekleri incelendiğinde, CMxPM-52x46, K211xPB-102xS, K211xP-67x46, K12xK211-4xS ve PBxPM-65x46 melezlerinin pozitif önemli etkiye sahip olduğu görülür.

Meyve sayısı değerleri bakımından melezlerin heterozis değerleri incelendiğinde, heterozis oranlarının %-52.9 ile % 42.6 arasında değiştiği görülmektedir. En düşük heterozis oranı CMxPB-81 genotipinin Sena çeşidi ile melezlenmesi sonucu elde edilmiştir. En yüksek meyve sayısının elde edildiği CMxPB-81 genotipinin ebeveyn ortalamasını yükseltmesi nedeni ile heterozis negatif çıkmıştır. Bu genotip yüksek meyve sayısı özelliğini generasyonlarına aktaramamıştır. Aynı şekilde K12xK211-4 denemede en düşük meyve sayısının elde edildiği genotiptir. Meyve sayısı değerleri ile ortalamayı düşürerek Hat 46 ile oluşturduğu melezin heterozis oranını arttırmıştır. Bu değerlendirmelerin ışığında Hat 46'nın meyve sayısını melezlerine aktarabildiği söylenebilir.

Meyve sayısı özelliğine ait heterozis değerlerinin, çoğu melezde negatif çıkması bu özellik açısından populasyonun arzu edilir bir seçim kaynağı oluşturmadığının bir göstergesidir. Heterozisten meyve sayısı bakımından faydalanılabileceği birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Joshi, 1986; Ahmed ve ark. 1994; Ahmed ve ark., 2003). Ancak bu çalışmada heterozis gösteren bireyler düşük meyve sayısı değerleri gösterdiğinden oluşturulan populasyonda heterozis yerine genel kombinasyon yeteneği gösteren genotiplerle seleksiyon ıslahı gerçekleştirmek akla yatkın görülmektedir.

Meyve sayısı özelliği kalıtım dereceleri yönünden incelendiğinde dar anlamda kalıtım derecesinin 3.11; geniş anlamda kalıtım derecesinin ise 92.11 olduğu görülmektedir (Çizelge 4.26).

4.2.4.7. Meyve Eti Kalınlığı

Meyve eti kalınlığı taze kırmızı biber meyvesinin kurutma süresini etkileyen faktörlerden biridir. Bu değer düşük olması hasat edilen meyvelerin kurutulmasını

kolaylaştırmaktadır. Bu özelliğin kalıtımının tahminlenmesi için yapılan melezlemeler sonucu elde edilen F₁ melezlerinin, hat ve test edicilerin meyve eti kalınlığı değerlerine ilişkin genel ve özel kombinasyon yetenekleri, heterozis değerleri ve kalıtım dereceleri Çizelge 4.27’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.27. Meyve eti kalınlığı değerleri için genel ve özel kombinasyon yetenekleri, heterozis değerleri ve tahminlenen varyans ögeleri

Hatlar	GKY	ÖKY		Heterozis					
		Hat 46	Sena	Hat 46	Sena				
CMxPB(81)	-1.143	-0.48	0.48	16.6	-10.7				
CMxPM(52)	-1.143	-0.48	0.48	-8.8	-45.0				
K211xCM(13)	4.352*	3.39	-3.39	-0.3	-3.0				
K211xCM(36)	-1.143	-0.48	0.48	5.4	-12.6				
K211xCM(44)	-1.143	-0.48	0.48	-10.9	-31.1				
K211xCM(75)	-2.978	0.81	-0.81	-40.9	-37.3				
K211xPB(102)	4.352*	0.81	-0.81	13.2	7.7				
K211xPB(14)	-1.143	-0.48	0.48	2.7	-10.2				
K211xPB(16)	-1.143	-0.48	0.48	-28.9	-26.4				
K211xP(11)	-1.143	-0.48	0.48	18.8	-32.0				
K211xP(35)	-1.143	-0.48	0.48	-5.7	-24.3				
K211xP(67)	-1.143	-0.48	0.48	6.6	-29.7				
K211xP(70)	-1.143	-0.48	0.48	30.2	-10.5				
K211xP(8)	4.352*	3.39	-3.39	-10.5	37.7				
K211xP(87)	-1.143	-0.48	0.48	16.4	-15.1				
K12xK211(15)	-1.143	-0.48	0.48	22.3	-19.0				
K12xK211(18)	4.352*	-4.36	4.36	47.6	-30.0				
K12xK211(27)	0.692	0.81	-0.81	16.1	2.5				
K12xK211(4)	-1.143	-0.48	0.48	-7.0	-20.0				
K12xK211(46)	4.352*	3.39	-3.39	-13.1	20.3				
K12xK211(50)	-1.143	-0.48	0.48	-6.3	-20.1				
K12xK211(9)	-1.143	-0.48	0.48	-6.7	-30.0				
PBxPM(2)	-1.143	-0.48	0.48	-5.5	-24.8				
PBxPM(65)	-1.143	-0.48	0.48	-9.0	-36.1				
İncelenen Özellikler	v^2GKY	$v^2ÖKY$	$\frac{v^2GKY}{v^2ÖKY}$	v^2A	v^2D	$\sqrt{(D/A)}$	$v^2Ç$	H^2	h^2
Meyve eti kalınlığı	0.105	0.069	1.522	0.000	0.069	0.00	0.017	81.61	1.70

* $p \leq 0.05$ seviyesinde önemli ** $p \leq 0.01$ seviyesinde önemli

Meyve eti kalınlığı özelliğine ait genel ve özel kombinasyon yeteneği varyans tahminleri, eklemeli ve dominantlık varyans komponentleri ile oransal ilişkileri aynı çizelgede verilmiştir. Bu özellik bakımından $v^2GKY / v^2ÖKY$ oranı birden büyük (1.52) bulunmuştur.

Bu bulgular ışığında meyve eti kalınlığı için eklemeli genlerin etkisinin daha fazla olduğundan söz edilebilse de uygulanan t testinin heterozisin önemsiz oluşunu işaret etmesinin dikkate alınması gerekmektedir (Çizelge 4.20).

Genel kombinasyon yeteneği açısından yapılan değerlendirmede K211xCM-13, K211xPB-102, K211xP-8, K12xK211-18 ve K12xK211-46 genotipleri genel kombinasyon yeteneği göstermişlerdir.

ÖKY açısından yapılan değerlendirmede ise K211xCM-13, K211xP-8, K12xK211-18 ve K12xK211-46 genotiplerinin Hat 46 ve Sena melezleri özel kombinasyon yeteneği göstermişlerdir.

Meyve eti kalınlığı için dar ve geniş anlamda kalıtım dereceleri sırasıyla % 1.70 ve % 81.61 olmuştur. Geniş anlamda kalıtım derecesinin dar anlamda kalıtım derecesinden oldukça yüksek olması fenotipik varyans içinde genotipik etkilerden ileri gelen payın az olduğunu ifade etmektedir.

Meyve eti kalınlığı için geniş anlamdaki kalıtım derecesinin çok yüksek olmasına karşılık dar anlamdaki kalıtım derecesinin düşük olması genetik potansiyelin bu özelliğin kalıtımında tam olarak kullanılmadığını ortaya koymaktadır. Denemede yer alan genotiplerin birbirine yakın meyve eti kalınlığı değerleri göstermeleri nedeni ile varyasyon oldukça düşük olmuş ve tahminlenen varyanslarda sapmalar meydana gelmiştir. Bu bakımdan ele alınan populasyonun bu özelliğin kalıtımının hesaplanması bakımından uygun olmadığı söylenebilir.

Thakur (1990)'un meyve eti kalınlığının 95 gen tarafından kontrol edildiği, Ahmed ve ark. (2003)'nin meyve eti kalınlığı değerlerinde eklemeli olan ve olmayan gen etkilerinin eşit büyüklükte olduğu, Anand ve Deshpande (1985)'nin meyve eti kalınlığının ebeveynler arasında intermediyer bir durum gösterdiği bulguları göz önüne alındığında heteroziste meydana gelen önemsizliğin nedeni anlaşılabilir.

4.2.4.8. Suda Çözünebilen Kuru Madde İçeriği

Suda çözünebilen kuru madde miktarı salça yapılmak üzere üretimi yapılan biber türlerinde önemli bir özellik olmakla birlikte kurtulmuş biber üretimi için de üzerinde durulabilir. Araştırmada hat ve test ediciler ile melez bitkilerin SÇKM

değerleri bakımından genetik yapısı da ele alınmıştır. Bu özelliğe ait genel ve özel kombinasyon yetenekleri, heterozis değerleri ve kalıtım dereceleri Çizelge 4.28’de verilmiştir.

SÇKM özelliğine ait GKY varyansı ÖKY varyansından daha düşük çıkmıştır. $v^2GKY/v^2ÖKY$ oranının 1’den düşük çıkması da bu özelliğin kalıtımında eklemeli olmayan gen etkilerinin ön planda olduğunun bir göstergesidir. Oldukça yüksek bulunan (13.363) $\sqrt{(D/A)}$ değeri bu özelliğin kalıtımında dominansın derecesinin anlaşılması bakımından önemlidir.

Çizelge 4.28. SÇKM değerleri için genel ve özel kombinasyon yetenekleri, heterozis değerleri ve tahminlenen varyans öğeleri

Hatlar	GKY	ÖKY		Heterozis					
		Hat 46	Sena	Hat 46	Sena				
CMxPB(81)	-3.384*	-0.47	0.47	-10.3	-12.2				
CMxPM(52)	0.765	-2.57	2.57	10.8	-9.8				
K211xCM(13)	-0.420	-0.05	0.05	6.0	3.7				
K211xCM(36)	-0.420	-0.05	0.05	-8.4	-7.9				
K211xCM(44)	0.765	-2.57	2.57	0.7	-17.5				
K211xCM(75)	2.544	2.89	-2.89	-0.8	19.3				
K211xPB(102)	-2.794	-0.05	0.05	-4.2	-4.9				
K211xPB(14)	-1.605	-1.73	1.73	-3.2	-15.7				
K211xPB(16)	8.477**	2.05	-2.05	11.0	24.6				
K211xP(11)	4.918*	3.73*	-3.73	8.6	42.8				
K211xP(35)	-1.605	-2.57	2.57	24.1	0.9				
K211xP(67)	-4.573*	1.21	-1.21	-20.3	-9.4				
K211xP(70)	2.544	1.21	-1.21	-4.4	7.7				
K211xP(8)	-3.384*	1.21	-1.21	-3.3	9.3				
K211xP(87)	0.765	0.79	-0.79	2.8	8.0				
K12xK211(15)	-3.384*	0.37	-0.37	-5.9	-1.4				
K12xK211(18)	-2.199	-4.67	4.67*	17.4	-26.6				
K12xK211(27)	-1.014	-0.47	0.47	3.3	-1.0				
K12xK211(4)	-2.794	-1.73	1.73	4.9	-11.3				
K12xK211(46)	3.139	-0.05	0.05	21.4	21.2				
K12xK211(50)	-0.420	0.79	-0.79	-8.6	-0.9				
K12xK211(9)	-2.794	-0.89	0.89	2.7	-7.3				
PBxPM(2)	0.765	-0.89	0.89	-1.4	-10.7				
PBxPM(65)	6.103**	4.57*	-4.57	-11.3	22.6				
İncelenen Özellikler	u^2GKY	$u^2ÖKY$	$\frac{u^2GKY}{u^2ÖKY}$	u^2A	u^2D	$\sqrt{(D/A)}$	$u^2Ç$	H^2	h^2
Sçkm	0.888	1.250	0.710	0.007	1.250	13.363	0.157	89.68	0.49

* $p \leq 0.05$ seviyesinde önemli ** $p \leq 0.01$ seviyesinde önemli

Çizelge 4.28 incelendiğinde PBxPM-65, K211xP-11, ve K211xPB-16 genotiplerinin bu özellik yönünden pozitif genel kombinasyon yeteneği gösterdikleri anlaşılmaktadır. K211xP-11x46, K12xK211-18xS ve PBxPM-65x46 kombinasyonları pozitif yönde özel kombinasyon yeteneği gösteren melezlerdir. Özel kombinasyon yeteneğinin etkileri göz önüne alınarak bu melezlerin SÇKM değerleri bakımından istenilen değerlerde genotiplerin geliştirilmesi açısından uygun olabilecekleri düşünülmektedir.

En düşük heterozis değerinin % -26.6 ve en yüksek heterozis oranının % 42.8 olduğu SÇKM özelliğinde ortalama heterozis değeri % 1.2 olarak gerçekleşmiştir. Ne var ki heterozis önemlilik değerlendirilmesinin yapıldığı t testi sonuçlarının önemsizliğe işaret etmesi bu etkiyi gösteren bireylerin kullanımının doğruluğunu şüpheye götürmektedir. Eklemeli olmayan gen etkilerinin rol oynadığı bu özelliğin erken generasyonlarda seçimi ıslah sürecinde yanılmalara sebep olacağından bu karakter bakımından seçimlerin 3. veya 4. kademelerde yapılması daha doğru olacaktır.

Kalıtım dereceleri değerlerine gelindiğinde SÇKM için tespit edilen dar ve geniş anlamda kalıtım dereceleri sırasıyla % 0.49 ve % 89.68 olmuştur. Dar anlamda kalıtım derecesinin düşük olması da SÇKM özelliği yönü ile seleksiyonun ilk açılım generasyonundan (F₂) ziyade ileriki aşamalarda yapılabileceğini ortaya koymaktadır.

