

Araştırma Makalesi

Türkiye'de Ticari Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Çeşitlerinde *Bean common mosaic virus* ve *Bean common mosaic necrosis virus* Etmenlerine Dayanıklılıkla İlişkili Genlerin Karakterizasyonu

Mehmet Zahit YEKEN¹, Göksel ÖZER², Ali ÇELİK^{2*}, Vahdettin ÇİFTÇİ¹

¹Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, BOLU

²Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, BOLU

*Sorumlu yazar: alichelik@ibu.edu.tr

Geliş Tarihi: 07.09.2018

Düzeltilme Geliş Tarihi: 28.09.2018

Kabul Tarihi: 28.09.2018

Özet

Ülkemizde önemli bir üretim potansiyeline sahip olan fasulyede *Bean common mosaic virus* (BCMV), *Bean common mosaic necrosis virus* (BCMNV) viral hastalık etmenleri önemli verim kayıplarına yol açmaktadır. Son yıllarda yaygınlaşan moleküler markörler yardımıyla dayanıklılık genlerinin tespiti çalışmaları virüs inokulasyonu gereksiz bitkilerde söz konusu genlerin belirlenebilmesini mümkün kılmaktadır. Bu çalışmada ülkemizde yer alan 43 tescilli fasulye çeşidinde BCMV ve BCMNV virüslerine karşı muhtemel dayanıklılık 3 farklı gen (*bc-1²*, *I*, *bc-3*) ile ilişkili 4 farklı markör (SBD-5, SW-13, ROC11/420-350, *eIFE4*) yardımıyla incelenmiştir. Elde edilen verilere göre 43 fasulye çeşidinin BCMV ve BCMNV etmenlerine karşı dayanıklılıkta rol oynayan bazı genlere sahip olduğu belirlenmiştir. Elde edilen markör destekli tarama sonuçlarının virüs inokulasyonu ve patojenisite çalışmaları ile desteklenmesi öngörülmüştür. Söz konusu markörler yardımıyla yerel fasulye çeşitlerinin ve çeşit tescil adaylarının virüslere dayanıklılık genleri değerlendirilerek tescil özelliklerinin güçlendirilebileceği düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Fasulye, BCMV, BCMNV, dayanıklılık, gen.

Identification of Genes Related to Resistance for *Bean common mosaic virus* and *Bean common mosaic necrosis virus* in Commercial Common Bean Cultivars in Turkey

Abstract

Bean common mosaic virus (BCMV) and *Bean common mosaic necrosis virus* (BCMNV) pathogens lead to significant yield losses in common bean, which have a significant production potential in our country. The identification of resistance genes with the help of molecular markers has become widespread in recent years due to possibility to determine the genes in plants without virus inoculation. In this study, probable resistance to BCMV and BCMNV viruses in 43 commercial bean cultivars in our country were examined using 4 different markers (SBD-5, SW-13, ROC11/420-350, *eIFE4*) related to 3 genes (*bc-1²*, *I*, *bc-3*). According to the obtained data, 43 commercial bean cultivars were found to have some genes which play a role in resistance to BCMV and BCMNV pathogens. The obtained marker-assisted screening results are supposed to be supported by virus inoculation and pathogenicity studies. With the help of these molecular markers, it is considered that the registry characteristics of the common bean landraces and candidate beans for registration can be supported by checking the resistance genes of the viruses.

Key words: Bean common, BCMV, BCMNV, resistance, gene.

Giriş

Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.), *Leguminosae* familyasında yer alan bir baklagil bitkisidir. Taze ve

kuru olarak tüketilebilen fasulyenin insan beslenmesinde önemli bir yeri vardır (Bozoğlu, 1995). TÜİK (2017) verilerine göre ülkemizde 267

kg/da olmak üzere 897.221 da alanda kuru fasulye üretimi yapılmış olup ayrıca 630.347 ton taze fasulye üretimi gerçekleştirilmiştir. Ülkemiz tarımının önemli faaliyetleri arasında yer alan fasulye yetiştiriciliğinde birçok fungal, bakteriyel ve viral etmen hastalığa neden olmakta ve ürün kayıplarına yol açmaktadır (Deligöz ve ark., 2015). *Bean common mosaic virus* (BCMV) ve *Bean common necrosis mosaic virus* (BCMNV) fasulyenin dünyada ve ülkemizde en yaygın ve ekonomik açıdan önemli olan virüsleri arasında yer almaktadır. Hem BCMV hem de BCMNV, tek iplikçikli, pozitif duyarlılıkta bir RNA genomuna sahiptir (Larsen ve ark., 2011). Potyviriidae familyası, *Potyvirus* cinsinde yer alan BCMV ve BCMNV yaprak bitleri ile non-persistent şekilde taşınmakta, ayrıca mekanik olarak bitki öz suyu ile tarımsal ekipmanlarla, tohumla ve polenle yayılabilmektedir.

