

Araştırma Makalesi - Research Article

Isparta İli Elma Bahçelerinde Glyphosate'a Dayanıklı Pire Ot (*Conyza canadensis* (L.) Cronquist)'larının Belirlenmesi

Determination of Glyphosate Resistant Horseweed (*Conyza Canadensis* (L.) Cronquist) in Apple Orchard in Isparta

Ahmet Tansel Serim^{1*}, İstem Budak², Ünal Asav³

Geliş / Received: 20/04/2022

Revize / Revised: 21/05/2022

Kabul / Accepted: 31/05/2022

ÖZ

Türkiye'nin önemli elma üretim bölgelerinden biri de Isparta'dır. Elma üretim alanlarında sorunlara neden olan hastalık, zararlı ve yabancı otlar elma üretimini önemli derecede sınırlamaktadır. Yabancı otların doğrudan oluşturduğu zarar sınırlı kalmakla birlikte, özellikle erken gelişme döneminde elma bitkileriyle su, besin maddesi ve ışık rekabetine girdikleri için önemlidir. Söz konusu kayıplarının azaltılması için en çok başvurulan teknik herbisit kullanımınıdır. Herbisitler, aynı alanda rotasyon yapılmadan uzun süre kullanıldığında dayanıklı yabancı ot popülasyonları görülebilir. Herbisite dayanıklı popülasyonların görülmesinden sonra uygulanacak dayanıklılık yönetimi daha uzun ve kapsamlı çalışmaları kapsar. Bu çalışma, Isparta elma üretim alanlarında glyphosate'a dayanıklı pire otu (*Conyza canadensis*) popülasyonlarının belirlenmesi için 2015-2019 yıllarında yürütülmüştür. Dayanıklılığın tespitinde bioassay yöntemi kullanılmıştır. Tarama testi kapsamında iklim odası koşullarında yetiştirilen pire otu bitkilerine Glyphosate'ın tavsiye edilen dozu uygulanmış ve bitkilerin Glyphosate'a dayanıklılık durumları belirlenmiştir. Tarama testi sonunda dayanıklılık şüphesi taşıyan 2 Pire otu popülasyonu ile hassas popülasyon doz-tepki denemesine alınmıştır. Doz-tepki denemelerinde Pire otu popülasyonlarına Glyphosate'ın logaritmik dozları uygulanmış ve etki non-linear regresyon analizi ile belirlenmiştir. Glyphosate'a dayanıklılık şüphesi taşıyan popülasyonların I₅₀ değerlerinin F₁ popülasyonlarında 96.087 ve 83.126 ml ticari doz/da, F₂ popülasyonlarında ise 106.48 ve 98.82 ml ticari doz/da bulunmuştur. Dayanıklılık şüphesi taşıyan şifa otu popülasyonlarının Glyphosate'a toleranslarının yüksek olduğu değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler- Glyphosate Dayanıklılığı, Pire Otu, *Conyza Canadensis*, Elma

ABSTRACT

Isparta is one of the most important apples producing areas of Turkey. Disease, pests, and weeds that result in problems in apple orchards may restrict apple production. Although the direct impact of the weeds on apples is limited, they can be significant, especially at an early stage due to competition for water, nutrients, and light. The most preferable method to prevent crop losses is herbicide use. If the herbicides were used in the same place without a rotation, herbicide resistant populations may become apparent. Implementation of resistance management following herbicide-resistant population covers more long-term and extensive studies. This study was conducted to determine Glyphosate resistance horseweed (*Conyza canadensis*) population in apple orchards of Isparta from 2015 to 2019. Bioassay techniques were employed to determine the resistance. In the screen test,

^{1*}Sorumlu yazar iletişim: ahmettansel.serim@bilecik.edu.tr (<https://orcid.org/0000-0002-0274-1895>)

Bitki Koruma Bölümü, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Bilecik, Türkiye

²İletişim: istem.budak@tarimorman.gov.tr (<https://orcid.org/0000-0002-5082-138X>)

Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yenimahalle, Ankara, Türkiye

³İletişim: asavunal@gmail.com (<https://orcid.org/0000-0002-8437-6341>)

Bitki Koruma Bölümü, Ziraat Fakültesi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat, Türkiye

the recommended rate of glyphosate was applied to the horseweed populations that were grown in the growth chamber and their resistances were determined. In the dose-response experiments, logarithmic rates of glyphosate were applied to horseweed populations and the impact was identified by non-linear regression analysis. I_{50} values of suspected glyphosate resistant populations were 96.087 and 83.126ml commercial ingredient/da and 106.48 and 98.82ml commercial ingredient/da for F1 and F2 populations, respectively. The populations separated as suspected glyphosate resistant horseweed have been considered as high-level herbicide tolerant.

Keywords- Glyphosate Resistance, Horseweed, Conyza Canadensis, Apple

I. GİRİŞ

Yumuşak çekirdekli meyveler grubu içerisinde yer alan Elma ekonomik getirisi yüksek olan bir kültür bitkisidir. Elma hem iç tüketim hem ihracat amaçlı üretilmekte; taze tüketilebildiği gibi meyve kurusu, meyve suyu ve reçel olarak da tüketilebilmektedir. Türkiye üretim miktarı bakımından, Çin (44 milyon 66 bin ton) ve ABD (4 milyon 490 bin ton)'nin arkasından dünyada 3. sırada gelmektedir [1]. Türkiye 2021 yılı verilerine göre elma üretim alanı 168.811 ha olup, yıllık 4 milyon 493 bin ton'luk bir üretime sahiptir. Isparta ili ise aynı yıl verilere göre ülkemizin elma üretim alanının %13'üne sahip olmakta ve toplam üretimin %25'ini karşılamaktadır [2]. Türkiye'nin ihracat ürünleri arasında önemli yere sahip olan elmada verim kaybına neden olan etmenlerin başında yabancı otlar gelmektedir. Özellikle küçük ölçekli üretim alanlarında üretimde geçen zamanın %40'ı yabancı ot mücadelesine ayrılmaktadır [3].

