

Peiman MOLAEİ<sup>1</sup>  
Yıldız NEMLİ<sup>2</sup>

## ACCASE İnhibitörü Herbisitlere Dayanıklı ve Duyarlı *Avena sterilis* L. Popülasyonlarının Çimlenme Biyolojisi, Fenolojisi ve Genetiği Üzerine Araştırmalar

A Study on Germination Biology, Phenology and Genetic Diversity of Resistant and Sensitive Wild Oats (*Avena sterilis* L.) to ACCase Inhibitor Herbicides

<sup>1</sup>İğdir Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 76000 İğdir/Türkiye  
<sup>2</sup>Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 35100 İzmir/Türkiye  
e-posta: molaei.p59@gmail.com

Alınış (Received): 02.06.2014

Kabul tarihi (Accepted): 22.12.2014

### Anahtar Sözcükler:

*Avena sterilis*, Dayanıklı Biyotip, Çimlenme, Fenoloji, Genetik

### Key Words:

*Avena sterilis*, Resistant Biotype, Germination, Phenology, Genetic

### ÖZET

**B**u çalışmada, dört farklı lokasyona ait (Akdeniz, Marmara, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti ve İran) 8 duyarlı ve 4 dayanıklı olmak üzere toplam 12 kısır yabancı yulaf (*Avena sterilis* L.) popülasyonunun çimlenme biyolojisi, fenolojisi ve genetik yapısı incelenmiş ve karşılaştırılmıştır. Farklı sıcaklıklar arasında dayanıklı ve duyarlı kısır yabancı yulafın çimlenme yüzdesi bakımından önemli farklar bulunmuştur. Dayanıklı popülasyonların duyarlılara göre daha yüksek oranda çimlendikleri belirlenmiştir. Popülasyonlar arasında bitki fenolojisi açısından da istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Lokasyonlar içinde her dayanıklı kendi duyarlıları ile karşılaştırıldığında, İran ve Marmara lokasyonuna ait duyarlı popülasyonlar kendi dayanıklılarına göre daha erken çiçeklenmiş ve tohum bağlamışken, toprak üstü organlarının kuru ağırlığının da daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Oniki popülasyonun RAPD-PCR yöntemi ile akrabalık ilişkileri ayrıca saptanmaya çalışılmış ve dendogram oluşturulmuştur. Polimorfik primerlerden elde edilen toplam 21 PCR ürününden 17'si (% 80.9) polimorfik bulunmuştur. Moleküler parametre verilerine göre oluşan sınıflandırmada iki ana grup ve 4 alt grup meydana gelmiştir. Kısır yabancı yulafın dayanıklı ve duyarlı biyotipleri arasındaki genetik varyasyonların, bir popülasyon içindeki bireyler arasındaki varyasyondan daha yüksek olduğu görülmüştür.

### ABSTRACT

**I**n this study the germination biology, phenology and genetic diversity of four resistant and eight sensitive biotypes of *A. sterilis* belong to four locations (Marmara, Akdeniz, North Cyprus, Iran) was compared. The results indicated that the different temperatures have significant effect on the germination rate of the *A. sterilis* seeds. The resistant populations consistently displayed higher germination rate than the sensitive populations at all temperature. There were statistically significant differences among populations in terms of phenological stages. When the sensitive and resistance populations belonging to same locations compared, the flowering and seed maturity stages of the sensitive populations of Iranian and Marmara populations occurred earlier than their resistance populations. Also the dry weight of above-ground organs of sensitive populations was higher in Iranian and Marmara populations. The genetic diversity among the twelve populations were determined with RAPD-PCR and a dendogram was created. A total of 21 fragment were amplified, among which 17 (80.9 %) products were found to be polymorphic. The result of cluster analysis showed that the 12 biotypes classified into 2 groups which could be divided into 4 subgroups further. The genetic variation between different populations were generally larger than those within every population.

## GİRİŞ

Yabani yulaf türleri (*Avena sterilis* L. ve *Avena fatua* L.) tahıl alanlarının önde gelen dar yapraklı yabancı otları olup, Türkiye'nin hemen hemen tüm bölgelerinde yaygın ve yoğun olduğu bildirilmektedir (Kadioğlu 1989; Zengin 1996; Tepe 1998; Mennan et al., 2002). Türkiye'de yabancı yulafın ilaçlı mücadelesinde diclofop methyl, Fenoxaprop-p-ethyl ve clodinafop propargyl aktif maddeli herbisitler yaygın ve yoğun olarak kullanılmaktadır. Diclofop methyl, fenoxaprop-p-ethyl ve clodinafop propargyl, aryloxy phenoxy propionate (APP) grubu herbisitler olarak adlandırılıp, ACCase enziminin aktivitesini engelleyerek yağ sentezini inhibe etmektedir (Vencil, 2002). Dünyada bu grup herbisitlerin *A. sterilis*te ilk dayanıklılığı 1989 yılında Avustralya'da tespit edilmiştir (Preston and Strori, 1989). Doğu Akdeniz Bölgesi buğday alanlarında *A. sterilis*te fenoxaprop-p-ethyl ve clodinafop propargyl'e dayanıklılık 1994 ve 1998 yıllarında Türkiye'de ilk kayıt olarak geçmektedir (Uludağ et al., 2003).

Herbisitlere dayanıklılık olayı, dayanıklı bitkilerin ekolojik uyumu, popülasyon dinamiği ve dayanıklılığın gelişimi gibi bazı sorunları da beraberinde getirmektedir. Dayanıklı ve duyarlı yabancı otların ekolojik uyumu genellikle bu otların vejetatif büyüme aşamasında rekabet gücünün ölçümü ile belirlenmektedir. Oysa ki dayanıklılığın ekolojik uyuma etkisinin tam anlaşılması için bitkilerin genetiğinin, bunun yanında bu bitkilerin fenoloji, çimlenme biyolojisi, büyüme, gelişme ve üreme kabiliyetlerinin araştırılması gerekmektedir (Haigler et al., 1994). Gundel et al. (2008)'e göre herbisitlere dayanıklı ve duyarlı biyotiplerin ekolojik uyumuna ilişkin bilgiler, dayanıklılığın erken tahmininde ve yönetiminde önemlidir. Herbisitlere dayanıklı ve duyarlı yabancı otların büyüme ve gelişmesi ile ilgili yapılan çalışmalarda farklı sonuçların elde edilmesi dikkat çekmektedir. Bazı çalışmalarda dayanıklı, bazı kaynaklarda ise duyarlı biyotiplerde gelişme ve çoğalma da üstünlük görülmüştür. Park et al. (2004) tarafından yapılan bir çalışmada *Bromus tectorum*'un ALS inhibitörü herbisitlere dayanıklı biyotiplerinde, duyarlılara göre daha az biyomas ve tane oluşumu ile yaprak alanı bulunmuştur. Monokültür alanda yetiştirilen *Amaranthus retroflexus*'un ALS inhibitörü herbisitlere dayanıklı ve duyarlı biyotiplerinin toprak üstü organlarının kuru ağırlığı ve biyomas oluşumu açısından bir fark yok iken triazin ve ALS inhibitörü herbisitlere dayanıklı *A. blitoides* biyotiplerinin yaprak alanı duyarlılardan daha az bulunmuştur (Sibony ve Rubin, 2003). Bu sonuçlara karşın, O'Donovan et al. (1999) tarafından yapılan bir çalışmada, triallat/difenzoquat'a dayanıklı *A. fatua* biyotiplerinin duyarlı olanlara göre daha yüksek gövde

