

**Denizli İli Biber Üretim Alanlarında Virüs Hastalıklarının Belirlenmesi****Handan ÇULAL KILIÇ¹  ve Fatma DENİZ¹ **

How to cite: Çulal Kılıç, H., & Deniz, F. (2024). Denizli ili biber üretim alanlarında virüs hastalıklarının belirlenmesi. *Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9(2), 302-310. <https://doi.org/10.33484/sinopfbid.1460633>

Araştırma Makalesi**Sorumlu Yazar**

Handan ÇULAL KILIÇ
handankilic@isparta.edu.tr

Yazarlara ait ORCID

H.Ç.K: 0000-0003-4020-9442
F.D: 0009-0009-6493-7963

Received: 28.04.2024

Accepted: 26.06.2024

Öz

2021 ve 2022 yılları vejetasyon dönemlerinde Denizli ili biber üretim alanlarında arazi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Virüs ve virüs benzeri belirtiler gösteren toplam 115 bitki örneği toplanmıştır. Örnekler, DAS-ELISA (Double Antibody Sandwich Enzyme Linked Immunosorbent Assay) serolojik yöntemine göre testlenmiştir. Serolojik test yöntemlerinin uygulanmasında Biber örneklerinin testlenmesinde *Tomato spotted wilt virus* (TSWV), *Cucumber mosaic virus* (CMV), *Tobacco mosaic virus* (TMV) ve *Pepper mild mottle virus* (PMMoV)'e spesifik tanı kitleri kullanılmıştır. Test sonuçları, biber örneklerinin %6.9'u TSWV, %3.4'ü CMV, %2.6'sı PMMoV ve %1.7 'inin TMV ile tek bir etmen tarafından enfekte olduğunu göstermiştir. Ayrıca, %0.86 oranında TMV+TSWV, CMV+TSWV, PMMoV+TMV, PMMoV+CMV ve PMMoV+TMV+CMV olmak üzere ikili ve üçlü karışık enfeksiyonlar saptanmıştır. Hem vektör böcek hem de üretim materyali tohumlar ile taşınan bu etmenlerin yaygınlığının azaltılmasında, vektör popülasyonunun kontrol altına alınması ve sertifikalı üretim materyalinin kullanılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Biber, virüs, teşhis, DAS-ELISA

Detection of Virus Disease in Pepper Production Areas in Denizli Province

¹Isparta Uygulamalı Bilimler
Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi,
Bitki Koruma Bölümü
Isparta, Turkey

Bu çalışma Creative Commons
Attribution 4.0 International
License ile lisanslanmıştır

Abstract

Survey studies were carried out in the pepper production areas in Denizli province during the vegetation periods of 2021-2022. A total of 115 plant samples showing virus and virus-like symptoms were collected. The samples were tested according to DAS-ELISA (Double Antibody Sandwich Enzyme Linked Immunosorbent Assay) serological method. Commercial diagnostic kits specific to *Tomato spotted wilt virus* (TSWV), *Cucumber mosaic virus* (CMV), *Tobacco mosaic virus* (TMV) and *Pepper mild mottle virus* (PMMoV) were used in the serological test methods. The test results showed that 6.9% of the pepper samples were infected with TSWV, 3.4% with CMV, 2.6% with PMMoV and 1.7% with TMV by a single infection. In addition, double and triple mixed infections, TMV+TSWV, CMV+TSWV, PMMoV+TMV, PMMoV+CMV and PMMoV+TMV+CMV were detected at a rate of 0.86 %. To reduce the prevalence of these factors carried by both insects and seeds of production material, it is recommended to control the vector population and use certified production materials.

