



Güneydoğu Anadolu Bölgesi Pamuk Ekim Alanlarında Bazı Horoz İbiği (*Amaranthus* spp.) Türlerinin Trifluraline Dayanıklılığının Araştırılması

Fırat PALA¹, Hüsrev MENNAN²

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

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

*Sorumlu Yazar: firatpala@gmail.com

ÖZET

Bu çalışma Güneydoğu Anadolu Bölgesi pamuk ekim alanlarında trifluraline dayanıklı bazı horoz ibiği (*Amaranthus* spp.) türlerinin belirlenmesi amacıyla 2008-2010 yılları arasında yürütülmüştür. Bölgede 2008 yılında yapılan sürveylerde dört horoz ibiği türü (*A. albus* L., *A. chlorostachys* Willd., *A. lividus* L. ve *A. retroflexus* L.) belirlenmiştir. Şüpheli görülen *Amaranthus* spp. tohumları 366 farklı pamuk ekim alanından toplanmıştır. Daha sonra *Amaranthus* tohumları dayanıklı (R) ve duyarlı (S) popülasyonları tespit etmek amacıyla hızlı petri tohum testi ile testlenmiştir. Denemeler dört tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Tohumlara trifluralinin uygulama dozu olan 200 ml da⁻¹ doz dört tekerrürlü olarak her petriye 10 ml gelecek şekilde uygulanmış ve petriyer 25 °C'de 10 gün bekletilerek dayanıklılık durumu test edilmiştir. Dayanıklılık şüphesi taşıyan 41 popülasyona trifluralinin farklı dozları 0, 50, 100, 200, 400, 800, 1600 ve 3200 ml preparat da⁻¹ uygulanmıştır. Deneme sonucunda elde edilen verilere logistic dose-response modeli uygulanmış ve 14 popülasyonda dayanıklılık veya duyarlılık tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Amaranthus* spp., Pamuk, Trifluralin, Dayanıklılık, Horoz ibiği

*Investigation of Trifluralin Resistance in Some Species of the Pigweed (*Amaranthus* spp.) in Cotton Fields of the Southeastern Anatolia Region*

ABSTRACT

The study was conducted through 2008-2010 to determine trifluralin resistance pigweed species (*Amaranthus* spp.) in cotton producing areas of the Southeastern Anatolia Region. Four different species of pigweed (*A. albus* L., *A. chlorostachys* Willd., *A. lividus* L. ve *A. retroflexus* L.) were identified by surveying the region in 2008. Susceptible *Amaranthus* spp. seed samples were collected from 366 cotton fields in the region. Afterwards, a rapid petri dish seed bioassay test was applied to *Amaranthus* 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 10 ml trifluralin which corresponds to (200 ml da⁻¹) (the recommended rate for field treatment) and placed in a growth chamber at 25 °C for ten days. Forty-one populations were found susceptible and different dose ranges of trifluralin i.e., 0, 50, 100, 200, 400, 800, 1600, and 3200 ml da⁻¹ were applied to these populations preparations. The data obtained from these experiments was analyzed by using logistic dose response model and resistance or susceptibility was determined in 14 different populations.

Keywords: *Amaranthus* spp., Cotton, Trifluralin, Resistance, Pigweed

GİRİŞ

Pamuk ekim alanlarında sorun olan yabancı otlar içerisinde horoz ibiği (*Amaranthus* spp.) türlerinin ekonomik olarak oldukça önemli olduğu bilinmektedir. Bu türlerden de özellikle *Amaranthus retroflexus* L. Avrupa ve Türkiye’de büyük öneme sahip 10 yabancı ot türünden birisidir (Tozlu vd., 2010). Ülkemizde bu cinse ait *A. retroflexus* ve *Amaranthus albus* L. türleri en yaygın olan türlerdir (Seçmen vd., 2004). Geniş dağılım gösteren bu yabancı ot türleri ile mücadele etmek gerekmektedir.

Pamuk üretiminin yapıldığı birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde bu üründe horoz ibiğinin mücadelesi doğrudan herbisitler kullanılarak yapılmaktadır. Bu amaçla ülkemizde microtübül bileşimi (MTA) inhibitörü, dinitroanilin (DNA) grubu herbisitlerinden trifluralin ağırlıklı olarak ekim öncesi toprağa karıştırılmaktadır. Herbisit kullanımına paralel olarak pamuk ekim alanlarında sorun olan yabancı otlarda değişik herbisit guruplarına karşı farklı dayanıklılık mekanizmalarının ortaya çıktığı bilinmektedir (Vargas ve Wright, 2004; Delye vd., 2005).

Trifluralin 1963 yılında ABD’de ilk defa tescil edilmesi ve tarım alanlarında kullanımının artmasıyla çeşitli sorunlara neden olduğu, bu sorunlardan özellikle dayanıklılık olgusunun tarımsal üretimi tehdit edecek boyutlara ulaştığı görülmektedir. Örneğin trifluraline pamuk alanlarında *Eleusine indica*’da 1973’te ABD’de çapraz dayanıklılık, 1982’de Avustralya’da çoklu dayanıklılık rapor edilmiştir (Valverde ve Gressel, 2006; Anonim, 2016). ABD pamuk ve soya alanlarında *Amaranthus palmeri* S. Wats.’nin trifluralin etkili maddesine karşı 1989’da rapor edildiği dayanıklılık vakası *Amaranthus* cinsine ait yabancı ot türlerinin DNA grubu herbisitlere karşı günümüze kadar bildirilen tek dayanıklılık vakasıdır (Anonymous, 2016). *Amaranthus* türlerinin çıkış öncesi trifluralin veya pendimethalin kullanımı ile kontrol altına alınmadığı bu nedenle transgenik üretiminin yapıldığı glifosata dayanıklı pamuklarda bunun rahatlıkla kontrol altına alınabildiği bildirilmiştir (Culpepper ve York, 2000; Culpepper, 2006).