ağırlığına sahip olduğu ve daha fazla tohum oluşturduğu tespit edilmiştir. Literatürde herbisitlere dayanıklı ve duyarlı popülasyonlar arasında çimlenme biyolojisi açısından da önemli farklılıklar olduğu bildirilmektedir. Atrazin'e dayanıklı *A. retroflexus* ve *A. powillei* (Weaver and Thomas, 1986) ve sulfonylurea grubuna dayanıklı *Kochia* türlerinde (Dyer et al., 1993) çimlenmenin duyarlı popülasyonlara göre daha erken başladığı ve çimlenme hızı ve yüzdesinin yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Genetik çeşitlilik bir türün farklı iklim koşullarına adapte olma konusunda en önemli etkenlerden biridir (Hanif et al., 2008). Abbas et al. (2008) tarafından yapılan çalışmada *A. sterilis*'in genotipleri arasında yüksek oranda (%15- 81) genetik çeşitlilik saptanmıştır. Genetik çeşitliliği yüksek olan türler ve ırklar, zamana ve yere göre değişen çevre koşullarına daha başarılı uyum yapma yeteneğine sahip olduğu bilinmektedir (Işık, 1997).

Bu çalışmada farklı lokasyonlardan alınan herbisitlere dayanıklı ve duyarlı *A. sterilis* popülasyonlarının çimlenme biyolojileri, fenolojileri ve genetik yapılarının araştırılması ve karşılaştırılması amaçlanmıştır. Elde edilen bulguların dayanıklılığın yönetimi ve erken tahmininde önemli veriler oluşturacağı düşünülmektedir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmada dört farklı lokasyona ait (Akdeniz, Marmara, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti ve İran) ikişer duyarlı ve birer dayanıklı olmak üzere toplam 12 popülasyondan alınan *A. sterilis* tohumları kullanılmıştır. Kullanılan tohumların APP grubu herbisitlere karşı dayanıklılığı daha önceki çalışmalarla tespit edilmiştir. Saf tohum elde etmek için kurulan denemelerde; 4 farklı lokasyondan alınan ve dayanıklılığı daha önce tespit edilen *A. sterilis* popülasyonları elek ev koşullarında saksılarda yetiştirilmiştir. Kısır yabancı yulaf bitkileri 2-4 yapraklı döneme geldiğinde (BBCH skalasına göre no:13) İran popülasyonlarına 240 g/l clodinafop-propargyl içeren Topik 240 EC ticari herbisitinin tavsiye dozunun iki katı (40 ml/da) diğer popülasyonlara ise 100 g/l fenoxaprop-p-ethyl içeren Avestar 10 EC ticari herbisitinin tavsiye dozunun iki katı (150 ml/da) uygulanmıştır. Yaşamaya devam edenlerden tohum alınmıştır. Toplanan tohumlar, çalışmalar başlayınca kadar kavuzlarından ayrılıp buz dolabında 4 oC 'de saklanmıştır. Hem saksı, hem de laboratuvar denemelerinde *A. sterilis*'in büyük (1.tohum) tohumları kullanılmıştır. *A. sterilis*'in dayanıklı ve duyarlı biyotiplerinin popülasyon sayısı, alındığı lokasyon ve alındığı kaynaklar Çizelge 1'de görülmektedir.

**Çizelge 1.** Farklı lokasyonlardan alınmış dayanıklı ve duyarlı *A. sterilis* tohumları  
**Table 1.** The seeds of *A. sterilis* populations collected from different locations

Lokasyon	Duyarlı popülasyon sayısı	Dayanıklı popülasyon sayısı	Alındığı kaynak
Akdeniz	2	1	APP ve CHD gurubu herbisitlere dayanıklı (Uludağ et al., 2003).
Marmara	2	1	APP ve CHD gurubu herbisitlere dayanıklı (Türkseven, 2011).
KKTC *	2	1	APP ve CHD gurubu herbisitlere dayanıklı (Nemli et al., 2009)
İran	2	1	APP ve CHD gurubu herbisitlere dayanıklı (Zand et al., 2010)

\*; Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti

Saksı denemeleri Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'nde, elek evde ışığın ve iklimin homojen olduğu koşullarda kurulmuştur. Saksılara aynı zamanda ve aynı miktarda su verilmiş ve aynı zamanda diğer uygulamalar yapılmıştır. Saksılarda kullanılan toprağın kumlu tınlı bünyede ve toprağın PH'sinin ise 8.07 olduğu belirlenmiştir. Çimlendirme denemeleri ve mikroskop çalışmaları Ege Üniversitesi

Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Herboloji Laboratuvarı'nda, moleküler çalışmalar ise Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Herboloji Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Denemelerin kurulduğu İzmir Bornova Lokasyonuna ait iklimsel veriler (2011 yılının son iki ayı ve 2012 yılının ilk 5 ayı) Çizelge 2'de görülmektedir (DMİGM, 2012).

**Çizelge 2.** Günlük sıcaklık ve nem değerleri (DMİGM, 2012).  
**Table 2.** Daily temperature and humidity values (DMİGM, 2012).

Yıllar	Aylar	En yüksek sıcaklık °C	En düşük sıcaklık °C	Ortalama sıcaklık °C	Ortalama Nem %
2011	Kasım	15.6	7.3	11.19	54.2
2011	Aralık	14.3	7.5	10.6	68.4
2012	Ocak	10	4.1	6.8	67.9
2012	Şubat	11.3	4.2	7.5	67
2012	Mart	16	7	11.5	57.9
2012	Nisan	22.4	13.2	16.9	58.7
2012	Mayıs	25.3	16	20.4	62.9

#### **Farklı sıcaklıkların tohum çimlenmesine etkisi:**

Tohum çimlendirme denemeleri 0, 5, 10, 15, 20, 25 ve 30 0C sabit sıcaklığa ayarlı inkubatörde yürütülmüştür. Her bir biyotipe ait dormansileri kırılmış (tohumlar 6 ay boyunca buzdolabında tutulmuştur) 20 tohum 9 cm çapında petri kaplarında filtre kağıtlar üzerine yerleştirilmiştir. Başlangıçta her petriye 5 ml distile su verilmiş ve ihtiyaç duyduğunda sulama tekrarlanmıştır. Petriler 24 saat arayla kontrol edilmiş, radikula 5 mm olduğunda tohum çimlenmiş kabul edilmiştir. Bu gözlemler 21 gün devam etmiş, bunun sonunda çimlenmemiş olan tohumların canlılıklarının tespiti için %1'lik giberillik asit ile test edilmiştir (Sibony ve Rubin, 2003; Park et al., 2004). Dayanıklı ve duyarlı biyotiplerin her sıcaklıkta ayrı ayrı çimlenme yüzdeleri belirlenmiştir. Çimlenme testi denemeleri, tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuş ve her sıcaklık için iki kez tekrarlanmıştır.

