



Diaphorina citri

Tür Tanıtımı ve Türkiye'ye Giriş Riski

Diaphorina citri

Tür Tanıtımı ve Türkiye'ye Giriş Riski

Destek: TUBİTAK 223 O 260

Hazırlayan: [Shahid FAROOQ, Mehmet MAMAY]

Kurum: [Harran Üniversitesi]

Zararlı Hakkında Genel Bilgiler

Diaphorina citri (Kuwayama, 1908), halk arasında "Asya narenciye psilidi" veya "Asian citrus psyllid" olarak bilinen, Liviidae familyasından Asya kökenli bir zararlıdır. Bu yaklaşık 3 mm boyundaki küçük böcek, taşıdığı *Candidatus Liberibacter* bakterisi nedeniyle dünya genelinde narenciye endüstrisi için en büyük ekonomik kayıplara neden olan zararlılardan biridir (Alba-Tercedor vd., 2021).

Biyolojisi

Diaphorina citri ergin bireyleri yaklaşık 3 mm uzunluğunda, açık kahverengiden koyu kahverengiye kadar değişen renklerde küçük böceklerdir. Kanatları şeffaf membranöz yapıda olup, dinlenmede çatı şeklinde katlanır. Erginlerin ayırt edici özelliği 45 derece açıyla vücuda yerleşmiş durumdaki kanatlarıdır (García-Pérez vd., 2013). Dişi bireyler erkeklerden biraz daha büyük ve daha geniştir. Yaşam döngüsü yumurta, beş nimf evresi ve ergin olmak üzere toplam yedi aşamadan oluşur. Dişi bireyler yaşamları boyunca 800'e kadar yumurta bırakabilir ve yumurtalar genç sürgünlerin uç kısımlarına, açılmakta olan yaprakların arasına yerleştirilir (Bragard vd., 2021). Yumurta kuluçka süresi 1-8 gün, nimf gelişimi 15-30 gün sürer ve toplam yaşam döngüsü sıcaklığa bağlı olarak 14-49 gün arasında değişmektedir. Optimal gelişim sıcaklığı 25°C civarında olup, 16°C'nin altında ve 41,6°C'nin üzerinde yumurta bırakma gerçekleşmez. Diyapoz yapmayan türde yılda iklim koşullarına bağlı olarak 9-10 nesil verilebilir, koruma altı koşullarda ise 16 nesle kadar çıkabilir. Kışı ergin olarak geçiren bireyler birkaç ay yaşayabilir ve popülasyonlar kış aylarında düşük seviyede kalır (Bragard vd., 2021; Grafton-Cardwell vd., 2013).

Zararlının optimal yaşam koşulları 24,6-27,9°C sıcaklık ve 1050-1500 mm yağış miktarıdır (Alonso-Hernández vd., 2024). Türün ana konukçuları Rutaceae familyası üyeleri olan narenciye türleri (portakal, limon, mandalina, greyfurt) ve süs bitkisi olarak yetiştirilen *Murraya paniculata*'dır. Nimfler genellikle yaprakların alt yüzeyinde beslenmeyi tercih ederken, erginler hem yaprak üst hem de alt yüzeylerinde bulunabilir (Ammar vd., 2013).

Zararı

Diaphorina citri'nin asıl önemi taşıdığı *Candidatus Liberibacter asiaticus* bakterisinin vektörlüğünü yapmasından kaynaklanmaktadır. Bu bakteri Huang long bing (HLB) veya "narenciye yeşil hastalığı" olarak bilinen hastalığa neden olur ve narenciye ağaçları için ölümcül sonuçlara yol açar (Halbert ve Manjunath, 2004; Hummel ve Ferrin, 2010; Stelinski, 2019). Hastalığın erken belirtileri yapraklarda damar sararmalarını ve "benekli mottling" olarak adlandırılan asimetrik klorozu içerir. Bu belirtiler çinko, demir ve manganez noksanlığı ile karıştırılabilir ancak ayırt edici özellik simetrisinin olmamasıdır. İlerleyen dönemlerde ağaçlarda yaprak dökümü, sürgün kurumaları ve ağaç zayıflaması görülür. Kök sistemleri kötü gelişir ve yeni kök büyümesi baskılanır. Meyveler az sayıda, küçük, şekli bozuk, eğri merkezi çekirdekli olur ve düzgün renklenemez ve özellikle çiçek ucu yeşil kalır. Etkilenen meyveler erken döküme uğrar, küçük, kahverengi, atrofik tohumlar içerir ve tuzlu, acı bir tada sahip olur. Genç ağaçlar enfeksiyondan kısa süre sonra ölebilirken, yaşlı ağaçlar 7-9 yıl içinde ölür (Halbert ve Manjunath, 2004; Hummel ve Ferrin, 2010; Stelinski, 2019).

