Растителна защита
електронно списание за растителна защита
семена, торове и земеделие
ISSN 2815-522X

Meyve türlerinde *Podosphaera* cinsi patojenlerin neden olduğu külleme hastalıkları

гл. експерт д-р Анелия Райкова, Институт по земеделие – Кюстендил, ССА

Tarih 16.04.2026 | **Sayı** 4/2026 | **ISSN** 2815-522X | **Dil** TR
www.plant-protection.com/article/2403?lang=tr



Özet

Podosphaera cinsine ait türlerin neden olduğu yumuşak çekirdekli ve sert çekirdekli meyvelerdeki külleme hastalıkları, meyve yetiştiriciliğinde yaygın ve ekonomik açıdan önemli bir fitopatolojik sorundur. Hem yumuşak çekirdekli hem de sert çekirdekli meyve türlerini etkilerler ve çeşitli tarımsal-ekolojik koşullara yüksek uyum yeteneği ile karakterize edilirler. Bu hastalıkların yönetimi, agroteknik önlemleri, dayanıklı ve düşük duyarlılığa sahip çeşitlerin kullanımını, uygun kontrol yöntemlerini ve ayrıca enfeksiyon riskini değerlendirmek için tahmin modellerinin uygulanmasını birleştiren entegre bir yaklaşıma dayanmaktadır. Ekonomik açıdan önemli temsilciler arasında, *Podosphaera leucotricha* (Ellis and Everh.) E. S. Salmon'un neden olduğu elma küllemesi ve *Podosphaera pannosa* (Wallroth) de Bary'nin neden olduğu şeftali küllemesi yer alır; bu da patojenlere karşı çevre dostu kontrol önlemlerinin uygulanmasını gerektirir.



Elma küllemesi

Podosphaera cinsi, bir dizi meyve mahsulünün yanı sıra çilek, frenk üzümü ve fındıkta da tespit edilen külleme hastalıklarına neden olan fungal patojenleri kapsar [1,12,15,18]. Ekonomik zarar esas olarak elmada görülür; başlıca patojen, konidial evresi *Oidium farinosum* Cooke olan *Podosphaera leucotricha* (Ellis et Everhart) E. S. Salmon'dur [1,9,20] ve şeftalide ise *Podosphaera pannosa* (7,15). EPPO Küresel Veritabanı'ndaki verilere göre, meyve mahsullerinde külleme hastalığının etken maddeleri,

Erysiphaceae familyası, Erysiphales takımı, Ascomycetes sınıfına ait *Podosphaera* cinsine aittir. Her iki tür de canlı konakçıların dokularında uzmanlaşmış, zorunlu biyotrofik askomiset patojenlerdir [11,12]. Elma küllemesinin etken maddesi *P. leucotricha*, polisiklik bir gelişime sahiptir ve appressorium (özelleşmiş dallar) yoluyla bitki organına tutunan ve haustorium aracılığıyla bitki hücresinden besin alan miselyum olarak kışı geçirir. Enfekte olmuş yaprak ve karışık tomurcuklardaki miselyum üzerinde, bir zincir halinde dizilmiş 6-9 tek hücreli spor taşıyan konidioforlar oluşur. Patojenin meyve veren gövdeleri kleistotesyumdur, ancak ülkemizde nadiren oluşurlar [3]. Kleistotesyumlar koyu renkli, küresel şekillidir ve iki tip uzantıya sahiptir - basit ve dikotom olarak dallanmış. Meyve veren gövdenin içinde, tek hücreli askosporlar içeren bir askus oluşur [4]. İlkbaharda, hastalığın sistemik bir formu gelişirken, büyüme mevsimi boyunca hastalık yayılımı konidiosporlar yoluyla gerçekleşir. Patojen geniş bir sıcaklık aralığında (4-30°C) gelişir ve %34'ün üzerindeki hava neminde çimlenme yetenekleri nedeniyle konidial çimlenme için bir su damlası gerekmez. Yazarlar, miselyum gelişiminin 33°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda durduğunu bildirmektedir [3].