Türkiye’de trifluralin etkili maddeli herbisitlere ait herhangi bir dayanıklılık kaydı bulunmamakla birlikte (Anonim, 2016), bu herbisitlerin pamuk ekim alanlarında yabancı ot mücadelesinde 30 yılı aşkın bir süredir kullanılması (Doğan ve Boz 2007) dayanıklı bazı horoz ibiği türlerinin oluşum sürecinin başlamış olabileceği düşüncesine neden olmuştur.

Yapılan literatür çalışmalarında horoz ibiği türleri ile ilgili yurt içinde yapılmış bir trifluralin dayanıklılık çalışması bulunmadığı, yurt dışında ise detaylı çalışmaların olmadığı görülmektedir. Bu cinse ait tespit edilen yabancı ot türlerinde bioassay yöntemle dayanıklılık olgusunun belirlenmesi, ülkemizde bir ilk olacağından dolayı literatürde önemli bir eksikliği doldurabileceği ve yeni çalışmalara ufuk açabileceği düşünülmektedir. Ayrıca tüm yabancı otlarda olduğu gibi *Amaranthus* cinsine ait yabancı otlara karşı

geliştirilecek mücadele stratejilerinin belirlenmesinde de sağlıklı yorumlama yapılabilmesi açısından bu tür dayanıklılık çalışmalarının yapılması önemlidir.

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; Osuna vd., 2012). MTA inhibitörü olan trifluralin herbisitine dayanıklı olduğu düşünülen horoz ibiği türlerinin bioassay yöntemler ile saptanması, dayanıklılığın nedenleri hakkında bilgi vermesi bakımından önemlidir.

Bahsedilen bilgiler ışığında bu çalışmanın amacı, Güneydoğu Anadolu Bölgesi pamuk ekim alanlarında sorun olan *Amaranthus* türlerinin dayanıklılık açısından bioassay yöntemlerle taranarak trifluralinin yüzde etkinlik değerinin belirlenmesi ve mevcut durumun araştırılmasıdır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmanın ana materyalini Güneydoğu Anadolu Bölgesi pamuk ekim alanlarında önemli bir sorun olan horoz ibiği (*Amaranthus* spp.) türleri oluşturmaktadır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi pamuk ekim alanlarında horoz ibiği türlerinin ilk gelişme dönemi olan Mayıs-Haziran ve tohum bağlama dönemi olan Ağustos-Eylül aylarında 2008 vejetasyon döneminde sürveyler yapılmıştır. Sürvey yapılan alan Güneydoğu Anadolu Bölgesi sınırları içinde bulunan Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Kilis, Mardin, Siirt, Şanlıurfa ve Şırnak illerini kapsamaktadır.

Sürvey, pamuk ekimi ile birlikte başlamıştır. Pamuk ekilen tarlaların % 90’ına yakınında trifluralin kullanılmış, ilaçsız alanlarda ise ekim öncesi hiçbir herbisit kullanılmamıştır. Horoz ibiği tohumlarının olgunlaşmaya başladığı dönemde, bu yabancı otun olgun tohumları Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Siirt, Şanlıurfa ve Şırnak illerinde toplanmıştır. Pamuk alanlarında doğru bir herbisit uygulaması yapılmış ancak horoz ibiği kontrolü başarısız olmuşsa, bunun nedeninin dayanıklılık olabileceği düşüncesiyle hayatta kalan bitki veya tohum örnekleri toplanmıştır.

Tohumların toplanması esnasında örnek alınan tarlalar arasında en az 5 km mesafe olmasına özen gösterilmiştir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi pamuk ekim alanlarında tespit edilen horoz ibiği türlerinin teşhisleri Davis (1965-1988)’den yararlanılarak yapılmıştır. Teşhisler Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Hamdi Güray Kutbay tarafından onaylanmıştır.

Çalışılan illerden ilaçlı ve ilaçsız alanlardan toplanan örnekler kese kağıtları içerisinde seraya konmuş ve kurutulduktan sonra tohumlar diğer kısımlarından ayıklanarak elde edilmiştir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde pamuk ekilen alanda örneklerin

toplandığı iller ve örnekleme sayıları Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1’de görüldüğü üzere bölgede tüm illerde planlanan örnek sayısı pamuk ekiliş alanları dikkate alınarak hesaplanmıştır. Son bir yıl içerisinde pamuk girdi fiyatlarının çok artması, pamuk birim fiyatlarının hak ettiği değerde olmaması, 2008 yılındaki ekonomik kriz, kuraklık prim desteğinin düşük olması nedeniyle pamuk ekim alanlarında % 30’un üzerinde bir daralma yaşanmıştır. Sürveylerde şikayetlerin yaygın olduğu yerlerde örnek sayıları artırılarak daha fazla örnek toplanmış, horoz ibiği türlerinin yayılış göstermediği pamuk alanlarında daha az örnek bulunmuş ve toplanmıştır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde 2.9 milyon da pamuk ekim alanında yapılan sürveylerde 131 adet ile en fazla örnek Şanlıurfa’dan alınmış, bunu sırasıyla Diyarbakır (76), Mardin (63), Gaziantep (38), Şırnak (28) takip etmiş, Batman ve Siirt’ten 11, Adıyaman’dan 8 örnek alınmıştır. Kilis’te ise pamuk alanı saptanamadığı için örnek alınamamıştır. Bölge genelinde 368 örneğin toplanması planlanmış ve planlanan örnek sayısına yakın sayıda 366 örnek toplanmıştır.

