

Cucumber Mosaic Virus and Pepper Mild Mottle Virus in Pepper Growing Areas in Burdur Province, Turkey

Handan Cula Kilic (Corresponding author)

Suleyman Demirel University Faculty of Agriculture Department of Plant Protection,
Isparta 32260 Email address: handankilic@sdu.edu.tr; handanculal@hotmail.com

Nejla Yardimci

Suleyman Demirel University Faculty of Agriculture Department of Plant Protection,
Isparta 32260 Email address: nejlayardimci@sdu.edu.tr

Serdar Toplu

Suleyman Demirel University Faculty of Agriculture Department of Plant Protection,
Isparta 32260 Email address: serdar_toplu93@hotmail.com

Ali Konu

Suleyman Demirel University Faculty of Agriculture Department of Plant Protection,
Isparta 32260 Email address: ali_07_konu@hotmail.com

This study was supported by Turkish Scientific and Technical Research Council-TUBITAK (Project Number: TUBITAK-BIDEB-2209A).

Abstract

This study was carried out to detect the presence *Cucumber mosaic virus* (CMV) and *Pepper mild mottle virus* (PMMoV) in the pepper growing areas in Burdur province. A total of 124 plant samples were collected from pepper plantations with virus like symptoms in 2012-2013. Identification of viruses was performed using serological and molecular methods. As a result of DAS-ELISA (Double-antibody sandwich enzyme linked immunosorbent assay) tests, it was observed that 20 samples out of 124 were infected with viruses. CMV in 8 samples, PMMoV in 8 samples were found to be present. It was seen that 4 samples were infected with two viruses. RT-PCR (Reverse transcription polymerase chain reaction) was carried out by using specific primer which amplified a 678 bp fragment of coat protein of CMV in samples. Thus, CMV product of expected size in leaf samples were observed. On the other hand, the expected amplification bands in 830 bp were not observed for PMMoV. The present study provides evidence for occurrence of CMV and PMMoV in Burdur province in Turkey based on serological methods. RT-PCR studies confirmed DAS-ELISA results for the detection of CMV.

Key Words: Pepper, *Cucumber mosaic virus*, *Pepper mild mottle virus*, DAS-ELISA, RT-PCR.

Özet

Bu çalışma Burdur ili biber üretim alanlarında *Cucumber mosaic virus* (CMV) ve *Pepper mild mottle virus* (PMMoV)'unun belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. 2012 ve 2013 yıllarında biber yetiştirilen alanlardan virüs semptomu sergileyen 124 bitki örneği toplanmıştır. Virüslerin teşhisi serolojik ve moleküler yöntemler kullanılarak yapılmıştır. DAS-ELISA (Double antibody sandwich enzyme linked immunosorbent assay) testi sonucunda; 124 örnekten 20'si virüsler ile enfekteli bulunmuştur. Testlenen örneklerin 8 adedi CMV, 8 adedi PMMoV ile enfekteli bulunurken, 4 adedi her iki virüs ile enfekteli bulunmuştur. RT-PCR (Reverse transcription polimerase chain reaction) çalışmalarında CMV için spesifik primer çiftleri kullanılarak kılıf protein geninin yaklaşık 678 bp'lik bir kısmı çoğaltılmış ve virüse özgü spesifik bantlar elde edilmiştir. PMMoV için ise yapılan çalışmalarda 830 bp büyüklüğünde spesifik bantlar elde edilememiştir. Bu çalışma ile Burdur ili biber üretim alanlarında CMV ve PMMoV'nün varlığı, serolojik olarak ortaya konulmuştur. Ayrıca CMV'nin varlığı RT-PCR çalışmaları ile de teyit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Biber, *Cucumber mosaic virus*, *Pepper mild mottle virus*, DAS-ELISA, RT-PCR.

1.Giriş

Biber (*Capsicum annum* L.) *Solanaceae* familyasının üyesi olup önemli bir sıcak ve ılıman iklim bitkisidir. Biberin anavatanının tropikal güney Amerika özellikle de Brezilya olduğu bildirilmiştir. Biber 1500'li yıllarda İspanya'dan İngiltere'ye ve daha sonra tüm Avrupa'ya yayılmıştır (Anonymous, 2013a). Dünya biber üretiminde 2010 yılı itibarı ile 13.189.303 ton ile Çin birinci sırada bulunmaktadır. Bunu 2.335.560 ton ile Meksika takip etmektedir. Türkiye ise 1.986.700 ton ile üçüncü sırada yer alır. Türkiye'yi Endonezya ve ABD takip etmektedir. (Anonymous, 2012).

Biber A ve C vitaminlerince zengindir. Biberler taze, konserve, salça, turşu, sos, ketçap, konsantre domates çorbaları, hazır çorbalar, kurutulmuş, toz ve pul biber yapımında, boya sanayinde, ilaç sanayinde vb. gibi çeşitli alanlarda kullanılabilir (Anonymous, 2013a).