Elma küllemesi

P. leucotricha'nın neden olduğu elmadaki belirtiler, önceki yıl enfekte olmuş yaprak ve karışık tomurcuklarda gözlenir (hastalığın sistemik formu). Enfekte yaprak tomurcukları, fungal miselyum ve sporlardan oluşan yoğun beyaz bir tabaka ile kaplı, zayıf gelişmiş sürgünler verir. Enfekte karışık tomurcuklar, tamamen unlu bir tabaka ile kaplı yapraklar ve çiçekler üretir, bu da sararmaya ve erken dökülmeye neden olur. Enfekte çiçek tomurcukları küçük, deforme olur, meyve tutmaz, kahverengileşir ve dökülür. Aynı büyüme mevsiminde enfeksiyon durumunda (hastalığın lokal formu), yapraklarda grimsi-beyaz bir tabaka gözlenir, bu tabaka hasar bölgesinde gelişimini durdurur ve yaprak ayasında deformasyon gözlenir. Miselyum ile kaplı yaprak saplarında da unlu lekeler gözlenir; miselyum sağlıklı tomurcuklara ulaşır ve onları sarar. Mantar, yüksek derecede duyarlı çeşitlerin meyvelerini kolonize etme potansiyeline sahiptir ve meyveyi çeşitli şekil ve derinliklerde kaplayan bir pas ağı belirtileri gösterir. 'Golden Delicious', 'Jonathan' [14,19,4] gibi yüksek derecede duyarlı çeşitler, hastalık kontrolü uygulanmazsa verimi önemli ölçüde azalabilen çok sayıda yazar tarafından tanımlanmıştır. Dresden-Pillnitz ıslah programındaki uzun vadeli saha gözlemlerinden elde edilen veriler, 'Remo', 'Regia', 'Rewena' ve 'Rebella' elma çeşitlerinin küllemeye karşı yüksek derecede dayanıklılık ile karakterize edildiğini göstermektedir [10]. Benzer doğal enfeksiyon basıncı koşulları altında yapılan daha yakın tarihli bir saha çalışmasında, 'Delicious', 'Demir', 'Dayton' ve 'Burgundy' çeşitlerinin hastalık belirtileri göstermediği ve ardışık iki büyüme mevsimi boyunca yüksek derecede saha dayanıklılığı sergilediği bulunmuştur [8]. 'Gala', 'Honeycrisp', 'Mutsu' [4,23] çeşitlerinin orta derecede duyarlılığa sahip olduğu bulunmuştur. Kyustendil Tarım Enstitüsü'ndeki uzun vadeli çalışmalar, patojen kontrolünün, enfeksiyon baskısını azaltarak daha dayanıklı çeşitlerin kullanılmasıyla kolaylaştırılabileceğini göstermektedir. Enstitüde yürütülen araştırmalar, elma çeşitleri arasında değişen derecelerde duyarlılık belirlemiş, düşük duyarlılığa sahip 'Prima' ve 'Erwin Baur' [1,20], orta derecede duyarlı 'Mutsu' [21] ve yüksek derecede duyarlı 'Moira' [1,9] çeşitlerini vurgulamıştır.



Şeftali küllemesi

Konidial evresi *Oidium leucoconium* Desmazières olan *Podosphaera pannosa* (Wallroth) de Bary'nin neden olduğu şeftali küllemesinin belirtileri, elmadakilere benzer. Hastalık, yapraklar, genç

sürgünler ve meyveler dahil olmak üzere bitkinin yeşil organlarını etkiler. Patojen iki formda kendini gösterir - sistemik (yaygın) ve lokal; sistemik form, vejetasyonun erken evrelerinde özellikle önemlidir. İlkbaharda, enfekte tomurcukların patlaması üzerine, karakteristik unlu bir tabaka ile sürgünler gelişir ve bu da bodur büyümeye ve gelişmeye yol açar [4]. Uygun koşullar altında hastalık genç meyveleri de etkileyerek deformasyonlara ve ürünün ticari kalitesinde kalıcı bir bozulmaya neden olabilir. *Podosphaera pannosa*'nın enfeksiyon süreci, patojenin kütikülü doğrudan geçerek ve epidermal hücrelerde haustorium oluşturarak bitki dokularına nüfuz etmesiyle zorunlu biyotroflar için tipiktir [17].

