



Available at: www.journal.weedturk.com

Turkish Journal of Weed Science

© Turkish Weed Science Society



Derleme/Review

Herbisit Toksisitesi ve Yabancı Otlara Karşı Alternatif Mücadele Stratejileri

Çağlar MENGÜÇ

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, 06110 Dışkapı/Ankara

Yazar: cglr.mngc@hotmail.com

ÖZET

Dünyada ve ülkemizde hastalık, zararlı ve yabancı otlar tarımsal üretimi etkileyen en önemli faktörlerin başında gelmektedir. Bu bitki koruma etmenleriyle mücadele yapılmadığı takdirde yüzde yüzlere varan ürün kayıpları söz konusu olabilmektedir. Gerek dünyada gerekse ülkemizde bitki koruma etmenleriyle mücadelede çoğunlukla pestisitler kullanılmaktadır. Dünyada pestisitler içerisinde %47'lik bir oranda kullanılan herbisitler, pestisitler içerisinde ilk sırayı almaktadır. Herbisitlerin bu orada yüksek kullanılması ve herbisitlerin uygulanmasındaki bazı hatalar sebebiyle herbisit toksisitesi meydana gelmektedir. Herbisit toksisitesi hem çevreye hem de canlı organizmalara zarar vermekte, gelecek nesiller için tehdit oluşturmaktadır. Ürüne özgü uygulanacak herbisitlere alternatif mücadele stratejileri, herbisit toksisitesini tehdit olmaktan çıkarabilecek ve ayrıca yabancı otların herbisit dayanıklılığı da ortadan kaldırılabilir.

Anahtar Kelimeler: Herbisit, toksisite, yabancı ot, alternatif mücadele

Herbicide Toxicity and Alternative Control Strategies Against to Weeds

ABSTRACT

Plant diseases, pests and weeds are the most important factors that effect agricultural production in both Tuerkey and worldwide. Up to a hundred percent yield loss may occur without using proper plant protection methods. Generally, chemical control methodshave been preferred against plant pests, diseases and weeds both in the world and Turkey. Herbicides is being used about %47 percent worldwide, and herbicides are ranked as firstamong pesticides. Great amounts of used pesticides and application mistakes during usage posed the herbicide toxicity risk. The misusing and overusing herbicides cause herbicide toxicity and residue problem. Herbicide toxicity is hazardous not only for environment but also for living organisms and is a threat for next generations. Using alternative weed control strategies peculiar to crops instead of herbicides may discard toxicity problems and herbicide resistance in weeds.

Key Words: Herbicide, toxicity, weed, alternative control.

GİRİŞ

Dünya nüfusunun her geçen gün hızla artmasının yanı sıra üretim alanlarının artmaması ve hatta ülkemizde olduğu gibi birçok yerleşim yerlerinde ekilebilir alanların azalması, ileriki yıllarda gıda temini konusunda sıkıntılara neden olacaktır. Bu nedenle sürdürülebilir tarım uygulamalarının faaliyete geçmesi oldukça önemlidir. Tarımsal ürünlerin verim ve kalitesini

artırmak için modern tarım tekniklerinin ve girdilerinin uygun bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Bu anlamda bitki koruma ürünleri içerisinde yer alan pestisit kullanımı da bu girdilerden biridir ve modern tarımın tamamlayıcı bir bileşenidir. Pestisit kullanımı tarımsal ürünü hastalık, zararlı ve yabancı otların zararlarından koruyabilmek, kaliteli üretimi güvence altına alabilmek için kullanılan bir tarımsal mücadele şekli olup (Tiryaki,

2010), özellikle İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra çok hızlı gelişen ve buna paralel olarak da çok sık kullanılan ve üretimin de artışında önemli rolü olan faktörlerin başında gelmektedir. Bu tür olumlu özelliklerinden dolayı pestisitler, üreticiler için vazgeçilmez hale gelmiş ve günümüzde yoğun olarak kullanılmaktadır.

Dünyada tarım ilacı üretimi 3 milyon ton, yıllık satış tutarı ise 25-30 milyar \$ arasında değişmektedir. Dünya pestisit pazarında miktar olarak yılda %1 civarında bir büyüme beklenmektedir (Dağ, 2000). Dünyadaki herbisit kullanım oranına baktığımızda; herbisitler, tarım ilaçları içinde %47'lik bir payla birinci sırayı almaktadır; bunu %29 ile insektisitler izlemekte, fungusitlerin ise %19'luk bir payı bulunmaktadır. Herbisitler ve insektisitler kullanımın %70'den fazla bir bölümünü kapsamaktadır (Dağ, 2000; Anonim, 2009; De ve ark., 2014). Türkiye'de tarım ilacı tüketimi ortalama 33.000 tondur. Bu miktarın %47'sini insektisitler, %24'ünü herbisitler, %16'sını fungusitler, %13'ünü de diğer gruplar oluşturmaktadır. Bu pestisitlerin yıllık satış tutarı da yaklaşık 230-250 milyon dolardır (Turabi, 2007; Durmuşoğlu ve ark., 2010; Anonim 2017a).

Pestisitlerin kullanımı, insan sağlığı ve çevreye olumsuz etkileri gibi birçok sorunu da beraberinde getirmektedir. Yoğun ve bilinçsiz bir şekilde kullanılmaları sonucunda gıdalarda, toprak, su ve havada pestisit kendisi ya da dönüşüm ürünleri kalabilmektedir. Tüm dünyada tarımsal sistemin ayrılmaz bir parçası olan pestisit kullanımının sonucunda meydana gelebilecek tarımsal ürünlerde kalıntı riski ve çevreye olan olumsuz etkileri dikkatle üzerinde durulması gereken bir konudur. Ayrıca ruhsatlandırma sonrası, pestisit tarla koşullarında akıbeti ve çevreye olan etkileri de araştırılmalıdır (Tiryaki ve ark., 2010; Topal, 2011). Dünyada pestisitler içerisinde en fazla herbisitlerin kullanıldığını görmekteyiz. Ülkemizde de herbisit kullanımı her geçen gün artmakta ve bu artışla birlikte herbisitlerin çevreye ve canlı organizmalar üzerindeki olumsuz etkileri de buna bağlı olarak artış gösterecektir. Nitekim herbisitlerin insanlar ve diğer canlı organizmalar üzerindeki tahribatı gün geçtikçe artmakta ve son yıllarda bunlar ile ilgili haberler tv, gazete, dergi ve çeşitli yayın organlarında daha sık karşımıza çıkmaktadır. Bu sorunun büyümesini engellemek için derhal ciddi tedbirler alınmalı; aksi takdirde ileriki yıllarda bu sorunların artmasıyla birlikte dünyadaki yaşamın tehlike altına girmesi muhtemeldir.

Yapılan bu derleme çalışmasında herbisitlerin canlı hayatına ve doğal çevreye olan olumsuz etkileri irdelenerek bu sorunu ortadan kaldırmaya yönelik çözüm önerileri sunulmuştur.

2. Herbisit toksisitesi

Pestisit uygulamalarının %0.015-6'sı hedef alınan canlı üzerine ulaşmakta, geri kalan %94-99.9'luk kısım ise agroekosistemde hedef olmayan organizmalara ve toprağa ulaşmakta ya da çevredeki doğal ekosistemlere sürüklenme ve akıntı nedeniyle kimyasal kirleticiler olarak sulara karışmaktadır (Yıldız, 2005). Çabuk etki göstermesi, uygulanabilirliğinin kolay olması ve maliyetinin düşük olması sebebiyle pestisitlerden vazgeçmenin oldukça zor olduğu görülmekte, hatta pestisit kullanımı her geçen gün dünyada olduğu gibi ülkemizde de artarak devam etmektedir. Bu artış göz önüne alındığında ilk olarak pestisitlerin çevreye olan zararı akıllara gelmektedir.

Pestisitler içerisindeki yeri her geçen gün geniş ölçüde artan herbisitlerin kullanılma sahasındaki artış, beraberlerinde birçok sorunları getirmektedir. Herbisitlerin canlılar aleminde yan etkileri (toksikitesi) bu sorunların en önemlilerinden birisidir. Herbisitlerin doğrudan kullanılma amaçlarının dışında, önlenmesi mümkün olmayan ve katlanmaya zorunlu olduğumuz tesirlerine yan etkiler denilmektedir. Ancak, herbisitlerin uygulanmasında bazı konuların yerine getirilmesiyle olumsuz yönde olan bazı yan etkilerinden korunmak mümkün olabilmektedir (Güncan, 1977). Bu yan etkilere neden olan faktörlerin engellenmemesi durumunda, hem insan hayatı hem de diğer bütün canlıların hayatı tehlikeye girmektedir.

