



Siirt İli Pamuk Ekim Alanlarında Kırmızı Köklü Tilki Kuyruğu (*Amaranthus retroflexus* L.) Yoğunluğunun Saptanması ve Bazı Biotiplerinin Trifluralin'e Dayanıklılığının Araştırılması

Fırat PALA^{1*}, Hüsrev MENNAN²

¹Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Siirt, TÜRKİYE

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Samsun, TÜRKİYE

Geliş Tarihi/Received: 14.12.2015

Kabul Tarihi/Accepted: 29.02.2016

*Sorumlu yazar/Corresponding author: firatpala@gmail.com

Özet: Bu çalışmanın amacı Siirt ili pamuk ekim alanlarında kırmızı köklü tilki kuyruğu (*Amaranthus retroflexus* L.)'nin dağılımının ve trifluraline dayanıklı biotiplerinin belirlenmesidir. Bu türün; Mayıs-Haziran aylarındaki birinci arazi incelemelerinde yoğunluğu 0.37 bitki m⁻² ve rastlanma sıklığı % 32.05, Eylül-Ekim aylarındaki ikinci incelemelerde ise yoğunluğu 1.20 bitki m⁻² ve rastlanma sıklığı % 51.80 olarak saptanmıştır. Dayanıklılığın tespiti için şüpheli görülen *A. retroflexus* tohumları 11 farklı pamuk ekim alanında 2008 yılında toplanmıştır. İlk olarak *A. retroflexus* tohumları dayanıklı (R) ve duyarlı (S) popülasyonlarını tespit etmek amacıyla hızlı petri tohum testi ile test edilmiştir. Denemeler tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Tohumlara trifluralinin uygulama dozu olan 200 ml da⁻¹ doz dört tekerrürlü olarak her petriye 10 ml gelecek şekilde uygulanmış ve petriler 25 °C'de 10 gün bekletilerek dayanıklılık durumu test edilmiştir. Etkinlik değerinin yetersiz olduğu 3 popülasyona trifluralinin farklı dozları 0, 50, 100, 200, 400, 800, 1600 ve 3200 ml da⁻¹ uygulanmıştır. Deneme sonucunda elde edilen verilere logistic dose-response modeli uygulanmış ve 2 popülasyonda dayanıklılık veya duyarlılık tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Amaranthus retroflexus*, pamuk, trifluralin, dayanıklılık, kırmızı köklü tilki kuyruğu

Determination of Density of the *Amaranthus retroflexus* L. in Cotton Fields of Siirt Province and Investigation of Trifluralin Resistance in Some Biotypes

Abstract: The aim of this study was to determine the distribution of pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) and trifluralin-resistant biotypes of this weed in the cotton production area of the Siirt province. The density and frequency of *A. retroflexus* was determined based the two seasons, May-June season reflected 0.37 plants m⁻² – 32.05% and September-October season reflected 1.20 plants m⁻² – 51.80%. Suspicious *A. retroflexus* seed samples were collected from 11 different cotton fields for determination of resistance in 2008. First, a rapid petri dish seed bioassay test was applied to *A. retroflexus* seeds in order to find the proportions of resistant (R) and susceptible (S) populations. The experiment was arranged as a randomized complete block design with four replications. The seeds were treated with trifluralin at 10 ml which corresponds to 200 ml da⁻¹ the recommended dosage to treat the fields and put into a growing chamber at 25 °C for ten days. Three populations were found as susceptible and the dose ranges of trifluralin which applied to these populations were 0, 50, 100, 200, 400, 800, 1600, and 3200 ml da⁻¹. The data obtained from these experiments was analyzed by using the logistic dose response model and 2 populations resistant or susceptible were determined.

Keywords: *Amaranthus retroflexus*, cotton, trifluralin, resistance, pigweed

1. Giriş

Her yıl 75 milyon artan dünya nüfusunun 2050 yılına kadar % 35 artışla 9.1 milyar olacağı, Türkiye nüfusunun ise % 28 artışla 98 milyona ulaşacağı tahmin edilmektedir (Anonymous, 2015). Bu nüfus artışı ve yaşam standardının yükselmesi tekstil ve yağ sanayisinin hammaddesi olan pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) bitkisine olan talebi arttırmaktadır (Mert, 2011). Dünyada ekolojisi pamuk tarımına uygun olan sınırlı sayıda ülkelerden biri olan Türkiye, dünya pamuk üretiminde yaklaşık % 2'lik bir paya sahiptir. Ülkemizde pamuk sıcak iklim bölgelerinde üretilmekte, Güneydoğu Anadolu Bölgesi ülkesel pamuk üretiminin yarısından fazlasını gerçekleştirmektedir (Özüdoğru, 2014; Karademir ve ark., 2015).

Siirt ilinin içinde bulunduğu Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP)'nin yakın gelecekte tamamlanmasına paralel olarak 1.8 milyon hektar tarımsal alanın sulamaya açılacağı ve bu alanın 1/3'ünde pamuk ekileceği tahmin edilmektedir (Özüdoğru, 2014). Bu artışla birlikte pamuk üretiminde stratejik konumunu daha da güçlendirecek olan bölgemizde ve ilimizde sağlıklı pamuk yetiştirmek, birim alandan elde edilen ürünü arttırmak ve üretimi sürdürülebilir kılmak gerekmektedir. Bu amaçla uygun toprak işleme, yüksek verimli ve kaliteli tohum kullanımı, uygun sulama ve gübreleme gibi verimi arttırıcı tüm tedbirler alınsa dahi; bitki hastalık, zararlı ve yabancı otları ile mücadele yapılmadığı takdirde tarımsal ürünlerde önemli kayıplar olmaktadır (Aydın ve Sağır, 2001; Kaplan ve ark., 2011; Tepe, 2014), dünya ortalamasına göre yaklaşık % 35 oranında gerçekleşen bu kaybın yanısıra kalan % 60-65'lik üründe kalite düşmekte, bazen zarar oranı % 100'lere ulaşabilmektedir (Oerke, 2006).

