

**ALEV UYGULAMASINDA GÖRÜNTÜ İŞLEMENİN DOMUZ
PİTRAĞINA (*XANTHIUM STRUMARIUM* L.) KONTROL
ORANLARININ BELİRLENMESİNDE KULLANILABİLİRLİĞİ**

Kadir Tayfun SEFİL



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ALEV UYGULAMASINDA GÖRÜNTÜ İŞLEMENİN DOMUZ PITRAĞINA
(*XANTHIUM STRUMARIUM* L.) KONTROL ORANLARININ
BELİRLENMESİNDE KULLANILABİLİRLİĞİ**

Kadir Tayfun SEFİL
0000-0002-3129-086X

Prof. Dr. Selçuk ARSLAN
0000-0003-4636-1234

(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2020

TEZ ONAYI

Kadir Tayfun SEFİL tarafından hazırlanan "ALEV UYGULAMASINDA GÖRÜNTÜ İŞLEMENİN DOMUZ PITRAĞINA (*XANTHUM STRUMARIUM* L.) KONTROL ORANLARININ BELİRLENMESİNDE KULLANILABİLİRLİĞİ" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Selçuk ARSLAN
0000-0003-4636-1234

Başkan : Prof. Dr. Selçuk ARSLAN
0000-0003-4636-1234
Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı



Üye : Doç. Dr. Ferhat KURTULMUŞ
0000-0002-7862-6906
Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı



Üye : Prof. Dr. Nihat TURSUN
0000-0002-8765-0326
Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat
Fakültesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı



Yukarıdaki sonucu onaylıyorum

Prof. Dr. Hüseyin Akşel EREN
Enstitü Müdürü

.....

B.U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 117 O 098 no.lu proje kapsamında desteklenmiştir.

.../.../2020

Kadir Tayfun SEFİL

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ALEV UYGULAMASINDA GÖRÜNTÜ İŞLEMENİN DOMUZ PITRAĞINA (*XANTHIUM STRUMARIUM* L.) KONTROL ORANLARININ BELİRLENMESİNDE KULLANILABİLİRLİĞİ

Kadir Tayfun SEFİL

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Selçuk ARSLAN

Bu araştırmanın amaçları, kontrollü ve tarla şartlarında domuz pıtrağına alev uygulamasının etkisinin belirlenmesi ve ayrıca biyolojik etkinliğinin belirlenmesinde görüntü işlemenin kullanılıp kullanılmayacağına ortaya konulmasıdır. Bunun için bir saksı ve bir tarla denemesi kurulmuştur. Domuz pıtrağının üç farklı büyüme döneminde beş farklı LPG dozu uygulanarak alev uygulaması yapılmış, uygulamadan sonraki 1, 7 ve 14. gündeki etkileri belirlenmiştir. Log-lojistik modeller kullanılarak doz-cevap eğrileri bulunmuştur. İkinci aşamada kontrollü ortamdaki domuz pıtraklarından alınan görüntüler işlenmiş ve alev uygulamaları sonucunda yabancı otların hangi düzeyde etkilendikleri belirlenmiştir. Analitik yöntemler ve görüntü işleme yöntemi karşılaştırılarak görüntü işlemenin yabancı ot kontrol oranını belirlemede doğru ve hızlı bir yöntem olup olamayacağı tartışılmıştır. Kontrollü ortamda 2-4, 6-8 ve 10-12 Y dönemlerinde %90 kontrol düzeyi için gerekli LPG dozları uygulamadan 14 gün sonrası için kuru maddeye göre 110, 121 ve 191 kg ha⁻¹ iken tarla şartlarında bu değerler 73, 86 ve 124 kg ha⁻¹ bulunmuştur. Görsel değerlendirmeler ise erken büyüme döneminde uygulanması gerekli bulunan gaz dozları çok daha düşük (30-40 kg ha⁻¹) bulunmuştur. Görüntü işleme analizinde alev uygulanan domuz pıtraklarının kontrol otlarına göre hangi oranda kontrol edilebildiği araştırılmış ve %90 kontrol oranı için 2-4, 6-8 ve 10-12 Y dönemlerinde sırasıyla 30, 90 ve 94 kg ha⁻¹ yeterli bulunmuştur. Görüntü işlemede yabancı ot gövdesinin etkisi yeterince hesaba katılmadığı için gerekli LPG dozları, kuru madde analizlerine göre çok daha düşük olmuştur. Ayrıca, görüntü işlemede yaprak örtüşmeleri ve kıvrımları nedeniyle yaprak alanı hesabında hata oranı yüksek çıkmıştır. Sonuç olarak, bu çalışmada kullanılan görüntü işleme yönteminin uygun olmadığı ve analitik yöntemler kadar doğru sonuç vermediği bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yabancı ot mücadelesi, domuz pıtrağı, alevleme, görüntü işleme.
2020, vii + 57 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