Herbisitlerin bilinen yan etkileri arasında arılar, kuşlar ve balıklar, mikroorganizmalar ve omurgasızlar gibi hedef olmayan organizmalarda ölümler (Henderson ve ark., 2010; Solomon ve ark., 2014), kuş, balık ve diğer organizmalarda üreme potansiyelinin azalması (Solomon ve ark., 2014; May ve ark., 2015), ekosistemin yapısının ve türlerin sayılarının değişmesi gibi uzun dönemli etkiler bulunmaktadır (Tiryaki, 2010).

Bir herbisit yan etkisi doğrudan veya dolaylı olabilir. Örneğin, su içi yabancı otlarına karşı uygulanan herbisitler balıklara da toksik etki yapıp öldürüyorsa bu doğrudan bir yan etkidir; zira uygulamadaki amaç yabancı otların zararlandırılmasıdır. Diğer taraftan su içi

yabancı otlarının ölmesi sonucu suda oksijen azalıyor ve balıklar bundan dolayı ölüyorsa o zaman bunu dolaylı etki olarak niteliyoruz (Özer ve ark., 2001). Bu her iki tip etki pozitif ve negatif yönde olmaktadır. Canlılar aleminde insanlara ekonomik ve sağlık yönünden etkileyen bu yan etkileri, herbisitlerin insan ve sıcak kanlılara akut ve kronik toksisitesi, balıklara karşı öldürücü etkileri, böcekler ve özellikle arılar üzerine yan etkileri, toprak mikroorganizmaları ve topraktaki omurgasız hayvanlar üzerine tesirleri bitkilerde konukçu-parazit ilişkileri üzerine etkileri ve bu arada herbisitlerin yüksek bitkiler üzerinde meydana getirdiği değişiklikler şeklinde sıralamak mümkündür (Günçan, 1977; Henderson ve ark., 2010). Tarımsal anlamda baktığımızda ise, herbisitler kültür bitkilerinde de toksisiteye neden olmaktadır (Greenland, 2003; Charles, 2013; Derr, 2016). Uygulanacak dozun ve uygulama sayısının üzerinde herbisit uygulamak, uygun olmayan herbisit karışımlarıyla uygulama yapmak ve uygunsuz çevre şartları kültür bitkilerinde toksisiteye neden olmaktadır. Kültür bitkileri üzerindeki bu yan etkiler yetiştiriciler tarafından çok fazla önemsenmese de gerçekte önemli verim kayıplarına neden olabilmektedir. Herbisit toksisitesi kültür bitkileri üzerinde bazı hastalık belirtilerine benzer belirtiler gösterebilmekte, bu sebeple yetiştiricilikle uğraşan kişiler kolaylıkla yanılabilir. Herbisit toksisitesi bitkilerin yapraklarında, gövdelerinde, çiçeklerinde ve meyvelerinde meydana gelebilmekte ve bitkiler üzerinde damarlar arası kloroz, benekli kloroz, sarı lekelenme, yaprakların morarması, nekroz ve gövde ölümleri gibi belirtiler oluşturabilmektedir. Herbisit toksikliğinden kaynaklanan bu gibi nedenlerden dolayı bitki zayıf kalmakta ve böylelikle hastalık etmenlerine, zararlılara ve olumsuz çevre şartlarına karşı kültür bitkisi savunmasız kalarak verim kayıpları daha da artmaktadır.

Herbisitlerin insanlar üzerindeki yan etkileri de oldukça önemli bir konudur. Dünyada geniş çaplı kullanılan fenoksi gurubu herbisitlere maruz kalan kişilerde kansere yol açan bir hastalık gurubu olan Non-Hodgkin Lenfomu (NHL) riskinin artışına ve yine kansere neden olan soft-tissue sarcoma görülebilmektedir (Coggon ve Acheson, 1982; Morrison ve ark, 1992; Hardel ve ark., 2002; De Roos, 2003). Suya bulaşabilen ve mısır tarımında kullanılan bir herbisit grubu olan triazinlerin ise göğüs kanseri ile bağlantılı olduğu, bu grup herbisitlere maruz kalma oranı

arttıkça göğüs kanseri riskinin de arttığı (Kettles ve ark., 1997), ayrıca yine bu grup herbisitlerden terbuthylazine'in akciğer kanserine sebep olduğu belirtilmiştir (Mladinic ve ark., 2012). Bir diğer çalışmada ise buğday tarımının yoğun olduğu alanlarda kullanılan herbisitlerden dolayı %60-90 oranında doğum kusurları gözlenmiş, benzer durumlar atrazin herbisitinin kullanıldığı bölgelerde de görülmüştür (Schreinemachers, 2003; Baker, 2010). Bazı herbisitlerin toksik etkilerinin kadınlarda kısırlık ile bağlantılı olduğu, insanların bağışıklık ve sinir sistemlerini de tahrip ettiği saptanmıştır (Jaeger ve ark; 1999; Greenlee ve ark, 2003). Ayrıca dünyada en çok kullanılan herbisitlerinden olan paraquat ve glifosatın parkinsona (Anadón ve ark, 2009; Tanner ve ark, 2011), yine glifosatın saman nezlesine (Slager ve ark., 2009) ve çocuklarda otizme neden olduğu belirlenmiştir. Ülkemizde uzun zamandan beri ve yoğun bir şekilde kullanılan 2,4-D'ye uzun süreli maruz kalınmasıyla birlikte, bu herbisit insanın somatik hücrelerinde tahribe neden olduğu bildirilmiştir (Garaj-Vrhovac ve Zeljezic, 2002). Çeşitli sağlık sorunlarına yol açan bu herbisitlerin bir kısmı ülkemizde de yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu herbisit ve herbisit gruplarının özellikle de ülkemizde oldukça yaygın olarak kullanılan 2,4-D ve glifosat gibi herbisitlerin yanlış kullanılmasına karşı gerekli önlemlerin alınması, ayrıca insan sağlığına olan olumsuz etkilerinin ilgili bakanlıklar ve sağlık kuruluşları tarafından detaylı bir şekilde araştırılıp bir risk haritası oluşturulması önem teşkil etmektedir. Özellikle herbisitlerin yoğun kullanıldığı ve sağlık kuruluşlarına gelen herbisit ile zehirlenme vakalarının sıklıkla gözlemlendiği bölgelerin araştırmaya konu olması öncelikli hedef olmalıdır. Ayrıca dünyada sorun oluşturan herbisitler tespit edilmeli, bu herbisitlerin ülkemize girişi ve ülkemizde kullanılabilirliği daha detaylı bir şekilde denetlenmelidir. Ülkemizde yapılacak bu kapsamlı araştırmalarla birlikte bölgeye özgü idare tedbirlerinin alınması, risk ihtimali olan herbisitlerin kullanılmasının sınırlandırılması, hatta risk olasılığının yüksek olduğu yerlerde satışının tamamen durdurulması gerekmektedir.

Herbisit toksisitesine neden olan faktörlerin büyük çoğunluğu herbisit uygulama hatalarından meydana gelmektedir. Bu kapsamda yapılacak olan ilk iş, kültür bitkisi içerisindeki ya da herhangi bir yerdeki yabancı otun teşhisinin doğru bir şekilde yapılmasıdır. Daha sonra belirlenen yabancı otlara karşı, uygun zaman,

uygun herbisit, uygun doz ve uygun ekipmanla uygulama yapılmalıdır. Belli bir alanda kimyasal mücadele yapılacaksa yabancı otların genç fide dönemlerinde uygulanmalıdır, aksi halde hızla büyüyen yabancı ot türlerini yok etmek için yüksek dozda herbisit kullanılarak kültür bitkisi üzerinde toksisiteye sebep olunabilmektedir. Aynı etki şekline sahip ve aynı gruptan olan herbisitler yabancı otlar ve kültür bitkileri üzerinde aynı etkiyi göstermemektedir. Bu sebeple, herbisit kullanılmadan önce uygulama yapılacak alanda Bakanlık tarafından ruhsatlı, uygun herbisitler kullanılmalıdır. Aksi takdirde hem yabancı otlarla mücadelede başarı sağlanamamakta hem de kültür bitkisinde önemli ölçüde toksisiteye sebep olabilmektedir. Uygulanacak herbisitinin dozu da iyi bir şekilde ayarlanmalı, düşük dozlarla yapılan uygulamalarda yabancı otlara karşı çoğu kez başarı sağlanamazken, yüksek dozlar kültür bitkisi üzerinde toksisiteye neden olarak verim kayıplarına sebep olabilmektedir. Bu yüzden ilaçlama aletinin seçimi ve kalibrasyonu özenle yapılmalı, ilaçlama memelerinin düzgün bir şekilde püskürtme sağladığından emin olunmalıdır. Bunların dışında hava şartları ve toprak yapısı da herbisit toksisitesine neden olan faktörlerdir. Yapıktan uygulanan herbisitlerde hava koşullarının bitki aleyhinde olması ile birlikte toksisite gözlenmektedir. Toprak yapısının kil bakımından zengin olduğu yerlerde ise herbisitler toprak kolloidleri tarafından gereğinden fazla tutulduğundan toksisite görülebilmektedir. Toprağın asitliği de toksisiteye neden olan faktörlerdendir. Örneğin, sulfonilüre gurubundaki herbisitler asitli topraklarda parçalanmadan tutulmakta ve bu da kültür bitkisinde toksisiteye neden olmaktadır. Ayrıca, gereğinden fazla tutulan herbisit toprakta kalıcı olmakta ve bir sonraki üründe ruhsatlı olmadığı takdirde herbisit kalıntısından dolayı kültür bitkisine zarar vermektedir.