Fasulye bitkisinde BCMNV ve BCMV izolatlarına karşı dayanıklılık, bir adet dominant *I* geni ve dört adet resesif gen (*bc-u*, *bc-1/bc-1²*, *bc-2/bc-2²* ve *bc-3*) olmak üzere beş farklı dayanıklılık geniyle sağlanmaktadır. Ayrıca *bc-1* ve *bc-2* genlerin her biri ikişer allele sahiptir (Drijfhout 1978). BCMNV ve BCMV etmenleri, söz konusu beş dayanıklılık geniyle ilgili olarak 1 ila 8 arasında numaralandırılmış 8 farklı patogruha (PG) ayrılmaktadır (Feng ve ark. 2017). BCMNV sadece PG-3 ve PG-6 ile ilişkili bulunurken BCMV, sekiz grubun hepsiyle ilişkili olarak bulunabilmektedir (Feng ve ark., 2015).

Dominant *I* geninin 30 °C'nin altındaki sıcaklıklarda BCMV'nin tüm ırklarına karşı dayanıklılık sergilediği ve simptomların maskelendiği rapor edilmesine rağmen 30 °C'nin üstündeki sıcaklıklarda bitkide genel nekroz hakimiyetinin görüldüğü bildirilmiştir (Collmer ve ark., 2000). *I* geni bulduran çeşitlerin ticari fasulye yetiştiriciliğinde tercih edilmesinden bu yana BCMNV'e karşı çeşit hassasiyetlerinde artışlar gözlenmiştir. BCMV ve BCMNV'e karşı dayanıklı olduğu değerlendirilen çeşitlerde zaman zaman sistemik enfeksiyon görülsede ilave bazı genler ile bu durumun genel nekroza dönüşmediği görülmüştür (Feng ve ark., 2017).

1992 yılından önce BCMNV, BCMV'nin bir alt türü olarak düşünülmüş, bu sebepten ötürü biyolojik çalışmalar sıklıkla BCMV üzerinden yürütülmüştür (Vetten ve ark. 1992). Bu sebeple fasulyenin önemli bir viral hastalığı olan BCMNV hakkında hala kısıtlı bilgi mevcuttur. Öyle ki GenBank veri kayıtları incelendiğinde BCMNV ile ilgili oldukça az sayıda dizi bilgisinin yer aldığı görülmektedir. Bu bilgi eksikliğinin giderilmesinde virüse ait genomik sekans bilgilerinin yanı sıra, fasulye bitkisinin sahip olduğu dayanıklılık genlerinin de incelenmesi gerekmektedir. Bu

sayede BCMNV'e ait değişik PG gruplarının açığa çıkarılması mümkün olacaktır (Feng ve ark., 2017).

Markör yardımıyla dayanıklılık genlerinin tespiti çalışmaları virüs inokulasyonuna gerek duymadan bitkilerde söz konusu genlerin belirlenebilmesine imkân sağlayabilmesi nedeniyle günümüzde yoğun olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem, moleküler testlerin akabinde virüs inokulasyonu ile kombine edilerek, özellikle virüslere karşı dayanıklı gen havuzu oluşturma ve seleksiyon programlarında kolaylıklar sağlamaktadır. Ülkemizde yapılan bir çalışmada Deligöz ve Sökmen (2013) ikisi tescilli olmak üzere beş fasulye çeşidi ve bir ıslah hattının BCMV ve BCMNV'ye karşı dayanıklılık düzeylerinin ve sahip oldukları dayanıklılık genlerinin durumlarını ilgili genlere spesifik primerler ile PCR yapmak suretiyle kontrol etmişlerdir. Gerçekleştirdiğimiz bu çalışmada Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü tarafından tescillenmiş olan 43 adet fasulye çeşidi (Tablo 1) BCMV ve BCMNV virüslerine karşı sahip oldukları genlerin varlığı bakımından incelenmiş, dayanıklılığa işaret eden söz konusu genlerin moleküler karakterizasyonları gerçekleştirilmiştir.

