



Diabrotica virgifera

Tür Tanıtımı ve Türkiye'ye Giriş Riski

Diabrotica virgifera

Tür Tanıtımı ve Türkiye'ye Giriş Riski

Destek: TUBİTAK 223 O 260

Hazırlayan: [Shahid FAROOQ, Mehmet MAMAY]

Kurum: [Harran Üniversitesi]

Zararlı Hakkında Genel Bilgiler

Diabrotica virgifera virgifera LeConte, halk arasında "Batı mısır kök kurdu" veya "western corn rootworm" olarak bilinen, Chrysomelidae familyasından Kuzey Amerika kökenli polifag bir zararlıdır. Bu tür, dünya genelinde mısır üretiminin en önemli zararlılarından biri olarak kabul edilmekte ve özellikle Avrupa'da 1990'lı yıllardan bu yana ciddi bir istilacı tür haline gelmiştir (CABI, 2021f; Meinke vd., 2009).

Biyolojisi

Diabrotica virgifera ergin bireyleri 4,6-5,9 mm uzunluğunda, sarı-yeşil renkli böceklerdir. Dişi bireyler karakteristik olarak elytra üzerinde üç adet siyah uzunlamasına şerit taşıırken, erkeklerde bu şeritler birleşerek daha büyük siyah lekeler şeklinde görünür. Femurları iki renkli olup dış kenarları koyu kahverengi veya siyahtır. Bu özellik, türün diğer *Diabrotica* türlerinden ayrılmasında önemli bir karakterngüsü yumurta, larva, pupa ve ergin olmak üzere dört evreden oluşur. Dişi bireyler yaz sonlarında toprak yüzeyine, mısır köklerinin yakınına yaklaşık 15 cm derinliğe kadar 300-500 yumurta bırakabilir. Kış toprakta yumurta halinde geçirirler ve Mayıs ortasından Temmuz başlarına kadar açılırlar, en yoğun çıkış Mayıs-Haziran aylarında olmaktadır. Larvalar beyazımsı renkli, yaklaşık 10 mm uzunluğunda olup kahverengi baş ve anal levhaya sahiptir. Larva evresi yaklaşık bir ay sürer ve üç larva dönemi geçirir. Pupa evresi ise 7-10 gün sürmektedir. Avrupa'da yılda tek döl verir (univoltin) ve erginler Haziran sonu ile Temmuz ortası arasında çıkarlar (Eben, 2022; Pflanzenschutz, 2025; Sappington ve Spencer, 2023; Spencer vd., 2009; Vidal vd., 2005).

Zararı

D. virgifera'nın zararı hem larva hem de ergin evrelerinde ortaya çıkar. Larvalar en zararlı evre olup mısır köklerinde beslenirler. Kök tüylerini keserek ve kortikal dokuda beslenip köklerin içinde tüneller açarak zarar verirler. Bu beslenme şekli sonucunda bitkilerin su ve besin alımı engellenir, kök sisteminin tahrip olması nedeniyle bitkiler yatmaya eğilimli hale gelir. Şiddetli saldırılarda kökler tamamen kesilir ve larvalar gövde tabanına doğru hareket eder. Erginler ise mısır bitkisinin yaprakları, çiçek tozu, püskülleri ve dane tepe kısımlarından beslenirler. Tozlaşma öncesi püsküllerde beslenmesi en ciddi zararı oluşturur ve seyrek dolu koçanlarla sonuçlanır. Yüksek ergin yoğunluğu koçan püsküllerinde aşırı zarara, zayıf tozlaşmaya ve koçanda dane sayısında azalmaya neden olur. Zarar görmüş bitkiler "kazayağı" adı verilen tipik bir görünüm sergiler. Bu durumda bitkiler yatmaya başlar ancak büyümeye devam ettiği için S şeklinde kıvrımlı bir görünüm alır. Ayrıca hasarlı kökler sap ve kök çürüklüğü yapan funguslara karşı çok hassas duruma gelir (Berger, 2001; CABI, 2021f; Jaffuel vd., 2019; Pflanzenschutz, 2025).