4.2.4.9. Toplam Kapsaisinoid İçeriği

Kapsaisinoidler *Capsicum* cinsi içerisinde acılığa neden olan kimyasal bileşiklerdir ve önemli bir kalite kriteri olarak nitelendirilirler (Collins ve Bosland, 1994). Biber çeşitlerinin kapsaisinoid içerikleri farklılıklar gösterebildiği gibi birçok çevre faktörü de bu içeriği etkilemektedir. Hat ve test ediciler ile melezlerinin toplam kapsaisinoid içerikleri ile ilgili genel ve özel kombinasyon güçleri, heterozis değerleri, kalıtım dereceleri, genel ve özel kombinasyon yeteneği varyans tahminleri, eklemeli ve dominantlık varyans komponentleri ve oransal ilişkileri Çizelge 4.29'da verilmiştir.

Çizelge 4.29. Toplam kapsaisinoid içeriği için genel ve özel kombinasyon yetenekleri, heterozis değerleri ve tahminlenen varyans ögeleri

Hatlar	GKY	ÖKY		Heterozis	
		Hat 46	Sena	Hat 46	Sena
CMxPB(81)	-1.924	2.20	-2.20	-68.7	-78.9
CMxPM(52)	-6.013	2.08	-2.08	-37.3	-79.5
K211xCM(13)	-3.801	-3.00*	3.00*	-24.3	-88.5
K211xCM(36)	0.100	-0.52	0.52	-52.5	-81.7
K211xCM(44)	-7.166	-1.49	1.49	-53.8	-89.8
K211xCM(75)	4.296*	3.53*	-3.53*	97.4	-62.5
K211xPB(102)	1.414	1.22	-1.22	-25.4	-74.6
K211xPB(14)	2.245	-2.08	2.08	-41.0	-82.2
K211xPB(16)	6.253**	-3.75*	3.75*	-51.6	-83.9
K211xP(11)	-3.292	-0.66	0.66	-23.7	-83.0
K211xP(35)	16.749**	-0.39	0.39	33.1	-61.6
K211xP(67)	4.041*	-4.12*	4.12*	-26.8	-83.6
K211xP(70)	-1.522	0.63	-0.63	-62.7	-81.5
K211xP(8)	5.301**	-1.55	1.55	241.6	-71.2
K211xP(87)	-2.085	0.27	-0.27	-34.8	-80.3
K12xK211(15)	-0.610	-4.11*	4.11*	34.5	-86.0
K12xK211(18)	-4.149	1.55	-1.55	-60.7	-80.4
K12xK211(27)	-3.050	2.45	-2.45	-47.2	-76.3
K12xK211(4)	-2.568	1.36	-1.36	-67.4	-80.8
K12xK211(46)	5.154**	7.73*	-7.73*	-74.6	-62.3
K12xK211(50)	-2.192	-2.88	2.88	70.0	-84.8
K12xK211(9)	-2.849	0.88	-0.88	-68.6	-82.4
PBxPM(2)	-4.284	0.95	-0.95	14.4	-79.6
PBxPM(65)	-0.047	-0.28	0.28	9.8	-77.8

İncelenen Özellikler	u^2GKY	$u^2ÖKY$	$\frac{u^2GKY}{u^2ÖKY}$	u^2A	u^2D	$\sqrt{(D/A)}$	$u^2Ç$	H^2	h^2
Toplam									
Kapsaisinoid	24861	4272	5.81	166	4272	5.07	309	95.90	3.50

* $p \leq 0.05$ seviyesinde önemli ** $p \leq 0.01$ seviyesinde önemli

Genel kombinasyon yeteneği varyansı özel kombinasyon yeteneği varyansından çok büyük olmuştur. Nitekim $u^2GKY/u^2ÖKY$ oranı 5.81 olarak belirlenmiştir. Dominantlık varyansı 4272, eklemeli varyans ise 166 olarak hesaplanmıştır. $\sqrt{(D/A)}$ oranı ise birden büyük olup 5.07 değerini almıştır. Bu özellik açısından GKY varyansının ÖKY varyansından büyük olması ve $\sqrt{(D/A)}$ oranının birden büyük bulunması bu karakterin kalıtımında eklemeli gen etkilerinin yanında dominantlığın da önemli olduğunu göstermektedir. Dominantlık varyansının büyüklüğü de bu durumu doğrulamaktadır. Araştırma sonuçları, toplam kapsaisinoid içeriği için eklemeli gen etkisini tespit eden Doshi (2003), tarafından

doğrulanmaktadır. Toplam kapsaisinoid içeriğinin kalıtımında eklemeli etkilerin dominant etkilerden önde olduğunu rapor eden araştırmacı kısmi dominantlıktan söz etmiştir. Araştırmacının yapmış olduğu diallel analiz metodu dominant genlerin resesif genlere oranı hakkında da bilgi verdiği için bu özelliklerin yüksek oranda dominant genlerle idare edildiği bulgusuna ulaşmıştır. Riberio ve Costa (1990), *C. chinense* türünde yapmış olduğu acılığın kalıtımı ile ilgili çalışmalarında bu özelliğin kalıtımının kısmi dominantlığın etkisinde olduğunu bildirmişlerdir. Kalıtımda birçok genin eklemeli etkisinin görüldüğü bilgisini de eklemiştir.

GKY etki değerlerine bakıldığında K211xP-35, K211xPB-16 ve K12xK211-46 genotiplerinin pozitif yönde GKY gösterdikleri anlaşılmaktadır (Çizelge 4.29). Özellikle K211xP-35 genotipi yüksek genel kombinasyon yeteneğindedir. Melezlerin özel kombinasyon yetenekleri incelendiğinde K211xCM-13xS, K211xCM-75x46, K211xPB-16xS, K211xP-67xS, K12xK211-15xS ve K12xK211-46x46 melezlerinin pozitif yönde özel kombinasyon yeteneği gösterdikleri anlaşılır (Çizelge 4.29). Negatif önemli ÖKY etkisi gösteren melezler ise önemlilik derecelerine göre orta acı ya da az acı çeşitlerin geliştirilmesinde kullanılabilir.

Heterozisin önemli görüldüğü toplam kapsaisinoid içeriği özelliğinde heterozis oranları % 241.6 (K211xP-8x46) ile % -89.8 (K211xCM-44xS) arasında değişmiştir. Ortalama heterozis değeri % -46.1 olmuş sadece 7 melezde pozitif heterozis görülmüştür. Bu veriler ışığında kullanılan genotiplerin değişik seviyelerde acılığa sahip kırmızı biber geliştirmek için uygun olduğu anlaşılmaktadır. (Çizelge 4.29).

Toplam kapsaisinoid içeriği için hesaplanan geniş anlamda kalıtım derecesi % 95.90 ve dar anlamda kalıtım derecesi ise % 3.50 olmuştur (Çizelge 4.29). Dar anlamda kalıtım derecesinin geniş anlamda kalıtım derecesinden çok küçük düzeyde olması, bu özelliğin ortaya çıkmasında eklemeli genetik varyans içindeki eklemeli olmayan genetik varyans unsurlarının çok daha önemli olduğunu tekrar vurgulamaktadır. Genellikle kalıtım derecesinin düşük bulunması çevre varyansından, dominant etkinin kuvvetli olmasından, gen etkileşimlerinden ve pek çok faktörün özelliğin ortaya çıkmasına etki etmesinden kaynaklanmaktadır. Toplam kapsaisinoid içeriği için dar anlamda kalıtım derecesini % 78.33 hesaplayan Ribeiro ve Costa (1990), acılığın kalıtımında dominantlığın oldukça önemli paya sahip

olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacının dar anlamda kalıtım derecesini bu kadar yüksek hesaplamasının sebebi çalışmada kullandığı ebeveynlerden birinin tamamen tatlı bir genotip olmasına bağlanabilir.

4.2.4.10. Parlaklık (L değeri)

Parlaklık toz ve pul biberin kalitesi bakımından oldukça önemlidir. Parlaklık karakteri yönünden ebeveynler ile melezlerinin gösterdikleri genel ve özel kombinasyon yetenekleri, heterozis değerleri ve kalıtım dereceleri Çizelge 4.30'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.30. Parlaklık değerleri için genel ve özel kombinasyon yetenekleri, heterozis değerleri ve tahminlenen varyans ögeleri

Hatlar	GKY	ÖKY		Heterozis					
		Hat 46	Sena	Hat 46	Sena				
CMxPB(81)	1.628	-1.30	1.30	9.7	7.5				
CMxPM(52)	4.667*	4.53*	-4.53*	-3.4	10.4				
K211xCM(13)	1.628	-0.08	0.08	3.8	4.8				
K211xCM(36)	-1.411	0.23	-0.23	-1.8	-0.6				
K211xCM(44)	-0.109	-1.30	1.30	3.5	1.5				
K211xCM(75)	5.969**	3.61*	-3.61*	1.3	10.2				
K211xPB(102)	0.760	1.76	-1.76	0.3	5.8				
K211xPB(14)	-3.581	-3.15	3.15	2.6	-4.6				
K211xPB(16)	-2.279	5.76**	-5.76**	-6.3	9.3				
K211xP(11)	0.760	1.76	-1.76	0.9	7.5				
K211xP(35)	-0.109	-0.69	0.69	0.7	0.2				
K211xP(67)	-4.448*	-0.08	0.08	1.8	2.4				
K211xP(70)	-1.844	1.76	-1.76	-3.5	1.9				
K211xP(8)	6.836**	2.38	-2.38	1.6	9.2				
K211xP(87)	0.760	-1.92	1.92	8.1	3.9				
K12xK211(15)	4.232	-1.30	1.30	6.1	4.1				
K12xK211(18)	-3.146*	-2.84	2.84	0.6	-6.3				
K12xK211(27)	1.193	-4.68*	4.68*	5.9	-4.5				
K12xK211(4)	-0.977	0.54	-0.54	-8.2	-6.9				
K12xK211(46)	1.628	-0.69	0.69	2.5	1.7				
K12xK211(50)	-7.487**	-0.38	0.38	-4.0	-2.9				
K12xK211(9)	-0.542	-2.84	2.84	2.1	-4.1				
PBxPM(2)	-5.318**	0.54	-0.54	-2.2	-0.4				
PBxPM(65)	1.193	-1.61	1.61	5.7	3.0				
İncelenen Özellikler	u^2_{GKY}	$u^2_{ÖKY}$	$\frac{u^2_{GKY}}{u^2_{ÖKY}}$	u^2_A	u^2_D	$\sqrt{(D/A)}$	$u^2_{\text{Ç}}$	H^2	h^2
L	2.121	3.364	0.630	-0.008	3.364		0.294	91.60	-0.29

* $p \leq 0.05$ seviyesinde önemli ** $p \leq 0.01$ seviyesinde önemli

Yapılan t testi sonucunda heterozis etkilerinin önemli bulunmaması parlaklık özelliği bakımından özel uyum gösteren melezler üzerinde durulmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır (Çizelge 4.20).

Genel kombinasyon yeteneğinin düşük çıkması bu özelliğin aktarılmasında basit ıslah metodlarının uygulanamayacağını düşündürmektedir.

Milkova ve Chalukova (1984), parlaklık (L değerinin) özelliğinin kalıtımında kısmi dominantlıktan söz etmişlerdir. Ancak araştırmacılar farklı renge sahip biber meyvelerinde gözlemlerini tamamladıklarını koyu meyvelerde parlaklığın kısmen dominant olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmada parlaklık değerleri, kurutulmuş biber meyvelerinin öğütülmüş örneklerinde ölçüldüğünden elde edilen veriler diğer araştırmacıların elde ettiklerinden farklılıklar göstermiştir.

4.2.4.11. Kroma (C) Değeri

Kroma değeri kırmızı biberde rengin doygunluğunun göstergesidir. Kolorimetrik kalite kriterlerinden olan bu değer elde edilen a ve b değerlerinin trigonometrik hesaplamaları sonucu elde edilir. Olgunlaştığında meyvede klorofil içeriği yüksek olan bazı türler dışında kurutulmuş biber üretimi yapılan bütün biber meyvelerinin rengi kırmızıdır. Kırmızılığın renk tonlarının farklılığı yanında rengin doygunluğu da önemlidir. Araştırma sonucunda elde edilen kroma değerleri bakımından hat ve test ediciler ile mezlelere ait genel ve özel kombinasyon yetenekleri, heterozis değerleri, kalıtım dereceleri, genel ve özel kombinasyon yeteneği varyans tahminleri, eklemeli ve dominantlık varyans komponentleri ile oransal ilişkileri Çizelge 4.31’de verilmiştir.

Çizelge 4.31’de özel kombinasyon yeteneği varyansının negatif olduğu görülmektedir. GKY varyansı ise pozitifdir. Kroma değeri için ÖKY varyansı negatif olduğundan bu özellik açısından eklemeli gen etkilerinin varlığı söylenebilir. Dominantlık varyansının yüksek olması eklemeli gen etkileri içerisinde dominant gen etkisinin mevcut olduğunu göstermektedir.

Bu özellik için hatların genel kombinasyon yeteneği etkileri incelendiğinde K211xP-8, K211xP-35, PBxPM-65, K211xCM-75, K12xK211-9 ve K12xK211-46 genotiplerinin pozitif yönde ve önemli GK Y etkisi gösterdiği görülmektedir.

CMxPM-52xS, K211xPB-14xS, K211xP-11xS, K211xP-67x46, K211xP-8x46, K12xK211-15x46 ve K12xK211-9x46 melezlerin ÖKY etkileri pozitif yönde ve önemli bulunmuştur.

