















## HERBİSİTLERE DAYANIKLILIK\*

Dayanıklılık, genel anlamda canlıların, kimyasal maddelerin fitotoksik etkilerine, karşı koyabilme kabiliyetidir. Yabancı otlarda herbisitlere dayanıklılık ise, bir bitkinin değişik kimyasal sınıflardan herbisitlere genetik özellikler sayesinde karşı koyabilme özelliği demektir.

### HERBİSİTLERE DAYANIKLILIK NASIL OLUŞUR?

Aşırı herbisit uygulamaları sonucu, hassas olan türlerin popülasyonunun azalması ve buna karşın doğada zaten var olan dayanıklı biyotiplerin (bu biyotipler varoluşundan itibaren genetiksel olarak zaten o kimyasal gruba karşı dayanıklılık gen/genlerine sahip olan bitkilerdir) rekabet koşullarının da azalması sonucunda zaman içerisinde seleksiyon yoluyla ekim alanlarına hakim olması şeklindedir. Dayanıklılığın oluşmasına neden olan bir diğer yolda, aynı grup herbisitlerin sık ve arka arkaya kullanılmaları neticesinde bitkilerde mutasyonların oluşması sonucu bu bitkilerin dayanıklı forma geçmesi şeklindedir. Dayanıklı türler, genetik olarak bir sonraki nesillere de bu dayanıklılık genlerini taşımaktadırlar. Herbisitlere dayanıklılıkla ilgili ilk keşif, Washington'da (ABD)1968 yılında triazine dayanıklı *Senecio vulgaris* L. biyotipi olarak bulunmuş ve herbisit dayanıklılığı ile ilgili bu bilgi ilk olarak 1970 yılında rapor edilmiştir (Ryan, 1970).

Tarım alanlarında, herbisitlere karşı yabancı otların oluşturduğu dayanıklılığın seyri Şekil 1' de gösterildiği gibi gelişmektedir.

Dayanıklı bir bitki	Seleksiyon	Dayanıklı popülasyon
		
		
		
		
		

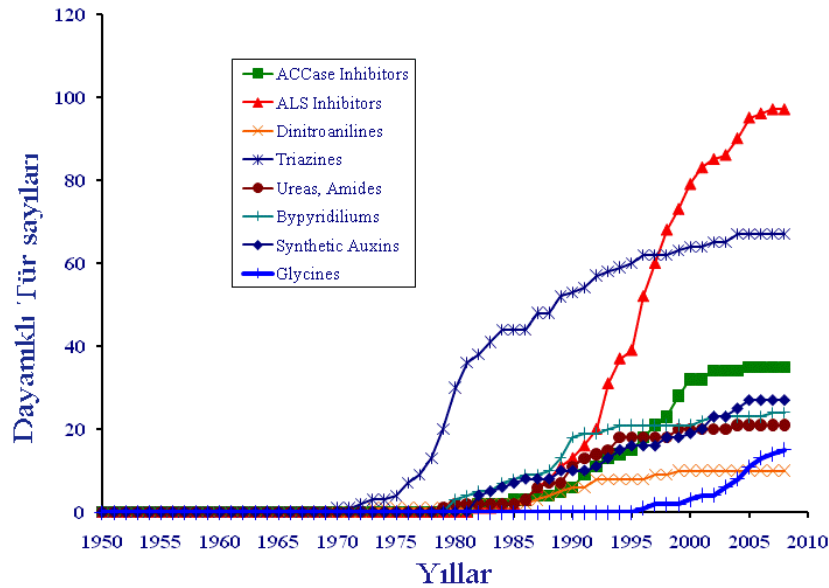
Şekil 1. Herbisitlere karşı yabancı otların oluşturduğu dayanıklılık seyri.

Yabancı ot mücadele yöntemi olarak sadece kimyasalların kullanılması, kimyasal mücadele dışındaki diğer yabancı ot mücadele yöntemlerinin kullanılmaması, etki mekanizması aynı olan herbisitlerin arka arkaya devamlı olarak kullanılması, tek bir etki mekanizmasına sahip herbisitlerin kullanılması, herbisit münavebesi ve ürün münavebesinin yapılmaması veya yabancı ot yoğunluğunun yüksek olması durumları yabancı ot dayanıklılığının oluşmasını teşvik etmektedir.