Materyal ve Yöntem

Çalışmada kullanılan fasulye çeşitlerine ait tohumlar 23 °C sıcaklıkta çimlendirilmiş, 3-5 yapraklı döneme ulaşan bitkilerden DNA izolasyonu GeneJET Plant Genomic DNA Purification Kit (Thermo Scientific) kullanılarak ilgili firmanın talimatları doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Her bir fasulye çeşidinden ve kontrol amacıyla temin edilen (USDA-ARS) ayırıcı set genotiplerinden (Tablo 3) elde edilen DNA'lar, virüslere dayanıklılığı ifade eden farklı genlerle ilişkili moleküler markörler yardımıyla taranmıştır. Bu amaçla Tablo 2'de belirtilen markörler kullanılmıştır. PCR amplifikasyonları 0.2 µM dNTPs, 0.3 µM primer, 1.5 mM MgCl₂, PCR buffer, 10-20 ng DNA, 1 U Taq DNA polimeraz içeren 25 µl' lik hacimlerde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen PCR ürünlerini %1.4'lük agaroz jelde 100 V'da elektroforetik olarak ayrılarak gözlemlenmiştir. Beklenen PCR ürünlerinin büyüklükleri ise 100 bp DNA ladder kullanılarak tespit edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

BCMV ve BCMNV virüslerine karşı fasulye çeşitlerinde dayanıklılık sağlayan gen lokuslarının moleküler markörlerle belirlenmesi için yapılan çalışmada 43 fasulye genotipinden DNA ekstraksiyonu yapılmış ve bu örnekler 4 farklı markör ile incelenmiştir. PCR sonuçlarına göre virüslere dayanıklılıktan sorumlu genlerin testlenen çeşitler bünyesindeki dağılımı Tablo 4 'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan tescilli fasulye genotipleri.

No	Çeşit adı	Tür adı	No	Çeşit adı	Tür adı	No	Çeşit adı	Tür adı
1	Zülbiye	KF*	16	Batallı	KF	31	Cihan	KF
2	Remi	TF*	17	Göksun	KF	32	Bulduk	KF
3	Özdemir	KF	18	Mecidiye	KF	33	40 Günlük	TF
4	Kantar-05	KF	19	4F-89 Fransız	TF	34	Bourgondia	TF
5	Sazova 1949	TF	20	Bona	TF	35	Karabacak	TF
6	Gina	TF	21	Romano 26	TF	36	Akın	KF
7	Karacaşehir 90	KF	22	Klas	TF	37	Akman 98	KF
8	Alman Ayşe-4	TF	23	Göynük 98	KF	38	Terzibaba	KF
9	Zirve	KF	24	Güngör	KF	39	Önceler 98	KF
10	Işıklı	TF	25	Elkoca-05	KF	40	Berrak	KF
11	Askız	TF	26	Sembol	TF	41	Yakutiye 98	KF
12	Mina	TF	27	Aras 98	KF	42	Akdağ	KF
13	Sarıkız	TF	28	Nina	TF	43	Arslan	KF
14	Helda	TF	29	Sururbey	KF			
15	Albeni	TF	30	Sülün	TF			

*KF: Kuru Fasulye, TF: Taze Fasulye.

Tablo 2. Markörler ve PCR koşulları.

Primer	Dizi	Döngüler	Gen	Bant	Kaynak
SW-13	5'-CACAGCGACATTAATTTTCCTTTC-3' 5'-CACAGCGACAGGAGGAGCTTATTA -3'	95°C 4 min; 94°C 10 s, 60°C 40 s, 72°C 2 min 35 döngü ve 72°C 5 min	<i>I</i> geni	690	Haley et al., 1994 Melotto et al., 1996 Fourie et al.,2004
SBD-5	5'-GTGCGGAGAGGCCATCCATTGGTG-3' 5'-GTGCGGAGAGTTTCAGTGTTGACA-3'	95°C 4 min; 94°C 10 s, 65°C 40 s, 72°C 2 min 35 döngü ve 72°C 5 min	<i>bc-1²</i>	1250	Miklas et al., 2000
ROC11	5'-CCAATTCTCTTTCACTTGTAACC-3' 5'-GCATGTTCCAGCAAACC -3'	95°C 4 min; 94°C 10 s, 65°C 10 s, 72°C 30 s 35 döngü ve 72°C 5 min	<i>bc-3</i>	420	Johnson et al., 1997
<i>eIFE4</i>	5'-ACCGATGAGCAAAACCTTA-3' 5'-CAACCAACTGGTATCGGATT-3'	95°C 3 min; 94°C 20 s, 58°C 20 s, 72°C 20 s 40 döngü ve 72°C 5 min	<i>bc-3</i>	541 (381/160)	Naderpour et al., 2010

Tablo 3. Çalışmada kullanılan ayırıcı settler (USDA-ARS).