Yabancı otlar kültür bitkileri ile su, besin maddesi, ışık ve yer için rekabete girerler [4]. Kitiş [5] Isparta ili elma bahçelerinde yaptığı yabancı ot sürveyinde 23 familyaya ait 63 yabancı ot türü tespit etmiş, bu türlerden en yoğun olanların *Amaranthus retroflexus* L., *Portulaca oleracea* L., *Setaria verticillata* (L.) P.B. türleri olduğunu bildirmiştir. Benzer bir çalışmayı Niğde'de yürüten Üstüner ve Akyol (2007) en yoğun türlerin *Agropyron repens* (L.) P. Beauv., *Alopecurus myosuroides* Hudson, *Bromus tectorum*, L. ve *Cynodon dactylon* (L.) Pers. olduğunu tespit etmişlerdir [6]. Allelopatik kimyasallar salgılayan bazı yabancı otlar meyve ağaçlarının gelişimini engelleyebilirler. Ayrıca yabancı otlar hastalık ve zararlılara konukçuluk da etmektedirler. Örneğin elma bahçelerinde sorun olan karahindibağı, domates ring spot virüsüne konukçuluk yaparak nematodlar vasıtasıyla virüsün elmaya bulaşmasına neden olabilir [4]. Yabancı otla kaplı bahçelerde kemirgenlerin oluşturduğu zararlar da daha yüksektir [4]. Yabancı otlar toprak yüzeyine gelen güneş ışığını azalttığı için meyvelerde don zararının etkisini artırabilirler. Yabancı otlar bu dolaylı zararları yanında önemli verim ve kalite kayıplarına da neden olurlar. Tek yıllık ya da otsu yabancı otlar %16-49 verim kaybına neden olduğu, bu yabancı otların bulunduğu parsellerdeki meyvelerin daha küçük olması nedeniyle ekonomik kaybının %25-55'e çıktığı belirlenmiştir [7]. Başka bir çalışmada ise elma verimindeki toplam kaybın %27 olduğu ve büyük meyve sayısının ise %57 azaldığı belirlenmiştir [8].

Yabancı otların zararını en aza indirmek için birçok yöntem bulunmasına rağmen en çok tercih edilen uygulama kimyasal mücadeledir. Ancak aşırı herbisit uygulamaları sonucunda dayanıklı yabancı ot popülasyonlarının görülme sıklığı artmaktadır. Bir bitkinin değişik kimyasal sınıflardan herbisitlere genetik özellikler sayesinde karşı koyabilme durumu herbisit dayanıklılığı olarak ifade edilmektedir. Herbisit dayanıklılığı; herbisite hassas olan yabancı ot bireylerin popülasyondaki sayısının azalması ve buna karşın doğada zaten var olan dayanıklı popülasyonların rekabet koşullarının azalması ve zaman içerisinde seleksiyon yoluyla popülasyondaki sayısının hâkim konuma geçmesidir. Dayanıklı türler, genetik olarak bir sonraki nesillerine de bu dayanıklılık genlerini taşımaktadırlar [9]. Herbisitlere dayanıklılığı konusunda Washington'da (ABD) triazine dayanıklı *Senecio vulgaris* L. popülasyonunun 1970 yılında raporlanması bu konudaki ilk bilimsel veridir [10]. Günümüzde dünyada herbisitlere karşı 153'si geniş yapraklı, 113'i dar yapraklı olmak üzere toplam 266 yabancı ot türüne ait 512 dayanıklılık vakası olduğu tespit edilmiştir [10].

Glyphosate (N- fosfonometil glisin) tek yıllık ve çok yıllık yabancı otları geniş bir yelpazede kontrol edebilen sistemik etkili total bir herbisittir. Glyphosate ilk olarak 1974 yılında tanıtılmış ve o yıldan bu yana, dünyada en fazla alanda kullanılan herbisit olmuştur. Glyphosate'ın yaygın kullanımı birçok yabancı ot türleri üzerinde duyarlılığı azaltmış ve pire otu da dahil olmak üzere birçok türde, dayanıklılığın hızlı şekilde görülmesine neden olmuştur. Şifa otuna karşı ilk dayanıklılık tespiti Japonya da 1980 yılında bağ, meyve bahçeleri, demiryolları ve yol kenarlarından toplanan örneklerde Bipyridiliums grubu bir herbisit olan paraquat'da kaydedilmiştir [10]. Dayanıklılık daha sonra pek çok ülkede tespit edilmiş, özellikle 2005 – 2011 yılları arasında belirlenen

dayanıklılığın büyük bir çoğunluğu *Glycines* grubuna dahil (EPSPenzim inhibitörü) bir herbisit olan glyphosate karşı geliştiği bildirilmiştir [10].

Ege ve Akdeniz Bölgesi turuncğil alanlarında bulunan pire otu türlerini belirlemek için yürütülen bir çalışmada, moleküler analiz sonuçlarına göre en yaygın türün *C. bonariensis*, bağ alanlarında ise *C. canadensis* olduğu belirlenmiştir [11]. Ülkemizde pire otu türlerinin Glyphosate'a dayanıklılığı üzerine yapılan çalışmalara bakıldığında; Ege ve Akdeniz Bölgesi turuncğil ve bağ alanlarından toplanan 252 populasyonun 32'sinin Glyphosate'a dayanıklı olduğu bildirilmiştir [12]. Araştırmacılar pire otu için dayanıklılık indeksi değerlerinin F1 bireyleri için 1.3-9.0, F2 bireyleri için 1.7-9.7 olduğunu ve dayanıklılığın hedef nokta dayanıklılığından kaynaklanmadığını bildirmişlerdir. Marmara bölgesinde şeftali bahçelerinden toplanan bazı *C. sumatrensis* populasyonlarının Glyphosate'a rozet döneminde uygulandığında 3.8-6.6 kat, vejetatif dönemde uygulandığında ise 5.3-7.8 dayanıklı olduğu olduğunu belirlemişlerdir [13]. Araştırmacılar dayanıklı populasyonların chlorsulfuron'ada 2.4-3.8 kat dayanıklı olduğunu ancak metribuzin ile populasyonlarının kontrol edilebildiklerini bildirmişlerdir. Marmara bölgesinde yürütülen başka bir çalışmada dayanıklı pire otu populasyonların hassas olanlara göre dayanıklılık indeksi değerlerinin 4.9-12.8 arasında değiştiği bildirilmiştir [14].

