aylık bitkisel üretim dergisi | haziran 2025 yıl: 13 sayı:148 | 0216 - 415 06 25 www.harmantime.com.tr | fiyatı: 150 TL yıllık abonelik: 1500 TL | ISSN:2147-6004

harman TIME

44 İnsan ve Bitki Patojenleri
İle Bitkisel Ürünler Arasındaki İlişkiler

48 Yabancı Ot Öldürücü İlaçlar
(Herbisitler): Herbisitlere Dayanıklılık

76 Meyve Yetiştiriciliğinde
Ekonomik Verim İçin Polinasyonun Önemi

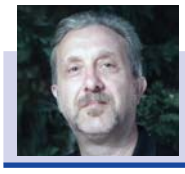


Dünya ithalatında lider konuma geldiğimiz stratejik ürün:

BUĞDAY



Yabancı Ot Öldürücü İlaçlar (Herbisitler): Herbisitlere Dayanıklılık

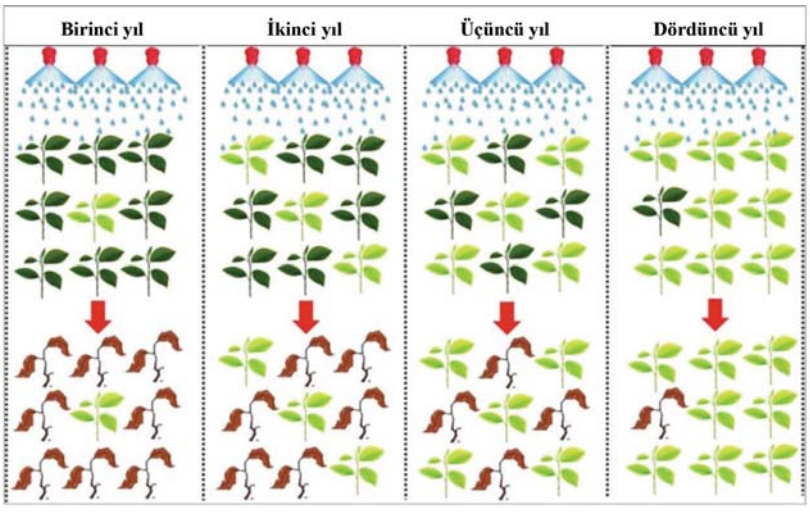


Prof. Dr. Işık TEPE
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Ziraat Fakültesi Bitki Koruma
Bölümü
itepe@yyu.edu.tr

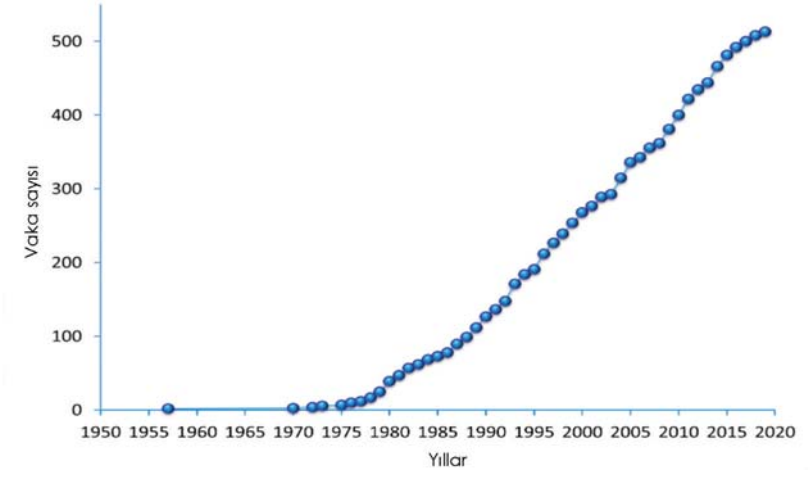
Herbisitlere dayanıklılık veya herbisit direnci, bir yabancı ot biyotipinin normal koşullar altında önerilen dozda kullanılan bir herbisitin uygulamasından sağ çıkma yeteneğidir. Yabancı otlarda herbisitlere dayanıklılık, doğal olarak oluşan mutasyonların ve evrimsel süreçlerin bir sonucudur. İki genel direnç mekanizması vardır; bunlardan birincisi hedef bölge direnci ve ikincisi hedef bölge dışı direnç olarak bilinir. Hedef bölge direnci, herbisitin normal etki bölgesine bağlanmasını azaltan hedef proteinin yapısındaki bir değişiklik, hedef protein ekspresyonunda artış veya hedef bölgeyi içeren genin kopyalarında artış şeklinde kendini gösterir. Hedef bölge dışı direnç ise herbisitin etki ettiği bölgeye taşınmasının azaltılması, herbisitin metabolik detoksifikasyonunun artırılması, herbisitin bitkinin bir bölümünde etki bölgesine ulaşamayacak şekilde tutulması veya hareketsizleştirilmesini şeklinde ortaya çıkar. Bitkilerde oluşan herbisit toleransı, genetik mühendisliği, doku kültürü veya mutagenezi ile üretilen varyantların seçimi gibi tekniklerle indüklenebilir (HRAC, 2025).