Keywords: Pepper, virus, detection, DAS-ELISA

Giriş

Biber (*Capsicum annuum* L.), Solanaceae familyasının *Capsicum* cinsine ait bir kültür bitkisidir. İklim isteği yönünden ılık ve sıcak iklim sebzesidir [1]. Dünyada tarımı yapılan kültür bitkileri arasında biber tarımı önemli bir yere sahiptir. İnsanların vazgeçilmez bitkisel besinleri olan sebzelerden biri olan ve dünyada yaygın olarak tüketilen biber, çeşitli vitaminleri, mineral ve antioksidant maddeleri içermektedir. Biber taze, konserve, kurutulmuş, toz ya da pul biber şeklinde, salça, turşu, sos olarak tüketilmesinin yanı sıra tarımsal sanayide, ilaç, boya vb. gibi farklı sektörlerde de kullanılmaktadır [2]. Ilıman iklim kuşağında yer alan Türkiye'nin iklim ve toprak özellikleri, çeşitli sebzelere olduğu gibi biber üretimine de son derece uygundur. Dünya'daki toplam biber üretimine ülkeler bazında baktığımızda FAO'nun 2023 yılı istatistiklerine göre; Çin 16.650.855 ton ile ilk sırada yer alırken, 3.018.775 ton ile Türkiye 2. sırada yer almaktadır [3]. Ülkemizde biber üretiminin yoğun olarak yapıldığı iller Antalya, Bursa, Samsun ve Manisa'dır. Ege Bölgesi'nin doğusunda bulunan Denizli, ülkemiz tarımında önemli bir yeri olan illerimizden birisidir. İlde 2023 yılı itibarıyla toplam 16.548 dekar alanda biber üretimi gerçekleştirilmiş ve 42.233 ton biber elde edilmiştir. Yörede, sivri, dolmalık ve salçalık ve çarliston olmak üzere dört tip biber üretilmektedir. Üretilen biberlerin 28.503 tonunu salçalık biber, 3468 tonunu dolmalık biber, 10.231 tonunu sivri biber ve 31 tonunu çarliston biber oluşturmaktadır [4]. Diğer kültür bitkilerinde olduğu gibi biber bitkisi de birçok hastalıktan etkilenmektedir. Biberi etkileyen çok sayıda fungal, bakteriyel ve virüs gibi fitopatojen verim ve kalite kaybına neden olmaktadır. Biber üretim alanlarında görülen hastalıklar arasında viral enfeksiyonların giderek arttığı bir gerçektir. Virüs ile bulaşık tohum ve enfekteli fide kullanımının yanı sıra yıl içerisinde de mekanik olarak ya da virüliferöz vektörlerle taşınarak yayılmaktadır. Bitkisel üretim alanlarında viral hastalıklara karşı etkili antiviral ürünlerin bulunmaması, bu hastalıkların oluşturduğu tehditin önemini giderek artıran kritik bir sınırlayıcı faktör olarak öne çıkmaktadır. Doğrudan kimyasal mücadele olmaması, virüslerden kaynaklanan hastalıkları önlemede koruyucu tedbirlere yönelmeyi zorunlu kılmaktadır. Virüs hastalıklarının kontrolünde erken tanı ve teşhis, virüs kaynağının ortadan kaldırılması, alet ve ekipmanların dezenfeksiyonu, temiz üretim materyali kullanımı ve etkili vektör ve yabancı ot mücadelesi temel koruyucu önlemlerdir [5, 6]. Biberde hastalık oluşturan ve üretimini sınırlayan pek çok virüs bulunmaktadır. Edwardson ve Christie [7], bu kültür bitkisini doğal olarak tarla şartlarında 55 civarında virüsün enfekte ettiğini bildirmişlerdir. Virüs hastalıkları nedeniyle biberlerde meydana gelen yıllık zarar oranının % 42- % 80 dolayında olduğu tahmin edilmektedir. Bu virüslerin bir kısmı vektörler tarafından, bir kısmı ise tohumla bazıları ise mekanik olarak özsuyla teması ile taşınmaktadır. Virüslerin taşınmasında etkili vektörler arasında afidler, thripsler, yaprak pireleri, beyaz sineklerdir [8]. Hıyar mozaik virüsü (*Cucumber mosaic virus*, CMV), patates Y virüsü (*Potato virus Y*, PVY), ve tütün mozaik virüsü (*Tobacco mosaic virus*, TMV)'nün biber üretilen alanlarda görülen en zararlı virüsler olduğu bildirilmiştir [9]. Ülkemizin farklı bölgelerinde yapılan çalışmalar biber üretim alanlarında çeşitli virüs enfeksiyonlarının bulunduğunu ortaya koymuştur [5, 6, 10 - 24]. Denizli'de