Bioassay çalışmalarında toplanan horoz ibiği tohumları aynı büyüklük ve aynı renkte olmak üzere seçilmiş ve petri bioassay testinden geçirilmiştir. Petri bioassay testi ile ilgili çalışmalar 2009-2010 yıllarında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü’nde yürütülmüştür.

Farklı illerden toplanan toplam 366 popülasyona ait tohumlar Wang vd. (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 (Treflan 48 EC) tarla uygulama dozu olan 200 ml da⁻¹ kullanılarak yüzde 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 dört tekerrürlü olarak tesadüfî bir şekilde iklim odasına yerleştirilmiştir. 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. Deneme sonucunda tohumların yüzde çimlenme değerleri ayrı ayrı olarak hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre tavsiye edilen tarla dozunda 366 popülasyondan yüzde etkinlik değeri 80’in altında kalan 41 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, 1.00, 2.00, 4.00, 8.00 ve 16.00 katı olacak şekilde toplam 8 farklı doz

uygulanmıştır. Uygulamalarda 0, 50, 100, 200, 400, 800, 1600 ve 3200 ml da⁻¹ dozlarında trifluralin uygulaması yapılmıştır. Bu uygulamalardaki çimlenen bitki sayıları Streibig vd., (1993) tarafından geliştirilen doz-etki eğrileri (Şekil 1) ve denklem (1) kullanılarak etkili dozlara dayanıklı veya duyarlı popülasyonlar tespit edilmeye çalışılmıştır (Streibig vd., 1993; Seefeldt vd., 1995).

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

Formülde;

y = Çimlenme yüzdesi

x = Herbisit dozu

d üst limit, c alt limit, b regresyon eğrisinin eğimi,

Doz-etki eğrileri kıyaslamak üzere belli bir etkiyi oluşturmak için gerekli ilaç miktarının karşılaştırması (Örneğin ED₅₀) amacıyla oransal etki (relative potency) belirlenecektir. Çalışmanın istatistiksel analizleri R istatistik programında drc paket programı kullanılarak yapılmıştır (Ritz ve Streibig, 2005; Knezevic vd., 2007).

BULGULAR

Güneydoğu Anadolu Bölgesi’ndeki sürveylerde *Amaranthus* cinsine ait *Amaranthus albus* L. 33 örnek, *Amaranthus chlorostachy* Willd. = *A. hybridus* L. iki örnek, *Amaranthus lividus* L. = *Amaranthus blitum* L. beş örnek ve *Amaranthus retroflexus* L. 326 örnek olmak üzere dört farklı türde 366 örnek toplanmıştır.

Amaranthus spp. Tohumlarının Bioassay Test Sonuçları

Değişik illerden toplanan 366 popülasyonun petri bioassay testleri ile ilgili sonuçlar iller bazında aşağıda verilmiştir.

Adıyamanda popülasyonlarında yapılan testlerde yüzde etkinlik değeri 80’den küçük olan herhangi bir popülasyon bulunmamıştır. Bu itibarla bu ilde toplanan popülasyonlarda trifluraline dayanıklılık ile ilgili bir şüphe uyanmamıştır.

Batman ilinden toplanan örneklerden sadece Merkez ilçeden alınan 11 numaralı popülasyonda dayanıklılık şüphesi oluşmuştur. Bu ilde alınan diğer örneklerin trifluralin ile rahatlıkla kontrol altına alınabildiği tespit edilmiştir. Batman’dan alınan örnekler üzerinde yapılan bu çalışmalara göre yüzde etkinlik değerinin yetersiz bulunduğu sadece bir popülasyonda çalışmalar sürdürülmüştür.

Diyarbakır ili Bismil ilçesinden alınan 19 popülasyondan 11 tanesinde trifluraline dayanıklılık şüphesi oluşmuştur. Buna göre 38 (28.77), 36 (29.89), 33 (35.56), 34 (35.56), 37 (37.80), 25 (56.63), 21 (57.73), 27 (59.68), 29 (60.24), 31 (71.62) ve 30 (75.82) numaralı popülasyonlar ileri test aşamalarında değerlendirilmiştir. Çınar ilçesinden alınan 19 popülasyondan sadece 53 (36.78) ve 44 (67.65) numaralı

popülasyonlar şüpheli bulunmuştur. Ergani ilçesinden alınan her iki örnekte şüpheli bulunmuştur. Merkez ilçeden alınan 28 örnekten sadece 6 tanesinde trifluraline dayanıklılık şüphesi olmuştur. Buna göre 76 (51.16), 71 (51.16), 79 (67.78) ve 78 (66.67), 65 (73.97) ve 64 (78.13) numaralı popülasyonlar ileri test aşamalarında değerlendirilmiştir. Silvan ilçesinde de alınan örneklerin % 50'sinin dayanıklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmalara göre bu ilde alınan toplam örnek sayısının yaklaşık 1/3'ünde trifluralinin istenilen etkinliği gösteremediği görülmüştür. Şekil 2'de petri bioassay testinde ilaç uygulaması yapılmış horoz ibiği tohumları görülmektedir. Diyarbakır'dan alınan örnekler üzerinde yapılan bu çalışmalara göre yüzde etkinlik değerinin yetersiz bulunduğu yirmibeş popülasyonda çalışmalar sürdürülmüştür.

