



## Organik Tarımda Bazı Yeni Yöntemlerle Yabancı Ot Kontrolü<sup>#</sup>

Taner Yıldız<sup>1\*</sup>, Fikret Özkaraman<sup>2</sup>, Dilek Kandemir<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun Meslek Yüksekokulu, Makina ve Metal Teknolojileri Bölümü, Tarım Makinaları Programı, 55100 İlkadım/Samsun, Türkiye

<sup>2</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun Meslek Yüksekokulu, Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü, Peyzaj ve Süs Bitkileri Programı, 55100 İlkadım/Samsun, Türkiye

<sup>3</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Seracılık Programı, 55100 İlkadım/Samsun, Türkiye

### MAKALE BİLGİSİ

#27-29 Eylül 2017'de Bayburt / Türkiye'de düzenlenen '1<sup>st</sup> International Organic Agriculture and Biodiversity' kongresinde özet olarak sunulmuştur.

#### Derleme Makale

Geliş 23 Eylül 2017

Kabul 05 Aralık 2017

#### Anahtar Kelimeler:

Organik tarım

Kimyasal olmayan yabancı ot kontrolü

Termal yabancı ot kontrolü

Robotik yabancı ot kontrolü

Yeni teknikler

\*Sorumlu Yazar:

E-mail: tyildiz@omu.edu.tr

### ÖZET

Yabancı otların kontrol altına alınmasında uygulanan kimyasallar, hem yeraltı hem de yüzey sularının kirlenmesine neden olmasının yanı sıra; sebze, meyve ve tarla ürünlerinde ilaç kalıntılarının oluşmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, kimyasal ilaç kullanımının ortadan kaldırılarak tamamen doğal bitki üretimine yer verilmesi, yani organik tarıma doğru gidilmesi toplumun oldukça arzu ettiği bir durum olarak ortaya çıkmaktadır. Son zamanlarda, tüm dünyada toplumlarının çevreye olan duyarlılığının hızla artması, yoğun kimyasal ilaç kullanımıyla birlikte ortaya çıkan potansiyel tehlikeler, bilim insanlarını ve toplumu endişeye yöneltmiştir. Yabancı otlarla mücadelede, toprak ve su kaynaklarında hiçbir kalıntı bırakmamasından dolayı, kimyasal ilaçlar dışındaki farklı yöntem ve makinalar üzerinde yaygın olarak çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmada, organik tarımda uygulanabilecek bazı yeni yabancı ot kontrolü yöntemlerine yer verilmiştir.

Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 6(2): 213-218, 2018

## Some New Weed Control Methods in Organic Farming

### ARTICLE INFO

#### Review Article

Received 23 September 2017

Accepted 05 December 2017

#### Keywords:

Organic farming

Non-chemical weed control

Thermal weed control

Robotic weed control

New techniques

\*Corresponding Author:

E-mail: tyildiz@omu.edu.tr

### ABSTRACT

The chemicals used for weed control cause pollution at both ground and surface waters, and lead to accumulation of pesticide residues in vegetables, fruits and field crops. For this reason, avoiding of use of chemicals and instead applying natural production methods (organic farming) emerged as a people desire. In recent times, the environmental consciousness has increased rapidly all over the world and potential dangers related to use of chemicals led scientists and people to worry. There have been extensive studies on different methods and machines, which can be used for weed control, as they do not leave any residues at soil and water sources. In this study, some new weed control methods were included that can be applied in organic farming.

## Giriş

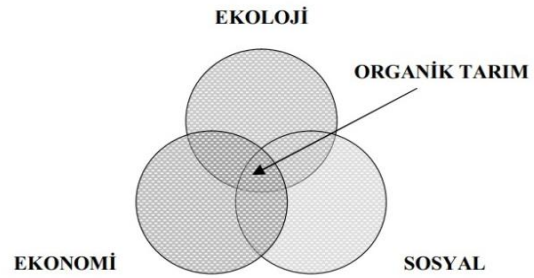
Tarımsal alanların son sınırına ulaştığı dünyada, 2050 yılında yaklaşık 10 milyar olması beklenen nüfusun beslenme, barınma ve giyinme gereksinimlerinin karşılanabilmesi için üretimin artırılması gerekmektedir (Anonymous, 2017). Özellikle, bitkisel üretim aşamasında uygulanan işlemlerde yeni teknolojiler geliştirilmekte, yoğun toprak işleme yapılmakta, kimyasal ilaç ve gübre kullanımı artmaktadır. Bu uygulamaların sonucunda; verimli olan üst toprak tabakasının fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri bozulmaya başlamıştır.