#### **Fenolojik gözlemler:**

Dört farklı lokasyona ait birer dayanıklı ve ikişer duyarlı olmak üzere toplam 12 *A. sterilis* popülasyonunda fenolojik gözlemler yapılmıştır. Bunun için 18 cm çapında saksılar kullanılmış, her saksıda beşer bitkinin gelişimine izin verilerek bitki gelişme aşamaları BBCH Skalasına (Lancashire et al., 1991) göre değerlendirilmiştir. Ayrıca bazı morfolojik özellikleri (bitki boyu, panikula uzunluğu ve bitkinin kuru ağırlığı) incelenmiştir. Deneme elek ev koşullarında tesadüf parselleri deneme desenine göre 5 tekerrürlü olarak kurulmuştur.

**Genetik çalışmalar:** Farklı lokasyonlardan alınan dört dayanıklı ve sekiz duyarlı Kısır yabani yulaf popülasyonunda RAPD-PCR yöntemi kullanarak akrabalık ilişkileri saptanmıştır. Değerlendirmeler birey bazında yapılmıştır. KTA popülasyonundan 2 birey, diğer popülasyondan ise dörder birey değerlendirmeye alınmıştır. Farklı lokasyonlardan toplanan örnekler

kontrollü şartlarda yetiştirilip, bitkiler 2-4 yapraklı döneme geldiklerinde DNA ekstraksiyonu için 100 mg yeşil aksamı hasat edilmiştir. DNA ekstraksiyon uygulaması DNeasy bitki mini DNA kiti protokolüne uygun olarak gerçekleştirilmiştir (Karp et al., 1997). RAPD analizinde uygulama koşullarının optimizasyonunu sağlamak için genomik DNA, random primer,

MgSO<sub>4</sub>, dNTP, Taq DNA polimeraz konsantrasyonları yapılan ön çalışmalarla desteklenmiş ve toplam hacim 25 µl olacak şekilde PCR tüpleri içerisindeki reaksiyon ortamı oluşturulmuştur. RAPD analizinde, her popülasyondan alınan her bir örnekte 5 farklı primer ile çalışılmıştır. Çalışmada kullanılan primerler ve bunlara ait bilgiler Çizelge 3'te verilmiştir.

**Çizelge 3.** RAPD analizinde kullanılan primerlere ait bilgiler  
**Table 3.** The data of Primers used for the RAPD analyses

Primer	Baz dizisi 5'→3'	A260	O.D	M.A	µg/µl	pmol/µl	Baz sayısı
A07	GAAACGGGTG	0,083	5,0	3117	0.164	52.7	10
OPAE12	GTTGGGATCC	0.125	7.5	3019	0.248	82.0	10
OPG 06	GTGCCTAACC	0.131	7.9	2988	0.259	86.8	10
A20	CCGAGCAATC	0.125	7.5	2997	0.248	82.6	10
OP-A20	GTTGCGATCC	0.121	7.3	3019	0.240	79.4	10

PCR sonrası oluşan DNA parçalarının analizi için % 2'lik agaroz jel kullanılmış ve jel görüntüleme cihazı yardımıyla jelde oluşan DNA bantlarının fotoğrafları çekilmiştir. Bantların bant büyüklükleri bilgisayara var (1) ya da yok (0) şeklinde girilmiştir. Elde edilen veriler, IBM SPSS Statistics 20 (for Windows) istatistiksel paket programında "hierarchical clustering" kümeleme programının uzaklık matrislerini temel alan UPGMA (Jaccard' a göre) algoritması kullanılarak popülasyon ve bireylere ait dendrogram çizilmiştir (Karp et al., 1997).

**İstatistik analizler;** Gerek fenoloji gerekse çimlenme denemelerinden elde edilen veriler dikkate alınarak SAS paket programlarında Tukey çoklu karşılaştırma testine tabi tutularak, yapılan uygulamalar arasındaki farklar ortaya konulmuştur (SAS Institute, 1997). Moleküler çalışmalardan elde edilen veriler IBM SPSS Statistics 20 (for Windows) istatistiksel paket programı kullanılarak analiz edilmiştir (Karp et al., 1997).

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Kısır yabancı yulafın mücadelesine yönelik strateji geliştirilmesinde yardımcı olabileceği düşüncesi ile herbisitlere dayanıklı ve duyarlı popülasyonlar arası çimlenme farklılıkları incelenmiş ve farklı sıcaklıkların tohum çimlenmesine etkileri araştırılmıştır. Çizelge 4 ve Çizelge 5'de görüldüğü gibi 5 °C sıcaklıkta Akdeniz lokasyonuna ait dayanıklı ve duyarlı popülasyonlarda herhangi bir çimlenme olmamıştır. Marmara grubunda ise sadece dayanıklı popülasyon (AV-15) ve bu grubun içinde değerlendirilen Bornova popülasyonunda (Br.) çimlenme gerçekleşmiştir. KKTC grubunun duyarlı (KH-1 ve KH-2) ve dayanıklı (KD) popülasyonlarında

5 °C sıcaklıkta %61- 80 oranlarında çimlenme görülmüştür. Ancak çimlenme yüzdesi dayanıklı popülasyonda daha yüksek (%80) bulunmuş ve istatistiksel olarak farklı bir grupta (b) yer almıştır (Çizelge 4 ve Çizelge 5). İran lokasyonunda çimlenme yüzdesi açısından dayanıklı (G-24) ve duyarlı (GH-45 ve GH-46) popülasyonlar aralarında istatistiki bir fark olmamış ve yakın gruplar (a ve ab) oluşturmuştur. Bu sıcaklıkta (5 °C) en yüksek çimlenme yüzdesi (%98-100) İran lokasyonuna ait dayanıklı popülasyonda (G-24) tespit edilmiştir (Çizelge 4 ve Çizelge 5). On ile yirmibeş derece sıcaklıklar arasında, Marmara lokasyonuna ait dayanıklı (AV-15) ve duyarlı (Br.) popülasyonlar ve Akdeniz lokasyonuna ait dayanıklı (AKR-2) popülasyon %90-100 arasında çimlenme göstermiş ve istatistiksel olarak benzer gruplar (a ve ab) oluşturmuştur. Marmara ve Akdeniz'e ait diğer popülasyonlarda ise 10-25 °C'lerde çimlenme yüzdesi genellikle %90'nın altında olmuştur. Otuz derece sıcaklıkta ise tüm popülasyonların çimlenme yüzdesinin azaldığı tespit edilmiştir. Bu sıcaklıkta İran popülasyonlarında herhangi bir çimlenme görülmemiştir. KKTC popülasyonları ise çok düşük (%9-25) bir çimlenme göstermiştir. Ancak yine dayanıklı popülasyonun çimlenme oranı (%21-25) duyarlılardan daha yüksek bulunmuştur. Otuz derece sıcaklıkta en yüksek çimlenme yüzdesi (%81-86) Akdeniz bölgesine ait dayanıklı popülasyonda tespit edilmiş ve gerek kendi duyarlıları ile gerekse diğer popülasyonlarla ayrı bir grupta (a) yer almıştır (Çizelge 4 ve Çizelge 5). Dört lokasyondan alınan kısır yabancı yulaf popülasyonları arasında farklı sıcaklıklarda çimlenme yüzdesi bakımından istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur. Ekotipler arasında çimlenme hızı ve çimlenme yüzdesi bakımından