Ele alınan melez populasyonlarında, F₁ melezlerinin heterozis değerleri % -18.4 (K211xPB-14xS) ile % 22.2 (K211xP-35xS) arasında değişmiştir. Ortalama heterozis değeri % 2.6 olmuştur. Yapılan t testi sonucunda bu özellik bakımından heterozis değerleri önemli bulunmuştur (Çizelge 4.31).

Çizelge 4.31. Kroma (C) değerleri için genel ve özel kombinasyon yetenekleri, heterozis değerleri ve tahminlenen varyans öğeleri

Hatlar	GKY	ÖKY		Heterozis					
		Hat 46	Sena	Hat 46	Sena				
CMxPB(81)	-3.752*	2.14	-2.14	-10.6	1.8				
CMxPM(52)	-3.503*	-7.18**	7.18**	15.5	-0.5				
K211xCM(13)	2.467	-0.85	0.85	3.5	7.6				
K211xCM(36)	-6.737**	2.84	-2.84	-16.0	-1.1				
K211xCM(44)	-0.767	2.14	-2.14	-8.0	5.0				
K211xCM(75)	6.199**	-1.03	1.03	5.3	9.2				
K211xPB(102)	1.472	2.67	-2.67	-8.3	5.5				
K211xPB(14)	-4.748*	-10.17**	10.17**	5.9	-18.4				
K211xPB(16)	-3.503*	1.61	-1.61	-6.4	5.6				
K211xP(11)	1.721	-7.35**	7.35**	16.0	0.0				
K211xP(35)	6.446**	3.02*	-3.02*	4.7	22.2				
K211xP(67)	-3.006*	3.72*	-3.72*	-9.4	9.7				
K211xP(70)	-6.737**	0.03	-0.03	-7.1	-1.0				
K211xP(8)	12.416**	4.78*	-4.78*	-2.7	17.4				
K211xP(87)	-4.001*	1.61	-1.61	-8.7	2.8				
K12xK211(15)	-4.001*	3.02*	-3.02*	-7.3	10.2				
K12xK211(18)	-1.016*	-2.96	2.96	8.9	7.4				
K12xK211(27)	4.207*	0.38	-0.38	6.2	15.4				
K12xK211(4)	-5.245**	-1.38	1.38	1.5	4.1				
K12xK211(46)	3.461*	0.91	-0.91	4.9	14.7				
K12xK211(50)	-1.016*	-0.15	0.15	-4.6	1.5				
K12xK211(9)	4.706*	4.60*	-4.60*	-2.5	19.1				
PBxPM(2)	-1.763*	-0.67	0.67	-0.3	5.0				
PBxPM(65)	6.696**	-1.73	1.73	0.8	2.2				
İncelenen Özellikler	u ² GKY	u ² ÖKY	$\frac{u^2GKY}{u^2ÖKY}$	u ² A	u ² D	$\sqrt{(D/A)}$	u ² Ç	H ²	h ²
C	15.43	-0.13	-116.95	-0.13	25.00		0.898	96.18	-0.51

* p ≤ 0.05 seviyesinde önemli ** p ≤ 0.01 seviyesinde önemli

Kroma değerinin kalıtımında geniş anlamda kalıtım derecesi % 96.18 olmuş dar anlamda kalıtım derecesi ise negatif hesaplanmıştır. Dar anlamda kalıtım derecesinin negatif olması bu özelliğin çevre etkisine açık olabileceğini göstermektedir.

Seleksiyon ıslahında en çok yararlanan parametre kalıtım derecesidir. Bir özellik çevre şartlarından büyük çapta etkileniyorsa bu özelliğin kalıtsallığı düşüktür. Bu bakımdan kalıtım derecesi seleksiyonda başarı için değerlendirilmesi gereken bir kısıttır. (Walton 1972, Soylu 1998'den). Kroma değerleri bakımından seleksiyon yapıldığında farklı çevrelerde denemelerin yürütülmesi ve özellikle bu özelliğin ortaya çıkmasını etkileyecek ışıklandırma süresi, yoğunluğu gibi parametrelerin stabilite analizleri ile değerlendirilmesi neticesinde istenilen kroma değerlerine sahip bireylerin seçilmesi gerekebilir.

4.2.4.12. Hue Açısı

Hue açısı rengin kolorimetrik tanımlanmasında kullanılan son ölçü olup renk tekeri üzerinde açısal olarak rengin bulunduğu yeri göstermektedir. Tam olarak ölçülen nesnenin rengini gösteren bu değer aldığı açı değerine göre mor ile kırmızı renk arasında bütün renklerin belirtilmesinde kullanılabilir.

Ana ve baba ebeveynler ile F_1 melezlerinin hue açısına ait GKY ve ÖKY etkileri, heterozis değerleri, kalıtım dereceleri varyans tahminleri, eklemeli ve dominantlık varyansları ile oransal ilişkileri Çizelge 4.32'te verilmiştir. Çizelgede genel kombinasyon yeteneği varyansının, özel kombinasyon yeteneği varyansından düşük olduğu görülmektedir. Bu durum Hue açısı değerinin kalıtımında dominant genlerin etkisinin olduğunun bir göstergesidir.

Hue açısı değerleri bakımından K211xCM-75 ve K211xP-8 genotiplerinin pozitif yönde ve önemli genel kombinasyon yeteneği gösterdikleri belirlenmiştir. ÖKY etkileri incelendiğinde CMxPM-52xS melezinin istatistiksel anlamda önemli ve pozitif özel kombinasyon yeteneği gösterdiğini söylemek mümkündür.

Bu çalışmada Hue açısı için hesaplanan en düşük heterozis değeri % -16.0 ile CMxPM-52xS arasında en yüksek heterozis değeri ise % 3.8 ile K211xP-11x46

arasında gerçekleşmiştir. Ortalama heterozis değeri ise % -5.3 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.32. Hue açısına ait genel ve özel kombinasyon yetenekleri ve heterozis değerleri ve tahminlenen varyans ögeleri

Hatlar	GKY	ÖKY		Heterozis					
		Hat 46	Sena	Hat 46	Sena				
CMxPB(81)	0.653	1.08	-1.08	-7.9	-3.6				
CMxPM(52)	-1.847	-4.31*	4.31*	0.8	-16.0				
K211xCM(13)	0.319	0.15	-0.15	-4.3	-3.6				
K211xCM(36)	-1.514	0.92	-0.92	-11.8	-8.9				
K211xCM(44)	-0.181	-0.62	0.62	-4.6	-7.3				
K211xCM(75)	3.153*	1.54	-1.54	-4.0	0.5				
K211xPB(102)	0.653	0.15	-0.15	-6.8	-6.1				
K211xPB(14)	-0.014	-2.00	2.00	-2.2	-10.3				
K211xPB(16)	-1.181	2.15	-2.15	-12.2	-4.1				
K211xP(11)	1.486	-0.92	0.92	3.8	0.0				
K211xP(35)	-1.347	0.15	-0.15	-8.9	-7.6				
K211xP(67)	-0.181	0.00	0.00	-4.7	-5.1				
K211xP(70)	-1.681	-1.08	1.08	-6.2	-11.4				
K211xP(8)	3.153*	2.46	-2.46	-5.7	3.5				
K211xP(87)	-0.847	-0.62	0.62	-3.4	-5.9				
K12xK211(15)	0.986	-0.46	0.46	-4.4	-6.1				
K12xK211(18)	-0.514	-1.23	1.23	0.2	-5.6				
K12xK211(27)	0.986	-1.08	1.08	-5.2	-9.7				
K12xK211(4)	-1.681	-0.15	0.15	-10.2	-10.7				
K12xK211(46)	-0.847	1.54	-1.54	-4.5	1.1				
K12xK211(50)	1.319	1.69	-1.69	-9.8	-3.8				
K12xK211(9)	-0.014	0.46	-0.46	-4.5	-2.5				
PBxPM(2)	-2.514	1.23	-1.23	-10.4	-5.9				
PBxPM(65)	1.653	-1.08	1.08	2.8	-1.8				
İncelenen Özellikler	u^2GKY	$u^2ÖKY$	$\frac{u^2GKY}{u^2ÖKY}$	u^2A	u^2D	$\sqrt{(D/A)}$	$u^2Ç$	H^2	h^2
H	3.867	4.083	0.947	-0.020	4.083		1.173	76.07	-0.38

* $p \leq 0.05$ seviyesinde önemli ** $p \leq 0.01$ seviyesinde önemli

Yapılan t testi sonucu hesaplanan heterozis değerleri önemli bulunmakla birlikte (Çizelge 4.20) melezlerin çoğu negatif ya da çok düşük heterozis değerleri göstermişlerdir. Bu duruma ele alınan genotiplerin tamamının kırmızı renkli olması neden olmuştur. Bununla birlikte daha kırmızı geneotiplerin elde edilmesi için melez gücünden yararlanılabilir.

Hue açısı için belirlenen geniş anlamda kalıtım % 76.07 olmuştur. Dar anlamda kalıtım derecesi ise negatif hesaplanmıştır. Kroma değerinde olduğu gibi bu özellik de çevreden oldukça etkilenmektedir. Genel kombinasyon yeteneği gösteren ebeveynler ile bir kombinasyon ıslahı yapılacaksa kroma değerlerinde olduğu gibi

farklı çevrelerde yürütülecek denemelerde ileriki ıslah generasyonlarında seçimlerin yapılması uygun olacaktır.

Melez gücü dominant genlerin biraraya gelmesi neticesinde ortaya çıkmaktadır. Bu özelliğin artmasına neden olan genler dominant, geriletici genler ise resesiftir. Böylece bir ebeveynden gelen dominant genler diğer ebeveynden gelen dominant genlerle biraraya geldiğinde birbirini tamamlamaktadır. Bu durum gerçekleştiğinde melezler ebeveynlere nazaran çok daha uygun dominant genlerin kombinasyonuna sahip olacaktır. Sonuç olarak hue açısı bakımından pozitif melez gücü gösteren melezler üzerinde durulabilir.

4.2.4.13. Toplam Karotenoid İçeriği

Ebeveynler ile melezlerinin toplam karotenoid içeriklerine ilişkin genel ve özel kombinasyon yetenekleri, heterozis değerleri ve kalıtım dereceleri Çizelge 4.33'te verilmiştir.

Toplam karotenoid içeriği bakımından varyans tahminleri, eklemeli ve dominantlık varyans komponentleri ile oransal ilişkiler incelendiğinde; $v^2GKY/v^2ÖKY$ oranının birden küçük, $\sqrt{(D/A)}$ oranının birden çok büyük (19.94) olduğu görülmektedir. $v^2GKY/v^2ÖKY$ oranının birden küçük olması eklemeli olmayan gen etkisinin varlığını göstermektedir.

Hornero-Mendez ve ark. (2000) ve Deepa ve ark. (2007), olgunlaşma ile toplam karotenoid ve beta karoten içeriklerinin önemli derecede arttığını vurgulamışlardır. Kuşçu (2002) kurutma işlemlerinin biberin kapsantin içeriği arttırdığını bildirmiştir. Bu ve benzeri bulgular toplam karotenoid içeriğinin çevreden etkilendiğinin göstergesidir.

Bu özellik bakımından $v^2GKY/v^2ÖKY$ oranının birden küçük olması eklemeli olmayan gen etkisinin varlığına işaret etmektedir. $\sqrt{(D/A)}$ oranının birden büyük olması dominantlığın oldukça ön planda olduğunu göstermektedir. Çalışmada yer alan genotipler dikkate alındığında ele alınan özelliğin kalıtımında dominantlık ön planda bulunmakla birlikte bu bulguların aksine Marim ve Lippert (1975), bu

özellikle beraber çalıştığı birçok özellik bakımından eklemeli gen etkisini önemli bulmuşlardır.

Genel kombinasyon yeteneklerine bakıldığında hatlardan (dizilerden) K211xPB-102, K211xP-35, K12xK211-15, K12xK211-9 ve PBxPM-2'nin pozitif yönde önemli GK Y etkisine sahip olduğu görülmektedir.

Melezlerin ÖKY etkileri incelendiğinde birçok melezin istatistiksel anlamda önemli ÖKY gösterdikleri görülmektedir. K211xCM-44xS, K211xPB-102xS, K211xP-35x46, K12xK211-15x46, K12xK211-18x46 ve PBxPM-65x46 pozitif önemli ÖKY göstermiştir.

