

Available at: <https://dergipark.org.tr/tjws>

## Turkish Journal of Weed Science

© Turkish Weed Science Society



Araştırma Makalesi / Research Article

### Tilki Kuyruğu (*Alopecurus myosuroides* Huds.)'nda Herbisit Dayanıklılığının Belirlenmesi

Dilan BOYLU<sup>1</sup>, Emine KAYA ALTOP\*<sup>1</sup><sup>1</sup> Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Samsun Türkiye

\*Sorumlu yazar: kayae@omu.edu.tr

#### ÖZET

Türkiye'de hububat üretimi, tarım sektörünün olduğu kadar genel ekonominin de önemli bileşenlerinden birini oluşturmaktadır. Türkiye'de oldukça fazla buğday çeşidi bulunmasına rağmen verim ve kalite sorunları henüz tam anlamıyla çözümlenememiştir. Verim ve kaliteyi etkileyen parametrelerden biri de yabancı otlardır. Yabancı otlar, Türkiye'de olduğu gibi birçok ülkede buğday yetiştiriciliğinin başlangıcından bu yana çiftçilerin en önemli sorunlarından biridir. Aynı etkili maddeli veya aynı etki şekline sahip herbisitlerin kullanılması da yabancı otlarda dayanıklılığa yol açmıştır. Bu çalışma ile *Alopecurus myosuroides* populasyonlarının ALS inhibitör grubu herbisitlerden mesosulfuron methyl+iodosulfuron-methyl-sodium+mefenpyr diethyl aktif maddesine karşı dayanıklılık durumlarının belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla, Amasya, Ankara, Çorum, Samsun ve Tokat illeri buğday ekim alanlarındaki 52 farklı lokasyondan toplanan *A. myosuroides* populasyonları ilk olarak herbisidin ruhsat dozu 4 tekerrürlü tesadüf parseller deneme desenine göre sera koşullarında denenmiştir. Kontrol parsellerinin de bulunduğu denemede bazı populasyonların herbisit uygulamasından etkilenmedikleri ve canlı kaldığı saptanmıştır. Bu populasyonlar doz-etki çalışmalarına alınmış ve ilacının ruhsat dozu baz alınarak 0 (kontrol), 0.5N, 1N, 2N, 4N, 8N ve 16N kat uygulama dozları denenmiştir. ED<sub>50</sub> değerlerinin elde edilmesi için Weibull modeli ile R paket programında analiz edilmiştir. Doz etki denemesine alınan 14 populasyonun 11'inin dayanıklılık gösterdiği ortaya konmuştur. Dayanıklılığın illere göre dağılımına bakıldığında Samsun'a ait çalışılan populasyonlardan 7'si (%70), Amasya populasyonlarının ise tamamında (%100) ALS dayanıklılığına rastlanılmıştır. Doz etki denemeleri sonucunda kullanılan herbisitlere dayanıklılık oranı %78.57 bulunmuştur. Risk durumları değerlendirildiğinde farklı etki mekanizmasına sahip herbisitlerin özellikle erken çıkış sonrası uygulama şansı olanların, yıl içerisinde mutlak bir kez entegre mücadele için devreye alınması, ayrıca mekanik ve kültürel mücadele uygulamalarının entegrasyonunun desteklenmesi önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** *Alopecurus myosuroides*, buğday, dayanıklılık, herbisit, Asetolaktat sentez

### Determination of Herbicides Resistance in Blackgrass (*Alopecurus myosuroides* Huds.)

#### ABSTRACT

Grain production in Turkey constitutes one of the critical components of the general economy as well as the agricultural sector. Although there are many wheat varieties in Turkey, yield and quality problems have not been fully resolved yet. One of the parameters affecting yield and quality is weeds. Weed control has been a significant concern of growers since the beginning of wheat cultivation in many countries, as in Turkey. Using herbicides with the same active substance or the same mode of action also led to resistance in weeds. This study aimed to determine the resistance status of *Alopecurus myosuroides* populations against the active substance mesosulfuron methyl+iodosulfuron-methyl-sodium+mefenpyr diethyl, one of the ALS inhibitor groups herbicides. For this purpose, *A. myosuroides* populations collected from 52 different locations in the wheat cultivation areas of Amasya, Ankara, Çorum, Samsun and Tokat provinces were first tested under greenhouse conditions according to a randomized plot design with four replications of the herbicide license dose. The experiment determined that some populations were not affected by the herbicide application and remained alive. These populations were included in dose-response studies, and 0 (control), 0.5N, 1N, 2N, 4N, 8N and 16N times application doses were tried based on the licensed dose of the active ingredient. To obtain ED<sub>50</sub> values, the Weibull model was analyzed in the R package program. It was demonstrated that 11 of the 14 populations included in the dose-response trial showed resistance. Considering the distribution of resistance by provinces, it was determined that 7 (70%) of the studied populations of Samsun and all (100%) of Amasya populations were found to be resistant to ALS. As a result of the dose-response trials, the resistance rate to the herbicides used was 78.57%. When the risk situations are evaluated, it is recommended that herbicides with different mechanisms of action, especially those that have the chance to be applied after early emergence, should be used for integrated control once a year, and the integration of mechanical and cultural control practices should be supported.

**Keywords:** *Alopecurus myosuroides*, wheat, resistance, herbicide, Acetolactate synthase

## GİRİŞ

Kültür bitkileri içerisinde buğday (*Triticum aestivum* L.) Dünya'da en çok yetiştiriciliği yapılan tahıl türlerinden birisidir. Tek yıllık bir bitki olmasının yanısıra, geniş bir adaptasyon yeteneğine sahip olan buğday; danesinin uygun besleme değeri, saklama ve işlenmesindeki kolaylıklar nedeniyle birçok ülkenin temel besini durumundadır. İnsan beslenmesinde birçok ülkede en çok kullanılan unlu mamullerin temel hammaddesi genel olarak buğdaydan elde edilmekte ve temel gıda maddesi olan ekmeğin de ana hammaddesini oluşturmaktadır. Hızla artan ülke nüfusumuzun beslenme sorunlarının çözümünde, sınırlı olan tarım alanlarımızdaki bitkisel üretimin verimliliğini artırmak ve bu verimin devamını sağlamak büyük önem taşımaktadır (Anonim, 2017a). Türkiye'de hububat üretiminin tarımsal gelire katkısı bitkisel ürün türleri içerisinde en yüksek düzeydedir. Bu yönüyle tarım ürünleri bakımından milli gelire katkısı da büyüktür. Hububat dünyada da en çok tüketilen ürün grubunu oluşturduğu için ihracat yönünden de önem taşımaktadır (Anonim, 2017b).