Ekonomik Kayıplar

Diabrotica virgifera dünya genelinde ciddi ekonomik kayıplara neden olmaktadır. ABD ve Kanada'da yılda yaklaşık 1 milyar ABD doları zarar verdiği tahmin edilmektedir. Avrupa'da yapılan ekonomik analizlerde, zararının "kontrol edilmediği" senaryoda yıllık 143 milyon Euro ile 1,739 milyar Euro arasında değişen ekonomik kayıplara yol açabileceği hesaplanmıştır. En olası senaryoda ise yıllık ortalama 472 milyon Euro ekonomik fayda kaybı öngörülmektedir. Zararının neden olduğu kayıplar birkaç başlık altında incelenir (Berger, 2001; Wesseler ve Fall, 2010). Doğrudan ürün kayıpları kapsamında, kontrol edilmeyen bulaşmalarda %70'e varan verim kayıpları bildirilmiş olup, tipik tarla kayıplarının %30 civarında olduğu tespit edilmiştir. Kuzey Avrupa mısır üretim alanlarında (Hollanda gibi) beklenen verim kaybının yaklaşık %10 olacağı tahmin edilmektedir. İngiltere'de yapılan risk analizinde, zararının yerleşmesi durumunda 5-10 yıl sonra %5-10 oranında verim kayıpları yaşanacağı, bu kayıpların 20 yıllık dönemde birikimli net bugünkü değerinin önemli boyutlarda olacağı hesaplanmıştır (A. MacLeod vd., 2007). Mücadele maliyetleri de ekonomik yükü artırmaktadır. Kimyasal mücadele, Bt mısır kullanımı, feromon tuzakları ve biyolojik mücadele yöntemleri üretim maliyetlerini önemli ölçüde artırmaktadır (Amarghioalei vd., 2025).

Diabrotica virgifera Türkiye'de henüz yerleşik popülasyonları bulunmayan ve A1 karantina zararlısı statüsünde olan bir türdür. Türkiye Tarım ve Orman Bakanlığı'nın Bitki Karantinası Yönetmeliği'nde "Türkiye'de varlığı bilinmeyen ve ithale mani teşkil eden karantinaya tabi zararlı organizmalar" listesinde yer almaktadır. Bu statü, türün Türkiye'de bulunmadığı ancak giriş riski taşıdığı ve ithalat sırasında özel önlemler gerektirdiği anlamına gelmektedir.

EPPO verilerine göre *D. virgifera*'nın Avrupa'daki dağılımı incelendiğinde, türün 1992 yılında Sırbistan'da ilk kez tespit edildiği ve buradan 22'den fazla Avrupa ülkesine yayıldığı görülmektedir. Türkiye'nin coğrafi konumu ve komşu ülkelerdeki durum göz önüne alındığında, özellikle Bulgaristan ve Yunanistan'da türün varlığı bilindiğinden, gelecekte Türkiye'ye giriş riski bulunmaktadır (EPPO, 2003).

Türkiye açısından *D. virgifera*'nın en büyük riski, türün hızlı yayılma kapasitesi ve adaptasyon yeteneğidir. Zararlının erginleri kendi güçleriyle birkaç kilometre uçabilir ve rüzgârla bu mesafe uzayabilir. Ayrıca havayolu taşımacılığı ile uzun mesafeli yayılım da mümkündür. Nitekim Avrupa'da birçok havaalanının yakınında tespit edilmiştir.

İklim değişikliği senaryoları da riski artırmaktadır (Marchioro ve Krechmer, 2018). Türkiye'de beklenen sıcaklık artışları zararlının yaşam döngüsünü hızlandıracak ve potansiyel olarak yılda birden fazla döl verebilir hale gelecektir. Özellikle Marmara, Ege ve Akdeniz bölgelerindeki iklim koşulları zararlının gelişimi için uygun görünmektedir.