büyük varyasyonların olduğu diğer araştırmacılar tarafından da rapor edilmiştir (Nordborg and Belgelson, 1999; Saeidnejad et al., 2012). Bu çalışmada farklı sıcaklık derecelerinde (5, 10, 15, 20, 25, 30 °C) dayanıklı popülasyonlar genellikle kendi bölgelerinden elde edilen duyarlılara göre daha yüksek çimlenme yüzdesi göstermiştir (Çizelge 4). Paralel olarak kurulan denemede de benzer sonuçlar elde edilmiştir (Çizelge 5). Bu çalışmada da elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile örtüşmektedir (Weaver and Thomas, 1986; Dyer et al., 1993). Farklı sıcaklık derecelerinde dayanıklı

tohumların daha yüksek oranda çimlenmesi, DNA sentezinde görev alan isoleucine ve valine'nin dayanıklı tohumlarda yüksek miktarda bulunması, bunun da özellikle düşük sıcaklık derecelerinde hücre bölünmesi ve gelişiminin hızlanmasını, dolayısıyla çimlenmeyi teşvik edebileceği düşünülmektedir (Dyer et al., 1993). Dayanıklı biyotiplerin daha fazla çimlenmeleri, daha fazla alan kaplamalarına, ve farklı sıcaklık derecelerinde çimlenebilmeleri ise farklı iklim koşullarında çimlenme avantajı sağlamaktadır (Andersson and Milberg, 1998).

**Çizelge 4.** Bazı sıcaklıkların *A. sterilis*'in dayanıklı ve duyarlı popülasyonlarında tohum çimlenmesine yüzde etkisi ve istatistik değerleri (I.deneme)

**Table 4.** Germination rate of resistant (R) and susceptible (S) *A. sterilis* biotypes in different temperature and their statistical groups (experiment I)

	Marmara				Akdeniz			K.K.T.C			İran		
	Br.	KNT	AV-15 *	KRL-3	KTA	AKR-2 *	KH-1	KH-2	KD *	G-45	G-46	G-24*	
5 °C	62 cd	-	52 d	-	-	-	70 c	67 c	80 b	94 a	91 a	98 a	
10 °C	95 ab	75 e	91 b	81 cd	91 b	98 a	75 e	65 f	82 cd	93 b	86 bc	100 a	
15 °C	99 a	71 d	94 ab	79 cd	71 d	99 a	74 cd	66 cd	78 cd	90 b	88 b	100 a	
20 °C	100 a	52 f	95 a	84 bc	81 bc	99 a	55 f	71 cd	69 d	60 ef	50 f	90 ab	
25 °C	96 a	69 e	94 ab	83 bc	84 bc	100 a	71de	74 d	81 cd	75 cd	75 cd	81 cd	
30 °C	63 bc	46 cd	66 ab	76 b	50 cd	81 a	9 e	10 e	21 d	-	-	-	

\* Dayanıklı popülasyon

**Çizelge 5.** Bazı sıcaklıkların *A. sterilis*'in dayanıklı ve duyarlı popülasyonlarında tohum çimlenmesine yüzde etkisi ve istatistik değerleri (II.deneme)

**Table 5.** Germination rate of resistant (R) and susceptible (S) *A. sterilis* biotypes in different temperature and their statistical groups (experiment II)

	Marmara				Akdeniz			K.K.T.C			İran		
	Br.	KNT	AV-15 *	KRL-3	KTA	AKR-2 *	KH-1	KH-2	KD*	G-45	G-46	G-24 *	
5 °C	49 d	-	49 d	-	-	-	61 cd	71 c	80 b	89 ab	81 ab	100 a	
10 °C	96 ab	86 cd	100 a	88 bc	76 e	100 a	60 f	80 de	76 e	90 bc	85 cd	100 a	
15 °C	98 a	74 d	100 a	88 c	79 cd	94 ab	74 d	66 de	78 cd	76 cd	73 d	100 a	
20 °C	100 a	58 de	98 a	89 b	79 bc	99 a	45 e	78 bc	55 de	59 de	55 de	71 c	
25 °C	98 a	70 ef	100 a	85 bc	86 bc	96 a	62 f	63 f	76 de	74 de	73 de	84 cd	
30 °C	64 b	25 d	68 b	71 b	41 c	86 a	17 e	11 e	25 d	-	-	-	

\* Dayanıklı popülasyonlar

Farklı lokasyonlara ait dayanıklı ve duyarlı *A. sterilis* popülasyonlarının fenolojilerinin değerlendirilmesinden elde edilen sonuçlara bakıldığında, bitki gelişim sürecinin popülasyonlara göre 155-169 gün sürdüğü tespit edilmiştir. KKTC lokasyonuna ait popülasyonlarda bitki gelişiminin ilk aşamadan itibaren diğer lokasyonlara göre bir hızlanma kaydedilmiştir. Nitekim KKTC popülasyonları ekimden 18 gün sonra iki yapraklı döneme girmişken diğer popülasyonlar bu aşamaya 25 Ekimde ulaşmıştır. Gelişim aşamalarındaki bu ilerlemenin diğer aşamalar-

da da devam ettiği ve KKTC'nin dayanıklı ve duyarlı popülasyonlarının gelişim aşamalarını 155 günde tamamladığı tespit edilmiştir. Marmara lokasyonuna ait duyarlı popülasyonlarda da bitkilerin gelişim aşamalarının 155 gün içinde tamamlandığı görülmüştür. Bunlara karşın, Akdeniz lokasyonuna ait tüm popülasyonlarda ve Marmara ve İran lokasyonuna ait dayanıklı popülasyonlarda bitkilerin tohum olgunlaşması 169. günde gerçekleşmiştir (Çizelge 6). Dört farklı lokasyona ait dayanıklı ve duyarlı kısır yabancı yulaf popülasyonunun bitki gelişim süreçleri açısından

aralarındaki fark istatistiksel ( $p < 0.001$ ) olarak önemli bulunmuştur. Morfolojik parametreler genellikle farklılıkların ve genetik yakınlıkların belirlenmesinde kullanılmaktadır. Birçok yabancı ot türünde de fenolojik farklılıkların biyotip veya ekotip olarak değerlendirildiği bildirilmektedir (Tasrif et al., 2004). Lokasyonlar içinde her dayanıklı popülasyon kendi duyarlıları ile karşılaştırıldığında, İran ve Marmara lokasyonuna ait duyarlı popülasyonlar kendi dayanıklılarına göre daha erken çiçeklenmiş ve tohum bağlamış ve bu bakımdan ayrı istatistiki gruplar da yer almıştır. Marmara bölgesine ait duyarlı popülasyonlarda da çiçeklenme dayanıklıya göre 9 gün,