Ülkemizin ortalama buğday üretimi verimi 305 kg/da'dır. Çalışma kapsamında yer alan Amasya, Ankara, Çorum, Samsun ve Tokat illeri toplamda 9.5 milyon da buğday ekili alandan 2.6 milyon ton üretim yaparak Türkiye'deki toplam üretim payının %15.2'ini oluşturmaktadır. Samsun ve Amasya illeri yaklaşık 1,1 milyon da buğday ekim alanı ile 295 biner ton buğday üretimi yapmaktadır. Ankara ili 4,3 milyon da buğday ekim alanı ile 1.1 milyon ton buğday üretiminin 136 bin ton buğday üretimini Haymana ilçesi karşılamaktadır. Tokat ili yaklaşık 1.2 milyon da buğday ekim alanı ile 276 bin ton buğday üretimi yapmakta ve 65 bin da ekim alanından 18 bin ton buğday üretimini Merkez ilçesinden sağlamaktadır. Çorum ili ise yaklaşık 1.9 milyon da ekim alanı ile 478 bin ton buğday üretimi yapmaktadır (TUİK, 2020).

Buğdayda yabancı otlar verimi etkileyen önemli sorunlardan olmakla birlikte, birçok yabancı ot türü üretimi önemli ölçüde sınırlandırmaktadır. Ekim alanlarında sorun olan önemli yabancı otlardan dar yapraklı olanlar; *Alopecurus myosuroides*, *Avena* spp., *Lolium* spp., *Bromus tectorum*, *Hordeum murinum*, *Phalaris* spp., *Secale cereale*, *Setaria viridis*' tir. Geniş yapraklı olan yabancı otlardan bazıları ise *Bifora radians*, *Galium* spp., *Chenopodium album*, *Boreava orientalis*, *Sinapis arvensis*, *Ranunculus arvensis*, *Papaver rhoeas*, *Centaurea depressa*, *Convolvulus arvensis*, *Cirsium arvense*, *Acroptilon repens*, *Vicia* spp. *Capsella bursa-pastoris*, *Stelleria media*, *Lamium amplexicaule*, *Rumex crispus*' tur (Güncan, 2010; Mennan ve ark., 2002; Uygur ve ark., 1999a,b; Tepe, 1998).

Bu türler arasında önemli derecede sorun oluşturan *Alopecurus myosuroides* ülkemizde yaklaşık %40 verim kaybına neden olmaktadır (Güncan, 2010). Buğday ekim alanlarında yabancı otlardan kaynaklanan verim kaybını azaltmak için kimyasal mücadeleye başvurulmaktadır. Sürekli kimyasal ilaç kullanımına bağlı olarak yabancı otlarda dayanıklılığın ortaya çıkması önemli bir risk oluşturmaktadır. Günümüzde Samsun'un da içinde yer aldığı Orta Karadeniz Bölgesi'nde yoğun bir pestisit kullanımı söz konusudur. Ülkemizin her buğday ekim alanında olduğu gibi Orta Karadeniz Bölgesinde de yabancı otlarla mücadele de en çok herbisit kullanılmaktadır. Herbisitlerin kullanımının kolay olması ve diğer yöntemlere göre maliyetinin düşük olmasından dolayı önemli bir tercih sebebidir. Kontrolsüz ve bilinçsiz bir şekilde kullanılan herbisitlere birde mono kültür tarım üretimi eklenince ortaya çıkan durum oldukça zordur. Herbisit dayanıklılığı dediğimiz bu durumdan ilk defa Harper 1956 yılında söz etmiştir. Harper, yabancı otların herbisitlere karşı zamanla dayanıklılık oluşturabileceğini belirtmiştir (Heap, 2000). Aynı etki mekanizmasına sahip herbisitlerin aynı tarlada veya bölgede sürekli kullanılmasından dolayı herbisitlere dayanıklılık durumu ilk defa 1964 yılında bildirilmiştir.

Bir bitkinin değişik kimyasal gruptan herbisitlere sahip olduğu genetik özellikler sayesinde karşı koyabilme yeteneği olarak tanımlanan herbisitlere dayanıklılık, ya daha önceden bir kimyasal gruba dayanıklılığı sağlayan gen/gen gruplarına sahip olan bitkilerin doğal seleksiyon yoluyla baskın hale gelmesi veya yanlış herbisit kullanımına bağlı olarak bitkilerde meydana gelen mutasyonlar sonucunda ortaya çıkar. Bir bitki herbisitlere karşı üç şekilde dayanıklılık gösterir; ilki bitkinin herbisit etkili olduğu hedef enzimi daha fazla miktarda üretmesidir. Diğerinde bitki bünyesi içerisinde herbisit etkili olduğu enzimin yerine aynı görevi yapan farklı bir enzim sentezlenir. Son olarak ise, bitki metabolizma faaliyetlerini artırarak, bünyesinde bulunan herbisiti zararsız hale getirir. Her üç etki mekanizması da bitkide daha önceden var olan ya da daha sonra mutasyonlar sonucu ortaya çıkan gen ya da gen grupları tarafından gerçekleştirilir (Heap, 2021).

Buğday tarımında yabancı ot mücadelesinde en fazla ALS (Acetolactate synthase) inhibitörü ve ACCase (Acetyl-CoA carboxylase enzyme) inhibitörü herbisitler tercih edilmektedir. ALS inhibitörü herbisitlerin maliyetlerinin düşük olması, dar ve geniş yapraklı birçok yabancı otu kontrol etmeleri, düşük konsantrasyonda bile yabancı otlarda etkili olmalarının yanı sıra, memelilere

toksitelerinin az olmasından dolayı tercih edilmektedir (Prado ve ark., 2004). Dünyada herbisitlere karşı ilk dayanıklılık 1957 yılında *Senecio vulgaris*'te (Holt, 1988) rapor edilmiştir. Herbisitlere dayanıklılık problemi giderek yaygın bir sorun haline gelmiştir. Dünya genelinde herbisitlere karşı dayanıklılığın artmasıyla yabancı otlar tarımsal üretiminde önemli problemlerden biri haline gelmiştir. Herbisit dayanıklılığının ilk rapor edilmesinden günümüze kadar geçen zaman diliminde 152 geniş yapraklı 111 dar yapraklı olmak üzere toplam 263 yabancı ot türünde 502 herbisit dayanıklılığı bulunmaktadır. Yabancı otlarda bilinen 31 etki mekanizmasının 21'inde, 164 farklı herbisite dayanıklılık gelişmiş olup, herbisitlere dayanıklı yabancı otlar 71 ülkede 94 farklı kültür bitkisinde rapor edilmiştir (Heap, 2021).

*Alopecurus myosuroides* Huds.'a karşı ilk dayanıklılık 1979 yılında İsrail'de methabenzthiazuron aktif maddeli herbisite karşı rapor edilmiştir (Rubin ve ark., 1991). Son olarak ise 2019 yılında İsviçre'de ACCase ve ALS karşı (iodosulfuron-methyl-Na, mesosulfuron-methyl, and quizalofop-ethyl) çoklu dayanıklılık tespit edilmiştir (Heap, 2021). Buğday üretim alanlarında *A. myosuroides* dayanıklılığına ilişkin ilk kayıt 1982 yılında ACCase inhibitörü olan clodinafop-propargyl, cycloxdim, diclofop-methyl, fenoxaprop-p-ethyl, fluazifop-p-butyl aktiflerine karşı oluşturulurken (Moss, 1987), yıllar içerisinde farklı araştırmacılar tarafından ALS ve ACCae inhibitörü herbisitlere dayanıklılık raporları bildirilmeye devam etmiştir (Heap, 2021; Letouzé ve Gasquez, 2003).