Ayrıca çapraz ve çoklu direnç ismi verilen durumlar da konusudur. Çapraz direnç, bir bitkinin farklı kimyasal sınıflardan, farklı etki şekilleri (mode of action) olan herbisit uygulamalarından sağ çıkmasını sağlayan bir mekanizmaya sahip olması durumunda ortaya çıkar. Çoklu direnç ise farklı etki mekanizmaları olan herbisit uygulamalarından sağ çıkmasını sağlayan birden fazla mekanizmaya sahip bitkileri ifade eder. Birden fazla etki mekanizmasına veya etki bölgesine dirençli olan yabancı ot biyotipleri ile mücadele etmek oldukça zordur. Çapraz veya çoklu dirence sahip yabancı ot biyotipleri ile mücadele etmek, ancak çeşitli kimyasal ve kimyasal olmayan mücadele yöntemlerini entegre eden yönetim uygulamalarıyla (IWM) mümkün olabilir.

Tek bir etki mekanizmasına sahip herbisitler direnci hızlandırır. Belirli bir etki mekanizmasına sahip herbisitlerin uzun bir süre boyunca aynı bitkiler üzerinde kullanımı ise bu sorunun ortaya çıkmasının en önemli sebebidir. Yabancı ot türlerinin herbisitlere direnmesini sağlayan genler tüm yabancı ot popülasyonlarında mevcuttur. Direnç kazandıran genlerin ortaya çıkma sıklığı, bu popülasyonlarda herbisitlere karşı direncin evrimleşme hızını etkiler. Bir bitki popülasyonu içinde o herbisite direnmeyi sağlayan genleri barındıran biyotipler olabilir. Bu biyotipler, diğer bir deyişle dirençli bireyler hayatta kalır ve tohum verirler. Bir sonraki yıl bu tohumlardan oluşan popülasyonda yine dirençli bitkiler bulunur ancak sayıları daha fazladır. Her yeni yılda oluşan popülasyonlarda dayanıklı veya dirençli bireylerin sayıları giderek artar ve sonuçta neredeyse yabancı ot popülasyonunun tamamı dirençli bireylerden oluşur (Şekil 1). Direnç seçilim baskısının gücü, herbisit etkinliği ve etki alanı, yabancı otun biyolojisi ve ekolojisi, topraktaki yabancı ot tohumunun ömrü ve kullanılan yabancı ot yönetim uygulamalarına bağlı olarak değişiklik gösterir.



Şekil 1. Yabancı otlarda herbisitlere dayanıklılığın gelişimi (Mendes ve ark., 2022).



Şekil 2. Dünya'da yıllara göre yabancı otlarda herbisitlere dayanıklılık vakaları (Heap, 2021).



Kurbağa kaşığı, kaşık otu (*Alisma plantago-aquatica* L.)



Venüs otu, kız otu (*Cyperus difformis* L.)

