

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

Kök Boğazı Yanıklığı Hastalığına Dayanıklı Biber (*Capsicum annuum* L.) Melezlerinin Anaç Performansları

Bekir Bülent ARPACI^{1*}, Ayhan AK², Kazım ABAK³

¹Kilis 7 Aralık Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Kilis

²Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma İstasyonu Müdürlüğü, Kahramanmaraş

³Lefke Avrupa Üniversitesi Tarım Bilimleri Teknolojileri Fakültesi, Lefke- KKTC

*e-posta: bbarpaci@kilis.edu.tr

Özet: Bu çalışmada kök boğazı yanıklığına dayanıklı biber genotiplerinin melezlenmesi ile elde edilen yeni ıslah hatlarının anaç performansları araştırılmıştır. Perennial, PBC 178, KM2-11, Criollo de Morelos 334 ve KM12 genotiplerinin kendi aralarındaki melezlenmeleri ile oluşturulan dayanıklı hatların üzerine aşılama Balo F₁ çeşidine ait bitkilerin fide dönemindeki bitkisel özellikleri ile arazi koşullarında verim özellikleri incelenmiştir. Ayrıca açık arazide *P.capsici* ile bulaştırılan bitkilerin hastalanma oranları da kaydedilmiştir. Çalışmada KM211×178-102 anaç 4658 kg da⁻¹ ile en yüksek verim değerini göstermiş ve aşılı bitkiler % 43,60 oranında hastalanmıştır. Aşılama Balo F₁ çeşidi ise 3995 kg da⁻¹ verim değerine ulaşmış, açık alanda etmen ile bulaştırılan bitkilerin tamamı hastalanmıştır. Criollo de Morelos 334 üzerine aşılama Balo F₁ çeşidinden 3839 kg da⁻¹ verim elde edilmiş ve bitkiler yalnızca % 0,26 oranında hastalanmıştır. Çalışmada kalem kalınlığı - anaç kalınlığı, kök ağırlığı - meyve ağırlığı, arasında pozitif yönde ilişki saptanmıştır. Anaç kalınlığı - meyve ağırlığı, kalem kalınlığı - meyve ağırlığı, kök ağırlığı - anaç kalınlığı, kök ağırlığı - yaprak sayısı arasında ise negatif yönde ilişkiler saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Anaç, Aşılama, Biber, Kök boğazı yanıklığı, Verim

Rootstocks Performance of Root Rot Resistant Pepper (*Capsicum annuum* L.) Hybrids

Abstract: In this study, rootstock performances of new resistant lines obtained by crossings between different root rot resistant genotypes were investigated. Plant characteristics were recorded during seedling period and yield performance in open field trial of Balo F₁ plants grafted onto resistant lines generated by crossings of Perennial, PBC 178, KM2-11, Criollo de Morelos 334 and KM12 among themselves. Infected plants ratio with *P. capsici* were also recorded in open field. KM211 × 178-102 rootstock showed the highest yield by 4658 kg da⁻¹ and grafted plants showed 43,60 % infection. The yield of non-grafted Balo F₁ variety plants reached 3995 kg da⁻¹, all of the plants in the open field were infected. The plants grafted onto Criollo de Morelos 334 yielded 3839 kg da⁻¹ and exhibited almost no infection (only 0,26%). There were positive correlations between “scion diameter-rootstock diameter” and “root weight-fruit weight”. Negative relationships were determined between “rootstock diameter-fruit weight”, “scion diameter-fruit weight”, “root weight-rootstock diameter”, and “root weight-the number of leaves”.

Keywords: Rootstock, Grafting, Pepper, Root rot, Yield

Giriş

Dünyanın toplam taze biber üretimi 30 milyon ton, kurutulmuş biber üretimi ise 3 milyon tondur (FAO, 2013). Türkiye, yaklaşık 1 800 000 ton yıllık biber üretimiyle Dünya’da ikinci sırada, Akdeniz havzasında yer alan ülkeler içerisinde ise en önemli üretici durumunda bulunmaktadır. Üretimin büyük bir kısmı (470 000 ton) örtü altında, özellikle Antalya, Mersin ve Hatay illerinde yapılmaktadır. Samsun, Manisa, Bursa, İzmir, Çanakkale ise biber üretiminin açık alanlarda yapıldığı önemli illerdir. Ayrıca Şanlıurfa, Gaziantep, Kilis ve Kahramanmaraş’taki üretimin önemli bir kısmı toz ve pul biber imalatında kullanılmaktadır (TUİK, 2012).

Dünyada biber yetiştiriciliğini sınırlayan önemli biber hastalıklarından kök boğazı yanıklığı, toprak kökenli bir fungus olan *Phytophthora capsici* Leon tarafından oluşturulmaktadır (Yoon ve ark., 1988). Ülkemizde kök boğazı yanıklığı etmeninin varlığı 1974 yılında ortaya konulmuştur (Karahana ve Maden, 1974). Biber yetiştirilen alanlarda kök boğazı yanıklığının ortaya çıkmasıyla birlikte, önceleri hastalığın yaygınlık durumunu belirlemeye yönelik çalışmalar yapılmıştır (İren ve Maden, 1976; Kıran ve Ertunç, 1998; Arıcı ve Basım, 2001; Soylu ve Kurt, 2001). Kök boğazı yanıklığı hastalığına karşı dayanıklılığın kalıtımı konusunda Abak (1982) detaylı bir çalışma yürütmüştür. Ayrıca yapılan bir çalışmada ülkemizdeki izolatların saldırganlık düzeylerinin oldukça yüksek olduğu da bildirilmiştir (Abak ve Pochard, 1982).