POTENTIAL OF IMAGE PROCESSING FOR DETERMINING THE CONTROL RATES OF COMMON COCKLEBUR (*XANTHIUM STRUMARIUM* L.) IN FLAMING APPLICATIONS

Kadir Tayfun SEFİL

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biosystems Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Selçuk ARSLAN

The objectives of this research are to compare flame applications to *Xanthium strumarium* L. under controlled and field conditions and to determine whether image processing can be used effectively to determine weed control rates. For this, pot and field trials were established. Flaming was performed at five different doses of LPG at the growth stages of the weeds. Visual control rates were determined at DAT1, 7, and 14, and dry matter and plant height measurements were made. Using log-logistic models, dose-response curves were found. Then, the images taken from the weeds in the pots were processed and to determine the control rates. The accuracy of analytical methods and image processing method were discussed. The LPG doses required for ED₉₀ control level in the controlled environment at 2-4, 6-8 and 10-12 Y were 110, 121 and 191 kg ha⁻¹ based on dry matter at DAT14, while these values were 73, 86 and 124 kg ha⁻¹ in field conditions. However, visual evaluations suggested much lower (30-40 kg ha⁻¹) gas doses to be applied at 2-4 Y. As a result of image processing, it was found that 30, 90 and 94 kg ha⁻¹ at the 2-4, 6-8 and 10-12 Y periods were sufficient for 90% control rate, respectively. Since the effect of weed trunk could not be taken into account sufficiently in image processing, the required LPG doses were much lower than those of dry matter analysis. In addition, due to leaf overlaps and curls, the rate of error in the leaf area calculation was high in image processing. It was concluded that image processing method used in this study was inappropriate and was not as accurate as analytical methods.

Keywords: weed control, *Xanthium strumarium* L., flaming, image processing.
2020, vii + 57 pages.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmalarımnda, lisans ve yüksek lisans hayatım boyunca bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösterici ve destek olan, düşüncelerime her zaman değer veren, tanımaktan ve birlikte çalışmaktan büyük onur duyduğum kıymetli danışman hocam Prof. Dr. Selçuk ARSLAN'a tüm içtenliğimle sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarımındaki analizler için yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Nihat TURSUN'a, Doç. Dr. Ferhat KURTULMUŞ'a ayrıca bütün eğitim öğretim hayatım boyunca her zaman yanımda olan maddi manevi desteklerini esirgemeyen ve her kararımnda yanımda olan sevgili anneme, babama ve kardeşlerime çok teşekkür ederim.

Kadir Tayfun SEFİL

.../.../2020

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ.....	1
1.1.Genel.....	1
1.2.Problem Tanımı.....	6
1.3.Amaçlar.....	6
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI	8
2.1. Alev Uygulaması.....	8
2.2.Görüntü İşleme.....	12
3. MATERYAL VE YÖNTEM	15
3.1. Materyal.....	15
3.2. Yöntem.....	16
3.2.1. Saksı denemesi.....	16
3.2.2. Tarla Denemesi	19
3.2.3. Görüntü İşleme.....	20
3.2.4. Veri Analizi	21
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	23
4.1 Saksı denemesi.....	23
4.2. Tarla Denemesi	31
4.3. Görüntü İşleme.....	38
5.SONUÇ.....	51
KAYNAKLAR	53
ÖZGEÇMİŞ	57