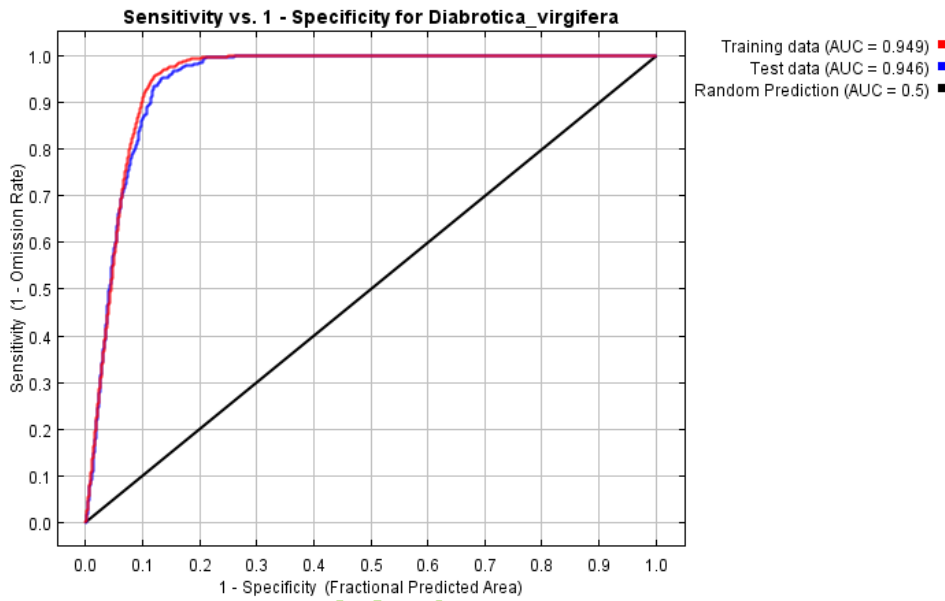
Diabrotica virgifera'nın ergini Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. *Diabrotica virgifera* (Kaynak: <https://www.inaturalist.org/observations/297556465>)

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

Diabrotica virgifera türü için geliştirilen MaxEnt modeli, yüksek derecede tahmin doğruluğu göstermiştir. Modelin ROC eğrisi altında kalan alan (AUC) değeri 0.94 olarak hesaplanmıştır. Bu yüksek AUC değeri, modelin rastgele tahminden oldukça üstün olduğunu ve türün habitat uygunluğunu güvenilir şekilde yansıttığını göstermektedir. AUC değerinin 0.9'un üzerinde olması, modelin hem duyarlılığının hem de özgülüğünün güçlü olduğunu kanıtlamaktadır (Şekil 2).



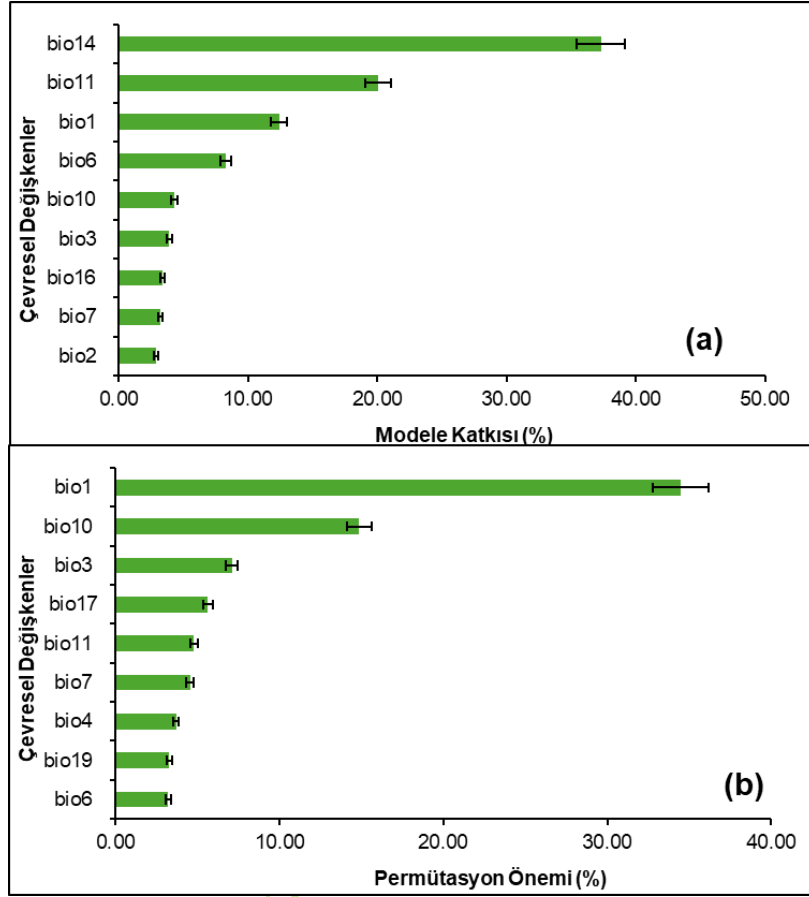
Şekil 2. *Diabrotica virgifera*'nın Türkiye'ye giriş riski tahmininde kullanılan MaxEnt modelin tahmin doğruluğu