Türkiye'de *A. myosuroides*'in dayanıklılığı ile ilgili ilk çalışma 2001 yılında yapılmış ve bu yabancı otun buğdayda ACCase inhibitörü olan clodinafop-propargyl aktif maddesine karşı dayanıklı olduğu tespit edilmiştir (Nemli ve Temel, 2003).

*Alopecurus myosuroides*'in mesosulfuron methyl+iodosulfuron-methyl-sodium+mefenpyr diethyl'e ilk dayanıklılığı 1984 yılında İngiltere'de, son dayanıklılığı ise 2019 yılında İspanya'da rapor edilmiştir (Heap, 2021).

Herbisitlere dayanıklılığın tespiti çeşitli yöntemlerle yapılabilmektedir. Herhangi bir yabancı ot türünde dayanıklılığa bazen birden fazla gen sebep olabilmekte ve bundan dolayı da hızlı ve doğru dayanıklılık tespitine önemle ihtiyaç duyulmaktadır. Bioassay metotları ile dayanıklılığın tespiti gerek tohumdan ve gerekse tüm bitkiden (Boutsalis, 2001) yapılabilmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, buğday ekim alanlarında verimi etkileyebilecek faktörleri üç ana grup içerisinde toplamak mümkündür. Bunlardan birincisi ekilen çeşit özelliği, ikincisi verimi etkileyecek çevresel faktörler,

üçüncüsü ise verimi azaltan faktörlerdir. Verimi azaltan faktörlerin başında yabancı otlar gelmektedir. Yabancı otlarla mücadele edilmesine rağmen %25-35 arasında değişen bir ürün kaybı yaşanmaktadır (Savary ve ark., 2000; Özer, 1993; Vencill ve ark., 1993). Buğdayda sorun olan yabancı ot türlerine baktığımızda bölgelere göre bazı değişiklikler göstermekle beraber dar ve geniş yapraklı birçok yabancı otun problem olduğu görülmektedir (Kordali ve Zengin, 2011; Mennan ve ark., 2002; Tepe, 1998; Uluğ ve ark., 1993). Buğdayda yabancı otlarla mücadelede diğer alternatif mücadele yöntemlerinin kullanılabilir olmamasından dolayı herbisitlerle kimyasal mücadele önemli ve kaçınılmaz hale gelmektedir. Yoğun ve yanlış uygulamalar gibi birçok bileşen etkisiyle, yabancı otlarda kullanılan herbisitlere etki sorunu ve beraberinde dayanıklılık olgusu meydana gelmektedir. Bu durum dünyada olduğu gibi (Tranel ve Wright, 2002) ülkemizde de üreticileri zorlamaktadır.

Tüm bu bilgiler ışığında bu çalışma ile; ülkemiz için önemli bir ürün olan buğdayda yabancı ot mücadelesinde herbisit kullanımı kaçınılmazdır ve çalışma ile de son zamanlarda etkinliğinde şikayetlerin arttığı ALS (Acetolactate synthase) inhibitörü mesosulfuron methyl+iodosulfuron-methyl-sodium+mefenpyr diethyl'e *A. myosuroides*'in olası dayanıklılık durumunun belirlenmesi ile alınabilecek önlemler noktasında yol haritasının oluşturulabilmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

### *Populasyonların Örneklenmesi*

*Alopecurus myosuroides* tohumları Samsun, Amasya, Ankara, Tokat ve Çorum illerine ait buğday arazilerinden mesosulfuron methyl+iodosulfuron-methyl-sodium + mefenpyr diethyl aktif maddesi ile herbisit uygulaması sonrası canlı kalan bireylerden olmak üzere 52 farklı lokasyondan ve tarlayı temsil edecek şekilde her bir tarlanın 5 farklı yerinden toplanmıştır (Çizelge 1). Lokasyonların belirlenmesinde TUİK, 2016 verilerine göre buğday üretiminin yoğun olarak yapıldığı bölgeler temel alınmış olup, herbisit etkinlik sorunun bulunduğu arazilerden örneklemelerin yapılmasına dikkat edilmiştir.

Çizelge 1. Örneklenen genotiplere ait coğrafik bilgiler

Örnek No	İl	İlçe	Populasyon	Koordinat	
1	Amasya	Göynücek	AMS-1	40° 21. 767'	35° 30. 715'
2			AMS-5	40° 46. 417'	35° 39. 401'
3		Merkez	AMS-2	40° 41. 387'	35° 46. 590'
4			AMS-6	40° 46. 310'	35° 39. 399'
5		Suluova	AMS-3	40° 49. 529'	35° 36. 421'
6			AMS-4	40° 46. 310'	35° 39. 399'
7			AMS-7	40° 49. 277'	35° 34. 140'
8		Taşova	AMS-10	40° 41. 915'	35° 47. 126'
9			AMS-8	40° 45. 384'	36° 20. 098'
10			AMS-9	40° 41. 469'	35° 46. 619'
11	Ankara	Haymana	HYMN-8	39° 20. 247'	32° 45. 796'
12			HYMN-12	39° 28. 171'	32° 43. 110'
13	Çorum	Alaca	ÇOR-1	40° 11. 515'	34° 49. 175'
14		Laçın	ÇOR-3	40° 46. 240'	34° 52. 540'
15		Merkez	ÇOR-4	40° 38. 230'	34° 52. 370'
16		Sungurlu	ÇOR-5	40° 27. 420'	34° 46. 220'
17	Samsun	Alaçam	SAM-19	41° 36. 162'	35° 36. 326'
18			SAM-20	41° 36. 166'	35° 39. 330'
19			SAM-5	41° 36. 162'	35° 36. 326'
20			SAM-6	41° 36. 106'	35° 36. 311'
21			SAM-7	41° 36. 096'	35° 36. 321'
22		Atakum	SAM-10	41° 19. 710'	36° 03. 055'
23			SAM-11	41° 19. 710'	36° 03. 055'
24			SAM-26	41° 19. 710'	36° 03. 055'
25			SAM-9	41° 19. 827'	36° 03. 072'
26		Bafra	SAM-17	41° 34. 543'	35° 53. 319'
27			SAM-18	41° 32. 470'	35° 53. 712'
28			SAM-3	41° 35. 283'	35° 54. 248'
29			SAM-4	41° 33. 626'	35° 54. 238'
30		Çarşamba	SAM-22	41° 19. 302'	36° 03. 125'
31			SAM-23	41° 12. 007'	36° 45. 043'
32		Havza	SAM-14	40° 58. 386'	35° 39. 366'
33			SAM-15	40° 64. 831'	35° 39. 574'
34			SAM-16	40° 58. 386'	35° 39. 366'
35			SAM-29	40° 58. 386'	35° 39. 366'
36			SAM-34	40° 59. 128'	35° 41. 475'
37			SAM-35	40° 58. 555'	35° 40. 501'
38			SAM-12	41° 09. 447'	36° 05. 092'
39		Kavak	SAM-13	41° 09. 786'	36° 05. 084'
40			SAM-28	41° 10. 487'	36° 05. 078'
41		Ondokuzmayıs	SAM-21	41° 30. 175'	36° 04. 980'
42			SAM-24	41° 30. 173'	36° 04. 981'
43			SAM-8	41° 30. 471'	36° 04. 941'
44		Vezirköprü	SAM-1	41° 61. 512'	35° 32. 154'
45			SAM-2	41° 56. 067'	35° 30. 896'
46			SAM-27	41° 60. 754'	35° 32. 221'
47			SAM-30	41° 84. 146'	35° 29. 728'
48	SAM-31		41° 83. 800'	35° 28. 511'	
49	SAM-32		41° 65. 219'	35° 28. 349'	
50	SAM-33		41° 82. 730'	35° 25. 201'	
51	Ladik		SAM-25	40° 54. 544'	35° 54. 107'
52	Tokat		Merkez	TKT-1	42° 17. 490'