Türkiye'de üretilen 1.975.269 ton biberin 879.846 tonu sivri, 364.930 tonu dolmalık, 730.493 tonunu ise salçalık biberden oluşmaktadır (Anonymous, 2013b). Burdur ili, toprak ve iklim özellikleri ile sulama olanaklarının uygun olması sebebiyle sebze yetiştiriciliğinde önemli bir konuma sahiptirler. 2013 TÜİK verilerine göre; Burdur ilinde 56.644 dekar (da) sebze alanında yıllık sebze üretim miktarı 196.615 ton'dur. Bunun 8.416 tonunu biber (salçalık+dolmalık+sivri) oluşturmaktadır.

Biber bitkisinin üretiminde; yanlış veya yetersiz tarımsal uygulamaların yapılması, bunun yanı sıra canlı ve cansız hastalık etmenleri sebebiyle üründe önemli düzeyde verim kayıpları görülmektedir. Sebze üretim alanlarında üretimi sınırlayan çok sayıda fungus, bakteri ve virüs hastalıkları bulunmaktadır. Bu etmenler arasında, kimyasal ve fiziksel yapısı, boyutu, enfeksiyon şekli, semptom oluşturmaları, taşınması ve etkin bir mücadelenin olmayışı nedeni ile virüs hastalıklarının önemli bir yeri vardır (Agrios, 1997).

Green & Kim (1994) biberde yaklaşık 65 virüsün hastalık oluşturduğunu bildirmişlerdir. Biberde görülen ve ciddi verim kaybına neden olan virüsler şunlardır: *Tobacco mosaic virus* (TMV), *Tomato mosaic virus* (ToMV), *Cucumber mosaic virus* (CMV), *Potato Y virus* (PVY), *Tomato spotted wilt virus* (TSWV), *Alfalfa mosaic virus* (AMV), *Pepper mild mottle* (PMMoV), *Pepper veinal mottle virus* (PVMV), *Pepper ringspot virus* (PRSV)'dir (Şutic et al., 1999; Hiskias et al., 1999; Buzkan et al., 2006; Ryu et al., 2009; Arogundade et al., 2012).

Hıyar mozayik virüsü ilk olarak 1916'da Amerika Birleşik Devletlerinde tanımlanmıştır (Doolittle, 1916). Daha sonra Afrika, Avrupa ve dünyanın diğer yerlerinde rapor edilmiştir (Price, 1934).

CMV, *Bromoviridae* familyasının *Cucumovirus* genusuna dahil bir virüs olup 365 takım ve 85 familyaya giren en az 1000 bitki türünü enfekte etmektedir. (Hobbs ve ark., 2000). CMV'nin domates, biber, patlıcan, ıspanak, hıyar, fasulye, patates, muz gibi konukçularının yanı sıra krizantem, glayöl, çöl gülü, lale, petunya, zambak, sardunya gibi süs bitkilerinde de önemli zararları bulunmaktadır (Ferreira & Boley 1992).

Virüs 28-30 nm çapında ve aynı sedimentasyon oranına sahip olan 3 tip ikosahedral partikülden meydana gelmiştir (Brunt et al., 1996). CMV'nin partiküllerinin % 18' i tek sarmalli RNA ve % 82' si proteinden oluşmaktadır. Viral genomun en büyük parçası 3.389 kb, ikincisi 3.035 kb, üçünü en büyük parça ise 2.197 kb olarak belirlenmiştir (Roossinck, 2001). CMV'nin taşınması tohum, mekanik inokulasyon ve özellikle de afitlerle olmaktadır.

CMV'nin biberlerde yapraklarda beneklenmeler, mozayik semptomları, damarlarda sarı renk açılmaları, yaprak deformasyonları, halkalı lekeler, meyve deformasyonları, yapraklarda meşe yaprağı oluşumu gibi semptomlara sebep olur (Green & Kim, 1991).

PMMoV ilk olarak 1952 yılında McKinney tarafından Güney Carolina'da rapor edilmiştir. Şu an dünyanın bir çok yerinde biber üretim alanlarında önemli bir sorundur (Oka et al., 2008). Ülkemizde ise ilk olarak 1994 yılında biber üretim alanlarında tespit edilmiştir (Güldür et al., 1994; Palloix et al., 1994). Virüs mekanik inokulasyonla, tohumla, bitkilerin teması ve aşı ile taşınabilmektedir (Svoboda & Svobodová-Leišová, 2012). Biber dışında diğer *Solanaceae* familyası üyesi bitkilerde bu virüse duyarlıdır.

PMMoV *Virgaviridae* familyasının *Tobamovirus* genusuna ait bir virüstür. Çubuk şeklindedir. Virüs 312 nm uzunlukta ve 18 nm genişliktedir. PMMoV biber üretim alanlarında % 100'e varan verim kayıplarına neden olur. En tipik belirtisi cücelik semptomudur. Yapraklarda kloroza, beneklenmelere, deformasyonlara, meyvede şekil bozukluklarına, renk açılmalarına, küçük meyve oluşumuna neden olur (Wetter & Conti, 1988; Brunt et al., 1996).