Diabrotica virgifera türünün Türkiye'deki potansiyel giriş riskini tahmin etmek amacıyla oluşturulan MaxEnt modeline ilişkin çevresel değişkenlerin göreceli önemi Şekil 3a ve Şekil 3b'de sunulmuştur. Şekil 3a, değişkenlerin modele olan katkı yüzdesini, Şekil 3b ise permütasyon önemini yansıtmaktadır.

Modelde en yüksek katkı, bio14 (en kurak ayın yağışı) değişkeninden gelmiştir (%37.29). Bu, türün habitat uygunluğunda düşük yağış dönemlerinin belirleyici bir rol oynadığını göstermektedir. Ardından bio11 (en soğuk çeyrek ortalama sıcaklığı) %20.07, bio1 (yıllık ortalama sıcaklık) %12.40 ve bio6 (en soğuk ayın sıcaklığı) %8.28 katkı sağlamıştır. Bu bulgular, türün soğuk dönemlerdeki termal toleransına ve yıllık ortalama sıcaklıklara duyarlılığını göstermektedir. Ek olarak, bio3 (izotermallik) %3.91, bio16 (en yağışlı çeyrek toplam yağışı) %3.39, bio7 (yıllık sıcaklık aralığı) %3.19 ve bio5 (en sıcak ayın maksimum sıcaklığı) %1.73 gibi değişkenler de modelde düşük ama anlamlı katkılar sunmuştur. Yüksek katkı sunmayan değişkenler arasında bio13, bio15, bio8, bio9, bio17 gibi parametreler yer almıştır (%0.04–0.42 aralığında katkılarla).

Permütasyon önem değerlerine göre, en baskın değişken bio1 (yıllık ortalama sıcaklık) olup %34.48'lik bir önem göstermiştir. Bunu sırasıyla bio10 (en sıcak çeyrek ortalama sıcaklığı) %14.87, bio12 (yıllık toplam yağış) %18.76 ve bio19 (soğuk çeyrek yağışı) %11.40 izlemektedir. Bu sonuçlar, yıllık sıcaklık ve mevsimsel yağışların model doğruluğuna etkisinin yüksek olduğunu vurgulamaktadır (Şekil 3b). Ayrıca, bio3 (izotermallik) %7.09, bio7 (yıllık sıcaklık aralığı) %4.55, bio11 (en soğuk çeyrek sıcaklığı) %4.78 ve bio17 (en kurak çeyrek yağışı) %5.64 gibi değişkenler orta düzeyde permütasyon önemine sahiptir. Bu durum, hem sıcaklık

değişkenliğinin hem de mevsimsel yağış paternlerinin türün potansiyel dağılımında etkili olduğunu desteklemektedir. Diğer değişkenler (%0–3 aralığında) modelin performansına daha düşük düzeyde katkı sağlamıştır. Özellikle bio13, bio15, bio8, bio9, bio2 gibi değişkenlerin katkısı ihmal edilebilir düzeydedir.