Genotip	Gen Havuzu
Michelite	MA*
MDRK (Michigan Dark Red Kidney)	A*
Perry Marrow	A
Cornell 49242	MA
Widusa	MA
TO	MA
TU	MA
Ouro Negro	MA

*MA=Middle American gen havuzu; A=Andean gen havuzu.

Tablo 4. Çeşitlerin sahip olduğu dayanıklılık genlerinin dağılımı.

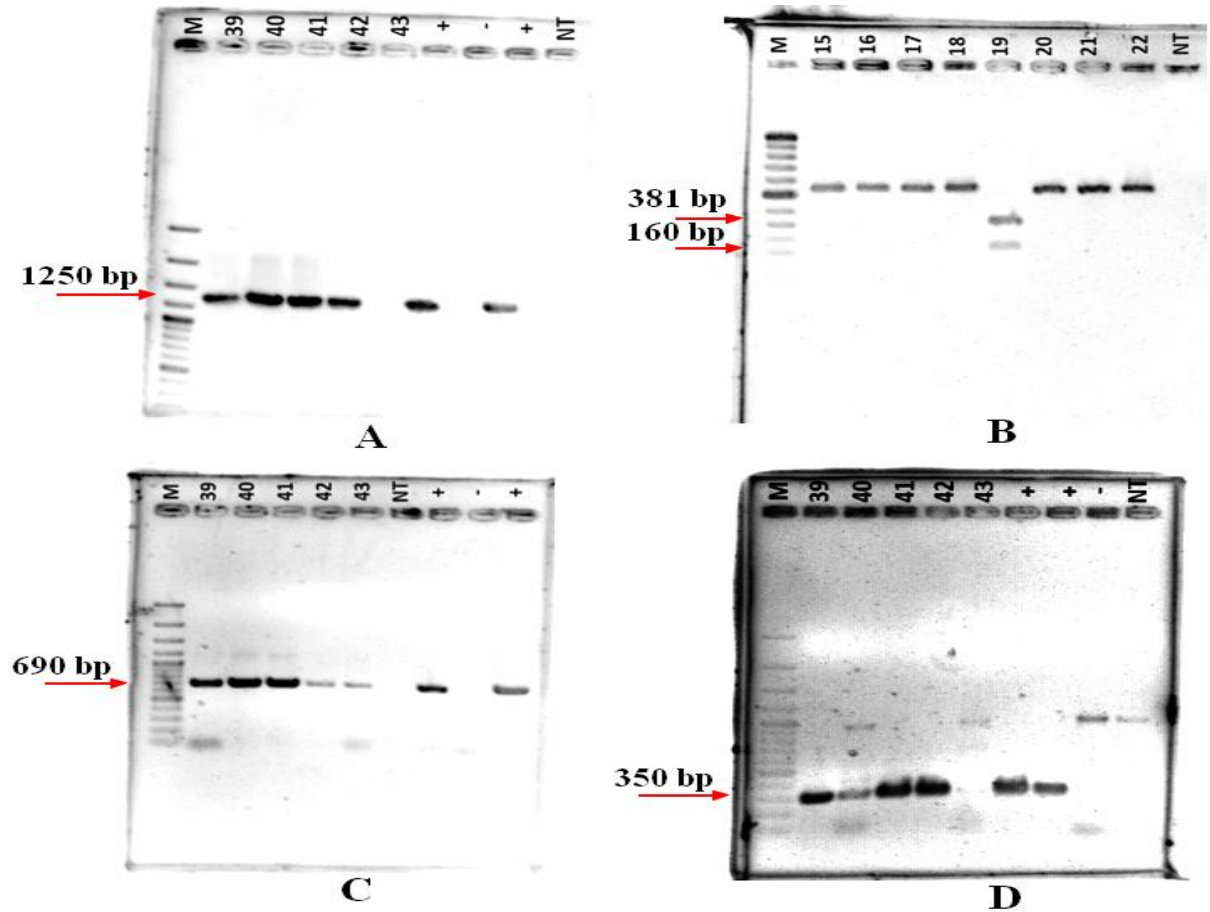
No	Çeşit	<i>bc-1²</i> (SBD-5)	<i>I</i> geni (SW-13)	<i>bc-3</i> (ROC11)	<i>bc-3</i> (eIF4E4)
1	Zülbiye	+	+	+	-
2	Remi	+	+	+	-
3	Özdemir	+	-	+	-
4	Kantar-05	+	-	+	-
5	Sazova 1949	+	+	+	-
6	Gina	+	+	+	-
7	Karacaşehir 90	+	-	+	-
8	Alman Ayşe-4	+	+	+	-
9	Zirve	+	+	+	-
10	Işıklı	+	+	+	-
11	Askız	+	+	+	-
12	Mina	+	+	+	-
13	Sarıkız	+	+	+	-
14	Helda	+	-	+	-
15	Albeni	+	+	+	-
16	Batallı	-	+	+	-
17	Göksun	+	-	+	-
18	Mecidiye	+	-	+	-
19	4F-89 Fransız	+	-	-	+
20	Bona	+	+	+	-
21	Romano 26	+	+	+	-
22	Klas	+	+	+	-
23	Göynük 98	+	+	+	-
24	Güngör	+	-	+	-
25	Elkoca-05	+	-	+	-
26	Sembol	+	+	+	-
27	Aras 98	+	+	+	-
28	Nina	+	+	+	-
29	Sururbey	+	+	+	-
30	Sülün	+	+	+	-
31	Cihan	+	+	+	-
32	Bulduk	+	+	+	-
33	40 Günlük	+	-	+	-
34	Bourgondia	+	+	+	-
35	Karabacak	+	-	+	-
36	Akın	+	+	+	-
37	Akman 98	-	+	+	-
38	Terzibaba	+	+	+	-
39	Önceler 98	+	+	+	-
40	Berrak	+	+	+	-
41	Yakutiye 98	+	+	+	-
42	Akdağ	+	+	+	-
43	Arslan	-	+	-	-