Bitkisel üretimde, verim ve kalite artışı için yabancı otlarla mücadele önemli bir yer tutmakta ve uygulanan kimyasal ilaçlar, herbisit olarak bilinmektedir. Herbisitler, yabancı otların fizyolojik gelişmelerini etkileyerek, onların zararlarını en aza indirmek veya tamamen yok etmek amacıyla kullanılmaktadır (Tekgüler ve Yıldız, 2009). Günümüzde de birçok üretici uygulama kolaylığı nedeniyle, herbisit kullanımını çok çabuk kabul etmektedir (Ascard, 1990). Ancak, kimyasal yöntemlerin uygulanmasında tam bir başarı elde edilememekte; rüzgâr, nem ve sıcaklık gibi doğal olaylar nedeniyle, hedef üzerine tam olarak ulaşamamakta, damlalarının büyük kısmı tarla içinde kaybolmakta ve tarla dışına sürüklenerek çevre kirliliği oluşturmaktadır (Dursun, 1996). Birim alandan alınan ürün miktarını artırmak için aşırı miktarda kullanılan tarımsal kimyasallar, su ve toprak kaynaklarının kirlenmesine neden olmuştur. Bitki sağlığını tehdit eden herbisitlerin büyük bir bölümü uygulanan hedefin dışındaki canlıları da etkilemiş, yağışlar ve sulama suyu ile içme suyu olarak kullanılmakta olan yüzeysel ve yeraltı sulara bulaşmış, üretilen ürünlerin organik yapısına girmiş, beslenme zinciri ile insan vücuduna ulaşmış ve hatta bazı bölgelerde anne sütüne dahi geçmiştir. Toprakta giderek azalmakta olan azot, fosfor ve potasyum başta olmak üzere, bitki besin maddelerini toprağa yeniden kazandırmak amacıyla uygulanan kimyasal maddeler toprağın fiziksel özelliklerini olumsuz bir şekilde etkilemiş, topraktan yüzeysel sularla veya derine yıkanan bu besin maddeleri su kaynaklarının kirlenmesine neden olmuştur (Kırımhan, 2005). Ayrıca, sürekli ve yoğun herbisit kullanımı sonucunda, yabancı otlar direnç kazanabilmiş ve doğal dengenin bozulması sorunu karşımıza çıkmıştır.

Yabancı otların geleneksel tarımda olduğu gibi ekolojik tarımda da sorun teşkil ettiği, hatta geleneksel tarım yapan üreticilerin organik tarıma geçmesindeki en önemli engellerden birinin yabancı ot mücadelesi olduğu bilinmekte ve bu nedenle de yabancı otların, organik tarım sistemlerinin çoğunda ana zararlı olarak değerlendirildiği birçok araştırmacı tarafından bildirilmektedir. Benzer şekilde ekolojik sebze üretiminin de en önemli sorunlarından birinin yabancı ot mücadelesi olduğu vurgulanmıştır (Arslan, 2011).

Özellikle II. Dünya Savaşı'ndan sonra, dünya genelindeki tarımsal uygulamalar gözden geçirildiğinde, büyük ve önemli gelişmeler meydana geldiği görülmektedir. Hızla artan dünya nüfusunu besleyebilmek, yükselen hayat standartlarına uyum gösterebilmek amacıyla, devlet ve hükümet politikaları olarak daha çok gıda maddesi, bitkisel, hayvansal ve su ürünleri üretimi yapmak amaçlanmıştır. Bunun için de

yeni geliştirilen teknolojiler tarıma uygulanmış, insan gücü ile birlikte mekanizasyona çok önem verilmiş ve daha fazla kimyasal kullanılmaya başlanmıştır (Er, 2009). Son yıllarda, kimyasal ilaç kullanımının ortaya çıkardığı olumsuzluklarla birlikte, tüketicilerin sağlıkla ilgili endişelerinin artması ile organik ürünlere olan ilgi de artmaya başlamıştır. Sürdürülebilir bir tarım sisteminin uygulanabilmesi tüm dünya ülkeleri tarafından öncelikli olarak devlet ve hükümet politikalarına alınmaya başlamıştır. Tarımın sürdürülebilir olması ve organik tarımdan beklenen yararların elde edilebilmesi için; çevreyle uyumlu olması, kaynakların korunmasını esas alması, ekonomik olarak uygulanabilmesi, sosyal faydasının bulunması ve ticari olarak kazançlı olması gerekmektedir (Şekil 1).



Şekil 1 Organik tarımın beklenen yararları (Kırımhan, 2005)

Figure 1 Expected benefits of organic farming

Tarımsal uygulamaların çevreye neden olduğu olumsuz etkiler 1980'li yılların başından itibaren, başta ABD olmak üzere tüm dünyada yoğun bir şekilde dikkatleri çekmeye başlamıştır. Aşırı toprak işlemeye bağlı olarak toprak verimliliğinin giderek azalması, tarımsal kimyasal maddelerin neden olduğu çevre kirliliği, tek ürüne dayalı (mono kültür) üretim nedeniyle biyolojik çeşitliliğin azalması, zararlıların ilaçlara karşı direnç göstermesi, yararlı böceklerin giderek kaybolması, besin zinciri içerisinde sağlıklı ürünlerin insan sağlığını tehdit etmesi gibi olumsuzluklar, bilim insanlarını, araştırmacıları ve yöneticileri bu uygulamaya alternatif olabilecek yeni yöntemlere yönlendirmiştir (Kırımhan, 2005).

Bu çalışmada, kimyasal yabancı ot kontrol yöntemleri yerine uygulanabilecek bazı yeni yöntemlere yer verilmeye çalışılmıştır.