Ekonomik Kayıplar

Diaphorina citri ve taşıdığı HLB hastalığının neden olduğu ekonomik kayıplar küresel düzeyde muazzam boyutlardadır. Florida'da narenciye üretimi 2004'te 240 milyon kutudan 2022'de 44,5 milyon kutuya düşerken, Brezilya'da narenciye ağaçlarının %50'si yok olmuştur (Wulff vd., 2020). Dünya genelinde HLB'nin neden olduğu kayıpların 30 milyar ABD dolarını aştığı tahmin edilmektedir. Bölgesel ekonomik kayıp analizleri zararlının ciddi etkilerini ortaya koymaktadır. Brezilya'nın Paraná eyaletinde HLB'nin neden olduğu ekonomik etki iki farklı senaryoda 11,8 milyon ile 39,2 milyon ABD doları arasında hesaplanmıştır. Bahia eyaletinde ise kontrol önlemleri alınmadığı takdirde 20 yıllık dönemde 890,7 milyon dolara varan kayıplar öngörülmektedir. São Paulo

eyaletinde yapılan maliyet-fayda analizinde, resmi fitosanitari programların fayda-maliyet oranı 4,6 olarak hesaplanmış ve önlenmesi gereken net kayıplar 16,6 milyon dolar olarak belirlenmiştir. Florida'da yapılan çalışmalarda, *D. citri* yönetim maliyetlerinin hektar başına 451,50 dolara ulaştığı ve ekonomik eşik değerinin 0,2 ergin/tuzak/gün olarak belirlendiği tespit edilmiştir (Alvarez, Rohrig, vd., 2016; S. Li vd., 2020; Pokhrel vd., 2021).

Diaphorina citri'nin Türkiye'de henüz yerleşik popülasyonları bulunmamaktadır. EPPO veri tabanına göre Türkiye'de varlığı tespit edilmemiştir. Türkiye Tarım ve Orman Bakanlığı'nın karantina mevzuatında A2 karantina zararlısı statüsünde yer alır ve düzenli sürvey çalışmaları kapsamında izlenmektedir. AB Komisyonu Uygulama Yönetmeliği (EU) 2019/2072 (Ek IIA) uyarınca *D. citri*, AB bölgesinde bulunmadığı bilinen karantina zararlısı olarak düzenlenir (Bragard vd., 2021).

Türkiye için acil öncelikler: sistematik sürvey programlarının güçlendirilmesi ve feromon tuzaklarıyla düzenli izleme; ithalat noktalarında sıkı karantina denetimleri, biyolojik mücadele ajanlarının önceden temin edilmesi, narenciye bahçelerinde erken tespit sistemlerinin kurulması; entegre zararlı yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi, iklim değişikliğine adaptasyon planlarının hazırlanması.

Sonuç olarak, *D. citri* Türkiye narenciye sektörü için büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Zararının ülkeye girişinin önlenmesi, girişi durumunda ise hızlı müdahale edilebilmesi için kapsamlı hazırlıkların tamamlanması kritik önem taşımaktadır. Kıbrıs'taki gelişmeler ve küresel iklim değişikliği trendi göz önüne alındığında, bu hazırlıkların ivedilikle hayata geçirilmesi gerekmektedir.

Diaphorina citri'nin ergini Şekil 1'de gösterilmiştir.