## DAYANIKLILIKLA İLGİLİ DÜNYADAKİ MEVCUT DURUM

Dünyada şuna kadar 116'sı çift çenekli, 85'i tek çenekli olmak üzere toplam 201 yabancı ot türünde dayanıklılığın tespit edildiği bildirilmiştir. Dünyada dayanıklılık sorununa en fazla, A.B.D., (131 dayanıklı biyotip), Avustralya (54 dayanıklı biyotip), Kanada (51 dayanıklı biyotip), İspanya (32 dayanıklı biyotip), Fransa (32 dayanıklı biyotip), İngiltere (24 dayanıklı biyotip) ve Almanya (24 dayanıklı biyotip) (Anonymous, 2010) gibi tarım bilimi ve teknolojilerinin en yoğun olarak kullanıldığı ülkelerde rastlanıldığı görülmektedir.

Dünyada herbisitlerin etki mekanizmalarına göre, dayanıklılık geliştirmiş olan biyotip sayıları ve yıllara göre değişimi ise Şekil 2'den izlenebilir.



Şekil 2. Dünyada herbisitlerin etki mekanizmalarına göre, dayanıklılık geliştirmiş olan biyotip sayıları ve yıllara göre değişimi (Anonymous, 2010).

Dünyada, herbisitlere dayanıklılık kazanmış en önemli yabancı ot türleri ise Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Dünyada Herbisitlere Dayanıklılık Kazanmış En Önemli Türler (Anonymous, 2010)

No.	Tür	Türkçe Adı
1.	<i>Lolium rigidum</i>	Delice
2.	<i>Avena fatua</i>	Yabani yulaf
3.	<i>Amaranthus retroflexus</i>	Kızıl bacak
4.	<i>Chenopodium album</i>	Sirken
5.	<i>Setaria viridis</i>	Kirpi darı
6.	<i>Echinochloa crus-galli</i>	Darıcan
7.	<i>Eleusine indica</i>	Kaz çimi
8.	<i>Kochia scoparia</i>	Süpürge otu
9.	<i>Conyza canadensis</i>	Şifa otu
10.	<i>Amaranthus hybridus</i>	Horoz ibiği

Herbisitlere karşı dayanıklılık ülkemizde ilk kez buğday ekim alanlarında Yabani yulaf (*Avena sterilis* L.) ile başlamıştır (Uludağ ve ark., 2001). Daha sonra ise Yabani yulafın dayanıklı popülasyonları oluşmaya devam etmiş ve yeni biyotipler belirlenmiştir (Yücel ve Uygur, 2004; Avcı ve ark., 2009). Yabani hardal (*Sinapis arvensis* L.) dayanıklılığı ise 2001 yılında Nemli ve ark., (2001); 2009 yılında ise Avcı ve ark., (2009) tarafından bildirilmiştir.

Ülkemizde herbisitlere dayanıklılıkları saptanmış olan sekiz yabancı ot türü rapor edilmiştir. Bu türler Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Türkiye’de Herbisitlere Dayanıklılıkları Saptanmış Olan Yabancı Ot Türleri (Anonymous, 2010)

N o.	Tür	Türkçe Adı	Yıl	Herbisit Etki Sitesi (Bölgesi)
1.	<i>Alisma plantago-aquatica</i>	Dar yapraklı kaşık otu	2009	ALS inhibitörleri
2.	<i>Alopecurus myosuroides</i>	Tilki kuyruğu	2001	ACCcase inhibitörleri
3.	<i>Alopecurus myosuroides</i> (Çoklu Dayanıklılık)	Tilki kuyruğu	2008	- ACCcase inhibitörleri - ALS inhibitörleri
4.	<i>Avena sterilis</i>	Kısır yabani yulaf	1998	ACCcase inhibitörleri
5.	<i>Avena sterilis</i>	Kısır yabani yulaf	1997	ACCcase inhibitörleri
6.	<i>Avena sterilis</i> (Çoklu Dayanıklılık)	Kısır yabani yulaf	2008	- ACCcase inhibitörleri - ALS inhibitörleri
7.	<i>Cyperus difformis</i>	Kız otu	2010	ALS inhibitörleri
8.	<i>Echinochloa crus-galli</i> (Çoklu Dayanıklılık)	Darıcan	2009	- ACCcase inhibitörleri - ALS inhibitörleri
9.	<i>Echinochloa oryzoides</i> (Çoklu Dayanıklılık)	Çeltiksi darıcan	2009	- ACCcase inhibitörleri - ALS inhibitörleri
10.	<i>Phalaris brachystachys</i> (Çoklu Dayanıklılık)	Kısa başaklı kuşyemi	2008	- ACCcase inhibitörleri - ALS inhibitörleri
11.	<i>Sinapis arvensis</i>	Yabani hardal	2001	ALS inhibitörleri
12.	<i>Sinapis arvensis</i> (Çoklu Dayanıklılık)	Yabani hardal	2008	- ALS inhibitörleri -Synthetic Auxinler