Biberlerde *P. capsici* Leon nedeniyle oluşan ürün kayıplarını en alt düzeye indirmek için kültürel önlemler (ekim nöbeti, sırta dikim, damla sulama sistemi, dayanıklı çeşit, aşılama) ve kimyasal yöntemler uygulanmaktadır. Hastalığın tropik bölgelerde meydana getirdiği yaprak yanıklığı ve meyve çürüklüğü zararlarına karşı bazı kimyasallar etkili olabilirken kök çürüklüğüne karşı etkili, pratik ve ekonomik bir kimyasal yöntem yoktur (Walker ve Bosland, 1999). Etmenin farklı düzeylerde saldırganlığa sahip olması, etmenin genetik olarak değişimi nedeniyle saldırganlık düzeyinin sürekli farklılaşması, eşeyli üremesi nedeniyle kimyasallara dayanıklılık geliştirebilmesi, etkili mücadeleyi güçleştirmektedir. Dayanıklılığın çok genle idare edilmesi, eklemeli ve epistatik etki kombinasyonlarının bulunması ise istenen özelliklere sahip çeşit geliştirme çalışmalarını zora sokmaktadır.

Aşılama tekniği sebzeçilikte toprak kökenli biyotik ve abiyotik stres koşullarından kaynaklanan sorunların çözümünde 1920'li yıllardan bu yana kullanılmaktadır. Japonya ve Kore gibi ülkelerde başlayan sebzelerde aşılama uygulaması daha sonra bazı Avrupa ve Asya ülkelerinde de gelişmiştir (Yetişir ve ark., 2004; Kubota ve ark., 2008; King ve ark., 2008). Türkiye'de 1980'li yıllarda başlayan aşılı sebze üretimi 2000'li yıllarda yaygınlaşmıştır (Tüzel ve ark., 2004). Morra ve Biloto (2006) biberlerde toprak kökenli hastalıklara ve nematodlara karşı tür içerisinde yapılan aşılama çalışmalarının kullanıldığını bildirmişlerdir. Santos ve Goto (2004), hassas hibritlerin dayanıklı hibrit anaçlar üzerine aşılama seralarda kök boğazı yanıklığına mücadelede alternatif olarak sunmuşlardır.

Bu çalışmada kök boğazı yanıklığına dayanıklı biber genotiplerinin melezlenmesi ile elde edilen bazı yeni dayanıklı hatların kök boğazı yanıklığı ile bulaşık olan ve olmayan alanlarda anaç olarak kullanılabilme olanakları araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma İstasyonu Müdürlüğü'ne ait deneme alanında açık arazi koşullarında yürütülmüştür. Kahramanmaraş ilinin denemenin yürütüldüğü aylardaki uzun yıllar iklim verileri Çizelge 1' de gösterilmiştir. Görüldüğü gibi denemenin yapıldığı aylarda sıcaklık oldukça yüksek ve yağışlar da çok düşüktür. Özellikle sıcaklıklar hastalık etmeninin gelişmesi için elverişlidir.

Çalışmanın yapıldığı toprak alüvyal karakterli, ve tınlı tekstüre sahiptir. Deneme alanının toprak pH'sı 7,61; kireç (CaCO_3) içeriği % 24,48, P_2O_5 içeriği ise dekarda 4,8 kilogramdır. Yaklaşık % 1 organik maddeye sahip deneme alanı toprağı organik madde yönünden zayıf olarak nitelendirilebilir. Verim denemelerinde sulama yöntemi olarak damlama sulama sistemi kullanılmış, hastalık bulaştırma parsellerinde ise etmenin gelişmesini teşvik etmek için tava sulama sistemi tercih edilmiştir.

Çizelge 1. Kahramanmaraş İli'nin Uzun Yıllara Ait (1950 - 2014) İklim Verileri Ortalamaları

	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım
Sıcaklık (°C)	20,3	25,2	28,3	28,4	25,1	19,0	11,8
En Yüksek Sıcaklık (°C)	26,7	31,9	35,5	35,9	32,3	25,9	17,5
En Düşük Sıcaklık (°C)	14,0	18,8	22,0	22,1	18,3	12,8	6,9
Yağışlı Gün Sayısı	7,9	2,4	0,5	0,4	2,0	6,3	8,4
Aylık Toplam Yağış Miktarı (kg/m ²)	38,9	7,2	1,2	0,8	8,5	44,7	81,1

Materyal

Çalışmada anaç olarak kullanılan hatlar “KM12×KM211-75”, “KM12×KM211-50”, “KM211×Per-70”, “KM211×Per-67”, “KM211×CM334-75”, “KM211×178-102” ve “CM334×178-81” melezlemelerinden üretilmiştir. Anılan genotiplerin ebeveynleri, orijinleri ve alındıkları kaynaklar Çizelge 2’de gösterilmiştir. Melezleme sonrası seçilen dayanıklı hatlar 3 kez kendilenmiştir. Bu melez genotiplere, CM 334 (Criollo de Morelos 334) genotipi de dayanıklı kontrol anaç olarak eklenmiştir. Dolmalık tipteki Balo F₁ ise aşılama kalem olarak kullanılan biber çeşididir. Bu çeşit ayrıca aşısız şekilde hassas tanık olarak denemelerde yer almıştır.