### **Bioassay çalışmaları**

Dayanıklılık sorununu ortaya koyabilmek amacıyla örnekler ilk olarak bioassay testine tabi tutulmuşlardır. Bioassay çalışmaları 2 aşamalı olarak yürütülmüştür. Birinci aşama biotiplerin Moss ve ark., (1999) tarafından geliştirilen dayanıklılık tarama testinden geçirilmesini, ikinci aşama ise tarama testi sonunda dayanıklılık şüphesi bulunan biotiplerin detaylı değerlendirmeler için doz-etki analizine tabi

tutulmasını kapsamaktadır. İlk olarak; toplanan tohumlar soğuklanma ihtiyaçlarının karşılanması için +4 °C'de yaklaşık 3 ile 4 ay buzdolabında muhafaza edilmiştir. Ön çimlendirme işlemi için her bir populasyona ait *A. myosuroides* tohumları, 9 cm çapında ve içerisinde çift kat kurutma kâğıdı bulunan ve nemlendirilen, petrilere konularak +22 °C'deki inkübatöre yerleştirilmiştir (Şekil 1).



**Şekil 1.** Petride ön çimlendirme işlemi

Çimlenen tohumlar 4 tekerrürlü olacak şekilde tesadüf parselleri deneme desenine göre ve her bir saksıda 4 bitki olacak şekilde torf/kum karışımının bulunduğu 0.5 lt'lik saksılara şaşırtılmıştır. Sera koşulları 22/16 °C gündüz/gece ısısında, 12/12 aydınlatma periyodunda gerçekleştirilmiş ve bitkiler 3-4 yapraklı safhaya geldiğinde ilaçlamaya geçilmiştir. Çalışma kapsamında buğdayın kardeşlenme dönemi ve yabancı otların aktif büyümelerinin hızlı olduğu genç döneminde uygulanan 30 g/l mesosulfuron methyl+6 g/l iodosulfuron-methyl-sodium+90 g/l mefenpyr diethyl (Safener) (Atlantis Star) aktif maddesi ruhsat dozunda (25g/da+100 ml/da (biopower)) ve 3 atm sabit basınçla çalışan 8004 nolu yelpaze hüzmeli meme ile dekara 30 lt su hesabı ile uygulanmıştır. Uygulamadan sonraki 28. günde gözlemler alınmış ve % 0-100 skalasına göre değerlendirmeler yapılmıştır. Buna göre kontrolle kıyaslandığında 0 ile % 20 ölüm oranı yüksek dayanıklılık şüphesini, 21 ile % 60 orta seviyeli bir dayanıklılık şüphesini, 61 ile % 80 düşük dayanıklılık şüphesini ve 81 ile %100 ölüm oranı ise duyarlılığı ifade etmiştir. Deneme sonucunda

dayanıklılık şüphesi olan biotipler, doz etki ilişkilerini belirlemek amacıyla daha ileriki doz-etki denemelerine alınmıştır. Doz-etki çalışmalarında duyarlı bulunan biotiplerin dayanıklı/duyarlı olduğunu tespit etmek amacıyla herbisitlerin ruhsata esas dozu temel alınmak kaydıyla 0(kontrol), 0.5N, 1N, 2N, 4N, 8N ve 16N kat dozları ile ilaçlanmıştır. Bitkiler yukarıda verilen şekilde ve aynı şartlarda yetiştirilmiştir. Uygulamaların biotipler üzerine olan etkisi 7. ,14. ve 21. günlerde haftalık olmak üzere görsel değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Uygulamadan sonraki 28. günde denemeler sonlandırılmış ve yabancı otlar toprak hizasından saksılardan hasat edilmiştir. Hasat edilen yabancı otlar 70°C'de 72 saatlik kurutma periyodunun ardından tartılarak kuru ağırlıkları belirlenmiş, her bir yabancı ot türünün duyarlı ve dayanıklılığında şüphe edilen biotipler için ayrı ayrı aşağıda belirtilen şekilde doz-etki eğrileri oluşturulmuştur.

Doz-etki analizleri R paket programında ve aşağıda verilen Weibull modeline göre yapılmıştır (Ritz ve Streibig, 2005).

$$y = D \cdot \exp[-\exp(b \cdot \log(x) - \log(e))] \quad [1]$$

Bu formülde;

$Y$  biomass bitki<sup>-1</sup>,

$D$  üst limit,

$b, e$  tarafından belirlenen regrasyonun eğimi,

$e$  ED<sub>50</sub> (%50 etkili doz).

Yapılan analizler sonucunda bulunan ED<sub>50</sub> değerlerine göre tavsiye dozun iki katı dayanıklı olarak kabul edilmiştir. Ayrıca, dayanıklılık faktörü dayanıklı biyotiplerin ED<sub>50</sub>'nın duyarlı biyotiplerin ED<sub>50</sub>'nına oranlanmasıyla bulunmuştur. .

$$\text{Dayanıklılık katsayısı} = \text{ED}_{50}(\text{dayanıklı}) / \text{ED}_{50}(\text{duyarlı})$$

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### **Dayanıklılık sonuçları**

*Alopecurus myosuroides*'e ait dört farklı ilden 52 popülasyona karşı herbisitlerin ruhsat dozu esas alınarak yapılan ön dayanıklılık tarama sonuçlarında %ölüm oranları Çizelge 2'de verilmiştir. İlaçların %ölüm değerleri hesaplanırken her tekerrürün kontrol saksılarında bulunan 4 bitki esas alınarak %100 canlı kabul edilmiş ve buna göre her bir tekerrürdeki saksıda bulunan 4 bitkinin canlılık durumuna göre değerlendirilme yapılmıştır. Bunun sonucunda her bir