Ülkemizde biberlerdeki virüs hastalıkları ile ilgili yapılan çalışmalarda TMV, ToMV, CMV, PMMoV, TSWV, PVY, AMV'lerinin varlığı belirlenmiştir (Sertkaya et al., 2003; Daplan & Sertkaya, 2007; Buzkan et al., 2006; Güldür & Çağlar, 2006; Arlı-Sökmen et.al., 2005; Buzkan & Yüzer, 2009; Şevik, 2011; Bostan & Dursun; Sertkaya, 2012; Yılmaz et al., 1983; Yılmaz & Davis, 1985; Özaslan et al., 2006).

Virüs hastalıklarının bulunuşu, zararı, oluşturduğu semptomlar biber bitkisinin çeşitine ve çevre koşullarına göre değişiklik göstermektedir. Bu nedenle virüs hastalıklarının neden olduğu zararı en alt seviyeye indirebilmek ve kontrol yöntemlerini geliştirebilmek için öncelikle yetiştiriciliği yapılan kültür bitkisinde bulunan virüslerin teşhisinin yapılması gerekmektedir. Virüs teşhisinde yalnızca gözleme dayalı tanılama yapmak doğru değildir. Son yıllarda moleküler tekniklere paralel olarak biber virüslerinin bitki dokularından hassas ve doğru olarak teşhisine olanak sağlayan PCR teknikleri geliştirilmiştir (Jacobi et al., 1998; Vinayarani et al., 2011).

Bu çalışmada da Burdur ili biber üretim alanlarında CMV ve PMMoV'nün DAS-ELISA ve RT-PCR yöntemi ile belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Bitkisel Materyal

Bu çalışmanın ana materyalini; virüs hastalığı belirtisi gösteren ve virüs ile enfekteli olduğundan şüphe edilen toplam 124 yaprak örneği oluşturmuştur. Örnekler 2012-2013 yılı Haziran-Eylül aylarında Burdur ili biber üretim alanlarından alınmıştır. Örnekleme yaprak deformasyonu, yapraklarda kıvrırcıklaşma, damarlarda çekilme, yaprak renginde açılmalar, yaprakta nekroz oluşumları, mozayik belirtisi, bitkide bodurluk semptomu gösteren bitkilerden yapılmıştır. Alınan örnekler polietilen torbalar içinde etiketlenerek buz kutusu içerisinde laboratuvara getirilmiş ve gerekli testler yapılmaya kadar derin dondurucuda (-20° C) muhafaza edilmiştir.

2.2. Serolojik Test Yöntemi (DAS-ELISA)

Çalışmada CMV ve PMMoV'nün DAS-ELISA (BIOREBA AG, Switzerland) ticari kiti kullanılmıştır. Uygulama, ilgili ticari firmanın prosedürüne göre yapılmıştır. Buna göre ELISA pleytinin her bir çukuruna kaplama tamponunda 1: 1000 oranında seyreltilmiş olan IgG'den 200 µl eklenerek +4° C'de tüm gece bekletilmiştir. Daha sonra ELISA pleytleri yıkama tamponu ile yıkanmıştır. Yıkama 3 kez tekrar edilmiştir. Ekstraksiyon tamponu ile 1/10 oranında seyreltilerek hazırlanan bitki ekstraktları her bir çukura 200'er µl

eklenerek +4° C'de tüm gece bekletilmiştir. Ertesi gün aynı şekilde yıkama tekrarlanmıştır. Yıkama işleminden sonra konjuge antikör konjugat tamponu içerisinde 1: 1000 oranında seyreltilip her bir çukura 200'er µl eklenerek 37° C'de 4 saat bekletilmiştir. Yıkama işleminden sonra substrat çözeltisine 1 mg/ml olacak şekilde hazırlanan substrat her bir çukura 200'er µl eklenerek oda sıcaklığında bekletilmiştir.

405 nm dalga boyunda okunan absorbans değerlerine göre negatif kontrol değerinin en az iki katı ve daha yukarı okuma değeri veren örnekler pozitif olarak kabul edilmiştir (Özaslan et al., 2006).

2.3. Moleküler Yöntemler

2.3.1. Total RNA Ekstraksiyonu

Bitkiden total RNA'lar RNA Ekstraksiyon kiti (Bio Basic, Inc) protokolüne göre izole edilmiştir.

1-25-50 mg bitki materyali, sıvı azot içerisinde toz haline gelinceye kadar ezilmiş ve ependorf tüplere aktarılmıştır.

2- Tüpün üzerine 450µl buffer Rlysis PG eklenerek karışım iyice vortekslenmiş ve oda sıcaklığında 5 dakika bekletilmiştir.

3- Bu karışım 10000 rpm'de 5 dakika santrifüj edilerek üstte kalan süpernatant kısmı alınmış ve 1.5 ml'tik temiz tüpe aktarılmıştır.

4- Üzerine 0.5 volüm ethanol (%96- %100) ilave edilip vortekslenmiştir.

5- Bu son homojenat kolona dökülmüş ve tüpler ile kolon 10000 rpm'de 30 saniye santrifüj edilmiştir. Tüpe geçen süpernatant atılmıştır.

