



Marmara bölgesinde sert çekirdekli meyve ağaçlarında şarka hastalığının (plum pox virus=PPV) tespiti ve moleküler karakterizasyonu

Detection and partial molecular characterization of sharka disease (plum pox virus=PPV) on stone fruit trees in Marmara Region

Nesrin UZUNOĞULLARI¹ , Serkan ÖNDER^{2*}

¹Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Bitki Sağlığı Bölümü, 77100, Merkez, YALOVA

²Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 26160, Odunpazarı-ESKİŞEHİR

¹<https://orcid.org/0000-0001-6165-126X>; ²<https://orcid.org/0000-0001-8954-8707>

To cite this article:

Uzunogullari, N. & Önder, S. (2025). Marmara bölgesinde sert çekirdekli meyve ağaçlarında şarka hastalığının (plum pox virus=PPV) tespiti ve moleküler karakterizasyonu. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 29(2): 255-268

DOI: 10.29050/harranziraat.1643402

*Address for Correspondence:

Serkan ÖNDER

e-mail:

onderserkan@gmail.com

Received Date:

20.02.2025

Accepted Date:

23.04.2025

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

ÖZ

Türkiye’de Şarka hastalığı ilk kez 1969 yılında Trakya Bölgesi’nde bulunan Edirne ilindeki erik ağaçlarında tespit edilmiştir. Daha sonraki yıllarda Ege, Marmara, Doğu Anadolu, İç Anadolu, Akdeniz ve Karadeniz Bölgelerinde de rapor edilmiştir. Şarka hastalığına neden olan plum pox virus (PPV) ülkemizde iç ve dış karantina listesinde yer alan önemli bir patojendir. Bu çalışma, Marmara Bölgesi’nde Bursa, Edirne, Bilecik ve Kocaeli illerinde PPV’nin varlığını belirlemek amacıyla 2014 ve 2015 yıllarında yapılmıştır. Sert çekirdekli meyve ağaçlarından 220 yaprak örneği (90 erik, 1 kiraz, 129 şeftali ve nektarin) toplanarak serolojik (DAS-ELISA) ve moleküler (Real-time PCR) yöntemlerle analiz edilmiştir. Erik ağaçlarına ait örneklerin % 17.1’inin, şeftali/nektarin ağaçlarına ait örneklerin ise % 9.3’ünün PPV ile enfekteli olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca seçilen izolatların filogenetik analizleri gerçekleştirilmiş olup nükleotid homolojilerinin %81,43 - %99,44 aralığında olduğu ve izolatların PPV’nin Marcus ırkına ait olduğu belirlenmiştir. Hastalık etmeninin belirlendiği bahçelerdeki ağaçların tümü sökülerek imha edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: PPV-M, DAS-ELISA, Real-time PCR, Filogeni

ABSTRACT

Plum pox virus (PPV), the causal agent of sharka disease, was first detected in 1969 in plum trees in Edirne province, located in the Thrace region in Türkiye. In subsequent years, it was also identified in the Aegean, Marmara, Eastern Anatolia, Central Anatolia, Mediterranean, and Black Sea regions. PPV, which causes sharka disease, is a significant pathogen listed in both domestic and international quarantine lists in Türkiye. This study was conducted in 2014 and 2015 to determine the presence of PPV in the Marmara region, specifically in the provinces of Bursa, Edirne, Bilecik, and Kocaeli. A total of 220 leaf samples from stone fruit trees (90 plum, 1 cherry, and 129 peach/nectarine) were collected and analyzed using serological (DAS-ELISA) and molecular (Real-time PCR) methods. It was found that 17.1% of the plum tree samples and 9.3% of the peach/nectarine tree samples were infected with PPV. Additionally, phylogenetic analysis of selected isolates was performed, revealing nucleotide homologies ranging from 81.43% to 99.44%, and it was determined that the isolates belonged to the Marcus strain of PPV. All trees in the orchards where the pathogen was detected were uprooted and eradicated.

Key Words: Sharka disease, PPV-M, DAS-ELISA, Marmara Region, Phylogeny

Giriş

Türkiye, iklim koşullarının elverişliliği nedeniyle sert çekirdekli meyve üretimi ve ihracatında küresel ölçekte önemli bir konuma sahiptir. Ülkemizde kayısı (*Prunus armeniaca*), erik (*Prunus domestica*), şeftali (*Prunus persica*), nektarin (*Prunus persica* var. *nucipersica*), kiraz (*Prunus avium*) ve vişne (*Prunus cerasus*) gibi sert çekirdekli meyve türlerinin toplam üretimi 3.207.895 ton (TÜİK, 2024) olarak kaydedilmiş olup bu üretimin yaklaşık %20'sine karşılık gelen 632.615 tonu Marmara Bölgesi'nde gerçekleştirilmektedir. Ancak, üreticilerin sertifikasız ve kontrolsüz fidan kullanımıyla bahçe tesis etmeleri, viral patojenlerin yayılımını hızlandırmakta ve bitki sağlığını tehdit etmektedir. Özellikle, bu patojenlere karşı etkili bir kimyasal mücadele yönteminin bulunmaması, bitkilerde verim ve kalite kayıplarına neden olmakta, meyvelerin pazar değerini önemli ölçüde düşürmektedir. Sert çekirdekli meyve ağaçlarında Şarka hastalığına neden olan plum pox virus (PPV), moleküler bitki patolojisi alanında en kapsamlı çalışılan 10 bitki virüsü arasında yer almaktadır (Scholthof ve ark., 2011; Gürçan ve Ceylan, 2016). PPV'nin neden olduğu ekonomik kayıplar ve epidemiyolojik yayılım dinamikleri, bu patojene karşı entegre mücadele stratejilerinin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda, sertifikalı fidan kullanımının yaygınlaştırılması, biyoteknolojik ve moleküler tanı yöntemleri viral hastalıkların tespiti ve kontrolünde kritik bir rol oynamaktadır.

Plum pox virus (PPV) enfeksiyonlarında belirti oluşumu, virüsün ırkı, enfeksiyonun gerçekleştiği fenolojik dönem, çevresel koşullar, konukçu bitkinin lokasyonu, mevsimsel değişkenler, konukçu türü, çeşidi ve yaşı gibi birçok faktöre bağlı olarak hafiften şiddetliye kadar geniş bir spektrumda değişkenlik gösterebilmektedir. Bu faktörlerin etkileşimi sonucunda, belirtiler bitkinin farklı organlarında (yaprak, meyve, çiçek vb.) ortaya çıkabileceği gibi, latent enfeksiyon

durumları veya belirtilerin maskelenmesi gibi olgular da gözlemlenebilmektedir. Yaprak belirtileri genel olarak kayısı, erik ve şeftali bitkilerinde belirgin olup yaprak damarlarının etrafında renk açılması, damar bantlaşması, sarıdan açık yeşile değişen halkalı lekeler ve çizgiler bu bitkiler için oldukça tipiktir. Kayısı ve erik meyvelerinde şiddetli deformasyonlar ile meyve etinde görülen kahverengileşme, meyve yüzeyindeki soluk sarı halka ve çizgi şeklindeki belirtilerin aynı zamanda izdüşümü şeklinde çekirdekte de görülmesi tipiktir (Birişik ve ark., 2021). PPV; meyve ağırlığı, büyüklüğü, verimi, şeker oranında azalma, asitliğin artması, erken meyve dökümü, nekroz, deformasyon, meyvelerde şekil bozukluğu ve buna benzer belirtiler meydana getirdiğinden dolayı ürünün ticari değerinin kısmen ya da tamamen yok olmasına neden olmaktadır (Anonim, 2017). Bu belirtiler, PPV'nin konukçu türüne ve çeşidine bağlı olarak gösterdiği patojenite varyasyonunu açık bir şekilde ortaya koymaktadır. Bu nedenle, virüsün teşhisi ve yönetimi için konukçuya özgü belirtilerin dikkate alınması büyük önem taşımaktadır. Özellikle serin iklim koşullarında viral enfeksiyonun neden olduğu karakteristik belirtiler (örneğin, yapraklarda klorotik halkalar, meyvelerde deformasyon ve renk değişiklikleri) daha belirgin hale gelmekteyken sıcak hava koşullarında bu semptomların maskelenmesi veya baskılanması sıklıkla rapor edilmektedir (Anonim, 2024a). Bu durum, PPV'nin teşhisini ve epidemiyolojik izlenmesini zorlaştıran önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır.