Çalışmanın fungal materyali Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü’nden sağlanmıştır. Bu merkezden elde edilen *P. capsici* Leon izolatu Kahramanmaraş’ın Çakallı köyünden izole edilmiş ve Çakallık olarak isimlendirilmiştir. İzolatın saldırganlık düzeyi yüksek olarak bildirilmiştir (Göçmen, 2006).

Çizelge 2. Geliştirilen genotiplerin elde edilmesinde kullanılan ebeveynler

Ebeveynler	Temin Edildiği Yer	Orijini
Perennial (Per)	Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü	Hindistan
PBC 178 (178)	Asya Sebze Araştırmaları ve Geliştirme Merkezi (AVRDC)	Orta Amerika
KM12	Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü	Kahramanmaraş
KM 2-11 (KM211)	Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü	Kahramanmaraş
CM 334	New Mexico Eyalet Üniversitesi	Meksika

Yöntem

Fidelerin Yetiştirilmesi ve Aşılama

Anaç olarak kullanılan genotiplere ait fidelerin üretimi ve aşılama uygulamaları Grow Fide Üretim ve Ticaret A.Ş. tarafından gerçekleştirilmiştir. Kalem olarak kullanılan Balo F₁ çeşidi yine bu kuruluş tarafından temin edilerek tüp aşılama yöntemi ile anaçlar üzerine aşılanmıştır. Yaklaşık 45 derecelik açı ile toprak yüzeyinin 1,5 cm üzerinden kesilen anaçların üzerine aynı açı ile kesilen kalemler yerleştirilmiş ve silikon aşı tüpleri ile tutturulmuştur. Aşılama, anaç ve kalem genotiplerin kotiledon yapraklarının arasından ilk gerçek yapraklarının çıkmaya başladığı dönemde gerçekleştirilmiştir. Aşılamadan sonra bitkiler uyuşmanın sağlanması amacıyla ile % 90 nem koşullarında 2 hafta süre ile bekletilmişlerdir.

Denemelerin kurulması ve ölçümler

Kök ağırlığı, kalem ağırlığı, anaç kalınlığı, kalem kalınlığı, bitki boyu ve yaprak sayısı gözlemleri aşılama takip eden 35. günde gerçekleştirilmiştir. Kök ağırlığı bitkinin kök kısmının gövde başlangıcına kadar, kalem ağırlığı ise bitkinin aşı noktasının üzerinde kalan kısmının tartılması ile belirlenmiştir. Aşı uygulamasının yapılmadığı Balo F₁ çeşidinde gövde kalınlığı değerleri tek noktadan ölçülmüştür. Fide dönemindeki denemeler tesadüf parselleri deneme desenine göre ve her tekrarda 3 bitki olacak şekilde 10 tekrarlamalı olarak kurulmuş ve değerlendirilmiştir. Dikim düze yapılmış deneme damla sulama yöntemi ile sulanmıştır.

Verim ve hastalık denemeleri ayrı ayrı iki deneme şeklinde tesadüf blokları deneme deseninde ve üçer tekrarlamalı olarak kurulmuş, her parselde 20 bitki bulundurulmuştur. Bitkiler parsellere 70 cm × 30 cm aralık ve mesafelerde Mayıs ayının son haftasında dikilmiştir. Her iki denemede de toprak analiz sonuçları da dikkate alınarak vejetasyon süresince dekara toplam 16 kg N, 8 kg P₂O₅ ve 16 kg K₂O uygulanmıştır. Hasada Ağustos ayında başlanmış ve Eylül ayının son haftasına kadar aralıklı olarak devam edilmiştir. Hastalık sayımları ekim ayında yapılmıştır. Dikimden 120 gün sonra denemeye son verilmiştir.

Etmenin çoğaltılması ve inokulasyonu

Çakallık izolatu havuç agar 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. İnokulasyondan önce deneme alanı etrafında tavalalar oluşturulmuş ve zoosporların kolay hareket edebilmesi

için deneme alanı sulanmıştır. 10^6 zoospor ml^{-1} konsantrasyonundaki inokulum bitkilerin dip kısımlarına 10 ml hacimde dökülmüştür.

İstatistiksel analizler

Verilerin değerlendirilmesinde varyans analizi kullanılmış, uygulamaların arasındaki farklılıkların karşılaştırılmasında Fisher's Least Significant Difference (En küçük önemli fark) çoklu karşılaştırma testinden faydalanılmıştır. Hastalık yüzdeleri arc sinüs transformasyonu uygulanarak analiz edilmiştir.