6- Aynı kolona 0.5 ml'tik Universa GT ilave edilerek 10000 rpm'de 30 saniye santrifüj edilmiş ve tekrar tüpe geçen kısım atılmıştır.

7- Kolona bu kez 0.5 ml'tik Universa NT buffer ilave edilmiş ve kolon daha sonra 10000 rpm'de 30 saniye santrifüj edilerek süpernatant atılmış ve daha sonra tekrar 10000 rpm'de 30 saniye santrifüj edilerek süpernatant atılmıştır.

8- Aynı kolona yeni tüp yerleştirilip üzerine 50 µl RNase içermeyen su ilave edilerek oda sıcaklığında 2 dakika bekletilmiştir. Daha sonra 10000 rpm'de 30 saniye santrifüj edilmiştir.

10- Tüpler -20 °C deki derin dondurucuda PCR çalışmalarına kadar saklanmıştır.

2.3.2. RT-PCR çalışmaları

RT-PCR çalışmaları tek aşamalı olarak Primescript One step RT-PCR kit (Takara Bio Inc, Japan) protokolüne göre 50 µl hacimde gerçekleştirilmiştir. Tek bir reaksiyon karışımında 1'er µl virüs spesifik primer çifti (her biri 20 µM), 25 µl 2x1 step buffer (Reaksiyon buffer, dNTP mix), 2 µl 1 step enzim mix (Reverstranscriptase, Taq Polimeraz, Rnase inhibitör), 1 µl total RNA ve steril H₂O ile hazırlanmıştır. Tüpler PCR cihazına yerleştirilerek virüsler için spesifik programlar uygulanmıştır.

RT-PCR çalışmalarında CMV'ye ve PMMoV'e spesifik primer çiftleri kullanılmıştır. CMV için çalışmalarda kullanılacak olan primer çifti Han-Xin et al. (2004) tarafından kullanılan kılıf protein geninin 678 bp'lik kısmını amplifiye eden primer çiftidir. PMMoV için ise Velasco et al. (2002) tarafından kullanılan RdRp geninin yaklaşık 830 bp'lik kısmını amplifiye eden spesifik primer çiftleridir.

Çoğaltılan RT-PCR ürünleri %1'lik agaroz jel içerisinde elektroforez (Bio-Rad, Fransa) edilip ethidium bromide ile boyanmış ve görüntüleme Doc-It (UVP, UK) görüntüleme sisteminden yararlanılmıştır. Marker olarak 100 bp DNA ladder (Thermoscientific, GeneRuler) kullanılmıştır. RT-PCR çalışmalarında kullanılan primer çiftleri Tablo 1.'de verilmiştir.

Tablo 1. RT-PCR çalışmalarında kullanılan primer çiftleri

	Primer sekansı	Genomik bölge	Büyüklük	Referans
PMMoV	5-ACAGCGGTTTGGATCTTAGTAT-3 5-GTGCGGTCTTAATAACCTCA-3	RdRp	830 bp	Velasco et al., (2002)
CMV	5-TTGAGTCGAGTCATGGACAAATC-3 5-AACACGGAATCAGACTGGGAG-3	Kılıf Protein	678 bp	Han-Xin et al., (2004)

3. Tartışma ve Sonuç

Virüslerden kaynaklanan hastalıklar; kontrolünün çoğunlukla güç hatta imkânsız oluşu, etkili bir kimyasal preparatın bulunmaması ve virüslerin vektör böceklerle uzak ve geniş alanlara yayılmaları nedeniyle büyük öneme sahiptirler.

Virüslerden kaynaklanan zararın en alt düzeye indirilebilmesi ve kontrol stratejilerinin geliştirilebilmesi için öncelikle yetiştiriciliği yapılan kültür bitkisinde bulunan virüslerin tanısının yapılması gerekmektedir. Virüslerin tanılanmasında gözleme dayanılarak yapılan simptomalojik çalışmaların, yapılacak serolojik ve moleküler testlerle de desteklenmesi gerekmektedir. Ancak etmenin tanısı yapıldıktan sonra bu virüs hastalığının kontrolüne yönelik önlemler alınmalıdır.

Arazi çıkışları sırasında bitkilerde yaygın olarak yaprak deformasyonu mozayik, damarlarda çekilme, yaprakta nekroz oluşumları, yapraklarda küçülme, bitkide bodurluk şeklinde belirtiler görülmüş ve bu bitkilerin fotoğrafları çekilmiştir (Şekil 1.).



Şekil 1. Biber Bitkisinin Yaprakların Mozayik, Halkalı Leke ve Yaprak Deformasyonu Simptomu

Burdur ili biber üretim alanlarına yapılan sürveyler sırasında bitkilerin sergilediği, mozayik, damarlarda çekilme, beneklenme, yapraklarda halkalı lekeler, mozayik, yaprak deformasyonları yaprakta nekroz oluşumları, daha önce yapılan çalışmalarda rapor edilen belirtilerle uyum göstermiştir (Green & Kim, 1991; Choi et al., 2005; Kumar et al., 2011; Svoboda & Svobodová-Leišová, 2012).