İran lokasyonunda ise 11 gün daha erken başlamış ve buna bağlı olarak duyarlı popülasyon daha hızlı bir gelişim göstermiş ve fenolojik dönemlerini daha erken tamamlamıştır. Akdeniz lokasyonunu temsil eden dayanıklı ve duyarlı popülasyonlar bitki gelişim açısından birbirlerine yakın bir gelişme göstermiş ve aynı günlerde aynı fenolojik aşamalarda olduğu saptanmış ve istatistiksel olarak aynı grupta (a) yer almıştır. KKTC popülasyonlarında ise benzer durum görülmüş ve bu lokasyona ait dayanıklı ve duyarlı popülasyonlar arasında gelişim süreçleri bakımından önemli bir fark görülmemiştir (Çizelge 6).

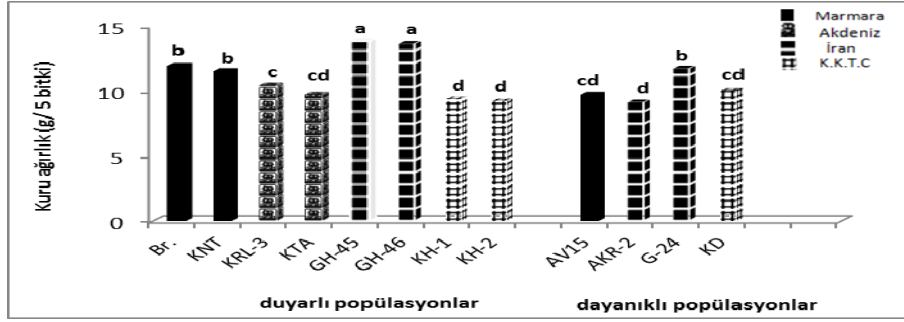
**Çizelge 6.** Farklı lokasyonların duyarlı ve dayanıklı *A. sterilis* popülasyonlarının gelişme evrelerinin karşılaştırılması  
**Table 6.** Some growth stages of resistant (R) and sensitive (S) *A. sterilis* populations belong to different locations

	Marmara			Akdeniz			K.K.T.C			İran		
	Br.	KNT	AV-15 *	KRL-3	KTA	AKR-2 *	KH-1	KH-2	KD *	GH-45	GH-46	G-24*
<b>Gelişme aşamaları</b>	<b>Gün</b>											
İki yapraklı dönem	25 a	25a	25 a	25 a	25 a	25 a	18 b	18 b	18 b	25 a	25 a	25 a
Kardeşlenme başlangıcı	40 c	40 c	45b	55 a	55 a	55 a	40 c	40 c	40 c	55 a	55 a	55 a
Kardeşlenme sonu	70 b	70 b	70 b	80 a	82 a	80 a	70 b	70 b	70 b	81 a	81 a	81 a
Sapa kalkma	90 c	90 c	90 c	90 c	90 c	95 b	84 d	84 d	84 d	90 c	90 c	98 a
Bayrak yaprak dönemi	100 c	100 c	109 b	109 b	109 b	109 b	95 d	98 c	98 c	109 b	109 b	121 a
Çiçeklenme başlangıcı	121 b	121 b	130 a	129 ab	129 ab	129 ab	109 c	109 c	109 c	121 b	121 b	132 a
Süt olum	140 c	142 c	150 a	148 ab	148 ab	148 ab	136 d	138 cd	136 d	140 c	142 c	149 a
Hasat (tohum olgunlaşma)	155 c	155 c	169 a	169 a	169 a	169 a	155 c	155 c	155 c	160 b	160 b	169 a

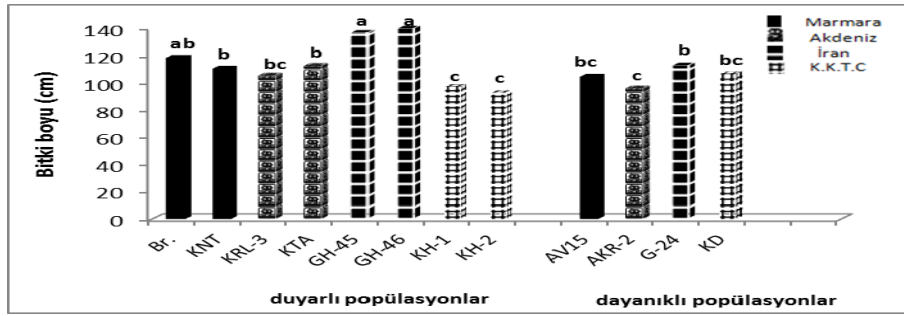
\*Dayanıklı biyotip

Popülasyonlar arasında bitki boyu, panikula uzunluğu ve toprak üstü organlarının kuru ağırlığıda değerlendirilmiştir. İran lokasyonuna ait duyarlı popülasyonların bitki boyu, panikula uzunluğu ve toprak üstü organlarının kuru ağırlığı diğer popülasyonlardan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Şekil 1, 2 ve 3). En düşük bitki boyu ise KKTC lokasyonuna ait duyarlı popülasyonlarda ve Akdeniz bölgesinin dayanıklı popülasyonunda görülmüş ve farklı grupta yer almıştır (Şekil 2). Coğrafik olarak izole olan bölgelerde aynı türün ekotiplerinin olduğu ve morfolojik varyasyonların görüldüğü bildirilmektedir (Sterling et al., 2000). Lokasyonlar içinde her dayanıklı kendi duyarlıları ile karşılaştırıldığında, İran ve Akdeniz lokasyonlarına ait duyarlı popülasyonların bitki boyu ve toprak üstü organlarının kuru ağırlığı kendi dayanıklı popüla-