## **DAYANIKLILIK MEKANİZMALARI**

Çapraz dayanıklılık ve çoklu dayanıklılık olmak üzere iki ana tip dayanıklılık mekanizması vardır. Çapraz dayanıklılıkta, bitkide tek bir dayanıklılık mekanizması oluşmuştur. Tanım olarak bir bitki populasyonunun tek bir herbisit sınıfına dayanıklılık mekanizması geliştirmesidir. İki tip çapraz dayanıklılık mekanizması vardır. Birincisi, hedef site çapraz dayanıklılığı ikincisi ise, hedef site dışı çapraz dayanıklılıktır. Hedef site çapraz dayanıklılığı, bir herbisit, bitkide etkili olduğu mekanizmada değişikliğin meydana gelmesiyle ortaya çıkar ve aynı etki mekanizmasına sahip olan diğer herbisitlere karşıda dayanıklılık oluşur. Oldukça yaygındır. Hedef site dışı çapraz dayanıklılıkta ise, herbisitlerin etki ettiği hedef site dışında, bitkinin başka bir mekanizma veya mekanizmalarla farklı etki mekanizmasına sahip diğer herbisit gruplarına karşı oluşturduğu dayanıklılık olarak açıklanır. Çoklu dayanıklılık ise, aynı bitkide birden fazla dayanıklılık mekanizmasının oluşması şeklinde tanımlanır. Bunun kontrolünün en karışık olduğu durum ise, hem hedef site, hem de hedef site dışı dayanıklılık mekanizmalarının aynı bitkide çıkmasıdır. Örneğin, ACCase (Acetyl-CoA carboxylase) inhibitörü herbisit uygulaması sonucunda, hem ACCase, hem de ALS (Acetolactate synthase) inhibitörü herbisitlere karşı dayanıklılık oluşabilir.

## **DAYANIKLILIK YÖNETİMİ**

Yabancı otlarda herbisit dayanıklılığı, yabancı ot mücadelesinde kullanılan bir çok yöntemin birlikte kullanıldığı entegre yabancı ot mücadele yöntemi anlayışı ile önlenebilir veya geciktirilebilir. Tüm bunlarla birlikte üreticilerin ziraat fakültelerindeki ve tarım teşkilatlarındaki konu uzmanları ile sürekli bir iletişim içinde olmaları dayanıklılığın oluşmasını engellemede veya en azından geciktirilmesinde büyük faydalar sağlayacaktır. Dayanıklılığın önlenmesi için entegre yabancı ot mücadele yönetimi kapsamında aşağıda verilmiş olan uygulamaların önemi büyüktür.

- 1.** Entegre mücadele ve entegre yabancı ot yönetimine önem verilmelidir.
- 2.** İletişim ve işbirliği: Üniversiteler, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Araştırma Enstitüleri, İstasyonları, İl ve İlçe müdürlükleri, Firmalar, İlaç bayileri ve Üreticiler iletişim vede işbirliği içinde olmalıdırlar.
- 3.** Tarım alanı hakkında gözlem ve kayıt tutulmalıdır.
- 4.** Kültürel önlemler:
  - a. Münavebe (ürün ekim nöbeti) yapılmalıdır.
  - b. Yabancı ot tohumundan ari tohumluk kullanılmalıdır.
  - c. Örtücü bitki kullanımı.

- d. Tarım alet ve ekipmanlarının temizliğine dikkat edilmelidir.
- e. Sulama suyu kanalları etrafındaki yabancı otlar tohum bağlamadan biçilmelidir.

#### 5. Mekanik mücadele:

- a. Elle yolma ve çapalama,
- b. Sıra üzerlerini motorlu tırpanla biçme,
- c. Tarım makinalarının kullanımı önemlidir (sıra aralarında toprak işleme).

#### 6) Fiziksel mücadele

Bu amaç doğrultusunda; malç kullanımı ve alevleme uygulamaları önemlidir.