## Organik Tarımda Yabancı Ot Kontrolünde Herbisit Uygulamalarına Alternatif Olabilecek Bazı Yeni Yöntemler

Geleneksel tarımsal üretim işlemlerinde birim alandan olabildiğince daha fazla ürün alabilmek için, yoğun girdi kullanılmaktadır. Bunların başında, tohumluk, gübre, yakıt ve kimyasal ilaçlar gelmektedir. Yabancı otların kontrol altına alınmasında uygulanan kimyasallar, hem yeraltı hem de yüzey sularının kirlenmesine neden olmasının yanı sıra, sebze, meyve ve tarla ürünlerinde ilaç kalıntılarının oluşmasına neden olmaktadır. Bu nedenle,

kimyasal ilaç kullanımının ortadan kaldırılarak tamamen doğal bitki üretimine yer verilmesi, yani organik tarıma doğru gidilmesi toplumun oldukça arzu ettiği bir durum olarak ortaya çıkmaktadır. Son zamanlarda, tüm Dünya’da toplumun çevreye olan duyarlılığının hızla artması, yoğun kimyasal ilaç kullanımıyla birlikte ortaya çıkan potansiyel tehlikeler, bilim insanlarını ve toplumu endişeye yöneltmiştir (Yıldız ve ark., 2013). Tüm Dünya’da çevre bilincinin giderek gelişmesi, çevre sorunlarına ve sağlıklı tarımsal ürünlere olan talep artışıyla birlikte, çevreye ve insana zararlı olmayacak organik tarımsal üretimde artışlar meydana gelmiştir. Dünya genelinde 172 ülkede, yaklaşık 43,7 milyon hektarlık alanda, 2,3 milyon organik üretici tarafından organik ürün yetiştiriciliği yapılmaktadır (Anonymous, 2015). Bu alanlardaki üretim sürecinde yabancı otlarla mücadelede, toprak ve su kaynaklarında hiçbir kalıntı bırakmamasından dolayı, kimyasal ilaçlar dışındaki farklı yöntem ve makinalar üzerinde yaygın olarak çalışmalar yapılmaktadır. Bitkisel üretim alanlarında sorun olan yabancı otlarla mücadelede çevre dostu ve yeni kontrol yöntemlerinden solarizasyon, robotik, dondurma, mikrodalga, UHF ışınları, lazer ışınları, mor ötesi ışınları, kızıl ötesi ışınları, elektrik, buhar ve basınçlı su uygulamaları ön plana çıkmaktadır.

#### *Solarizasyon*

Solarizasyon; güneşin ısı enerjisinden faydalanılarak, topraktaki hastalık etmenlerini, zararlı böcekleri ve yabancı ot tohumlarını etkisiz hale getiren ve yaklaşık 6 hafta süreli bir çeşit termal inaktivasyon yöntemidir (Horowitz ve ark, 1983). Seralarda uygulanan bu yöntemle toprak yüzeyi şeffaf plastik örtülerle kaplanarak, toprağın ısınması sağlanmaktadır. Diğer bir ifadeyle, solarizasyonun etki mekanizması, güneşin ısı enerjisinin hapsedilerek, toprak sıcaklığının zararlı etmenler için lethal doza ulaşması esasına dayanmaktadır. Doğru solarizasyon uygulamaları ile topraktaki yabancı ot tohumlarının yanı sıra, hastalık etmenleri ve zararlı böcekler başarılı bir şekilde kontrol edilmektedir (Kitiş, 2011). Genellikle toprağın 20 cm derinliğe kadar işlenmiş olduğu alanlarda bu yöntemin tercih edildiği belirtilmiştir. Uygulamalar sırasında toprak sıcaklığının 65°C ve üstüne kadar çıkabildiği ve böylece yüksek sıcaklığa maruz kalan yabancı ot tohumlarının çimlenme güçlerinin düşmeye başladıkları vurgulanmıştır. Uygulamanın etkili bir şekilde yapılması durumunda, herbisit uygulamasına alternatif olabilecek bir metot olduğu ifade edilmiştir. Çoğu yabancı otun bu yöntemle kontrol altına alınabildiği belirtilmiştir. Ancak, ek bir maliyet getirdiği için üreticiler tarafından sıklıkla tercih edilmediği vurgulanmıştır (Çay ve ark., 2012). Ayrıca, özellikle dar alanlarda ve seralarda bu yöntemin başarılı bir şekilde yabancı otları kontrol altına aldığı bildirilmiştir (Özvardar, 2010).

#### *Robotik Yabancı Ot Kontrolü*

Hassas görüntüleme ve algılama tekniğiyle otomatik sıra üzeri akıllı kültivatör (AK) teknolojisi faydalanılabilir seçeneklerden biridir. Gelişmiş ve pratik olan yeni AK teknolojisi klasik traktör çapalarına göre sıra üzeri otları %60 daha fazla kontrol ettiği için 2014 yılında Avrupa’da kullanılmaya ve 2016 yılında ABD’de bazı ürünlerde

(marul, domates) araştırılmaya başlamıştır. Akıllı kültivatörlerin robotik sıra üzeri yabancı ot mücadelesi için Türkiye’de test edilmediği bilinmekle birlikte, ülkemizde öncelikle sebze ve endüstri bitkilerinde yabancı ot entegre yönetiminde akıllı kültivatör çoğu yabancı otu kontrol edecek düşük maliyetli ve yararlı bir araç olarak hem herbisitlerin eksikliğini giderebileceği hem de elle ayıklama işçiliğine bağımlılık problemlerini azaltabileceği bildirilmiştir (Pala, 2017).