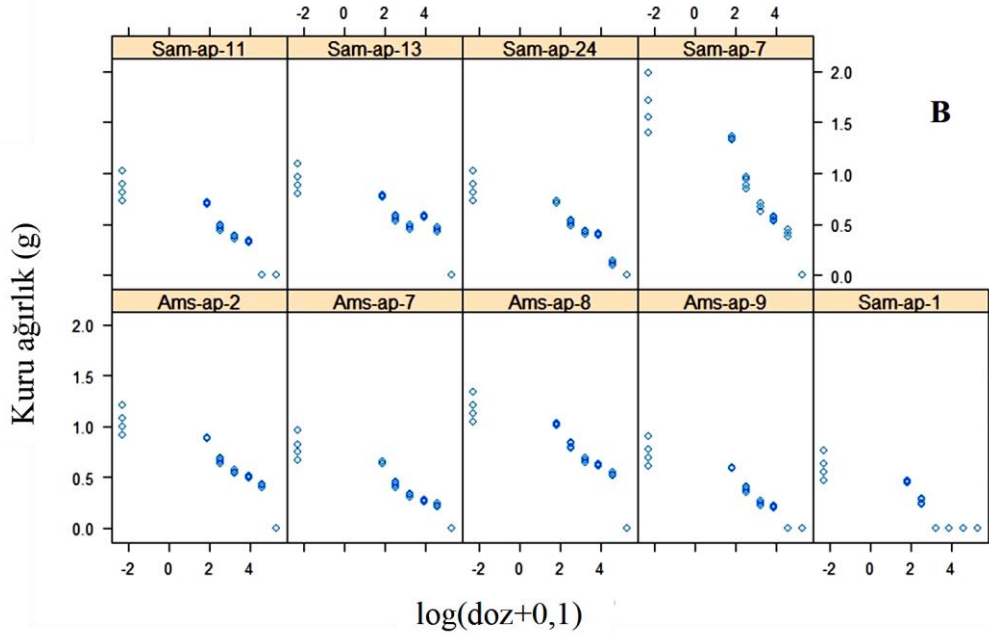
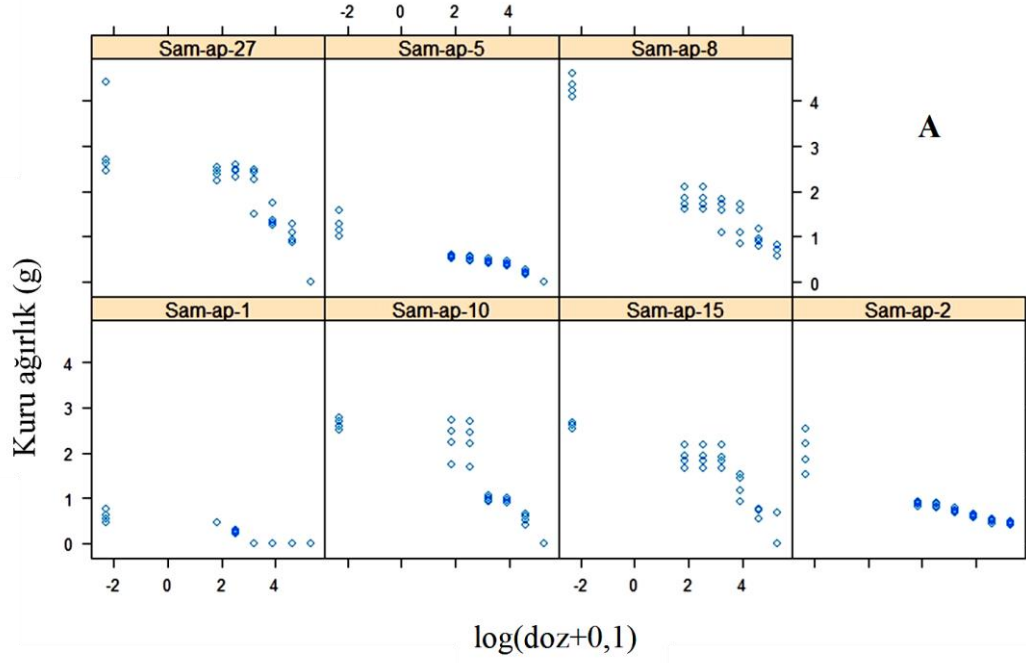
popülasyon için %ölüm değerleri hesaplanmıştır. mesosulfuronmethyl+iodosulfuron-methyl-sodium+mefenpyr diethyl'e Samsun ilinden alınan 10 popülasyon (SAM-2, SAM-5, SAM-7, SAM-8, SAM-10, SAM-11, SAM-13, SAM-15, SAM-24 ve SAM-27) ve Amasya iline ait 4 popülasyon (AMS-2, AMS-7, AMS-8 ve AMS-9) dayanıklılık şüphesi göstermiştir (Çizelge 2).

**Çizelge 2.** Ön dayanıklılık tarama testi sonucunda populasyonların % ölüm oranları

No	Populasyon	Ölüm oranları (%)	No	Populasyon	Ölüm oranları (%)
1	Sam-1	100	27	Sam-27	10
2	Sam-2	0	28	Sam-28	100
3	Sam-3	100	29	Sam-29	100
4	Sam-4	100	30	Sam-30	100
5	Sam-5	0	31	Sam-31	100
6	Sam-6	100	32	Sam-32	100
7	Sam-7	30	33	Sam-33	100
8	Sam-8	0	34	Sam-34	100
9	Sam-9	100	35	Sam-35	100
10	Sam-10	10	36	Çor-1	100
11	Sam-11	30	37	Çor-3	100
12	Sam-12	100	38	Çor-4	100
13	Sam-13	20	39	Çor-5	100
14	Sam-14	100	40	Ams-1	100
15	Sam-15	25	41	Ams-2	30
16	Sam-16	100	42	Ams-3	100
17	Sam-17	100	43	Ams-4	100
18	Sam-18	100	44	Ams-5	100
19	Sam-19	100	45	Ams-6	100
20	Sam-20	100	46	Ams-7	25
21	Sam-21	100	47	Ams-8	20
22	Sam-22	100	48	Ams-9	30
23	Sam-23	100	49	Ams-10	100
24	Sam-24	25	50	Tkt-1	100
25	Sam-25	100	51	Hymna-8	100
26	Sam-26	100	52	Hymna-12	100