PPV, sert çekirdekli meyve ağaçlarına bulaştığında %100'e varan ürün kaybına neden olabilmektedir. Şiddetli enfeksiyon durumlarında ise ağaçların fizyolojik fonksiyonlarını bozarak ömürlerini kısaltmakta ve hatta ölümlerine yol açarak tüm plantasyonların yok olmasına sebep olmaktadır. PPV'nin epidemiyolojik yayılımı incelendiğinde, virüsün Bulgaristan'dan başlayarak erik (*Prunus domestica*) üzerinden diğer ülkelere yayıldığı bilinmektedir. En fazla etkilenen konukçu türleri arasında erik, kayısı (*Prunus armeniaca*), şeftali (*P. persica*) ve nektarin

(*P. persica* var. *nucipersica*) bulunmaktadır (Nemeth, 1986). Bu nedenle, hastalığın yayılımının kontrol altına alınması için sertifikalı fidan kullanımı ve özellikle Türkiye gibi hastalığın sınırlı olduğu ülkelerde karantina önlemlerinin titizlikle uygulanması kritik öneme sahiptir. Son 30 yılda, dünya genelinde PPV'nin yönetimi ve kontrolüne yönelik yapılan çalışmaların tahmini maliyetinin 10 milyon euroyu aştığı rapor edilmiştir (Cambra ve ark., 2006; Saydam ve ark., 2018). Bu durum, PPV'nin ekonomik etkisinin yanı sıra, küresel ölçekte tarımsal üretim üzerindeki tehdidini de açıkça ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, virüsle mücadelede entegre yönetim stratejilerinin geliştirilmesi ve uluslararası iş birliğinin artırılması büyük önem taşımaktadır.

PPV, Türkiye'nin bitki sağlığı mevzuatı kapsamında hem dış karantina yönetmeliğinin "*Ek 2B-Türkiye'de sınırlı olarak bulunan zararlı organizmalar*" listesinde hem de iç karantina ve sertifikasyon düzenlemelerinde yer alan önemli bir patojendir. PPV'nin Türkiye'deki varlığı ilk kez 1968 yılında Edirne'de tespit edilmiş (Şahtiyancı, 1969) ve ardından Marmara, Trakya, Ege, Akdeniz, Doğu Anadolu, Karadeniz ve Orta Anadolu Bölgelerindeki çeşitli illerde farklı araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir (Elibüyük, 2004; Koç ve Baloğlu, 2006; Gümüş ve ark., 2007; Candresse ve ark., 2007; Akbaş ve ark., 2011; Ulubaş Serçe ve ark., 2011; Çelik ve Topkaya Kütük, 2013; Ceylan ve ark., 2014; Deligöz ve ark., 2015; Birişik ve ark., 2021). Bu raporlar, PPV'nin ülke genelinde yayılım gösterdiğini ve farklı coğrafi bölgelerdeki sert çekirdekli meyve üretim alanlarını tehdit ettiğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle, virüsün epidemiyolojik yayılımının izlenmesi, karantina önlemlerinin sıkı bir şekilde uygulanması ve sertifikalı fidan kullanımının yaygınlaştırılması, hastalığın kontrolü ve yönetimi açısından büyük önem taşımaktadır.

(PPV)'nin uzun mesafelere taşınması, enfekteli üretim materyalleri (örneğin, fidanlar, aşı gözleri) ve kontamine bitki parçaları aracılığıyla gerçekleşirken, bahçe içinde ve yakın çevredeki bahçelere yayılımı ise vektör yaprak bitleri (*Aphididae*) tarafından sağlanmaktadır. Bu

süreçte, özellikle *Aphis fabae*, *A. craccivora*, *A. gossypii*, *A. spiraeicola*, *Myzus persicae*, *Brachycaudus cardui*, *B. helichrysi*, *B. persicae*, *Hyalopectus pruni* ve *Macrosiphum euphorbiae* gibi yaprak biti türleri, PPV'nin etkili vektörleri olarak tanımlanmıştır (Çağlayan ve ark., 2013; Levy ve ark., 2000). Bu vektörler, virüsü non-persistans (kalıcı olmayan) bir şekilde taşıyarak, bitkiler arasında hızlı bir yayılıma neden olmaktadır. Bu nedenle, PPV'nin epidemiyolojik yayılımının kontrol altına alınması için hem enfekteli bitki materyallerinin hareketinin kısıtlanması hem de vektör yaprak biti popülasyonlarının yönetimi büyük önem taşımaktadır.

PPV, genetik çeşitliliği yüksek bir virüstür. Farklı coğrafyalarda ve konukçularda farklı ırkları tanımlanmıştır. Bu ırklar, konukçu spesifitesi, patojenite ve genetik yapı açısından farklılıklar göstermekte olup PPV'nin bugüne kadar tespit edilmiş Dideron (-D), Marcus (-M), PPV-D ve PPV-M Recombinantı (-Rec), Cherry (-C), El Amar (-EA), Winona (-W), Türkiye (-T), Cherry Rusya (-CR), Albanian (-An) ve Chilean (-CV), olmak üzere 10 farklı ırkı rapor edilmiştir (Kerlan and Dunez, 1979; Glasa ve ark., 2004; Wetzel ve ark., 1992; James and Varga, 2005; Candresse ve ark., 2007; Ulubaş Serçe ve ark., 2009; Chirkov ve ark., 2018; Palmisino ve ark., 2012; Sertkaya ve ark., 2003; Glasa ve ark., 2013; Nemchinow and Hadidi, 1996). Bu ırklar arasında PPV-D ve PPV-M en yaygın olanlardır. PPV-M (Marcus) ırkı, başlıca Doğu, Güneydoğu ve Orta Avrupa Bölgelerinde endemik olarak bulunmakta ve bu bölgelerdeki belirli *Prunus* türleri üzerinde bildirilmiştir. Buna karşılık, PPV-D (Dideron) ırkı ise Batı Avrupa, Akdeniz havzası ve Orta Avrupa ülkelerinde yaygınlık göstermekte, özellikle bu coğrafyalarda yetiştirilen şeftali (*Prunus persica*) ve erik (*Prunus domestica*) gibi konukçularda rapor edilmiştir (Morca ve ark., 2021).

Şarka hastalığına neden olan PPV varlığının tespiti, yayılış alanlarının belirlenmesi, korunmuş/ari bölgelerin oluşturulması, hastalıkla mücadele stratejilerinin geliştirilmesi, yayılımının önlenmesi ve eradikasyonuna yönelik asgari

önlemlerin düzenlenmesi amacıyla, “11/6/2010 tarihli ve 5996 sayılı Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu”nun 15. maddesi temel alınarak “Şarka Hastalığı İle Mücadele Hakkında Talimat” yayınlanmıştır (Anonim, 2017). Bu talimat kapsamında, PPV'nin çiçeklenme döneminden itibaren izlenmesi ve bulaşık olduğu tespit edilen tüm bitkilerin imha edilmesi kararlaştırılmıştır. Özellikle Bursa, sert çekirdekli meyve fidanı üretiminin yoğun olarak yapıldığı ve bu fidanların ülke genelinde yaygın bir şekilde dağıtıldığı bir il olması nedeniyle PPV'nin izlenmesi ve kontrolü büyük önem taşımaktadır. Virüsün enfeksiyon başladıktan sonra kontrol altına alınmasının oldukça zor olması (Cambra ve ark., 2006; Gürcan, 2017), erken teşhis ve önleyici tedbirlerin hayati önemini ortaya koymaktadır.

Bu kapsamda, 2013 yılından itibaren başlanarak Bursa başta olmak üzere Marmara Bölgesi'ndeki il ve ilçe Tarım ve Orman Müdürlüklerinin teknik ekipleri tarafından her yıl sert çekirdekli meyve ağaçlarından düzenli olarak alınan örnekler, Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü'ne gönderilerek analiz ettirilmektedir. Analizlerde, serolojik yöntemlerden DAS-ELISA ve moleküler yöntemlerden real-time RT-PCR gibi ileri teknikler kullanılmakta; ayrıca seçilen izolatların filogenetik analizleri gerçekleştirilerek virüsün genetik çeşitliliği ve yayılım dinamikleri incelenmektedir. Hastalık etmeninin tespit edildiği bahçelerdeki ağaçlar, ilgili talimat doğrultusunda il müdürlüklerinin teknik elemanları gözetiminde sökülerek imha edilmekte ve böylece virüsün yayılımı engellenmeye çalışılmaktadır. Bu sürveyler kapsamında yapılan analizler, bölgedeki PPV varlığının izlenmesi ve kontrolüne yönelik önemli veriler sağlamakta olup hastalığın yönetiminde etkili bir strateji olarak öne çıkmaktadır.