#### *Dondurarak Yabancı Ot Kontrolü*

Bitki dokusu, yüksek sıcaklıklarda olduğu gibi düşük sıcaklıklardan da olumsuz yönde etkilenmektedir (Fergedal, 1993). Yabancı otların karbondioksit veya sıvı azot kullanılarak dondurulmasıyla yok edilmesi ilkesine dayanan yeni bir yöntemdir.

Dondurma yöntemiyle yabancı ot kontrolünde genellikle sıvı nitrojen ve CO<sub>2</sub> kullanılmaktadır. Sıvı nitrojenle yapılan uygulamalar karbondioksite oranla daha iyi sonuç vermektedir. Dondurma yöntemi ile alevle yakma yöntemi karşılaştırıldığında ise, en iyi sonuçlar yine de alevle yakma denemelerinde elde edilmektedir (Bond ve ark., 2006; Tekgüler ve Yıldız, 2009).

#### *Mikrodalga ile Yabancı Ot Kontrolü*

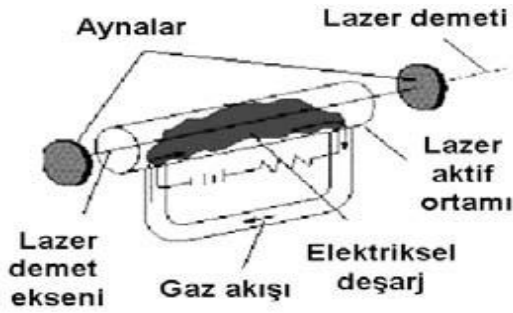
Mikrodalgalar en basit tanımıyla, ışık hızında hareket eden kısa dalga boyu (1 mm-1 m) ve yüksek frekansa sahip (300 MHz-300 GHz) elektromanyetik bir enerjidir. Mikrodalga, fırınlarda kullanılan yüksek ısı enerjisi taşıyan dalga boyu S bandı adı verilen 2 ila 4 GHz’lik frekansa sahip ışınlardır. Gerek toprak yüzeyine yakın yabancı ot tohumlarına gerekse genç fidelere uygulanabilmektedir. Işıma maruz kalan yabancı otlarda, mikrodalgalar ilk olarak hücre duvarını geçmekte ve daha sonra yabancı otun bünyesinde barındırdığı su molekülleri tarafından emilmektedir. Bunun sonucunda, bitkinin su içeren dokuları aşırı şekilde ısınmakta ve sitoplazma hücre duvarını yıkararak dışarı çıkmaktadır. Diğer taraftan aşırı ısınma nedeniyle, yabancı otun bünyesindeki proteinler denatüre olarak işlevlerini yitirmekte ve bu şekilde yok edilmelerinin sağlandığı bildirilmektedir (Kitiş ve Çavuşoğlu, 2016).

Nem düzeyi yüksek yabancı ot tohumlarının daha düşük nem düzeyine sahip tohumlardan daha hassas olduğu vurgulanmıştır. Yine nemli topraklardaki yabancı ot tohumlarının kuru toprak koşullarına göre bu yöntemle daha kolay yok edilebildiği belirtilmiştir (Rice ve Putnam, 1977). Çıkış sonrası uygulamalarda mikrodalga yayan sistemin hedefe doğru odaklanması önemlidir. Yabancı ot tohumlarının mikrodalga ışınlarına tepkisini birçok faktör belirlemekte ve türlere göre toleranslar değişiklik gösterebilmektedir. Örneğin Diprose ve ark. (1978), 1 Kw 2450 Mhz enerji ışınlama ile tahıl tanelerine karıştırılmış yabani yulaf tohumlarını (*Avena fatua*) seçici olarak kontrol etmeyi başarmışlardır. Diğer bazı araştırmacılar tarafından yürütülen çalışmalarda mikrodalgaların yabani otlar üzerinde etkili olduğu vurgulansa da çok yavaş ve oldukça pahalı bir yöntem olduğu belirtilmektedir.

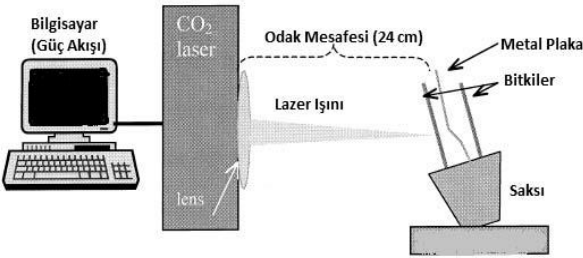
#### *UHF Işınlarıyla Yabancı Ot Kontrolü*

UHF (Ultra High Frequency), ultra yüksek frekans manasına gelen ve adından da anlaşılacağı üzere titreşim sıklığı yüksek (300-3000 MHz) ve dalga boyu kısa (100-