Çizelge 4. 33. Toplam karotenoid içeriğine ait genel ve özel kombinasyon yetenekleri, heterozis değerleri ve tahminlenen varyans ögeleri

Hatlar	GKY	ÖKY		Heterozis					
		Hat 46	Sena	Hat 46	Sena				
CMxPB(81)	-2.946	-2.93	2.93	86.1	16.7				
CMxPM(52)	-3.017*	-5.53**	5.53**	115.1	-22.7				
K211xCM(13)	-14.656**	-2.97	2.97	-55.0	-97.3				
K211xCM(36)	-8.735**	-7.14**	7.14**	79.9	-96.3				
K211xCM(44)	-0.572	-10.31**	10.31**	6.2	-86.2				
K211xCM(75)	-12.471**	-4.08*	4.08	11.9	-89.6				
K211xPB(102)	13.211**	-12.85**	12.85**	330.5	17.7				
K211xPB(14)	-7.059**	-0.10	0.10	4.3	19.6				
K211xPB(16)	-3.138*	-6.65**	6.65**	161.0	-31.0				
K211xP(11)	-9.618**	-2.38	2.38	-27.1	-58.0				
K211xP(35)	28.191**	23.51**	-23.51**	-34.7	344.7				
K211xP(67)	-10.098**	-5.06**	5.06**	16.5	-84.1				
K211xP(70)	-11.535**	1.94	-1.94	-87.6	-40.1				
K211xP(8)	-12.692**	0.86	-0.86	-85.6	-56.3				
K211xP(87)	0.014	-2.75	2.75	115.3	47.4				
K12xK211(15)	43.139**	18.52**	-18.52**	101.5	406.7				
K12xK211(18)	5.472**	13.37**	-13.37**	-78.8	195.8				
K12xK211(27)	-15.017**	-1.46	1.46	-61.0	-77.7				
K12xK211(4)	-4.287*	0.75	-0.75	5.0	39.4				
K12xK211(46)	-3.562*	-7.98**	7.98**	88.4	-68.1				
K12xK211(50)	2.898	3.12*	-3.12*	25.5	107.3				
K12xK211(9)	9.622**	4.58*	-4.58*	62.8	163.8				
PBxPM(2)	9.217**	-9.25**	9.25**	108.0	-22.1				
PBC178xPM217(65)	7.638**	14.77**	-14.77**	-74.6	262.8				
İncelenen Özellikler	u^2GKY	$u^2ÖKY$	$\frac{u^2GKY}{u^2ÖKY}$	u^2A	u^2D	$\sqrt{(D/A)}$	$u^2Ç$	H^2	h^2
Toplam Karotenoid	9068936	11247164	0.806	28282	11247164	19.94	66730	99.43	0.24

* $p \leq 0.05$ seviyesinde önemli ** $p \leq 0.01$ seviyesinde önemli

Ele alınan melez populasyonlarında F_1 melezlerinin heterozis değerlerine bakıldığında, heterozis değerlerinin % -97.3 (K211xCM-13xS) ile % 406.7 (K12xK211-15xS) arasında değiştiği görülür. Ortalama heterozis değeri % 33.50 olmuştur.

Bu özellik için geniş anlamda kalıtım derecesi % 99.43; dar anlamda kalıtım derecesi ise % 0.24 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.35). Geniş anlamda kalıtım derecesinin yüksek, dar anlamda kalıtım derecesinin ise çok düşük olduğu görülmektedir. Bu durum karotenoid içeriğinin çevreden etkilendiğini göstermekle birlikte dominantlığın gücü yadsınamaz. Ele alınan populasyon heterozis gücünden yararlanılarak toplam karotenoid içeriği yüksek çeşitler geliştirmek için oldukça uygundur.

4.2.4.14. Arazideki Hastalık Oranı

Dünyada biber yetiştiriciliğini sınırlandıran en önemli biyotik faktörlerden biri kök boğazı yanıklığı hastalığıdır. Salma sulama yöntemi ile yetiştiricilik yapılan alanlarda hastalığın zarar durumu daha da fazlalaşmaktadır. Hastalığa dayanıklı biber genotipleri ile hassas genotiplerin ve melezlerinin arazi denemelerindeki hastalık oranları ile ilgili genel ve özel kombinasyon yetenekleri, heterozis değerleri ve kalıtım dereceleri Çizelge 4.34'te verilmiştir.

Arazideki hastalanma oranı özelliğine ait genel ve özel kombinasyon yeteneği varyans tahminleri, eklemeli ve dominantlık varyans komponentleri ile oransal ilişkileri aynı çizelgede sunulmuştur. GKY varyansının, ÖKY varyansından yüksek ve $v^2GKY/v^2ÖKY$ oranının 1 den büyük bulunması bu özelliğin kalıtımında eklemeli genlerin önemli olduğunu göstermektedir.

K211xPB-16, K211xPER-11 ve K12xK211-15 genotiplerinin ÖKY yeteneklerinin yüksek bulunması, bu genotiplerin hastalık oranını artıran veya başka bir deyişle hastalığa duyarlılığı yükselten genotipler olduğunu anlatmaktadır. Bunların dışındaki genotipler ise dayanıklılık özelliğinin aktarılmasında kullanılabilir niteliktedir. Özel kombinasyon yeteneği bakımından arazide tespit edilen hastalık oranları yönüyle melezlerin hiçbiri istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.34. Arazide hastalık oranlarına ait genel ve özel kombinasyon yetenekleri, heterozis değerleri ve tahminlenen varyans öğeleri

Hatlar	GKY	ÖKY		Heterozis					
		Hat 46	Sena	Hat 46	Sena				
CMxPB(81)	-2.007	-0.34	0.34	-100.0	-100.0				
CMxPM(52)	-2.007	-0.34	0.34	-100.0	-100.0				
K211xCM(13)	-2.007	-0.34	0.34	-100.0	-100.0				
K211xCM(36)	5.326	3.54	-3.54	-100.0	-34.7				
K211xCM(44)	-2.007	-0.34	0.34	-100.0	-100.0				
K211xCM(75)	-2.007	-0.34	0.34	-100.0	-100.0				
K211xPB(102)	-2.007	-0.34	0.34	-100.0	-100.0				
K211xPB(14)	-2.007	-0.34	0.34	-100.0	-100.0				
K211xPB(16)	**5.326	3.54	-3.54	-100.0	-34.7				
K211xP(11)	**10.660	-1.58	1.58	24.0	-56.7				
K211xP(35)	-2.007	-0.34	0.34	-100.0	-100.0				
K211xP(67)	-2.007	-0.34	0.34	-100.0	-100.0				
K211xP(70)	-2.007	-0.34	0.34	-100.0	-100.0				
K211xP(8)	-2.007	-0.34	0.34	-100.0	-100.0				
K211xP(87)	3.160	2.39	-2.39	-100.0	-56.7				
K12xK211(15)	**10.660	-2.99	2.99	38.9	-71.7				
K12xK211(18)	-2.007	-0.34	0.34	-100.0	-100.0				
K12xK211(27)	-2.007	-0.34	0.34	-100.0	-100.0				
K12xK211(4)	-2.007	-0.34	0.34	-100.0	-100.0				
K12xK211(46)	-2.007	-0.34	0.34	-100.0	-100.0				
K12xK211(50)	-2.007	-0.34	0.34	-100.0	-100.0				
K12xK211(9)	0.993	1.24	-1.24	-100.0	-77.1				
PBxPM(2)	-2.007	-0.34	0.34	-100.0	-100.0				
PBxPM(65)	-2.007	-0.34	0.34	-100.0	-100.0				
İncelenen Özellikler	u^2GKY	$u^2ÖKY$	$\frac{u^2GKY}{u^2ÖKY}$	u^2A	u^2D	$\sqrt{(D/A)}$	$u^2Ç$	H^2	h^2
Arazide hastalık oranı	18.494	10.658	1.735	0.492	10.658	4.654	3.576	84.47	3.34

* $p \leq 0.05$ seviyesinde önemli ** $p \leq 0.01$ seviyesinde önemli

F_1 melezlerinin heterozis değerleri Çizelge 4.34'te verilmiştir. Bu özellik açısından K211xP-11 ve K12xK211-15 genotipinin hat 46 ile melezlerinde pozitif bulunan heterozis bu genotiplerin etmene duyarlı olduklarını göstermektedir. Geri kalan melezlerde negatif heterozis görülmesi ise genel olarak dayanıklı bireylerle melezlenen hassas ebeveynlerin F_1 melezlerinin arazide dayanıklı olacağı sonucunun çıkarılabileceğini düşündürmektedir. Bu durum arazi koşullarında ortaya çıkan dayanıklılık bakımından heterozis etkisinin önemli olduğunu ve ıslahta yararlanılabileceğini göstermektedir. Başka bir deyişle yapılan t testi bu özellik bakımından ortaya çıkan heterozis değerlerinin önemli olduğunu göstermiştir.

Arazide hastalık oranı için dar ve geniş anlamda kalıtım dereceleri sırasıyla % 84.47 ve % 3.34 olmuştur.

4.2.4.15. Seradaki Hastalık Oranı

Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklılık genotip, çevre ve etmen arasındaki ilişkilerin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Arazide dayanıklılık oranı uygulamada kullanılabilecek bir değer olmakla birlikte çevre etkilerine daha fazla bağımlı kalmaktadır. Sera denemelerinde farklı genotiplerde meydana gelen hastalık oranları, bu genotiplerin hastalığa karşı tepkilerini daha doğru bir şekilde yansıtmaktadır. Bu değerler üzerinde yapılan varyans tahminleri genotiplerin GKY ve ÖKY'leri ile heterozis etkilerinin belirlenmesinde daha doğru sonuçlar verecektir.

İncelenen hatlar ve test ediciler (Sena ve Hat 46) ile bunların melezlerinden oluşan F₁ melezlerinin seradaki hastalık oranlarına ait GKY ve ÖKY etki değerleri, heterozis değerleri ve kalıtım dereceleri toplu olarak Çizelge 4.35'de verilmiştir.

Genel ve özel kombinasyon yeteneği varyans tahminleri eklemeli ve dominantlık varyansları ile oransal ilişkileri incelendiğinde, GKY varyansının ÖKY varyansından daha büyük olduğu görülmektedir. Eklemeli varyans 5.217; dominantlık varyansı ise 60.786 olarak hesaplanmıştır. $v^2\text{GKY}/v^2\text{ÖKY}$ birden büyüktür. Bu durum karşısında dayanıklılık özelliğinin büyük ölçüde dominant ve eklemeli genlerin etkisi altında olduğu düşünülebilir.

Araştırmada ele alınan melezlerin dayanıklılık açısından ÖKY varyansının negatif olması bu özelliğin kalıtımında eklemeli gen etki tipinin hakim olduğunu göstermektedir.

Abak (1982), kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklılığın üç farklı genin eklemeli olarak etki göstermesi sonucu ortaya çıktığını bildirmiştir. Reifschneider ve ark. (1992), dayanıklılığı dominant ve resesif genlerinin epistatik etkileri ile açıklamışlardır. Walker ve Bosland (1999), ise hastalığa dayanıklılığın farklı genlerle kontrol edildiğini iddia etmişlerdir. Gil Ortega ve ark. (1992), üç genin eklemeli olarak dayanıklılığı kontrol ettiğini, dayanıklılıkla ilgili 9 adet genin var olabileceğini belirtmişlerdir. Bartual ve ark. (1992) ise dayanıklılıkta meydana gelen

varyasyonunun eklemeli ve epistatik etkilerle oluşabileceğini bildirmişlerdir. Lefebvre ve Palloix (1996), yaptıkları QTL çalışması ile 13 gen bölgesinin dayanıklılıkla ilişkili olduğunu açıklamışlardır.

Çizelge 4.35. Serada hastalık oranlarına ait genel ve özel kombinasyon yetenekleri, heterozis değerleri ve tahminlenen varyans ögeleri

Hatlar	GKY	ÖKY		Heterozis	
		Hat 46	Sena	Hat 46	Sena
CMxPB(81)	2.454	-2.84	2.84	14.4	-46.4
CMxPM(52)	-4.633*	1.39	-1.39	-100.0	-65.3
K211xCM(13)	-4.085*	-1.08	1.08	-68.1	-85.9
K211xCM(36)	1.652	-0.37	0.37	-28.2	-29.7
K211xCM(44)	1.694	0.26	-0.26	-39.2	-27.0
K211xCM(75)	-1.596	-0.76	0.76	-50.2	-59.8
K211xPB(102)	-0.668	1.33	-1.33	-68.1	-27.2
K211xPB(14)	0.766	0.26	-0.26	-52.5	-40.8
K211xPB(16)	0.808	0.29	-0.29	-38.2	-21.6
K211xP(11)	3.424*	-0.96	0.96	-21.1	-32.5
K211xP(35)	0.344	-0.70	0.70	-53.3	-58.8
K211xP(67)	-2.144	-0.37	0.37	-59.8	-61.5
K211xP(70)	0.808	-0.37	0.37	-39.2	-40.9
K211xP(8)	0.766	-0.99	0.99	-39.0	-51.2
K211xP(87)	2.580	0.23	-0.23	-35.9	-25.4
K12xK211(15)	2.580	-0.37	0.37	-34.3	-34.3
K12xK211(18)	3.044*	1.21	-1.21	-44.7	-14.2
K12xK211(27)	0.344	-0.04	0.04	-52.5	-46.6
K12xK211(4)	4.900*	3.18*	-3.18*	-51.2	17.8
K12xK211(46)	-3.621*	-1.41	1.41	-65.3	-85.9
K12xK211(50)	-1.132	0.35	-0.35	-65.3	-51.2
K12xK211(9)	2.918*	1.78	-1.78	-62.4	-30.7
PBxPM(2)	-6.110	0.35	-0.35	-100.0	-82.2
PBxPM(65)	-5.097	-0.37	0.37	-82.2	-82.2

İncelenen Özellikler	u^2 GKY	u^2 ÖKY	$\frac{u^2$ GKY}{u^2ÖKY	u^2 A	u^2 D	$\sqrt{(D/A)}$	u^2 Ç	H^2	h^2
Serada hastalık oranı	159.631	60.786	2.626	5.217	60.786	3.413	31.227	83.14	5.36

* $p \leq 0.05$ seviyesinde önemli ** $p \leq 0.01$ seviyesinde önemli

Ebeveynlerin serada hastalık oranı değerleri bakımından GKY incelendiğinde CMxPM-52, K211xCM-13, K12xK211-46, PBxPM-2 ve PBxPM-65 genotipinin negatif yönde önemli değerler göstermesi bu genotiplerin duyarlılığı generasyonlarına geçirmedeği ve dayanıklılığı korudukları anlaşılır. Özel kombinasyon yeteneği bakımından F_1 melezleri incelendiğinde sadece K12xK211-4xS melezinin negatif özel uyum gösterdiği görülmektedir.