Kalifornia'nın merkez vadisinde, çok yıllık kültür bitkilerinde ve tarım dışı alanlarda Pire otu probleminin giderek arttığı belirtilmektedir. Benzer durumun Glyphosate'a tolerant kültür bitkilerinin yetiştirildiği diğer bölgelerde de gözlemlendiği ifade edilmektedir. Bu durum karşısında Kalifornia'da üretim alanlarında glyphosate'a karşı dayanıklı olan Pire otu populasyonları ile mücadelede, dayanıklılık yönetimi teknikleri ile mücadele edildiği bildirilmektedir [15]. Glyphosata dayanıklı Pire otu istilasının Amerika Birleşik Devletleri'nin doğu kısımlarında yaygın bir hale geldiği, toprak işlemez tarımın yapıldığı alanlarda Pire otundaki bu dayanıklılık probleminin glyphosate'ın yoğun kullanımından kaynaklanan dayanıklılığın sonucu olduğu ifade edilmiştir. Glyphosate'ın kontrol edemediği dayanıklı Pire otu populasyonlarını farklı etki mekanizmalarına sahip alternatif herbisitler ile kontrol edebildiklerini belirtilmiştir [16]. Amerika Birleşik Devletlerinin Orta Batı kısmında bulunan Corn Belt'de toprak işlemez soya fasulyesinin yetiştiriciliğinin yapıldığı alanlarda Pire otu probleminin yaygın olduğu ve bu problemin giderek arttığı ifade edilmektedir. Araştırmacılar dayanıklılık yönetimi tekniklerini araştırdıkları çalışmalarında, ürün rotasyonu ve ekim öncesi herbisit uygulamaları ile dayanıklılık yönetiminin 4. yılının sonunda Glyphosata dayanıklı Pire otu populasyonların da hızlı bir şekilde azalmanın olduğunu belirlemişlerdir [17].

Brezilya São Paulo'da araştırmacılar, yaptıkları çalışmada glyphosate'a dayanıklı *Conyza* spp. türleri ile mücadelede alternatif herbisit kullanım seçeneklerini araştırmışlardır. Bu kapsamda, glyphosate+bromacil+diuron, glyphosate+atrazine, glyphosate+diuron, glufosinate ammonium, MSMA, bromacil+diuron, metsulfuron, carfentrazone ve paraquat uygulamalarını araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, MSMA, bromacil+diuron, metsulfuron, carfentrazone ve paraquat uygulamalarının Glyphosate'a dayanıklı *Conyza* spp. populasyonları ile mücadelede alternatif uygulamalar olabileceklerini belirtmişlerdir [18].

Son yıllarda yoğun herbisit uygulaması yapılan ülkeler de çok önemli bir problem haline gelen herbisit dayanıklılığı konusunda ülkemizde yapılan çalışmalar sınırlıdır. Özellikle geniş bir yelpazede kullanımı olan glyphosate'ın elma bahçelerinde bulunan yabancı otlara karşı dayanıklılık boyutu şu ana kadar ülkemizde araştırılmamış bir konu olup, yabancı ot mücadelesi için elma bahçelerinde kullanılan glyphosatın etkisini kaybettiği yönünde üretici şikayetleri de gelmiştir. Bu çalışmada Isparta ilinde elma bahçelerinde sorun olan pire otu populasyonları içinde glyphosata dayanıklı populasyonlarının saptanması amaçlanmıştır.

II.MATERYAL VE METOT

A. Materyal

Çalışmanın ana materyalini; Glyphosate etkili maddeli (glyphosate potasyum tuzu, 441 g/L) herbisit ile Isparta ili elma bahçelerinden ve herbisit uygulaması yapılmamış çayır, merave doğal alanlardan toplanan Pire otu tohumları oluşturmuştur (Tablo 1).

Tablo 1. Isparta ilinden toplanması pire otu popülasyonlarının koordinatları

İlçe adı	Koordinat
Merkez	37°49'25.7"N 30°31'50.5"E, 37°47'45.4"N 30°30'49.4"E, 37°48'28.7"N 30°32'30.1"E, 37°46'48.6"N 30°35'56.9"E, 37°45'40.5"N 30°36'46.3"E, 37°45'23.3"N 30°36'03.2"E
Aksu	37°48'41.9"N 31°00'41.2"E, 37°48'02.2"N 31°00'59.6"E, 37°47'50.8"N 31°03'47.2"E, 37°47'33.9"N 31°04'36.0"E, 7°47'18.9"N 31°04'00.5"E (P _{Hassas})
Atabey	37°55'03.6"N 30°40'04.7"E, 37°54'31.7"N 30°39'01.2"E, 37°53'28.2"N 30°37'34.0"E, 37°57'23.6"N 30°38'23.2"E, 37°57'08.2"N 30°39'49.4"E, 37°55'49.9"N 30°42'12.2"E
Eğirdir	37°53'08.7"N 30°54'17.1"E, 37°52'33.8"N 30°54'27.5"E, 37°46'55.5"N 31°00'39.5"E, 37°46'51.9"N 30°59'42.8"E, 37°49'22.1"N 30°54'00.9"E, 37°50'17.5"N 30°52'58.9"E 37°49'46.0"N 30°52'10.6"E, 37°48'45.4"N 30°52'26.3"E, 37°45'50.4"N 30°52'29.9"E, 37°42'19.4"N 30°52'52.3"E, 37°52'12.7"N 30°48'02.4"E, 37°54'52.6"N 30°47'17.0"E,
Gelendost	38°09'49.8"N 30°58'23.5"E, 38°09'26.2"N 30°58'01.6"E, 38°08'58.9"N 30°57'20.0"E, 38°08'42.5"N 30°57'54.8"E, 38°07'39.5"N 30°57'10.7"E, 38°07'19.6"N 30°55'39.2"E 38°06'26.3"N 30°56'45.6"E (P ₂ popülasyonu), 38°05'56.1"N 30°57'06.9"E, 38°03'23.8"N 30°57'33.4"E, 38°00'40.5"N 30°57'40.4"E, 38°05'17.6"N 31°00'49.3"E, 38°06'33.7"N 31°02'15.4"E, 38°06'30.0"N 31°00'24.7"E, 38°08'36.4"N 31°00'27.3"E
Gönen	37°57'19.6"N 30°29'53.9"E, 37°56'20.6"N 30°30'03.5"E, 37°53'53.6"N 30°29'50.9"E (P ₁ popülasyonu)
Keçiborlu	37°55'57.1"N 30°19'05.3"E, 37°54'50.5"N 30°20'29.2"E, 37°52'45.0"N 30°18'56.0"E, 37°57'17.3"N 30°17'45.0"E
Senirkent	38°07'10.3"N 30°33'41.0"E, 38°08'05.1"N 30°37'09.3"E
Sütçüler	37°31'39.3"N 30°58'10.6"E
Şarkikaraağaç	38°07'12.2"N 31°25'35.4"E, 38°06'39.6"N 31°24'32.5"E, 38°05'45.4"N 31°23'43.3"E, 38°03'49.3"N 31°26'13.3"E, 38°03'18.5"N 31°22'54.9"E
Uluborlu	38°05'37.0"N 30°26'37.9"E, 38°06'18.2"N 30°28'13.1"E
Yalvaç	38°21'00.7"N 31°08'42.4"E, 38°19'16.9"N 31°09'00.2"E, 38°17'24.0"N 31°08'42.3"E, 38°13'50.4"N 31°07'04.4"E, 38°12'22.8"N 31°06'40.3"E
Yenişarbademli	37°41'58.6"N 31°22'50.0"E, 37°42'35.5"N 31°24'02.1"E, 37°43'08.3"N 31°25'21.4"E