Materyal ve Yöntem

Sürvey çalışmaları

Bursa, Bilecik, Kocaeli ve Edirne illerinde görev yapan Tarım ve Orman İl Müdürlükleri'ne bağlı

teknik personel tarafından 2014 ve 2015 yıllarının mayıs ve haziran aylarında, “Şarka Hastalığı ile Mücadele Hakkında Talimat” doğrultusunda sürvey çalışmaları yürütülmüştür (Anonim, 2024b). Çalışmalar kapsamında, sert çekirdekli meyve bahçelerinde bulunan ağaç popülasyonu dikkate alınarak temsili örnekleme yöntemi uygulanmış ve toplamda 129 şeftali/nektarin, 90 erik ve 1 kiraz ağacından yaprak ve meyve örnekleri toplanmıştır. Bu örnekler, analiz ve detaylı değerlendirme için soğuk zincir koşullarında Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü'ne gönderilmiştir.

DAS-ELISA yöntemi ile PPV'nin tanısı

Araziden toplanan örnekler, PPV tespiti için özgül poliklonal antiserumlar kullanılarak Double Antibody Sandwich Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (DAS-ELISA) yöntemi ile analiz edilmiştir. Analizler, üretici firmanın önerdiği protokole uygun şekilde gerçekleştirilmiştir. DAS-ELISA sonuçları, 405 nm dalga boyunda absorbans değerleri ölçülerek elde edilmiş ve bu değerler, ELISA okuyucusu kullanılarak kaydedilmiştir. Örneklerin enfeksiyon durumunun belirlenmesinde, negatif kontrolün kolorimetrik değerlerinin 2 katı veya daha yüksek absorbans değerine sahip olan örnekler, PPV ile enfekteli olarak kabul edilmiştir (Clark and Adams, 1977).

DNA dizileme ve Filogenetik analiz çalışmaları

DNA dizileme için örneklerin hazırlanması

DNA dizileme ve filogenetik analizleri gerçekleştirebilmek için PPV ile enfekteli olduğu DAS-ELISA ile tespit edilmiş 2 nektarin örneğinin total RNA ekstraksiyonu, RNeasy Plant Mini Kit ile (Qiagen, Almanya) firmanın sağladığı standart protokol kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen RNA'lardan PPV amplifikasyonu, PPV'ye özgü P1: 5' CAG ACT ACA GCC TCG CCA GA 3' ve P2: 5' ACC GAG ACC ACT ACA CTC CC 3' primer çifti (Wetzel ve ark.,1991) ile SYBR Green One-Step qRT-PCR (Qiagen, Almanya) kiti kullanılarak Rotor Gene (Qiagen, Almanya) real-time PCR sisteminde kit protokolüne uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Real-time RT-PCR çalışmaları sonucunda çoğaltılan ampikonlar DNA dizileme

verilerinin elde edilebilmesi amacıyla Genmar (İzmir) firmasına gönderilerek çift yönlü kısmi genom dizileme hizmeti alınmıştır.

Filogenetik analiz çalışmaları

Filogenetik analizler için PPV izolatlarına ait coat protein geninin çift yönlü kısmi dizilenmesiyle elde edilen 533 bp'lık sekans verisi kullanılmıştır. Elde edilen sekans verilerinin kalite kontrolleri ve filogenetik analizlerde kullanılacak tüm izolatlara ait sekans verilerinin hizalama analizleri Geneious Prime 2024.0.7 programı ile gerçekleştirilmiştir. Filogenetik analizler için NCBI veri tabanında yer alan ve farklı ülkelerden ve konukçulardan elde edilen PPV'ye ait toplam 35 sekans verisi kullanılmıştır. Ayrıca sweet potato virus G (MT270404) dış grup olarak filogenetik analizlere dahil edilmiştir. Filogenetik analizlerde kullanılan tüm PPV izolatlarına ait bilgiler Çizelge 1'de yer almaktadır. Çizelge 1'de yer alan tüm PPV izolatlarına ait nükleotid dizilerinin homoloji düzeylerini belirlemek amacıyla diziler Sequence Demarcation Tool V1.3 programının CLUSTALW modülü ile analiz edilmiştir (Muhire ve ark., 2014).

Filogenetik analizler maximum likelihood (ML)

metodu kullanılarak Galaxy Europe platformu üzerinde IQ-TREE programı ile gerçekleştirilmiştir (Minh ve ark., 2020). ML analizi sırasında en uygun modeli belirlemek için ModelFinder programı kullanılmıştır (Kalyaanamoorthy ve ark., 2017). ML dendogramı, nükleotid ikamesi için -TIM2 (HKY: Hasegawa-Kishino-Yano ve GTR: General Time Reversible modelleri arasında ara bir model olarak yer almaktadır) modelini ve baz frekansları için -F (gözlemlenmiş nükleotid frekansları) modeliyle birlikte -I (veride değişime uğramayan sabit bölgeler) ile -G4 (varyasyonu modellemek için gamma dağılımı)'nın bir kombinasyonu olan TIM2+F+I+G4 modeli kullanılarak oluşturulmuştur. Bu model, DNA dizilimlerinde farklı bölgelerin farklı evrim hızlarına sahip olabileceğini dikkate alarak daha gerçekçi bir filogenetik analiz sağlamakta olup Bayesian Information Criterion (BIC) skor ve ağırlık (w-BIC) değerleri dikkate alınarak belirlenmiştir. Dendogramın güvenilirliğini değerlendirmek için analiz 1000 ultrafast bootstrap tekrarı ile yapılmıştır (Hoang ve ark., 2018).

Çizelge 1. Filogenetik analizlerde kullanılan PPV izolatlarına ait bilgiler.

Table 1. Information about PPV isolates that used for phylogenetic analyses.

Sıra No Serial number	Genbank Erişim Numarası Genbank accession number	İzolat adı Isolate name	Lokasyon Location	Konukçu Host	Strain İrk
1	KX423953	BrPc87	Türkiye, Bursa	<i>Prunus persica</i>	Marcus (M)
2	KX423954	BrPc88	Türkiye, Bursa	<i>Prunus persica</i>	Marcus (M)
3	KX423944	BrPc74	Türkiye, Bursa	<i>Prunus persica</i>	Marcus (M)
4	MZ835418	PZ697	Türkiye, Zonguldak	<i>Prunus domestica</i>	Marcus (M)
5	PQ497637	TR-N224*	Türkiye, Bursa, Kestel	<i>Prunus persica</i> <i>nucipersica</i>	Marcus (M)
6	PQ497636	TR-N223*	Türkiye, Bursa, Gürsu	<i>Prunus persica</i> <i>nucipersica</i>	Marcus (M)
7	EF626532	BG1	Bulgaristan	<i>Prunus domestica</i>	Marcus (M)
8	KX423905	BrPc11	Türkiye, Bursa	<i>Prunus persica</i>	Marcus (M)
9	KX423897	BrPc2d	Türkiye, Bursa	<i>Prunus persica</i>	Marcus (M)
10	MN877409	Brd424	Türkiye, Burdur	<i>Prunus persica</i>	Marcus (M)
11	KX423928	BrPc48	Türkiye, Bursa	<i>Prunus persica</i>	Marcus (M)
12	OK157498	P840 ANK	Türkiye, Ankara	<i>Prunus persica</i>	Marcus (M)
13	OK157483	P109 ANK	Türkiye, Ankara	<i>Prunus armeniaca</i>	Türkiye (T)
14	OK157492	P458 ANK	Türkiye, Ankara	<i>Prunus armeniaca</i>	Türkiye (T)
15	OK157496	P699 ANK	Türkiye, Ankara	<i>Prunus armeniaca</i>	Türkiye (T)
16	OK157502	P1001 ANK	Türkiye: Ankara	<i>Prunus armeniaca</i>	Türkiye (T)
17	OK376028	P575 ANK	Türkiye: Ankara	<i>Prunus armeniaca</i>	Türkiye (T)
18	HF674399	AL11pl	Arnavutluk	<i>Prunus domestica</i>	Albanian (An)
19	HQ452364	Savnik 1	Karadağ	<i>Prunus domestica</i>	Recombinant (Rec)
20	HQ452395	Bijelo Polje 12	Karadağ	<i>Prunus domestica</i>	Recombinant (Rec)
21	HQ452386	Kolasin 1	Karadağ	<i>Prunus domestica</i>	Recombinant (Rec)
22	KX423946	BrPI76	Türkiye, Bursa	<i>Prunus domestica</i>	Dideron (D)
23	KX423948	BrPI78	Türkiye, Bursa	<i>Prunus domestica</i>	Dideron (D)
24	AY847269	-	Mısır	<i>Prunus armeniaca</i>	El Amar (EA)
25	FN424180	APR II/4	Mısır, El Amar	<i>Prunus armeniaca</i> cv. <i>Amar</i>	El Amar (EA)
26	MH346284	Bg10	Rusya	<i>Prunus cerasus</i>	Cherry (C)
27	MH346312	Pav2	Rusya	<i>Prunus cerasus</i>	Cherry (C)
28	MH346286	Ka1	Rusya	<i>Prunus cerasus</i>	Cherry (C)
29	MW650877	Tat-102	Rusya	<i>Prunus cerasus</i>	Chilean (CV)
30	MW650878	Tat-NK6/2	Rusya	<i>Prunus cerasus</i>	Chilean (CV)
31	MG736813	Kp8-1	Rusya	<i>Prunus cerasus</i>	Cherry Rusya (CR)
32	MG736815	Pul-1	Rusya	<i>Prunus cerasus</i>	Cherry Rusya (CR)
33	KU359733	Pulk-1	Rusya	<i>Prunus domestica</i>	Winona (W)
34	KU359734	Vlad-4	Rusya	<i>Prunus domestica</i>	Winona (W)
35	KU359730	Karm	Rusya	<i>Prunus domestica</i>	Winona (W)
36	MT270404	19-2123**	Güney Afrika	<i>Ipomoea batatas</i>	-