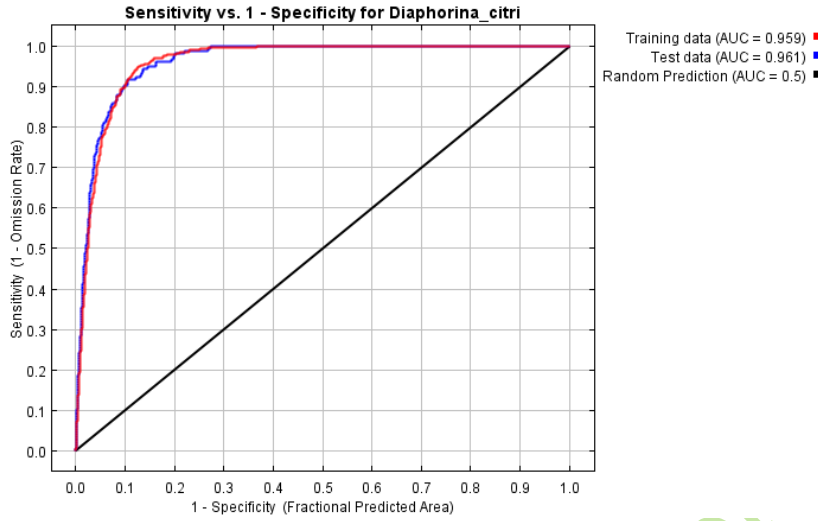


Şekil 1. *Diaphorina citri* (Kaynak: <https://www.inaturalist.org/observations/267987004>)

Zararının Türkiye'ye Giriş Riski, Etkileyen Faktörler Ve Mekânsal Dağılımı

Diaphorina citri'nin Türkiye'ye giriş riski tahmininde kullanılan MaxEnt modelinin doğruluğu oldukça yüksek bulunmuştur. Modelin AUC değeri 0.95'nin üzerinde gerçekleşmiş ve bu, rastgele bir modelden çok daha başarılı bir tahmin performansı gösterdiğini ortaya koymuştur. Modelin ROC eğrisi, duyarlılık ve özgüllük

arasında güçlü bir denge kurulduğunu göstermektedir (Şekil 2). Bu sonuçlar, MaxEnt algoritmasının *D. citri*'nin potansiyel giriş riskini tahmin etmede güvenilir bir araç olduğunu doğrulamaktadır.

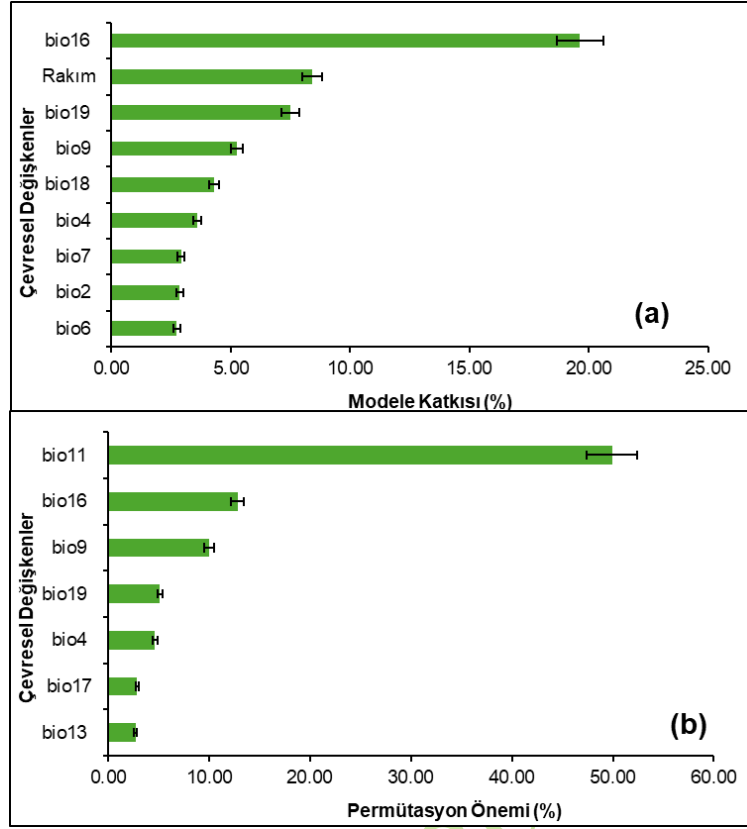


Şekil 2. *Diaphorina citri*'nin Türkiye'ye giriş riski tahmininde kullanılan MaxEnt modelin tahmin doğruluğu

Diaphorina citri'nin Türkiye'ye potansiyel giriş riskini değerlendirmek amacıyla geliştirilen MaxEnt modeli kapsamında, çevresel değişkenlerin modele katkı oranları incelendiğinde en yüksek katkının %39.69 ile bio11 (en soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı) değişkeninden geldiği belirlenmiştir. Bunu %19.62 ile bio16 (en nemli çeyreğin yağışı) ve %8.42 ile rakım izlemiştir. Ayrıca bio19 (en soğuk çeyreğin yağışı) %7.48, bio9 (en kurak ayın ortalama sıcaklığı) %5.25 ve bio18 (en sıcak çeyreğin yağışı) %4.29 oranlarıyla modele anlamlı katkı sağlamıştır (Şekil 3a). Bu sonuçlar, türün Türkiye'deki potansiyel dağılımını belirlemede özellikle soğuk dönemlerdeki sıcaklık ve yağış koşullarının belirleyici olduğunu göstermektedir.