Çoğu bitki virüsünü tanılama çalışmalarında kullanılan ELISA testleri, biberlerdeki virüsleri belirlemek için de araştırmacılar tarafından yaygın olarak kullanılmıştır (Choi et al., 2002; Şevik, 2011; Arogundade et al., 2012; Svoboda & Svobodová-Leišová 2012; Iqbal et al., 2012). Bu yöntemin tercih edilmesinde hızlı, duyarlı, ekonomik ve güvenilir olması etkili olmaktadır (Vinayarani et al., 2011).

Yapılan bu çalışmada yaprak örneklerinde DAS-ELISA testlerinin uygulanması sonucunda 124 örnekten 8 adedinin CMV, 8 adedinin PMMoV, 4 adedinin ise CMV+PMMoV ile enfekteli olduğu ortaya konulmuştur. Ülkemizin farklı bölgelerinde yapılan çalışmalarda da bitkilerde CMV ve PMMoV enfeksiyonları belirlenmiştir (Demir, 2005; Buzkan & Yüzer, 2009; Şevik, 2011; Arlı-Sökmen et al., (2005).

Arlı-Sökmen et al., (2005) Samsun ilinde yaptıkları çalışmalarda biberde zarar yapan virüslerin belirlenmesinde (AMV, CMV, PVY, ToMV, TMV, TSWV) DAS-ELISA yöntemini kullanmışlardır. Araştırmacılar bitki örneklerinin % 15.4'ünün TMV+PVY ile bulaşık olduğunu bildirmişlerdir.

Özdemir & Erilmez (2007) ise Denizli ili biber, patlıcan ve marul üretim alanlarındaki virüs hastalıklarının belirlenmesi ile ilgili yaptıkları çalışmada DAS-ELISA testi sonucunda, biber örneklerinin % 81.13'ünün TSWV, % 1.89' unun CMV, % 11.32'sinin ise karışık olarak (CMV, AMV, TSWV) enfekteli olduğunu bildirmişlerdir.

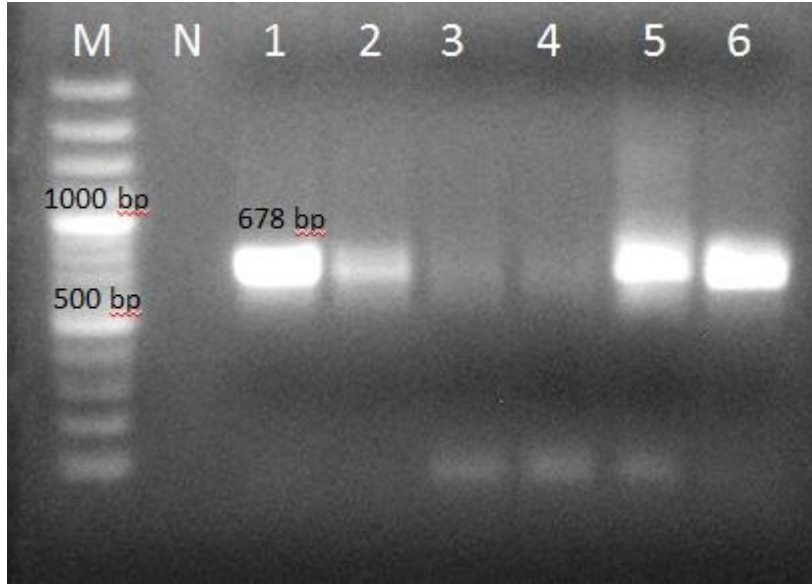
Demir (2005) , Kahramanmaraş ve ilçelerinden topladığı 171 biber yaprağını CMV, AMV, PVX, PVY, PMMoV ve TEV için DAS-ELISA yöntemi ile testlemiş ve örneklerin % 52.6'sının bir veya daha fazla virüsle enfekteli olduğunu bildirmiştir. Toplanan örneklerde PMMoV'nin % 8.2 ve CMV'nin enfeksiyon oranını % 4.6 olarak belirlenmişlerdir.

Son yıllarda, moleküler tekniklerdeki gelişmelere paralel olarak da biber virüslerinin bitki dokularından hassas ve doğru olarak teşhisine olanak sağlayan PCR teknikleri geliştirilmiştir (Buzkan & Yüzer, 2009; Mostafae et al., 2012; Yao et al., 2013; Çağlar et al., 2013; Biswas et al., 2013).