* Çalışma kapsamında elde edilen izolatlar

** Filogenetik analizlerde dış grup olarak kullanılan izolat.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Semptomatolojik gözlemler

Gerçekleştirilen sürey çalışmasında erik ağaçlarına ait yaprak örneklerinde nekrotik halkalı lekeler (Şekil 1a) ve mozaik oluşumlarla damar bantlaşması (Şekil 1b), nektarin/şeftali yapraklarında açık yeşil lekeler ve orta-yan damarlar boyunca renk açılmaları (Şekil 1c) ayrıca

nektarin meyvelerinde halkalı sarı leke oluşumları (Şekil 1d) gözlenmiştir. Şarka hastalığına özgü belirtiler bitki çeşidine, virüs ırkına, iklim faktörlerine, bitkinin yaşına ve beslenmesine göre farklılık gösterebilmektedir (Desvignes 1999). Üretim materyallerinin yasal olmayan yollarla ülkelere girmesi ve latent enfeksiyonların tespit edilememesi virüsün uzun mesafelere

taşınmasında etkin olmaktadır (Cambra ve ark., 2006). Meyve bahçelerinde virüs rastgele dağılım göstermekte ve enfekteli bitkilerde 2-3 yıl sonra enfeksiyon yayılmaya başlamaktadır (Rimbaud ve

ark., 2015a, 2015b). Bu durum fidanlarda virüsün tespitini zaman zaman zora soktuğundan dolayı sertifikalı fidan kullanılmalıdır.



Şekil 1. a: Erik yapraklarında nekrotik halkalı lekeler; b-Erik yapraklarında mozaik ve damar bantlaşması semptomu; c-Nektarin/şeftali yapraklarında açık yeşil lekeler ve orta-yan damarlar boyunca renk açılması semptomu; d: Nektarin meyvelerinde halkalı sarı lekele oluşumları.

Figure 1. a: Necrotic ring spots on plum leaves; b- Mosaic and vein banding symptoms on plum leaves; c- Light green spots on nectarine/peach leaves and discoloration along mid-lateral veins; d- Circular yellow spots on nectarine fruits.

DAS-ELISA analizleri

“Şarka Hastalığı ile Mücadele Hakkında Talimat” çerçevesinde 2014-2015 yıllarında Bursa’dan 102, Kocaeli’nden 39, Bilecik’ten 40 ve

Edirne’den 39 olmak üzere alınan toplam 220 yaprak örneği (Çizelge 2) DAS-ELISA testine tabi tutulmuştur.

Çizelge 2. 2014-2015 yıllarında Marmara Bölgesi’nde gerçekleştirilen survey çalışmasına ait bilgiler.

Table 2. Information on survey studies conducted in the Marmara Region in 2014-2015.

il Province	ilçe District	Şeftali / Nektarin Peach / Nectarine	Erik Plum	Kiraz Cherry
		T.Ö.S./E.Ö.S. T.S.N./I.S.N.	T.Ö.S./E.Ö.S. T.S.N./I.S.N.	T.Ö.S./E.Ö.S. T.S.N./I.S.N.
Bursa	Gürsu	18 / 4	11 / 4	-
	İnegöl	11 / --	9 / 6	-
	Kestel	15 / 5	-	-
	Orhangazi	5 / --	-	-
	İznik	8 / --	10 / 3	-
	Karacabey	7 / 2	-	-
	Mudanya	-	8 / --	-
	Osmaneli	22 / 1	18 / --	-
Kocaeli	Gölcük	24 / --	15 / 1	-
Edirne	Merkez	19 / --	19 / 2	1 / --
TOPLAM		129 / 12	90 / 16	1 / --

T.Ö.S.: Toplam örnek sayısı, **E.Ö.S.:** Enfekteli örnek sayısı

T.S.N.: Number of total sample, **I.S.N.:** Number of Infected sample

DAS-ELISA sonuçlarına göre toplam 28 örnek PPV ile enfekteli bulunmuştur. Toplanan şeftali örneklerinde enfeksiyon oranı %9.3, erik örneklerinde %17.7 olarak tespit edilmiştir. Sert çekirdekli meyve üretiminin en çok yapıldığı il olan Bursa'dan alınan şeftali/nektarin örneklerinde enfeksiyon oranı %17.1, erik örneklerinde %34.2 olarak tespit edilmiştir. Bilecik'ten alınan şeftali/nektarin örneklerinde %4.5 enfeksiyon tespit edilmiş, erik örneklerinde ise enfeksiyon tespit edilmemiştir. Kocaeli'den alınan şeftali/nektarin örnekleri sağlıklı bulunurken, erik örneklerinde enfeksiyon %6.6 olarak tespit edilmiştir. Edirne'den alınan şeftali/nektarin örnekleri sağlıklı bulunurken erik örneklerinde enfeksiyon %10.5 olarak belirlenmiştir. Her ne kadar PPV ilk defa Trakya Bölgesinde tespit edilmiş olsa da üretim materyali ile yayılması oldukça hızlı olduğu için ülkemizin farklı bölgelerde de rapor edilmiştir. Bugüne kadar yapılan en kapsamlı çalışma 2007-2010 yılları arasında gerçekleştirilmiş olup Ege, Orta Anadolu, Marmara ve Akdeniz Bölgelerinde yer alan 56 ilde sert çekirdekli meyve ağaçlarında PPV enfeksiyonu tespit edilmiştir (Akbaş ve ark., 2011). Bu çalışmadan sonra enfekteli ağaç ve fidanlarda eradikasyon çalışmaları gerçekleştirilmiştir. PPV enfeksiyonu 2013-2018 yılları arasında Bursa'da %22.76, Edirne'de %9.13, Kocaeli'de %28.57 olarak tespit edilmiştir (Birişik ve ark., 2021). 2017 yılında Bursa'da şeftali ve erik örneklerinde PPV enfeksiyonu %54 (Gürcan ve Ceylan, 2016) olarak saptanmıştır. Benzer şekilde Saydam ve ark. (2018) Bursa'dan topladıkları erik,