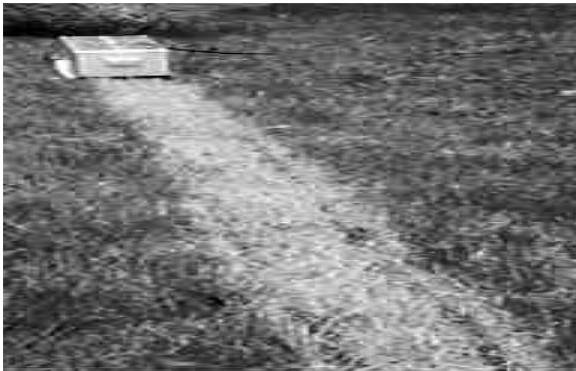
1000 mm) ışınları kapsamaktadır. UHF ışınlarıyla yabancı ot kontrolü konusunda yapılan çalışmaların, daha çok toprak uygulamalarıyla yabancı ot tohumlarının kontrolüne yönelik çalışmalar olduğu açıklanmıştır. UHF elektromanyetik dalgalar kullanılarak hem çıkış öncesi hem de çıkış sonrası yabancı ot kontrolü için bazı çalışmalar yapılmıştır (Davis ve ark., 1971; Wayland ve ark., 1973; 1975). Bu çalışmalardan birkaç yıl sonra ise, ABD’de bu yöntemin patenti alınmıştır (Wayland ve ark., 1978). Sartorato ve ark. (2005) ise yaptıkları çalışmada, mikrodalga etkinliğinin, toprak penetrasyonunu en aza indirgeyen ve bitki büyüme formlarına bağlı olan bitkiler tarafından emilimini en üst düzeye çıkaran bir akı yapılandırması ile arttırılabileceğini belirtmişlerdir. UHF dalgalarının, tohumu geç ve nispeten derinden çimlenen kültür bitkilerinin ekildiği alanlardaki yabancı otlara karşı uygulanabilir nitelikte olduğu vurgulanmıştır (Kitiş ve Çavuşoğlu, 2016). Ancak bu yöntem, uygulamaya henüz geçmemiş olup, enerji gereksinimi yüksektir.



Şekil 2 CO<sub>2</sub> lazerin şematik görünümü (Çay ve ark., 2012)  
Figure 2 Schematic view of CO<sub>2</sub> laser



Şekil 3 CO<sub>2</sub> lazer ile yabancı otların kesilmesi (Çay ve ark., 2012)  
Figure 3 Cutting weeds with CO<sub>2</sub> laser



Şekil 4 Yabancı otların UV ışınları ile zararsız duruma getirilmesi (Kırımhan, 2005)  
Figure 4 Weed removal by harmful UV rays

#### Lazer Işınlarıyla Yabancı Ot Kontrolü

Son yıllarda, yabancı ot kontrolünde farklı bir kimyasal olmayan yeni bir yöntem de lazer uygulamalarıdır. Başlıca lazer türleri olarak katı lazerler, gaz lazerler, iyon lazerler, kimyasal lazerler, metal buharlı lazerler, boyarmadde lazerler, yarı iletkenli lazerler ve karbondioksit (CO<sub>2</sub>) lazerler sayılabilir. UV ve IR lazerleri, oluşturulan multifoton ve elektron iyonlaşma yığılması ile bitki dokularının patlatılması yoluyla kesilmesini içermektedir. CO<sub>2</sub> lazerleri, dokunun su moleküllerinde büyük ışık absorpsiyonu oluşturduktan sonra kuvvetli ısıtma ve kaynatma yapmak suretiyle kesme yapmaktadırlar (Şekil 2). Genellikle, daha kalın göve arke yapısına sahip yabancı otların lazerle kesilmesinde daha yüksek enerjilere gereksinim duyulmaktadır (Heisel ve ark., 2002; Tekgüler ve Yıldız, 2009).

Yabancı ot kontrolü amacıyla genellikle CO<sub>2</sub> lazerler kullanılmaktadır. Bunlar oldukça etkili ve güçlü lazerlerdir. Uygulamada lazer kaynağının hedefe doğru odaklanması önemlidir. Lazer uygulaması kontakt etkili olup, sadece ışının dokunduğu noktada zarar meydana getirebilmektedir. Elde edilen enerji, dar bir ışın demeti şeklinde hedef üzerine kesin ve hızlı bir şekilde yönlendirilmektedir (Heisel ve ark., 2001; Mathiassen ve ark., 2006). Genellikle yabancı otun uç meristemi, göve arkesi veya yaprakları hedef alınarak lazerle kesme işlemi gerçekleştirilir. En etkili sonuç, yabancı otun uç meristemine uygulandığında alınmıştır. Çünkü uç meristem, bitkinin temel büyüme noktalarından biridir (Heisel ve ark., 2002). CO<sub>2</sub> lazer ile yabancı otların kesilerek yok edilmelerinin araştırıldığı bilgisayar destekli bir sistemle yapılan bir çalışma sonucunda (Şekil 3), lazerlerin yabancı ot kontrolünde kesme amacıyla kullanılma potansiyelinin olduğu bildirilmiştir (Çay ve ark., 2012).