Kontrol Stratejisi

Agroteknik Önlemler

Külleme hastalığı etkenlerine karşı başlıca agroteknik önlemler şunları içerir:

- Patojene karşı dayanıklı veya düşük duyarlılığa sahip uygun çeşitlerin seçilmesi, enfeksiyon baskısını ve fungisit uygulama ihtiyacını önemli ölçüde azaltacaktır [1,14].
- İyi şekillendirilmiş bir taç yapısı ile birlikte uygun bir yer ve dikim aralıklarının seçilmesi, havalandırmayı iyileştirir ve patojen gelişimi için uygun bir mikro iklim oluşumunu sınırlar [1,2].
- Dengeli gübreleme, optimal vejetatif büyümeye katkıda bulunur ve küllemeye karşı duyarlılığı sınırlarken, aşırı azotlu gübreleme duyarlılığı artırır [2,13].
- Enfekte sürgünleri ve dalları çıkarmayı, birincil inokulum miktarını azaltmayı amaçlayan budama, ilkbaharda erken enfeksiyonları sınırlamak için anahtar bir önlemdir [2,23].

Kimyasal ve Biyolojik Kontrol Yaklaşımı

Hastalığa karşı onaylanmış fungisit spreylerinin uygulanması sınırlayıcı bir etkiye sahiptir ve kontrol stratejileri, birincil ve ikincil enfeksiyonları etkili bir şekilde sınırlamayı hedeflemelidir. *P. leucotricha*'ya karşı en yaygın kullanılan aktif madde grubu, miklobutanil, penkonazol, tetrakonazol, difenokonazol ve flutriafol [23,25] dahil olmak üzere ergosterol biyosentez inhibitörleri (Dmetilasyon inhibitörleri - DMI, FRAC grup 3) ve strobilurinlerdir (Kinon dışı inhibitörler - QoI, FRAC grup 11) [25]. DMI ve QoI fungisitlerine karşı direnci önlemek için aktif maddelerin rotasyonuna uyulmalıdır. Fungisit uygulamalarının, ülkede hastalığa karşı onaylanmış bitki koruma ürünlerine uygun olarak yapılması önemlidir.

Kimyasal kontrolün yanı sıra, son yıllarda elma küllemesi etkenini sınırlamak için biyolojik ajanlara olan ilgi artmıştır. Külleme hastalıklarına karşı en iyi çalışılmış biyolojik ajanlar arasında, başlıca klorofil içeriğini artırarak ve fotosentetik aktiviteyi iyileştirerek, bitkilerin daha iyi fizyolojik durumuna ve *P. leucotricha* enfeksiyonuna karşı gelişmiş dirence katkıda bulunarak, meyve mahsulleri de dahil olmak üzere çeşitli *Podosphaera* türlerine karşı etkinlik gösteren *Bacillus* cinsi temsilciler yer alır [16]. Mayaların *P. leucotricha* saldırı derecesini %37,4 oranında azaltmadaki etkinliği hakkında da çalışmalar mevcuttur [5,6].

Son olarak ancak aynı derecede önemli olarak, elma küllemesi kontrolünü optimize etmek için önemli bir araç olarak hastalık gelişimi için tahmin modellerinin kullanılmasıdır. RIMpro gibi modeller, birincil ve ikincil enfeksiyon riskinin arttığı dönemleri tahmin etmek için meteorolojik verileri, mahsulün fenolojik gelişimini ve patojenin biyolojik parametrelerini kullanarak bitki koruma önlemlerinin daha hassas ve zamanında uygulanmasına olanak tanır. Avrupa ve Bulgaristan'daki araştırmalar, bu tür modellerin kullanımının, kontrol etkinliğinden ödün vermeden uygulama sayısını azaltmaya katkıda bulunduğunu ve gereksiz uygulamaları sınırlayarak fungisit direnci yönetimini desteklediğini göstermektedir [13,20,22]. Çoğu tahmin modeli başlangıçta elma karalekesi için geliştirilmiş olsa da, RIMpro dahil birçoğu külleme için de modülleri başarıyla entegre ederek, değişen iklim koşulları altında *P. leucotricha*'ya karşı modern Entegre Zararlı Yönetimi'nin (IPM) değerli bir unsuru haline getirmektedir.