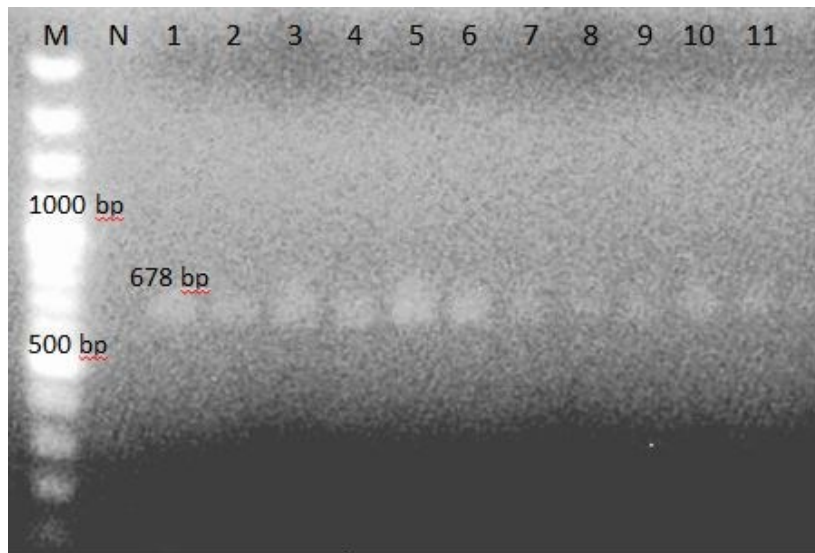
Yapılan RT-PCR çalışmalarında DAS-ELISA'da pozitif sonuç veren örnekler ele alınmıştır. CMV ile enfekteli bulunan biber örneklerinden PCR çalışmaları sonucunda 678 bp büyüklüğünde bantlar görüntülenmiştir. Negatif kontrolde ise herhangi bir bant oluşumu gözlenmemiştir. PMMoV ile enfekteli biber örneklerinden ise bant görüntüleri elde edilememiştir (Şekil 2, 3,4). PCR çalışmalarında CMV için Takamatsu et al. (1994) ve Han-Xin ve ark. (2004)'nın önerdiği primerler kullanılarak RT-PCR yöntemi kullanılmış ve aynı sonuçlar elde edilmiştir.

Buzkan and Yüzer (2009), Kahramanmaraş'ta yetiştirilen biberlerde, tohumla taşınan altı virüsün (AMV, CMV, TMV, ToMV, TSWV, PMMoV) tanısında RT-PCR yöntemini kullanmışlardır. Araştırmacılar, biber tohumlarında yalnızca CMV enfeksiyonunu tespit etmişlerdir. Çalışmada CMV için 513 bp büyüklüğünde bant elde etmişlerdir.

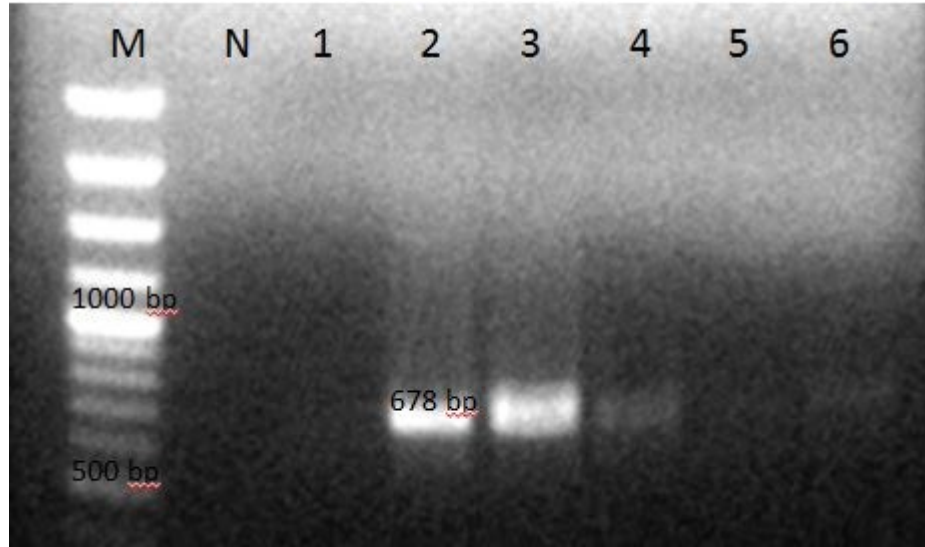
Çalışma süresince toplanan biber örneklerinde DAS-ELISA testleri sonucunda PMMoV'nün teşhis edilmesine rağmen, RT-PCR çalışmalarında bant elde edilememesinin; bitkilerin saklama koşullarında donma-çözünmenin meydana gelmesi ve virüs konsantrasyonunun bitkide azalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 2. RT-PCR sonucu elde edilen 678 bp'lik CMV bantları **M.** Marker (100 bp DNA Ladder; Thermo Scientific, SM0321); **N.** Negatif Kontrol



Şekil 3. RT-PCR sonucu elde edilen 678 bp'lik CMV bantları **M.** Marker (100 bp DNA Ladder; Thermo Scientific, SM0321); **N.** Negatif Kontrol



Şekil 4. RT-PCR sonucu elde edilen 678 bp'lik CMV bantları **M.** Marker (100 bp DNA Ladder; Thermo Scientific, SM0321); **N.** Negatif Kontrol

Çalışmada tespit edilen CMV, yaprakbiti ile taşınan bir virüstür ve bunların oluşturdukları hastalıkları engellemek için öncelikle bu vektörlerle mücadele yoluna gidilmelidir. PMMoV ise tohumla ve aşı ile taşınmaktadır. Virüsler ile mücadelede herhangi bir kimyasal preparatın bulunmamasından dolayı, virüsten arı ve dayanıklı üretim materyali kullanımı en önemli çözüm yolu olarak gözükmektedir.