Pamuk üretiminde verim kaybına neden olan yabancı otlar ile mücadele edilmediği takdirde yabancı otlar; bitkinin su, besin maddesi ve ışık alımını azaltmakta, hasatta zorluklara neden olmakta böylece lif verimi ve kalitesinde ekolojik şartlara bağlı olarak ortalama % 10 kayıp oluşturabilmektedir (Keeley ve Thullen, 1989; Tepe, 2014).

Ülkemiz pamuk alanlarında görülen yabancı ot tür sayısı 88'e ulaşmasına karşın, bunlardan *Amaranthus retroflexus* L.'un da aralarında bulunduğu 10 tür önemli zararlara neden olmaktadır (Uludağ ve Üremiş, 2000). *A. retroflexus*; Amaranthaceae familyasından, tohumla çoğalan, tek yıllık otsu bir bitkidir (Davis, 1985). Pamuk ekim alanlarında sorun olan *A. retroflexus*'un yoğunluğu (bitki m⁻²) ve rastlanma

sıklığının (%) Kahramanmaraş'ta sırasıyla 0.93 ve 67.50 (Tursun ve ark., 2004) ve 0.72 ve 51.68 (Gözcü ve Uludağ, 2005), Ege Bölgesi'nde Aydın ili Nazilli ilçesinde 0.07 ve 1.81 ve Söke'de 0.06 ve 0.87 (Kaya ve Nemli, 2002) olduğu tespit edilmiştir. Diyarbakır pamuk ekim alanlarında yapılan çalışmalarda Amaranthaceae familyasından 3 türün Mayıs-Haziran aylarında sırasıyla yoğunluğunun (bitki m⁻²) ve rastlanma sıklığının (%) *A. retroflexus* 0.47 ve 36.80, *Amaranthus albus* L. 0.10 ve 17.70 ve *Amaranthus* sp. 0.02 ve 2.20 olduğu, Temmuz-Eylül aylarında *A. retroflexus* 1.60 ve 61.30, *A. albus* 0.37 ve 27.70 ve *Amaranthus* sp. 0.07 ve 6.30 olduğu belirlenmiştir (Özaslan, 2011).

Pamuk ekim alanlarında sorun olan *A. retroflexus*'un mücadelesi doğrudan mikrotübül bileşimi (MTA) inhibitörü, dinitroanilin (DNA) grubu herbisitlerinden trifluralin, benfenfluralin ve pendimethalin etkili maddelerine bağımlı olarak sürdürülmektedir (Barnett ve Steckel, 2013). Bu amaçla ekim öncesi uygulanan trifluralinin kırmızı köklü tilki kuyruğu (*A. retroflexus*), horoz ibiği (*A. albus* L.), semiz otu (*Portulaca oleracea* L.), sirken (*Chenopodium album* L.), demir diken (*Tribulus terrestris* L.), darıcan [*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.], yapışkan ot [*Setaria verticillata* (L.) P. Beauv.], kirpi darı [*Setaria viridis* (L.) P. Beauv.] ve çoban değneği (*Poligonum* spp.) gibi yabancı otların çimlenme esnasında incecik ve çok hassas kökleri tarafından alındığı, taşındığı ve metabolize edildiği belirlenmiştir (Shaner ve ark., 1998; Tatum ve ark., 2005). Bu etkili madde ile ilgili yapılan bir çalışmada (Preston ve Mallory-Smith, 2001), trifluralinin mitoz bölünmeyi durdurması sonucu kök ve gövde uçlarının büyümesini engelleyerek yabancı otları kontrol eden bir herbisit olduğu ayrıca Monaco ve ark. (2002) tarafından gerçekleştirilen başka bir çalışmada, bu toprak herbisitinin uygulandıktan sonra toprağa karıştırılması gerektiği bildirilmiştir. Ülkemizde, bölgemizde ve ilimizde pamuk ekim alanlarında *A. retroflexus*'a karşı tek başına trifluralin etkili maddeli herbisitlerin kullanılması bu herbisit guruplarına karşı farklı dayanıklılık mekanizmalarının ortaya çıkma riskini arttırmıştır (Ashton ve Crafts, 1981; Hirschberg ve McIntosh, 1981; Delye ve ark., 2005).

Aynı etki şekline sahip herbisitlerin tek başına yabancı ot mücadelesinde kullanılması dayanıklılık riskini artırır ve yabancı otlarda herbisitlere dayanıklılık kazanma süresini kısaltır (Beckie, 2006; Mennan ve ark., 2011). Bunu geciktirmek veya engellemek için arazi incelemeleri yapılmalı, yabancı otların herbisitlerle kontrolündeki zorluklar belirlenmeye çalışılmalı ve buna

dayanıklılığın sebep olup olmadığı araştırılmalıdır (Hanson ve ark., 2015).

Ülkemizde buğday ve çeltikte birkaç yabancı otla sınırlı kaldığı gözükten dayanıklılık problemi gelecek yıllarda pamuk, mısır ve meyve bahçelerinde kendini göstererek tehdit edecek boyutlara ulaşacaktır (Uludağ, 2003; Aksoy ve ark., 2004). Pamuk alanlarında trifluralinin tek başına kullanımından kaynaklı bazı yabancı otlarda etkisizlik ve dayanıklılık problemlerinin oluşmuş olabileceği kanısı bu herbisit üzerinde çalışmayı gerekli kılmaktadır. Türkiye’de trifluralin etkili maddeli herbisitlere ve *Amaranthus* cinsine ait herhangi bir dayanıklılık kaydı bulunmamakla birlikte bu herbisitlerin pamuk ekim alanlarında yabancı ot mücadelesinde 30 yılı aşkın bir süredir kullanılması (Doğan ve Boz, 2007), dayanıklı *A. retroflexus* biyotiplerinin oluşum sürecinin başlamış olabileceği düşüncesine neden olmuştur (Anonymous, 2014).

Bu çalışmanın amacı, Siirt ili pamuk ekim alanlarında sorun olan *A. retroflexus* dağılımının saptanması ve elde edilecek farklı popülasyonların dayanıklılık açısından bioassay yöntemlerle taranarak trifluralinin etkinlik değerinin belirlenmesi ve mevcut durumun araştırılmasıdır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Arazi çalışmaları

Siirt ili pamuk alanlarında *Amaranthus retroflexus* L. dağılımının tespit edilmesi ve dayanıklılık şüphesi olan popülasyonların tohumlarının toplanması amacıyla arazi incelemeleri ve örneklemeler 2008 yılında bu yabancı otun ilk gelişme dönemi olan Mayıs-Haziran ve tohum bağlama dönemi olan Ağustos-Eylül aylarında yapılmıştır. Çalışmada pamuk ekiminin yapıldığı tek ilçe olan Kurtalan’da 11 lokasyonda örneklemeler yapılarak tohumlar toplanmıştır.