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simge/kısaltma	Açıklama
%	Yüzde
°	Derece
cm	Santimetre
kg	Kilogram
ha	Hektar
Y	Yaprak
m	Metre

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Domuz pıtrağı (<i>Xanthium strumarium</i> L.) yabancı otu	15
Şekil 3.2. Saksı denemesinde kullanılan yüzey alev makinesi	15
Şekil 3.3. Tarla denemelerinde kullanılan traktör ve 4 sıralı alev makinesi	16
Şekil 3.4. Saksı denemesi deneysel planı	17
Şekil 3.5. Tarla denemesi deneysel planı	19
Şekil 4.1. Domuz pıtrağının üç farklı büyüme evresinde LPG alevlemesine tepkileri	25
Şekil 4.2. Domuz pıtrağı bağıl bitki boyuna ait doz-cevap eğrileri	28
Şekil 4.3. Domuz pıtrağı bağıl kök uzunluklarına ait doz-cevap eğrileri	30
Şekil 4.4. Domuz pıtrağı bağıl kuru madde ağırlıklarına ait doz-cevap eğrileri	32
Şekil 4.5. Tarla denemesinde görsel değerlendirmeye göre doz-cevap eğrisi ...	33
Şekil 4.6. Tarla denemesinde LPG dozuna bağıl olarak bağıl bitki boyu değişimi	34
Şekil 4.7. Kuru maddeye göre farklı büyüme evreleri ve farklı dozlar için bağıl bitki ağırlıkları	36
Şekil 4.8. 2-4 Y döneminde domuz pıtrağının alevlemeden 7 gün sonraki görseli ve maskeleme ile elde edilen yaprak alanları	39
Şekil 4.9. 2-4 Y döneminde domuz pıtrağının alevlemeden 14 gün sonraki görseli ve maskeleme ile elde edilen yaprak alanları	40
Şekil 4.10. 6-8 Y döneminde domuz pıtrağının alevlemeden 1 gün sonraki görseli ve maskeleme ile elde edilen yaprak alanları	42
Şekil 4.11. 6-8 Y döneminde domuz pıtrağının alevlemeden 7 gün sonraki görseli ve maskeleme ile elde edilen yaprak alanları	43
Şekil 4.12. 6-8 Y döneminde domuz pıtrağının alevlemeden 14 gün sonraki görseli ve maskeleme ile elde edilen yaprak alanları	44
Şekil 4.13. 10-12 Y döneminde domuz pıtrağının alevlemeden 1 gün sonraki görseli ve maskeleme ile elde edilen yaprak alanları	46
Şekil 4.14. 10-12 Y döneminde domuz pıtrağının alevlemeden 7 gün sonraki görseli ve maskeleme ile elde edilen yaprak alanları	47
Şekil 4.15. 10-12 Y döneminde domuz pıtrağının alevlemeden 14 gün sonraki görseli ve maskeleme ile elde edilen yaprak alanları	48