#### Mor Ötesi (Ultraviyole) Işınlarla Yabancı Ot Kontrolü (UV Uygulamaları)

Dalga boyu 100-400 nm arasında değişen, X ışınlarıyla görünür ışık arasında kalan elektromanyetik radyasyona ultraviyole (UV) adı verilmektedir. UV ışınların biyolojik materyale olan etkisi, bunların yabancı ot mücadelesinde kullanılabilirliğini akla getirmiş ve bu konuda bazı çalışmalar yapıldığı belirtilmiştir. Yabancı otlar, özel ekipmanlar kullanılarak UV ışınları ile zararsız hale getirilebilmektedir (Şekil 4). Yabancı ot kontrolünde UV ışınların kullanımının patenti alınmış, ancak deneysel aşamadan öteye geçmemiştir (Andreassen ve ark., 1999). Enerji giderleri nedeniyle, yüksek maliyetli bir uygulamadır. UV denemelerinin tarla koşullarında başarılı sonuç vermemesi, toprak mikro florasına etkisi, enerji tüketiminin yüksek olması ve canlılarda mutasyona sebep olma riskinin bulunması gibi nedenlerle UV ışınlarıyla yabancı ot kontrolü konusunda çok fazla araştırma yapılmadığı vurgulanmıştır (Kitiş ve Çavuşoğlu, 2016).

#### Kızılötesi (Infrared) Işınlarla Yabancı Ot Kontrolü

Dalga boyu 750 nm ile 1 mm, frekansı ise 300 GHz ile 430 THz arasında değişen, görünür ışıktan büyük, mikrodalgadan daha küçük olan radyant ışınlardır. IR teknolojisi yapısal olarak alevli yakıcılardan farklıdır. Bu yöntemde de enerji kaynağını, genellikle alevli yakıcılarda olduğu gibi, propan gazı oluşturmaktadır

(Şekil 5). Ancak, ısıtılan seramik ya da metal yüzeyler yardımıyla oluşturulan ısı ışınımına, hedef bitkiler üzerine gönderilmektedir.

Bu tip yakıcıların ısıtılmaları için zamana gereksinim duymaları, alevli yakıcılardan daha düşük sıcaklıklara sahip olmaları ve daha pahalı olmaları olumsuz yönlerini oluşturmaktadır (Bond ve ark., 2003). Kızıl ötesi yabancı ot kontrolünde kullanılan aletlerin propan üflecisi ile ısıtıldığı ve oluşan alevin, 1800-2000°F arasındaki sıcaklıklarda yayılarak, seramik ya da çelik plakalara doğru yönlendirildiği bildirilmiştir. Açık alandaki alev ile oluşan tehlikenin bu şekilde en asgari düzeye indirilebildiği belirtilmiş ve yabancı ot kontrol mekanizmasının alevli mücadelede olduğu gibi yapıldığı vurgulanmıştır. Bu yöntemle, hücre içeriklerinin (plazma ve proteinler) bozulması sağlanmakta ve bunun sonucunda da bitkinin solarak yok edilmesi sağlanmaktadır. Kızıl ötesi ısıtıcılar elle kullanılabilirliği gibi, çekilir veya traktöre asılabilir tiplerde olabileceği, traktöre asılır tiplerin patates 16 böceğinin kontrolünde kullanılabilirliği ve bazı traktör modellerinin kuvvetli hava püskürtme özelliğine sahip olduğu belirtilerek, yabancı ot kontrolündeki etkinliğin artırıldığı tespit edilmiştir (Özvardar, 2010). Yine, Özvardar (2010)'ın bildirdiğine göre, yabancı ot tohumlarının filizlenmesini kontrol altına almak için, toprağın alev tarafından direkt olarak kızılötesi ışınlarla işlem görmesi sağlanmıştır. Testler, toprakta 30 saniyeden az süre, 26-80°C sıcaklıkların gerekli olduğu belirlenmiştir. Denemelerde genel olarak, topraktaki yabancı ot tohumlarının kızılötesi ısıtmada kullanılan ışınlama ile yok edilmesinin ekonomik olmadığı sonucuna varılmıştır (Kang, 1996).

#### Elektrikle Yabancı Ot Kontrolü

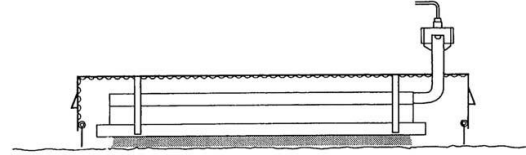
Yabancı otları kontrol etmek için elektrik enerjisinin kullanılması kavramı, 19. yüzyılın sonlarında geliştirilmiştir. Daha sonraki yıllarda ABD'de traktöre monte edilen makineler, kültür bitkilerinden daha yüksek boylu yabancı otların kontrolü için geliştirilmiştir. Kanada'da, bitki sıraları arasındaki ve toprak yüzeyine yakın küçük yabancı otlarla mücadelede kullanılmıştır. Ancak, fazla yoğunlukta başarısız sonuçlar elde edilmiştir. Vigneault ve ark. (1990), yabancı otların elektrik enerjisiyle yok edilmesinin teorik kavramlarını ortaya koymuşlardır. Yöntem, toprağa zarar vermemekle birlikte, çok fazla enerji gerekmektedir. Son yıllarda geliştirilmeye başlanan bu teknikte elektrik enerjisi hem yüksek bir ısı enerjisi kaynağı hem de elektriksel şok uygulaması olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemin yabancı ot kontrolünde etkili olabilmesi için, 20 kV'daki voltajlara gereksinim duyulmaktadır (Önal, 1995). Vigneault (2002) tarafından geliştirilen elektrikle yabancı ot kontrolü düzeneği Şekil 6'da verilmiştir.