A. retroflexus’un yoğunluğu (bitki m⁻²) ve rastlanma sıklığı (%) sistematik örnekleme yöntemine göre belirlenmiştir (Bora ve Karaca, 1970). Bu çalışmada toplanan türlerin 1 m²’deki yoğunluğu ve rastlanma sıklığı Odum (1971) tarafından geliştirilen Eşitlik 1 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\begin{aligned} \text{Yoğunluk (bitki m}^{-2}\text{)} &= y/n \\ \text{Rastlanma sıklığı (\%)} &= (m/n) \times 100 \end{aligned} \quad (1)$$

Eşitlikte;

y = Çerçeveye giren bir türün fert sayısı,

n = Atılan toplam çerçeve sayısı,

m = Bir türünün rastlandığı çerçeve sayısını ifade etmektedir.

A. retroflexus’un teşhisinde Hanf (1983) ve Davis (1985)’den yararlanılmıştır. Teşhisler Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü’nde kontrol edilerek onaylanmıştır. Çalışılan 22.077 dekar pamuk alanında trifluralin ile ilaçlanmış ve ilaçlanmamış tarlalarda toplanan örnekler kese kağıtları içerisinde seraya konmuş ve kuruduktan sonra tohumları diğer kısımlarından ayıklanarak elde edilmiştir.

2.2. Bioassay çalışmaları

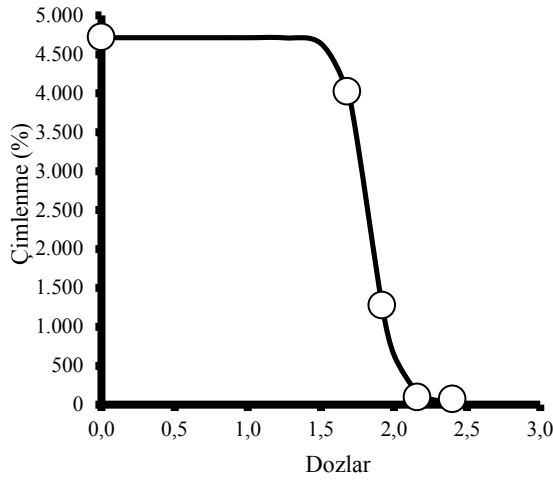
Toplanan *A. retroflexus* tohumları aynı büyüklük ve aynı renkte olmak üzere seçilmiş ve petri bioassay testinden geçirilmiştir. Petri bioassay testi ile ilgili çalışmalar Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü’nde yürütülmüştür. Siirt ilinden toplanan toplam 11 popülasyona ait tohumlar Wang ve ark. (1996) tarafından geliştirilen yöntem ile test edilmiştir. Her popülasyon için ilaçlı ve kontrol olmak üzere iki farklı uygulama yapılmıştır. Uygulamada ilaçlı olarak ele alınan karakter trifluralinin tarla uygulama dozu olan 200 ml da⁻¹ dozunun etkinlik değeri (%) hesaplanmıştır. Ön dayanıklılık testlerinde her popülasyona ait 25 tohum, içerisinde iki kat “Wathman No:2” kağıdı bulunan 9 cm çaplı petrilere konulmuş ve 25 °C’de iklim odasında 10 gün çimlenmeye bırakılmıştır. İlaçlı karakterde her petri alanına düşecek ilaç dozu (200 ml da⁻¹) 30 l da⁻¹ su hesabı ile hesaplanmış ve her petriye 10 ml ilaçlı su verilmiştir. Bununla beraber kontrol olarak ele alınan karakterlerde ise 10 ml saf su kullanılmıştır.

Denemeler tesadüf parselleri deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak serada yürütülmüştür. Sayımlar 1., 3., 5., 7., 14., 21. ve 28. günlerde yapılmış ve radikula uzunluğu 0.5 cm’ye ulaşan tohumlar çimlenmiş kabul edilerek petrinin dışına alınmıştır. Tohumların yüzde çimlenme değerleri ayrı ayrı olarak hesaplanmıştır. Sonuçlara göre tavsiye edilen tarla dozunda 11 popülasyondan etkinlik değeri % 80’in altında kalan 3 tanesi çimlenme göstermiş ve bu popülasyonlar doz-etki uygulaması için tekrar bir denemeye alınmıştır. Tavsiye dozunda çimlenme gösteren popülasyonlar petrilere 25 adet tohum gelecek şekilde 4 tekerrürlü olarak denemeye alınmıştır. Trifluralinin 200 ml da⁻¹ olan ruhsatlı dozunun 0, 0.25, 0.5, 1, 2, 4, 8 ve 16 katı olacak şekilde toplam 8 farklı doz uygulanmıştır. Bu uygulamalardaki çimlenen bitki sayıları Streibig ve ark. (1993) tarafından geliştirilen doz-etki eğrileri (Şekil 1) ve Eşitlik 2 kullanılarak etkili dozlara dayanıklı veya duyarlı popülasyonlar tespit edilmeye çalışılmıştır (Streibig ve ark., 1993; Seefeldt ve ark., 1995).

$$[\text{LgstcDoseRsp}] y = a + b / [1 + (x/c)^d] \quad (2)$$

Eşitlikte;
 y = Çimlenme yüzdesi,
 x = Herbisit dozu,
 d , üst limit; c , alt limit; b , regrasyon eğrisinin eğimini ifade etmektedir.

Çalışmanın istatistiksel analizleri Ihaka ve Gentleman (1996) tarafından geliştirilen R istatistik programında doz-etki eğrileri (doz response curves-drc) paket programı kullanılarak yapılmıştır (Ritz ve Streibig, 2005; Knezevic ve ark., 2007).