Gaziantep'in Nizip ilçesinden alınan altı örnekten 119 (82.93) numaralı popülasyonda en düşük etkinlik değeri bulunmuştur, ancak bu değer ileriki çalışmalar için belirlenen standardın altında kalmıştır. Karkamış ilçesinden alınan iki örnekte yine herhangi bir duyarlılığa rastlanmazken, Oğuzeli'nden alınan 127 numaralı örnek 76.92'lik bir etkinlik göstermiştir. Yavuzeli ve Araban'dan alınan örneklerin hiç birinde uygulama sonucunda bir dayanıklılık gözlenmemiştir. Bu itibarla Gaziantep ilinden toplanan popülasyonlarda trifluraline dayanıklılık ile ilgili sadece 1 pupulasyonda şüphesiz ve bu popülasyon üzerinde çalışmalar sürdürülmüştür.

Mardin ilinden alınan örnekler incelendiğinde Merkez ilçeden alınan sekiz örneğin hiç birinde dayanıklılık tespit edilmemiştir. Yine aynı şekilde Mazıdağı ilçesinden 3 örnek alınmış, bunlarda da bir dayanıklılık ibaresine rastlanılmamıştır. Pamuk ekim alanlarının geniş olduğu alanlardan biri olan Derik ilçesinden alınan 10 örneğin ise trifluralin ile rahatlıkla kontrol edilebildiği gözlemlenmiştir. Kızıltepe ilçesinden alınan 20 örnekten 144 (46.88) ve 154 (59.30) numaralı popülasyonlar diğerlerinden farklı bulunmuştur.

Çizelge 1. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde illere ait pamuk ekim alanları ve toplanan *Amaranthus* spp. tohumlarının örnekleme sayıları

İlçe	Pamuk Ekilen Alan (da)*	Planlanan Örnek Sayısı	Toplanan Örnek Sayısı
Adıyaman	148.028	42	8
Batman	25.504	15	11
Diyarbakır	505.186	79	76
Gaziantep	60.068	40	38
Kilis	4.043	5	-
Mardin	223,730	45	63
Siirt	22.077	5	11
Şanlıurfa	2.105.330	125	131
Şırnak	38.800	12	28
Toplam	2.905.277	368	366

* 2008 yılı TÜİK verilerinden alınmıştır.

Nusaybin ilçesinden de sadece 189 (46.32) ve 181 (47.95) numaralı popülasyonlar daha ileriki çalışmalar için ele alınmışlardır. Mardin'den alınan örnekler üzerinde yapılan bu çalışmalara göre yüzde etkinlik değerinin yetersiz bulunduğu dört pupulasyonda çalışmalar sürdürülmüştür.

Siirt'in Kurtalan ilçesinden 197 (44.93), 198 (50.60) ve 194 (60.00) numaralı popülasyonlar diğerlerinden farklı bulunmuştur. Siirt ilinden alınan örnekler üzerinde yapılan bu çalışmalara göre yüzde etkinlik değerinin yetersiz bulunduğu üç pupulasyonda çalışmalar sürdürülmüştür.

Şanlıurfa ili merkez ile diğer yedi ilçe olmak üzere sekiz ilçede alınan 131 popülasyon üzerinde çalışma yapılmıştır. Akçakale ilçesinden alınan altı örnekten 204 (55.13) numaralı popülasyon daha ileriki çalışmalar için kayda değer bulunmuştur. Ceylanpınar ilçesinden alınan 18 örnekten sadece birinde 228 (55.68) dayanıklılık şüphesi oluşmuştur. Merkez ilçeden alınan 25 örnekten sadece 273 (72.34) numaralı popülasyon önemli bulunmuştur. Bu nedenle Merkez ilçeden alınan tüm örneklerden sadece birinde trifluraline dayanıklılık şüphesi oluşmuştur. Viranşehir ilçesinden alınan örneklerden ise 309 (32.26), 313 (45.26) ve 315 (79.45) numaralı popülasyonlarda % etkinlik değeri 80'den küçük olarak tespit edilmiştir. Şanlıurfa'nın diğer ilçeleri olan Suruç, Bozova, Hilvan ve Siverek'ten alınan örneklerin hiçbirinde dayanıklılık şüphesi oluşturabilecek bir popülasyona rastlanılmamıştır.

Şanlıurfa'dan alınan örnekler üzerinde yapılan bu çalışmalara göre yüzde etkinlik değerinin yetersiz bulunduğu altı pupulasyonda çalışmalar sürdürülmüştür.