#### Buhar ile Yabancı Ot Kontrolü

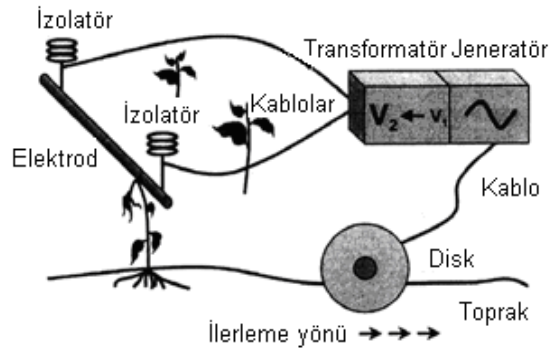
Kimyasal fumigantların kullanılmadığı organik alanlarda fumigantların yerine fumigant olmayan buhar uygulamasından faydalanabilir. Yabancı otlarla etkili mücadele yöntemlerinden biri olan ekim veya dikim öncesi toprağa buhar uygulaması (örneğin; 70°C'de 20 dk.) ile toprak dezenfekte edilmiş olur (Pala ve ark., 2017).

#### Basınçlı Su Yöntemiyle Yabancı Ot Kontrolü

Basınçlı su demeti uygulanan bu yeni yöntem, zararlı katkı maddeleri içermemekte ve sınırlı miktarda su tüketimine sahiptir. Bu konudaki çalışmalar devam etmekte olup, basınçlı su ile yabancı ot kontrolünün tarımda kullanılıp kullanılmayacağına henüz karar verilmemiştir. Bu yöntemin potansiyelini ortaya konulabilmesi için daha fazla araştırma yapılması önerilmektedir (Fogelberg, 2001).



Şekil 5 Enfaruj yakıcı  
Figure 5 Enfaruj burner



Şekil 6 Elektrikle yabancı ot kontrol yöntemi (Vigneault, 2002)  
Figure 6 Electrical weed control method

#### Sonuç

Yaklaşık olarak 50 yılı aşkın bir süredir bitkisel üretimde kullanılan kimyasal yabancı ot mücadele yöntemleri, son zamanlarda toplumda ortaya çıkan bazı hastalık ve rahatsızlıkların nedenlerinden biri olarak gösterilmeye başlanmıştır. Bu nedenle, yaşanan çevreyi ve insan sağlığını olumsuz yönde etkileyen kimyasal ilaçlara karşı tüm dünya yeni arayışlar içerisine girmiştir. Kaliteli ve sağlıklı ürünler üretebilmek için geleneksel tarım sisteminde uygulanan yöntemlerin yerini alternatif toprak işleme, ekim ve hastalıklarla mücadele yöntemleri üzerinde yoğun araştırmalar yapılmaktadır. Örneğin, toprağın korunması amacıyla, farklı ürünlerde azaltılmış toprak işleme yöntemleri, anıza ekim yöntemleri gibi teknikler araştırılırken, yabancı otların yok edilmesi için de kimyasal olmayan farklı yöntemler üzerindeki çalışmalar devam etmektedir. Tüm dünya ülkelerinin kalkınma hedeflerinde insan ve doğal yaşam arasındaki dengenin ön planda tutulması; doğal kaynakların korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması, insanlara güvenilir ve sağlıklı ürünler sunulması en başta gelen hedeflerdir.

#### Kaynaklar

Andreasen C, Hansen L, Streibig JC. 1999. The effect of ultraviolet radiation on the fresh weight of some weeds and crops. Weed Technology 13: 554-560.