Şekil 1. Doz-etki eğrisi

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. *Amaranthus retroflexus* L.'un yoğunluğu ve rastlanma sıklığı

A. retroflexus'un m^2 'deki yoğunluğu ve rastlanma sıklığı Tablo 1'de verilmiştir. Siirt ilinde pamuk tarımının yapıldığı tek ilçe olan Kurtalan'da 11 farklı pamuk ekim alanında yapılan arazi incelemeleri sonucunda *A. retroflexus*'un yoğunluğu ($bitki\ m^{-2}$) I. arazi incelemelerinde 0.37 ve II. incelemelerde 1.20 saptanmıştır. *A. retroflexus*'un I. incelemedeki yoğunluğu m^2 'de 1'den az kaydedilmiş ancak II. incelemede Kurtalan'da 1'den fazla belirlenmiştir. *A. retroflexus*'un rastlanma sıklığı ise I. incelemede % 32.05 ve II. incelemede % 51.80 saptanmıştır. *A. retroflexus*'un rastlanma sıklığı Kurtalan'da II. incelemede % 50'nin üstünde kaydedilmiştir.

Tablo 1. Siirt ili pamuk ekim alanlarında *A. retroflexus*'un yoğunluğu ve rastlanma sıklığı

I. Arazi incelemeleri		II. Arazi incelemeleri	
Yoğunluk ($bitki\ m^{-2}$)	Rastlanma sıklığı (%)	Yoğunluk ($bitki\ m^{-2}$)	Rastlanma sıklığı (%)
0.37	32.05	1.20	51.80

Arazi incelemeleri sonuçları bir bütün olarak değerlendirildiğinde Siirt ilinde *A. retroflexus*'un m^2 'de ortalama 1'den az ($0.79\ bitki\ m^{-2}$) yoğunluğa sahip olduğu ve rastlanma sıklığının % 50'ye yakın (% 41.93) olduğu görülmektedir. *A. retroflexus*'un dağılımının yüksek bulunmasının nedeni; çoğalma kabiliyeti ve rekabet gücünün fazla olmasının yanı sıra, bitki koruma ürünlerine karşı morfolojik, metabolik ve genetik karşı koyabilme yeteneğidir.

Yapılan arazi çalışmalarından elde edilen sonuçlar ile literatür bilgileri kıyaslandığında Juan ve ark. (2007) ile Tozlu ve ark. (2010)'nin, *Amaranthus* cinsine ait yabancı ot türlerinden *A. retroflexus*'un kültür alanlarında ekonomik olarak oldukça önemli olduğu yönündeki bildirimleri tespitlerimiz ile paralellik göstermektedir. *A. retroflexus*'un pamuk ekim alanlarında fazla yoğunluğa sahip olduğu, rastlanma sıklığının önemli olduğu, *Amaranthus* cinsine ait yabancı otlar arasında dağılımı en fazla olan tür olduğu ve en önemli yabancı otlar arasında yer aldığı ile ilgili gözlemlerimiz, Özaslan (2011)'in *A. retroflexus* hakkındaki ifadelerini ($1.60\ bitki\ m^{-2}$ ve % 61.30) destekler niteliktedir. *A. retroflexus*'un dağılımı ($0.79\ bitki\ m^{-2}$ ve % 41.93), Kahramanmaraş'ta Tursun ve ark. (2004) tarafından yapılan çalışmalara göre ($0.93\ bitki\ m^{-2}$ ve % 67.50) kıyaslandığında Siirt ilinde yoğunluğunun ve rastlanma sıklığının düşük olduğu; Gözcü ve Uludağ (2005) tarafından yapılan çalışmalara göre ($0.72\ bitki\ m^{-2}$ ve % 51.68) kıyaslandığında Siirt ilinde yoğunluğunun fazla, ancak rastlanma sıklığının düşük olduğu görülmektedir. Kaya ve Nemli (2002) tarafından Aydın'da pamukta yürütülen çalışmaya göre *A. retroflexus*'un (Nazilli'de $0.07\ bitki\ m^{-2}$ ve % 1.81, Söke'de ise $0.06\ bitki\ m^{-2}$ ve % 0.87) yoğunluğunun Siirt iline göre çok düşük olduğu ancak rastlanma sıklığının yüksek olduğu bulunmuştur.

Siirt ilinde arazi incelemelerinde rastlanan *A. retroflexus* tüm dünyada ve ülkemizde pek çok kültür bitkisinde sorun olan önemli yabancı otlar arasında yer almaktadır (Holm ve ark., 1977; Özer ve ark., 1999). İlimizde *A. retroflexus*'un rastlanma sıklığı ve yoğunluğunun yukarıda değinilen çalışmalarda sözü edilen illere göre farklı olduğunun saptanmasının nedeninin sıcaklık, yağış ve çevre koşullarının yanı sıra ekim zamanı, toprak yapısı, toprak işleme yöntemi, sulama metodu, gübreleme, çapalama, herbisit kullanımı ve münavebe ile ilgili olduğu düşünülmüştür.

3.2. *A. retroflexus* tohumlarının bioassay test sonuçları

Yabancı otlarda herbisitlere karşı geliştirilen dayanıklılık mekanizması çeşitli yöntemlerle ortaya konulabilmektedir. Bunlardan birincisi tohumdan veya bitkiden bioassay yöntemiyle, ikincisi ise moleküler yöntemlerle dayanıklılığın belirlenmesidir (Corbett ve Tardif, 2006). Trifluralin herbisitine dayanıklı olduğu düşünülen *A. retroflexus* biyotiplerinin bioassay yöntemleri ile saptanması, dayanıklılığın nedenleri hakkında bilgi vermesi bakımından önemlidir. Siirt ili pamuk ekim alanları hızlı ve güvenilir bir şekilde trifluraline dayanıklı *A. retroflexus* biyotipleri açısından moleküler düzeyde taranmalı ve risk haritaları çıkarılmalıdır. Ancak öncelikle bu sorunların dayanıklılıktan mı, yoksa çevresel koşullara bağlı dayanıklılıktan mı olduğunun bilinmesi gerekmektedir.