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Yüzey alevleme makinesinin basınç, doz ve ilerleme hızı değerleri	18
Çizelge 3.2. 4 sıralı alevleme makinesinin basınç, doz ve ilerleme hızı değerleri	20
Çizelge 4.1. Saksı denemesinde görsel değerlendirmeye göre farklı düzeylerde kontrol için gerek duyulan LPG dozları (kg ha ⁻¹) ve regresyon parametre değerleri	23
Çizelge 4.2. Farklı kontrol oranlarını başarmak için uygulanacak LPG dozları arasındaki farklar	27
Çizelge 4.3. Domuz pıtrağı bitki boyunun farklı büyüme dönemleri ve kontrol oranları için uygulanması gereken gaz dozları ve regresyon parametre değerleri	27
Çizelge 4.4. Domuz pıtrağı kök uzunluklarına ait farklı büyüme dönemleri ve kontrol oranlarında uygulanması gereken gaz dozları ve regresyon parametre değerleri	29
Çizelge 4.5. Domuz pıtrağı kuru madde ağırlıklarına ait farklı büyüme dönemleri ve kontrol oranları için uygulanması gereken gaz dozları ve regresyon parametre değerleri	31
Çizelge 4.6. Tarla denemesinde görsel değerlendirmeye göre domuz pıtrağının kontrolü (ED ₅₀ , ED ₈₀ ve ED ₉₀) için ihtiyaç duyulan LPG dozları (kg ha ⁻¹) ve parametre değerleri	32
Çizelge 4.7. Alev uygulamalarının yabancı otların bitki boylarına (ED ₅₀ , ED ₈₀ ve ED ₉₀) olan etkileri ve parametre değerleri	34
Çizelge 4.8. Alev uygulamasından 14 gün sonra yabancı otların bitki kuru ağırlıklarına (ED ₅₀ , ED ₈₀ ve ED ₉₀) olan etkileri ve parametre değerleri	36
Çizelge 4.9. Görüntü işleme ile bulunan farklı LPG dozlarında ve büyüme evrelerindeki domuz pıtraklarının uygulamadan sonraki 1, 7, ve 14. günlerde kontrol oranları (%)	49

1. GİRİŞ

1.1. Genel

Tarımsal üretimde bitki hastalıkları, yabancı otlar ve zararlılar üreticilerin karşısına sürekli sorun olarak çıkmaktadır. Bitki koruma bilimi, konuyu agro-teknik olarak ele alıp farklı etkinlikte çeşitli mücadele yöntemleri geliştirmiştir. Dünyada en yaygın kullanılan mücadele yöntemleri; hastalıklar için ilaçlama, yabancı otlar için çapalama ve ilaçlama, zararlılar için de kimyasal ilaçlama şeklindedir. Bu yöntemlerin uygulanabilmesi için de çapalama ve ilaçlama (ve gübreleme) için gerekli makine teknolojisi yeterince gelişmiştir ve yaygın olarak kullanılmaktadır. Kimyasal ilaçlar bitki korumada çok yaygın kullanılmaktadır; çünkü kolay bulunmaktadır ve hızlı ve etkin bir şekilde uygulanabilmektedir (Çilingir ve Dursun, 2010).

Yabancı otların, hastalıkların ve zararlıların dünyada ortalama olarak %35 oranında verim düşüşüne neden olabileceği bilinmektedir. Bu oranın içinde zararlı, hastalık ve yabancı otların oranı yaklaşık olarak, sırasıyla %13.8, %11,6 ve %9.5'tir (Çilingir ve Dursun, 2010). Ancak, tarımsal üretimde verimlilik, bitki korumada ele alınan faktörlerin dışında birçok etkene bağlı olarak değişebilir. Bu etkenler arasında iklim, toprak özellikleri, toprak işleme ve ilaç girdileri dışındaki diğer girdilerin (tohum, gübre, su vb.) kullanımı sayılabilir (Cullu ve ark., 2019). Ancak, makineli tarımsal üretim sürecinde girdilerin ve özellikle agro-kimyasalların yanlış kullanımı sorunlara yol açmış ve yapılan uygulamaların gerek ekonomik açıdan gerekse toprak ve su kaynaklarının korunması ve geliştirilmesi açısından sürdürülebilir olmadığı görülmüştür. Günümüzde dünya' da pestisitlerin zehirlenme etkisi, kansere yol açma potansiyeli potansiyel agro-kimyasalların çevreyi kirletici etkileriyle ilgili farkındalık yaygınlaşmış düzeydedir (Singh ve Pandey, 2019). Bu çerçevede agro-kimyasal uygulamalarını tamamen ortadan kaldırmak veya azaltmak için alternatif yöntem arayışları uzun yıllardır sürdürülmektedir (Rimando ve Duke, 2006; Beck ve ark., 2013; Vurro ve ark. 2009). Sürdürülebilir tarımsal üretim kavramı; çevresel, agronomik, sosyal ve ekonomik boyutları dengelemeyi hedeflemektedir (Turhan, 2005).