3. Herbisitlere Alternatif Mücadele Stratejileri

Herbisit toksisitesinin temel nedeni yabancı otlarla mücadelede herbisitlerin yoğun ve bilinçsiz kullanılmasıdır. Dolayısıyla, mücadele programlarında insan ve çevre sağlığını ön planda tutan uygulamalara ve herbisitlere alternatif mücadele yöntemlerine ağırlık verilmelidir. Bu yöntemlerin başında hiç şüphesiz kültürel önlemler gelmektedir. Üretimde kullanılacak

materyalin yabancı ot tohumlarından arındırılması ise kültürel önlemler çerçevesinde yapılacak ilk adımdır. Temiz tohum ya da sertifikalı tohum kullanmak özellikle tahıl tarımı için oldukça önemlidir (Güncan, 1981). Tahıl yabancı otlarının çoğunun tek yıllık ve tohumla çoğaldığı göz önüne alındığında, bu işlemin ne kadar önemli olduğu ortaya çıkmaktadır (Tepe, 2014). Temiz tohum kullanılmadığı takdirde mevcut yabancı ot potansiyeline ilave olarak tohumluktan bulaşacak yabancı ot tohumları daha çok sorun oluşturacaktır. Ayrıca yabancı ot tohumlarının yayılmasında önemli rolü bulunan yabancı ot tohumuyla bulaşık çiftlik gübresi ve hayvan yemlerinin kullanılmasına dikkat edilmeli, bu kapsamda yanlış çiftlik gübresi ve yabancı ot tohumu ile bulaşık olmayan yemler kullanılmalıdır. Kültürel mücadele kapsamında yabancı otlarla savaşmada kullanılan en önemli yöntemlerden bir diğeri de birim alanda bulunan kültür bitkisi sayısını arttırarak ve rekabetçi kültür bitkileri kullanılarak onların yabancı otlara karşı gösterdikleri rekabet güçlerini yükseltmektir. Bu kapsamda özellikle arpa, fasulye, mısır, çeltik, soya fasulyesi ve buğday gibi birim alanda yoğun olarak bulunan kültür bitkileri kullanılabilir (Mohler, 2001; Caton ve ark., 2001), ayrıca kültür bitkisinin güçlü bir şekilde gelişmesi ve yabancı otları baskılaması için tohum yatağına uygulanacak gübre kültür bitkisini geliştirerek yabancı otları baskı altına alabilmektedir. Yabancı otlara karşı ekim nöbetinin ve ekim dikim tarihinin ayarlanmasının kültürel önlemler açısından önemi büyüktür. Yabancı otların biyolojisi kültür bitkilerinin biyolojisine uyum gösterdikleri ölçüde zarara sebep olmaktadır. Bu yüzden kültür bitkisinin rotasyonu ve erken veya geç ekim-dikim yapılması yabancı otların kültür bitkileri üzerindeki zararını engelleyecektir. Örneğin, ayçiçeği canavarotuna (*Orobancha* spp.) oldukça hassas bir bitkidir ve canavarotu ayçiçeğinde büyük verim kayıplarına neden olmaktadır. Ayçiçeğinin vejetatif olarak çabuk gelişen çeşitlerinin geç ekilmesi sayesinde canavarotu ayçiçeğine tutunamayacak ve ayçiçeğinde zarar oluşturamayacaktır. Kültürel önlemlerin bir diğeri olan çiftlik ekipmanlarının temizliği ile yabancı otlar bulaşık bir tarladan diğerine taşınmayacaktır. Özellikle çok yıllık, parazit ve istilacı türlerin tohumlarının ve vejetatif üreme organlarının bu yolla taşınması, bu yabancı otların tarladan tarlaya yayılmasına neden olmaktadır. Bunu önlemek için mutlaka kullanılan alet ve ekipmanların

temizlenmesi gerekmektedir ve ayrıca hasat artıklarının tarladan temizlenmesi ve yakılması hem yabancı otların yayılmasını hem de bir sonraki dönemde olası yabancı ot salgınının önüne geçecektir. Kültürel mücadele yöntemlerinin sonucusu olan dayanıklı çeşit kullanımı özellikle ayçiçeğinde kullanılmakta, hatta piyasada pek çok dayanıklı çeşitleri bulunmaktadır. Adana'daki ayçiçeği ekim alanlarının %60'dan fazlası canavarotu ile bulaşık olup, hatta burada görülen canavarotunun mevcut en yeni G ve H ırkları olduğu belirlenmiştir. Ancak şu anda bu yeni ırklara genetik dayanıklı çeşitler piyasada mevcut olup, yine canavarotu, hem yabancı otları hem de canavar otunu kontrol eden ve GDO olmayan IMI herbisitlerine dayanıklı hibritlerin yer aldığı Clearfield teknolojisiyle kontrol edilmektedir (Kaya, 2015).

Herbisitlere alternatif mücadele yöntemlerinden bir diğeri mekanik mücadeledir. Mekanik mücadele yabancı otları insan gücüyle veya bir alet vasıtasıyla ortadan kaldırılmasıdır. Toprak işleme özellikle meyve ve bağ alanlarında kullanılan bir mekanik mücadele şekli (İşler 2005; Bilim ve ark., 2008) olsa da hemen her üründe uygulanabilen bir yöntemdir. Bu yöntem çok yıllık yabancı otların karbonhidrat seviyelerinin düşmesine, sürgünlerin kurumasına ve yeni çimlenmiş tohumların ölmesine neden olmaktadır (Zimdahl, 2007). Ayrıca pullukla yapılan toprak işleme sayesinde yüzeydeki tohumlar derinlere gömülerek çıkış olanağı bulamamaktadırlar. Sıraya ekilen ürünlerde sıra üzeri toprak işleme sıralar arası toprak işlemeden daha başarılı olmaktadır. Sıra arası toprağı işleyiciler 15 cm ya da daha kısa yabancı otlar üzerinde etkilidir. Bunun yanında, sıra üzeri toprak işleme aletleri ise boyu 6 cm'den daha az olan yabancı otlar üzerinde etkilidirler (Schweizer ve ark., 1992). Yabancı otlarla mücadelede ilk olarak kullanılan mekanik mücadele yöntemi elle yolma ve çapalamadır. Bu yöntemler iş gücünün fazla ve ucuz olduğu yerlerde ekonomik olarak uygulanabilmektedir. Elle yolma ve çapalama genellikle tek yıllık yabancı otlara karşı uygulanan bir yöntem olup, yeniden üreme kapasitesine sahip olan çok yıllık yabancı otlara karşı uygulanması uygun değildir. Çapalama işlemi de eski bir mücadele aracı olmasına karşın son yıllarda geliştirilerek yabancı otlara karşı mücadelede oldukça başarılı olmaktadır (Wongpichet, 2007; Peruzzi ve ark., 2008). Su kıtlığının yaşanmadığı ve sulamanın kültür bitkisine zararının olmadığı yerlerde toprağı, araziye su altında bırakma başarıyla kullanılan bir