Permütasyon önemi açısından değerlendirildiğinde, en yüksek önem yine %49.91 ile bio11 değişkeninde gözlenmiş ve bu değişkenin model performansı açısından vazgeçilmez olduğu ortaya konmuştur. Diğer önemli değişkenler arasında %12.83 ile bio16, %9.99 ile bio9, %5.12 ile bio19, %4.61 ile bio4 (sıcaklık mevsimselliği) ve %2.86 ile bio17 (en kurak çeyreğin yağışı) yer almaktadır. Bu değişkenler, türün düşük sıcaklıklara ve dönemsel yağış değişimlerine karşı duyarlılığını ortaya koymaktadır. Öte yandan, bio1 (yıllık ortalama sıcaklık), bio10 (en sıcak çeyreğin ortalama sıcaklığı) gibi değişkenlerin permütasyon önemi oldukça düşüktür; bu da türün yayılımında bu faktörlerin ikincil rol oynadığını göstermektedir (Şekil 3b).

Genel olarak hem katkı hem de permütasyon önemi analizleri, *D. citri* için kış dönemindeki sıcaklık koşulları ile nemli mevsimlerdeki yağış miktarının giriş riskini belirlemede temel faktörler olduğunu doğrulamaktadır.

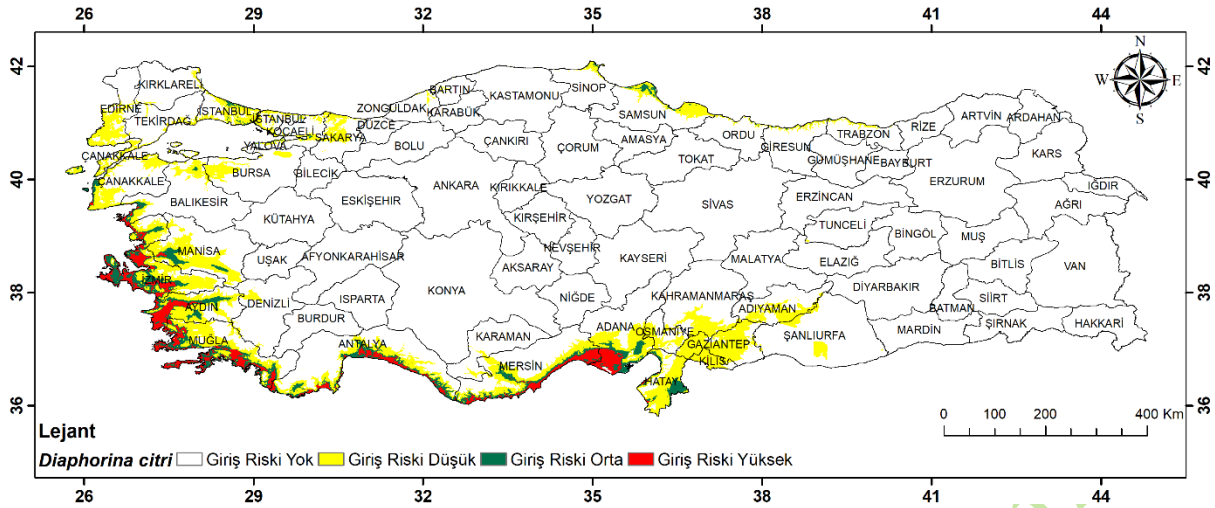


Şekil 3. *Diaphorina citri*'nin Türkiye'ye giriş riski tahmininde kullanılan MaxEnt modele dahil edilen çevresel değişkenlerinin modele katkıları (a) ve permütasyon önemi (b)

MaxEnt modeli ile elde edilen mekânsal dağılım haritası (Şekil 4), *D. citri* türünün Türkiye'de en yüksek giriş riski taşıdığı bölgelerin ağırlıklı olarak güney ve batı kıyı kuşağında yer aldığını ortaya koymuştur. Özellikle Adana, Mersin, Antalya, Muğla, Aydın, İzmir, Manisa, Balıkesir ve Çanakkale illerinin kıyıya yakın kesimleri kırmızı tonlarda gösterilmiş olup bu alanlar yüksek giriş riski kategorisinde yer almaktadır. Bu kesimlerde uygun iklimsel koşullar, özellikle kış aylarında yeterli sıcaklık seviyeleri (bio11) ve yüksek nem (bio16, bio19) gibi faktörler türün yaşam döngüsünü desteklemektedir.