Araştırmacılar; üretimi azaltmadan, aynı zamanda çevresel etkiyi en aza indirerek çeşitli uygulamalar ve yöntemler geliştirmek için geleneksel üretim yöntemlerine alternatif

olabilecek birçok metot üzerinde çalışmaktadır. Bu yöntemlerden bazıları toprak ve su kaynaklarını korumak için farklı toprak işleme ve sulama yöntemlerini içermektedir. Önemli araştırma alanlarından birisi de pestisit kullanımını azaltmaya yönelik çalışmalardır. Bunlar arasında fiziko-mekanik, biyolojik ve biyo-teknik yöntemleri içeren mücadele yöntemleri geliştirilmiştir (Çilingir ve Dursun, 2010). Entegre mücadele de bu yöntemlerden birden fazlasının aynı anda bitki koruma amaçlı kullanımını hedeflemektedir. Entegre mücadele ile insan sağlığı, çevre ve doğal arasındaki denge sürdürülebilir bir şekilde korunmaya çalışılmaktadır (Crucefix, 1998). Sürdürülebilirlik için ulusal ve uluslararası mevzuat kimyasal kullanımını sınırlayan veya bazı durumlarda yasaklayan düzenlemeler içermektedir. Örneğin, Avrupa Birliği (AB) mevzuatı gereğince tarımsal ürünlerin ve atıklarının en az düzeye indirilmesi gerekmektedir (Anonim, 2019). Bunun başarılabilmesi sürdürülebilir üretim tekniklerinin ele alınmasıyla mümkün olacaktır (Sonnemann, 2004).

Ülkemizde bitki koruma konuları içinde yabancı otlarla mücadele, başka ülkelerde olduğu gibi, sürekli yapılması gereken önemli bir kültürel işlem olmaya devam etmektedir. Ülkemizde de halen en yaygın kullanılan yabancı ot kontrol yöntemleri kimyasal ilaçlama ve mekanik yöntemlerdir. Çapalama sıra bitkilerinde, sıra aralarında yapılabilmektedir, ancak sıra üzeri çapalama makineleri henüz ya yeterince gelişmemiş veya erişilebilir durumda değildir. İlaçlama ise her bitkide hemen her büyüme evresinde etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Ancak, yabancı otların doğal dengeye zarar vermeden kontrol edilebilmesi için alternatif yöntemlerin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılmasının da bir zorunluluk olduğu görülmektedir. Ne var ki yabancı ot kontrolünde kimyasal ilaç kullanımını azaltan alternatif bir yöntem henüz uygulanmamaktadır. Ege bölgesinde organik bağcılıkta, sıra üzerindeki yabancı otların kurutulması için fiziko-mekanik bir yöntem olan alev uygulaması yapan üreticilerin bulunduğu bilinmektedir. Yabancı ot kontrolü için alev uygulaması dünyada 1800'lü yıllara kadar geri gitmektedir. Ancak, ağırlıklı olarak Almanya, İsveç, Danimarka, Hollanda ve ABD'de üretilmiştir (Ebell ve Cuthbert, 2006) ve yine sınırlı olarak uygulanmaktadır. Ülkemizde yapılan uygulamalarda şalamo (pürmüz) olarak bilinen gaz yakma aparatlarının kullanıldığı ancak uygun bir kalibrasyon yapılmadığı anlaşılmaktadır. Farklı yabancı ot türleri için

hangi gaz dozlarının uygulanması gerektiği ve makinenin kalibrasyonunun nasıl yapılacağı ile ilgili bilgi birikimi ve farkındalık henüz oluşmamıştır.