Bulgular

Fide evresindeki değerlendirmeler

Fide döneminde yapılan ölçümler sonucunda elde edilen bulgular Çizelge 3' de verilmiştir. Çalışmada en yüksek kök ağırlığı değerini aşısız tanık (2,46 g) Balo F₁ çeşidi vermiştir. Kahramanmaraş kırmızıbiber populasyonundan seçilen genotiplerden kök boğazı yanıklığına hassas KM12 ve etmene dayanıklı KM211 genotiplerinin melezlenmesi sonucu elde edilen KM12×KM211-75 melezi en düşük kök ağırlığı değerini (0,82 g) göstermiştir. Kalem ağırlığı değerlerinde KM211×178-102 genotipi 3,61 g ile öne çıkarken KM12×KM211-50 1,80 g kalem ağırlığı ile son sırada yer almıştır. KM211×Per-67 ve KM211×CM334-75 genotipleri en yüksek anaç kalınlığına (3,30 mm) sahip olmuşlardır. KM211×178-102 ise en düşük anaç kalınlığı (2,93 mm) gösteren genotip olmuştur. Aşı uygulamasının yapılmadığı Balo F₁ 3,12 mm gövde kalınlığı göstermiştir. CM334, üzerine aşılanan Balo F₁ çeşidine en fazla kalem kalınlığını (3,45 mm) kazandırmış bu genotip ile KM211'in melezlenmesi sonucu elde edilen KM211×CM334-75 genotipi ise en düşük kalem kalınlığını (2,95 mm) oluşturmuştur.

Çizelge 3. Anaçların fide dönemindeki bitki gelişimleri

Anaç	Kök Ağırlığı (g)	Kalem Ağırlığı (g)	Anaç Kalınlığı (mm)	Kalem Kalınlığı (mm)	Bitki Boyu (mm)	Yaprak Sayısı (adet)
KMAE×KM211-75	1,92 ab	3,55 ab	3,14 ab	3,14 bcd	92,00 bc	7,53 c
KMAE×KM211-50	0,82 d	1,80 c	3,16 ab	3,10 bcd	109,00 ab	8,50 ab
KM211×PER-70	1,80 b	3,27 ab	3,18 ab	3,29 ab	107,00 ab	9,10 a
KM211×PER-67	1,52 bc	2,80 b	3,30 a	3,22 abc	93,00 bc	8,55 ab
KM211×CM334-75	1,17 cd	3,19 ab	3,30 a	2,95 d	110,00 ab	8,56 ab
KM211×178-102	1,90 b	3,61 a	2,93 b	2,97 cd	106,00 ab	8,16 bc
CM334×178-81	1,77 b	2,90 ab	3,22 a	3,21 abc	106,00 ab	8,26 b
CM334	1,71 b	3,15 ab	3,27 a	3,43 a	131,00 a	8,40 b
BALO F1*	2,46 a	2,77 b	3,12 ab	3,12 bcd	75,00 c	5,75 d
VK**	19,38	15,55	10,42	11,12	38,81	10,95
LSD***	0,54	0,80	0,26	0,70	31,00	0,70

*Anaç kalınlığı ile kalem kalınlığı aynı noktadan ölçülmüştür

** Varyasyon katsayısı

*** Fisher's Least Significant Difference (En küçük önemli fark)

Aşı uygulamaları ve anaç genotipler bitki boyunun artmasına da neden olmuştur. Aşı uygulamasının yapılmadığı Balo F₁ çeşidi 75,00 mm fide boyu değerine ulaşırken CM334 üzerine aşılan aynı çeşidin fide boyu 131,00 mm'ye kadar çıkmıştır. Aşılama uygulaması yapılan genotiplerin fidelerin yaprak sayılarına etkileri arasında farklılıklar görülmüştür. Aşı uygulaması yapılmayan Balo F₁ çeşidi gözlem tarihine kadar ortalama 6 adet (5,75) yaprak oluştururken KM211×Per-70 genotipi 9 yaprak oluşturmuş, KM12×KM211-75 anaç ise 7 yaprak ile en düşük yaprak sayısına sahip genotip olmuştur.

Verim ve hastalık değerlendirmeleri

Verim denemesinde hasatlara dikimi takip eden 70. günde başlanmıştır. Verim değerleri anaçlara göre farklılıklar göstermiş; en yüksek verim değeri dekara 4658 kg ve bitki başına 931 g ile Balo F₁ çeşidinin KM211×178-102 genotipi üzerine aşılama sonucu elde edilmiştir. En düşük verim değerini ise KM12×KM211-50 üzerine aşılı Balo F₁ çeşidi göstermiş, bu genotipten bitki başına 502 g biber hasat edilmiştir. Aşısız Balo F₁ ise 3995 kg da⁻¹ 799 g bitki⁻¹ verim değerine sahip olmuştur. Ortalama meyve ağırlıkları da anaç uygulamalarından etkilenmiş en yüksek meyve ağırlığı 53,46 g ile KM211×178-102 genotipinden elde edilmiştir. KM12×KM211-50 melezinin üzerine aşılama sonucu Balo F₁ çeşidinin ortalama meyve ağırlığı ise 33,80 g olmuştur. Aşılama uygulamasının yapılmadığı Balo F₁ çeşidi 45,09 g meyve ağırlığına ulaşmıştır. Bitkide bulunan meyve sayısı anaçlardan ve aşılama uygulamalarından etkilenmemiştir.

Aşı uygulamasının yapılmadığı Balo F₁ çeşidi kök boğazı yanıklığı etmeni ile bulaştırıldığında bitkilerin tamamı ölmüştür. Bu çeşit CM334 üzerine aşılandığında ise hastalık oranı % 0,26'ya düşmüştür. Kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı PBC178 ve CM334'nin melezi olan CM334×178-81 üzerine aşılı Balo F₁ çeşidinin hastalığa yakalanma oranı ise %3,60 olmuştur (Çizelge 4).