Külleme hastalıkları, özellikle yoğun üretim ve değişen iklim koşulları altında, ekonomik öneme sahip temel fitopatolojik zorluklardan biri olmaya devam etmektedir. Dayanıklı veya düşük duyarlılığa sahip çeşitlerin, tahmin modelleriyle desteklenen agroteknik ve bitki koruma önlemlerini içeren entegre bir hastalık yönetimi yaklaşımıyla birleştirilmesi, uzun vadeli etkili ve umut verici bir kontrol stratejisi için fırsat sağlar [16,21,23,24].

Referanslar

[1] Borovinova, M. (2007). *Entegre Meyve Üretiminde Elma ve Vişnenin Ekonomik Açıdan Önemli Fungal Hastalıkları ve Kontrolleri* Kyustendil Tarım Enstitüsü.

[2] Dzhuvinov, V., Gandev, S., Arnaudov, V., Rankova, Z., Nacheva, L., & Dobrevska, G. (2016). *Elma*. Biofruit BG - EOOD.

[3] Nakova, M., Nakov, B., Karov, S., & Neshev, G. (2015). *Özel Fitopatoloji*. IMN Yayınevi - Filibe.

[4] Stancheva, Y. (2021). *Çok Yıllık Bitkilerin Hastalıkları*. INFINITY BOOKS.

[5] Alaphilippe, A., Elad, Y., David, D. R., Derridj, S., & Gessler, C. (2008). Elma küllemesinin (*Podosphaera leucotricha*) biyokontrol ajanının konukçu bitki ve hedef olmayan organizmalar üzerindeki etkileri: bir böcek zararlısı (*Cydia pomonella*) ve bir patojen (*Venturia inaequalis*). *Biyokontrol Bilimi ve Teknolojisi*, *18*(2), 121-138. https://doi.org/10.1080/09583150701818964

[6] Alaphilippe, A., Elad, Y., Derridj, S., & Gessler, C. (2007). Verilmiş epifitik mayanın bir böcek zararlısı (*Cydia pomonella* L.), elma patojenleri (*Venturia inaequalis* ve *Podosphaera leucotricha*) ve yaprak yüzeyi kimyasal bileşimi üzerindeki etkisi. *IBOC Bülteni*, *30*, 259-263.

[7] Ashraf, M. A., Khan, A. S., Shireen, F., Nawaz, S., Ayyub, S., Mohibullah, S., Asim, M., Riaz, T., Khalid, B., & Azam, M. (2025). Değişen iklimde şeftali hastalıkları: Patojenler, direnç ve sürdürülebilir çözümler. *Mikrobiyal Patojenez*, 108110.

[8] Awan, S. I., Thapa, R., Svara, A., Feulner, H., Streb, N., & Khan, A. (2023). Elma Islahı için Külleme ve Kurbağa Gözü Yaprak Lekesi Direncinin Genetik Kaynaklarını Belirlemek Amacıyla Malus Germplazmının Değerlendirilmesi. *Fitopatoloji®*, *113*(7), 1289-1300. https://doi.org/10.1094/phyto-11-22-0417-r

[9] Borisova, A., Borovinova, M., & Kamenova, I. (2014). Bulgaristan'ın Köstendil bölgesindeki elma ağaçlarının başlıca hastalıkları. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, *1*(Özel Sayı-1), 695-700.

[10] Fischer, M., & Fischer, C. (2004). Yeni dayanıklı elma çeşitleri için temel olarak genetik kaynaklar. *Meyve ve Süs Bitkileri Araştırma Dergisi*, *12*(Özel ed. 2).