mekanik mücadele yöntemidir. Bu mücadele yöntemiyle toprak su altında kalacak ve çimlenmiş ve çimlenmemiş yabancı ot tohumları havasız kalarak rekabet yetenekleri kırılacaktır. Yabancı otlara karşı kullanılan ve son yıllarda önem kazanan bir başka mekanik mücadele yöntemi fırçalama yöntemidir. Traktörün kuyruk milinden aldığı hareketle paralel veya dik yönde dönen bu fırçalar, özellikle yeni çıkış yapmış yabancı otların mücadelesinde oldukça etkilidir. Toprağın ilk birkaç cm'sinde etkili olan fırçalama yöntemi ile toprak yapısı zarar görmezken, kaymak tabakası kırılmaktadır (Kitiş, 2011). Yabancı otlarla mücadelede otomasyondan yararlanmak son yıllarda oldukça popüler konular arasındadır. Özellikle yeni bir herbisit aktif maddesinin geliştirilmesinin oldukça maliyetli olduğu ve herbisitlerin olası zararları düşünüldüğünde, hem daha düşük maliyetlere hem de çevreye dost teknolojilerin geliştirilmesi önem taşımaktadır. Günümüzde yabancı otlara karşı otomatik mücadele yöntemlerinin geliştirilmesi yabancı ot ile mücadeleye farklı bir bakış açısı kazandırmıştır. Ticari olarak mevcut otomatik yabancı ot toplayıcı robotlar ve seyrelticiler günümüzde diğer yabancı ot mücadele yöntemlerine ciddi bir alternatif olarak görülmektedir. Bunlar halihazırda brokoli, marul, lahana gibi sebze alanlarında, meyve ve bağ alanlarında, tıbbi bitki yetiştiriciliğinde ve çiçek yetiştiriciliği yapılan tarımsal alanlarda kullanılmaktadır (Zhang et al., 2012; Fennimore et al., 2016; Lati et al. 2016). Etkili herbisitlerin sınırlı kullanılabilirliğinden ve bazı özel kültür bitkilerinin (meyve, sebze, çiçek ve diğer bahçe ürünleri) yetiştirilmesinde kullanılan yüksek iş gücünden dolayı, elle yolma için gereken iş gücü gereksiniminin azaltılması sebebiyle yabancı ot kontrol otomasyonu önem kazanmaktadır (USDA, 2016). Norremark ve ark., (2009), sensörlerle kontrol edilen bir sisteme dayanan otomasyon teknikleri kullanımının yabancı otlara karşı mekanik mücadelenin etkisini artırdığını, bu sistemin kültür bitkisine yakın bulunan yabancı otların yok edilmesini sağlayan en iyi sistem olarak değerlendirildiğini, bu amaçla kullanılan 30 adet mekanik araç arasından yüksek hassasiyette sürüm yapan ve titreşen lazerler ile termal yabancı ot kontrolü sağlayan ve bu şekilde yumru ve sürgünleri yok eden aracın yabancı ot kontrolünde en ümitvar araç olarak görüldüğünü bildirmişlerdir. Yukarıda da ifade edildiği üzere son yıllarda kültür bitkilerinin seyreltilmesi ve yabancı otların ortadan kaldırılması konusundaki yeni

teknolojilere bakıldığında, tarım alanlarında kullanılabilecek akıllı makinelerin geliştirilmesi gelecek yıllarda çok daha ileriye gidecek gibi görünmektedir.

Herbisitlere alternatif yabancı ot mücadelesi sağlayan bir diğer yöntem fiziksel mücadeledir. Fiziksel mücadele kapsamında ışın, ısı, malç, solarizasyon, sıcaklık ve buhar uygulamaları kullanılmaktadır. Mark ve ark., (2012), yabancı ot kontrolünde kullanılan otomatik lazer ışınlarının etkili olmasını, ayarlanan lazer ışınlarının yabancı otun hassas, kritik bölgelerine gönderilmesiyle mümkün olabileceğini belirtmişlerdir. Fogelberg (2004) ise yaptığı çalışmada lazerle yapılan kesimin, yabancı otların yeniden gelişmesini geciktirdiğini, rekabet yeteneğini azalttığını ve yabancı otu öldürdüğünü, aynı zamanda düşük maliyetli, az enerji kullanan, ekolojik, yabancı ot kontrol yöntemleri açısından da etkili olduğunu belirtmiştir. Isı kullanımı yabancı otların yakılarak ortadan kaldırılması şeklinde (Ascard ve ark., 2007; Cisneros ve Zandstra, 2008; Sivesind ve ark., 2009; Kitiş, 2010), özellikle meyve bahçeleri ve bağ alanları (Lanini, 2004) olmak üzere mısır, pamuk gibi sıra üzeri ekilen kültür bitkilerinde de başarıyla uygulanmaktadır. Kıran ve Sağlam (2010), Tekirdağ ili bağ alanlarında yaptıkları çalışmada, sıra üzerindeki yabancı otları öldürebilmek için propan gazı ile çalışan bir alev makinesi prototipi geliştirmiştir. Yaptıkları denemelerde mevcut dar yapraklı otların %81.1'inin, geniş yapraklı otların ise %72.5'inin yok edildiğini bildirmişlerdir. Tursun ve ark., (2016) Malatya ili meyve bahçelerinde, Stepanovic ve ark., (2016)'nın ise organik soya fasulyesi yetiştiriciliğinin yapıldığı yerde yabancı otları kontrol etmek için propan ile alevleme uygulamasının etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda, yabancı otların farklı gelişim dönemlerinde alevleme uygulaması yapılmış ve hem geniş yapraklı hem de dar yapraklı yabancı otlara karşı mücadelede başarı sağlandığı sonucuna varılmıştır. Alevlemenin bazı yabancı otlara karşı başarılı bir mücadele yöntemi olduğu ve bazı alanlarda kimyasal mücadelenin yerine rahatlıkla tercih edilebileceği belirtilmiştir (Gillespie, 2016). Yakma ile birlikte hem yabancı otun kendisi hem de tohumu zarar görmektedir. Yakma işlemi lokal olarak da uygulanmaktadır. Örneğin, tarlada sorun oluşturan küskütün tohum bağlamadan önce yakılması küsküt popülasyonunu düşürmede etkili olmaktadır. Eğer tohum oluşmuşsa yakma işlemini yoğun uygulamakta yarar vardır, aksi halde nispeten düşük sıcaklıkta küsküt

tohumlarının dormansileri kırılıp çimlenme özelliği kazanacağı için küskütün bulunduğu alanda yoğunluğu artacaktır (Lanini ve Kogan, 2005). Yakma işlemi dikkatli bir şekilde uygulanarak kültür bitkisine zarar verilmemeli ve toprak mikroflora ve mikrofaunasına zarar verdiği için asla anız yakılmamalıdır. Sıra üzeri ve sıra aralarındaki toprak yüzeyinin ışık geçirmeyen materyallerle örtülmesine malçlama denilmektedir. Malçlama amacıyla günümüzde daha çok siyah naylon (polietilen) örtüler kullanılmakla birlikte, organik ve inorganik pek çok materyal malçlama amacıyla kullanılabilmektedir (Baumgartner ve ark., 2008; Kitiş, 2011; Gomez ve ark., 2011; Arslan, 2011). Malçlamanın, yabancı otları başarıyla kontrol etmesinin yanı sıra, topraktan buharlaşma yoluyla su kaybını azalttığı (Jensen ve ark., 1989; Asiegbu, 1991), toprak sıcaklığını muhafaza ettiği (Olsen ve Gounder, 2001; Özer ve ark., 2001; Brault ve ark., 2002), toprağı dona karşı koruduğu (Barrales-Dominguez ve Alejo-Santiago, 2002), su ve rüzgar erozyonu ile toprağın taşınmasını engellediği (Wan ve El-Swaify, 1999; Liang ve ark., 2002; Novara ve ark., 2011) belirlenmiştir. Son yıllarda ülkemizde malç tekstili adı verilen yeni bir malçlama materyali de kullanılmaya başlamıştır. Gözenekli bir yapıya sahip olan, hava ve suyu rahatlıkla geçirebilen bu materyal, naylon malç materyali gibi çabuk delinmemekte, yırtılmamakta ve naylon malç materyalinin sebep olduğu toprak kökenli hastalıkların çıkışına sebebiyet vermemektedir. Özellikle ülkemiz sebze yetiştiriciliğinde kullanılan malç materyalinin uzun vadede polietilen malç örtüsüne kıyasla daha ekonomik olduğu görülmüş ve malç materyali kullanımının meyve bahçelerinde de uzun ömürlü kullanılabileceği bildirilmiştir (Kitiş 2009). Bir çeşit malç etkisi gösteren, yabancı otlara karşı rekabet, gölgeleme ve allelopatik etkide bulunan örtücü bitkilerin kullanılması da popüler bir mücadele yöntemidir (Kruidhof ve ark., 2008; Uygur ve ark., 2011; Hayut ve ark., 2013; Kaya ve Kadioğlu, 2016; Işık ve ark., 2016). Örtücü bitkiler genellikle meyve bahçelerinde kullanılmakta ve özellikle toprak işlemenin meyve ağaçlarının köklerine vermiş olduğu zarar göz önüne alındığında, örtücü bitkiler meyve bahçelerinde toprak işlemeye alternatif bir mücadele şekli olarak düşünülmektedir. Ayrıca, bu kapsamda kullanılacak bitkiler hızlı bir şekilde gelişmeli ve toprağı iyi bir şekilde kaplamalıdır. Herbisitlere alternatif olabilecek bir diğer mekanik mücadele yöntemi de solarizasyondur.