Çizelge 4. Anaçların Balo F₁ çeşidinde oluşturdukları verim ve verim öğeleri

Anaç	Verim (kg da ⁻¹)	Verim (g bitki ⁻¹)	Meyve Ağırlığı (g)	Bitkide Meyve Sayısı (adet)	Hastalık Oranı (%)	Verim Tahmini (kg da ⁻¹) ***
KMAE×KM211-75	2834 bc	566 bc	40,13 bc	18,75	70,26 b	843
KMAE×KM211-50	2513 c	502 c	33,80 c	18,81	50,26 c	1250
KM211×PER-70	3843 ab	768 ab	47,13 ab	18,55	26,93 d	2808
KM211×PER-67	3720 abc	744 abc	46,09 ab	17,88	27,52 d	2696
KM211×CM334-75	3539 abc	707 abc	42,13 b	17,36	26,93 d	2586
KM211×178-102	4658 a	931 a	53,46 a	17,18	43,60 cd	2627
CM334×178-81	3242 bc	648 bc	41,80 bc	16,53	3,60 e	3125
CM334	3839 ab	767 ab	43,46 b	15,85	0,26 e	3829
BALO F1	3995 ab	799 ab	45,09 ab	15,11	100,00 a	0
VK*	11,17	12,27	6,51	12,29	25,38	
LSD**	1161	232	8,14	6,8	18,38	

**Varyasyon katsayısı

**Fisher'sLeastSignificantDifference (En küçük önemli fark)

*** Verim sütunu ile hastalık sütununun çarpılıp 100'e bölünmesi ile elde edilmiştir

Değişkenler arasındaki ilişkiler

Çalışmada değişkenler arasında yapılan korelasyon analizi sonucunda kalem kalınlığı ile anaç kalınlığı ve kök ağırlığı ile meyve ağırlığı arasında pozitif yönde ilişki saptanmıştır. Anaç kalınlığı ile bitki başına verim, anaç kalınlığı ile meyve ağırlığı, kalem kalınlığı ile meyve ağırlığı, kök ağırlığı ile anaç kalınlığı, kök ağırlığı ile yaprak sayısı arasında negatif yönde ilişkiler saptanmıştır (Çizelge 5).

Çizelge 5. Anaçlara bağımlı olarak ölçülen değişkenler arasında önemli bulunan ilişkiler

Değişken	Korelasyon Katsayısı	Önemlilik
Kalem Kalınlığı	Anaç Kalınlığı	0,4087
Kök Ağırlığı	Meyve Ağırlığı	0,5077
Meyve Ağırlığı	Anaç Kalınlığı	-0,5064
Meyve Ağırlığı	Kalem Kalınlığı	-0,4030
Kök Ağırlığı	Anaç Kalınlığı	-0,5012
Kök Ağırlığı	Yaprak Sayısı	-0,3976

Tartışma

Phytophthora capsici Leon. biber, domates, hıyar, patlıcan, kabak ve kavunu içeren çok sayıda konukçuda hastalığa neden olur (Erwin ve Ribeiro, 1996; Tamietti ve Valentino, 2001; Hausbeck ve Lamour, 2004). Birçok ülkede etmenin varlığından bahsedilmiş, farklı hastalık yapma yeteneklerine sahip izolatların mevcut olduğu rapor edilmiştir (Kim ve Hwang, 1992; Chaudhry ve ark., 1995; Galmarini, 1997; Lee ve ark., 2001). Etmene dayanıklılık birçok genle yönetilmekte ve melezlemelerle kolay aktarılamamaktadır (Thabuis ve ark., 2003; Oelke ve ark., 2003; Türkmen ve Abak, 2005). Bununla birlikte CM334 ve CM331 genotiplerinin etmene en dayanıklı genotipler olduğu bilinmekte, duyarlı genotiplerde dahi dayanıklılığa katkıda bulunabilecek genlerin varlığından bahsedilmektedir (Abak, 1982; Bosland ve Votava, 1999; Thabuis ve ark., 2003). Sebzelede aşılama toprak kökenli hastalık ve zararlıların mücadelesinde, tuzluluk, kuraklık düşük toprak sıcaklıkları gibi abiyotik stres faktörlerine karşı dayanımda uygulanabilen bir tekniktir. King ve ark., (2008) biberlerde kök boğazı yanıklığı hastalığının aşılama ile kontrol edilebildiğini bildirmiştir. Çalışmada farklı dayanıklılık kaynaklarının melezlenmesi ile dayanıklılık genlerinin bir araya getirilmesi amaçlanmış ve elde edilen genotiplerin anaç performansları incelenmiştir.