Moleküler taramalar neticesinde SBD-5 markörü yardımıyla 1250 bp büyüklüğünde bantlar elde edilmiştir (Şekil 1). SBD-5 markörü ile yapılan taramalarda Batallı ve Arslan çeşitleri haricindeki 41 adet çeşidin, söz konusu *bc-1²* genine sahip olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar beklenen bant büyüklüğü bakımından ve çalışmada taranan çeşitlerdeki *bc-1²* geninin oransal dağılımı açısından Pasev ve ark. (2014) ile örtüşmektedir. Ülkemizde Deligöz ve Sökmen (2013) SBD-5 markörünü kullanarak 5 fasulye çeşidi ve 1 ıslah hattı ile

yürüttükleri çalışmada bütün örneklerin *bc-1²* genine sahip olduklarını belirlemişlerdir. Bilgilerimize göre fasulyede *bc-1²* geninin varlığının tespitinde SBD-5 markörünün (Miklas ve ark., 2000) dışında kullanılan başka bir markör bulunmamaktadır. Yüksek pozitif sonuçların varlığı sebebiyle SBD-5 markörü ile *bc-1²* geninin varlığının tespitinde yardımcı unsurlarla desteklenmesinin gerektiği bildirilmiştir (Strausbaugh ve ark., 2003). Bu çalışmada, SBD-5 markörü ile ilgili *bc-1²* geni neredeyse çeşitlerin tamamında pozitif sinyal

vermiştir. *I* geninin varlığının tespitinde kullanılan SW-13 markörü ile yapılan taramalarda 690 bp büyüklüğünde amplifikasyonlar gerçekleşmiş ve 32 çeşidin *I* genine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre Haley ve ark. (1994) Melotto ve ark. (1996); Pasev ve ark. (2014) ile aynı büyüklükte bant görüntüleri elde edilmiştir. Ülkemizde Deligöz ve Sökmen (2013) 5 fasulye çeşidi ve 1 ıslah hattında *I* geninin varlığının tespiti amacıyla SW-13 ve SBD-15 markörü ile multiplex-PCR ile taramışlardır. Elde edilen sonuçlara göre SW-13 markörü ile 690 bp büyüklüğünde bantlar elde edilmiş ve Özeren Şeker, 4F-3260 ve Zülbiye çeşitlerinin pozitif bant görüntüleri verdiğini belirlemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre Zülbiye çeşidi *I* geninin varlığı bakımından pozitif bant vermiştir. Zülbiye çeşidinin *I* genine sahip olması bakımından benzer sonuçlar göstermekle beraber, söz konusu çeşidin virüslere dayanıklılık bakımından tercih edilebilirliğini kuvvetlendirmiştir. Diğer bir SCAR markör olan ROC11/420-350 primeri ile çeşitler arasında *bc-3*