Toprağın 1-1,5 ay süreyle şeffaf polietilen örtülerle kaplanarak güneş enerjisiyle ısıtılması anlamına gelen solarizasyon uygulaması diğer pek çok yararının yanında toprak yüzeyindeki yabancı ot tohumlarının ve yeni çimlenmiş yabancı ot fidelerinin ölümüne yol açmaktadır (Haider ve ark., 1999). Solarizasyon ile birlikte yabancı ot yoğunluğunun önemli bir şekilde düştüğü (Santos ve ark., 2008), kültür bitkisi veriminde ise kayda değer artışların olduğu bildirilmiştir (Egley, 1983; Candido ve ark., 2008). Solarizasyon sadece yabancı ot mücadelesi için değil birçok fungal hastalık etmenine ve bazı nematod türlerine karşı da etkili olabilmektedir. Solarizasyon ülkemizde özellikle seralarda kullanılan bir mücadele yöntemidir. Termal yolla yabancı ot mücadelesi de kimyasal mücadeleye alternatif olabilecek çevre dostu bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır (Hansen ve Gleason 1965; Ascard ve ark., 2007; Kerpauskas ve ark., 2009; Raffaelli ve ark., 2011). Ascard ve ark., (2007), yabancı ot mücadelesinde kızıl ötesi radyasyon (IR), sıcak su, buhar, köpük, elektrik enerjisi, mikrodalga radyasyon, ultraviyole radyasyon, lazer vb. yöntemler üzerine son yıllarda çalışmaların arttığını belirtmişlerdir.

Herbisitlere alternatif son mücadele yöntemi olan biyolojik mücadele, belli bir popülasyon düzeyini kontrol altında tutmak için patojenlerin, predatörlerin ya da parazitlerin kullanılması olarak tanımlanmıştır (DeBach, 1964). Ayrıca koyun, keçi, sığır gibi memeliler ve su içi yabancı otlarına karşı sazan ve çipura gibi bazı balıklar da biyolojik mücadelede kullanılmaktadır. Diğer bütün mücadele yöntemlerinde olduğu gibi burada da önemli olan popülasyonu yok etmek değil, kontrol altına almaktır. Kaliforniya'da son derece yaygın bir yabancı ot olan, ülkemizde de yoğun bulunan güneş dikenine (*Centaurea solstitialis* L.) karşı ülkemiz kökenli bir fungus türü (*Puccinia jaceae* var. *solstitialis*) biyolojik kontrol ajanı olarak başarılı bir şekilde kullanılmıştır (Rees ve ark., 1996; Coombs ve ark., 2004). Ülkemizde özellikle tahıl alanlarında önemli derecede sorun olan kekreye (*Rhaponticum repens* (L.) Hidalgo) karşı *Subanguina picridis* adlı nematod bu ota karşı biyolojik mücadelede olumlu sonuçlar vermiştir (Coombs ve ark., 2004). Hem ülkemizde hem de tüm dünyada büyük miktarda verim kayıplarına neden olan mısırlı canavarotuna (*Phelipanche aegyptica* Pers.) karşı *Pseudomonas fluorencens* bakteriyel etmeni uygulanmış ve mısırlı canavarotu miktarında kayda değer bir düşüş

sağlanmıştır (Farhangar ve ark., 2013). Kimyasal mücadeleye alternatif olabilecek biyoherbisitler de biyolojik mücadele kapsamında uygulamaya konulan yöntemler arasındadır (Zasada ve ark., 2003; Tu ve ark., 2005; Boz ve ark., 2010; Büyükkurt ve ark., 2016). Biyoherbisit ajanları olarak funguslar, bakteriler, fitotoksik bitki kalıntı ve özütleri ile uçucu yağlar kullanılabilir. İlk olarak 1900'lü yıllarda çalışması yapılan, fakat ilk kez ticari bir preparat olarak 1980'li yıllarda geliştirilen biyoherbisitler (Boyetchko ve ark., 2009) bir alanda tek bir yabancı ota karşı kullanıldığı gibi geniş spektrumlu da kullanılabilir. Preparat haline getirilip ticari olarak kullanılan biyoherbisitlerden mikroherbisitler yabancı otlarla mücadelede başarılı olmaktadır. Dünyada mikroherbisitler ticari olarak genellikle Amerika ve Kanada'da kullanılmakta (Boyetchko ve ark., 2009; Harding ve Raizada, 2015; Anonim, 2017b), ülkemizde ise yabancı otlara karşı herhangi bir ticari preparat kullanılmamaktadır. Biyoherbisit olarak canlı organizmaların kullanılmasına dikkat edilmeli; genellikle monokültür tarım alanlarında ve konukçuya özgü kullanılmalı, ayrıca biyolojik mücadele başladıktan sonra geri dönüşünün olmadığı da göz ardı edilmemelidir. Allelopatik etkiye sahip olan bitkisel uçucu yağlar da biyoherbisittir (Uludağ, 2006). Uçucu yağlar son yıllarda sentetik herbisitlere karşı alternatif allelokimyasal maddeler olarak nitelendirilmektedir (Abraham ve ark., 2000). Mengüç ve ark., (2013) kişniş (*Coriandrum sativum* L.) bitkisinin biyoherbisidal etkisini araştırmak üzere yapmış oldukları çalışmada kişniş uçucu yağının bazı yabancı ot tohumlarının çimlenme, kök ve sürgün gelişimini önemli ölçüde engellediğini bildirmişlerdir. Ülkemizde özellikle son yıllarda yabancı otlara karşı kullanılan allelokimyasallar ile ilgili çalışmalar hızlanmış ve bu konuda daha da ileriye gidilmiştir. Gerekli destek ve alt yapı ile birlikte, bu tür çalışmaların geliştirilerek yabancı otlara karşı biyoherbisitlerin preparat haline getirilmesi herbisitlere alternatif olabilecek ve aynı zamanda bu tür preparatların geliştirilmesiyle dışa bağımlılık azalarak ülke ekonomisine katkı sağlanacaktır

4. Sonuç

Herbisitler yabancı otlarla mücadelede insanoğluna yardımcı olmakta, fakat bunun yanında yan etkileri nedeniyle doğa bundan büyük zararlar görebilmektedir. Özellikle herbisitlerin yanlış ve bilinçsizce uygulanması canlılar üzerindeki olumsuz etkilerini arttırmaktadır. Kimyasal mücadeleden vazgeçmenin mümkün olmadığı ve her geçen gün kullanılan kimyasal miktarının sürekli arttığını düşündüğümüzde gelecek nesillerin nasıl bir tehlike ile karşı karşıya kalacağını tahmin etmek hiç de zor değildir. Bu sebeple gerekmedikçe herbisit uygulamasından kaçınılmalı, uygulanmasının zorunlu olduğu yerlerde ise canlı ve cansız çevre sağlığı için mutlaka bilinçli bir şekilde herbisit uygulaması yapılması gerekmektedir.

Maliyet açısından bakıldığında kimyasal mücadele avantajlı görünebilir, fakat konu insan ve doğal çevre olduğunda buralarda oluşan tahribatın maliyeti herbisit maliyetinden kat be kat fazla olmaktadır. İnsan ve diğer canlı organizmaların sağlığının bedeli hiçbir şeyle kıyaslanamayacak kadar değerlidir. Bu sebeple maliyeti ne olursa olsun kimyasal mücadele sınırlandırılmalı, kontrollü ve doğru bir şekilde uygulanmalıdır. Ayrıca herbisitler doğru bir şekilde kullanıldıklarında gıdalar üzerindeki kalıntı miktarı minimuma inecek ve hatta kalıntı problemi tamamen ortadan kalkacaktır.

Herbisit toksisitesinin önüne geçmenin en etkili yolu, herbisit yerine alternatif mücadele tekniklerinin kullanılmasıdır. Özellikle herbisitlerin maliyetinin ucuz olması, uygulanabilirliğinin kolay olması ve hızlı bir şekilde sonuç vermesi gibi özelliklerinden dolayı çiftçilerimiz tarafından yabancı otlarla mücadelede her zaman ilk tercih durumundadır. Herbisitlerin bu derecede yoğun ve özellikle bilinçsizce kullanılması ülkemiz flora ve faunasını tahrip etmekte, toprakta kalıntı bırakmakta, ayrıca son zamanlarda iyice popüler olmaya başlayan yabancı otlardaki herbisit dayanıklılığı sorununu ortaya çıkarmaktadır. Yabancı otlardaki herbisit direnci önlem alınmadığı takdirde daha ileri boyutlara taşınacaktır. Ülkemizde de herbisit direnç çalışmaları son yıllarda oldukça popüler bir konu haline gelmiş, dünyada olduğu gibi ülkemizde de önlem alınması gereken konular arasına girmiştir. Bu kapsamda ilgili bakanlıklar ve ülkemizdeki yabancı ot üzerine çalışan bazı bilim

insanları tarafından herbisit direnci konusu ile ilgili çalışmalar titizlikle yürütülmektedir.