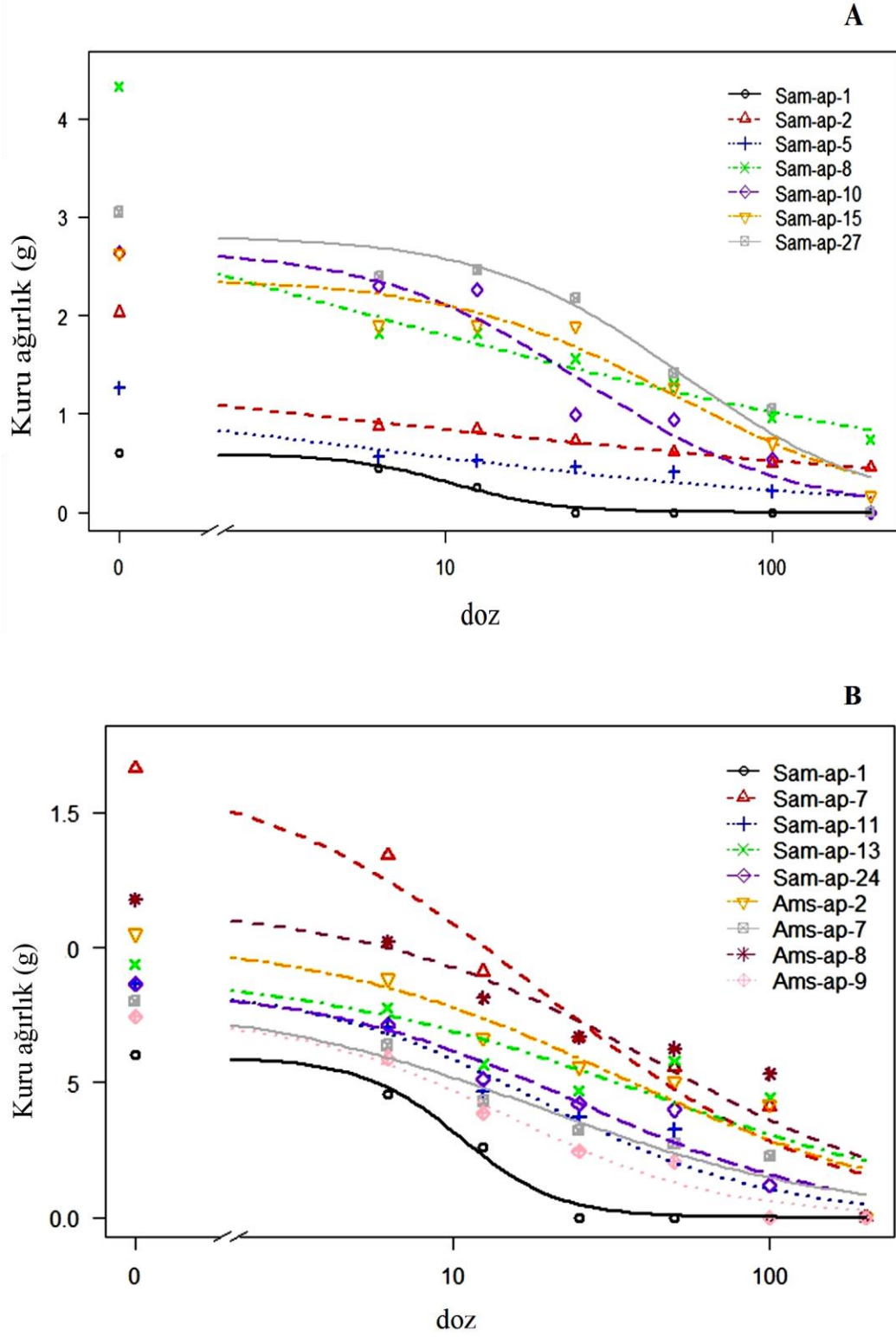
Ön dayanıklılık testi sonuçlarında %0-30 oranında görülen ölüm değerlerinin baz alınmasıyla doz etki çalışmalarına alınan 14 popülasyondan Samsun'dan 7 ve Amasya'dan 4 popülasyon olmak üzere 11 popülasyon doz etki sonuçlarına göre dayanıklı

bulunmuştur. R paket programından yararlanılarak farklı doz uygulamalarının tekerrürlere dağılımı (Şekil 2A,B), doz-etki eğrisi (Şekil 3A,B) ve dayanıklılık kat sayıları (Çizelge 3) belirlenmiştir



**Şekil 2.** Doz-etki çalışmalarında *A.myosuroides*'in değişik popülasyonlarına (A,B) uygulanan farklı mesosulfuron methyl+iodosulfuron-methyl-sodium+mefenpyr diethyl dozlarının uygulama tekerrürlerinde gösterdiği dağılım.





Şekil 3. Doz-etki eğrisi (A,B)

Çizelge 3 incelendiğinde SAM-7, SAM-10, SAM-11, SAM-13, SAM-15, SAM-24, SAM-27, AMS-2, AMS-7, AMS-8 ve AMS-9 populasyonlarının sırasıyla 6, 8, 6, 13, 16, 8, 16, 11, 6, 13 ve 5 Katsayılarıyla dayanıklı populasyonlar olarak belirlenmiştir.

Dayanıklılık şüphesiyle denemeye alınan SAM-2, SAM-5 ve SAM-8 populasyonları ise duyarlı populasyonlar olarak değerlendirilmiştir. İstatistiki analizde ayrıca önceden hassas olduğu belirlenen SAM-1 populasyonu da kontrol olarak kullanılmıştır. Dayanıklılık katsayıları incelendiğinde sonuçların aktif maddenin *A. myosuroides* indeksleri ile

benzerlik göstermekle birlikte, daha yüksek verilere de sahip olduğu görülmektedir (Keshtkar ve ark., 2015; Moss ve ark., 2009).

Bu konuda yapılan araştırmalar ile elde ettiğimiz bulgular karşılaştırıldığında mesosulfuron methyl + iodosulfuron methyl sodyum aktif maddesine karşı İngiltere, İsveç, Polonya, Fransa, Hollanda ve İspanya gibi ülkelerde de dayanıklılık oluşumu bildirilmiştir (Heap, 2021). Ayrıca çalışılan bölgelerde buğdayda *Bifora radians* ve *Galium aparine*'nin ALS inhibitörü herbisitlere dayanıklılık durumlarıyla da kıyaslandığında katsayılar çalışmayı destekler nitelikte bulunmuştur (Kaya Altop ve ark., 2017a, b).

**Çizelge 3.** *Alopecurus myosuroides* populasyonlarının mesosulfuron methyl+iodosulfuron-methyl-sodium+mefenpyr diethyl'e ED<sub>50</sub> değerleri ve dayanıklılık katsayıları.