2005 yılında yapılan farklı bir çalışmada; biber, patlıcan ve marul örneklerinde AMV, TSWV ve CMV virüsleri tespit edilmiştir [17]. Bölgede son yıllarda yapılan sürveyler sırasında virüs benzeri belirtilerin gözlemlenmesi ve üreticilerden gelen şikayetlerin artması sebebiyle bu çalışma oluşturulmuştur. Bu amaçla Denizli ili biber üretim alanlarında TSWV, TMV, CMV ve PMMoV bakımından durumunun ortaya konması için tanılama çalışmalarında serolojik yöntemlerden DAS-ELISA yöntemi kullanılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Sürvey Çalışmaları

Arazi çalışmaları Denizli ili ve ilçelerinde 2021-2022 yıllarında biber üretilen alanlarında gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda Güney, Kale ve Sarayköy ilçelerinden örneklemeler yapılmıştır. Virüs semptomu sergileyen bitkilerden yaprak örnekleri toplanmıştır. Uygun koşullarda Bitki Koruma Bölümü'ne getirilen örnekler, Viroloji Laboratuvarı'nda çalışmalara kadar -20 °C'de saklanmıştır.

DAS-ELISA Yöntemi

Virüsün teşhisinde bitkilere DAS-ELISA yöntemi uygulanmıştır. Örneklerin serolojik testlenmesinde TMV, CMV, PMMoV ve TSWV'e spesifik ELISA kitleri kullanılmıştır. Kitler Bioreba (İsviçre) firmasından temin edilmiştir. Testleme çalışmaları firmanın önerdiği şekilde yapılmıştır. Öncelikle ELISA tabaklarının her bir çukurcuğuna virüslere özgü antikor ile hazırlanmış tampon çözelti ile kaplanmış ve 37 °C'de 4 saat bekletilmiştir. Yıkamayı takiben ekstraksiyon tampon çözeltisinde örnekler ezilerek her bir çukura 200'er µl konulmuş ve +4 °C'de tüm gece bekletilmiştir. Konjugat buffer ve konjugatlar sulandırılarak her bir çukura ilave edilmiş ve 37 °C'de tekrar bekletilmiştir. Son aşama olarak substrat tamponu ile hazırlanan substrattan her bir çukura 200 µl konularak oda sıcaklığında bekletilerek renk değişimi gözlenmiştir. Sonuçlar 405 nm dalga boyunda okunmuştur. Kontrol bitkisinin absorbans değerlerine göre kontrol değerinin en az iki katı okuma değeri veren örnekler pozitif olarak kabul edilmiştir [25].

Bulgular ve Tartışma

Denizli ili ve ilçelerindeki biber üretim alanlarında sürveyler yapılmış ve virüs semptomu sergileyen 115 bitki örneği toplanmıştır. Örneklerde; yapraklarda mozaik, deformasyon, yapraklarda küçülme semptomu, kloroz, nekroz, damar açılması, bitki boyunda kısalma, meyvelerde renk değişimi, meyvede deformasyon gibi belirtiler gözlemlenmiştir (Şekil 1, 2, 3).