ABD’de 2000’li yılların başından itibaren tüketici taleplerinin artması nedeniyle organik üretimin artırılmasına çalışıldığı anlaşılmaktadır (Knezevic ve Ulloa, 2007). Organik üretimde yabancı otlarla mücadele ise bir numaralı sorun olarak tanımlanmıştır. Yabancı otların elle yolunması veya çapalaması işçilik giderleri nedeniyle, kültivatör ile tekrarlı mekanik mücadelesi ise diğer yabancı ot türlerinin çıkışını teşvik etmesi nedeniyle dezavantajlı olarak değerlendirilmiştir ((Wszelaki ve ark., 2007; Reimens ve ark, 2007). Ancak, propan uygulaması kimyasal olmayan yabancı ot kontrolünde tek başına yeterli olmayabilir (Johnson, 2004). Bunun için, vejetasyon süresince tekrarlı alev uygulaması yapılabileceği gibi diğer kimyasal olmayan yabancı ot yönetim stratejileriyle entegre edilmesi önerilmektedir (Knezevic ve Ulloa, 2007).

Avrupa Birliği (AB)’nde de organik tarımın özendirildiği ve organik tarım araştırmalarının farklı fonlarla desteklendiği görülmektedir (European Commission, 2020). AB, organik tarım üreticisi olmak, organik üretim yapmak ve organik tarımı desteklemek için mevzuatı sürekli olarak güncellemektedir ve 2021 yılı itibariyle uygulanacak mevzuatı da açıklamış durumdadır. AB ülkelerinde organik tarım yapılan alan ortalaması %7.5’tur. Bu oran, İsveç, Estonya ve Avusturya’da %20’nin üzerinde iken İspanya, Yunanistan ve Danimarka’da %10’a yakındır (Eurostat, 2020). Türkiye’de ise bu oran %2’nin biraz üzerinde seyretmektedir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2018). Ülkemizde organik tarım alanlarının artırılması, sadece uygulanan tarım politikalarına değil, karşılaşılan önemli kültürel sorunların giderilmesine de bağlı olacaktır. Organik tarımda başarı, en önemli sorunlardan birisi olan yabancı ot yönetimi için geliştirilecek stratejilere de bağlı olacaktır.

Yabancı ot kontrolü için kullanılan ısı teknikleri içinde alev, buhar, infrared veya lazer uygulamaları yer almaktadır. Yabancı ot kısa sürede ısınmakta ve yapraklardaki bitki özsuyu ısınıp genişmekte, sonuç olarak hücre zarı parçalandığı için bitki beslenememekte ve zamanla kurumaktadır. Bu uygulama çok kısa süreli yüksek sıcaklıkta ısı uygulaması olduğundan yabancı ot ısı stresi ile öldürülmüş olmaktadır.

Ayrıca, uygulama süresinin kısa olması nedeniyle bu uygulama yabancı otu yakma uygulaması değil, yabancı otu tolere edemeyeceği ısı stresine sokma işlemidir. Isıl yabancı ot kontrol yöntemleri fazla yaygınlaşmamıştır. Bunun nedenleri arasında infrared ve lazer tekniklerinin ticari boyuta başarılı bir şekilde taşınmamış olması ve buhar makinelerinin çok pahalı olması sayılabilir. Alev makineleri ise yapısal basitliği yanında çok pahalı olmaması nedeniyle daha kolay kullanılabilir makineler olarak değerlendirilmiştir. Ancak, alev makineleri de sonuç olarak gaz yakmak üzere basınçlı bir LPG/propan tankı barındırmaktadır ve kimi uygulayıcılar için caydırıcı olabilir. Ayrıca, bu makinelerin ilerleme hızı ve iş genişliği, ilaçlama makinelerine göre daha düşüktür. Ancak, kimyasal ilaç uygulamasının yasak olduğu veya sınırlandırıldığı durumlarda ilaçlamaya alternatif olabilecek, uygulanabilir başka yöntemler de bulunmamaktadır. Bu nedenle, farklı ülkelerde bazı üreticilerin, özellikle organik üreticilerin, alev makineleri kullanmaları gerekli olmaktadır. Ülkemizde yapılan bir araştırmaya göre, alev makineleri ilaçlama makinelerine alternatif olarak kullanılabilmesi, özellikle 2-4 ve 6-8 yaprak dönemindeki geniş yapraklı otların alevleme ile ekonomik olarak kontrol altına alınabileceği bulunmuştur (Tursun ve ark., 2016).