nektarin ve şeftali örneklerinde enfeksiyon oranlarının sırasıyla %41.6, %40 ve %16.5 olduğunu belirlerken, kiraz ve badem ağaçlarında PPV enfeksiyonu saptamamışlardır. Gerek çalışmamızda gerekse farklı çalışmalarda tespit edilen farklı enfeksiyon oranları; analiz edilen örnek sayısı, konukçu çeşidi, örneklerin tekniğine uygun alınması gibi faktörlere bağlı olarak yıldan yıla değişiklik gösterebilmektedir. Serolojik analizler sonucu PPV ile enfekteli bulunan 12 adet şeftali/nektarin ve 16 adet erik numunesi ilgili il tarım ve orman müdürlüklerine resmi yazı ile bildirilmiştir. İlgili müdürlükler tarafından imhası gerçekleştirilen enfekteli ağaçlara ait görseller Şekil 2'de yer almaktadır. Epideminin engellenmesinde hiç şüphesiz ki hastalık kaynaklarının ortadan kaldırılması büyük önem taşımaktadır. Çalışmamızla benzer olarak 2013 ve 2018 yılları arasında Şarka hastalığından dolayı Türkiye'de 6.461 adet ağaç, 72.408 adet fidan imha edilmiştir (Birişik ve ark., 2021). Yine Amerika Birleşik Devletleri'nde şarka hastalığından dolayı 10 yılda yaklaşık 6778 dekada (Welliver et al. 2014; Birişik ve ark., 2021) ve İtalyada 15 yılda 47 bahçede sert çekirdekli meyve ağaçlarında eradikasyon gerçekleştirilmiştir (Myrta et al. 2006). Eradikasyon, özellikle yeni başlayan hastalığın yok edilmesinde faydalı olmaktadır, hastalığın yaygın olduğu yerlerde ise alınacak tedbirler daha sınırlı olup hastalığın görüldüğü alanlarda yaprak biti mücadelesi yapılması hastalığın birbirine yakın bahçelere bulaşmaması açısından çok önemlidir (Conti ve ark. (1985).



Şekil 2. Bursa ilinde eradikasyon işlemi gerçekleştirilen sert çekirdekli meyve ağaçları.
Figure 2. Eradication process of stone fruit trees in Bursa province.

Filogenetik analizler

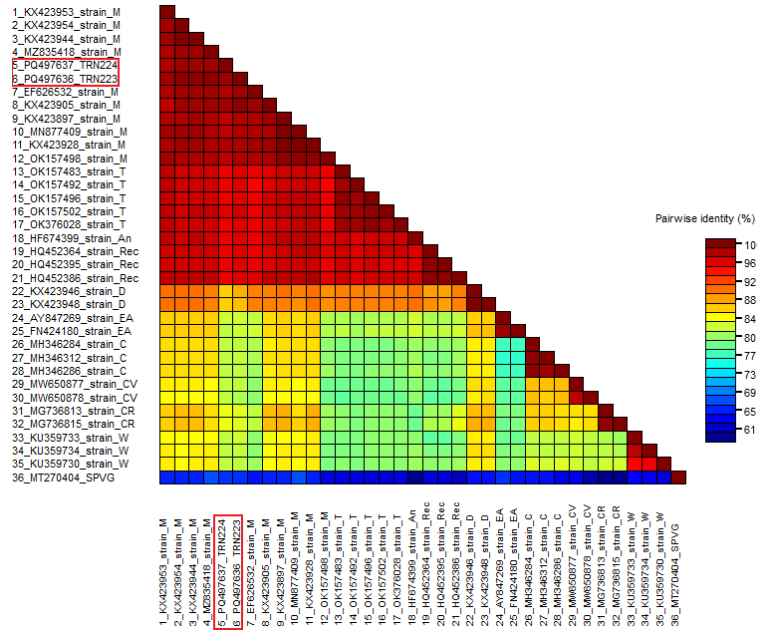
DAS-ELISA sonuçlarına göre PPV ile enfekteli olduğu belirlenen iki izolatın kısmi coat protein gen bölgesinin dizilenmesiyle elde edilen 533 bp'lik sekans verisi TR-N223 izolatı için PQ497636 erişim numarasıyla, TR-N224 izolatı için ise PQ497637 erişim numarasıyla 2024 yılında NCBI gen bankasına kaydedilmiştir.

PPV izolatlarına ait nükleotid dizilerinin homoloji düzeylerini belirlemek amacıyla Sequence Demarcation Tool V1.3 programının CLUSTALW modülü kullanılarak oluşturulan nükleotid homoloji matrisi sonucuna göre tüm PPV ırklarının birbirleriyle %75 (strain EA-AY847269 ve strain C-MH346312) - %99.86 (strain M- MN877409 ve KX423928) aralığında homoloji gösterdiği belirlenmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara yakın bir şekilde Gürcan ve Ceylan (2016) tarafından 2012-2013 yılları arasında Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanan 314 örnek üzerinde yapılan bir çalışmada PPV-T'nin - An, -M, -Rec, -D, -EA, -CR, -W ve -C ırkları ile sırasıyla %96.9, %96.3, %85.8, %85.1, %69.2, %68.1, %65.3 ve %65,0 düzeyinde homoloji gösterdiği bildirilmiştir.

Çalışma kapsamında elde edilen TR-N224 (PQ497637) nolu PPV izolatının analiz edilen diğer PPV izolatlarıyla nükleotid düzeyinde minimum %81.61 maksimum %98.69 düzeyinde homoloji gösterdiği; TR-N223 (PQ497636) nolu PPV izolatının ise minimum %81.43 maksimum %99.44 düzeyinde homoloji gösterdiği tespit edilmiştir. Bursa ilinin Kestel ilçesinden elde edilen TR-N224 (PQ497637) nolu PPV izolatının maksimum homoloji gösterdiği izolat Bursa ilinin Gürsu ilçesinden elde edilen TR-N223 (PQ497636) nolu PPV izolatı olurken TR-N223 (PQ497636) nolu PPV izolatının maksimum homoloji gösterdiği PPV izolatı bir başka çalışmada yine Bursa ilinden elde edilen BrPc74 (KX423944) olmuştur. Analiz edilen PPV ırklarının tür içi homoloji seviyeleri (minimum ve maksimum) ise PPV-M (%97.37-%99.86), PPV-T (%98.60-%99.40), PPV-Rec (%99.30-%99.50), PPV-D (%99.69), PPV-EA (%98.39), PPV-C (%99.00-

%99.50), PPV-CV (%97.47), PPV-CR (%99.62) ve PPV-W için (%92.08-97.68) olarak tespit edilmiştir (Şekil 3). Çalışmaya dahil edilen genom bölgeleri ve bölgelerin büyüklüklerine göre bazı farklılıklar olmakla birlikte Gürcan (2017) tarafından Bursa ilinden elde edilen ve 64 örnekle gerçekleştirilen bir çalışmada İstanbul'dan elde edilen PPV-M izolatlarının, Avrupa'dan elde edilmiş PPV-M izolatları ile P3-6K1 gen bölgesi için %98 ve CP-3'UTR gen bölgesi için 97.7 homoloji gösterdiği; PPV-M gurubu örnek sayısı en fazla olan grup olmasına rağmen genetik varyasyonun P3-6K1 gen bölgesi için % 1.3 ve CP-3'UTR gen bölgesi için % 1.4 olarak hesaplandığı bildirilmiştir. Ayrıca Bursa'daki kapama şeftali bahçelerinin Avrupa tipi PPV-M ile yaygın olarak bulaşık olduğu ve bu izolatların Aydın, Denizli, Çanakkale, Isparta ve Kayseri gibi yeni enfekte olmuş bölgelerdeki izolatlarla yüksek genetik benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Bu durum, PPV-M'nin Türkiye'de hızla yayıldığını ve genetik çeşitlilik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Gürcan ve ark. (2019) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada ise PPV-Mıs ile PPV-M, PPV-T, PPV-An, PPV-Rec, PPV-D ve PPV-EA izolatları arasındaki ortalama nükleotid uzaklıklarının sırasıyla 0.030 ± 0.001 , 0.058 ± 0.002 , 0.083 ± 0.003 , 0.107 ± 0.003 , 0.126 ± 0.003 ve 0.257 ± 0.006 olarak hesaplandığı bildirilmiş olup 21 PPV-Mıs, 4 PPV-M izolatı ve tüm izolatlar (21 Mıs + 4 PPV-M) için grup içindeki nükleotid dizi çiftleri üzerinden hesaplanan ortalama nükleotid farklılıklarının sırasıyla 0.015 ± 0.0005 , 0.016 ± 0.001 ve 0.020 ± 0.0007 olarak tespit edildiği bildirilmiştir. Coşkan ve ark. (2022) tarafından 250 PPV izolatının tam ORFs, tam CP, P3-6K1-CI ve kısmi Nıb-CP genom bölgeleriyle gerçekleştirilen bir diğer çalışmada ise PPV-T ırkı popülasyonlarının -D ve -M (Mıs hariç tutulduğunda) ırklarına kıyasla nükleotid düzeyinde daha yüksek bir genetik farklılık gösterdiği ortaya konmuştur. Aynı ayrı analiz edildiğinde PPV-M ve -Mıs ırklarına ait popülasyonların çok düşük genetik farklılık düzeyleri sergilediği belirlenmiş ancak PPV-Mıs

izolatlarının, PPV-M popülasyonuna dahil edilen sonuçlar önceki çalışmalardan elde edilen edildiğinde genetik çeşitliliğin önemli ölçüde sonuçlarla benzerlik göstermektedir. arttığı bildirilmiştir. Homoloji açısından elde