Şekil 1. Biber meyvesinde halkalı leke ve kırışıklık simptomsu



Şekil 2. Biber bitkisinin yapraklarında küçülme ve kıvrılma simptomsu

Ayrıca bazı örneklerde fitoplazma benzeri belirtilere rastlanmıştır (Şekil 2). Biberde enfeksiyon yapan virüslerin bu belirtilere neden olduğu farklı çalışmalarda belirtilmiştir [5, 14, 23]. Gerçekleştirilen arazi çalışmalarında, toplanan yaprak örnekleri TMV, CMV, PMMoV ve TSWV bakımından DAS-ELISA yöntemi ile testlenmiştir. DAS-ELISA testi sonuçlarına göre; testlenen 115 biber yaprak örneğinden 22 adetinin bir veya birden fazla virüsle enfekteli olduğu bulunmuştur. Buna göre; örnek alınan yerlere göre enfekteli örnek sayısına baktığımız Kale ilçesinde toplanan örneklerin 11'nin, Sarayköy'de 6'sının ve Güney ilçesinde ise 5'inin bir veya daha fazla virüsle enfekteli olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 3. Biber bitkisinin yapraklarında deformasyon, mozaik simptomu

ELISA testlerinin sonucunda örneklerin; % 6.9 (8 örnek) unun TSWV ve % 3.4 (4 örnek) ünün de CMV, % 2.6 (3 örnek) sının PMMoV, % 1.7 (2 örnek) inin TMV ile enfekteli olduğu belirlenmiştir.

Tablo 1. Örnek alınan yerler, alınan örnek sayısı ve virüslerin tek ve karışık olarak bulunma durumları

Örnek Alınan Yer	Güney	Kale	Sarayköy	Toplam
Alınan Örnek Sayısı	32	29	54	115
TSWV	0	5	3	8
CMV	3	1	0	4
TMV	1	0	1	2
PMMoV	1	1	1	3
TMV+TSWV	0	1	0	1
CMV+TSWV	0	1	0	1
PMMoV+TMV	0	1	0	1
PMMoV+CMV	0	0	1	1
PMMoV+CMV+TMV	0	1	0	1

Ayrıca testlenen örneklerde; % 0.86 (1 örnek) oranında TMV+TSWV, CMV+TSWV, PMMoV+TMV, PMMoV+CMV ve PMMoV+TMV+CMV enfeksiyonları belirlenmiştir. İkili enfeksiyonlardan; TMV+TSWV (1 örnek), CMV+TSWV (1 örnek) ve PMMoV+TMV (1 örnek) enfeksiyonları sadece Kale ilçesinde tespit edilirken; PMMoV+CMV (1 örnek) enfeksiyonu ise sadece Sarayköy ilçesinde tespit edilmiştir. PMMoV+TMV+CMV üçlü enfeksiyonu da yine Sarayköy ilçesinde belirlenmiştir. Güney ilçesinde alınan örneklerde ise sadece tekli enfeksiyonlar belirlenmiştir. Benzer şekilde Özdemir ve Erilmez [17], Denizli ili biber, patlıcan ve marul üretim alanlarında yürüttükleri çalışmada, biber örneklerinin % 81.13'ünü TSWV, % 1.89'unu CMV ve % 11.32'sini TSWV, CMV ve AMV ile karışık enfekteli bulmuşlardır. Çalışmada en yaygın etmenin TSWV olduğunu bildirmişlerdir. Arlı Sökmen ve ark. [14] 1998 ve 1999 yıllarında biberde 313 örneği ELISA ile test etmişler ve en yaygın virüsleri sırasıyla PVY, TMV, ToMV, AMV, TSWV ve CMV olarak belirlemişlerdir. Keleş Öztürk ve Baloğlu