Serada hastalık oranlarına ilişkin en düşük heterozis değeri % -100.00 ile PBxPM-2x46 ve CMxPM-52x46 melezlerinden en yüksek heterozis değeri ise % 17.8 ile K12xK211-4x46 melezinden elde edilmiştir. Ortalama heterozis değeri % -48.3 olmuştur. Tespit edilen heterozis değerleri istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Negatif bulunan bu heterozis değerleri dayanıklılığın aktarılmasında heterozis ıslahından faydalanılabileceğini göstermektedir. Wang ve Wang (1996), dayanıklılığın kontrolünde dominant öğelerin eklemeli öğelerden daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. *Phytophthora capsici*'ye dayanıklılıkta heterozis gücünün kullanılabileceğini ileri sürmüşlerdir. Türkmen ve Abak (2005) heterozis etkisini belirlemekle birlikte dayanıklılığın aktarılmasının tek bir ebeveyn ile gerçekleştirilemeyeceği sonucunu çıkarmışlardır. Thabuis ve ark (2003), tek bir genin kalıtımda önemli paya sahip olduğunu, orta düzeyde dayanıklılık sağlayan birçok genin bu gene eşlik ettiğini bildirmişlerdir. İşbeceren (1992), *P. capsici*'ye dayanıklılık özelliğinin kalıtımında eklemeli gen etkisinin önemli olduğunu ifade etmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgular önceki çalışmalarla örtüşürken Türkmen ve Abak (2005) ile çelişkili gözükmektedir. Ancak çalışmada bu araştırmacılar tarafından geliştirilen ve farklı dayanıklılık kaynaklarının yeni bireyler üzerinde toplandığı genotiplerin çalışmada yer aldığı düşünülürse bulgular doğrulanmaktadır.

Araştırmada serada hastalık oranları bakımından geniş anlamda kalıtım derecesi % 83.14 ve dar anlamda kalıtım derecesi % 5.36 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.13. Dayanıklı ve duyarlı ebeveynler ile duyarlı Benac çeşidinin görünüşleri



Şekil 4. 14. Denemede yer alan bazı mezlere ait görüntüler



Şekil 4.15. K211xP-67 genotipinin bitki yapısı ve meyvesinin boyuna kesiti

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı olarak geliştirilen biber materyalinin ve bu materyal ile melezlenen hat ve çeşitlerden elde edilen F₁ hibritlerinin arazideki dayanıklılıkları ile verim ve kalitelerinin belirlenmeye çalışıldığı bu çalışmadan elde edilen sonuçlar ve bunların ışığında üretilen öneriler aşağıda sıralanmıştır.

1. Daha önceki çalışmalarda elde edilen ve sera koşullarındaki testlerde dayanıklı bulunan genotipler tarla koşullarında da hastalığa yeterli dayanıklılık göstermişlerdir. Bu genotiplerle melezlenen hassas genotiplerden elde edilen melezlerin tamamına yakını da dayanıklı bulunmuştur. Bu durum kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı materyal ile melezlenen biber genotiplerinin melezlerinin arazi şartlarında etmene dayanabileceğini açık olarak göstermektedir.

2. Tarla denemelerine paralel olarak yürütülen saksı denemelerinde hastalık oranları değerlerinin yüksek çıkması ve özellikle hassas genotiplere ait bitkilerin tamamının hastalanması hastalığın ortaya çıkmasındaki en önemli çevre faktörünün toprak olduğu sonucunu düşündürmektedir. Duyarlı bulunan K211xP-35 genotipinin melezlerinde hastalanma oranlarının daha düşük bulunması hassas genotiplerde dayanıklılığı etkileyen minör genlerin bulunduğu göstergesi olabilir. Nitekim hassas genotipler arasında da hastalığa dayanıklılık yönünden farklılıklar bulunmuştur.

3. Ele alınan genotipler Kahramanmaraş kırmızı biber populasyonunun taze kırmızı biber verimi değerlerinde verime sahip olmuşlardır. Bunlardan K211xP-67, K211xCM-13 ve K12xK211-15, kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanım gösteren verimli açık tozlanan biber çeşitleri geliştirilmesine uygun genotipler olarak görülebilir. Melez genotiplerden K211xP-67x46, K211xP-11x46 ve K211xPB-102x46 melezleri Kahramanmaraş kırmızı biber populasyonunun üst sınırına yakın verim değerine ulaşan genotiplerdir. Ancak bölgedeki biber işletmelerinin üretim alışkanlıkları ve işletme büyüklükleri göz önüne alındığında hibrit çeşitlerin tavsiyesi şimdilik mümkün görülmemektedir. Fakat bu tip hibritler modern yetiştirme

teknikleri uygulamak ve fide ile yetiştiricilik yapmak isteyen üreticilere bir alternatif olarak sunulabilir.

4. Genotiplerden birçoğunun meyve genişliği, meyve uzunluğu, meyve eti kalınlığının ve meyve ağırlığı değerleri kırmızı biber üretimi için uygun aralıklarda bulunmuştur. Bu değerler biber işletmeleri tarafından meyve sapının çıkarılması amacı ile kullanılan makinaların verimli bir şekilde kullanılması bakımından önemlidir. Bu özellikler bakımından yeterli standartlara sahip bir çeşit geliştirilmesi faydalı olabilir.

5. Farklı meyve eti kalınlığına sahip genotiplerin kırmızı biber işleyen işletmelerde kurutulması çeşitli sorunlara yol açmaktadır. Parçalanmış materyalin bir kısmı nemini korurken diğer bir kısmı ise aşırı ısıya maruz kalarak kararmaktadır. Bu çalışmada homojen meyve eti kalınlığına sahip genotipler elde edilmiştir.

6. Çalışmada kullanılan biber genotiplerinin tam kırmızıya yakın renk ile kırmızı-turuncu renkler arasında değiştiği belirlenmiştir. K12xK211-46 sifra en çok yaklaşan genotip olmuş ve görsel anlamda kırmızı renkleri en fazla ifade eden genotip olmuştur. Rengin belirlenmesi kolorimetrik farklılıklardan yararlanılabilir ve bu amaçla renk ölçüm cihazlarının kullanılabilmesi düşünülmektedir.

7. Toplam karotenoid içeriği bakımından genotipler arasında büyük farklılıklara rastlanmıştır. Bu durum kökboğazı hastalığına dayanıklı olarak kullanılacak genotiplerin toplam karotenoid içeriği bakımından da oldukça umut verici olduğunu göstermektedir. Özellikle bazı ebeveynler [K211xCM-44 ve K12xK211-15] melezler [PBxPM-2x46, K12xK211-15xS ve K211xPB-102x46] yüksek sayılabilecek toplam karotenoid içeriğine sahiptirler.

8. Dünyada yetiştiriciliği yapılan biber çeşitleri gözönüne alındığında, çalışmada ele alınan biber genotiplerinin toplam kapsaisinoid içerikleri, düşük ile orta düzey arasında sayılabilir. Biberde acılığın önemi ve kişilerin isteklerine göre ayarlanmış acılığa sahip biber üretiminin gerekliliği üzerinde durulmalıdır. Belirli acılık seviyeleri gösteren çeşitlerin yetiştirilip bu biberlerden öğütülmüş biber üretmek ya da acılığı bulunmayan çeşitlerden elde edilen toz veya pul biberin içerisine acı olanlarının ilave edilmesi ile toz ve pul biberde ürün çeşitliliğini

artırabilir. Ancak ikinci durumda üretim partilerinin oldukça homojen karıştırılması gerekliliği de göz önüne alınmalıdır.

9. Çalışmada ele alınan materyalde incelenen özelliklerin kalımları da çoklu dizi analizi ile irdelenmiştir. Önemli özelliklerden biri olan taze ve kuru verimin kalıtımında eklemeli gen etkisinin önemli bir öge olduğu görülmüştür. Tek tohum dölü (SSD) gibi basit ıslah metodlarının ve bunun yanında tekrarlamalı seleksiyon yönteminin (recurrent selection) de bu özelliğe yönelik ıslah çalışmalarında etkili bir şekilde kullanılabileceği düşünülmektedir.

10. Meyve uzunluğu, meyve ağırlığı ve bitki başına meyve sayısı özelliklerinin kalıtımında da eklemeli genlerin etkisinin ön planda olduğunu söylemek mümkündür. Meyve eti kalınlığı için eklemeli genlerin etkisinin daha fazla olduğundan söz edilebilse de genotiplerin birbirine yakın meyve eti kalınlığı değerleri göstermeleri nedeni ile varyasyon oldukça düşük çıkmış ve tahminlenen varyanslarda sapmalar meydana gelmiştir. Bu bakımdan ele alınan popülasyonun meyve eti kalınlığı özelliğinin kalıtımının hesaplanması bakımından uygun olmadığı söylenebilir.

11. Kırmızı biber üretimi açısından oldukça önemli olan acılık özelliğinin kalıtımı da çalışmada incelenen özellikler arasındadır. Acılıkta da eklemeli gen etkilerinin önemli olduğu anlaşılmış; fakat bunun yanında dominantlık etkisinin de önemli olduğu görülmüştür. Bu özellik bakımından çalışmada kullanılan genotiplerin değişik seviyelerde acılığa sahip kırmızı biber geliştirmek için uygun ve yeterli olduğu anlaşılmıştır. Bununla birlikte bunlardan çok daha acı genotiplere de ileriki çalışmalarda yer verilmesi yararlı olacaktır.

12. Denemelerimizde yer alan genotiplerin öğütülmüş meyvelerinin kolorimetrik özelliklerinin kalıtımı oldukça karmaşık ve kalıtım derecesi düşük bulunmuştur. Bunun açıklaması ve bu karmaşıklığın nedeni bu özelliklerin çevreden oldukça etkilenmesine bağlanmıştır. Bu değerler bakımından seleksiyon yapıldığında farklı çevrelerde denemelerin yürütülmesi ve bu özelliğinin ortaya çıkmasını etkileyecek ışıklandırma süresi ve yoğunluğu gibi parametrelerin stabilite analizleri ile değerlendirilmesi neticesinde istenilen özelliklere sahip genotiplerin seçilmesi uygun olacaktır.

13. İncelenen materyalde toplam karotenoid içeriği özelliğinin eklemeli olmayan gen etkisinin altında olduğu belirlenmiştir. Melezlerin ÖKY etkileri incelendiğinde birçok melezin istatistiksel anlamda yüksek ve önemli ÖKY gösterdikleri görülmektedir. Bu durum karotenoid içeriğinin çevreden etkilendiğini göstermekle birlikte dominantlığın gücü de yadsınamaz. Ele alınan araştırma materyali heterozis gücünden yararlanılarak toplam karotenoid içeriği yüksek çeşitler geliştirmek için oldukça uygun bulunmuştur.

14. Genel olarak dayanıklı bireylerle melezlenen hassas ebeveynlerin F₁ melezlerinin arazide dayanıklı olacağı bu çalışmanın en önemli sonuçlarından birisidir. Arazi koşullarında dayanıklılık bakımından heterozis etkisinin önemli olduğu görülmüş olup bundan ıslahta kolayca yararlanılabileceği ortaya çıkmıştır. Yapılan “t” testinin bulguları bu özellik bakımından ortaya çıkan heterozis değerlerinin önemli olduğunu göstermiştir. Arazide ortaya çıkan hastalığa dayanıklılık özelliğinin büyük ölçüde dominant ve eklemeli genlerin etkisi altında olduğu düşünülebilir.

15. Ebeveynlerin serada hastalık oranı değerleri bakımından GKY incelendiğinde CMxPM-52, K211xCM-13, K12xK211-46, PBxPM-2 ve PBxPM-65 genotiplerinin dayanıklılıklarını melezlerine daha yüksek oranlarda geçirebildikleri anlaşılmıştır.

Genel bir değerlendirme yapmak gerekirse, ele alınan materyalden kök boğazı yanıklığına dayanıklı, verimli ve kaliteli kırmızı biber çeşitleri geliştirmek olası görünmektedir. Böyle bir çalışma için “geriye melezleme ve tekrarlamalı seleksiyon” yöntemleri ile çalışılması yararlı olacaktır. Bu amaçla çalışmanın devamı bir TAGEM projesi ile sağlanmıştır.