Özellikle son zamanlarda popüler bir konu olan İnsansız Hava Araçları (İHA) tarımda da kullanılabilir. İHA'lar ürünün tarladaki durumu, toprak özellikleri, toprağın su içeriği, hastalık ve zararlı tespiti, yabancı otların dağılımı gibi değişik amaçlara hizmet edebilmektedir (Xiang ve Tian, 2011; Laliberte ve ark., 2011; Zhang ve Kovacs, 2012; Türkseven ve ark., 2016). İHA'larla yabancı otların görüntülenerek kritik dönemin belirlenmesiyle birlikte erken uyarı sisteminin geliştirilmesi, dünyada yabancı otlarla mücadelede kullanılmaya başlayan yeni tekniklerin başında gelmektedir (Torres-Sánchez, 2013; Rasmussen ve ark., 2013; Peña ve ark., 2013; Torres-Sánchez ve ark., 2015). İHA'ların kullanılmasıyla birlikte kültür bitkisi içerisindeki yabancı otların çıkışı erkenden gözlemlenebilecek ve bu sayede yabancı otlara karşı en erken dönemde önlem alınabilecektir. Bu sayede kullanılacak kimyasal mücadelenin zamanı doğru bir şekilde bilineceğinden dolayı hem gereksiz ve aşırı herbisit kullanımının önüne geçilecek hem de herbisitlerin olası zararlarından korunulacaktır.

Sonuç olarak herbisitlerden kaynaklanan olumsuzlukları ortadan kaldırmak için mümkün olduğunca ürüne yönelik mücadele yöntemi uygulanmalı, yabancı otların mücadelesi için ekonomik zarar ve kritik periyot çalışmalarına önem verilmeli, kimyasal mücadele doğru bir şekilde uygulanmalı; doğru teşhis, doğru ilaç, uygun doz, doğru zaman ve en uygun ekolojik şartlarda ilaçlama yapılmalı, ilaçlamada kullanılan alet ve ekipmanın bakımı zamanında ve eksiksiz yapılmalı, herbisitlerin ruhsatlandırılmasında sadece herbisitlerin etkinliği değil aynı zamanda insanlara ve diğer canlı organizmalara olan yan etkileri de araştırılmalı, mümkün olduğunca gereksiz herbisit kullanımından kaçınılmalı, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığına bağlı il ve ilçe müdürlüklerinde görev yapan ziraat mühendisleri tarafından yetiştiricilik yapan kişilere herbisit uygulama hatalarına karşı eğitim ve seminerler verilmelidir. Hem insanoğlunu hem de ekosistemin tüm canlı ve cansız bileşenlerini tehdit eden kimyasal mücadele yönteminin yerine, burada bahsettiğimiz herbisitlere alternatif mücadele stratejilerinin gerek tek başına gerekse entegre olarak kombine bir şekilde uygulanması hayati önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- Abraham D, Braguini WL, Kelmer-Brach AM, Ishii-Iwamoto EL (2000). Effect of four monoterpenes on germination, primary root Growth, an mitochondrial respiration of maize. *Journal of Chemical Ecology*, 26: 611-624.
- Anonim (2017a). <http://www.fao.org/faostat/en/#data/RP>
- Anonim (2017b). <http://wssa.net/wp-content/uploads/BCBrochure.pdf>
- Anonim (2009). <http://www.tarimsalpazarlama.com/makale.php?id=3051>, (Erişim 13.01.2009).
- Anadón A, Martínez-Larrañaga MR, Martínez MA, Castellano VJ, Martínez M, Martín MT, Nozal MJ, Bernal JL (2009). Toxicokinetics of Glyphosate and Its Metabolite Aminomethyl Phosphonic Acid in Rats. *Toxicology Letters* 190.1 (2009): 91-95. Print.
- Arslan ZF (2011). Domates Üretiminde Sorun Olan Yabancı Otlara Karşı Organik Tarıma Uygun Bazı Mücadele Yöntemlerinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, p. 267, Adana.
- Ascard J, Hatcher PE, Melander B, Upadhyaya MK (2007). Non-Chemical Weed Control, Principles, Concepts and Technology, Preface, Thermal Weed Control. 2007 pp. 155-175. ISBN-13: 978 184593 290 9. [<http://bookshop.cabi.org/Uploads/Books/PDF/9781845932909/9781845932909.pdf>].
- Asiegbu JE (1991). Response of tomato and eggplant to mulching and nitrogen fertilization under tropical conditions. *Scientia Horticulturae*, 46 (1-2): 33-41.
- Baker SL (2010). Serious birth defects linked to the agricultural chemical atrazine. *Natural News*, Monday February 22, 2010.
- Baumgartner K, Steenwerth KL, Veilleux L (2008). Cover-Crop Systems Affect Weed Communities in a California Vineyard. *Weed Science*, 56:596-605.
- Barrales-dominguez JS, Alejo-Santiago G (2002). Growth of potato plants cv. Atlantic during the winter, harvest residue mulch. *Revista Chapingo. Serie Horticultura* 8 (1): 39-48.
- Bilim HİC, Polat R, Sarpkaya K, Açar İ, Tahtacı S, Aydın Y, Kalkancı N (2008). Antepfıstığı Bahçelerinde Farklı Toprak İşleme Yöntemlerinin Toprak Sıkışıklığına ve Toprak Su Dengesi, Verim ve Kalite Üzerine Etkileri. Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayın No: 39, Gaziantep.
- Boyetchko SM, Bailey KL, De Clerck-Floate (2009). Current biological weed control agents - their adoption and future prospects. *Preirie Soils and Crops Journal*. Volume 2.
- Boz Ö, Ögüt D, Doğan MN (2010). The phytotoxicity potential of olive processing waste on selected weeds and crop plants. *Phytoparasitica* 38 (3): 291-298.
- Büyükkurt N, Zambak Ş, Üremiş İ, Uludağ A (2016). Türkiye'de Allelopati Çalışmalarına Geçmişten Geleceğe Bir Bakış. Uluslararası Katılımlı Türkiye VI. Bitki Koruma Kongresi, 5-8 Eylül, Konya Türkiye.
- Brault D, Stewart KA, Jenni S (2002). Optical properties of paper and polyethylene mulches used for weed control in lettuce. *Hortscience*, 37 (1): 87-91.
- Candido V, D'addabbo T, Basile M, Castronuvo D, Miccolis V (2008). Greenhouse Soil Solarization: Effect on Weeds, Nematodes and Yield of Tomato and Melon. *Agronomy for Sustainable Development* 28 (2) Les Ulis: EDP Sciences, 221-230.
- Caton BP, Foin TC, Hill JE, Mortimer AM (2001). Measuring crop competitiveness and identifying associated traits in cultivar field trials. 18th Asian Pacific Weed Sci. Soc. Beijing, P.R. China. Pp. 139-145.
- Charles G (2013). Herbicide Damage Symptoms Guide. Cotton Research and Development Corporations. Section J2, October 2013.
- Cisneros JJ, Zandstra HB (2008). Flame weeding effects on several weed species. *Weed Technology*, 22: 290-295.
- Coggon D, Acheson ED (1982). Do Phenoxy Herbicides Cause Cancer In Man? *The Lancet*, Volume 319, Issue 8280, 8 May 1982, Pages 1057-1059.
- Coombs EM, Clark JK, Piper GL, Cofrancesco AF (2004). Biological Control of Invasive Plants in the United States. Oregon State Univ. Press. Corvallis, OR. 467 pp.
- Dağ S (2000). Türkiye' de Tarım İlaçları Endüstrisi ve Geleceği, V. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi Bildirileri 2. Cilt, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ankara, s. 933-958, 17-21 Ocak 2000. 5.
- DeBach P (1964). The scope of biological control. Pp. 1-20, in P. DeBach (ed.), *Biological Control of Insect Pests and Weeds*. Reinhold Pub. Corp. NY.