Siirt ilinden toplanan 11 popülasyonun petri bioassay test sonuçları Tablo 2’de verilmiştir. Bu testlerde etkinlik oranı % 80’den küçük olanlar daha sonraki bioassay testlerine tabi tutulmuştur. Şekil 2’de ele alınan popülasyonlardan birinde trifluralinin 200 ml da⁻¹ dozda uygulanması sonucunda çimlenen *A. retroflexus* tohumları görülmektedir. Örneklerdeki çalışmalara göre (Tablo 2’de) etkinlik değerinin (%) yetersiz bulunduğu 197 (44.93), 198 (50.60) ve 194 (60.00) No’lu üç popülasyonda çalışmalar sürdürülmüştür.

Tablo 2. Siirt ili pamuk ekim alanlarından toplanan *A. retroflexus* tohumlarının petri bioassay testi sonuçlarına göre trifluralinin etkinliği (%)

Popülasyon No	Kontrol çimlenme	İlaçlı çimlenme	Etkinlik değeri
197	69	38	44.93*
198	83	41	50.60*
194	90	36	60.00*
196	71	9	87.32
380	86	5	94.19
199	89	4	95.51
195	72	3	95.83
192	92	3	96.74
190	96	1	98.96
191	94	0	100.00
193	74	0	100.00

*Etkinlik değeri % 80’in altında

3.3. Bioassay test sonuçlarına göre detaylı doz-etki analizleri

Çalışmanın yapıldığı ilde alınan örneklerin testlenmesi sonucunda etkinlik değeri % 80’den düşük tespit edilen popülasyonlar Tablo 2’de verilmiştir. Şüphelenilen 3 popülasyon detaylı doz-etki denemelerine alınmıştır. Yapılan ileri çalışmalarda 194, 197 ve 198 No’lu

popülasyonların trifluraline dayanıklı olabileceği kanısı güçlenmiştir.



Şekil 2. Ruhsatlandırma dozunda uygulanan trifluralinden etkilenmeyip çimlenen *A. retroflexus* tohumları

Çalışma yapılan 194, 197 ve 198 No’lu popülasyonların birlikte değerlendirilmesi sonucunda oluşan doz-etki eğrileri Şekil 3’te verilmiştir. İncelenen 194 No’lu popülasyon için elde edilen etkili doz (ED); ED₁₀, ED₅₀ ve ED₉₀ değeri sırasıyla 21.79, 135.02 ve 836.27 ml da⁻¹ olarak saptanmıştır. Elde edilen çimlenme değerleri ile dozlar arasındaki ilişki, uyum eksikliği testine (lack-of-fit) göre önemli bulunmuştur. Araştırmada 197 No’lu popülasyonun etkili doz değerlerine bakıldığında, ED₁₀ değeri 45.33, ED₅₀ değeri 149.16 ve ED₉₀ değeri 490.82 ml da⁻¹ olarak bulunmuştur. Çalışılan 198 No’lu popülasyonun etkili doz değerlerine bakıldığında, ED₁₀ değeri 13.96, ED₅₀ değeri 68.30 ve ED₉₀ değeri 333.98 ml da⁻¹ olarak bulunmuştur (Tablo 3). Test edilen 197 ve 198 No’lu popülasyonlardan elde edilen değerler birbirine yakın bulunmuştur.

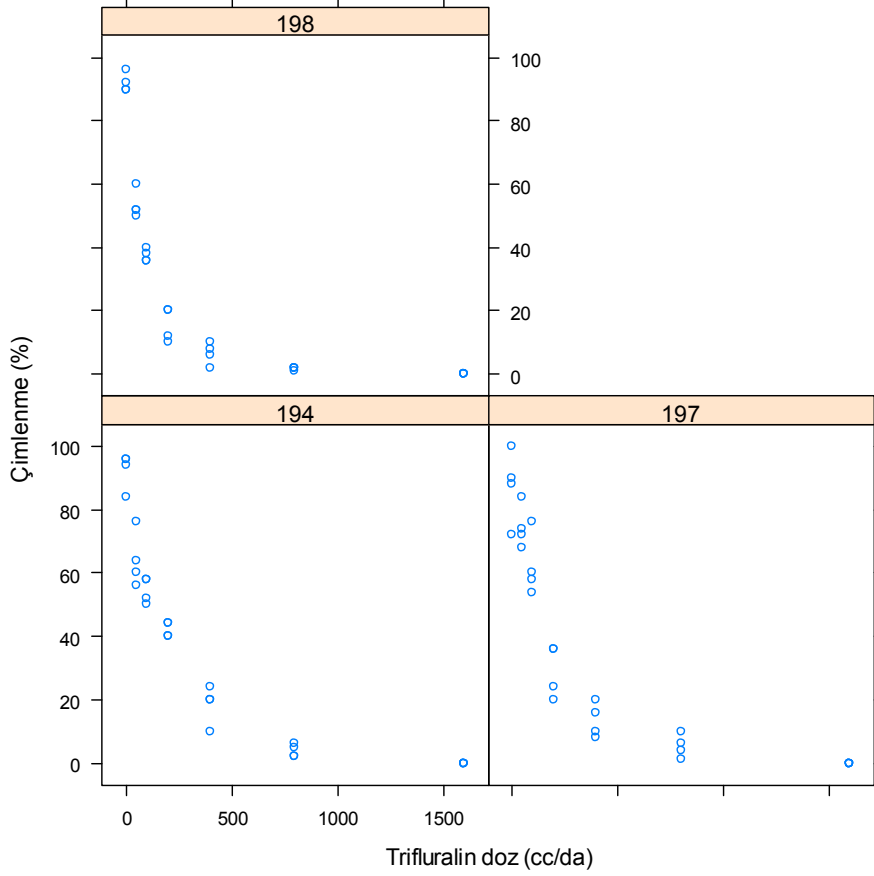
Siirt ilinden toplanan popülasyonların nispi etki (relative potensy-RP) değerlerine ED₅₀ üzerinden bakıldığında 197 No’lu popülasyonun (1.00-2.19) daha fazla dayanıklılık riski taşıdığı görülmektedir (Tablo 4).

Petri bioassay testleri sonucunda etkinlik değeri % 80’den küçük olan 3 popülasyon doz-etki denemelerine alınmış ve bu popülasyonlardan 194 ve 197’nin ED₉₀ değerleri sırasıyla 836.27 ve 490.82 olarak bulunmuştur. Diğer şüpheli örnek olan 198’de ise ED₉₀ değeri 333.98 olarak tespit edilmiştir.