Hastalık ve verim sonuçları

Farklı anaçlar üzerine aşılama Balo F₁ çeşidinin kök boğazı yanıklığı hastalığına toleransları ve verim üzerine etkileri birlikte değerlendirildiğinde CM334 ile CM334×178-81 hastalıktan en az etkilenen anaçlar olarak belirmektedir. Bu anaçlar üzerine aşılama duyarlı Balo F₁ çeşidi bitkileri hastalığın etkili olduğu şartlarda hastalıktan daha az etkilenerek mevcut verimlerini koruyabilmişlerdir. Bununla birlikte en yüksek verim değerini gösteren KM211×178-102 genotipi hastalığın yaygın olması durumunda mevcut veriminin % 43,60'ını kaybetmiştir. Aşı uygulanmayan ve etmenle bulaştırılan Balo F₁ bitkilerinin ise kısa süre içerisinde tamamı ölmüştür. Aşılamanın biberde verimi %25-46 arasında arttırdığı bildirilmekle beraber (Colla ve ark., 2008) CM334 genotipinin anaç olarak kullanıldığı durumlarda kalem olarak kullanılan çeşide göre verimin olumlu ya da olumsuz etkilendiğine ilişkin sonuçlar bulunmaktadır (Saadoun ve Allagui, 2013). Leal-Fernández ve ark., (2013) aşılama ile biberde verimi arttırabilmek için uygun anaç-kalem kombinasyonlarının bilinmesi gerektiğini ve CM334 genotipinin verimi olumsuz yönde etkilediğini belirtmiştir. Ancak etmene dayanıklı bir genotip üzerine aşılama duyarlı çeşitler kök boğazı yanıklığı hastalığı ile bulaştırıldığında tamamen ölmekte, dayanıklı genotipler üzerine aşılandıklarında ise yüzde yüze varan oranlarda dayanıklılık sağlanmaktadır (Colla ve ark., 2008; Palada ve Wu, 2008; Gisbert ve ark., 2010; Saadoun ve Allagui, 2013). Aşılama uygulamaları ve anaç genotipler bitkide meyve sayısında herhangi bir değişikliğe sebep olmazken anaç genotiplere göre meyve ağırlıklarında farklılıklar belirlenmiştir. Sonuç olarak denenen dayanıklı hatların verim üzerine etkilerinin değişiklik gösterdiği ve hastalığa dayanıklılıkları oranında etmene tolerans sağladığı görülmüştür.

Fide Dönemi

Araştırmada dayanıklılık kaynağı olarak kullanılan genotiplerin tamamının kök ağırlığı kalem olarak kullanılan Balo F₁ çeşidinin kök ağırlığından daha düşük bulunmuştur. KMAE×KM211-50 dışındaki anaç genotiplerinin kalem ağırlığı ise Balo F₁ çeşidinin kalem ağırlığından daha yüksektir. Benzer şekilde anaç genotiplerinin üzerine aşılama Balo F₁ çeşidinin bitki boyu ve yaprak sayısı değerleri de aşılama yapılmayan Balo F₁ çeşidine göre daha yüksek olmuştur. Aşılı bitkilerin aşısız bitkilere göre toprak altı kısımlarının daha az, toprak üstü kısımlarının daha fazla gelişmesinin nedeni anaçların etkisinden çok aşılama esnasında kaynaşmayı sağlamak için oluşturulan yüksek sıcaklık ve neme bağlanabilir. Fide evresinde yapılan değerlendirmelerde KM211×178-102 genotipinin anaç kalınlığının Balo F₁ çeşidinden daha düşük olduğu görülmüştür. CM334 dışındaki genotiplerin, üzerine aşılama kalemin kalınlığına önemli bir etkisi olmamıştır. Bu genotip aşılama kalemin uzamasını önemli derecede etkilemiştir. Ancak anaç kalınlığı ile kalem kalınlığı arasında pozitif yönde bir ilişkinin bulunması biberde anaç olarak kullanılan genotiplerin uyuma sorununun olmadığı bir göstergesidir. Karpuzda (Yetişir ve Sarı 2003) ve kavunda (Yarşi, 2003) yapılan çalışmalarda; iyi uyum gösteren anaçların, anaç ve kalem kalınlığını arttırdığı belirtilmiştir. Biberin bibere anaç olarak kullanımında herhangi bir uyum sorununun olmadığı (Santos ve Goto, 2004) farklı *Capsicum* türlerinin de birbiri ile uyum gösterdiği (Oka ve ark., 2004) bilinmektedir. Biberin patlıcan ile aşı uyumunu gösterdiği de bildirilmiştir (Hirata ve ark., 1986). Rodriguez ve Bosland (2010) bazı domates anaçları ile de biberin aşılama olumlu sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir.

Fernandez-Pavia ve Liddell (1999), kök boğazı yanıklığı hastalığına dayanıklı CM-334 ve etmene duyarlı NM-6-4 genotiplerini karşılıklı anaç ve kalem olarak kullandıklarında CM334'ün kalem olarak kullanımında bitkinin kök boğazı yanıklığına duyarlı olduğunu, CM334'ün anaç olarak kullanıldığı durumlarda ise etmenin yapraklarda belirtilere neden olduğunu belirlemişlerdir. CM334 genotipinin hem aşı hem de kalem olarak kullanıldığı durumlarda lezyonlara rastlamamışlardır.