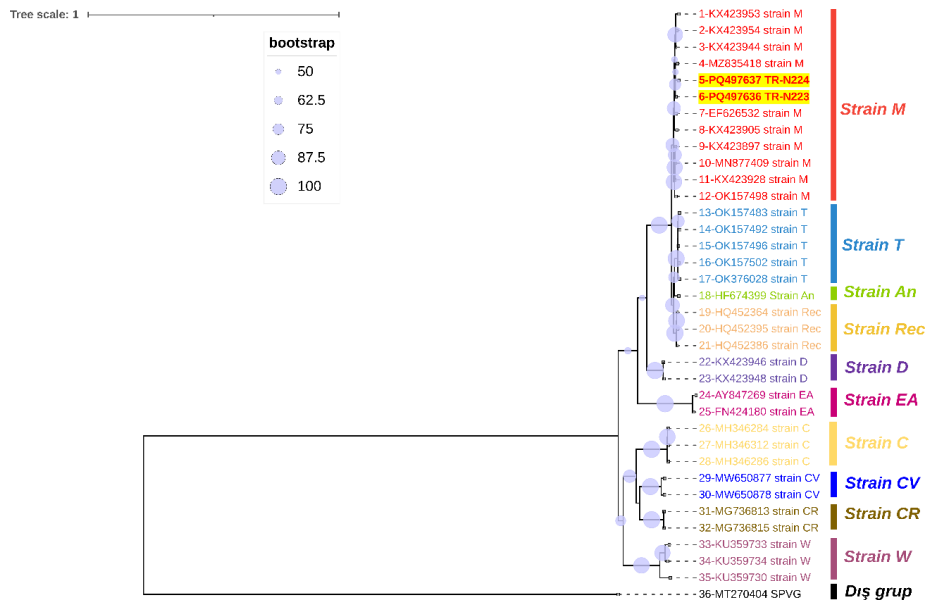


Şekil 3. PPV izolatlarının kısmi coat protein (CP) gen bölgelerine ait nükleotid dizilerinin Sequence Demarcation Tool V2.3 programının CLUSTALW modülü ile oluşturulmuş homoloji matrisi (n=36).

Figure 3. Homology matrix of nucleotide sequences of partial coat protein (CP) gene regions of PPV isolates generated by CLUSTALW module of Sequence Demarcation Tool V2.3 (n=36).

Filogenetik analizler için NCBI gen bankası veri tabanında yer alan ve farklı ülkelerden ve konukçulardan elde edilen PPV'ye ait toplam 35 sekans verisi ile oluşturulan dendrogram incelendiğinde PPV'nin -M, -T, -An, -Rec, -D, -EA, -C, -CV, -CR ve -W ırklarına ait izolatların farklı alt gruplarla birbirlerinden anlamlı bootstrap

değerleriyle (>50) ayrıldığı; çalışma kapsamında elde edilen TR-N223 (PQ497636) ve TR-N224 (PQ497637) numaralı PPV izolatlarının Türkiye'nin Bursa, Zonguldak, Burdur, Ankara illeri ile Bulgaristan'dan elde edilen ve NCBI gen bankasında yer alan PPV strain M izolatlarıyla aynı alt grupta yer aldığı belirlenmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. PPV izolatlarının kısmi coat protein (CP) gen bölgelerine ait nükleotid dizileriyle oluşturulmuş Maximum likelihood (ML) dendrogramı (n=36). Dendrogram sweet potato virus G (MT270404) kullanılarak köklendirilmiştir. ML ağacı 1000 bootstrap değeri ile çizilmiş olup 50'nin altında olan bootstrap değerleri gösterilmemiştir.

Figure 4. Maximum likelihood (ML) dendrogram constructed with nucleotide sequences of partial coat protein (CP) gene regions of PPV isolates (n=36). The dendrogram was rooted using sweet potato virus G (MT270404). The ML tree was constructed with 1000 bootstrap values and bootstrap values below 50 are not shown.

Filogenetik analizler sonucunda elde ettiğimiz dendrogram, Morca ve ark. (2021) tarafından elde edilen sonuçlarla karşılaştırmalı olarak incelendiğinde Bursa'dan elde edilen izolatların PPV-M ırkına ait olduğunu ve farklı PPV ırklarını içeren grupların çalışmamızla benzer şekilde gruplandığını göstermiştir. Gürcan (2017) tarafından gerçekleştirilen bir başka çalışmada ise çalışmamız sonucunda elde ettiğimiz gruplamaya benzer şekilde Bursa izolatlarının bir kısmının Avrupa PPV-M izolatları ile grup oluşturduğunu ancak bulgularımızdan farklı olarak diğer bir kısmının ise Türkiye PPV-D izolatları ile grup oluşturduğu belirlenmiştir. Çelik ve ark. (2022) tarafından Bursa, Bilecik ve Bolu'dan toplanan 24 PPV izolatı üzerinde yapılan bir diğer çalışmada ise Bursa'dan 6 izolatın PPV-D, 12 izolatın ise PPV-M ile gruplandığı, Bolu izolatlarının ise PPV-M'is alt grubunda yer aldığı tespit edilmiştir. Bu, elde ettiğimiz sonuçlardan farklı olarak hem PPV-M'nin farklı alt gruplar halinde yayıldığını ve genetik çeşitlilik gösterdiğini hem de Gürcan (2017)'ye benzer şekilde PPV-D'nin Bursa'da varlığını ortaya koymaktadır. Son olarak, Teber ve ark. (2023) tarafından Türkiye'nin farklı bölgelerinden elde edilen 69 PPV-M izolatının genetik çeşitliliğinin incelendiği bir çalışmada ise izolatların yüksek bir genetik çeşitlilik gösterdiği belirtilmiştir. Bu bulgu, çalışmamızdakine benzer şekilde PPV-M'nin Türkiye'de hızla yayıldığını desteklemekle birlikte PPV-M'in genetik olarak farklılaştığına da işaret etmektedir.

Türkiye'de PPV'nin yayılımı ve farklı ırklarının dağılımı üzerine yapılan çeşitli çalışmalar, PPV-M'nin Türkiye'deki varlığının erken dönemlerde tespit edildiğini göstermektedir. Elibüyük (2003) tarafından 1995-2002 yılları arasında Ankara'da yürütülen bir çalışmada, enfekteli olduğu tespit edilen tüm örneklerin bulgularımıza benzer şekilde PPV'nin Marcus (PPV-M) ırkına ait olduğu bildirilmiştir. Yine benzer şekilde Dallot ve ark. (2004) ile Barba ve ark. (2011), PPV-M'nin Avrupa'daki en sorunlu PPV ırkı olduğunu ve hızla

yayılan salgınların çoğunlukla bu ırkla ilişkili olduğunu vurgulamışlardır. Bu durum, PPV-M'nin Türkiye'de de benzer bir tehdit oluşturduğunu düşündürmektedir. Araştırma bulgularımızla benzer sonuçlara sahip Çelik ve Topkaya Kütük (2013) tarafından 2008-2010 yılları arasında Antalya Döşemealtı'nda yapılan bir çalışmada, tek bir nektarin bahçesinden alınan 20 örneğin PPV-M ile enfekteli olduğu ve bu bahçedeki fidanların Bursa'dan temin edildiği bildirilmiştir. Gürcan ve Ceylan (2016) tarafından 2012-2013 yılları arasında Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanan 314 örnek üzerinde yapılan bir başka çalışmada ise Bursa'da PPV-D ve PPV-T'nin çoğunlukla konut bahçelerinde, PPV-M'nin ise kapama meyve bahçelerinde yaygın olduğu bildirilmiş olup bu bulgular, çalışmamız kapsamında elde edilen PPV enfekteli ağaçların kapama meyve bahçesinden elde edildiği sonucuyla ilişkilendirildiğinde PPV-M'nin özellikle ticari meyve bahçelerinde önemli bir tehdit oluşturduğunu göstermektedir.