[11] Gañán-Betancur, L., Peever, T. L., Evans, K., & Amiri, A. (2021). ABD Elma Bahçelerinden Külleme Mantarı *Podosphaera leucotricha*'nın Ağırlıklı Olarak Klonal Popülasyonlarında Yüksek Genetik Çeşitlilik. *Uygulamalı ve Çevresel Mikrobiyoloji*, *87*(15), e00469-00421. https://doi.org/doi:10.1128/AEM.00469-21

[12] Glawe, D. A. (2008). Külleme hastalıkları: dünyanın en bilinen (ancak az bilinen) bitki patojenlerinin bir incelemesi. *Yıllık Fitopatoloji İncelemesi*, *46*(1), 27-51.

[13] Holb, I. (2014). *Podosphaera leucotricha*'nın neden olduğu elma küllemesi: hastalık yönetiminin bazı yönleri.

[14] Holb, I. J. (2009). *Podosphaera leucotricha*'nın neden olduğu elma küllemesi: biyoloji ve epidemiyolojinin bazı önemli özellikleri. *Uluslararası Bahçe Bilimi Dergisi*, *15*(1-2), 45-51. https://ojs.lib.unideb.hu/IJHS/article/view/1096

[15] Leus, L., Dewitte, A., Van Huylenbroeck, J., Vanhoutte, N., Van Bockstaele, E., & Höfte, M. (2006). *Rosa* ve *Prunus* spp. üzerinde *Podosphaera pannosa* (eşanlamlı *Sphaerotheca pannosa*): Diferansiyel Bitki Reaksiyonları ve ITS Dizileri ile Pato tiplerinin Karakterizasyonu. *Fitopatoloji Dergisi*, *154*(1), 23-28. https://doi-org.salford.idm.oclc.org/10.1111/j.1439-0434.2005.01053.x

[16] Liu, B., Xu, Y., Ji, S., Zhang, P., Zhang, H., Han, J., Fan, H., Wang, J., Qi, J., Ma, Y., & Liu, Z. (2023). *Bacillus*'un izolasyonu ve tanımlanması ve 3 fonksiyonel suşun Malus sieversii'de küllemeyi kontrol etme ve fide büyümesini teşvik etme yetenekleri. *Avrupa Bitki Patolojisi Dergisi*, *167*(1), 11-24. https://doi.org/10.1007/s10658-023-02680-5

[17] Marimon de María, N. (2020). Moleküler araçların epidemiyolojik ve genetik direnç çalışmalarında uygulanması yoluyla şeftali küllemesinin (*Podosphaera pannosa*) entegre kontrolüne doğru [Doktora, Lleida Üniversitesi].

[18] Marimon, N., Eduardo, I., Martínez-Minaya, J., Vicent, A., & Luque, J. (2020). İspanya, Katalonya'da Şeftali Küllemesi için Fungisit Sprey Programlarını Başlatmak için Derece-Günlere Dayalı Bir Karar Destek Sistemi. *Bitki Hastalığı*, *104*(9), 2418-2425. https://doi.org/10.1094/pdis-10-19-2130-re

[19] Morariu, P. A., Sestras, A. F., Andrecan, A. F., Borsai, O., Bunea, C. I., Militaru, M., Dan, C., & Sestras, R. E. (2025). Değişken Bahçe Koşulları Altında Elma Çeşitlerinin Fungal Hastalıklara ve Böcek Zararlılarına Tepkileri: Çok Merkezli Bir Çalışma. *Bitkiler*, *5*(3), 30. https://www.mdpi.com/2673-7655/5/3/30

[20] Petrova, V., & Borovinova, M. (2014). Kara Leke Dirençli Elma Çeşitlerinde Külleme (*Podosphaera leucotricha*) ve Avrupa Kırmızı Akarı (*Panonychus ulmi*) Kontrolü. *Bulgar Tarım Bilimi Dergisi*, *51*(4-5), 7-11. https://agriacad.eu/ojs/index.php/bjcs/article/view/3687

[21]