Sonuç olarak hastalık ve zararlıların bulunmadığı ya da etkili bir şekilde mücadele edilebildiği biber üretim alanlarında biberde aşılama ile üretim yapmak verimde herhangi bir artış oluşturmamaktadır. Ancak toprak kökenli hastalık ve zararlılarla mücadelenin zor olduğu durumlarda aşılama uygulamaları alternatif bir mücadele yöntemi olarak görülmektedir. Criollo de Morelos 334 (CM-334)'ün, *P. capsici* için çok önemli bir dayanıklılık kaynağı olduğu birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Ortega ve ark. 1991; Hartman ve Wang 1992; Bartual ve ark., 1992; Lefebvre ve Palloix, 1996). CM334 aynı zamanda nematodlara da dayanıklılık göstermektedir (Djian-Caporalino ve ark., 1999; 2001). Sonuç olarak KM211×178-102 anaç genotipi verim bakımından Balo F₁ çeşidinden daha yüksek verim alınabilecek genotip olarak belirlenmiştir. Ancak kök boğazı yanıklığı etmeninin yoğun olarak görüldüğü alanlarda anaç olarak kullanılacak genotip mutlaka CM334 olmalıdır.

Kaynaklar

- Abak K (1982). Biberlerde Kökboğazı Yanıklığına Dayanıklılığın Kalıtımı Üzerinde Araştırmalar. A.Ü. Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Doçentlik Tezi, Ankara.
- Abak K, Pochard E (1982). Aggressivity of Various *Phytophthora capsici* Isolates from Turkey on Two Partly Resistant Pepper Lines. *Capsicum and Eggplant Newsletter*, 1: 62-63
- Arıcı E, Basım 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.
- Bartual R, Carbonell EA, Marsal JI, Tello JC, Campos T (1991). Gene Action in the Resistance of Peppers (*Capsicumannuum*) to *Phytophthora* Stem Blight (*Phytophthoracapsici* L.). *Euphytica*, 54 2: 195-200.
- Chaudhry MNA, Akhtar AS, Khan RAA (1995). *Phytophthora* Problem on Chillies and Its Control. *Capsicum&Eggplant Newsletter*, 14: 62-64.
- Colla G, Roupael Y, Cardarelli M, Temperini O, Rea E, Salerno A, Pierandrei F (2008). Influence of Grafting on Yield and Fruit Quality of Pepper (*Capsicumannuum* L.) Grown Under Greenhouse Conditions. *Acta Horticulturae (ISHS)* 782: 359–364.
- Djian-Caporalino C, Pijarowski L, Fazari A, Samson M, Gaveau L, O'byrne C, Lefebvre, V, Caranta C, Palloix A, Abad P (2001). High-resolution Genetic Mapping of the Pepper (*Capsicumannuum* L.) Resistance Loci Me3 Me4 Conferring Heat-knot Nematodes (*Meloidogynespp.*). *Theoretical and Applied Genetics*, 103;4: 592-600.
- Djian-Caporalino C, Pijarowski L, Januel A, Lefebvre V, Daubeze A, Palloix A, Dalmaso A, Abad P (1999). Spectrum of Resistance to Root-knot Nematodes and Inheritance of Heat-Stable Resistance in Pepper (*Capsicumannuum* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 99;3-4: 496-502.
- Erwin DC, Ribeiro OK (1996). *Phytophthora Diseases Worldwide*. American Phyto pathological Society (APS Press).
- FAO, 2013. Biber Üretim İstatistikleri. <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E> erişim tarihi: 17.12.2013
- Galmarini CR (1997). Pepper Breeding in Argentina. *Capsicum and Eggplant Newsletter*. 16: 28-34.
- García-Rodríguez MR, Chiquito-Almanza E, LoezaLara PD, Godoy-Hernández H, Villordo-Pineda E, PonsHernández JL, González-Chavira MM, AnayaLópez JL (2010). Production of AnchoChili Graft on Criollo de Morelos 334 for the Control of *Phytophthoracapsici*. *Agrociencia* 44: 701–709.
- Gisbert C, Sánchez-Torres P, Raigón MD, Nuez F (2010). *Phytophthoracapsici* Resistance Evaluation in Pepper Hybrids: Agronomic performance and fruit quality of pepper grafted plants. *J. Food Agric. Environ.* 8 :116-121.
- Göçmen M (2006). Biberlerde *Phytophthoracapsici*'ye karşı Dayanıklılıkta Genotip X İzolat İnteraksiyonu ve Farklı Dayanıklılık Kaynaklarının Karakterizasyonu: Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi.
- Hartman GL, Wang TC (1992). *Phytophthora* Blight of Pepper: Screening for Disease Resistance. *International Journal of Pest Management*. 38;3: 319-322.
- Hausbeck MK, Lamour KH (2004). *Phytophthoracapsici* on Vegetable Crops: Research Progress and Management Challenges. *Plant Disease*, (88) 12: 1292-1303.