Denemede iklim odası, viyol, toprak, kum, çiftlik gübresi, kese kağıtları, plastik torbalar, plastik küvetler, Sprey ilaçlama kabini (sprey chamber), etiketler, hassas terazi, etüv, buzdolabı, GPS ve mikro pipetler kullanılmıştır.

B. Arazi Çalışmaları

Isparta ili elma üretim alanlarında Pire otu popülasyonları arasında Glyphosate'a dayanıklılık kazanmış olanları saptamak için elma üretimi yapılan ilçelerde üretim alanlarının % 0,1'i ziyaret edilerek, Pire otu tohumları toplanmıştır. Ayrıca herbisit uygulanmamış doğal alanlardan da Pire otu tohumları toplanmıştır. Pire otu tohumlarının alındığı alanların GPS kayıtlarında tutulmuştur. Doz-yanıt denemelerinde kullanılacak olan hassas Pire otu popülasyonlarının hassas olduğu konusunda herhangi bir şüpheye yer vermemek için, çayır ve meralar ile tarım dışı alanlardan Pire otu tohumları toplanırken paçal yapılarak değil, bitki bazında ayrı ayrı toplanmıştır. Laboratuvara getirilen tüm örnekler temizlendikten ve 2 gün gölge koşullarda kurutulduktan sonra +4 °C'de buzdolabında muhafaza edilmiştir. Laboratuvara getirilen bu tohumlar çimlenme testlerine tabi tutulmuş ve tohumların çimlenme sorunu olmadığı belirlenmiştir.

C. Tarama Testi Çalışmaları

Pire otu popülasyonları arasında Glyphosate'a dayanıklı popülasyonların belirlenmesinde, klasik test metodu kullanılmıştır [19]. Öncelikle, tarama testi ile popülasyonların glyphosate'a hassas olup olmadıkları belirlenmiştir. Bu tarama testinde, her bir elma bahçesi için ayrı ayrı olmak üzere, elma bahçesinden toplanan pire otu popülasyonu tohumları üç tane küvete ekilmiştir. Yetiştirme ortamı olarak gübre:toprak:kum (1:1:1) karışımı kullanılmıştır. Toprak ve kum materyalleri herbisit kullanılmamış alanlardan temin edilmiş ve toprak sterilizatörü ile sterilize edilmiştir. Tohumların çimlendirilerek Pire otu fidelerinin elde edilmesi iklim odasında (22 °C ve 18°C gece sıcaklığı) gerçekleştirilmiştir. Küvetlerden bir tanesi kontrol (ilaçsız) olarak bırakılmış, diğer iki küvette ise Pire otları çıktıktan sonra aktif büyüme dönemlerinde iken glyphosate'ın etiket dozu (N dozu: 300 ml ticari preparat/da) uygulanmıştır. Uygulamadan sonraki 28. günde, ilaçlanmış olan küvetlerden herhangi birinde bir tane bile canlı Pire otu varsa o popülasyon dayanıklı şüphesi ile doz-etki denemesine alınmıştır. İlaçlanmış olan küvetlerin her ikisinde de canlı bir tane bile Pire otu yoksa o popülasyon hassas popülasyon olarak kabul edilmiştir.

D. Doz-Etki Çalışmaları

Tarama testinden sonra Pire otundaki dayanıklılık durumunu ED₅₀ değerleri üzerinden de belirlemek için ise doz-yanıt denemeleri kurulmuştur. Bu kapsamda, tarama testi sonucunda belirlenen hassas Pire otu popülasyonlarına ait tohumlar ile Glyphosate'a hassas olmadığı belirlenen Pire otu popülasyonlarına ait tohumlar iklim odası koşullarında viyollere ekilmiştir. Tohum ekili olan viyoller delikli plastik tavalara içine konulmuştur. Yetiştirme ortamı olarak gübre:toprak:kum (1:1:1) karışımı kullanılmıştır. Pire otu tohumlarından çıkış yapan bitkilere aktif büyüme dönemlerinde (2-4 gerçek yaprak) Glyphosate'ın farklı dozları uygulanmıştır. Herbisite hassas popülasyona X/8, X/4, X/2, X=Etiket dozu, 2X ve 4X dozları uygulanırken, herbisite dayanıklılık şüphesi taşıyan popülasyonlara X/4, X/2, X, 2X, 4X, 8X ve 16X dozları tatbik edilmiştir. Kontrol bitkilerine ise sadece su uygulanmıştır. İlaçlamalar ilaçlama kabininde 20 l/da ilaç normu (ilaç + su) hesabı ile yapılmıştır. Etki değerlendirmesi uygulamadan sonraki 28. günde Pire otları toprak yüzeyinden hasat edilerek yapılmıştır. Kesilen bitkiler kase kağıtları içerisine konulmuş ve 70 °C de 48 saat etüve kurutulduktan sonra hassas terazide kuru ağırlıkları (g) alınmıştır. Doz-yanıt denemeleri tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuş ve iki kez tekrarlanmıştır. Doz-yanıt denemelerinde dayanıklılığı belirlemede ED₅₀ değerlerinden faydalanılmıştır.