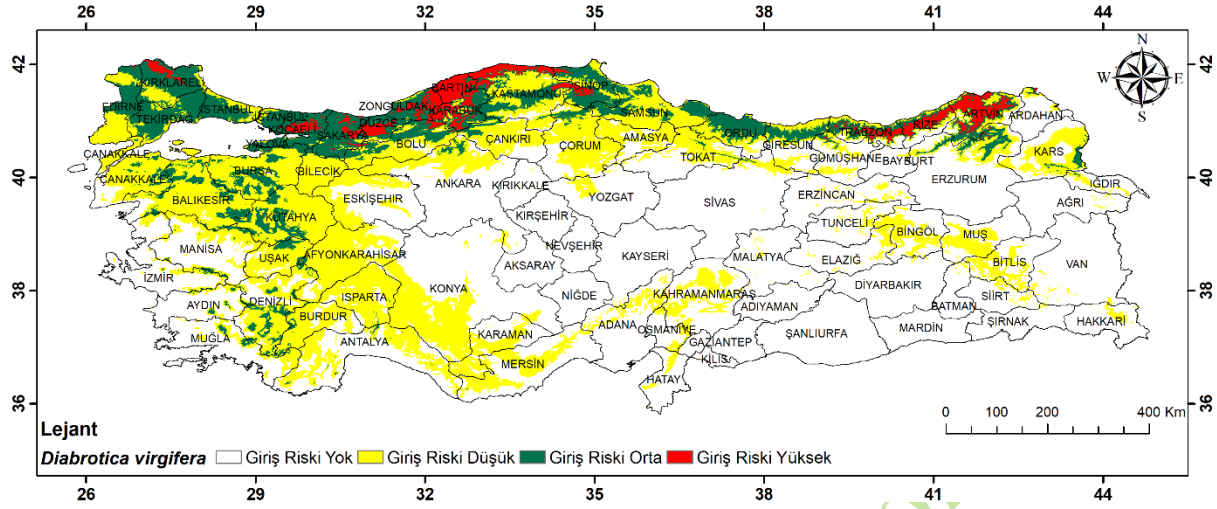


Şekil 3. *Diabrotica virgifera*'nin Türkiye'ye giriş riski tahmininde kullanılan MaxEnt modele dahil edilen çevresel değişkenlerinin modele katkıları (a) ve permütasyon önemi (b)

MaxEnt modeli ile elde edilen mekânsal risk dağılımı haritası (Şekil 4), *D. virgifera* türünün Türkiye'deki potansiyel giriş riskinin coğrafi olarak sınırlı bölgelerde yüksek olduğunu göstermektedir. Harita üzerinde kırmızı renkle gösterilen yüksek risk alanları, özellikle Karadeniz ve Marmara bölgelerinde lokalize olmuştur. Özellikle Artvin, Trabzon ve Sinop illerinin bazı kıyı ve iç kesimlerinde, iklimsel ve topografik koşulların bu zararlı için uygun olduğu tespit edilmiştir. Bu bölgelerde yıllık sıcaklık değişimlerinin ılıman olması, yüksek nem oranı ve yağışlı mevsimsel düzen, türün biyolojik gelişimini destekleyebilecek bir çevre sunmaktadır.

Ayrıca, Kocaeli ve Kırklareli illerinin bazı sınır bölgelerinde de yüksek giriş riski sınıfına giren alanlar bulunmuştur. Bu alanların genellikle tarım ve ulaşım açısından yoğun kullanıldığı, mevsimsel yağış dağılımı ve ortalama sıcaklık değerlerinin türün ekolojik gereksinimlerini karşılayabildiği görülmektedir. Bunun dışında ülkenin büyük bir bölümü, özellikle İç Anadolu, Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri, düşük veya giriş riski olmayan alanlar olarak sınıflandırılmıştır. Bu alanlar, türün yayılımını kısıtlayacak çevresel koşullara sahiptir (aşırı sıcaklık değişimleri, düşük yağış, kuraklık gibi).

Genel olarak model sonuçları, *D. virgifera*'nın Türkiye'ye olası girişinin belirli kıyı bölgelerinde sınırlı kalabileceğini, ancak bu bölgelerde hassas tarımsal faaliyetlerin (örneğin mısır üretimi) tehdit altında olabileceğini göstermektedir.