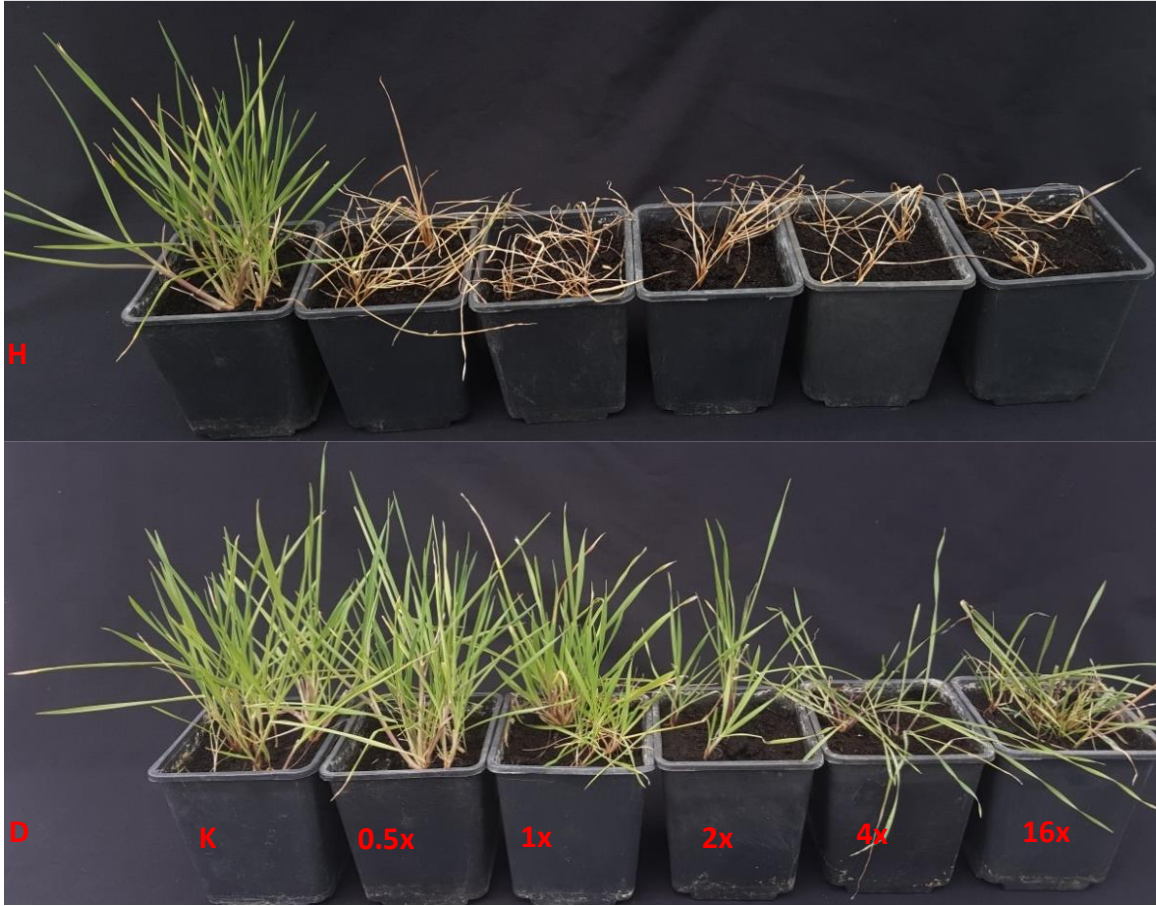
Populasyon No	Tahmin edilen ED <sub>50</sub>	Standart hata	ED <sub>50</sub> alt limit	ED <sub>50</sub> üst limit	R/S
Ams-2	33.85	6.00	22.02	45.67	11
Ams-7	19.26	4.12	11.14	27.39	6
Ams-8	43.46	6.83	30.01	56.91	13
Ams-9	15.07	2.66	9.83	20.31	5
Sam-1	10.61	1.58	2.82	18.20	3
Sam-11	18.93	3.21	12.60	25.26	6
Sam-13	41.43	9.57	22.58	60.28	13
Sam-24	24.85	4.74	15.52	34.18	8
Sam-7	19.04	1.87	15.36	22.72	6
Sam-10	26.26	2.98	20.38	32.14	8
Sam-15	50.51	9.33	32.11	68.91	16
Sam-2*	3.22*	2.03	-0.77	7.21	1*
Sam-27	52.96	6.20	40.74	65.19	16
Sam-5*	6.37	4.12	-1.75	14.49	2*
Sam-8*	3.92	1.31	1.34	6.51	1*

$Y=c+[d-c/1+e[b(\log(x)-\log(ED_{50}))]]$  4 parametrelı lojistik regresyon denklemine göre X. Uygulanan herbisit dozu, Y. X dozu uygulandıında elde edilen parametre seviyesi, b. Eğrinin eğimi, c. Alt limit, d. Üst limit (%95'lik güven aralığında), e ED<sub>50</sub>, R Dayanıklı, S Duyarlı, R/S Dayanıklılık oranı,

\* Duyarlı populasyon

Denemede hassas (SAM-8) ve dayanıklı (AMS-8) birer populasyonun mesosulfuron methyl+iodosulfuron-methyl-sodium+mefenpyr diethyl'e doz-etki çalışmasında farklı dozlarının etkilerinin 28. günün sonunda görülen genel durumu Şekil 4'de verilmiştir. Kontrole göre 0.5X, 1X (ruhsat dozu), 2X, 4X ve 16X kat dozlarda göstermiş oldukları etkiye bakıldığında hassas populasyonun ruhsat dozunun altında dahi ölürken, dayanıklı populasyonun ise 16

kat dozda canlılığını devam ettirdiği gözlenmiştir. 16 kat dozda yabancı otta canlılığın devamı, olası bir mutasyon olgusunu düşündürmektedir. Bu ise dikkatle takip edilmesi gereken bir olgudur ki nitekim *A. myosuroides*'in kontrol edilemeyen bir yabancı ot sorunu haline gelişine dikkat çeken farklı araştırma ve araştırmacılar da mevcuttur (Keshtkar ve ark., 2015; Lutman ve ark., 2013).



**Şekil 4.** Hassas (H) (SAM-8) ve Dayanıklı (D) (AMS-8) populasyonlarının mesosulfuron methyl+iodosulfuron-methyl-sodium+mefenpyr diethyl 'e doz-etki çalışmasında farklı dozlarının etkilerinin 28. günün sonunda görülen genel durumu.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Buğday ekim alanlarında dayanıklılık durumları farklı çalışmalarla ortaya konulmaya çalışılırken mevcut çalışma ile de ağırlıklı olarak orta Karadeniz bölgesinde konu ile ilgili araştırmalara yer verilmiştir. Bu bağlamda Amasya, Ankara, Çorum, Samsun ve Tokat buğday ekim alanlarından toplanan farklı *A. myosuroides* populasyonlarının sera koşullarında ALS inhibitörü herbisitlerden mesosulfuron methyl+iodosulfuron-methyl-sodium+mefenpyr diethyl'e muhtemel geliştirdikleri dayanıklılığın araştırıldığı çalışmada doz etki denemesine alınan 14 populasyonun 11'inin dayanıklılık gösterdiği ortaya konmuştur. Dayanıklılığın illere göre dağılımına bakıldığında Samsun'a ait çalışılan populasyonlardan 7'si (%70) dayanıklı bulunurken, Amasya örneklerinden doz etki denemesine alınan populasyonların tamamında (%100) ALS dayanıklılığına rastlanmıştır. Bu çalışma ile Amasya, Ankara, Çorum, Samsun ve Tokat gibi buğday

yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı yerlerde *A. myosuroides*'in çalışılan populasyonlarının yaklaşık %79'unun ALS inhibitörü olan mesosulfuron methyl+iodosulfuron-methyl-sodium+mefenpyr diethyl aktif maddesine karşı dayanıklılık gösterdiği belirlenmiştir. Bu bağlamda illere göre risk durumları değerlendirildiğinde, Samsun ve Amasya illerinde bu aktif maddenin kullanımına ilişkin gerekli önlemlerin alınması ve üreticilerin uyarılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir. Farklı etki mekanizmasına sahip herbisitlerin özellikle erken çıkış sonrası uygulama şansı olanlar, yıl içerisinde mutlaka bir kez entegre mücadele programlarına dahil edilmelidir. Herbisit uygulaması sonrasında mutlaka gözlem yapılmalı ve uygulama sonrası canlı kalan yabancı ot türleri mekanik yöntemlerle uzaklaştırılmalıdır. Buğday ekimi dışında herhangi bir kültür bitkisi yetiştiriciliğine müsait olan alanlarda zorunlu olarak rotasyon yapılmalıdır. Rotasyon ekim zamanını,

yabancı ot spektrumunu, toprak işleme tekniklerini, farklı herbisit uygulama şekillerini beraberinde getireceğinden dayanıklı populasyonların gelişmesini ve yayılmasını önlemektedir. Kültürel önlemler (geç ekim, derinden toprak işleme, temiz tohumluk

kullanımı, nadasa bırakmak) mutlaka devreye sokulmalıdır. Yurt içindeki tohumluk trafiğinin iyi denetlenmesi ve mutlaka temiz tohumluk kullanımına özen gösterilmesi gerekmektedir.