Şırnak'ın Cizre ilçesinden alınan örneklerin hepsinin trifluralin ile rahatlıkla kontrol altına alınabileceği saptanmıştır. Silopi ilçesinden alınan 17 örnekten sadece 348 (71.26) numaralı popülasyon diğerlerinden farklı bulunmuş ve bulunan bu değer ileriki çalışmalar için yeterli görülmüştür. Şırnak'tan alınan örnekler üzerinde yapılan bu çalışmalara göre yüzde etkinlik değerinin yetersiz bulunduğu sadece bir pupulasyonda çalışmalar sürdürülmüştür.

Bioassay Test Sonuçlarına Göre Detaylı Doz-Etki Analizleri

Çalışmanın yapıldığı illerde alınan örneklerin testlenmesi sonucunda yüzde etkinlik değeri 80'den düşük tespit edilen popülasyonların tamamının *A. retroflexus* türüne ait olduğu tespit edilmiştir. Bioassay test sonuçlarına göre yüzde etkinlik değeri 80'den düşük saptanan ve şüpheli olarak tespit edilen *A. retroflexus* türüne ait 41 popülasyon detaylı doz-etki denemelerine alınmıştır. Bu popülasyonlardan 14 tanesi diğerlerinden farklı bulunmuş ve bunların il bazında detaylı bilgileri verilmiştir (Çizelge 2).

Batman'ın Merkez'e bağlı Akça köyünden alınan 11 numaralı popülasyon ön denemelerde trifluraline karşı hassas bulunmuş ancak daha sonra yapılan çalışmalarda bu popülasyonda herhangi bir dayanıklılık probleminin olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 2. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde toplanan popülasyonların etkili doz (ED) değerleri

İller	Populasyon No	Etkili Doz	Tahmini Değer	Standart Hata	Alt Limit	Üst Limit
Batman	11	ED ₁₀	9.12	2.88	3.46	17.14
		ED ₅₀	35.4	3.11	22.56	32.29
		ED ₉₀	76.43	12.48	51.26	98.95
	33	ED ₁₀	42.27	9.62	15.59	68.96
		ED ₅₀	151.83	18.06	107.74	195.92
		ED ₉₀	524.72	215.84	72.43	977.02
	34	ED ₁₀	17.27	4.78	7.40	27.14
		ED ₅₀	88.25	11.28	64.95	111.54
		ED ₉₀	450.89	136.07	170.04	731.74
Diyarbakır	38	ED ₁₀	45.57	12.92	18.89	72.26
		ED ₅₀	155.16	21.36	111.04	199.22
		ED ₉₀	528.02	219.14	75.73	980.32
	53	ED ₁₀	63.19	14.48	33.29	93.09
		ED ₅₀	229.92	33.31	161.16	298.68
		ED ₉₀	836.52	220.63	381.16	1291.88
	94	ED ₁₀	23.41	3.96	15.22	31.60
		ED ₅₀	98.38	8.23	81.38	115.38
		ED ₉₀	413.40	77.86	252.69	574.12
95	ED ₁₀	7.01	2.96	0.89	13.14	
	ED ₅₀	42.47	4.95	32.52	52.69	
	ED ₉₀	257.09	85.19	81.26	432.95	
Mardin	181	ED ₁₀	25.33	5.60	13.75	36.90
		ED ₅₀	91.64	9.78	71.45	111.84
		ED ₉₀	331.60	102.13	120.81	542.39
	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
Siirt	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
Şanlıurfa	204	ED ₁₀	24.61	2.53	19.34	29.88
		ED ₅₀	78.13	3.67	70.54	85.72
		ED ₉₀	248.02	23.36	199.79	296.25
	228	ED ₁₀	22.93	4.65	13.32	32.53
		ED ₅₀	92.66	9.16	73.75	111.58
		ED ₉₀	374.46	94.96	178.46	570.46
	309	ED ₁₀	0.79	1.33	-1.95	3.54
		ED ₅₀	40.00	33.06	-28.23	108.24
		ED ₉₀	1018.52	367	271.41	1428.02

Diyarbakır'ın Bismil ilçesi tepe köyünden alınan 33 numaralı popülasyonun etkili doz değerlerine bakıldığında ED₁₀ değeri 42.27, ED₅₀ değeri 151.83 ve ED₉₀ değeri 524.72 ml da⁻¹ olarak bulunmuştur (bu popülasyon için bulunan ED₉₀ değeri trifluralinin tavsiye dozunun üzerinde), 34 numaralı popülasyonun ED₁₀ değeri 17.27, ED₅₀ değeri 88.25 ve ED₉₀ değeri 450.89 ml da⁻¹ olarak bulunmuş, 38 numaralı popülasyonun ED₁₀ değeri 45.57, ED₅₀ değeri 155.16 ve ED₉₀ değeri 528.02 ml da⁻¹ olarak bulunmuş, 53 numaralı popülasyonun etkili doz değerlerine bakıldığında, ED₁₀ değerinin 63.19, ED₅₀ değerinin 229.92 ve ED₉₀ değerinin 836.52 ml da⁻¹ olduğu görülmektedir. Bu değerler çalışılan popülasyonlar içerisinde en yüksek değerlerdir. Araştırılan 94 numaralı popülasyonun etkili doz değerlerine bakıldığında, ED₁₀ değerinin 23.41, ED₅₀ değerinin 98.38 ve ED₉₀ değerinin 413.40 ml da⁻¹ olduğu görülmektedir.