Söz konusu bölgelerde turuncu tarımı (Adana, Mersin, Antalya), zeytinlikler (Muğla, Aydın, Balıkesir), bağcılık (Çanakkale, Manisa) ve meyve bahçeleri (İzmir çevresi) yaygın şekilde yapılmaktadır. *Diaphorina citri*, başta turuncu olmak üzere, özellikle narenciye bitkilerinde "Huang long bing" (HLB) veya greening hastalığını vektör olarak yayabilen önemli bir zararlıdır. Bu hastalık, bitkilerde yaprak sararması, meyve deformasyonu ve ciddi verim kayıplarına yol açmaktadır. Bu nedenle bu bölgeler sadece giriş riski açısından değil, aynı zamanda tarımsal üretim üzerindeki potansiyel ekonomik kayıplar açısından da yüksek öneme sahiptir.

İç bölgelerde (örneğin Konya, Ankara, Kayseri) ve kuzeydoğu kesimlerde (Artvin, Erzurum) tür için iklimsel koşulların yetersiz olması nedeniyle geniş alanlar giriş riski yok veya düşük risk kategorisinde kalmıştır. Bu alanlarda türün yayılımı sınırlı olacağı öngörülmektedir.



Şekil 4. *Diaphorina citri*'nin Türkiye'de olası giriş riskinin mekânsal dağılımı

Türün mekânsal dağılım modeline göre Türkiye genelinde yüksek giriş riski taşıyan alanlar toplam 11,379 km² olup ülkenin yalnızca %1.46'sını kapsamaktadır (Tablo 1). Buna karşılık, Türkiye'nin büyük bir kısmı (%88.76) giriş riski yok kategorisinde kalmış, %7.94'ü düşük riskli ve %1.84'ü orta riskli olarak değerlendirilmiştir. İç Anadolu, Doğu Anadolu ve Karadeniz'in iç kesimlerinde tür için elverişsiz çevresel koşulların etkili olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 1. *Diaphorina citri*'nin Türkiye'de olası giriş risk kategorilerine ait alanları

| Risk Kategorisi | Alan (km ²) | Alan (%) |
|--------------------|-------------------------|----------|
| Giriş Riski Yok | 692077 | 88.76 |
| Giriş Riski Düşük | 61903 | 7.94 |
| Giriş Riski Orta | 14372 | 1.84 |
| Giriş Riski Yüksek | 11379 | 1.46 |

Diaphorina citri, turunçgil üretimi açısından ciddi risk oluşturan bir zararlıdır çünkü Huang long bing (HLB) hastalığının vektörüdür. Türkiye'de turunçgil üretiminin büyük bölümü Akdeniz ve Ege bölgelerinde yapılmaktadır. Bu bağlamda modelin bu alanları yüksek riskli göstermesi, tarımsal üretim güvenliği açısından uyarıcıdır. Antalya, Mersin ve Adana gibi büyük turunçgil üretim merkezlerinin risk altına girmesi durumunda, HLB hastalığının taşınması ve yayılması ciddi ekonomik kayıplara yol açabilir.

Bununla birlikte, ülkenin büyük bölümü (özellikle İç Anadolu, Doğu Anadolu ve Karadeniz iç kesimleri) modelde düşük ya da yok riskli olarak belirlenmiştir. Bu durum, iklimsel sınırlayıcıların bu türün yayılımını büyük ölçüde engellediğini göstermektedir. Ancak iklim değişikliğiyle birlikte bu sınırlayıcıların zayıflaması, orta vadede türün potansiyel yayılım alanlarını genişletebilir. Dolayısıyla, yüksek riskli kıyı bölgelerinde erken uyarı sistemlerinin kurulması, sınır kontrollerinin sıkılaştırılması ve turunçgil alanlarında biyogüvenlik uygulamalarının artırılması önem arz etmektedir.