\*Bu çalışma yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

## KAYNAKÇA

- Anonim. (2017a). <http://www.tzob.org.tr/>, (Erişim tarihi: 15 Mart 2017)
- Anonim. (2017b). <http://ziraatdergi.gop.edu.tr/>, (Erişim tarihi: 19 Mart 2017)
- Boutsalis P. (2001). 'Syngenta Quick-Test: 'A rapid whole-plant test for herbicide resistance'', Weed Technology. 15(2): 257-263.
- Günçan A. (2010). Yabancı ot mücadelesi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Genişletilmiş ve İlave 2. Baskı, Konya, 278.
- Heap I. (2000). International survey of herbicide-resistant weeds, the occurrence of herbicides resistant weeds by country. <http://www.weedscience.org>
- Heap I. (2021). International survey of herbicide-resistant weeds. <http://www.weedscience.org>
- Holt JS. (1988). Reduced growth, competitiveness, and photosynthetic efficiency of triazine-resistant *Senecio vulgaris* from California. Journal of Applied Ecology. 25: 307-318.
- Kaya Altop E., Mennan H., Işık D. (2017a). Buğday ekim alanlarında sorun olan *Bifora radians* Bieb. (Kokarot)'ın ALS inhibitörü herbisitlere dayanıklılığının PCR temelli olarak belirlenmesi . Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi , 32(2): 153-163 .
- Kaya Altop E., Mennan H., Işık D., Hagnama K. (2017b). Asetolaktat sentetaz (ALS) inhibitörü herbisitlere *Galium aparine* L. (Dilkanatan) dayanıklılığı. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 34(3):, 91 - 99.
- Keshtkar E., Mathiassen SK., Moss SR., Kudsk P. (2015). Resistance profile of herbicide-resistant *Alopecurus myosuroides* (black-grass) populations in Denmark. Crop Protection. 69, pp. 83-89.
- Kordali Ş., Zengin H. (2011). 'Bayburt yöresinde arpa ekim alanlarında görülen yabancı otlar, yoğunlukları, yaygınlıkları ve topluluk oluşturma durumları üzerinde çalışmalar', Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 42(2): 117-131.
- Letouzé A., Gasquez J. (2003). Enhanced activity of several herbicide-degrading enzymes: a suggested Mechanism responsible for multiple resistance in black grass (*Alopecurus myosuroides* Huds). Agronomie. 23: 601– 608.
- Lutman PJW., Moss SR., Cook S., Welham SJ (2013). A review of the effects of crop agronomy on the management of *Alopecurus myosuroides*. Weed Research. 53: 299– 310.
- Mennan H., Işık D., Bozoglu M., Uygur FN. (2002). 'Economic thresholds of *Avena* spp. and *Alopecurus myosuroides* Huds. in winter wheat', Journal of Plant Diseases and Protection. 18: 375-381.
- Moss SR. (1987). Herbicide resistance in black-grass (*Alopecurus myosuroides*). Proceedings 1987 British Crop Protection Conference, Weeds. 3: 879-886.
- Moss SR., Clarke JH., Blair AM., Culley TN., Read MA., Ryan PJ., Turner M. (1999). The occurrence of herbicide-resistant grass-weeds in the United Kingdom and a new system for designating resistance in screening assays, Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference on Weeds. Hampshire, UK, 179–184
- Moss S., Perryman S., Tatnell L. (2009). Managing herbicide-resistant Blackgrass (*Alopecurus myosuroides*): Theory and Practice. Weed Technology. 21: 300-309.
- Nemli Y., Temel N. (2003). APP-resistant black-grass (*Alopecurus myosuroides*) in Turkey. 83-84.
- Özer Z. (1993). 'Niçin yabancı ot bilimi (Herboloji)?', Türkiye I. Herboloji Kongresi Bildirileri, 3-5 Şubat 1993, Adana, 1-7.
- Prado MD., De Prado R., Franco AR. (2004). Design and optimization of degenerated universal primers for the cloning of the plant acetolactate synthase conserved domains. Weed Science. 52: 487–491
- Ritz C., Streibig JC. (2005). Bioassay analysis using R. J. Statistical Software 12: 1-22
- Rubin B., Caseley JC., Cussans GW., Atkin RK. (1991). Herbicide resistance in weeds and crops, progress and prospects. In: Herbicide resistance in weeds and crops, (eds.). 387-414.
- Savary S., Willocquet L., Elazegui FA., Castilla NP., Teng PS. (2000). 'Rice pest constraints in tropical Asia: quantification of yield losses due to rice pests in a range of production situations', Plant Disease, 84: 357-369.
- Tepe I. (1998). 'Van'da buğday ürününe karışan yabancı ot tohumlarının yoğunluk ve dağılımları', Türkiye Herboloji Dergisi, 1(2): 1-13.
- TUİK (2016). <http://www.tuik.gov.tr/>, (Erişim tarihi: 13 Şubat 2016)
- TUİK (2020). <http://www.tuik.gov.tr/>, (Erişim tarihi: 20 Eylül 2020)
- Tranel PJ., Wright TR. (2002). 'Resistance of weeds to ALS-inhibiting herbicides: What have we learned', Weed Science. 50: 700–712.
- Uluğ E., Kadioğlu İ., Üremiş İ. (1993). 'Türkiye' nin yabancı otları ve bazı özellikleri'. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Ziraat Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana. Yayın No: 78, 513 s.
- Uygur FN., Önen H., Tursun N. (1999a). *Alopecurus myosuroides* Huds. İn: Türkiye'nin bazı önemli yabancı otları, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, No:38, Tokat. 225-226.

- Uygur FN., Kadioğlu İ., Boz Ö., Mennan H. (1999b). 'Yabancı otların ekonomik zarar eğiği ve Dünya ile Türkiye'deki uygulamaları'. Bitki Korumada Ekonomik Zarar Eđiđi Modelleri ve Uygulaması Workshop'u Bildirileri, 170- 225, Samsun.
- Vencill WK., Girayda LJ., Langdole GW. (1993). 'Soil moisture relations and critical period of *Cynodon dactylon* (L.) Pers. (coastal bermudagrass) competition in conservation-tillage cotton (*Gossypium hirsutum* L.)', Weed Research. 33: 89-96.

©Türkiye Herboloji Derneđi, 2021

Geliş Tarihi/ Received:Ekim/October, 2021  
Kabul Tarihi/ Accepted: Aralık/ December, 2021

**To Cite** : Boylu D. and Kaya Altop E. (2021) Determination of Herbicides Resistance in Blackgrass (*Alopecurus myosuroides* Huds. Turk J Weed Sci, 24(1):128-140.

**Alıntı İçin** : Boylu D. ve Kaya Altop E. (2021). Tilki Kuyruğu (*Alopecurus myosuroides* Huds.)'nda Herbisit Dayanıklılığının Belirlenmesi. Turk J Weed Sci, 24(2):128-140.