Araştırmacılar, uzun süredir yabancı otların görüntü işleme ile algılanması konusuna ağırlık vermektedir. Yabancı ot yoğunluğuna bağlı olarak ilaç normunun değiştirilmesi, kültür bitkisinin tanımlanarak diğer alanların ilaçlanması, sıra arasında ve sıra üzerinde görüntü işlemeye dayalı çapalama işlemlerinin yapılması gibi uygulamalar bunlara örnek olarak verilebilir (Karadöl ve ark., 2016; Burgos-Artizzu ve ark., 2010; Siddiqui ve ark., 2011; Hlaing ve Khaing, 2014; Guyer ve ark., 1986). Görüntü işleme, sadece ana bitkinin ve yabancı otların algılanması için değil, uygulama makinesinin sırayı doğru takip etmesi için de kullanılabilir. Bu çerçevede görüntü işleme, gerek traktörün yönlendirilmesi için gerekse oransal uygulamalar için gerekli olmaktadır ve giderek daha fazla uygulama alanı bulmaktadır.

Görüntü işleme alanında sayısal görüntüler iki boyutlu sayısal bir fonksiyon olarak ifade edilmektedir. Sayısal görüntünün ilgili koordinatındaki şiddeti, o noktadaki yoğunluğu (intensity) ya da gri seviyesi (gray level) olarak adlandırılmaktadır. Bu şekildeki görüntü modeli birçok görüntü işleme yönteminde iki boyutlu bir vektör dizisi olan matris olarak

ele alınmaktadır. Bu sonlu sayıda elementten oluşan sayısal görüntünün en küçük yapı taşı piksellerdir (Walt ve ark., 2014).

Birçok araştırma ve uygulamada kızılötesi görüntüleme teknikleri yeşil bitkilerin algılanmasında kullanılmaktadır (Borregaard ve ark., 2000; Piron ve ark., 2008; Rumpf ve ark., 2012). Bu yöntemde temel ilke yeşil bitkilerin fotosentez nedeniyle kırmızı ışığın bitkiler tarafından büyük ölçüde absorbe edilmesi ve kızıl ötesi ışığın yansıtılmasıdır. Kızılötesi görüntüler de renkli ve monokrom görüntülere benzer şekilde matrisler ile modellenmektedir.

Bitkilerin doğal ortamında algılanmasında karşılaşılan en önemli sorunlardan birisi dış ortamın değişken aydınlanma koşullarıdır. Doğal aydınlatmada değişkenliklerin etkisini azaltmak için yapay aydınlatma odaları kullanılmaktadır (Linker ve Kelman, 2015; Font ve ark., 2015).

Özellikle toprak ve yeşil bitkiler arasındaki yansıma farklılıkları kullanılarak yabancı ot bölgelerinin ikilileştirilmesi mümkün olmaktadır. İkili görüntüler (binary image) sadece mantıksal 1 ve 0 ile ifade edilen görüntü türleridir. İkili görüntüler üzerinde çeşitli analizler yapılarak nesnelere şekilsel ve alan gibi morfolojik özellikleriyle ilgili çıkarımlar yapılabilmektedir. Görüntü ikilileştirmesi açısından yabancı ot ve toprak gibi görüntü unsurlarının histogramları incelenecek önemli göstergelerdir.

Görüntü ikilileştirmesi sonrası elde edilen ikili görüntüler üzerinde olası gürültülerin azaltılması amacıyla alan eşikleme ve medyan filtreleme gibi yardımcı morfolojik işlemler uygulanmaktadır. Bu tür işlemlerle olabilecek en düzgün ikili görüntüler elde edilip yabancı otun karakteristiğini temsil edebilecek alan ve kenar gibi öznitelikler araştırılmaktadır.

Görüntü işlemede yazılım geliştirme ve programlama dili olarak açık kaynak kodlu Python programlama dili ve OpenCV, Scikit-image ve Numpy gibi görüntü işleme ve makine görmesi modülleri sıkça kullanılmaktadır (Oliphant, 2007; OpenCV, 2014).