Araştırmanın yürütüldüğü Burdur ili biber üretim alanlarında CMV ve PMMoV'nün varlığı serolojik olarak ortaya konulmuş ayrıca CMV'nin varlığı RT-PCR çalışmaları ile de teyit edilmiştir. Ülkemizin farklı yerlerinde biberlerdeki virüslerin belirlenmesi ile ilgili çalışmalar mevcuttur (Arlı-Sökmen et.al., 2005; Buzkan & Yüzer, 2009; Şevik, 2011). Ancak CMV'nün ve PMMoV'nün Burdur ili biberlerinde teşhis edilmesine yönelik herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışma Burdur ili biberlerinde CMV'nün ve PMMoV'nün tanınması ile ilgili ilk çalışma niteliğindedir.

References

- Agrios, G. N. (1997). *Plant Pathology*. Academic Press Inc. New York: USA. 635p.
- Anonymous (2013a), Biber Yetiştiriciliği. [Online] Available <http://megep.meb.gov.tr>. (October, 5, 2013)
- Anonymous (2012), FAO. [Online] Available: <http://faostat.fao.org/site/567/Desktop> (May, 20, 2013)
- Anonymous (2013b), Bitkisel üretim. [Online] Available: <http://tuikrapor.tuik.gov.tr/reports>. (April, 12, 2014)
- Arlı-Sökmen, M. et al. (2005). Occurrence of viruses in field-grown pepper crops and some of their reservoir weeds hosts in Samsun, Turkey. *Phytoparasitica*, 33(4), 347-358.
- Arogundade, O., Balogun, O.S., & Kareem, K.T. (2012). Occurrence and distribution of pepper veinal mottle virus and cucumber mosaic virus in pepper in Ibadan, Nigeria. *Virology Journal*, 19, 79.

Biswas, K. et al. (2013). Molecular evidence of Cucumber mosaicvirus subgroup II Infecting *Capsicum annuum* L. in the Western region of India. *International Journal of current discoveries and innovations*, 2(2), 97-105.

Bostan, H., & Dursun, A. (2002). Identification of some virus diseases in pepper production areas in Kemalije and Yusufeli Districts. *Atatürk Üniv. Agriculture Faculty Journal*, 33(4), 391-392.

Brunt, A. A. et al. (1996). *Viruses of Plant Description and Lists from the Vide Database*. University Pres, Cambridge: U.K. 1444.

Buzkan, N. et al. (2006). Evaluation of the status of capsicum viruses in the main growing regions of Turkey. *Bulletin OEPP*, 36(1), 15–19.

Buzkan N., & Yüzer, D. (2009). Molecular detection of seed-borne viruses in Kahramanmaraş red peppers. *Alatarım*, 8(1), 1-7.

Choi, G. S. et al. (2002). First report of tobacco mild green mosaicvirus infecting pepper in Korea. *Plant Pathology Journal*, 18, 323-327.

Choi, G. S. et al. (2005). Occurrence and Distribution of viruses Infecting Pepper in Korea. *Plant Pathology Journal*, 21(3), 258-261.

Çağlar, B. K., Fidan, H., & Elbeaino, T. (2013). Detection and molecular characterization of Pepper Mild Mottle Virus from Turkey. *Journal of Phytopathology*, 161, 434–438.

Daplan, N., & Sertkaya, G. (2007). Detection of virus diseases in the main pepper growing districts and determination of incidences of the diseases in different pepper types locally grown at Hatay. Proceedings of the second plant protection congress of Turkey. 27-29 August, Isparta. p314.

Demir, M. (2005). Kahramanmaraş'ta Yetiştirilen Kırmızı Biberlerde Yaprakbiti İle Taşınan Virüslerin Saptanması. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 25s.

Doolittle, S.P. (1916). A New infectious mosaic disease of cucumber. *Phytopathology*, 6, 145-147.

Ferreira, S. A. & Boley, R. A. (1992). Cucumber mosaic virus. [Online] Available: <http://www.Extento.hawaii.edu/kbase/crop/type/cucvir.htm>. (January, 20, 2013)

Hobbs, H. A., Eastburn, D. M., & D'arcy, C. J. (2000). *Solanaceous* weeds as possible sources of *Cucumber mosaic virus* in Southern illinois for aphid transmission to pepper. *Plant Disease*, 84, 1221-1224.

Hiskias Y., Lesemann, D. E. & Vetten, H. J. (1999). Occurrence, distribution and relative importance of viruses infecting hot pepper and tomato in the major growing areas of Ethiopia. *Journal of Phytopathology*, 147, 5–11.

Güldür, M. E. et al. (1994). Pepper mild mottle virus in pepper in Turkey. Proceedings of the 9th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union, Kusadası, pp: 465-467.

Güldür, M. E., & Çağlar, B. K. (2006). Outbreaks of Pepper mild mottle virus in greenhouses in Şanlıurfa, Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 88 (3), 341.