Glyphosate dayanıklı pire otu popülasyonlarında dayanıklılığın gelecek kuşağdaki durumunun belirlenmesi için F₂ popülasyonları kullanılarak da doz-etki denemeleri kurulmuştur. Bu amaçla; F₁ jenerasyonuna ait 2 dayanıklılık şüpheli popülasyon ve 1 hassas popülasyonun tohumları saksılara ekilerek iklim odasında farklı zamanlarda büyütülmüş, bu bitkilerden F₂ jenerasyonunun tohumları elde edilmiştir. F₂ jenerasyonunun tohumları ekilerek üretilen fideler kullanılarak ile doz-etki denemeleri tekrarlanmıştır.

E. Sonuçların Değerlendirilmesi

Pire otu popülasyonlarındaki dayanıklılık durumlarının Glyphosate'ın ED₅₀ değerleri ile belirlenmesi için ise hassas olan ve dayanıklılığında şüphe edilen Pire otu bitkilerinden elde edilen kuru ağırlık (g) verileri regresyon analizine (doz-yanıt) tabi tutulmuştur. Değerlendirmelerde doğrusal olmayan regresyon analizi uygulanmıştır [Formül 1]. İstatistiksel değerlendirmeler R istatistik programında DRC modülü kullanılarak yapılmıştır. Regresyon analizinde veriler Log-Logistic model kullanılarak değerlendirilmiştir. [20].

$$Y=C / (1+ \text{Üs}(b*(\log(X)- \log(I_{50})))) \quad (1)$$

Formülde; Y: Kuru ağırlığı; C: Maksimum kuru ağırlığını, B: Doz etki kurvesinin I₅₀ noktasındaki eğimini, X: Herbisit dozunu ve I₅₀: Bitkinin kuru ağırlığının %50 azaldığı herbisit dozunu ifade etmektedir.

Modelin doğruluğunun belirlemek için uyum eksikliği testi kullanılmıştır. Uyum eksikliği testi varyans analizi ile regresyon analizi arasındaki farklılığı belirlemek için F testi kullanılarak R istatistik programı içerisinde yapılmıştır. Non-linear regresyon analizlerinden elde edilen I₅₀ değerlerinin değerlendirilmesinde her popülasyonun dayanıklılık katsayısı belirlenmiştir. Hassas olarak değerlendirilen popülasyon bu amaçla kullanılmıştır. Dayanıklılık katsayısı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$R = \frac{DPID}{HPID}$$

Formülde; R: Dayanıklılık katsayısını, DPID: Dayanıklı popülasyonun I₅₀ değerini, HPID: Hassas popülasyonun I₅₀ değerini ifade etmektedir.