- De A, Bose R, Kumar A, Mozumdar S (2014). Targeted Delivery of Pesticides Using Biodegradable Polymeric Nanoparticles, SpringerBriefs in Molecular Science. XXIII, 99 p. 24 illus., Softcover.
- De Roos, AJ (2003). Integrative Assessment of Multiple Pesticides as Risk Factors for NonHodgkin's Lymphoma among Men." Occupational and Environmental Medicine 60.9 2003: 11e-11. Print.
- Derr J (2016). Plant Injury From Herbicide Residue. Virginia Cooperative Extension. Virginia Tech, 2016.
- Durmuşoğlu E, Tiryaki O, Canhilal R (2010). Türkiye'de pestisit kullanımı, kalıntı ve dayanıklılık sorunları, VII. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, MMOB Ziraat Mühendisleri Odası Bildiriler Kitabı, Ankara, Türkiye, 11-15 Ocak, 2:589-607.
- Egley G (1983). Weed seed and seedling reductions by soil solarization with transparent polyeth-ylene sheets. Weed Science. 31:404-409.
- Farhangar M, Babaei S, Enteesari M (2013). Possibility of *Phelipanche aegyptica* control in tomato by strains of *Pseudomonas fluorescens*. 16th EWRS SYMPOSIUM. 24-27 June, 2013.
- Fennimore SA, Slaughter DC, Siemens MC, Leon RG, Saber MN (2016). Technology for Automation of Weed Control in Specialty Crops. Weed Technology 2016 30:823-837.
- Fogelberg F (2004). Water-Jet Cutting of Potato Tops: Some Experiences from Sweden. p.111. In: Cloutier, D. and Ascard, J. (eds) 6th EWRS Workshop on Physical and Cultural Weed Control, Lillehammer, Norway.
- Garaj-Vrhovac V, Zeljezic D (2002). Assessment of genome damage in a population of Croatian workers employed in pesticide production by chromosomal aberration analysis, micronucleus assay and Comet assay. Journal of Applied Toxicology, Chichester, v. 22, n. 4, p. 249-255, 2002.
- Gillespie A (2016). A New Weapon in the War on Weeds: Flamethrowers. <http://www.smithsonianmag.com/science-nature/new-weapon-war-weeds-flamethrowers-180958450/>
- Gomez JA, Llewellyn C, Basch G, Sutton PB, Dyson JS, Jones CA (2011). The effects of cover crops and conventional tillage on soil and runoff loss in vineyards and olive groves in several Mediterranean countries. Soil Use and Management. 27 (4): 202-514.
- Greenlee AR, Arbuckle TE, Chyou PH (2003). Risk Factors for Female Infertility in an Agricultural Region. Epidemiology Vol. 14, No. 4 (Jul., 2003), pp. 429-436.
- Günçan A (1977). Herbisitlerin Canlılar Aleminde Yan Etkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. Cilt 8, Sayı 2-3.
- Günçan A (1981). Anadolunun doğusunda buğday ürünü içerisine karışan yabancı ot tohumları, yoğunlukları ve önemlilerinin oluşturdukları bitki toplulukları (Assosiation) üzerine bir araştırma. A.Ü.Zir.Fak.Z.Derg. Erzurum.
- Greenland RG (2003). Injury to vegetable crops from herbicides applied in previous years. Weed Technol. 17:73-78.
- Haidar MA, Iskandarani N, Sidahmed M, Baalbaki R (1999). Response of field dodder (*Cuscuta campestris*) seeds to soil solarization and chicken manure. Crop Protection 18 (4): 253-258.
- Hansen CM, Gleason W (1965). Flame weeding of grapes, blueberries and strawberries. Proceedings of the Second Annual Symposium on the Use of Flame in Agriculture. Natural Gas Producers Association and National LP-Gas Association, pp. 11-12.
- Harding DP, Raizada MN (2015). Controlling weeds with fungi, bacteria and viruses: a review. Microbial and viral weed control. August 2015, Volume 6, Article 659.
- Hardell L, Eriksson M, Nordstrom M (2002). "Exposure to pesticides as risk factor for nonHodgkin's lymphoma and hairy cell leukemia" Leukemia and Lymphoma 43.5 (2002): 1043-049. Oxford Journals | Medicine | American Journal of Epidemiology. Web. 2 Nov. 2010.
- Hayut E, Goldwasser Y, Sibony M, Rubin B (2013). The effect of cover crops on weed suppression and pollen provisioning for predator mites in citrus orchards. 16th EWRS Symposium, 24-27 June 2013, Samsun.
- Henderson AM, Gervais JA, Luukinen B, Buhl K, Stone D (2010). Glyphosate General Fact Sheet; National Pesticide Information Center, Oregon State University Extension Services. <http://npic.orst.edu/factsheets/glyphogen.html>.
- Işık D, Dok M, Ak K, Macit İ, Demir Z, Mennan H (2016). Yarı Bodur Elma Bahçelerindeki Yabancı Otlarla Mücadelede Örtücü Bitkilerin Kullanılması. Uluslararası Katılımlı Türkiye VI. Bitki Koruma Kongresi, 5-8 Eylül, Konya Türkiye.
- İşler N (2005). Toprak İşleme Ders Notu. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Hatay.

- Jaeger JW, Carlson IH, Porter WP (1999). Endocrine, immune, and behavioral effects of aldicarb (carbamate), atrazine (triazine) and nitrate (fertilizer) mixtures at groundwater concentrations. *Toxicology and Industrial Health* (1999) 15, 133–151.
- Jensen KIN, Kimbal ER, Ricketson CL (1989). Effect of a plastic row tunnel and soil mulch of tomato performance, weed control and herbicide persistence. *Canadian Journal of Plant Science*, 69 (2): 1055-1062.
- Kaya Y (2015). Herbicide resistance breeding in sunflower, current situation and future directions. *Journal of Academy of Science of Moldova*, 2(326): 101-106.
- Kaya Y, Kadioğlu İ (2016). Sırık Domates Yetiştiriciliğinde Yeşil Gübreleme ve Bitkisel Malç Uygulamasının Domates Verimine Etkisi. *Uluslararası Katılımlı Türkiye VI. Bitki Koruma Kongresi*, 5-8 Eylül, Konya Türkiye.
- Kerpauskas P, Sirvydas P, Tamousiunas A (2009). Influence of Thermal Effect Duration on Yield. *Agronomy Research* 7 (Special Issue 1): 323-327.
- Kıran T, Sağlam C (2010). Bağda Alev ile Yabancı Ot Mücadelesinin Diğer Yöntemler ile Karşılaştırılması (Comparison With Other Methods of Flame Weeding in Wineyard). 26. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi, 22-23 Eylül, Hatay, s.25-26.
- Kitiş, YE (2009). Yeni Bir Teknoloji Ürünü: “Malç Tekstili”. *Meyve Sebze Dünyası*, Sayı: 23, 50 s.
- Kitiş YE (2010). Yabancı Ot Mücadelesinde Yeni Bir Yöntem: “Alevleme”. *Tarım Türk Dergisi*, Sayı : 24, 52-54 s.
- Kitiş YE (2011). Organik Bağcılıkta Yabancı Ot Mücadelesi. I. Ulusal Sarıgöl İlçesi ve Deđerleri Sempozyumu, 17-19 Şubat 2011, Manisa, 149-157 s.
- Kitiş YE (2011). Yabancı Ot Mücadelesinde Malç ve Solarizasyon Uygulamaları. GAP VI. Tarım Kongresi, 9-12 Mayıs 2011, Şanlıurfa.
- Kettles MK, Browning SR, Prince TS, Horstman SW (1997). Triazine herbicide exposure and breast cancer incidence: an ecologic study of Kentucky counties. *Environ Health Perspect.* 1997 Nov; 105(11): 1222–1227.
- Kruidhof HM, Bastiaans L, Kropff MJ (2008). Ecological Weed Management By Cover Cropping: Effects On Weed Growth in Autumn And Weed Establishment in Spring. *Weed Research*, 48, 492-502 p.
- Laliberte AS, Goforth MA, Steele CM, Rango A (2011). Multispectral remote sensing from unmanned aircraft: Image Processing Workflows and Applications for Rangeland Environments. *Remote Sens* 3(11): 2529–2551.
- Lanini WT (2004). Organic Weed Management in Vineyards. Cooperative Extension Ecologist, Uni. of California, Davis.
- Lanini WT, Kogan M (2005). Biology and management of *Cuscuta* in crops. *Cien. Invest. Agric.* 32, 165-179.
- Lati RN, Siemens MC, Rachuy JS, Fennimore SA (2016). Intra-row weed removal in broccoli and transplanted lettuce with an intelligent cultivator. *Weed Technol* 30:655–663
- Liang YL, Zhang CE, Guo DW (2002). Mulch types and their benefit in cropland ecosystems on the loess plateau in China. *Journal of Plant Nutrition*, 25 (5): 945-955.
- Marx C, Pastrana JC, Hustedt M, Barcikowski S, Haferkamp H, Rath T (2012). Investigations on the Absorption and Application of Laser Radiation for Weed control. *Landtechnik* 67(2), 95-101.
- May E, Wilson J, Isaacs R (2015). Minimizing Pesticide Risk to Bees in Fruit Crops. *Extension Bulletin E3245*, May 2015.
- Mengüç Ç, Çaldıran U, Akyol N, Sırrı M, Önen H (2013). Bioherbicidal Activity and Chemical Composition of Coriander (*Coriandrum sativum* L.) Essential Oil. 16th EWRS Symposium, 24-27 June 2013, Samsun.
- Mladinic M, Zeljezic D, Shaposhnikov SA, Collins AR (2012). The use of FISH-comet to detect c-Myc and TP 53 damage in extended-term lymphocyte cultures treated with terbuthylazine and carbofuran. *Toxicology Letters*, v. 211, p. 62-69, 2012.
- Mohler CL (2001). Enhancing the competitive ability of crops. Pages 269–320 in M. Liebman, C.L. Mohler, and C.P. Staver (Eds.), *Ecological Management of Agricultural Weeds*. Cambridge Univ. Press. New York, NY.
- Morrison HI, Wilkins K, Semenciw R, Mao Y, Wigle D (1992). Herbicides and Cancer. *JNCI J Natl Cancer Inst* (1992) 84 (24): 1866-1874.
- Norremark M, Swain KC, Melander B (2009). Advanced Non-Chemical and Close to Plant Weed Control System for Organic Agriculture. *Proceedings of the 10 th International Agricultural Engineering*