İncelenen 95 numaralı popülasyon değerlendirildiğinde, ED₁₀ değerinin 7.01, ED₅₀ değerinin 42.47 ve ED₉₀ değerinin 257.09 ml da⁻¹ olduğu görülmektedir. Elde edilen değerlere

bakıldığında trifluralinin tavsiye edilen doz değerine yakındır. Diyarbakır ilinde trifluraline dayanıklılık şüphesi olan popülasyonların bir arada değerlendirilmesi sonucunda oluşan doz-etki eğrileri Şekil 3'te verilmiştir. Bu popülasyonlardan 53 numaralı hariç hepsi benzer bir eğri ortaya koymuştur. Diyarbakır ilinden alınan popülasyonların oransal etki değerlerine ED₅₀ üzerinden bakıldığında 33 numaralı popülasyonun 34, 94 ve 95 numaralı popülasyonlardan daha yüksek bir ED₅₀ değerine sahip olduğu görülmektedir.

Ele alınan 34 numaralı popülasyon diğerleri ile kıyaslandığında ise sadece 95 numaralı popülasyondan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Diğer popülasyonlardan 38 ve 94 numaralı popülasyonlarda benzer özellik gösterirken, 53 numaralı popülasyonun oransal etki (relative potensi) değeri ED₅₀ bazında (1.00-9.01) hepsinden yüksek bulunmuş ve trifluraline dayanıklılık açısından en önemli popülasyonu oluşturmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 3. Diyarbakır'dan toplanan popülasyonların ED₅₀ değerine göre oransal etki değerleri

Popülasyon No	33	34	38	53	94	95
33	1.00	0.37	0.99	1.38	0.63	0.27
34	2.63	1.00	2.63	3.65	1.11	0.48
38	0.99	0.37	1.00	1.38	0.63	0.27
53	0.72	0.27	0.72	1.00	0.42	0.18
94	1.94	0.73	1.94	2.69	1.00	0.43
95	6.50	2.46	6.50	9.01	2.31	1.00

Mardin ilinden alınan örneklerin değerlendirilmesi sonucunda dört popülasyon log logistic model ile değerlendirilmiş ancak bunlardan Nusaybin ilçesinden alınan 181 numaralı popülasyon şüpheli bulunmuştur. Bu popülasyon ile yapılan doz-etki analiz sonuçları Şekil 4.15'te verilmiştir. Elde edilen çimlenme değerleri ile doz arasındaki ilişki "Lack-of-fit" testine göre önemli bulunmuştur. 181 numaralı popülasyon için elde edilen etkili doz değerlerine bakıldığında, ED₁₀ değeri 25.33, ED₅₀ değeri 91.64 ve ED₉₀ değeri ise 331.60 ml da⁻¹ olarak bulunmuştur.

Siirt'in Kurtalan ilçesinden alınan 194, 197 ve 198 numaralı popülasyonlar şüpheli olarak görülmüş ve bunlarla yapılan ileriki çalışmalarda bu popülasyonların trifluraline dayanıklı olabileceği kanısı güçlenmiştir. Etkili doz değerleri olarak 194 numaralı popülasyon değerlendirildiğinde elde edilen ED₁₀, ED₅₀ ve ED₉₀ değeri sırasıyla 21.79, 135.02 ve 836.27 ml da⁻¹ olarak bulunmuştur. Elde edilen çimlenme değerleri ile dozlar arasındaki ilişki Lack-of-fit testine göre önemli bulunmuştur. Bu

ilden alınan 197 ve 198 numaralı popülasyonların doz-etki eğrileri ve değerleri bir birine yaklaşık bulunmuştur. 197 numaralı popülasyonun etkili doz değerlerine bakıldığında, ED₁₀ değeri 45.33, ED₅₀ değeri 149.16 ve ED₉₀ değeri 490.82 ml da⁻¹ olarak bulunmuştur. Etkili doz değerleri olarak 198 numaralı popülasyon değerlendirildiğinde ED₁₀ değeri 13.96, ED₅₀ değeri 68.30 ve ED₉₀ değeri 333.98 ml da⁻¹ olarak bulunmuştur. Siirt ilinden alınan popülasyonların birlikte değerlendirilmesi sonucunda elde edilen grafik Şekil 4'te görülmektedir. Siirt ilden toplanan popülasyonların oransal etki değerlerine ED₅₀ üzerinden bakıldığında 197 numaralı popülasyonun (1.00-2.19) daha fazla dayanıklılık riski taşıdığı görülmektedir (Çizelge 4).

Şanlıurfa'nın Akçakale ilçesinden alınan 204 numaralı popülasyon ile yapılan doz-etki analiz sonuçlarına göre elde edilen çimlenme değerleri ile doz arasındaki ilişki Lack-of-fit testine göre önemli bulunmuştur. Etkili doz değerleri olarak 204 numaralı popülasyon

değerlendirildiğinde ED₁₀ değerinin 24.61, ED₅₀ değerinin 78.13 ve ED₉₀ değerinin 248.02 ml da⁻¹ olduğu görülmektedir.