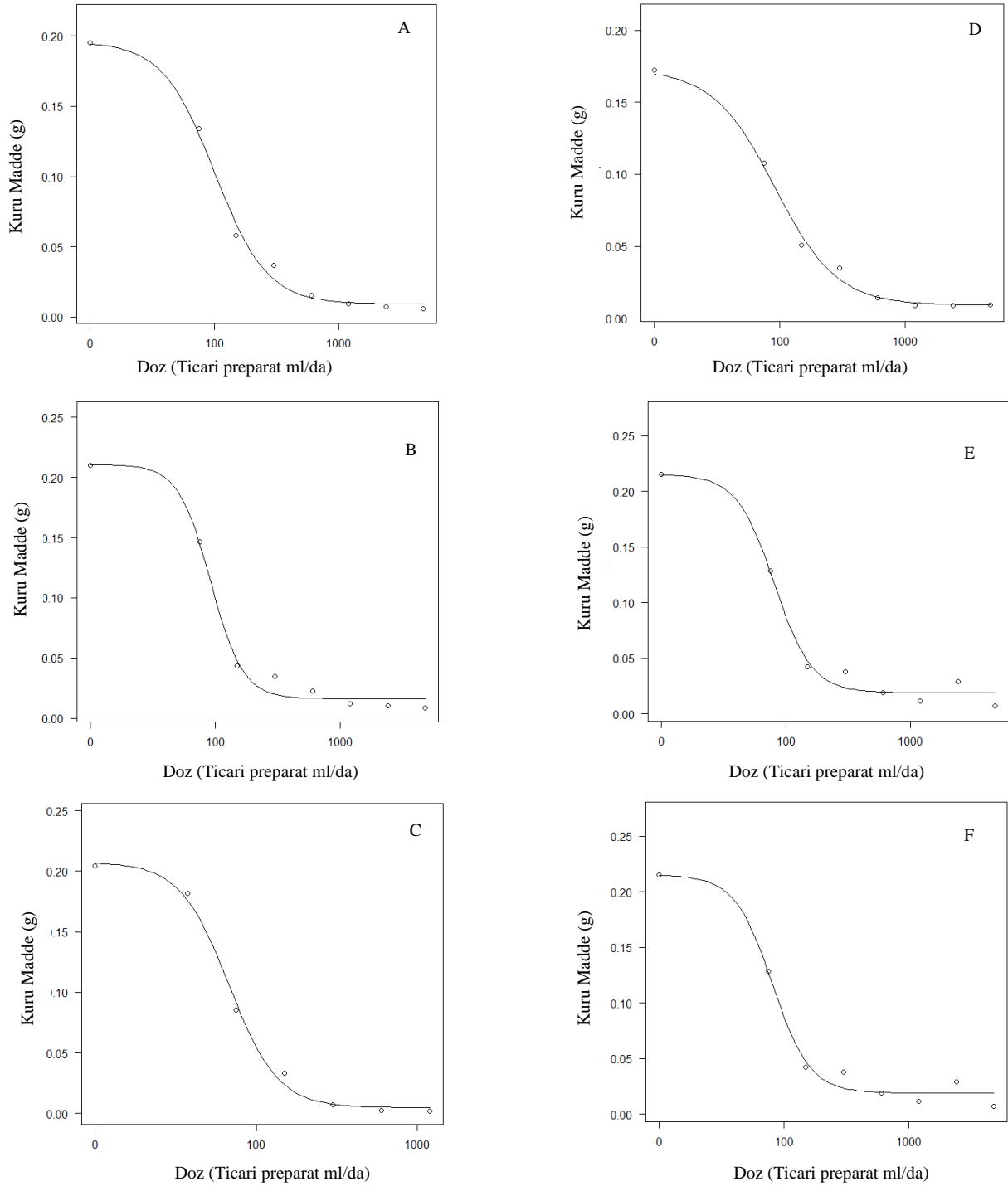
III. BULGULAR

Tarama testleri sonucunda 2 adet şifa otu popülasyonunun Glyphosate'nin tavsiye dozu (300 ml/da) uygulamasında ölmediği, kalan 66 şifa otuna ait popülasyonların ise tamamının öldüğü görülmüştür. Tarama testinin sonucundan elde edilen verilere göre 2 adet Glyphosate'a dayanıklı olduğundan şüphelenilen şifa otu popülasyonu ile 1 adet hassas şifa otu popülasyonu doz-etki çalışmasına tabi tutulmuştur. Dayanıklılık şüphesi olan şifa otu popülasyonlarına Glyphosate'ın tavsiye dozunun 1/4 ile 16 katı arasındaki dozları uygulanmıştır. Hassas şifa otu popülasyonuna ise Glyphosate'ın tavsiye dozunun 1/8 ile 4 kat dozları uygulanmıştır. Herbisit uygulanan 1. ve 2. jenerasyondaki şifa otlarının kuru madde miktarının dozun artmasına bağlı olarak azalma gösterdiği görülmüştür (Tablo 2, Şekil 1).

Tablo 2. Doz-etki denemelerine alınan dayanıklılık şüphesi olan ve hassas pire otu popülasyonlarına uygulanan farklı glyphosate dozlarında yabancı otların kuru ağırlıkları (g)

Jenerasyon	Doz (g tp /da)	Bitki Kuru ağırlığı (g)		Doz (g tp/da)	Bitki Kuru ağırlığı (g)
		P ₁	P ₂		
F ₁	0	0.1725	0.215	0	0.1825
	75	0.1075	0.1285	37.5	0.1625
	150	0.05075	0.04225	75	0.061
	300	0.03475	0.0375	150	0.0145
	600	0.01425	0.01875	300	0.009
	1200	0.00875	0.01125	600	0.00625
	2400	0.00875	0.029	1200	0.00225
	4800	0.009	0.007	2400	-
F ₂	0	0.1950	0.2103	0	0.2043
	75	0.1340	0.1463	37.5	0.1820
	150	0.0580	0.0433	75	0.0853
	300	0.0365	0.0348	150	0.0333
	600	0.0155	0.0228	300	0.0073
	1200	0.0095	0.0120	600	0.0028
	2400	0.0073	0.0103	1200	0.0020
	4800	0.0060	0.0088	2400	-

tp: ticari preparat



Şekil 1. Dayanıklı şüphanesi olan ve hassas şifa otu popülasyonlarının kuru madde-glyphosate doz grafikleri (A: F₁ jenerasyonu P₁ şifa otu popülasyonu, B: F₁ jenerasyonu P₂ şifa otu popülasyonu, C: F₁ jenerasyonu hassas şifa otu popülasyonu, D: F₂ jenerasyonu P₁ şifa otu popülasyonu, E: F₂ jenerasyonu P₂ şifa otu popülasyonu, F: F₂ jenerasyonu hassas şifa otu popülasyonu)

Doz etki çalışmalarında F₁ jenerasyonuna ait şifa otu ile kurulan denemelerde dayanıklı ve hassas popülasyonların I₅₀ değerlerinin sırasıyla 96.09, 83.13 ve 62.88 ml ticari doz/da olduğu belirlenmiştir (Tablo 3). F₂ jenerasyonuna ait şifa otu bireyleriyle yapılan yeni doz etki denemelerinde ise I₅₀ değerleri sırasıyla 106.48, 98.82, 69.51 ml/da olduğu hesaplanmıştır. Değerlendirme sonucunda F₁ jenerasyonuna ait herbisite dayanıklılık

şüphesi olan şifa otu popülasyonların dayanıklılık katsayısı F_2 jenerasyonuna ait olanlarda birbirine yakın bulunmuştur. I_{90} (bitkinin kuru madde miktarında %90 azalmaya neden olan herbisit dozu) değerlerine göre F_1 jenerasyonuna ait dayanıklılık şüphesi taşıyan şifa otu popülasyonlarının dayanıklılık katsayıları F_2 jenerasyonunda düşük bulunmuştur.

Tablo 3. F_1 ve F_2 jenerasyonlarına ait pire otu bitkilerinin Non-linear regresyon analizi ile hesaplanan model parametreleri ve dayanıklılık katsayısı değerleri

Parametre	F1			F2		
	P_1	P_2	P_{hassas}	P_1	P_2	P_{hassas}
B	1.35	1.44	3.6	1.65	2.09	2.64
C	0.17	0.21	0.18	0.197	0.212	0.208
I_{50}	96.09	83.13	62.88	106.48	98.82	69.51
R_{I50}	1.53	1.32	1	1.53	1.42	1
I_{90}	487.608	379.318	115.65	402.45	283.06	159.60
R_{I90}	4.23	3.29	1	2.53	1.78	1

IV.TARTIŞMA VE SONUÇ

Pire otu bitkileri elma bahçelerinde yer alan diğer yabancı otlarla karşılaştırıldığında farklı bir gelişme periyoduna sahip olduğu görülmektedir. Elma bahçelerinde yabancı ot mücadelesi genellikle erken ilkbaharda (Mart-Nisan ayında) başlayarak mevsim ve tarla koşullarına bağlı olarak hasat zamanına kadar (Ağustos-Eylül) devam eder. Yabancı otlar için erken ilkbahar toplu çıkış açısından önemli olduğu için herbisit uygulamasının veya mekanik yabancı ot mücadelesinin bu dönemde yapılmasına odaklanılmaktadır. Erken ilkbaharda yapılan herbisit uygulamaları sırasında geniş yapraklı yabancı ot türleri genellikle bahçe yüzeyini kapladığı için bu bitkilerin altında kalan ve çıkışı yavaş olan ve çıktuktan sonra rozet halinde belirli bir süre bekleyen pire otu gibi yabancı otlara, uygulanan herbisitın teması mümkün olmamaktadır. Herbisite maruz kalan diğer yabancı otlar ölümlerine göre pire otu fideleri herbisitten etkilenmedikleri için gelişmeye devam ederler. Kuruyan yabancı otlar pire otu ile rekabete giremediği için pire otu fideleri çok hızlı bir şekilde gelişmeye devam etmekte ve kuruyan yabancı otların içinden çıkarak elma bahçesini kaplayabilmektedir. Söz konusu durum üreticilerde kullanılan herbisitın etkisiz kaldığı veya yabancı otun kullanılan herbisite dayanıklı olduğu şüphesini doğurmaktadır. Nitekim çalışma sonunda F_2 jenerasyonundan alınan pire otu popülasyonlarında dayanıklılık bulunmayıp, sadece 2 popülasyonun Glyphosate'a tolerans seviyelerinin yüksek olduğunun bulunması gözlemlerimizi doğrulamaktadır.