Şekil 4. *Diabrotica virgifera*'nın Türkiye'de olası giriş riskinin mekânsal dağılımı

Diabrotica virgifera'nın Türkiye'ye olası giriş riski modellemesine göre, ülke genelinde en büyük yüzölçümüne sahip alan "Giriş Riski Yok" kategorisinde sınıflandırılmış olup, bu sınıf yaklaşık 476,635 km²'lik bir alan kaplamakta ve toplam ülke yüzölçümünün %61.13'ünü oluşturmaktadır. Bunu takiben, "Düşük Giriş Riski" sınıfı 215,125 km² ile %27.59, "Orta Giriş Riski" sınıfı 71,849 km² ile %9.21 ve "Yüksek Giriş Riski" sınıfı ise sadece 16,123 km² ile %2.07 oranında yer kaplamaktadır. Bu bulgular, türün büyük ölçüde Türkiye'nin geniş alanlarında doğal bariyerlerle sınırlı kalabileceğini ancak belirli lokal bölgelerde ciddi bir giriş potansiyelinin bulunduğunu göstermektedir (Tablo 1).

Tablo 1. *Diabrotica virgifera*'nın Türkiye'de olası giriş riski kategorilerine ait alanları

Risk Kategorisi	Alan (km ²)	Alan (%)
Giriş Riski Yok	476635	61.13
Giriş Riski Düşük	215125	27.59
Giriş Riski Orta	71849	9.21
Giriş Riski Yüksek	16123	2.07

Bu çalışmada elde edilen MaxEnt modelleme sonuçları, *D. virgifera*'nın Türkiye'de yalnızca sınırlı coğrafi alanlarda yüksek giriş riski taşıdığını ortaya koymuştur. Toplam ülke alanının %2.07'lik kısmı yüksek risk kategorisinde yer almakta olup, bu alanlar özellikle Artvin, Trabzon, Sinop, Kocaeli ve Kırklareli gibi Karadeniz ve Marmara bölgelerinin bazı kıyı kesimlerinde yoğunlaşmaktadır. Bu bölgelerdeki nemli iklim, ılıman sıcaklık aralıkları ve yüksek yağış rejimi, türün gelişimi ve adaptasyonu için uygun çevresel koşulları sağlamaktadır.

Modeldeki çevresel değişken katkılarına göre, biyoklimatik faktörler, özellikle bio14 (en kurak ay yağışı) ve bio17 (en yağışlı çeyrek yağışı) türün mekânsal uygunluk modellerinde belirleyici olmuştur. Ayrıca, bio11 (en soğuk çeyrek sıcaklığı) ve bio1 (yıllık ortalama sıcaklık) gibi sıcaklık temelli değişkenler de yüksek katkı ve

permütasyon önemine sahip olup, bu türün termal tolerans limitlerini yansıtmaktadır. Bu durum, iklim değişikliğinin kuzey kuşaklarda tarımsal zararlıların yayılımını kolaylaştırabileceğini destekler niteliktedir.

Diabrotica virgifera, özellikle mısır (*Zea mays* L.) gibi önemli tarla bitkilerinde ciddi ekonomik kayıplara yol açabilen bir zararlıdır. Türkiye’de mısır üretiminin yoğunlaştığı Karadeniz’in doğusu ve bazı Ege-Marmara kıyıları, modellemenin işaret ettiği yüksek riskli alanlarla örtüşmektedir. Bu da potansiyel bir girişin ardından bölgesel düzeyde önemli zararlar doğurabileceğini göstermektedir. Ayrıca uluslararası ticaret yolları ve taşıma hatlarına yakın olan bu bölgelerde riskin daha da artabileceği düşünülmektedir.

Bu nedenle, erken uyarı sistemleri, biyolojik izleme programları ve entegre zararlı yönetimi (IPM) yaklaşımlarının bu bölgelerde öncelikli olarak hayata geçirilmesi büyük önem taşımaktadır.

TÜBİTAK 223 O 260 Dokümanı