Dinitriyaniline grubundan olan ve mitoz bölünmeyi engelleyen trifluralin uzun yıllardan bu yana ekim öncesi pamukta yabancı ot kontrolü için yaygın olarak kullanılmaktadır (Asthon ve Crafts, 1981). Bunun sonucu olarak bu etkili maddeye

karşı bazı yabancı otların pamuk ekim alanlarında dayanıklılık kazandığı bildirilmiştir (Delye ve ark., 2005; Anonymous, 2014). Bu etkili maddeye karşı yabancı otlarda dayanıklılık ile ilgili detaylı

çalışmalar, [*Eleusine indica* (L.) Gaertn.]'da (Zeng ve Baird, 1999) ve *S. viridis*'te (Jasieniuk ve ark., 1994) yapılmıştır. Her iki çalışmada dayanıklılığa tek bir resesif genin neden olduğu bulunmuştur.



Şekil 3. Siirt ilinden alınan popülasyonların birlikte değerlendirilmesi sonucunda oluşan doz-etki eğrileri

Tablo 3. Siirt ilinde alınan 194, 197 ve 198 No'lu popülasyonların etkili doz (ED) değerleri

Popülasyon no	Etkili doz	Tahmini değer	Standart hata	Alt limit	Üst limit
194	ED ₁₀	21.79	5.54	10.35	33.24
	ED ₅₀	135.02	18.61	96.61	173.43
	ED ₉₀	836.27	220.31	381.56	1290.99
197	ED ₁₀	45.33	10.04	24.61	66.05
	ED ₅₀	149.16	14.75	118.70	179.63
	ED ₉₀	490.82	120.34	242.43	739.21
198	ED ₁₀	13.96	1.96	9.92	18.01
	ED ₅₀	68.30	3.86	60.32	76.27
	ED ₉₀	333.98	45.41	240.25	427.70

Tablo 4. Siirt ilinden toplanan popülasyonların ED₅₀ değerine göre rölatif potensi değerleri

Popülasyon no	194	197	198
194	1.00	1.10	0.50
197	0.90	1.00	0.45
198	1.97	2.19	1.00

Güney Karolina pamuk ekim alanlarında yapılan çalışmada hristiyan hacı horoz ibiği (*Amaranthus palmeri* S. Wats.)'nin 10 farklı alandan toplanan popülasyonlarının sekizinde trifluraline dayanıklılık tespit edilmiş, tarla koşullarında yürütülen çalışmalar sonucunda dayanıklı bulunan popülasyonların ancak trifluralinin 5-6 katı dozunda kontrol edilebildiği ortaya konmuştur (Gossett ve ark., 1992).

Yapılan kısıtlı sayıdaki çalışmalar ile bu araştırmadan elde edilen bulgular arasında bir paralellik söz konusudur. Dayanıklılık şüphesi olan popülasyonların ancak 4 katı dozda kontrol altına alınabildiği saptanmıştır. *A. retroflexus*'de trifluralin dayanıklılığına tek bir resesif genin neden olduğu bilindiğine göre bu durumun moleküler olarak ortaya konması gerekmektedir. Bu nedenden dolayı daha detaylı çalışmalara gereksinim vardır.

Yine yapılan bazı çalışmalarda *A. retroflexus*'un çıkış öncesi trifluralin veya pendimethalin kullanımı ile kontrol altına alınamadığı bu nedenle trasgenik üretiminin yapıldığı glifosata dayanıklı pamuklarda bunun rahatlıkla kontrol altına alınabildiği bildirilmiştir (Culpepper, 2006). Bu tespit Siirt ili gibi dayanıklılık şüphesinin tespit edildiği alanlarda alternatif tohum kullanımı ve alternatif mücadele metotlarının denenmesi gerektiği tespitimizi destekler niteliktedir.

4. Sonuçlar

Yapılan çalışmalarda iki popülasyonda (194 ve 197) dayanıklılık diğerinde (198) ise duyarlılığın olduğu rahatlıkla söylenebilir. Siirt ilinin ekolojik ve ekonomik olarak pamuk ekili alanına sahip tek ilçesi olan ve trifluraline dayanıklılık şüphesi görülen Kurtalan'da *A. retroflexus* mücadelesinde çiftçilerin düşük doz herbisit uygulamasını alışkanlık haline getirdiği, bu durumun dayanıklılık oluşumunu tetiklediği izlenmiştir. Ayrıca dayanıklılık şüphesi tespit edilen lokasyonlar toplu olarak ele alındığında, bu alanlarda pamuk üretimi yapan çiftçilerin münavebe yapmadığı ve uzun yıllar trifluralin etkili maddeli herbisiti aynı alana uyguladığı, bu durumun dayanıklılık oluşma riskini artırdığı görülmüştür.

Trifluralin etkili maddeli herbisitlerin Avrupa Birliği'nde kullanımı 2008 yılında yasaklanmıştır. Ülkemizde imalatı ve ithalatı Ağustos 2012'de durdurulmuş, Haziran 2013'te kullanımı sonlandırılmış olmasına rağmen herbisitlerin bitki koruma bayilerindeki raf ömrü 2 yıl olduğundan dolayı Haziran 2015'e kadar tarım alanlarında kullanılmasına müsaade edilmiştir. Trifluralinin yasaklandığı bugünlerde bu etkili madde ile aynı etki mekanizmasına sahip ve aynı grupta (dinitroaniline) yer alan benefin-benfluralin etkili maddesinin pamuk ekili alanlarda kullanımının yaygınlaşması ülkemizde yabancı otlarda herbisitlere dayanıklılık ile ilgili uygulamaların yetersiz ve eksik olduğunu gözler önüne sermektedir. Bu nedenle yabancı otlarda herbisitlere dayanıklılık oluşumunun izleneceği ve entegre yabancı ot kontrolünün yürütüleceği Herbisit Dayanıklılık Eylem Komitesi (Herbicide Resistance Action Committee) gibi bir komiteye ülkemizde ihtiyaç vardır.