- Conference, Bangkok, Thailand, 7-10 101 December, 2009. Role of Agricultural Engineering in Advent of Changing Global Landscape Bangkok: Asian Association for Agricultural Engineering.
- Novara A, Gristina L, Saladino SS, Santoro A, Cerdà A (2011). Soil Erosion Assessment on Tillage and Alternative Soil Managements in a Sicilian Vineyard. *Soil & Tillage Research* Vol. 117 pp. 140-147.
- Olsen JK, Gouder RK (2001). Alternatives to polyethylene mulch film a field assesment of transported materials in capsicum (*Capsicum annum L.*). *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 41, 93-103.
- Özer Z, Kadioğlu İ, Önen H, Tursun N (2001). *Herboloji (Yabancı Ot Bilimi)*. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 20, 2001.
- Peña JM, Torres-Sánchez J, de Castro AI, Kelly M, López-Granados F (2013). Weed Mapping in Early-Season Maize Fields Using Object-Based Analysis of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Images. *PLoS One* 2013, 8, e77151.
- Peruzzi A, Raffaelli M, Fontanelli M, Frascioni C, Gianni M, Lulli L (2008). Physical Weed Control in Organic Carrot in Sicily (Italy). *Cultivating the Future Based on Science. Volume 1: Organic Crop Production. Proceedings of the Second Scientific Conference of the International Society Of Organic Agriculture Research (ISO FAR), Held At The 16th IFOAM Organic World Conference in Cooperation with the International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM) and the Consorzio Modenabio in Modena, Italy, 18-20 June, 2008* Bonn: International Society of Organic Agricultural Research (ISO FAR), 260-263.
- Raffaelli M, Fontanelli M, Frascioni C, Sorelli F, Gianni M, Peruzzi A (2011). Physical Weed Control in Processing Tomatoes in Central Italy. *Renewable Agriculture. and Food Systems* 26(2): 95-103.
- Rasmussen J, Nielsen J, Garcia-Ruiz F, Christensen S, Streibig JC (2013). Potential uses of small unmanned aircraft systems (UAS) in weed research. *Weed Research* 53, 242–248.
- Rees NE, Quimby PC, Piper GL, Coombs EM, Turner CE, Spencer NR, Knutson LV (1996). Biological control of weeds in the West. *Montana State Univ., Bozeman, MT.*
- Santos BM, Mora-Bolanos JE, Solorzano-Arroyo JA (2008). Impact of Solarization and Soil Fumigants on Hot Pepper Production in High-Tunnels. *Asian Journal of Plant Sciences* 7 (1) Faisalabad: Ansinet, Asian Network for Scientific Information, 113-115.
- Schreinemachers DM (2000). Cancer mortality in four northern wheat-producing states. *Environ Health Perspect* 108:873–881.
- Schweizer EE, Westra P, Lybecker DW (1992). Controlling weeds in corn (*Zea mays*) rows with an in-row cultivator versus decisions made by a computer model. *Weed Sci.* 42:593–600.
- Sivesind E, Leblanc M, Cloutier MD, Segui CP, Steward K (2009). Weed response to flame weeding at different developmental stages. *Weed Technology*, 23: 438-443.
- Stephanovic S, Datta A, Neilson B, Bruening C (2016). The effectiveness of flame weeding and cultivation on weed control, yield and yield components of organic soybean as influenced by manure application. *Volume 31, issue 4. August 2016, p. 288-299.*
- Solomon KR, Dalhoff K, Volz D, Kraak GVD (2014). Effects of Herbicides on Fish. *Fish Physiology, Volume 33, 2014.*
- Tanner CM, Kamel F, Ross GW, Hoppin JA, Goldman SM, Korell M, Marras C, Bhudhikanok GS, Kasten M, Chade AR (2011). Rotenone, paraquat, and Parkinson's disease. *Environ Health Perspect*, v. 119, p. 866-872, 2011.
- Tepe I (2014). *Yabancı otlarla mücadele*. Sidas, Van. 292 s.
- Torres-Sánchez J, López-Granados F, Peña JM (2015). An automatic object-based method for optimal thresholding in UAV images: Application for vegetation detection in herbaceous crops. *Comput. Electron. Agric.* 2015, under review.
- Topal S (2011). Allelokimyasalların herbisit etkileri, *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 25, 23-26.
- Tu C, Jean B, Hu R, Hu S (2005). Soil microbial biomass and activity in organic tomato farming systems. *Soil Biology and Biochemistry*, 38 (2): 247-255.
- Tursun N, Arslan S, Güleç D (2016). Meyve Bahçelerinde Yabancı Otları Kontrol Etmek için Alevleme Uygulamasının Etkilerinin Araştırılması. *Uluslararası Katılımlı Türkiye VI. Bitki Koruma Kongresi. 5-8 Eylül 2016 Konya.*
- Turabi MS (2007). Bitki Koruma Ürünlerinin Ruhsatlandırılması. *Tarım İlaçları Kongre ve Sergisi, TMMOB Zir. Müh Odası ve TMMOB Kimya Müh Odası, Bildiriler Kitabı, s:50-61, 25-26 Ekim 2007.*

- Türkseven S, Kızmaz MZ, Tekin AB, Urkan E, Serim AT (2016). Tarımda Dijital Dönüşüm; İnsansız Hava Araçları Kullanımı. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science) 2016, 12 (4), 267-271
- Tiryaki O, Canhilal R, Horuz S (2010). Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 26(2): 154-169 (2010).
- Uludağ A (2006). Türkiye’de Allelopati Araştırmaları ve Uygulamaları Üzerine Genel Bir Bakış. Allelopati Çalıştayı, 13-15 Haziran, Yalova.
- Uygur FN, Kitiş YE, Koloren O (2011). Evaluation Of Common Vetch (*Vicia Sativa L.*) As Living Mulch For Ecological Weed Control In Citrus Orchards, African Journal Of Agricultural Research, vol.6, pp.1257-1264, 2011.
- USDA US (2016). Department of Agriculture, 2016. What is a Specialty Crop? <https://www.ams.usda.gov/services/grants/scbgp/specialty-crop>.
- Xiang H, Tian L (2011). Development of a low-cost agricultural remote sensing system based on an autonomous unmanned aerial vehicle (UAV). Biosyst Eng108(2): 174–190.
- Wan Y, El-Swaify SA (1999). Runoff and soil erosion as affected by plastic mulch in a Hawaiian pineapple field. Soil and Tillage Research, 52, 29-35.
- Wongpichet K (2007). Inter-row Hand Weeders. Proceedings of the 45th Kasetsart University Annual Conference, Bangkok, Thailand, 30 January-2 February 2007. Subject: Plants Bangkok: Kasetsart University, 3-10.
- Yıldız M, Gürkan O, Turgut C, Kaya Ü, Ünal G (2005). Tarımsal Savaşımında Kullanılan Pestisitlerin Yol Açtığı Çevre Sorunları VI. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ankara, 3–7 Ocak 2005.
- Zasada IA, Ferris H, Elmore CL, Roncoroni JA, Macdonald JD, Boklan LR, Yakabe LE (2003). Field application of Brassicaceous amendments for control of soilborne pests and pathogens. Plant Health Progress [doi:10.1094/PHP-2003-1120-01-RS].
- Zhang C, Kovacs J (2012). The application of small unmanned aerial systems for precision agriculture: a review. Prec Agric, 13: 693–712.
- Zhang Y, Staab ES, Slaughter DC, Giles DK, Downey D (2012). Automated weed control in organic row crops using hyperspectral species identification and thermal micro-dosing. Crop Prot 41:96–105.
- Zimdahl RL (2007). Fundamentals of Weed Science. 3rd ed. Academic Press, San Diego, CA.

©Türkiye Herboloji Derneği, 2018

Geliş Tarihi/ Received: Kasım/November, 2017

Kabul Tarihi/ Accepted: Mayıs/May, 2018

To Cite : Menguc C. (2018). Herbicide Toxicity and Alternative Control Strategies Against to Weeds (In Turkish with English Abstract). Turk J Weed Sci, 21(1):61-73.

Alıntı İçin : Menguc C. (2018). Herbisit Toksisitesi ve Yabancı Otlara Karşı Alternatif Mücadele Stratejileri. Turk J Weed Sci, 21(1):61-73.