[21] Mersin, Adana, Hatay, Osmaniye ve Kahramanmaraş illerinde biber virüslerinin tespit edildiği çalışmada, CMV % 33.68 oran ile en yaygın virüs olarak belirlenmiştir. Antalya’da yapılan bir çalışmada TSWV enfeksiyonu % 35.8 olarak belirlenirken, CMV % 7.3 olarak tespit edilmiştir [26]. Antalya’nın Kumluca ilçesinde yapılan farklı bir çalışmada da biberlerde TSWV enfeksiyon oranı % 96.49 olarak ortaya konulmuştur [5]. Akdura ve Çulal-Kılıç [6] Hakkari’de yaptıkları çalışmada 90 adet biber örneğinin 12’sinde TSWV enfeksiyonunu tespit etmişlerdir. Deligöz ve ark. [23] tek ve karışık TSWV enfeksiyonunu en çok Manisa’da belirlemişlerdir. Çulal-Kılıç [26] Burdur ve Denizli illeri biberlerinde yaptıkları çalışmada, ToMV’nün varlığını DAS-ELISA ve IC-RT-PCR yöntemi ile ortaya koymuşlar ve 209 örneğin 30’unun ToMV ile enfekteli olduğunu bildirmişlerdir. Ülkemizde PMMoV’nün varlığı ilk olarak Güldür ve ark. [13] tarafından tespit edilmiş daha sonra; Güldür ve Çağlar [27], 2006 yılında Şanlıurfa’da biber seralarında PMMoV’nü tanılamışlardır. 2008 yılında Antalya’daki biberlerde şiddetli sistemik semptomlar gösteren biber yapraklarının DAS-ELISA testleri sonucunda bitkilerin PMMoV ile enfekteli olduğu tespit edilmiştir [18]. Adana, Mersin, Antalya, Kahramanmaraş ve Şanlıurfa illerinde 2009–2010 yıllarında yapılan surveyler süresince yerel çeşitlerden 3000 adet biber örneği toplanmıştır. Örnekler ELISA testi ile PMMoV için testlenmiştir. Testler sonucunda Adana ilinden alınan 10, Kahramanmaraş’tan 10, Antalya’dan 2, Mersin’den 3, Şanlıurfa’dan 2 olmak üzere toplam 27 örneğin PMMoV ile bulaşık olduğu belirlenmiştir [28]. Çulal-Kılıç ve ark. [29] 2015 yılında Burdur ilinde yaptıkları çalışmada 124 biber örneğinin serolojik olarak testlenmesi sonucunda 8 örneği CMV, 8 örneğin PMMoV ile enfekteli olduğunu 4 örneğin ise her iki virüs ile enfekteli olduğunu ortaya koymuşlardır. Deligöz ve ark. [23] biber örneklerinde % 0.5 oranında PMMoV enfeksiyonu belirlemişlerdir. Ayrıca % 0.5 oranında TSWV+PMMoV ve % 0.3 PMMoV+CMV ikili enfeksiyonları tespit edilmiştir. TSWV+ PMMoV+CMV üçlü enfeksiyon oranı ise; % 0.2’dir. Bu çalışma ile Denizli ili biberlerinde TMV, CMV, PMMoV ve TSWV’nin varlığı DAS-ELISA ile belirlenmiştir. Denizli ilindeki biberlerde TMV ve PMMoV’nün varlığı ilk kez ortaya konulmuştur.

Sonuçlar

Yapılan bu çalışmada TSWV’nin diğer virüslere göre en yüksek enfeksiyon oranı (8 örnek) oluşturduğu belirlenmiştir. Biber üretiminde önemli verim kayıplarına yol açan CMV, TMV, TSWV ve PMMoV gibi virüsler vektör böceklerle (yaprak biti ve thrips gibi) ve tohumla etkili bir şekilde taşınmaktadırlar [30]. Bundan dolayı etkin bir savaşım yöntemi bulunmayan virüslerin yayılmasında rol oynayan vektörlerle mücadele edilmesi, dayanıklı çeşitlerin ıslahı ve temiz üretim materyalinin kullanılması ve enfekteli bitkilerin yok edilmesi gibi işlemlerin bölgede yaygınlaştırılması virüs hastalıkları ile mücadelede etkili olacaktır.

Teşekkür -

Fon/Finansman Bilgileri Bu çalışma için herhangi bir kurum ve/veya kuruluştan destek alınmamıştır.

Etik Kurul Onayı ve İzinler Çalışma, etik kurul izni veya herhangi bir özel izin gerektirmemektedir.

Çıkar Çatışmaları/Çatışan Çıkarlar Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

Yazarların Katkısı 1. yazar %60 oranında, 2. yazar %40 oranında katkı sağlamıştır.