geninin varlığı aranmıştır. Beklenen 420 bp büyüklüğünden farklı olarak 350 bp büyüklüğünde bantlar elde edilmiştir. Araştırma bulguları ile beklenen sonuçlar arasındaki bu farklılığa Pasev ve ark. (2014)'da rastlanılmıştır. Bu farklılığın SW-13 primerinin yüksek delesyon oluşturma potansiyelinden dolayı meydana geldiği varsayılmaktadır. Beklenenden farklı büyüklükte bant görüntüleri elde edilmiş de olsa *bc-3* geninin varlığının teyit edildiği varsayılmakta olup ilgili 41 çeşidin *bc-3* genine sahip olduğu değerlendirilmiştir. Bir CAPS markör olan ve *bc-3* geninin varlığının saptanmasında kullanılan *eIF4E* ile yapılan taramalar neticesinde sadece 1 çeşidin (4F-89-Fransız) *bc-3* genine sahip olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre çalışmamız Naderpour ve ark. (2010) ile benzerlik göstermiştir. Pozitif bant veren örnekler *RsaI* enzimiyle kesilmiş (Naderpour ve ark., 2010) ve sadece bir çeşitte (4F-89 Fransız) 381+160 bp büyüklüğünde bant profilleri elde edilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Araştırmada oluşan bant profilleri.

A) SBD-5 markörü ile elde edilen bir bant görüntüsü. M: Marker, 39: Önceler-98 40: Berrak, 41:Yakutiye 98, 42: Akdağ, 43: Arslan, Perry Marrow (+), Cornell 49242 (-), Michigan Dark Red Kidney (+), NT: Non-template.

B) *eIF4E* markörü ile elde edilen bir bant görüntüsü. M: Marker, 15: Albeni, 16: Batallı, 17: Gökşun, 18: Mecidiye, 19: 4F-89 Fransız, 20: Bona, 21: Romano-26, 22: Klas, NT: Non-template (*RsaI* enzimiyle kesilmiştir).

C) SW-13 markörü ile elde edilen bir bant görüntüsü. M: Marker, 39: Önceler-98 40: Berrak, 41:Yakutiye 98, 42: Akdağ, 43: Arslan, NT: Non-template, TO (+), Michigan Dark Red Kidney (-), Widusa (+).

D) ROC11/420-350 markörü ile elde edilen bir bant görüntüsü. M: Marker, 39: Önceler-98 40: Berrak, 41:Yakutiye 98, 42: Akdağ, 43: Arslan, Perry Marrow (+), TO (+), Cornell 49242 (-), NT: Non-template.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada kullanılan 43 fasulye çeşidinin BCMV ve BCMNV'ye karşı dayanıklılıkta rol oynayan bazı genlere sahip olduğu belirlenmiştir. Elde edilen moleküler veriler ışığında dayanıklılık geni bulduran çeşitlerin virüs inokulasyonu ile desteklenerek reaksiyonlarının ölçülmesi çalışmanın çıktılarını destekleyecektir. İnokulasyon sonucu elde edilen sonuçların moleküler veriler ile birlikte değerlendirilmesi fenotipik olarak markörlerin başarısını teyit etmiş olacaktır. Ülkemizin yerel üretim profili göz önüne alındığında fasulye açısından tescil adayı ümitvar fasulye hatlarının söz konusu virüslere dayanıklılık bakımından incelenmesi önerilmektedir. Elde edilen verilerin, ıslah çalışmalarını destekleyici özellikte olması öngörülmektedir.

Kaynaklar

Bozoğlu, H. 1995. Kuru Fasulyede Bazı Tarımsal Özelliklerin Genotip x Çevre İnteraksiyonu ve Kalıtım Derecelerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Yayınlanmamış Doktora Tezi. 19 May. Ün. Fen Bil. Enst., 99 s.