Yabancı otlarda herbisitlere dayanıklılık veya diğer bir deyişle direnç gelişimi son yıllarda tüm dünyada sürdürülebilir tarım sistemlerini tehdit eden en temel sorunlardan biridir ve kritik derecede önemlidir. Bu sorun her geçen yıl katlanarak artmaktadır. Şu ana kadar küresel olarak 75 farklı ülkede 102 üründe 534 adet dayanıklılık vakası bildirilmiştir (Şekil 2). Bu vakalarda 273 farklı yabancı ot türünün en az bir herbisitin etki mekanizmasına dayanıklı olduğu anlaşılmıştır. Bu türlerden 156 adedi çift çenekli (Dicotyledoneae) ve 117 adedi tek çenekli (Monocotyledoneae) bitkilerden oluşmaktadır. Dayanıklılık kazanmış yabancı otların en önemlilerinden ilk 10 tanesinin ismi Çizelge 1'de verilmiştir. Bir başka açıdan bakıldığında, yabancı otların bilinen 31 herbisit etki mekanizmasından 21 tanesine dayanıklılık kazandığı belirlenmiştir. Bu etki mekanizması grupları altında yer alan ve direnç gelişimi görülen toplam 168 farklı herbisit yer almaktadır.

Çizelge 1. Dünya'da herbisitlere dayanıklılık kazanan en önemli yabancı otlar

Bilimsel ismi	Ailesi	Türkçe ismi	İngilizce ismi
Avena fatua L.	Poaceae	Yabani yulaf	Wild oat
Echinocloa crus-galli (L.) P. B.	Poaceae	Darıcan, pirinç otu	Barnyardgrass
Eleusine indica (L.) Gaertn.	Poaceae	Kaz çimi	Indian goosegrass
Lolium rigidum Gaudin	Poaceae	İnce (sert) delice	Wimmera ryegrass
Setaria viridis (L.) P. B.	Poaceae	Yeşil kirpi darı, yeşil tüylü darı	Green bristlegrass
Amaranthus hybridus L.	Amaranthaceae	Melez horozibiği	Slim amaranth
Amaranthus retroflexus L.	Amaranthaceae	Kırmızı köklü horozibiği, kızılbacak	Redroot amaranth
Chenopodium album L.	Chenopodiaceae	Sirken, ak kazayağı	Lamb's quarters
Kochia scoparia (L.) Schrad.	Chenopodiaceae	Süpürge otu	Burning bush
Conyza canadensis (L.) Cronquist	Asteraceae	Pire otu, şifa otu	Canadian horseweed

Türkiye'de bu konuda ilk şikayetler 1990'lı yıllarda gelmeye başlamış ve zaman içinde şikayetler artmıştır. Dayanıklılıkla ilgili ilk bulgular ve buna bağlı olarak bilimsel çalışmalar pamuk ve buğday alanlarında yapılmıştır (Demirkan, 2009). Bu anlamda ilk tespit ve yayın buğday ekim alanlarında kısır yabani yulaf (*Avena sterilis* L.)'da yapılmıştır (Uludağ ve ark., 2001). Daha sonra önemli yabancı otlardan yabani hardal (*Sinapis arvensis* L.)'da da da-

yanıklılık belirlenmiştir (Nemli ve ark., 2001; Avcı ve ark., 2009). Dayanıklılık vakaları önce tam anlaşılmamakla beraber zaman içinde kesinlik kazandıkça uluslararası anlamda kayda geçirilmiştir. Bu şekilde Türkiye'de kayda geçen vakalar içinde dokuz (9) adet önemli yabancı ota ait ayrıntılar Çizelge 2'de verilmiştir. Bu yabancı otlar içinde dev horozibiği (*Amaranthus palmeri* S. Wats.) diğerlerinden farklılık göstermektedir. Anavatanı ABD'in güneybatı ve kuzey Meksika'nın çöl ve kurak bölgeleri olan tek yıllık bir bitkidir. Ancak dünyanın hemen hemen her bölgesine yayılmış, yüksek genetik çeşitliliğe sahip istilacı bir türdür (Sırrı, 2022). Bu yabancı ot Türkiye'ye yurt dışından gelmiş ve ilk kez 2014 yılında Akdeniz bölgesinde (Adana'nın doğusu, Hatay ve Osmaniye) görülmüştür (Eren ve ark., 2016). Dev horozibiği, herbisit dayanıklılığını Türkiye'ye gelmeden önce muhtemelen Güney Amerika (Brezilya ve Arjantin)'da kazanmıştır.