Pire otu bitkilerinin Glyphosate olan tolerans seviyeleri çok geniş bir aralıkta değişim göstermektedir. Aslında bu durum pire otuna özgü bir olgu değildir. Yabancı hardalda uygulanan herbisite karşı bir popülasyondaki bireylerin ED_{90} değerlerinin geniş bir skalada dağılım gösterdiğini belirlenmiştir [21]. Pire otu ile ilgili verilerimiz Mennan [21]'ın bulguları ile paralellik arz etmektedir. Bir sezonda on binlerce hatta yüzbinlerce tohum üretebilen birçok yabancı otta benzer durumlar gözlenmiştir. Elma gibi geniş sıra arasına sahip kültür bitkilerinde sıra arasındaki pire otunun tohumları rüzgar ile çok rahat şekilde başka alanlara dağılabilmektedir. Herbisit seleksiyonu olmadan kullanılan tavsiye dozundaki herbisit, bireyleri öldürmediğinde herbisite dayanıklılık ilk akla gelen seçenek olsa da bu durum doğal popülasyonda toleransı yüksek popülasyonlarının bulunmasından da kaynaklanabilir. Isparta ili elma bahçelerinde pire otu bitkilerinde görülen Glyphosate karşı etkisizlik şikayetinin altında yatan nedenlerden birisinin de bu olduğu değerlendirilmektedir.

Isparta ilinde elma bahçelerinde herbisit uygulama alışkanlıklarına baktığımızda birinci herbisit uygulamasından sonra 15-20 gün içerisinde yeni bir herbisit uygulaması yapıldığı görülmektedir. Yapılan ikinci uygulama sırasında, şifa otu diğer yabancı otların rekabetinden kurtulduğu için hızlı bir büyüme göstererek 6-8 yapraklı döneme kadar ulaşabilmektedir. Genellikle yabancı otları kontrol etmek için tavsiye edilen herbisitlerde yabancı otların 2-4 yapraklı dönemi hedef alınarak etkili dozlar belirlenir. Gelişme döneminin ilerleyen zamanlarında yabancı otları kontrol etmek için kullanılan herbisit miktarı artar. Ancak Isparta örneğinde olduğu

gibi üreticiler 300 ml ticari preparat dozu/da kullandıklarında, tatbik edilen Glyphosate miktarı pire otu bitkilerini öldürmeye yetmediği için zaman zaman içerisinde ilaçlanan pire otlarının yeniden sürdüğü görülebilir [12]. Bu durum pire otuna özel olmayıp darıcan gibi yabancı otlarda da benzer durumlar rapor edilmiştir [22,23].

Van Gessel ve ark. [16] sera koşullarında yürüttükleri bir çalışmada, Glyphosate'a dayanıklı ve duyarlı pire otu popülasyonlarını farklı gelişme döneminde ilaçlamış, erken fide döneminde yapılan Glyphosate uygulamalarının geç rozet dönemi ya da sapa kalkma döneminde yapılan uygulamalara göre daha etkili olduğunu, pire otu bitkilerinin erken gelişme dönemlerinde Glyphosate'a daha duyarlı olduğunu bildirmişlerdir. Arazi gözlemlerimiz sırasında saptadığımız durum Van Gessel ve ark. [16]'nın bulgularıyla da paralellik göstermektedir. Sammons ve Gaines [24] yürüttükleri bir çalışmada, Glyphosatın tavsiye dozunun ülkelere ve gelişme dönemlerine göre değişim gösterdiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar erken dönemde kullanılan Glyphosate'ın tavsiye dozunun Fransa'da 900 g etkili madde/ ha, İngiltere'de 1080 g etkili madde/ ha, İspanya'da ise 1080-2160 g etkili madde/ ha olduğunu bildirmişlerdir. Ülkemizde ise tavsiye dozu 1080 g etkili madde/ ha'dır. Fransa ve İngiltere'de Glyphosate'ın düşük dozları etkili iken, İspanya'da daha yüksek dozlar etkilidir. Bu farklılıkların iklim koşullarından da kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ülkemizde ise önerilen tavsiye dozunun Fransa'dan yüksek, İspanya'dan nispeten düşük kaldığı görülmektedir. Çalışmamız sonucunda bulduğumuz I₅₀ değerleri pire otu türleri için başka ülkelerde belirtilen tavsiye dozları da dikkate alındığında dayanıklılık kabul edilebilecek sınırdan veya bu sınırın altında kalmaktadır. Bu bulgular pire otu popülasyonlarının Glyphosate'a toleransları ile ilgili görüşlerimizi desteklemektedir. Isparta ili elma bahçelerinden toplanan ve dayanıklı şüphesi olan popülasyonlar, Glyphosate'ın yüksek dozlarına maruz kaldığında hepsi ölmüştür. Denemede pire otu bitkilerinde kullanılan Glyphosata olan toleransın 2 popülasyonda yüksek olmasına rağmen bu popülasyonların herbisitinin yüksek dozlarında ölmesi, söz konusu dayanıklılığın hedef nokta dayanıklılıktan ziyade metabolik dayanıklılıktan kaynaklandığını düşündürmektedir [12].