Collmer, C.W., Marston, M.F., Taylor, J.C., Jahn, M. 2000. The I gene of bean: a dosage-dependent allele conferring extreme resistance, hypersensitive resistance, or spreading vascular necrosis in response to the potyvirus Bean common mosaic virus. *Molecular plant-microbe interactions*, 13(11): 1266-1270.

Deligöz, İ., Sökmen, M.A. 2013. Bazı fasulye genotiplerinin *Bean common mosaic virus* (BCMV) ve *Bean common mosaic necrosis virus* (BCMNV)'a dayanıklılık durumlarının kalitatif, kantitatif ve moleküler yöntemlerle belirlenmesi. *Bitki Koruma Bülteni*, 53(2): 101-113.

Deligöz, İ., Sarı, S., Karaağaç, O. 2015. Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilen taze fasulye ıslah hatları ve bazı ticari çeşitlerin *Bean common mosaic virus* (BCMV)'a dayanıklılık durumlarının araştırılması. *Derim*, 32(1): 1-10.

Drijfhout, E. 1978. Genetic Interaction Between *Phaseolus vulgaris* and Bean Common Mosaic Virus with Implications for Strain Identification and Breeding for Resistance. Centre for Agricultural Publication and Documents, Wageningen, the Netherlands.

Feng, X., Guzmán, P., Myers, J.R., Karasev, A.V. 2017. Resistance to Bean common mosaic necrosis virus Conferred by the bc-1 Gene Affects Systemic Spread of the Virus in Common Bean. *Phytopathology*, 107(7): 893-900.

Feng, X., Myers, J.R., Karasev, A.V. 2015. Bean common mosaic virus isolate exhibits a novel pathogenicity profile in common bean, overcoming the bc-3 resistance allele coding for the mutated EIF4E translation initiation factor. *Phytopathology* 105: 1487-1495.

Fourie, D., Miklas, P., Ariyaranthe, H. 2004. Genes conditioning halo blight resistance to races 1, 7, and 9 occur in a tight cluster. *Annual Report-Bean Improvement Cooperative*, 47: 103-104.

Haley, S.D., Afanador, L., Kelly, J.D. 1994. Identification and application of a random amplified polymorphic DNA marker for the I gene (potyvirus resistance) in common bean. *Phytopathology*, 84(2): 157-160.

Johnson, W.C., Guzmán, P., Mandala, D., Mkandawire, A.B.C., Temple, S., Gilbertson, R.L., Gepts, P. 1997. Molecular tagging of the BC-3 gene for introgression into Andean common bean. *Crop Science*, 37(1): 248-254.

Larsen, R.C., Druffel, K.L., Wyatt, S.D. 2011. The complete nucleotide sequences of bean common mosaic necrosis virus strains NL-5, NL-8 and TN-1. *Arch. Virol.*, 156: 729-732.

Melotto, M., Afanador, L., Kelly, J.D. 1996. Development of a SCAR marker linked to the I gene in common bean. *Genome*, 39(6): 1216-1219.

Miklas, P.N., Stone, V., Daly, M.J., Stavely, J.R., Steadman, J.R., Bassett, M.J., Delorme, R., Beaver, J.S. 2000. Bacterial, fungal, and viral disease resistance loci mapped in a recombinant inbred common bean population ('Dorado'/XAN 176). *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 125: 476-481.

Naderpour, M., Lund, O. S., Larsen, R., Johansen, E. 2010. Potyviral resistance derived from cultivars of *Phaseolus vulgaris* carrying BC-3 is associated with the homozygotic presence of a mutated eIF4E

- allele. *Molecular plant pathology*, 11(2): 255-263.
- Pasev, G., Kostova, D., Sofkova, S. 2014. Identification of genes for resistance to Bean common mosaic virus and Bean common mosaic necrosis virus in snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) breeding lines using conventional and molecular methods. *Journal of Phytopathology*, 162(1): 19-25.
- Strausbaugh, C.A., Miklas, P.N., Singh, S.P., Myers, J.R., Forster, R.L. 2003. Genetic characterization of differential reactions among host group 3 common bean cultivars to NL-3 K strain of Bean common mosaic necrosis virus. *Phytopathology*, 93(6): 683-690.
- TÜİK, 2017. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr/> (Erişim tarihi: 25.07.2018).
- Vetten, H.J., Lesemann, D.E., Maiss, E. 1992. Serotype A and B strains of bean common mosaic virus are two distinct potyviruses. In *Potyvirus Taxonomy*, pp. 415-431, Springer, Vienna.