Sonuçlar

Bu çalışmanın amacı, Tarım ve Orman Bakanlığı Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü (GKGM) tarafından 2013 yılında başlatılan ve halen düzenli olarak devam eden sert çekirdekli meyve ağaçlarında PPV'nin sürvey ve eradikasyon programının uygulanması esnasında elde edilen verilerin ortaya konmasıdır. Çalışma kapsamında Bursa, Bilecik, Kocaeli ve Edirne illerinden gelen örnekler analiz edilmiş ve Bursa ilinden elde edilen nektarin izolatlarının filogenetik analizleri gerçekleştirilerek izolatların PPV'nin Marcus ırkına ait olduğu belirlenmiştir. PPV, Avrupa Birliği ülkeleri içerisinde çok önemli olarak gösterilen 16 zararlı organizmadan biridir. Ülkemiz dış karantina yönetmeliğinin "Ek 2B-Türkiye'de Sınırlı Olarak Bulunan Zararlı Organizmalar" listesinde ayrıca iç karantina ve sertifikasyon listelerinde yer almaktadır. Bu sebeple Bursa ili ülkemiz meyve

fidanı üretiminde üçüncü sırada yer alması (Anonim, 2022) ve ülke geneline yoğun bir fidan arzı sağlaması nedeniyle PPV açısından oldukça önemli bir konumda yer almaktadır. Türkiye'de yapılan çeşitli çalışmalar, PPV'nin farklı ırklarının ülke genelinde yaygın olduğunu ve araştırma bulgularımızda uyumlu şekilde, özellikle PPV-M'nin ticari meyve bahçelerinde önemli bir tehdit oluşturduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, PPV-M'nin genetik çeşitliliği ve farklı alt gruplara ayrılabilmesi, bu virüsün yayılım dinamiklerinin daha iyi anlaşılması için özellikle fidan üretiminin, satışının ve kapama meyve bahçelerinin yoğun olduğu Bursa ilinde daha fazla araştırma yapılması gerektiğini göstermektedir. Bu çalışmanın sonucunda, PPV'nin tespit edildiği bölgedeki bitkiler imha edilerek, 1 km yarıçapında bir tampon bölge oluşturulmuştur. Bunun yanı sıra, bu tampon bölge içerisinde 3 yıl süreyle PPV'nin bilinen konukçuları olan kültür bitkilerinin yetiştirilmesi yasaklanmıştır. Hastalığın enfekteli fidanlarla uzak bölgelere yayılabildiği düşünüldüğünde, mücadelenin en kritik adımları olan sertifikalı fidan kullanımı, düzenli sürveyler ve analizler, enfekteli fidanların imhası ile patojenin temiz bölgelere bulaşmasının önlenmesi, bugün de geçerliliğini koruyan en güçlü önlemlerdir.

Ekler

Bu çalışma Antalya'da gerçekleştirilen "3rd International Symposium on Plum Pox Virus" etkinliğinde poster bildiri olarak sunulmuş ve sempozyum kitapçığında özet metin olarak yer almıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar aralarında herhangi bir çıkar çatışması bulunmadığını beyan ederler.

Yazarların Katkısı

Yazarlar tarafından katkılar; 'NU: Örneklerin serolojik ve moleküler yöntemlerle analizi, analiz

edilen örneklerin Sanger dizileme için hazırlanması ve gönderilmesi, makale yazımı, SÖ: Sanger dizileme sonuçlarının analizi, filogenetik analizler, makale yazımı, kontrolü, revizyonu ve onaylama' şeklinde beyan edilmektedir.

Teşekkür

Çalışmada emeği geçen Bursa (Gürsu, İnegöl, Kestel, Orhangazi, İznik, Karacabey, Mudanya), Bilecik (Osmaneli), Kocaeli (Gölcük), Edirne Tarım Orman İl ve İlçelerinde görevli personele teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Akbaş, B., Değirmenci, K., Çiftçi, O., Kaya, A., Yurtmen, M., Uzunoğulları, N., ... & Türkölmez, Ş. (2011). Update on Plum pox virus distribution in Turkey. *Phytopathologia Mediterranea*, 50(1), 75-83.
- Anonim 2017. Şarka virüsü, plum pox potyvirus-PPV sürvey talimatı. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konu/943/Survey> (Erişim tarihi: 14.04.2025)
- Anonim 2022. Fidancılık Sektör Analizi ve Geliştirme Raporu. <https://fuab.org.tr/yukleme/fidancilik-sektor-analiz-ve-gelistirme-raporu-2022.pdf> (Erişim tarihi: 17.04.2025)
- Anonim, (2024a). Bitki Hastalıkları ve Yabancı Otlar Zirai Mücadele Teknik Talimatları. Tarım ve Orman Bakanlığı web sayfasından erişildi: <https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/ya-yin/Bitki%20Hastal%C4%B1klar%C4%B1%20Zirai%20M%C3%BCcadele%20Teknik%20Talimatlar%C4%B1.pdf>
- Anonim, (2024b). 2024 Yılı Bitki Sağlığı Uygulama Programı. Tarım ve Orman Bakanlığı web sayfasından erişildi: https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/DB_Bitki_Sagligi/Bitki_Sagligi_Uygulama_Kitaplari/2024_Bitki_Sagligi_Uygulama_Programi.pdf
- Barba, M., Hadidi, A., Candresse, T., Cambra, M. (2011). Plum pox virus. In: Hadidi A, Barba M, Candresse T, Jelkmann W (eds) *Virus and viruslike diseases of pome and stone fruits*. The American Phytopathological Society Press, St. Paul, USA, pp 185–197.
- Birişik, N., Morca, A. F., Erilmez, S., Çiftçi, O., Yurtmen, M., Uzunoğulları, N., ... & Öntepeli, M. L. (2021). Assessment of a six-year national survey and eradication program for Plum pox virus in Turkey. *Plant Protection Bulletin/Bitki Koruma Bülteni*, 61(2).
- Cambra, M., Capote, N., Myrta, A., Llacer, G. (2006). Plum pox virus and the estimated costs associated with sharka disease, *EPPO Bulletin*, 36, 202-204.
- Candresse, T., Svanella-Dumas, L., Gentit, P., Çağlayan, K., & Çevik, B. (2007). First report of the presence of Plum pox virus Rec strain in Türkiye. *Plant Disease*, 91, 331.