Mevcut durum içerisinde dayanıklı popülasyonlar ile mücadelenin etkin bir şekilde yapılabilmesi ve pamuk ekim alanlarında daha az kayıpla daha fazla ürün alınabilmesi için bazı öneriler aşağıda sunulmuştur:

- Kimyasal mücadeleye ekonomik zarar eşliğinde karar verilmelidir.
- Aynı etkili maddeye sahip veya benzer etki mekanizmasına sahip bitki koruma ürünü ard arda kullanılmamalıdır.
- Pamuk ekim alanlarında alternatif çıkış öncesi ve çıkış sonrası geniş yapraklı yabancı otlara etki eden herbisitler ağırlıklı olarak kullanılmalıdır.
- Etkin bir dayanıklı popülasyon mücadelesi için pamuk ekim alanlarında sıra araları daraltılarak yabancı ot gelişimi engellenmelidir.
- Alternatif mekanik mücadele yöntemleri (robotik, otomatik, hassas algılama sensörlü-kameralı, mobil, bilgisayarlı, akıllı kültivatör gibi) araştırılmalıdır.
- Kültürel taktikler (örtücü bitki ve malç gibi) uzun vadede sürdürülebilir bir üretim için pratiğe aktarılmalıdır.
- Toprak işlemenin azaltılarak *A. retroflexus*'un çıkış yapması engellenmelidir.
- İlimizde ürün desenin değişimine gidilmeli ve bu çiftçilere zorunlu tutulmalıdır.
- Pamuk ekimi belirli bir zaman geç yapılmalıdır.
- Dayanıklı popülasyonların bulunduğu alanlardan *A. retroflexus* tohumlarının yayılmasının (hasat makinası, su ve hayvanla taşınma gibi) önlenmesi gerekmektedir.

- Pamukta hem hasat kalitesinin hem de lif kalitesinin korunabilmesi ve etkin bir yabancı ot kontrolü için transgenik pamuk çeşitlerinin ülke içerisinde kullanılmasına izin verilmelidir.

Teşekkür

Bu çalışmaya katkı sağlayan TÜBİTAK (TOVAG-1070878)'a, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Destekleme Kurulu (PYO.ZRT.1904.09.006)'na ve yabancı otun teşhisindeki katkılarında dolayı Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü öğretim üyelerinden Prof. Dr. Hamdi Güray KUTBAY'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Aksoy, A., Mene, H., Şimşek, M., Büschbell, T., 2004. Yabani yulaf (*Avena sterilis* L.)'ın ve tilki kuyruğu (*Alopecurus myosuroides* Huds.)'nun farklı herbisitlere karşı dayanıklılığı üzerine çalışmalar. *Türkiye I. Bitki Koruma Kongresi*, Bildiriler Kitabı, 8-10 Eylül, Samsun, s. 228.
- Anonymous, 2014. The international survey of herbicide resistant weeds. <http://www.weedscience.org> (Erişim tarihi: 28.11.2014).
- Anonymous, 2015. How to feed the world in 2050. <http://www.fao.org/wsfs/forum2050/wsfs-forum/en/> (Erişim tarihi: 14.12.2015).
- Ashton, F.M., Crafts, A.S., 1981. Dinitroanilines. *Mode of action of herbicides*, 2nd edn., John Wiley & Sons, New York, pp. 201-223.
- Aydın, M.H., Sağır, A., 2001. Bazı pamuk çeşitlerinin solgunluk hastalığı (*Verticillium dahliae* Kleb.)'na karşı reaksiyonlarının belirlenmesi. *Bitki Koruma Bülteni*, 41(1-2): 17-24.
- Barnett, K.A., Steckel, L.E., 2013. Giant ragweed (*Ambrosia trifida*) competition in cotton. *Weed Science*, 61(4): 543-548.
- Beckie, H.J., 2006. Herbicide-resistant weeds: Management tactics and practices. *Weed Technology*, 20(3): 793-814.
- Bora, T., Karaca, İ., 1970. Kültür Bitkilerinde Hastalığın ve Zararın Ölçülmesi. Ege Üniversitesi Yardımcı Ders Kitabı, Ege Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 167, İzmir.
- Culpepper, A.S., 2006. Glyphosate-resistant Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) confirmed in Georgia. *Weed Science*, 54(4): 620-626.
- Corbett, C.A.L., Tardif, F.J., 2006. Detection of resistance to acetolactate synthase inhibitors in weeds with emphasis on DNA-based techniques: A review. *Pest Management Science*, 62(7): 584-597.
- Davis, P.H., 1985. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Delye, C., Menchari, Y., Michel, S., 2005. A single polymerase chain reaction-base assay for simultaneous detection of two mutation conferring resistance to tubulin-binding herbicides in *Setaria viridis*. *Weed Research*, 45(3): 228-235.
- Doğan, M.N., Boz, Ö., 2007. Pamukta trifluralin uygulamalarının yabancı otlar üzerine etkinliğinin araştırılması. *Türkiye II. Bitki Koruma Kongresi*, Bildiriler Kitabı, 27-29 Ağustos, Isparta, s. 145.
- Gossett, B.J., Murdock, E.C., Toler, J.E., 1992. Resistance of plamer amaranth (*Amaranthus palmeri*) to the dinitroaniline herbicides. *Weed Technology*, 6(3): 587-591.
- Gözcü, D., Uludağ, A., 2005. Kahramanmaraş ili pamuk tarlalarında görülen yabancı ot türleri ve önemi. *Türkiye Herboloji Dergisi*, 8(1-2): 7-15.
- Hanf, M., 1983. The Arable Weeds of Europe with Their Seedlings and Seeds. BASF, Suffolk.
- Hanson, B.D., Wright, S., Sosnoskie, L.M., Fischer, A.J., Jasieniuk, M., Roncoroni, J.A., Hembree, K.J., Orloff, S., Shrestha, A., Al-Khatib, K., 2015. Herbicide-resistant weeds challenge some signature cropping systems. *California Agriculture*, 68(4): 142-152.
- Hirschberg, J., Mcintosh, L., 1981. Molecular basis of herbicide resistance in *Amaranthus hybridus*. *Science*, 222(4630): 1346-1349.
- Holm, L.G., Plucknett, D.L., Pancho, J.V., Herberger, J.P., 1977. The World's Worst Weeds, Distribution and Biology. East-West Center, University Press of Hawaii, Honolulu.
- Ihaka, R., Gentleman, R., 1996. R: A language for data analysis and graphics. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 5(3): 299-314.
- Jasieniuk, M., Brule-Babel, A.L., Morrison, I.N., 1994. Inheritance of trifluralin resistance in green foxtail (*Setaria viridis*). *Weed Science*, 42(1): 123-127.
- Juan, R., Pastor, J., Alaiz, M., Vioque, J., 2007. Electrophoretic characterization of *Amaranthus* L. seed proteins and its systematic implication. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 155(1): 57-63.
- Kaplan, C., Büyük, M., Eren, S., 2011. Güneydoğu Anadolu Bölgesi zeytin bahçelerinde saptanan zararlı ve faydalı böcek türleri. *Bitki Koruma Bülteni*, 51(3): 267-275.
- Karademir, E., Karademir, Ç., Ekinci, R., Sevilmiş, U., 2015. İleri generasyondaki pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) hatlarında verim ve lif kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 2(2): 100-107.
- Kaya, İ., Nemli, Y., 2002. Aydın ili önemli pamuk ekiliş alanlarında sorun olan yabancı otların saptanması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 12(1): 37-40.
- Keeley, P.E., Thullen, R.J., 1989. Growth and interaction of johnsongrass (*Sorghum halepense*) with cotton (*Gossypium hirsutum*). *Weed Science*, 37(3): 339-344.
- Knezevic, S., Ritz, C., Streibig, J.C., 2007. Utilizing R software package for dose-response studies: The concept and data analysis. *Weed Technology*, 21(3): 840-848.