- Hirata Y, Yagishita N, Ledoux L, Thiry M, Pilels L (1986). Graft-induced Changes in Pepper and Eggplant. *Eucarpia* (Zaragoza) p. 19–23.
- İren S, 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.
- Karahan O, Maden S (1974). Orta Anadolu Bölgesinde Biberlerde Kökboğazı Yanıklığı (*Phytophthora capsici* Leon) Hastalığının Tanımlanması ve Zararı. Bitki Koruma Bülteni, 14:3.
- Kıran ÖF, Ertunç F (1998). Detection of the Diseases of Solanaceous Plants in Van Province. J.Turk. Phytophth. 27 ;2-3: 105-111
- Kim BS, Hwang BK (1992). Isolation of Antibiotic-producing Bacteria Antagonistic to *Phytophthora capsici* from Pepper-growing Soils and Evaluation of Their Antibiotic Activity. The Plant Pathology Journal, 8;4: 241-248.
- King SR, Davis AR, Liu W, Levi A (2008). Grafting for Disease Resistance. HortScience, 43;6: 1673-1676.
- Kubota C, McClure MA, Kokalis-Burelle N, Bausher MG, Roskopf EN (2008). Vegetable Grafting: History, Use, and Current Technology Status in North America. HortScience, 43;6: 1664-1669.
- Leal-Fernández C, Godoy-Hernández H, Núñez-Colín CA, Anaya-López JL, Villalobos-Reyes S, Castellanos JZ (2013). Morphological Response and Fruit Yield of Sweet Pepper (*Capsicum annuum* L.) Grafted onto Different Commercial Rootstocks. Biological Agriculture and Horticulture, 29;1: 1-11.
- Lee BK, Kim BS, Chang SW, Hwang BK (2001). Aggressiveness to Pumpkin Cultivars of Isolates of *Phytophthora capsici* from Pumpkin and Pepper. Plant Disease, 85;5: 497-500.
- Lefebvre V, Palloix A (1996). Both Epistatic and Additive Effects of QTL are Involved in Polygenic Induced Resistance to Disease: A Case Study, the Interaction Pepper—*Phytophthora capsici* Leonian. Theoretical and Applied Genetics, 93;4: 503-511.
- Morra L, Bilotto M (2006). Evaluation of New Rootstocks for Resistance to Soil-borne Pathogens and Productive Behaviour of Pepper (*Capsicum annuum* L.). Journal of horticultural Science and Biotechnology, 81;3: 518-524.
- MGM. (2015). <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=K.MARAS#sfB> erişim tarihi:20.10.2015
- Oelke LM, Bosland PW, Steiner R (2003). Differentiation of Race Specific Resistance to *Phytophthora* Root Rot and Foliar Blight in *Capsicum annuum*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 128:213– 218.
- Oka Y, Offenbach R, Pivonia S (2004). Pepper Rootstock graft Compatibility and Response to *Meloidogyne javanica* and *M. incognita*. Journal of nematology, 36;2: 137.
- Ortega RG, Palazon-Espanol C, Cuartero-Zueco J (1991). Genetics of Resistance to *Phytophthora capsici* in the Pepper Line ‘SCM-334’ Plant Breeding 107:50–55.
- Palada MC, Wu DL (2008). Grafting Sweet Peppers for Production in the Hot-Wet Season. AVRDC, Shanhua, Taiwan, 9:722.
- Rodriguez MM, Bosland, PW (2010). Grafting *Capsicum* to Tomato Rootstocks. Journal of Young Investigators, 20; 1-6.
- Saadoun M, Allagui MB (2013). Management of Chili Pepper Root Rot and Wilt (caused by *Phytophthora nicotianae*) by Grafting Onto Resistant Rootstock. Phytopathologia Mediterranea, 52;1: 141-147.
- Santos HS, Goto R (2004). Enxertia Em Plantas De Pimentão No Controle Da Murcha De Fitóftora Em Ambiente Protegido. Horticulture Brasileira, Brasília, 22;1: 45-49.
- Soylu S, Kurt Ş (2001). Occurrence and Distribution of Fungal Diseases on Greenhouse grown Pepper Plants in Hatay Province. XI EUCARPIAN Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum and Eggplant. April 9-13. Antalya. 315-319
- Tamietti G, Valentino D (2001). Physiological Characterisation of A Population of *Phytophthora capsici* Leon. From Northern Italy. Journal of Plant Pathology, 199-205.
- Thabuis A, Palloix A, Pflieger S, Daubèze AM, Caranta C, 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.
- TUİK (2012). Biber Üretim İstatistikleri <http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>
- Türkmen Ö, Abak K (2005). Biberde *Phytophthora capsici*'ye Dayanıklılıkta Heterozis Etkisi S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 19;37: 1-5.

- Tüzel Y, Gül A, Daşgan HY, Özgür M, Özçelik N, Boyacı HF, Ersoy A (2004). Örtüaltı Yetiştiriciliğinde Gelişmeler Özet. Türkiye Ziraat Müh. V. Teknik Kongresi, Ankara, Cilt II, 679-707.
- Walker SJ, Bosland PW (1999). Inheritance of Phytophthora Root Rot and Foliar Blight Resistance in Pepper. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 124:14-18.
- Yarşi G (2003). Sera Kavun Yetiştiriciliğinde Aşılı Fide Kullanımının Verim, Meyve Kalitesi ve Bitki Besin Maddeleri Alımı Üzerine Etkilerinin Araştırılması. ÇÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana.
- Yetisir H, Sari N (2003). Effect of Different Rootstock on Plant Growth, Yield and Quality of Water melon. Animal Production Science,43;10: 1269-1274.
- Yetişir H, Yarşi G, Sarı N (2004). Sebzelerde Aşılama. Bahçe,33;1.
- Yoon JY, Green SK, Tschanz AT, Tsou SCS, Chang LC (1988). Pepper Improvement for theTropics: Problems and the AVRDC Approach. Tomato and Pepper Production in theTropics. 21-26 Mar 1988 International Symposium on Integrated Management Practices. Tainan (Taiwan).