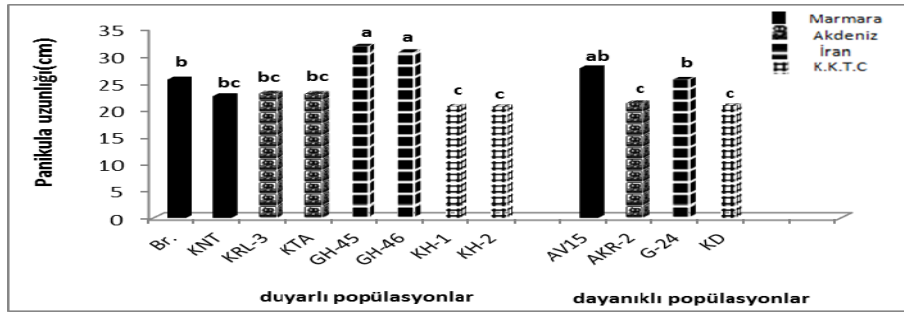
yonlarından daha yüksek bulunmuş ve farklı istatistiki gruplar oluşturmuştur (Şekil 1; Şekil 2; Şekil 3). Herbisitlere dayanıklı biyotiplerin duyarlılara göre daha az biyomas oluşturduğu ve daha az ekolojik uyuma sahip olduğu daha önceki çalışmalarda da tespit edilmiştir (Holt, 1988; Park et al., 2004). Bitki fenolojisinde olan bu farklılık çıkış sonrası herbisitlerin başarısını etkileyebileceği düşünülmektedir. Radosevich and Holt (1982), triazin'e dayanıklı *Senecio vulgaris* ve *Amaranthus retroflexus* popülasyonlarının fotosentez hızında bir düşüş saptamıştır. Bitkilerin fotosentez hızında olan azalma bitkinin gelişme hızının azalmasına neden olabilmektedir. Bu azalma rekabet ortamında daha da bariz bir şekilde görülmüştür (Conard and Radosevich, 1979).



Şekil 1. Sekiz duyarlı ve dört dayanıklı *A. sterilis* popülasyonunda toprak üstü organların kuru ağırlığının karşılaştırılması  
Figure 1. Shoot dry weight of eight sensitive and four resistant biotypes of *A. sterilis*



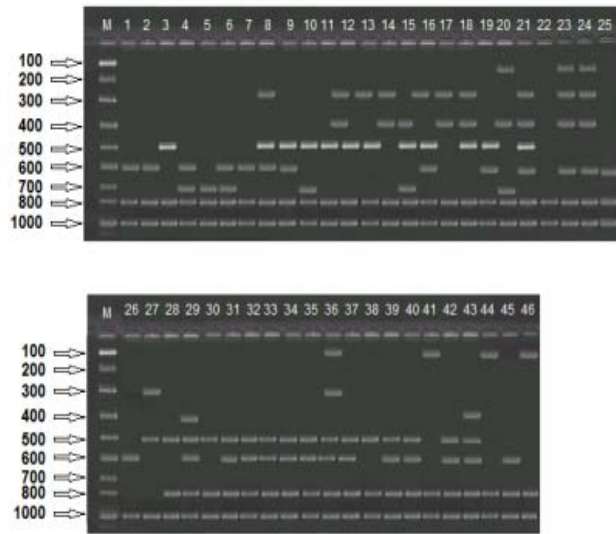
Şekil 2. Sekiz duyarlı ve dört dayanıklı *A. sterilis* popülasyonunda bitki boylarının karşılaştırılması  
Figure 2. Plant height of eight sensitive and four resistant biotypes of *A. sterilis*



Şekil 3. Sekiz duyarlı ve dört dayanıklı *A. sterilis* popülasyonunda panikula uzunluğunun karşılaştırılması  
Figure 3. Panicle height of eight sensitive and four resistant biotypes of *A. sterilis*

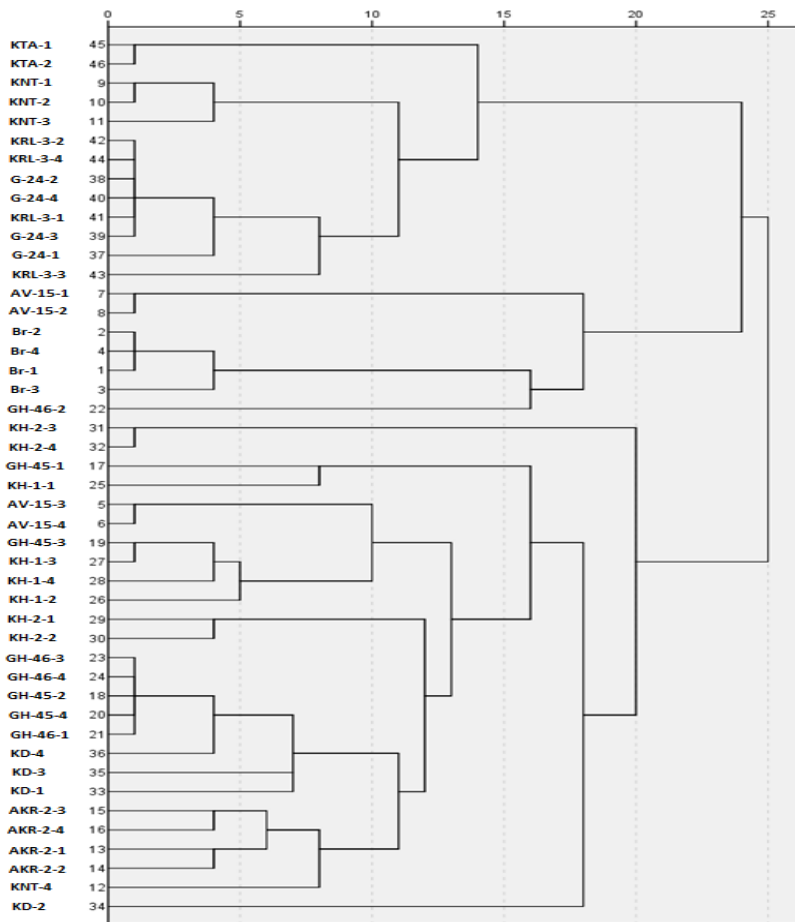
Farklı lokasyonlardan alınan 4 dayanıklı ve 8 duyarlı olmak üzere toplam 12 kısır yabancı yulaf biyotipine ait 46 birey 5 farklı RAPD primeri ile taranmıştır. Polimorfik primerlerden elde edilen toplam 21 PCR ürününden 17'si polimorfik bulunmuş ve çalışılan kısır yabancı yulaf bireylerinde polimorfizm oranı % 80.9 olarak saptanmıştır (Şekil 4). Moleküler parametre verileri neticesinde oluşturulan sınıflandırmada biyotipler arasında 2 ana grup olmak üzere 4 grubun olduğu tespit edilmiştir. Moleküler dendrogram sonuçlarına bakıldığında, en fazla kısır yabancı yulaf bireyi Grup A.1 ve B.2' de toplanmıştır. Grup A.1' de Akdeniz lokasyonuna ait iki duyarlı popülasyonun ve İran lokasyonuna ait dayanıklı popülasyonun bütün bireyleri ve Marmara lokasyonuna ait bir duyarlı popülasyonun 3 bireyi yer almıştır. Grup B.2'de ise

KKTC ve Akdeniz lokasyonuna ait dayanıklı popülasyonların bütün bireyleri, KKTC'nin iki duyarlı popülasyonunun 6 bireyi, İran'ın iki duyarlı popülasyonunun 7 bireyi ve Marmara bölgesine ait dayanıklı popülasyonun iki bireyi toplanmıştır (Şekil 5). Sonuçlardan anlaşıldığı üzere her popülasyona ait bireyler genelde aynı gruplarda yer almış ve kısır yabancı yulafın dayanıklı ve duyarlı biyotipleri arasındaki genetik varyasyonlar, bir popülasyon içindeki bireyler arasındaki varyasyondan daha yüksek bulunmuştur. Yabancı otların genotipleri arasındaki genetik ve fenotipik çeşitlilik; coğrafi lokasyonlar, farklı aktif maddeli ve farklı etki tarzlarına sahip herbisit uygulamaları, kullanılan herbisitlere karşı yabancı ot tarafından geliştirilen dayanıklılık nedeniyle meydana gelebilmektedir (Kaya, 2008).