Çizelge 2. Türkiye'de herbisitlere dayanıklılık kazanan en önemli yabancı otlar

Bilimsel ismi	Ailesi	Türkçe ismi	İngilizce ismi
Alisma plantago-aquatica L.	Alismataceae	Kurbağa kaşığı, kaşık otu	European water plantain
Cyperus difformis L.	Cyperaceae	Venüs otu, kız otu	Variable flatsedge
Alopecurus myosuroides Huds.	Poaceae	İnce tilkikuyruğu	Slender meadow foxtail
Avena sterilis L.	Poaceae	Kısır yabani yulaf	Animated oat
Echinocloa crus-galli (L.) P. Beauv.	Poaceae	Darıcan, pirinç otu	Barnyardgrass
Echinochloa oryzoides (Ard.) Fritsch	Poaceae	Çeltiksi darıcan	Early water grass
Phalaris brachystachys Link	Poaceae	Kısa başaklı kuşyemi, kanlı çayır	Shortspike canarygrass
Amaranthus palmeri S. Wats.	Amaranthaceae	Dev horoz ibiği	Palmer amaranth, Palmer's pigweed
Sinapis arvensis L.	Brassicaceae	Yabani hardal	Charlock mustard, wild mustard



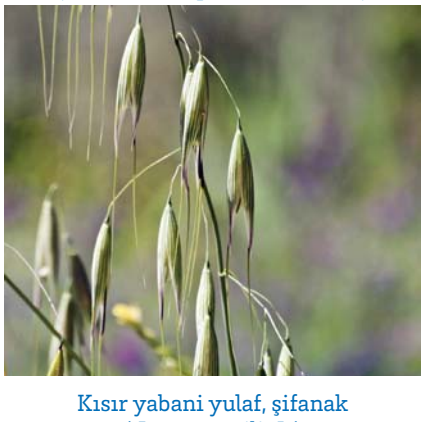
Kısa başaklı kuşyemi, kanlı çayır (*Phalaris brachystachys* Link.)



Dev horozibiği (*Amaranthus palmeri* S. Wats.)



İnce tilkikuyruğu *Alopecurus myosuroides* Huds.



Kısır yabani yulaf, şifanak (*Avena sterilis* L.)



Darıcan, pirinç otu [*Echinocloa crus-galli* (L.) P. Beauv.]



Çeltiksi darıcan [*Echinocloa oryzoides* (Ard.) Fritsch.]

Kaynaklar

Avcı Ç M, Uygur F N, 2009. Çukurova Bölgesi Buğday Ekim Alanlarında Sorun Olan Phalaris brachystachys Link. (Kanlı Çayır)'in Bazı Buğday Herbisitlerine Karşı Oluşturduğu Dayanıklılık Sorunlarının Araştırılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi, 63s. Adana.

Demirkan H, 2009. Herbisitlere dayanıklılık konusunda dünyada yapılmış bildirimlerin değerlendirilmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 46(1): 71-77.

Eren Ö, Doğan M N, Boz Ö, Türkseven S, Özcan R, 2016. Amaranthus palmeri L. [In: Raab-Straube, E. von & Raus, T. (Editors), Euro + Med-Checklist Notulae, 6], Willdenowia. 423-424: 437-441.

Heap I, 2021. Current status of the international herbicide-resistant weed database. Weed Science, https://www.weedscience.org/home.aspx# (Erişim: 18 Nisan 2025).

HRAC, 2025. 2024 HRAC Global Herbicide MOA Classification. Herbicide Resistance Action Committee https://hracglobal.com/ (Erişim: 18 Nisan 2025).

Mendes K F, Mielke K C, La Cruz R Ad., Alberto da Silva A, Ferreira E A, Vargas L, 2022. Evolution of Weed Resistance to Herbicides In: Mendes, K F, Alberto da Silva, A (eds) Applied Weed and Herbicide Science. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-01938-8_7

Nemli Y, Topuz M, Uludağ A, 2001. Resistance of common groundsel to simazine and atrazine. Weed Science 18(5): 614-616.

Sırrı M, 2022. Güneydoğu Anadolu bölgesi için yeni bir risk Amaranthus palmeri. MAS JAPS 7(4):1072-1090.

Uludağ A, Nemli Y, Rubin B, 2001. Yabani yulafta (Avena sterilis L.) cladinofopa dayanıklılık üzerine çalışmalar. Türkiye II. Herboloji Kongresi Bildiri Özetleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü.✹