Isparta ilinde survey amacıyla yapılan ziyaretlerde üreticilerin örtücü bitki kullanma, biçme ve bahçe sürümü gibi alternatif yabancı ot kontrol yöntemlerini sıklıkla kullandıkları görülmüştür. Elma üretiminin yoğun olarak yapıldığı Isparta gibi lokasyonlarda herbisit dayanıklılığının ortaya çıkmasının geciktirilmesi için; yabancı ot mücadelesinde entegre mücadele ilkeleri göz önüne alınarak en az herbisitler kadar etkili olan alternatif yabancı ot kontrol yöntemlerinin kullanılmasına devam edilmelidir [25]. Bu uygulamalar dayanıklı biyotiplerin olduğu alanlarda tavsiye edilen yabancı ot kontrol uygulamalardan olduğu için dayanıklılığın veya toleransın sınırlı düzeyde kalmasında etkili olduğu değerlendirilmektedir. Isparta ilinde şifa otu olan elma bahçelerinde çok yıllık yabancı otlar da mevcut ise bu bahçelerde yabancı ot mücadelesi için Glyphosate'ın çok yıllık yabancı otlar için önerilen dozu olan, 600 ml ticari preparat/da dozu uygulanmalıdır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarafından desteklenen TAGEM-BS-15/08-03/04-01 numaralı "Isparta ili elma bahçelerinde sorun olan pire otu (*Conyza canadensis*)'nun Glyphosate'a Dayanıklılığının Tespiti ve Haritalanması" başlıklı proje kapsamında hazırlanmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] Anonymous. (2022). *Global leading apple producing countries in 2020/2021*. <https://www.statista.com/statistics/279555/global-top-apple-producing-countries/>, (Erişim Tarihi: 15.04.2022)
- [2] Türkiye İstatistik Kurumu. (2022). *Tarım-Bitkisel Üretim İstatistikleri*. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr> (Erişim tarihi: 20.05.2022).
- [3] FAO. (1994). *Weed management for developing countries*. Food and Agriculture Organization, Italy, 384.
- [4] Derr, J. F. (2001). *Biological assessment of herbicide use in apple production, I. background and current use*. <http://horttech.ashspublishings.org/content/11/1/11.full.pdf>, (Erişim Tarihi: 08.12.2014)
- [5] Kitiş, Y.E. (2011). *Isparta ili elma bahçelerinde görülen yabancı otların, yoğunlukları, kaplama alanlarının ve rastlama sıklıklarının saptanması*. Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri. 28 30 Haziran 2011, Kahramanmaraş. 490.
- [6] Üstüner, T., & Akyol, E. (2007). Niğde İli elma bahçelerindeki yabancı otların yaygınlık ve yoğunluklarının belirlenmesi. *Türkiye Herboloji Dergisi*, 10(1), 22-34.
- [7] Atkinson, D., & White G. C. (1981). *The effects of weeds and weed control on temperate fruit orchards and their environment*, In: J. M. Thresh (ed.), *Pests, pathogens and vegetation: the role of weeds and wild plants in the ecology of crop pests and diseases*, Pittman, London, 415-428.

- [8] Schupp, J. R., & Mccue, J. J. (1996). Effect of five weed control methods on growth an fruiting of McIntosh / M.7 apple trees, *J. of Tree Fruit Production*, 1, 1-14.
- [9] Eymirli, S. (2012). *Herbisitlere dayanıklılık*. <http://www.turkiyeherboloji.org.tr>. (Erişim tarihi: 18.12.2013).
- [10] Heap, I. (2022). *International survey of herbicide resistant weeds*. Annual Report, <http://www.weedscience.org>, (Erişim Tarihi: 15.04.2022)
- [11] Kaya-Altop, E., Serim A. T., Türkseven S. G., & Doğan M. N. (2018). *Distribution of horseweed species in citrus orchards and vineyards in Mediterranean and Aegean region of Turkey*, The 5th International Symposium Weeds & Invasive Plants, ISBN: 978-605-60595-8-2. P 55.
- [12] Doğan, M. N., Kaya-Altop, E., Türkseven, S. G., & Serim, A. T. (2022). Determination of glyphosate-resistant *Conyza* spp. in orchards and vineyards in Turkey. *Phytoparasitica*, <https://doi.org/10.1007/s12600-022-00982-8>
- [13] İnci, D., Galvin, L., Al-Khatib, K., & Uludağ, A. (2019). Sumatran fleabane (*Conyza sumatrensis*) resistance to glyphosate in peach orchards in Turkey, *HortScience*, 54, 873-879.
- [14] Mengüç, Ç. (2019). *Güney Marmara bölgesi meyve bahçeleri ve bağ alanlarında görülen Conyza türlerinin Glyphosate'e dayanıklılığının belirlenmesi üzerine araştırmalar*. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- [15] Hanson , B. D., Shrestha, A., & Shaner, D.L. (2009). Distribution of glyphosate-resistant horseweed (*Conyza canadensis*) and relationship to cropping systems in the Central Valley of California, *Weed Science*, 57, 48–53.
- [16] Van Gessel, M.J., Scott, B.A., Johnson, Q.R., & White-Hansen, S.E. (2009). Influence of glyphosate-resistant horseweed (*Conyza canadensis*) growth stage on response to glyphosate applications. *Weed Technology*, 23, 49–53.
- [17] Davis, V. M., Gibson, K. D., Bauman, T. T., Weller, S. C., & Johnson, W. G. (2009). Influence of weed management practices and crop rotation on glyphosate-resistant horseweed (*Conyza canadensis*) population dynamics and crop yield-years III and IV, *Weed Science*, 57, 417–426
- [18] Moreira, M. S., Melo, M. S. C., Carvalho, S. J. P., Nicolai, M., & Crhistoffoleti, P.J. (2010). Herbicidas alternativos para controle de biótipos de *Conyza bonariensis* e *C. canadensis* resistentes ao glyphosate *Planta Daninha*, 28(1), 167-175.
- [19] Moss, S.R., (1995). *Techniques for determining herbicide resistance*, Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference-Weeds, 547-556.
- [20] Seefeldt S. S., Jensen J. E., & Fuerst E. P. (1995) Log-logistic analysis of herbicide dose- response relationships. *Weed Technology*, 9 (2), 218–227.
- [21] Mennan, H. (2019). *Introduction to herbicide resistance*. EWRS training course on herbicide resistance detection. Antalya, Turkey.
- [22] Valentina, S., Collavo, A., Masin, R., Baric, K., & Scepanic, M. (2018). Barnyardgrass shows sensitivity to reduced doses of topramezone at different growth stages. *International Journal of Agriculture & Biology*, DOI: 10.17957/IJAB/15.0919.
- [23] Eytcheson, A. N., & Reynold, D.B. (2019). Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) control as affected by application timing of glufosinate applied alone or mixed with graminicides, *Weed Technology*, 33(2), 272-279.
- [24] Sammons, R. D., & Gaines., T. A. (2013). Glyphosate resistance: State of knowledge, *Pest Management Science*, 70, 1367-1377.
- [25] Üstüner, T., & Üstüner, M. (2011). Investigation on different mulch materials and chemical control for controlling weeds in apple orchard in Turkey. *Scientific Research and Essays*, 6(19), 3979-3985.