Kaynaklar

- [1] Yalçın, D. (2008). Kırmızı pul biber üretiminde kritik kontrol noktaları ve tehlike analizleri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Dergisi*, 11, 129-137.
- [2] Duman, A. D., Zorlugenç, B. & Evliya, B. (2002). Kahramanmaraş kırmızı biberinin önemi ve sorunları. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Dergisi*, 5(1), 111-117.
- [3] FAO (2023, Mart). *The World Lettuce Economy*. <http://www.fao.org/faostat/en/#data>.
- [4] TUIK (2023, Mart). *Bitkisel üretim istatistikleri*. <http://www.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>.
- [5] Yeşil, S. & Gömlekli, Ö. (2021). Determination of prevalence and reservoir weed species of tomato spotted wilt tospovirus-TSWV on peppers grown in greenhouses in Kumluca district of Antalya, Turkey. *Turkish Journal of Agriculture -Food Science and Technology*, 9, 2565-2570, <https://doi.org/10.24925/turjaf.v9isp.2565-2570.4933>
- [6] Akdura, N. & Çulal-Kılıç, H. (2022). Hakkari ili domates ve biber üretim alanlarında yonca mozaik virüsü ve domates lekeli solgunluk virüsü'nün belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26(3), 435-440.
- [7] Edwardson, J. R., & Christie R. G. (1997). *Viruses infecting peppers and other solanaceous crops*. University of Florida Agricultural Experimental Station, Florida.
- [8] Çandar, A. & Gümüş, M. (2012). Bitki virüslerinin vektörlerle taşınmasına moleküler yaklaşımlar. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 2(3), 207-222.
- [9] Palloix, A., Abak, K., Gognalons, P., Daubeze, A. M., Guldur, M., Memouchi, G. & Gebre-Selaissie, K. (1994, September 18-24). *Virus Diseases Infecting Pepper Crops in Turkey* [Conference presentation]. Proceedings of 9th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union, Kusadası, Aydın, Turkey
- [10] Yılmaz, M. A. & Davis, R. F. (1984). Purification and particle morphology of TMV, CMV and ZYMV isolated from various cultivated crops grown along the coast of Turkey. *Journal of Turkish Phytopathology* 13, 29-38.
- [11] Erkan, S. (1986). Potato virus Y on pepper in Turkey. *Phytopathologia Mediterranean*, 26, 149-150.
- [12] Çiçek, Y. & Yorgancı, Ü. (1991). Studies on the incidence of Tobacco Mosaic Virus on certified seed of tomato, pepper and eggplant in Aegean Region. *The Journal of Turkish Phytopathology*, 20(2-3), 57-65.
- [13] Güldür, M. E., Ozaslan, M., Baloglu, S. & Yılmaz, M. A. (1994, September 18-24). *Pepper mild mottle Virus in Pepper in Turkey* [Conference presentation]. Proceedings of 9th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union, Kusadası, Aydın, Turkey