Çizelge 4. Siirt'ten toplanan popülasyonların ED₅₀ değerine göre oransal etki 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

Elde edilen değerlere bakıldığında trifluralinin tavsiye edilen doz değerine yakındır. Etkili doz değerleri olarak 208 numaralı popülasyonun değerlendirildiğinde ED₁₀ değeri 22.93, ED₅₀ değeri 92.66 ve ED₉₀ değeri 374.46 ml da⁻¹ olarak bulunmuştur. Etkili doz değerleri olarak 309 numaralı popülasyon değerlendirildiğinde çimlenme oranı % 60 seviyelerinde gerçekleşmiştir. Bu yüzden elde edilen doz-etki eğrisi diğerlerinde farklı bulunmuştur. Buna bağlı olarak ED₁₀ değeri 0.79, ED₅₀ değeri 40.07 ve ED₉₀ değeri çok yüksek olarak 1018.52 ml da⁻¹ bulunmuştur.

Çizelge 5. Şanlıurfa'dan toplanan popülasyonların ED₅₀ değerine göre oransal etki değerleri

Popülasyon No	204	228	309
204	1.00	1.18	0.51
228	0.84	1.00	0.43
309	1.95	2.31	1.00

Şanlıurfa ilinde trifluraline dayanıklılık şüphesi olan popülasyonların bir arada değerlendirilmesi sonucunda oluşan doz-etki eğrileri Şekil 5'te verilmiştir. Bu popülasyonlardan 309 numaralı hariç diğer ikisi benzer bir eğri ortaya koymuştur. Bu ilden toplanan popülasyonların oransal etki değerlerine ED₅₀ üzerinden bakıldığından 228 numaralı popülasyonun (1.00-2.31) daha fazla dayanıklılık riski taşıdığı görülmektedir (Çizelge 5).

TARTIŞMA

Dinitroaniline grubundan olan ve mitoz bölünmeyi engelleyen trifluralin uzun yıllardan bu yana ekim öncesi herbisit olarak pamuk, soya, kolza gibi yazlık kültür bitkilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Ashton ve Crafts, 1981). Trifluralin'in yaygın olarak kullanılması sonucu bu etkili maddeye karşı bazı yabancı otların pamuk ekim alanlarında dayanıklılık kazandığı bildirilmiştir (Delye vd., 2005; Anonymous, 2016). Bu etkili maddeye karşı yabancı otlarda dayanıklılık ile ilgili detaylı çalışmalar *Eleusine indica* 'da (Zeng ve Bird, 1997; 1999) ve *S. viridis*'te (Jasienuk vd., 1994) yapılmıştır. Her iki çalışmada da dayanıklılığa tek bir resesif genin neden olduğu bulunmuştur. Güney

Carolina'da pamuk ekim alanlarında yapmış oldukları çalışmada *A. palmeri*'nin 10 farklı alandan toplanan popülasyonlarının sekizinde trifluraline dayanıklılığı tespit etmişlerdir (Gossett vd., 1992). Tarla koşullarında yürütülen çalışmalar sonucunda dayanıklı bulunan popülasyonların ancak trifluralinin 5-6 katı dozunda kontrol edilebildiği ortaya konmuştur.

Yapılan bu kısıtlı sayıdaki çalışmalar ile çalışmanın bulguları arasında bir paralellik söz konusudur. Dayanıklılık şüphesi olan popülasyonların ancak dört katı dozda kontrol altına alınabildiği saptanmıştır. Bir çok popülasyonda da dayanıklılık saptanmış olup ileriki yıllarda bunların dayanıklılık kazanabileceği şüphesi oluşmuştur. *Amaranthus* cinsine ait yabancı otlarda trifluralin dayanıklılığına tek bir resesif genin neden olduğu bilindiğine göre bu durum moleküler olarak ortaya konması gerekmektedir. Bu nedenden dolayı daha detaylı çalışmalara gereksinim vardır.

Yine yapılan bazı çalışmalarda horoz ibiği türlerinin çıkış öncesi trifluralin veya pendimethalin kullanımı ile kontrol altına alınmadığı bu nedenle trasgenik üretiminin yapıldığı glifosata dayanıklı pamuklarda bunun rahatlıkla kontrol altına alınabildiği bildirilmiştir (Culpepper ve York, 2000; Culpepper, 2006). Bu tespit de Diyarbakır ili gibi dayanıklılık şüphesinin diğer illere oranla daha fazla tespit edildiği illerde alternatif tohum kullanımı ve alternatif mücadele metodlarının denenmesi gerektiğini destekler niteliktedir.

SONUÇ

Yapılan çalışmalarda Güneydoğu Anadolu Bölgesi pamuk ekili alanlarda toplanan 13 popülasyonda (33, 34, 38, 53, 94, 95, 181, 194, 197, 198, 204, 228 ve 309) dayanıklılık ve birinde (11) duyarlılığın olduğu rahatlıkla söylenebilir. Bölgede *A. retroflexus*'un trifluraline dayanıklılık şüphesinin görüldüğü Diyarbakır ili başta olmak üzere Şanlıurfa, Mardin, Siirt ve Batman illerinde 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 arttırdığı görülmüştür. Mevcut durum içerisinde dayanıklı popülasyonlar ile mücadelenin etkin bir şekilde yapılabilmesi gerekmektedir. Bu nedenle pamuk ekim alanlarında daha az kayıp ve daha fazla ürün alınabilmesi için herbisit rotasyonu, ürün münavebesi ve dayanıklı popülasyonların bulunduğu pamuk alanlarından horoz ibiği tohumlarının yayılmasının önlenmesi için tedbirler alınmalıdır.