KAYNAKLAR

- ABAK, K. 1982. Biberlerde kökboğazı yanıklığına dayanıklılığın kalıtımı üzerinde araştırmalar. A.Ü.Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Doçentlik Tezi, Ankara.
- ABAK, K. and POCHARD, E. 1982. Aggressivity of Various *Phytophthora capsici* Isolates from Turkey on Two Partly Resistant Pepper Lines. Capsicum and Eggplant Newsletter, 1: 62-63
- ABAK, K., POCHARD, E. and DUMES DE VAULX, R. 1982. Transmission of Resistance to *Phytophthora capsici* on Roots and Stems of Pepper Plants : Study of Doubled Haploid Lines Issued From The Cross “PM 217” x “Yolo Wonder” Through Anther Culture. Capsicum and Eggplant Newsletter, 1: 62-65
- ABAK, K. 1995. Kahramanmaraş kırmızı biberinde ihracata yönelik kaliteli yetiştirme, işleme ve pazarlamada karşılaşılan sorunlara çözüm arayışları. Panel, KSÜ Rektörlüğü Yayınları No:XI, Kahramanmaraş.
- AÇIKGÖZ, N. ve ÖZCAN, K. 1999. TARPOGEN: Populasyon genetiği için bir istatistik paket programı. 3. Ulusal Tarımda Bilgisayar Uygulamaları Sempozyumu. 28-30 Eylül 1999, ADANA.
- AHMED, N., HURRA, M., WANI, S. A. and KHAN, S. H. 2003. Gene action and combining ability for fruit yield and its component characters in sweet pepper. Capsicum and Eggplant Newsletter. 22:55-58.
- AHMED, N., SINGH, J. and BAJAJ, K. L. 1982. Genetics of Capsaicin Content in Chilli Pepper (*Capsicum annuum* L.) Capsicum and Eggplant Newsletter, 1: 33.
- AHMED, N., SINGH, J. and VIRK, D. S. 1982. Inheritance of some quantitative characters in Chilli pepper (*Capsicum annuum* L.). II. Earliness, seed number, fruit weight and plant height. Capsicum and Eggplant Newsletter. 1: 31

- AKINCI, S. and AKINCI, I. E. 2004. Evaluation of Red Pepper for Spice (*Capsicum annuum* L.) Germplasm Resource of Kahramanmaras Region (Turkey). Pakistan Journal of Biological Sciences , 7 .
- ALCANTARA, P. and BOSLAND, P.W. 1993. A Seedling Screening Technique For Foliar Blight (*Phytophthora capsici*) of *Capsicum*. Capsicum and Eggplant Newsletter, 12: 83-84.
- ALEGBEJO, M. D. and ERINLE, I. D. 1999. Screening of advanced breeding pepper lines for resistance to basal stem rot and wilt. Capsicum and Eggplant Newsletter. 19: 109–110.
- ANAND, N. and DESHPANDE, A. A. 1985.. Judicious choice of female parents to enhance hybrid seed yields in chilli pepper. Capsicum and Eggplant Newsletter. 4, 43-44.
- ANU, A. and PETER, K. V. 2000. The Chemistry of Paprika. Capsicum and Eggplant Newsletter, 19 (2000): 19-22.
- APPENDINO, G., GIANCARLO, C., PALMISANO, G., ANNUNZIATA, R. and SZALLASI, A. 1996. Synthesis and Evaluation of Phorboid 20-Homovanillates: Discovery of a Class of Ligands Binding to the Vanilloid (Capsaicin) Receptor with Different Degrees of Cooperativity J. Med. Chem., 39, 3123-3131
- ARICI, E. and BASIM, E. 2001. Determination of Fungal Pathogens of Pepper and Eggplant in the Province of Isparta and Burdur. XI EUCARPIAN Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum and Eggplant. April 9-13. Antalya. 320-323.
- ARPACI, B. B., BALIKÇI T. ve ABAK, K. 2004. Kahramanmaraş Kırmızı biberlerinin (*Capsicum annuum* L.) Karakterizasyonu. 1. Kahramanmaraş Sempozyumu. Cilt 3. 1367-1372.
- ARPACI, B. B., BALIKÇI, T. ve ABAK, K., 2008. Kahramanmaras Biberi Islahı ve Gelistirilen Biber Hatlarının Bitki Özellikleri ile Verim ve Kaliteleri VII. Sebze Tarımı Sempozyumu. 26 -29 Ağustos 2008. Yalova.
- ASTA, 2004. Method 21.3. Pungency of Capsicum and their oleoresins (HPLC method- preferred), Revised October 2004), <http://www.astaspice.org>.

- BABADOOST, M. and ISLAM, S. Z. 2004. Bell Pepper Evaluation for Resistance to *Phytophthora* Blight Department of Crop Sciences, University of Illinois, Urbana, IL 61801.
- BAJAJ, K. L., KAUR ,G. and SINGH, J. 1983. Sweet Pepper Varieties. Capsicum and Eggplant Newsletter, 2: 77-79.
- BARAL, J., SY, O. and BOSLAND, P. W. 2004. A Comparison Between A Detached Leaf and Whole Plant Method for Screening *Phytophthora* Foliar Blight Resistance in Chile (*Capsicum annuum*). Capsicum and Eggplant Newsletter 23: 125-128.
- 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.
- BILES, C. L., WALL, M. N., WAUGH, M., and PALMER, H. 1993. relationship of *Phytophthora* fruit rot to fruit maturation and cuticle thickness of New Mexican-type peppers. Phytopathology 83:607-611.
- BILES, C. L., BRUTON, B. D., WALL, M. M. and RIVAS, M. 1995. *Phytophthora capsici* zoospore infection of pepper fruit in various physical and environments. Proc. Oklahoma Acad. Sci., 75: 1-5
- 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.
- BOITEUX, S., CUPERTINO, F.P. and REIFSCHNEIDER, F. J. B. 1993. *Capsicum chinense* PI 159236: A Source of Resistance To *Phytophthora capsici* and Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV). Capsicum and Eggplant Newsletter, 12: 76.
- BOSLAND, P. W. and VOTAVA, E. J. 1999. Peppers: Vegetable and Spice Capsicums. CAB International, Wallingford, UK, 204 pp.
- BOSLAND, P. W., and LINDSEY, D. L. 1991. A seedling screen for *Phytophthora* root rot of pepper, *Capsicum annuum*. Plant Diseases 75: 1048-1050

- BOWERS, J. H., and MITCHELL, D. J. 1991. Relationship between inoculum level of *Phytophthora capsici* and mortality of pepper. *Phytopathology* 81:178-184.
- BOWERS, J.H. and MITCHELL, D. J. 1990. Effect of soil-water matric potential and periodic flooding on mortality of pepper caused by *Phytophthora capsici*. *Phytopathology* 80:1447-1450.
- BRUIN, G. C. A., and EDGINGTON, L. V. 1982. Induction of fungal resistance to Metalaxyl by ultraviolet irradiation. *Phytopathology* 72:476-480
- CAFE-FILHO, A. C. and DUNIWAY, J. M. 1995. Effect of furrow irrigation schedules and host genotype on *Phytophthora* root rot of pepper. *Plant Disease*. 79:39-43.
- ÇAKAN, M. 1996. Kahramanmaraş İlinde (Narlı Bölgesi) Kırmızı Biber Üretimi ve Üretim Girdilerinin Ekonometrik Analizi. K.S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş.
- CHALUKOVA, M., PUNDEVA, R. and LUKARSKA, E. 1987. TLC-Spectra of Carotenoid Fruit Pigments In Some Pepper Species. *Capsicum and Eggplant Newsletter*, 6: 21-22.
- CHAUDHRY, M. N. A., AKHTAR, A. S. and KHAN, R. A. A. 1995. *Phytophthora* problem on chillies and its control *Capsicum and Eggplant Newsletter*. 14: 62-65.
- CHOI, K. S. and PAE, D. H. 1985. A new hybrid 'Wonkyo 306' with the multi-resistance in *Capsicum annuum*. *Capsicum and Eggplant Newsletter* 4:25-26.
- CHOI, K. S., YOUNG, H. O., CANG, H. L. and JAE, W. L. 1985. Studies On Varietal Differences and Inheritance of Resistance to *Phytophthora capsici* In Red Peppers Of Korea. *Capsicum and Eggplant Newsletter*, 5:39-40 p.
- CHRISTOPHER, S. J., WALPOLE, S. B., BLOOMFIELD, G., BRECKENRIDGE, R., IAIN, F. J., RITCHIE, T., SZALLASI, A., WINTER, J., and WRIGGLESWORTH, R. 1996. Similarities and Differences in the Structure-Activity Relationships of Capsaicin and Resiniferatoxin Analogues *J. Med. Chem.*, 39, 2939-2952

- ÇINAR, A. ve BİÇİCİ, M. 1977. *Phytophthora capsici* Leon Karşı Çeşitli Preparatların Etkinliklerinin Saptanması. Doğa, 1 (5): 152-154.
- COFFEY, M. D. and BOWER L., A. 1984. In vitro variability among isolates of eight *Phytophthora* species in response to phosphorous acid. Phytopathology 74:738-742
- COHEN, Y. and COFFEY, M. D. 1986. Systemic fungicides and the control of oomycetes. Annual Review of Phytopathology 24: 311-338.
- COLLINS, M. and BOSLAND, P. W. 1994. Rare and Novel Capsaicinoid Profiles In *Capsicum*. Capsicum and Eggplant Newsletter, 13: 48-51.
- CONSTANT, H. L. and CORDELL, G. A. 1996. Nonivamide, a Constituent of *Capsicum oleoresin* J. Nat. Prod., 59, 425-4
- CRISTINZIO, G. 1987. Studies on Biological Control of *Phytophthora capsici* on Pepper. Capsicum and Eggplant Newsletter, 6: 65.
- CRISTINZIO, G. and D'AMBROSIO, C. 1987. Interaction Between Four Viruses and *Phytophthora capsici* on Pepper. Capsicum and Eggplant Newsletter, 6: 66-67.
- CRISTINZIO, G. and SACCARDO, F. 1982. Resistance In *Capsicum* To *Phytophthora capsici* Introduced By Using Gamma-Rays Capsicum and Eggplant Newsletter, 1: p.65-68
- CRISTINZIO, G. and SACCARDO, F. 1985. Resistance In A Mutant of Pepper To Six Isolates of *Phytophthora capsici*. Capsicum and Eggplant Newsletter, 3: 31-32.
- DAUBEZE, A. M., PALLOIX, A. and POCHARD, E. 1990. Resistance of Androgenetic Autodiploid Lines of Pepper To *Phytophthora capsici* and Tobacco Mosaic Virus Under High Temperature. Capsicum and Eggplant Newsletter, 8-9: 47-48.
- DEACON, J. W. and DONALDSON, S. P. 1993. Molecular recognition in the homing responses of zoosporic fungi, with special reference to Pythium and *Phytophthora*. Mycol. Res. 97 : 1153-1157.

- DEEPA, N., KAURA, C., GEORGEA, B., SINGH, B. and KAPOORC, H. C. 2007. Antioxidant constituents in some sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) genotypes during maturity. Food Science and Technology. 40:1 p. 121-129.
- DELEN, N. and YILDIZ, M. 1984. Studies on The Sensitivity of *Phytophthora capsici* Isolates To Metalxyl Capsicum and Eggplant Newsletter, 4: 58.
- DEMİR, İ. ve TURGUT, I. 1999. Genel Bitki Islahı. Ege Üniversitesi Ziraat Fak. Yay. No:496. Bornova, İzmir.
- DEMİR, L. 1996. Kahramanmaraş Kırmızı Biberinin Farklı Materyaller Üzerine Serilerek Güneşte Kurutulması Üzerine Bir Çalışma. K.S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş.
- DEMİRCİ, F. and DOLAR, F.S.. 2006. Effects of some plant materials on *Phytophthora* blight (*Phytophthora capsici* Leon.) of pepper. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 30, 247-252
- DOSHI, K.M. 2003. Genetic architecture of chilli (*Capsicum annuum* L.). Capsicum and Eggplant Newsletter. 22: 33-36.
- DRENTH, A. and GUEST, D. I. 2004. Diversity and Management of *Phytophthora* in Southeast Asia. Diversity and management of *Phytophthora* in Southeast Asia. ACIAR Monograph No. 114, 238p. LWT 40 (2007) 121–129
- ERWIN, D. C. and RIBEIRO, O. K. 1996. *Phytophthora* Diseases Worldwide. APS Press, St. Paul, Minnesota, 562 pages.
- ESTRADA, B., DIAZ, J., MERINO, F. and BERNAL, M. A. 1999. The Effect of Seasonal Changes on The Pungency Level of Padron Pepper Fruits. Capsicum and Eggplant Newsletter, 18: 28-31.
- FALCONER, D. S. 1964. Introduction to Quantitative Genetics. Oliver and Boyd Ltd. London.
- FAO, 2009. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>
- FERNANDEZ-PAVIA, S. P. and LIDDELL, C. M. 1998. Lack of Evidence For Translocation of Resistance Factors Between Roots and Foliage of *Capsicum annuum* Infected By *Phytophthora capsici*. Capsicum and Eggplant Newsletter, 17: 66-68.

- FORSTER, H., ADASKAVEG, J. E., KIM, D. H. and STANGHELLINI, M. E. 1998. Effect of phosphite on tomato and pepper plants and on susceptibility of pepper to *Phytophthora* root and crown rot in hydroponic culture. Plant Disease 82:1165-1170.
- GALMARINI, C. R. 1997. Pepper Breeding in Argentina. Capsicum and Eggplant Newsletter. 16: 28-34.
- GEVENS, A. J., DONAHOO, R. S., LAMOUR, K. H. and HAUSBECK, M. K. 2007. Characterization of *Phytophthora capsici* from Michigan surface irrigation water. Phytopathology 97:421-428.
- GILABERT, C., BILOTTI, G., REQUENA, M. E., EZZIYYANI, M., VIVOMOLINA, J. M. and CANDELA, M. E. 2008. Pepper morphological traits related with resistance to *Phytophthora capsici* Biologia Plantarum, vol 52; number 1, pages 105-109
- GIL-ORTEGA, R., ESPAÑOL, C. P. J. and ZUECO, J. C. 1984. Comparison Between Two Methods of Inoculation of *Phytophthora capsici* on Pepper Adult Plants Capsicum and Eggplant Newsletter, 4: 56-57.
- GIL-ORTEGA, R., ESPAÑOL, C. P. J. and ZUECO, J. C. 1985 a. Pepper response to *Phytophthora capsici* Leon zoospore inoculation. I. Influence of temperature and fungus isolate. Capsicum and Eggplant Newsletter, 3: 33-34.
- GIL-ORTEGA, 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., ESPAÑOL, C. P. and ZUECO, J. C. 1985 b. Pepper response to *Phytophthora capsici* Leon zoospore inoculation. II. Influence of plant age and inoculation dose. Capsicum and Eggplant Newsletter, 3: 35-36.
- GIL-ORTEGA, R., ESPAÑOL, C. P. and ZUECO, J. C. 1985 c. Pepper response to *Phytophthora capsici* Leon mycelial inoculation Influence of temperature and fungus isolate. Capsicum and Eggplant Newsletter, 3: 37-38.