- [14] Arlı-Sökmen, M., Mennan, H., Sevik, M. A. & Ecevit, O. (2005). Occurrence of viruses in field-grown pepper crops and some of their reservoir weed hosts in Samsun, Turkey. *Phytoparasitica*, 33(4), 347-358. <https://doi.org/10.1007/BF02981301>
- [15] Buzkan, N., Demir, M., Öztekin, V., Mart, C., Çağlar, B. K. & Yılmaz M. A. (2006). Evaluation of the status of capsicum viruses in the main growing regions of Turkey. *European and Mediterranean Plant Protection Organization Bulletin*, 36(1), 15-19.
- [16] Özaslan, M., Baç, B., Aytekin, T. & Sığırcı, Z. (2006). Identification of pepper viruses by das-elisa assays in Gaziantep-Turkey. *Plant Pathology Journal*, 5(1), 11-14. <https://doi.org/10.3923/ppj.2006.11.14>
- [17] Özdemir, S. & Erilmez, S. (2007, Ağustos, 27-29). *Denizli İlinde Yetiştirilen Biber, Patlıcan ve Marul Üretim Alanlarında Bazı Viral Etmenlerin Saptanması* [Conference presentation]. Türkiye II. Bitki Koruma Kongresi, Isparta, Türkiye
- [18] Sevik, M. A. (2011). Occurrence of pepper mild mottle virus in greenhousegrown pepper (*Capsicum annuum* L.) in the West Mediterranean region of Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 10(25), 4976-4979.
- [19] Buzkan, N., Arpacı, B. B., Simon, V., Fakhfakh, H. & Moury, B. (2013). High prevalence of poleroviruses in field-grown pepper in Turkey and Tunisia. *Archives Virology*, 158(4), 881-885. <https://doi.org/10.1007/s00705-012-1553-y>
- [20] Çulal-Kılıç, H., Yardımcı N., Bal A., Güneş A. & Deniz F. (2017). Sensitive detection of tomato spotted wilt virus from pepper plants by DAS-ELISA, RT-PCR and IC-RT-PCR. *Romanian Biotechnological Letters*, 22, 12934-12939.
- [21] Keleş Öztürk, P. & Baloğlu, S., (2019). Doğu Akdeniz Bölgesi'nde açık alanda yetiştirilen biberlerde bazı virüslerin serolojik ve moleküler tanısı. *Alatarım*, 18(1), 1-11.
- [22] Fidan, H., Sarıkaya, P., Yıldız, K., Topkaya, B., Erkis, G. & Calis, O. (2021). Robust molecular detection of the new tomato brown rugose fruit virus in infected tomato and pepper plants from Turkey. *Journal of Integrative Agriculture*, 20(8), 2170-2179. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(20\)63335-4](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(20)63335-4).
- [23] Deligöz, İ., Baltacı, A., Çelik, N., Özdemir, S., Uzunoğulları, N. & Kutluk Yılmaz, N. D. (2023). Türkiye'de biberde enfeksiyon oluşturan virüslerin belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 38(1), 117-130.
- [24] Güller, A., Usta, M., & Randa-Zelyüt, F. (2023). Genetic diversity and population structure of tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV) variants from Antalya province, Turkey. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 51(3), 13356.
- [25] Can, S. & Baloğlu, S. (2020). Akdeniz Bölgesi'nde örtü altı biber üretim alanlarında hıyar mozaik virüsü (cucumber mosaic virus, CMV) 'nün saptanması ve karakterizasyonu. *Çukurova Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 39-3.
- [26] Güneş, N. & Gümüş, M. (2019). Detection and characterization of tomato spotted wilt virus and cucumber mosaic virus on pepper growing areas in Antalya. *Journal of Agricultural Sciences*, 25(3), 259-271. <https://doi.org/10.15832/ankutbd.499144>
- [27] Çulal-Kılıç, H. (2019). Biological, serological and molecular detection of tomato mosaic virus infecting pepper plants from Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17, 6338-6347.

- [28] Güldür, M.E. & Çağlar, B. K. (2006). Outbreaks of Pepper mild mottle virus in greenhouses in Sanlıurfa, Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 88(3), 337–340.
- [29] Çağlar, B. K., Fidan, H. & Elbeaino, T. (2013). Detection and molecular characterization of pepper mild mottle virus from Turkey. *Journal of Phytopathology*, 161(6), 434-438. <https://doi.org/10.1111/jph.12068>.
- [30] Çulal–Kılıç, H., Yardımcı, N., Serdar, T. & Konu, A. (2015). Cucumber mosaic virus and pepper mild mottle virus in pepper growing areas in Burdur Province Turkey. *International Journal of Scientific and Technological Research*, 1(1), 50-60.
- [31] Moury, B. & Verdin, E. (2012). Viruses of pepper crops in the Mediterranean Basin: A Remarkable stasis. In G. Loebenstein, H. Lecoq, (Ed). *Advances in Virus Research*. Academic Press, (pp. 127-162). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394314-9.00004-X>.