TEŞEKKÜR

Yapılan bu çalışmalara katkı sağlayan TÜBİTAK (TOVAG-1070878), Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Destekleme Kurulu

(PYO.ZRT.1904.09.006) ve yabancı otun teşhisindeki katkılarından dolayı Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü öğretim üyelerinden Prof. Dr. Hamdi Güray Kutbay'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Ampong-Nyarko K., De Data S. K., 1991. Handbook for weed control in rice, Int. Rice Res. Inst. Manila, Philippines.
- Anonim (2016). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2008 yılı pamuk üretim verileri. <http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul> (Son Erişim Tarihi: 16 Şubat 2016).
- Anonymous (2016). The International Survey of Herbicide Resistant Weeds Online. <http://www.weedscience.org> (Son Erişim Tarihi: 30 Mart 2016).
- Ashton F. M., Crafts A. S., 1981. Dinitroanilines, mode of action of herbicides, John Wiley&Sons, New York, USA, 201–223.
- Boutsalis P., 2001. Syngenta Quick – Test: a rapid whole plant test for herbicide resistance, Weed Technology 15, 257–263.
- Culpepper A. S., York A. C., 2000. Weed management in ultra narrow row cotton (*Gossypium hirsutum*), Weed Technology, 14, 19–29.
- Culpepper A. S., 2006. Glyphosate-resistant Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) confirmed in Georgia, Weed Science, 54, 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, Review. *Pest Management Science*, 62, 584–597.
- Davis P H (1965-1988). Flora of Turkey and Aegean Islands Vol:1-9, Edinburg Universty Press, Edinburg.
- 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, 228–235.
- Doğan M. N., Boz Ö., 2007. Pamukta trifluralin uygulamalarının yabancı otlar üzerine etkinliğinin
- Gossett B. J., Murdock E. C., Toler J. E., 1992. Resistance of Plamer Amaranth (*Amaranthus palmerii*) to the dinitroaniline herbicides, Weed Technology, 6, 587–591.
- Jasieniuk M., Brule-Babel A. L., Morrison I. N., 1994. Inheritance of trifluralin resistance in green foxtail (*Setaria viridis*). Weed Science, 42, 123–127.
- Letouze A., Gasquez J. A., 1999. Rapid reliable test for screening aryloxyphenoxypropionic acid resistance within *Alopecurus myosuroides* and *Lolium* spp. Populations, Weed Research, 39, 37–48.
- Moody K., 1996. Weed management in upland rice, P. 89-98. In B.A. Auld and K.V. Kim (ed.), Weed management in rice food and agriculture, Organization of the United Nation, Rome.
- Ritz C., Streibig J. C., 2005. Bioassay analysis using R. J. statistical software, 12, 1–22.
- Seçmen Ö., Gemici Y., Görk G., Bekat L., Leblebici E., 2004. Tohumlu bitkiler sistematigi, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi, Kitaplar Serisi, No:116, İzmir.
- Seefeldt S. S., Jensen J. E., Fuerst E. P., 1995. Log-logistic analysis of herbicide dose-response relationships, Weed Technology, 19, 218–227.
- Streibig J. C., Rudemo M., Jensen J. E., 1993. Dose-response curves and statistical models, Pages 29–55 in J. C. Streibig and P. Kudsk, eds. Herbicide Bioassays, Boca Raton, FL: Chemical Rubber Company Press.
- 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.
- Valverde B., Gressel J., 2006. Dealing with the evolution and spread of *Sorghum helepense* glyphosate resistance in Argentina, A Consultancy Report to SENASA (Confidential).
- Vargas R. N., Wright S. D., 2004. Herbicide resistance management, In cotton field check, Cooperative Extension Bulletin UC Davis, USA.
- Wang T., Fleurg A., Ma J., Dormancy H., 1996. Genetic control of dinitroaniline resistance in foxtail millet (*Setaria italica*), Journal of Heredity., 87, 423–426.
- Zeng L. H., Baird W. V., 1997. Genetic basis of dinitroaniline herbicide resistance in a highly resistant biotype of goosegrass (*Eleusine indica*), J. Hered., 88, 42–432.
- Zeng L. H., Baird W. V., 1999. Inheritance of resistance to antimicrotuble dinitroanilin herbicides in on “intermediate” resistant biotype of *Eleusine indica*, Ar. J. Bot. 86, 940–947.

Geliş Tarihi/ Received: Şubat/February, 2016
Kabul Tarihi/ Accepted: Mayıs/May, 2016

To Cite: Pala F., Mennan H. 2014. Investigation of Trifluralin Resistance in Some Species of the Pigweed (*Amaranthus* spp.) in Cotton Fields of the Southeastern Anatolia Region (In Turkish with English Abstract). Türkiye Herboloji Dergisi, 17(1-2):1-8.

Alıntı için: Pala F., Mennan H. 2014. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Pamuk Ekim Alanlarında Bazı Horoz İbği (*Amaranthus* spp.) Türlerinin Trifluraline Dayanıklılığının Araştırılması. Türkiye Herboloji Dergisi, 17(1-2):1-8.

© Türkiye Herboloji Derneği, 2014