- GLOSIER, B. R. 2008. A differential series of pepper (*Capsicum annuum*) lines delineates fourteen physiological races of *Phytophthora capsici*. Euphytica. v.162(1):23-30.
- GÖÇMEN, M. 2006. Biberlerde *Phytophthora capsici*'ye karşı dayanıklılıkta genotip X izolat interaksyonu ve farklı dayanıklılık kaynaklarının karakterizasyonu: Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi.
- GÖÇMEN, M. ve ABAK, K. 2006. F₁ Hibrit Biber Çeşitlerinin *Phytophthora capsici*'ye Karşı Tepkilerinin Belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, , 19(2),199-205
- 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.
- HAUSBECK, M. K. and LAMOUR, K. H. 2004. *Phytophthora capsici* on vegetable crops: Research progress and management challenges. Plant Dis. 88:1292-1303.
- HEISER, B. 1973. Seed to civilization. The story of man's food. Freeman. San Francisco/Reading. 243 pp.
- HENDERSON, D. E., SLICKMAN, A. M. and HENDERSON, S. K. 1999. Quantitative HPLC Determination of the Antioxidant Activity of Capsaicin on the Formation of Lipid Hydroperoxides of Linoleic Acid: A Comparative Study against BHT and Melatonin J. Agric. Food Chem., 47, 2570-2563
- HESHAM, A. E., MOSTAFA, B. E. and HUSSEIN, A. S. 2007. Capsaicin content and quality characteristics in different local pepper varieties (*Capsicum annuum*) and Acid- Brine Pasteurized Puree. Journal of food technology 5 (3): 246-255
- HORD, M. J. and RISTAINO, J. B. 1991. effects of physical and chemical factors on the germination of oospores of *Phytophthora capsici* in vitro. Phytopathology 81:178-184.

- HORNERO-MENDEZ, D., GUEVARA, R. G. and MI'NGUEZ-MOSQUERA, M. I. 2000. Carotenoid Biosynthesis Changes in Five Red Pepper (*Capsicum annuum* L.) Cultivars during Ripening. Cultivar Selection for Breeding J. Agric. Food Chem., 48, 3857-3864
- HORWATH, H. Z. and HODUR, C. 2007. Colour of paprika powders with different moisture content. Int. Agrophysics. 21. 67-72.
- HURTADO-HERNANDEZ, I. H. and SMITH, P.G. 1985. Inheritance of mature fruit color in *Capsicum annuum*. J. Hered. 76:211-213.
- HUSSAIN, A., AHMAD, M. N., AKHTAR, A. S. 1990. Protect Chillies Crop From *Phytophthora*. Capsicum and Eggplant Newsletter, 8-9:59.
- HWANG, B. K. and SUNG, N. K. 1989. Effect of metalaxyl on capsidiol production in stems of pepper plants infected with *Phytophthora capsici*. Plant Diseases 73: 748-751.
- HWANG, B. K. and KIM, C. H. 1995. *Phytophthora* blight of pepper and its control in Korea. Plant Dis. 79:221-227. 12.
- HWANG, J. S. and HWANG, B. K. 1993. Quantitative evaluation of resistance of Korean tomato cultivars to isolates of *Phytophthora capsici* from different geographic areas. Plant Disease 77:1256-1259.
- İREN, S. ve MADEN, S. 1976. Bazı Patlıcangil ve Kabakgil Türlerinin Biberlerde Yanıklık Etmeni *Phytophthora capsici* Leon. Enfeksiyonlarına Karşı Serada Reaksiyonlarının Tespiti. A.Ü. Zir.Fak.Yıllığı. No:26.
- İŞBECEREN, A., 1992. Anter kültürü ile elde edilen bazı biber hatlarında kök boğazı yanıklığına (*Phytophthora capsici* Leon.) dayanıklılık ve diallel melezleme üzerinde araştırmalar. Ankara Üniv. Fen Bil. Enst. (Doktora Tezi), Ankara.
- ISHIKAWA, K., JANOS, T., SAKALLOTO, S. and NUNOMURA, O. 1998. The Contents of Capsaicinoids and Their Phenolic Intermediates In The Various Tissues of The Plants of *Capsicum annuum* L. Capsicum and Eggplant Newsletter, 17: 22-25.
- JIANG, Z. Q., YA-HUI, G., SHI-MO, L., HONG-YING, Q. and JIAN-HUA, G. 2006. Evaluation of biocontrol efficiency of different Bacillus preparations

- and Weld application methods against *Phytophthora* blight of bell pepper. *Biological Control* 36: 216–223.
- JOSHI, S., THAKUR, P.C., VERMA, T. S. and VERMA, H. C. 1991. Intervarietal Crossing of *Capsicum annuum* Hot Pepper Augments The Hybrid Seed Yield. *Capsicum and Eggplant Newsletter*, 10:, 53-54.
- KALLOO, G. 1988. Vegetable breeding. Vol. 1,2 & 3, CRS Press inc., Boca Raton, Florida.
- KARAHAN, O. ve MADEN, S. 1974. Orta Anadolu Bölgesinde Biberlerde Kök Boğazı Yanıklığı (*Phytophthora capsici* Leon.) Hastalığının Tanılanması ve Zararı. *Bitki Koruma Bülteni*, 14 (3): 147-150.
- KESİCİ, S. 1993. Biberlerde Verim, Erkencilik ve Bazı Kalite Özelliklerinde Heterozis Etkisi Üzerinde Araştırmalar. Çukurova Univ. Fen Bil. Enst. Doktora Tezi, Sayfa Sayısı: 224.
- KIM, E. S. and HWANG, B. K. 1992. Virulence to Korean pepper cultivars of isolates of *Phytophthora capsici* from different geographic aeras. *Plant Disease* 76:486-489.
- KIM, H. J., NAHM, S. H., LEE, H. R., YOON, G. B., KIM, K. T., KANG, B. C., CHOI, D., KWEON, O.Y., CHO, M. C., KWON, J. K., HAN, J. H., KIM, J. H., PARK, M. K., AHN, J. H., CHOI, S. H., HER, N. H., SUNG, J. H., KIM, B. D. 2008. BAC-derived markers converted from RFLP linked to *Phytophthora capsici* resistance in pepper (*Capsicum annuum* L.). *Theoretical and Applied Genetics*. v.118(1):15-27.
- KIM, Y. J., HWANG, B. K. and PARK, K. W. 1989. Expression of age-related resistance in pepper plants infected with *Phytophthora capsici*. *Plant Disease* 73:745-747.
- KIMBLE, K. A. and GROGAN, R. G. 1960. Resistance to *Phytophthora* Root Rot in Pepper. *Plant Disease Reporter* 44 (11): 872-873.
- KIRAN, Ö. F. and ERTUNÇ, F. 1998. Detection of the Diseases of Solanaceous Plants in Van Province. *J.Turk. Phytophth.* 27 (2-3): 105-111

- KOBATA, K. T., SUTOH, K., TODO, T. YAZAWA, S., IWAI, W. K. 1999. Nordihydrocapsiate, a New Capsinoid from the Fruits of a Nonpungent Pepper, *Capsicum annuum*. J. Nat. Prod., 62, 335-336.
- KONUKOĞLU, F. 2007. Kahramanmaraş'ta biberlerde kök ve kök boğazı yanıklığı etmeni (*Phytophthora capsici* Leonian)'nin inokulum kaynaklarının belirlenmesi ve entegre mücadelesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi.
- KRAJAYKLANG, M., KLIEBER, A. and PETER, R. 2000. Dry Colour at harvest and post-harvest behaviour influence paprika and chilli spice quality Postharvest Biology and Technology 20: 269–278
- KUŞÇU, A. 2002. Sürekli Sistemde Kurutma İşleminin Kırmızı biberde Kalite Özelliklerine Etkisi Yüksek Lisans Tezi Gıda Mühendisliği Anabilimdalı Isparta.
- LAMOUR, K. H. and HAUSBECK, M. K. 2000. Mefenoxam insensitivity and the sexual stage of *Phytophthora capsici* in Michigan cucurbit fields. Phytopathology 90:396-400.
- LAMOUR, K. H. and HAUSBECK, M. K. 2001. The dynamics of mefenoxam insensitivity in a recombining population of *Phytophthora capsici* characterized with amplified fragment length polymorphism markers. Phytopathology 91:553-557.
- LAMOUR, K. H. and HAUSBECK, M. K. 2003 a. Susceptibility of mefenoxam-treated cucurbits to isolates of *Phytophthora capsici* sensitive and insensitive to mefenoxam. Plant Dis. 87:920-922.
- LAMOUR, K. H. and HAUSBECK, M. K. 2003 b. Effect of crop rotation on the survival of *Phytophthora capsici* in Michigan. Plant Dis. 87:841-845.
- LEE, B. K., KIM, B. S., CHANG, S. W. and HWANG, B. K. 2001. Aggressiveness to pumpkin cultivars of isolates of *Phytophthora capsici* from pumpkin and pepper. Plant Dis. 85:497-500.
- 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.
- LINDSEY, K. and BOSLAND, P. W. 1996. A Field Study of Environmental Interaction on Pungency. Capsicum and Eggplant Newsletter. 14: 36-38.
- LIU, J. Y. Y., IIN, W. and ZHOU, Y. 1998. Resistance To *Phytophthora* Blight In Hot Pepper Germplasm. Capsicum and Eggplant Newsletter, 17: 64-65.
- MAHAJAN, G., SINGH, K. G., SHARDA, R. and SIAG, M. 2007. Response of red hot pepper (*Capsicum annuum*) to water and nitrogen under drip and check basin method of irrigation. Asian journal of plant sciences 6 85):815-820.
- MARAME, F., DESALEGNE, L., SINGH, H. and FININSA, C. 2008. Genetic Components and Heritability of Yield and Yield Related Traits in Hot Pepper. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. 4 (6): 803-809.
- MARIN, V. O. and LIPPERT, L. F. 1975. Combining ability analysis of anatomical components of the dry fruit in chili pepper. Crop Sci. 15, 326-329.
- MAYER, A. and HAREL, E. 1979. Polyphenol oxidates in plants. Phytochem. 18: 193-215.
- MC GUIRE, R.G. 1992. Reporting objective color measurements. HortScience 27:1254-1255
- MENA, G. L., MUNOZ, C. I., GUZMAN, P. A. and BAILEY, A. M. 1994. Variation in cutinase, esterase, and chromosome patterns in Nop mutants of a transformed pathogenic strain of *Phytophthora capsici*. Phytopathology 84:502-508.
- MI'NGUEZ-MOSQUERA, M. I., PE'REZ-GA'LVEZ, A. and GARRIDO-FERNA'NDEZ, J. 2000. Carotenoid Content of the Varieties Jaranda and Jariza (*Capsicum annuum* L.) and Response during the Industrial Slow Drying and Grinding Steps in Paprika Processing. J. of Agric. Food Chem., 48, 2972.
- MILKOVA, L. and CHALUKOVA, M. 1984. A Study of Pepper Colour Inheritance By The CIE 1976 System. Capsicum and Eggplant Newsletter, 3: 28.