**Şekil 4.** A07 Primeri kullanarak elde edilen PCR ürünlerinin agaroz jeldeki görüntüsü. 1-46: Kısır yabani yulaf bireyleri, M= 100 bç DNA moleküler ağırlık markeri

**Figure 4.** Amplification profile of an electrophoresis gel of the PCR products produced using primer A07. 1-46:A. sterilis individuals



**Şekil 5.** *A. sterilis* popülasyonlarının benzerlik matrisine göre akrabalık ilişkilerini gösteren dendrogram

**Figure 5.** Phylogenetic relationship dendrogram based on the similarity matrices of *A. sterilis*



Lokasyonlar içinde değerlendirme yapıldığında, KKTC lokasyonuna ait dayanıklı ve duyarlı popülasyonların bireyleri genel olarak (%83,33) aynı grupta yer almıştır. İran lokasyonunda duyarlı popülasyonların bireyleri (%87,5) aynı grupta (B.2) iken dayanıklı popülasyonun bütün bireyleri farklı ana grupta (A.2) toplanmışlardır. Yine Akdeniz bölgesinin duyarlı popülasyonları aynı grupta (A.1) dayanıklı ise farklı grupta (B.2) bulunmuştur. Marmara bölgesinde ise duyarlı popülasyona ait bireyler genellikle (3birey) A.1 grubunda iken dayanıklı popülasyonun bireyleri Grup B.2 (2 birey) ve Grup A.2'de (2 birey) toplanmıştır. Elde edilen bulgulara bakıldığında KKTC'nin dayanıklı ve duyarlı popülasyonları dışında kalan diğer lokasyonlardaki duyarlı ve dayanıklı popülasyonlar dendogram içerisinde ayrı gruplarda toplanmışlardır. Buradan anlaşılacağı gibi aynı ekolojik koşullarda ve aynı bölgede yetişmelerine karşın dayanıklı ve duyarlı biyotipler arasında genetik farklılıkların olması anlaşılmaktadır. Robin et al. (2010), herbisitlere dayanıklı ve duyarlı *Sonchus oleraceus* popülasyonları arasında genetik çeşitliliği incelemiş ve bu popülasyonlar arasında genetik çeşitliliğin yüksek bulunmasını, değerlendirilen popülasyonlar arasında dayanıklı popülasyonların sayısının fazla olduğu ile bağlantılı bulmuşlardır. Genetik çeşitliliği yüksek olan türler ve ırklar, zamana ve yere göre değişen çevre koşullarına daha başarılı uyum yapma yeteneğine sahiptir (Işık, 1997). Yabancı otlarda meydana gelecek genetik çeşitlilik bu otların kontrol ajanlarına karşı daha yüksek oranda dayanıklılık geliştirebilme ve mücadele olanaklarını zorlaştırabilmesine neden olmaktadır (Kaya, 2009).

## SONUÇ

Elde edilen sonuçlara göre farklı lokasyonlardan alınan dayanıklı ve duyarlı kısır yabancı yulaf popülasyonları arasında çimlenme yüzdesi ve fenolojik özellikleri bakımından önemli farklılıklar

bulunmuştur. Bu farklılıklar bitkilerin genetik özelliklerinde de tespit edilmiş ve popülasyonlar arasında yüksek oranda genetik çeşitlilik saptanmıştır. Birçok yabancı ot türünde fenolojik farklılıkların biyotip veya ekotip olarak değerlendirildiği bildirilmektedir. Birbirinden farklı iklim koşullarında yetişen kısır yabancı yulaf biyotiplerinin herbisitlere farklı düzeylerde dayanıklılık göstermesi söz konusu biyotiplerin genetik çeşitliliği ile bağlantılı olduğu düşünülmektedir.

Lokasyonlar içinde her dayanıklı kendi duyarlıları ile karşılaştırıldığında, dayanıklı popülasyonların duyarlılara göre daha yüksek oranda çimlendikleri anlaşılmıştır. İran ve Marmara lokasyonuna ait duyarlı popülasyonlar kendi dayanıklılarına göre daha erken çiçeklenip tohum bağlamışken, toprak üstü organlarının kuru ağırlığı da daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca dayanıklı ve duyarlı popülasyonlar arasında genetik varyasyonun yüksek olduğu da tespit edilmiştir. Herbisitlere dayanıklı ve duyarlı popülasyonlar arasındaki genetik farklılıkları bu popülasyonların fenolojik özelliklere yansımakta buna bağlı olarak büyüme ve gelişmelerini dolayısıyla ekolojik uyumunu etkilemektedir. Genetik çeşitliliği yüksek olan türler ve ırklar, zamana ve yere göre değişen çevre koşullarına daha başarılı uyum yapma yeteneğine sahiptir (Işık, 1997). Yabancı otlarda meydana gelecek genetik çeşitlilik bu otların kontrol ajanlarına karşı daha yüksek oranda dayanıklılık geliştirebilme ve mücadele olanaklarını zorlaştırabilmesine neden olmaktadır (Kaya, 2009). Lokasyonlar arası veya bir lokasyonun duyarlıları ile dayanıklı popülasyonları arasındaki çimlenme biyolojisi ve bitki fenolojisindeki ve genetiği arasındaki bu farklılıklar mücadele stratejilerinin belirlenmesinde büyük önem taşımaktadır. Özellikle kısır yabancı yulafın mücadelesinde ve dayanıklılığın önlenmesinde ve erken tahmininde elde edilen bulguların önem taşıdığı düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Abbas, S.J., S.R.U. Shah, G. Rasool, and I. Munir. 2008. Analysis of genetic diversity in genus *Avena*. Pakistan Journal Weed Science Research 14 (1-2): 33-41.
- Andersson, L. and R. Milberg. 1998. Variation in seed dormancy among plants, populations and years of seed collection. Seed Science Research 8: 29-38.
- Conard, S. G. and S.R. Radosevich. 1979. Ecological fitness of *Senecio vulgaris* and *Amaranthus retroflexus* biotypes susceptible or resistance to atrazine. Journal of Applied Ecology 16: 171-177.
- DMİGM, 2012, "İl ve ilçelerimize ait istatistiki veriler" [http://www.dmi.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler\\_istatistik.aspx](http://www.dmi.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler_istatistik.aspx) (Erişim: Ocak 2013).
- Dyer, W.E., E.K. Chee and P.K. Fay. 1993. Rapid germination of sulfonyleurea-resistant *Kochia scoparia* accessions is associated with elevated seed levels of branched chain amino acids, Weed Science 41: 18-22.
- Gundel, P.E., M.A. Martinez-Ghersaa and C.M. Ghersaa. 2008. Dormancy, germination and ageing of *Lolium multiflorum* seeds following contrasting herbicide selection regimes, European Journal of Agronomy 28(4): 606-613.