- Anonymous. 2015. International Federation of Organic Agriculture Movements (Uluslararası Organik Tarım Hareketleri Federasyonu) <https://www.ifoam.bio/> (21.08.2017)
- Anonymous. 2017. <http://www.un.org.tr/fao-uyariyor-kuresel-gida-guvenligi-tehdit-altinda/> Erişim: 01.12.2017, Saat:23:22
- Arslan ZF. 2011. Domates Üretiminde Sorun Olan Yabancı Otlara Karşı Organik Tarıma Uygun Bazı Mücadele Yöntemlerinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana, 323 s.
- Ascard J. 1990. Weed control in ecological vegetable farming. In A. Granstedt (ed). Proceedings of the Ecological Agriculture, Nordiske Jordbrugsforskere Forening, Seminar, 166, 178-184.
- Bond W, Turner RJ, Grundy AC. 2003. A review of non-chemical weed management (Online). <http://www.gardenorganic.org.uk/organicweeds/> (28.08.2017)
- Bond W, Davies G, Turner RJ. 2006. A review of thermal weed control. <http://www.gardenorganic.org.uk/organicweeds>
- Çay A, Büyükcan MB, Ürkmez Ü, Özpinar S. 2012. Yabancı Ot Mücadelesinde Lazer Uygulamaları. 27. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı: 271-279, 5-7 Eylül 2012, Samsun.
- Davis FS, Wayland JR, Merkle MG. 1971. Ultrahigh-frequency electromagnetic fields for weed control: phyto-toxicity and selectivity. Science 173: 535-537.
- Diprose MF, Hackam R, Benson FA. 1978. The effect of 2450 Mhz radiation on the germination of some weed and cereal seeds. Proceedings 14th British Crop Protection Conference - Weeds, 451-458.
- Dursun E. 1996. Farklı İlaç Uygulama Yöntemlerinin Damla Sıklığına Etkilerinin Belirlenmesi. 6. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi, 380-389, 2-6 Eylül, Ankara.
- Er C. 2009. Organik Tarım Bakımından Türkiye'nin Potansiyeli, Bugünkü Durumu ve Geleceği. İstanbul Ticaret Odası Yayınları, Sektörel Yayınlar No: 2009-3, İstanbul, 320 s.
- Fergedal S. 1993. Weed Control by Freezing with Liquid Nitrogen and Carbon dioxide Snow; a Comparison Between Flaming and Freezing. Communications of the 4 th International Conference I.F.O.A.M. Non-Chemical Weed Control, Dijon, France, 163-166.
- Fogelberg F. 2001. Research on pest control and pesticide reduction in Sweden, Denmark and the Netherlands-ongoing work and new ideas for the future (Online). Dept. Agricultural Engineering Swedish University of Agricultural Sciences, Swedish. <http://infohouse.p2ric.org/ref/37/36398.pdf> (23.08.2017)
- Heisel T, Schou J, Christensen S, Andreasen C. 2001. Cutting weeds with a CO<sub>2</sub> laser. European Weed Research Society Weed Research. 41:19-29.
- Heisel T, Schou J, Andreasen C, Christensen S. 2002. Using laser to measure stem thickness and cut weed stems. European Weed Research Society Weed Research 42, 242-248.
- Horowitz M, Regev Y, Herzlinger G. 1983. Solarization for weed control. Weed Science 31, 170-179.
- Kang WS. 1996. Weed and pest control by means of physical treatments: Effects of infrared irradiation on roam for weed control. Korean J. Environ. Agric. 15(1): 91-104.
- Kırımhan S. 2005. Organik Tarım Sistemleri ve Çevre. Turhan Kitabevi, Çevre Yönetimi Dizisi No: 2, Ankara, 352 s.
- Kitiş YE. 2011. Yabancı ot mücadelesinde malç ve solarizasyon uygulamaları. GAP VI. Tarım Kongresi Bildiri Kitabı, 463-468, 09-12 Mayıs 2011, Şanlıurfa.
- Kitiş YE, Çavuşoğlu O. 2016. Elektromanyetik ışınlarla yabancı ot kontrolü. Meyve Bilimi, 3(1):29-36.
- Mathiassen SK, Bak T, Christensen S, Kudsk P. 2006. The effect of laser treatment as a weed control method. Biosystems Engineering. 95(4): 497-505.
- Önal İ. 1995. Ekim, Bakım, Gübreleme Makinaları. Ders Kitabı, Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No: 490, İzmir.
- Özvardar NS. 2010. Farklı Püskürtme Ağzı Tiplerinin Alevli Mücadele Tekniği İle Yabancı Ot Kontrolüne Etkisi Üzerine Bir Araştırma. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 69 s.
- Pala F. 2017. Endüstri bitkilerinde robotik sıra üzeri yabancı ot mücadelesinin incelenmesi. International Congress of the New Approaches and Technologies for Sustainable Development, 334-335, 21-24 September, Isparta.
- Pala F, Mennan H, Demir A, Öcal A, Karipçin MZ, Pakyürek M, Aydın MH. 2017. Buhar ile toprak dezenfeksiyonun çilekte yabancı ot ve toprak kökenli patojen kontrolüne etkisi. 4th International Regional Development Conference, 226-237, 21-23 September, Tunceli.
- Rice RP, Putnam AR. 1977. Some factors which influence the toxicity of UHF energy to weed seeds. Weed Science 25 (2): 179-183.
- Sartorato I, Zanin Z, Baldoin C, De Zanche C. 2005. Observations on the potential of microwaves for weed control. Weed Research 46: 1-9.
- Tekgüler A, Yıldız T. 2009. Kimyasal olmayan yabancı ot kontrol yöntemleri. Tarımsal Mekanizasyon 25. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, 259-265, 01-03 Ekim 2009, Isparta.
- Vigneault C, Benoit D, McLaughlin L. 1990. Energy aspects of weed electrocution. Reviews of Weed Science5, 15-26.
- Vigneault C. 2002. Weed electrocution. Encyclopedia of Pest Management. NewYork, p. 896-898.
- Wayland JR, Davis FS, Merkle MG. 1973. Toxicity of an UHF device to plant seeds in soil. Weed Science 21, 161-162.
- Wayland JR, Merkle MG, Davis FS, Menges RM, Robinson R. 1975. Control of weeds with UHF electromagnetic fields. Weed Research 15, 1-5.
- Wayland JR, Davis FS, Merkle MG. 1978. Vegetation control. U.S. Patent No. 4092800.
- Yıldız T, Tekgüler A, Özkaraman F, Kandemir D. 2013. Organik tarımda bazı termal yöntemlerle yabancı ot kontrolü. Türkiye V. Organik Tarım Sempozyumu Bildiri Kitabı, 252-261, 25-27 Eylül 2013, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.