- MILKOVA, L., VITANOV, M. and DASKALOV, S. 1988. Phytostop – A New Cultivar Resistant To *Phytophthora capsici* Capsicum and Eggplant Newsletter, 7: 62.
- MINGUEZ-MOSQUERA, M. I., HORNERO-MÉNDEZ, D. and PÉREZ-GÁLVEZ, A. 2002. Carotenoids and provitamin A in functional foods. Methods of Analysis for Functional Foods and Nutraceuticals. Minguez-Mosquera MI. (eds). Crc Press Llc, 57 s.
- MIRANDA, J. E. C., COSTA, C. P. and MALUF, W. R. 1988 a. Diallel analysis in sweet pepper II. Genetic components of variance. Revista Brasileira de Genetica (1988). [Plant Breeding Abs. 1990. Vol. 60 No. 10. 1193].
- MIRANDA, J. E. C., COSTA, C. P. and MALUF, W. R. 1988 b. Genotypic, phenotypic and environmental correlations among fruit and plant traits in sweet pepper (*C. annuum* L.) Revista Brasileira de Genetica (1988). [Plant Breeding Abs. 1990. Vol. 60. No:10. 1193].
- MISHRA, R. S., LOTHAN, R.E., MISHRA, S. N., PAUL, P. K. and MISHRA, H. N., 1988. Results of heterosis breeding on chilli (*C. annuum* L.) Capsicum and Eggplant Newsletter ,7: 52-53.
- NAZEER, A., SINGH, J. and BAJAJ, K. L. 1982. Genetics Of Capsaicin Content In Chilli Pepper (*Capsicum annuum* L.) Capsicum and Eggplant Newsletter, 01 :33
- OHTA, Y. 1962. Physiological and genetical studies on the pungency of *Capsicum* VI. Secretory organs, receptacles and distribution of capsaicin in the *Capsicum* fruit. Jen. J. Breed 12. 182-183.
- OUIMETTE, D.G. and COFFEY, M.D. 1989. Comparative antifungal activity of four phosphonate compounds against isolates of nine *Phytophthora* species. Phytopathology 79:761-767.
- PALLOIX, A., DAUBEZE, A. M., POCHARD, E., MOLOT, P. M. and MAS, P. 1984 a. Effect of *Capsicum annuum* Roots on Zoosporangial Formation In *Phytophthora capsici*. Capsicum and Eggplant Newsletter, 4: 60-61.
- PALLOIX, A., DAUBEZE, A. M., POCHARD, E., MOLOT, P. M. and MAS, P. 1984 b. Relationship Inoculum Density - Disease Incidence In The

- Interaction *Capsicum annuum* - *Phytophthora capsici*. *Capsicum and Eggplant Newsletter*, 4: 62-63.
- PARRA, G. and RISTAINO, J. B. 2001. Resistance to mefenoxam and metalaxyl among fields isolates of *Phytophthora capsici* causing *Phytophthora* Blight of Bell Pepper, *Plant Dis.* 85 (10), pp. 1069–1075.
- PATEL, J. A., SHUKLA, M. R., DOSHI, K. M., PATEL, B. R. and PATEL, S. A. 1998. Combining ability analysis for green fruit yield and yield components in chilli (*Capsicum annuum* L.). *Capsicum and Eggplant Newsletter*. 17: 34-38
- PESTI, M. and NIEMI, H. A. T. 1984. Selection System For Breeding Pepper Varieties Resistant Against *Phytophthora capsici*. *Capsicum and Eggplant Newsletter*, 4: 59.
- POCHARD, 1977. Locating genes in *Capsicum annuum* L. by trisomic analysis. *Ann. Amelior. Plant* 27, 255-266.
- POCHARD, 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. and DAUBÈZE, A. M. 1982. Comparison of Three Different Sources of Resistance to *Phytophthora capsici* in *Capsicum annuum*. *Capsicum and Eggplant Newsletter*, 1: 59-62.
- POCHARD, E., MOLOT, P. M. 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.
- QUESADA-OCAMPO, L. M., FULBRIGHT, D. W. and HAUSBECK, M. K. 2009. Susceptibility of Fraser fir to *Phytophthora capsici*. *Plant Dis.* 93:135-141.
- QUIRIN, E. A., OGUNDIWIN, E. A., PRINCE, J. P., MAZOUREK, M., BRIGGS, M. O., CHLANDA, T. S., KIM, K. T., FALISE, M., KANG, B. C. and JAHN, M. M. 2005. Development of sequence characterized amplified region (SCAR) primers for the detection of Phyto.5.2, a major. QTL for

- resistance to *Phytophthora capsici* Leon. in pepper. Theor. Appl. Genet. 110: 605–612.
- RAO, P. V. and CHHONKAR, V. S., 1982. Heterosis for ascorbic acid content in chilli. Capsicum Newsl. 1, 34.
- RASHID, M., CHEEMA, A. A. and ASHRAF, M. 2007. Line x tester analysis in basmati rice. PJB. 39 (6).
- REDDY, M. G., KUMAR MOHAN, H. D. and SALIMATH, P. M. 2008. Heterosis Studies in Chillies (*Capsicum annum* L.). Karnataka J. Agric. Sci., 21(4) : 570-571.
- 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.
- RIBEIRO, A. and COSTA, C. P. D. 1990. Inheritance of Pungency in *Capsicum-Chinense* Jacq. Solanaceae. Revista Brasileira de Genetica 13, 815-24.
- RIBEIRO, C. S. C., LOBO JUNIOR, M. ; HENZ, G. P. ; REIFSCHNEIDER, F. J. B. 2003. Evaluation of *Capsicum* spp genotypes for resistance to *Phytophthora capsici* in Brasil. Capsicum and Eggplant Newsl. 22: 125–126.
- RIBEIRO, C. S. C., LOPES, C. A. and REIFSCHNEIDER, F. J. B. 1997. Identification of Sources of Juvenile Resistance in *Capsicum* spp. To *Phytophthora capsici*. Capsicum and Eggplant Newsletter, 16: 101
- RILEY, M. K. and BOSLAND, P.W. 1995. Additional Sources of Resistance To Verticillium Wilt and *Phytophthora* Root Rot of *Capsicum*. Capsicum and Eggplant Newsletter, 14: 65-67.
- RISTAINO, J. B. 1990. Intraspecific Variation Among Isolates of *Phytophthora capsici* from pepper and Cucurbit Fields in North Carolina. Phytopathology 80:1253-1259.
- RISTAINO, J. B., LARKIN, R. P, and CAMPBELL, C. L. 1994. Spatial dynamics of disease symptom expression during *Phytophthora* epidemics in bell pepper. Phytopathology 84:1015-1024.

- ROBI, R., and SREELATHAKUMARY, I. 2004. Influence of maturity at harvest on capsaicin and ascorbic acid content in hot chilli (*Capsicum chinense* Jacq.). *Capsicum and Eggplant Newsletter*, 23 (2004): 13-16.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. 2001. *A Guide to Carotenoid Analysis in Foods*, ILSI Press, Washington, DC
- SALA, F. C., COSTA, C. P., ECHER, M. M., MARTINS, M. C., BLAT, S. F. 2004. Phosphite effect on hot and sweet pepper Reaction to *Phytophthora capsici* *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*, v.61, n.5, p.492-495.
- ŞAMİL, A. 2003. Kırmızı Acı Biberlerin Kapsaisinoid ve Kerotenoid İçeriklerinin Birlikte Analizi İçin Yöntem Geliştirilmesi. Doktora Tezi Sayfa Sayısı: 131
- SAMSON, C. S., TUNG-LIANG, T. H., and BERKE, T. 1997. Use of Near Infrared Reflectance To Measure Capsaicinoids. In, *Pepper (Capsicum Spp)*. *Capsicum and Eggplant Newsletter*, 16: 56-59.
- SANTAMARIA, R. I., REYES-DUARTE, M. D., BARZANA, E., FERNANDO, D., GAMA, F. M., MOTA, M., and LO'PEZ-MUNGUI', A. 2000. A Selective Enzyme-Mediated Extraction of Capsaicinoids and Carotenoids from Chili Guajillo Puya 3067 (*Capsicum annuum* L.) Using Ethanol as Solvent. *J. Agric. Food Chem.*, 48, 3063.
- SATHIYAMURTHY, V. A., VEERARAGAVATHATHAM, D. and CHEZYIAN, N. 2002. Studies on the capsaicine content in chilli hybrids. *Capsicum and Eggplant Newsletter*, 21 (2002): 44-47.
- SHIFRISS, C. and PILOVSKY, M. 1992. Studies of the inheritance of mature fruit color in *Capsicum annuum* L. *Euphytica* 60(2):123-126.
- SING, J. 1985. Genetics of fruit apex in pepper (*Capsicum annuum*). *Journal of Research, Punjab Agricultural University* 22(1), 174-176.
- SING, R. P. and SING, H. N., 1982. Diallel analysis for yield and its contributing traits in chilli. *Crop improvement* 9 (1), 65-68.
- SINGH, J., AHMED, N. and VIRK, D.S. 1982. Inheritance of some quantitative characters in chilli pepper (*Capsicum annuum* L.). *Capsicum and Eggplant Newsletter*. 1: 31 - 32.

- 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.
- SMITH, R., HARTZ, T., AGUIAR, J. and MOLINAR, R. 2005. Chile pepper production in California. Vegetable Production series.
- SOTIROVA, V. and DASKALOV, S. 1983. Use of Induced Mutations In Developing Pepper Forms Resistant to *Phytophthora capsici* Leonian. Capsicum and Eggplant Newsletter, 2: 48-50
- SOYLU, S. 1998. Orta Anadolu Şartlarında Makarnalık Buğday Islahında Kullanılabilecek Uygun Anaç ve Melezlerin Çoklu Dizi Yöntemi ile Belirlenmesi. Selçuk Üniv. Fen Bilimleri Enst. Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Doktora Tezi, Konya.
- SOYLU, S. and KURT, Ş. 2001. Occurrence and Distribution of Fungal Diseases on Greenhousegrown Pepper Plants in Hatay Province. XI EUCARPIAN Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum and Eggplant. April 9-13. Antalya. 315-319
- STANGHELLINI, M. E. and MILLER, R. M. 1997. Biosurfactants: Their Identity and Potential Efficacy in the Biological Control of Zoosporic Plant Pathogens The American Phytopathological Society Plant Disease Vol. 81 No. 1
- SUNG, Y., CHANG, Y. Y. and TING, N. L. 2005 Capsaicin biosynthesis in water-stressed hot pepper fruits. Bot. Bull. Acad. Sin. 46:35-42.
- TAMIETTI, G. and VALENTINO, D. 2001. Physiological characterisation of a population of *Phytophthora capsici* Leon. From Northern Italy. Journal of Plant Pathology 83 (3), 199-205.
- 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.

- TODOROVA, V., PEVICHAROVA, G.,and TODOROV, Y. 1999. Total Pigment Content In Red Pepper Cultivar For Grinding. Capsicum and Eggplant Newsletter, 18 : 25-27.
- TRESH, L.T. 1846. Isolation of capsaicin. Pharm J.; 6: 941
- TUİK, 2009. http://www.tuik.gov.tr/AltKategori.do?ust_id=13
- TURGUT, İ. Mısırdada (*Zea mays indentata* Sturt.) Line x Tester Analiz Yöntemiyle Uyum Yeteneği Etkilerinin ve Heterozisin Belirlenmesi. Uludađ Üniv.Ziraat Fakültesi Dergisi, 17(2):33-46, 2003.
- TÜRKMEN, Ö. ve ABAK, K. 2005. Biberde *Phytophthora capsici*' Ye Dayanıklılıkta Heterozis Etkisi S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 19 (37): 1-5.
- ULUKUŞ, İ. ve SAĞIR, A. 1982. Elazığ ve Diyarbakır illerinde Biber Kurumaları ve Hastalığın Fungal Etmenleri Üzerinde Ön Çalışmalar. Bitki Koruma Bülteni. (22) : 1.
- WANG, D. Y. and WANG, M. 1996. Inheritance of Resistance To *Phytophthora* Blight In Hot Pepper. Capsicum and Eggplant Newsletter, 15: 61-62.
- WRIGGLESWORTH, R., WALPOLE, C. S. J., BEVAN, S., CAMPBELL, E. A., DRAY, A., GLYN, A. H., IAIN, J., KAY, J. M. and WINTER, J. 1996. Analogues of Capsaicin with Agonist Activity as Novel Analgesic Agents: Structure-Activity Studies. 4. Potent, Orally Active Analgesics J. Med. Chem. 39, 4942-4951
- XIE, J., ELSA, S., CARDENAS, T. W. S., MARISA, M., WALL, D. L. and LINDSEY, L. W. 1999. Murray Effects of irrigation method on chile pepper yield and *Phytophthora* root rot incidence Agricultural Water Management 42: 127-142.
- YAMAKAWA, K., MOCHIZUKI, T. and YASUI, H. 1979. Screening of Cultivated and Wildpeppers for *Phytophthora capsici* Resistance and Its Inheritance. Bull. Veg. And Ornam. Crops. Res.Stat. Japan Ser., A. (6): 29-38.
- YAZAVA, S., YONEDA, H., HOSOKAWA, M., FUSHIKI, T. and WATANABE, T. 2004. Novel capsaicinoid like substances in the fruits of new non-pungent cultivar 'CH-19 Sweet' of pepper (*Capsicum annuum*) Capsicum and Eggplant Newsletter, 23 (2004): 13-16.

- YEMİŞ, O. 2001. Kırmızı Biberlerden Oleoresin *Capsicum* Üretimi Üzerine Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- YILDIRIM, M. B ve ÇAKIR, S., 1986. Line x Tester Analizi. E.Ü. Bilgisayar Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi, 9 (1).
- YOON, J. Y., GREEN, S. K., TSCHANZ, A. T., TSOU, S. C. A. and CHANG, L. C. 1989. Pepper Improvement in the Tropics: Problems and the AVRDC Approach. In: Proc Int Symp Integrated Management Practices_Tomato and Pepper Production in the Tropics. 21-26/03/1988; AVRDC. Shanhua. Tainan, Taiwan, pp 86-98.
- ZEWDIE, Y., MUELLER, W. and BOSLAND, P. W. 1998. Unusual Capsaicinoid Profiles Found In *Capsicum pubescens*. Capsicum and Eggplant Newsletter, 17: 26-29.

ÖZGEÇMİŞ

Bekir Bülent ARPACI, 30.05.1977 tarihinde Antakya'da doğmuştur. İlk ve orta öğrenimini Hatay'da tamamladıktan sonra, 1995 yılında Halkalı Ziraat Meslek Lisesi'ni bitirmiş, 1999 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü'nden mezun olmuştur. 2000 yılında Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde yüksek lisans eğitimine başlamış 2003 yılında Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı'nda tezini tamamlamıştır. 1996- 2000 yılları arasında Adıyaman İli Sincik İlçe Tarım Müdürlüğü'nde görev yapmış, Temmuz, 2000 tarihinde Kahramanmaraş Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne atanmıştır. Halen bu kurumda çalışan Bekir Bülent ARPACI evli ve bir çocuk sahip olup, İngilizce bilmektedir.