- Hanif, Z., Z.A. Swati, I. Khan Hassan, G.K.B. Marwat, A. Ali and M. Ishfaq Khan. (2008). RAPD and SSR analysis of wild oats (*Avena* species) from North West Frontier Province of Pakistan. *African Journal of Plant Science* 2 (11): 133-139.
- Haigler, W.E., B.J. Gossett, J.R. Harris and J.E. Toler. 1994. Growth and development of organic asenical-susceptible and -resistant Common cocklebur (*Xanthium strumarium*) biotypes under noncompetitive conditions. *Weed Tecnology* 8: 154-158.
- Holt, J.S. 1988. Reduced growth, competitiveness, and photosynthetic efficiency of triazine-resistant senecio vulgaris from California. *Journal of Applied Ecology* 25: 307-318.
- Holt, J.S. 1994. Genetic variation in life history traits in yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) from California. *Weed Science* 42: 378- 384.
- Hubner, R., H. Fykse, K. Hurle and S.S. Klemsdal. 1998. Morphological differences, molecular characterization and herbicide sensitivity of catch weed bedstew (*Galium aparine*) populations. *Weed Science* 51: 214-225.
- Işık K. 1997. Biyolojik çeşitlilik (Biodiversity). *Bilim ve Teknik.TÜBİTAK*. Ankara 30 (350): 84-87.
- Kadioğlu, İ. 1989. Çukurova buğday ekiliş alanlarında görülen yabancı yulaf (*Avena* spp.) türleri gelişme biyolojileri, buğday ile karşılıklı etkileşimleri ve kontrol olanakları üzerinde araştırmalar. Adana Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü Araştırma Yayınları Sergisi, Yayın No: 66, Ankara.
- Kaya, E. 2008. Farklı çeltik ekim alanlarından toplanan *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. (Darıcan) popülasyonlarının morfolojik ve genetik farklılığının saptanması, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Samsun 67 s.
- Karp, A., Kresovich, S., Bhat, K.V., Ayad, W.G. and Hodgkin, T., 1997, Molecular tools in plant genetic resources conservation: a guide to the technologies, International Plant Genetic Resource Institute, IPGRI Technical Bulletin No.2.
- Lancashire, P. H. Bleholder, T. Vanden Boom, P. Langeluddeke, R. Stauss, E. Weber and A. Witzemberger. 1991. A uniform decimal code for growth stages of crops and weeds, *Annals of Applied Biology* 9: 571-601.
- Mennan, H., D. Işık, M. Bozoğlu and F.N. Uygur. 2002. Economic thresholds of *Avena* spp. and *Alopecurus myosuroides* Huds. In winter wheat. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 18: 375-381.
- Nordborg, M., J. Bergelson. 1999. The effect of seed and rosette cold treatment on germination and flowering time in some *Arabidopsis thaliana* (Brassicaceae) ecotypes. *American Journal of Botany* 86 (4): 470- 475.
- O'Donovan, J.T., J.C. Newman, R.E. Blackshaw, K.N. Harker, D.A. Derksen and A.G. Thomas. 1999. Growth, competitiveness, and seed germination of triallate/difenzoquat-susceptible and -resistant wild oat populations. *Canadian Journal of Plant Science* 79: 303-312.
- Park, K.W., C.A. Mallory-Smith and G.W. Mueller-Warrant. 2004. Ecological fitness of acetate synthase inhibitor-resistant and -susceptible downy brome (*Bromus tectorum*) biotypes. *Weed Science*. 52: 768- 773.
- Preston, C and A. Storrie. 1989. "Group A/1 Resistant Steril Wild Oat (*Avena sterilis*) Australia: South Australia" <http://www.weedscience.org/Case/Case.asp?ResistID=21> (Erişim tarihi: 18 Aralık 2012).
- Puri A., G.E. MacDonald, W.T. Haller and M. Singh. 2007. Growth and reproductive physiology of fluridone-susceptible and -resistant hydrilla (*Hydrilla verticillata*) biotypes, *Weed Science* 55: 441-445.
- Radosevich, S.R. and J.S. Holt. 1982. Physiological responses and fitness of susceptible and resistant weed biotypes to tri-azine herbicides, Pages 163-183 in . H. LeBaron and J. Gressel, eds. *Herbicide Resistance in Plants*. John Wiley and Sons, New York, 163- 183.
- Robin, S., S.T. John-Sweeting, C. Preston, J. Baker, S. Walker and S. Widderick. 2010. Genetic diversity among ALS-inhibiting herbicide resistant and susceptible populations of *Sonchus oleraceus* L. (sowthistle) in Australia, Seventeenth Australian Weeds Conference, 281-284.
- Saeidnejad, A.H., M. Kafi, M. Pesarakli. 2012. Evaluation of cardinal temperatures and germination responses of four ecotypes of *Bunium persicum* under different thermal conditions, *International journal of agriculture and crop sciences* 4(17): 1266- 1271
- SAS Institute, SAS/ STAT software, 1997, Changes and enhancements, through release 6.12. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Sibony, M and B. Rubin. 2003. The ecological fitness of ALS-resistant *Amaranthus retroflexus* and multiple-resistant *Amaranthus blitoides*. *Weed Research* 43: 40-47
- Sterling, T.M., L.W. Murray and Y. Hou. 2000. Morphological variation among *Gutierrezia sarothrae* populations. *Weed science*, 48: 356- 365.
- Tasrif, A., A.S. Juraimi, J. Kadir, S. Napis and S.S. Sastroutomo. 2004. Morphological variation of ecotypes of *Echinochloa crus-galli* var *crus-galli* (L). Beauv (Barnyard grass: Poaceae) in Malaysia and Indonesia. *BIOTROPIA* 22: 1-14.
- Tepe, I. 1998. Van'da buğday ürününe karışan yabancı ot tohumlarının yoğunluk ve dağılımları, *Türkiye Herboloji Dergisi* 1(2): 1-3.
- Uludağ, A. 2003. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde buğday tarlalarındaki yabancı yulaf (*Avena sterilis*) bazı graminisitlere oluşturduğu dayanıklılık üzerinde araştırmalar. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Bornova, İzmir, 129 s.
- Vencil, W.K. 2002. *Herbicide handbook*, Eight Edition, WSSA, Kansas. 417-425.
- Weaver, S.E and A.G. Thomas. 1986. Germination responses to temperature of atrazine-resistant and -susceptible biotypes of two pigweed (*Amaranthus*) species. *Weed Science* 34: 865-870.
- Zengin, H. 1996. Erzurum ve ilçelerinde kışlık buğday ürününe karışan yabancı ot tohumları ve yoğunlukları üzerinde araştırmalar. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 20: 207-213.