#### 7) Kimyasal mücadele;

- a) Ekonomik zarar eşiklerine uyulmalıdır.
- b) Herbisitlerin münavebesi: Aynı etki mekanizmasına sahip herbisitler arka arkaya kullanılmamalıdır.
- c) Etkili minimum herbisit dozlarının kullanımına önem verilmelidir.
- d) Farklı etki mekanizmalarına sahip herbisitlerin uygun karışımlarının kullanımı dayanıklılığın oluşmasını engellemede önemlidir. Ancak herbisitlerin karışabilirlik durumları hakkında firmalarından bilgi alınmalıdır.
- e) Herbisitlerin etiket bilgilerine uyulması önemlidir. Herbisitlerin yüksek dozlarda kullanımı dayanıklılık oluşumu ihtimalini artırabilir.

Eğer dayanıklılık oluşmuş ise, entegre mücadele ve entegre yabancı ot yönetimine önem verilmelidir. Dayanıklılık probleminin aşılmasında işbirliği önemlidir. Dayanıklı bireylerin temiz alanlara bulaşmaması sağlanmalıdır. Bu nedenle dayanıklılığın olduğu arazilerin en son işlenmesi ve alet-makinaların temizlenmesi sağlanmalıdır. Dayanıklı bitkilerin yoğun olduğu yerlerde bitkilerin tohum bağlamasına izin verilmemelidir. Bitkiler tarafından dayanıklılık kazanılmış herbisitler kullanılmamalıdır. Farklı etki mekanizmasına sahip herbisitler önerilebilir. Gerekğinde bu tip araziler nadasa bırakılmalıdır.

### **DAYANIKLILIĞIN BELİRLENMESİ**

Yabancı ot dayanıklılığından şüphe duyuluyor ise öncelikle doğru bir tarla/bahçe gözlemi yapmak gerekir. Tarla/bahçe gözlemlerinin gerçekleşmesinde önemli olan temel kural herbisit etkinliğinin tarlada/bahçede belirlenmesidir. Tarla/bahçe gözlemi esnasında öncelikle herbisit performansını etkileyecek olan faktörler gözden geçirilmelidir. Bunlar; herbisit seçimi, herbisit dozu, herbisit uygulama zamanı, ilaçlama aleti (sabit basınç, meme tipi vs.), toprak koşulları (toprak nemi, toprak yatağının kalitesi vs.), yabancı ot tohumu çimlenme ve yayılma gücü veya iklim koşulları (sıcaklık, yağış vs.)'dir. Tüm bunlar gözden

geçirildiğinde, tarlada/bahçede herbisit uygulamaları doğru bir şekilde yapılmış ve herbisit performansını olumsuz yönde etkileyecek herhangi bir durum söz konusu değil ise, ilaçlama yapılmış olan yerlerde gözlemler yapılırken aynı türe ait bazı yabancı otların ilaçtan etkilendiği bazılarında etkilenmediği görülüyor ise yabancı ot dayanıklılığından şüphelenilebilir (Anonymous, 2011).

Dayanıklılığın varlığından şüphe duyuluyor ise, tarlada/bahçede dayanıklılıktan şüphe edilen alanlardan toplanan yabancı ot tohumlarına veya bitki örneklerine dayanıklılık testleri yapılmalıdır. Genel olarak herbisitlere karşı dayanıklılık; tohum testleri, çim bitkisi testleri, sera denemeleri (saksı denemeleri) veya moleküler çalışmalar ile belirlenebilir.

Dayanıklılığın varlığından şüphe duyuluyor ise, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Anabilim Dalı Herboloji (yabancı ot) Laboratuvarına başvurularak dayanıklılık testleri yaptırılabilir.

## 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 Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 63s. Adana.

Anonymous, 2010. [www.weedscience.org](http://www.weedscience.org) Erişim tarihi: 03.04.2012

Anonymous, 2011. <http://www.hracglobal.com> Erişim tarihi: 03.04.2012

Nemli, Y., Topuz, M., Uludağ, A., 2001. <http://www.weedscience.org/Case/Case.asp?ResistID=5164>

Ryan, G.F. 1970. Resistance of common groundsel to simazine and atrazine. Weed Sci. Vol.18, No.5:614-616p.

Uludağ, A., Nemli, Y., Rubin, B., 2001. Yabani Yulafta (*Avena sterilis* L.) Cladinofop'a Dayanıklılık Üzerine Çalışmalar. Türkiye II. Herboloji Kongresi Bildiri Özetleri, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü.

Yücel, E., Uygur, S. 2004. Çukurova Bölgesi Buğday Ekim Alanlarında Sorun Olan Kısır yabani Yulaf (*Avena sterilis* L.)'in Bazı Herbisitlere Karşı Ortaya Çıkan Dayanıklılık Sorunlarının Araştırılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 96s. Adana.

\* Dr. Serdar EYMİRLİ tarafından hazırlanmıştır.