- Mert, M., 2011. Pamuk Tarımının Temelleri. Ziraat Mühendisleri Odası, Teknik Yayınlar No: 5, Ankara.
- Mennan, H., Kaya-Altıp, E., Budak, Ü., 2011. ALS ve ACCase inhibitörü herbisitlere Türkiye çeltik ekim alanlarındaki *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. dayanıklılığı. *Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi, Bildiriler Kitabı*, 28-30 Haziran, Kahramanmaraş, s. 152.
- Monaco, T.J., Weller, S.C., Ashton, F.M., 2002. Weed Science: Principles and Practices. 4th edn., John Wiley & Sons, New York.
- Odum, E.P., 1971. Fundamentals of Ecology. W.B. Saunders Company, Philadelphia, London, Toronto.
- Oerke, E.C., 2006. Crop losses to pests. *Journal of Agricultural Science*, 144(1): 31-43.
- Özaslan, C., 2011. Diyarbakır ili buğday ve pamuk ekim alanlarında sorun olan yabancı otlar ile üzerindeki fungal etmenlerin tespiti ve bio-etkinlik potansiyellerinin araştırılması. Doktora tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Özer, Z., Önen, H., Tursun, N., Uygur, F.N., 1999. Türkiye'nin Bazı Önemli Yabancı Otları. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 38, Kitaplar Serisi No: 16, Tokat.
- Özudođru, T., 2014. Pamuk Durum ve Tahmini 2013/2014. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, TEPGE Yayın No: 228, Ankara.
- Preston, C., Mallory-Smith, C.A., 2001. Biochemical mechanisms, inheritance, and molecular genetics of herbicide resistance in weeds. In: S.B. Powles and D.L. Shaner (Eds), *Herbicide Resistance and World Grains*, CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 23-60.
- Ritz, C., Streibig, J.C., 2005. Bioassay analysis using R. *Journal of Statistical Software*, 12(5): 1-22.
- Seefeldt, S.S., Jensen, J.E., Fuerst, E.P., 1995. Log-logistic analysis of herbicide dose-response relationships. *Weed Technology*, 9(2): 218-227.
- Shaner, D.L., Teclé, B., Jhonson, D.H., 1998. Mechanisms of selectivity of pendimethalin (prowl) and trifluralin (treflan) and trifluralin (reflana) in cotton (*Gossypium hirsutum*) and weeds. *Proceedings Beltwide Cotton Conferences*, Volume 2, Memphis: National Cotton Council, 5-9 January, San Diego, California, pp. 1399-1402.
- Streibig, J.C., Rudemo, M., Jensen, J.E., 1993. Dose-response curves and statistical models. In: J.C. Streibig and P. Kudsk (Eds), *Herbicide Bioassays*, Chemical Rubber Company Press, Boca Raton, Florida, pp. 29-55.
- Tatum, T.C., Skirvin, R., Tranel, P.J., Norton, M., Rayburn, A.L., 2005. In vitro root induction in weedy *Amaranthus* species to obtain mitotic chromosomes. *In Vitro Cellular and Developmental Biology-Plant*, 41(6): 844-847.
- Tepe, I., 2014. Yabancı Otlarla Mücadele. Sidas Medya Ziraat Yayın No: 031, İzmir.
- Tozlu, G., Çoruh, İ., Gültekin, L., 2010. Türkiye'de *Amaranthus* (Amaranthaceae) türlerine karşı biyolojik mücadelede böceklerin kullanımı. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41(2): 169-176.
- Tursun, N., Tursun, A.Ö., Kaçan, K., 2004. Kahramanmaraş ili ve ilçelerinde pamuk ekim alanlarında sorun olan yabancı otların belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 7(1): 92-96.
- Uludağ, A., Üremiş, İ., 2000. A perspective on weed problems of cotton in Turkey. *The Inter-Regional Co-operative Research Network on Cotton*, 20-24 September, Adana, s. 194-199.
- Uludağ, A., 2003. Dođu Akdeniz Bölgesi'nde buğday tarlalarındaki yabancı yulaf (*Avena sterilis*)'mbazı graminisitlere oluşturduğu dayanıklılık üzerinde araştırmalar. Doktora tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Wang, T., Fleurg, A., Ma, J., Dormancy, H., 1996. Genetic control of dinitroaniline resistance in foxtail millet (*Setaria italica*). *Journal of Heredity*, 87(6): 423-426.
- Zeng, L., Baird, W.V., 1999. Inheritance of resistance to anti-microtubule dinitroaniline herbicides in an "intermediate" resistant biotype of *Eleusine indica* (Poaceae). *American Journal of Botany*, 86(7): 940-947.