Green, S. K. & Kim, J. S. (1994). Source of resistance to viruses of pepper (*Capsicum* spp.): A catalog. *Technical Bulletin*, 20, AVRDC, 64.

Han-Xin, L. et al. (2004). Molecular population genetics of *Cucumber Mosaic Virus* in California: Evidence for founder effects and reassortment. *Journal of Virology*, 78(12), 6666-6675.

Iqbal, S. et al. (2012). Prevalence and Distribution of Cucumber mosaic virus (CMV) in major Chilli Growing Areas of Pakistan. *Pakistan Journal of Botany*, 44(5), 1749-1754.

Jacobi V. et al. (1998). Development of multiplex Immunocapture RT-PCR assay for detection and differentiation of tomato and tobacco mosaic viruses. *Journal of Virological Methods*, 74, 167-178.

Kumar S. et al. (2011). Detection of Tobacco mosaic virus and Tomato mosaic virus in pepper and tomato by multiplex RT-PCR. *Letters in Applied Microbiology*, 53, 359-363.

Mostafae, S. et al. (2012). The first report of PVY incidence in Iran pepper fields. *Global Advanced Research Journal of Microbiology*, 1(2), 13-18

Oka, N. et al. (2008). Inhibition of *Pepper mild mottle virus* with commercial cellulases. *Journal of Phytopathology*, 156, 65-67.

Özaslan M. et al. (2006). Identification of Pepper Viruses by DAS-ELISA Assay in Gaziantep-Turkey. *Plant Pathology Journal*, 5(1), 11-14.

Özdemir, S. & Erilmez, S. (2007). Denizli ilinde yetiştirilen biber, patlıcan ve marul üretim alanlarında bazı viral etmenlerin Saptanması. Türkiye II. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri. 27-29 Ağustos Isparta. 114s.

Palloix, A. et al. (1994). Survey of pepper diseases affecting the main production regions of Turkey with special interest in viruses and potyvirus pathotypes. *Capsicum and Eggplant Newsletter*, 13, 78-81.

Price, W.C. (1934). Isolation and Study of some yellow strains of cucumber mosaic virus. *Phytopathology*, 24, 743-761.

Roossinck, M. J. (2001). *Cucumber mosaic virus*, a model for RNA virus evolution. *Molecular Plant Pathology*, 2(2), 59-63.

Ryu, J. G. et al. (2009). Incidence and distribution of virus diseases on paprika (*Capsicum annuum* var. *grossum*) in Jeonnam province of Korea. *Plant Pathology Journal*, 25(1), 95-98.

Sertkaya, G. (2012). Studies on the Tomato mosaic virus (ToMV) on red pepper production areas in Hatay, Turkey. 9th National Symposium on Vegetable. 12-14 September, Konya, p223.

Sertkaya, G., Sertkaya, E. & Daplan, N. (2003). Black nightshade (*Solanum nigrum* L.) As a host of Cucumber mosaic virus (CMV) in pepper crop in Hatay province of Turkey. Proceedings of 7th. EWRS (European Weed Research Society) Mediterranean Symposium, 6-9 May, Adana-Turkey, p129-130.

Šutic, D. D., Ford, R. E. & Tošic, M. T. (1999). *Handbook of Plant Virus diseases*. New York: CRC Press.

Svoboda, J. & Svobodová-Leišová, L. (2012). Occurrence of viruses on pepper plantations in the Czech Republic. *Horticultural Science*, 39(3), 139-143

Şevik, M. A. (2011). Occurrence of pepper mild mottle virus in greenhouse grown pepper (*Capsicum annuum* L.) in the West Mediterranean region of Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 10 (25), 4976-4979.

Takamatsu, S., Tsuchiya, T. & Makara, K. (1994). Detection of Cucumber mosaic virus using the reverse transcription polymerase chain reaction (RT-PCR). *Bulletin Faculty Bioresources, Mie University*, 13, 1-6.

Vinayarani, G. et al. (2011). Detection of mixed infection of Tobamoviruses in tomato and bell pepper by using RT-PCR and Duplex RTR-PCR. *International Journal of Plant Pathology*, 2(2), 89-95.

Velasco, L. et al. (2002). The complete nucleotide sequence and development of a differential



detection assay for a pepper mild mottle virus (PMMoV) isolate that overcomes L3 resistance in pepper. *Journal of Virological Methods*, 106, 135-140.

Wetter, C. & Conti, M. (1988). *Pepper mild mottle virus*. CMI/AAB descriptions of plant viruses: no. 330: p: 4.

Yao, Y. R. et al. (2013). Molecular Detection of Pepper Viruses in Southern Vegetable Production Bases. *China Vegetables*, (10), 84-89.

Yılmaz, M. A., Davis, R. F. & Varney, E. F. (1983). Viruses on vegetable crops along the Mediterranean coast of Turkey (summary). *Phytopathology*, 73, 378.

Yılmaz, M. A. & Davis, R. F. (1985). Identification of viruses infecting vegetable crops along the Mediterranean Sea coast in Turkey. *Journal of Turkish Phytopathology*, 14, 1-18.