- Ceylan, A., Gürçan, K., Akbulut, M., Ghaderi, M. (2014). Kayseri’de yüksek şarka enfeksiyonu. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 30(2): 80-85.
- Chirkov, S., Ivanov, P., Sheveleva, A., Kudryavtseva, A., & Mitrofanova, I. (2018). Molecular characterization of Plum pox virus Rec isolates from Rusya suggests a new insight into evolution of the strain. *Virus genes*, 54, 328-332.
- Clark, M. F., & Adams, A. (1977). Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. *Journal of general virology*, 34(3), 475-483.
- Conti, M., E. Loisoni E.L. Giunchedi. (1985). La Sharka delle drupaceae estratto da l’Italia. *Agricolo Anno 122*, 22: 183-193.
- Coşkan, S., Morca, A. F., Akbaş, B., Çelik, A., & Santosa, A. I. (2022). Comprehensive surveillance and population study on plum pox virus in Ankara Province of Turkey. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 129(4), 981-991.
- Çağlayan, K., Ulubaş Serçe, C., & Gazel, M. (2013). Fourty-five years of sharka disease in Turkey. In II International Symposium on Plum Pox Virus 1063 (pp. 41-45).
- Çelik, N., & Kütük, B. T. (2013). Antalya ilinde şarka virüs hastalığının belirlenmesi. *Derim*, 30(2), 1-10.
- Çelik, A., Santosa, A. I., & Ertunç, F. (2022). The monitoring of plum pox virus in Bursa, Bilecik, and Bolu provinces of Turkey refined MIs status as a variant of strain M. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 55(7), 874-885.
- Deligöz, İ., Değirmenci, K., & Sökmen, M. (2015). Samsun ilinde sert çekirdekli meyve türlerinde Şarka hastalığı etmeninin (Plum pox virus) belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 30(3), 227-235.
- Desvignes, J. C. (1999). *Virus Diseases Of Fruit Trees*, CTIFL, Paris, France.
- Dallot, S., Gottwald, T., Labonne, G., & Quiot, J. B. (2004). Factors affecting the spread of Plum pox virus strain M in peach orchards subjected to roguing in France. *Phytopathology*, 94(12), 1390-1398.
- Elibüyük, İ.Ö. (2003). Natural spread of Plum pox virus in Ankara, Turkey. *Journal of Phytopathology*, 151(11-12), 617-619.
- Elibüyük, İ.Ö. (2004). Current situation of sharka disease in Ankara, Türkiye. *Phytoparasitica*, 32(4): 417-420.
- Glasa, M., Palkovics, L., Komínek, P., Labonne, G., Pittnerová, S., Kudela, O., ... & Šubr, Z. (2004). Geographically and temporally distant natural recombinant isolates of Plum pox virus (PPV) are genetically very similar and form a unique PPV subgroup. *Journal of General Virology*, 85(9), 2671-2681.
- Glasa, M., Prikhodko, Y., Predajňa, L., Nagyová, A., Shneyder, Y., Zhivaeva, T., ... & Candresse, T. (2013). Characterization of sour cherry isolates of Plum pox virus from the Volga basin in Rusya reveals a new cherry strain of the virus. *Phytopathology*, 103(9), 972-979.
- Gümüş, M., Paylan, I. C., Matic, S., Myrta, A., Sipahioglu, H. M., & Erkan, S. (2007). Occurrence and distribution of stone fruit viruses and viroids in commercial plantings of Prunus species in western Anatolia, Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 265-268.
- Gürçan, K., & Ceylan, A. (2016). Strain identification and sequence variability of plum pox virus in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40(5), 746-760.
- Gürçan, K. (2017). Bursa’da plum pox virus (Şarka)’ün yaygınlığının ve genetik çeşitliliğinin belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 32(1), 1-15.
- Gürçan, K., Teber, S., & Çağlayan, K. (2019). Further investigation of a genetically divergent group of plum pox virus-M strain in Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 101, 385-391.
- Hoang, D.T., Chernomor, O., Haeseler, A.V., Minh, B.Q., Vinh, L.S. (2018) UFBoot2: Improving the ultrafast bootstrap approximation. *Mol. Biol. Evol.*, 35, 518–522.
- James, D., & Varga, A. (2005). Nucleotide sequence analysis of Plum pox virus isolate W3174: evidence of a new strain. *Virus Research*, 110(1-2), 143-150.
- Kalyaanamoorthy, S.; Minh, B.Q.; Wong, T.K.F.; Haeseler, A.V.; Jermiin. (2017) L.S. Model Finder: Fast model selection for accurate phylogenetic estimates. *Nat. Methods*, 14, 587–589.
- Kerlan, C., & Dunez, J. (1979). Biological and serological differentiation of strains of sharka virus.
- Koç, G., & Baloglu, S. (2006). Disease note first report of sharka in the Çukurova region of Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 88(3), 65-70.
- Levy, L., Damsteegt, V., & Welliver, R. (2000). First report of Plum pox virus (Sharka disease) in Prunus persica in the United States. *Plant Disease*, 84(2), 202-202.
- Morca, A. F., Coşkan, S., & Çelik, A. (2021). Burdur ilinde Plum pox virus’ un tespiti ve kısmi kılıf protein geninin moleküler karakterizasyonu. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 24(4), 805-814.
- Minh, B.Q., Schmidt, H.A., Chernomor, O., Schrempf, D., Woodhams, M.D., Haeseler, A.V., Lanfear, R. (2020) IQ-TREE 2: New Models and efficient methods for phylogenetic inference in the genomic era. *Mol. Biol. Evol.*, 37, 1530–1534.
- Muhire, B. M., Varsani, A., & Martin, D. P. (2014). SDT: a virus classification tool based on pairwise sequence alignment and identity calculation. *PloS one*, 9(9), e108277.
- Myrta A., Di Terlizzi B., Savino V., Martelli G.P., 2006. Control and monitoring: monitoring and eradication of sharka in south-east Italy over 15 years. *EPPO Bulletin*, 36 (2), 309-311.
- Nemchinov, L., & Hadidi, A. (1996). Characterization of the sour cherry strain of plum pox virus. *Phytopathology*, 86(6), 575-580.
- Nemeth, M., (1986). *Virus, Mycoplasma and Rickettsia Diseases of Fruit Trees*. Martinus Nijhoff, Dr. W. Junk Publishers, Hungary.Pp: 841.
- Palmisano, F., Boscia, D., Minafra, A., Myrta, A., Candresse, T. (2012). An atypical Albanian isolate of Plum pox virus could be the progenitor of the Marcus strain. *Proceedings of the 22nd International Conference on Virus and Other Transmissible Diseases of Fruit Crops” (ICVF) (Rome, 2012-06-03/08)*.

- Rimbaud, L., Dallot, S., Delaunay, A., Borron, S., Soubeyrand, S., Thébaud, G., Jacquot, E. (2015a). Vektör kaynaklı hastalıklar için kuluçka ve latent dönemler arasındaki uyumsuzluğun değerlendirilmesi: Sharka örneği. *Fitopatoloji* **105**, 1408-1416.
- Rimbaud, L., Dallot, S., Gottwald, T., Decroocq, V., Jacquot, E., Soubeyrand, S., Thébaud, G. (2015b). Sharka epidemiyolojisi ve dünya çapında yönetim stratejileri: Çok yıllık bitkilerde hastalık kontrolünü optimize etmek için dersler çıkarmak. *Yıllık Fitopatoloji İncelemeleri* **53**, 357-378.
- Saydam, C., Arslan, Ü., Ersoy, F., & Elibüyük, İ. Ö. (2018). Bursa ilinde şarka hastalığının (Plum pox virus) yaygınlığının belirlenmesi. *Plant Protection Bulletin*, 58(1), 1-7.
- Scholthof, K.B., Adkins, S., Czosnek, H., Palukaitis, P., Jacquot, E., Hohn, T., Hohn, B., Saunders, K., Candresse, T., Ahlquist, P., Hemenway, C., Foster, G.D. (2011). Top 10 plant viruses in molecular plant pathology. *Mol Plant P.* 12: 938-954.
- Sertkaya, G., Serçe, Ç. U., & Çağlayan, K. (2003). Detection and characterization of Plum pox potyvirus (PPV) by DAS-ELISA and RT-PCR/RFLP analysis in Türkiye. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 27(4), 213-220.
- Şahtiyancı, Ş., (1969). Virus de la Sharka Chesla Prunier. *Bulletin Phytosanitary FAO*, 17: 69
- Teber, S., Gürcan, K., Brevet, M., Palmisano, F., Candresse, T., & Dallot, S. (2023). High genetic diversity suggests a long evolutionary history of plum pox virus-M in Turkey. *Plant Pathology*, 72(2), 300-311.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), (2024). "Bitkisel Üretim İstatistikleri". Türkiye İstatistik Kurumu web sayfasından erişildi: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2024-53447> (Erişim tarihi: 13 Eylül 2024).
- Ulubaş Serçe, Ç., Candresse, T., Svanella-Dumas, L., Krizbai, L., Gazel, M., & Çağlayan, K. (2009). Further characterization of a new recombinant group of Plum pox virus isolates, PPV-T, found in orchards in the Ankara province of Türkiye. *Virus Research*, 142(1-2), 121-126.
- Ulubaş Serçe, U., Gazel, M., Çağlayan, K. (2011). Plum pox virus streynlerinin Türkiye'deki Dağılımı (Distribution of Plum pox virus strains in Türkiye). Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, Kahramanmaraş, s72.
- Welliver R., Valley K., Richwine N., Clement G., Albright D., 2014. Expelling a Plant Pest Invader: The Pennsylvania Plum Pox Eradication Program, A Case Study in Regulatory Cooperation. Pennsylvania Department of Agriculture, Harrisburg, PA. 48 p. https://www.agriculture.pa.gov/Plants_Land_Water/PlantIndustry/plant-health/PlumPox/Documents/PA%20PPV%20Eradication%2009-2014.pdf (Erişim tarihi: 27.04.2021)
- Wetzel, T., Candresse, T., Macquaire, G., Ravelonandro, M., & Dunez, J. (1992). A highly sensitive immunocapture polymerase chain reaction method for plum pox potyvirus detection. *Journal of Virological methods*, 39(1-2), 27-37.