1.2. Problem tanımı

Yabancı otların alevleme tekniği ile kontrol edilmesinde kontrol oranları görsel olarak ve/veya kuru maddeye bağlı olarak belirlenmektedir. Alevleme uygulamasında ise LPG/propan kullanılmaktadır. Bu uygulamalarda yabancı otların farklı gaz dozlarına verdiği tepki, farklı istatistik modeller ve doz-cevap eğrileri kullanılarak belirlenmektedir. Bilinen yöntemlerde doğru doz-cevap ilişkisi belirlemek için alev uygulaması yapıldıktan 14 gün sonra yabancı otların kuru maddelerinin laboratuvarda belirlenmesi ve kontrol yabancı otlarıyla karşılaştırılması gerekmektedir. Bir yabancı otun gaz yakma uygulamasına verdiği cevabı belirlemek için alternatif başka bir yöntemin kullanılmadığı, literatür incelendiğinde, görülmüştür. Görüntü işleminin yabancı otların kontrol oranlarının belirlenmesinde yüksek bir doğrulukla kullanılıp kullanılmayacağına ilişkin bir çalışmaya da rastlanılmamıştır. Görüntü işleme ile alev uygulamasının yabancı otlar üzerindeki etkisinin belirlenmesi mümkün olabilir. Öyleyse görüntü işleme yöntemlerinin bu amaçla hızlı ve doğru kullanılıp kullanılmayacağına araştırılmasının gerekli olduğu sonucuna varılmıştır.

Literatür araştırması yabancı otlara alev uygulaması ile ilgili çalışmaların tümünün tarla koşullarında yapıldığını göstermektedir. Kontrollü ortamda yabancı otların tepkisinin nasıl değiştiği araştırılmış değildir. Kontrollü ortamlarda yapılan araştırmalar sonucunda bilimsel olarak önemli veriler elde edilebilmektedir.

1.3. Amaçlar

Bu araştırmanın genel amacı, kontrollü ortamda yapılan alevleme tekniği ile elde edilecek yabancı ot kontrol düzeyini tarla koşulları ile karşılaştırmak ve görüntü işleme ile yabancı ot kontrol düzeyinin yüksek doğrulukla belirlenip belirlenemeyeceğini araştırmaktır.

Araştırmanın spesifik amaçları şunlardır:

1. Seçilmiş bir yabancı ot (domuz pıtrağı, *Xanthium strumarium L.*) için saksı denemesi kurmak.
2. Farklı büyüme evrelerinde farklı LPG dozları uygulayarak yabancı otun alevlemeye cevabını belirlemek.

3. Tarla denemesi yaparak yabancı otun alevlemeye cevabını tarla koşullarında belirlemek.
4. Kontrollü ortamda ve tarla koşullarında yapılan denemelerin sonuçlarını karşılaştırmak.
5. Kontrollü şartlarda yapılan alevleme denemesinde yabancı otların kontrol oranlarını görüntü işleme ile belirlemek.
6. Kontrollü şartlardaki yabancı ot kontrol yüzdeleri ile görüntü işleme sonuçlarını karşılaştırarak görüntü işlemenin analitik yöntemlere alternatif olup olmayacağını belirlemek.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Alev uygulaması

Arslan ve ark. (2016), geliştirdikleri bir yüzey alev makinesinin en uygun kalibrasyonu için gerekli gaz basıncın, alev başlığı yüksekliğinin ve alev uygulaması açısının ne olması gerektiğini açıklamıştır. Buna göre, makine 0.2 MPa (2 bar) uygulama basıncında, hedeften 20 cm yüksekte ve düşey düzleme göre 30° açıyla uygulanması gerekmektedir. Araştırmacılar, araştırma amaçlı geliştirilen bu makinenin 15-90 kg ha⁻¹ LPG dozlarında kullanılması için gerekli traktör ilerleme hızlarını da bildirmiştir. Bu dozların elde edilebilmesi için makine ilerleme hızının yaklaşık 1.8 ile 7.2 km/h arasında değiştirilmesi gerekmiştir.

Asan (2019), sıra bitkilerinde sıra arası alevleme için 4 sıralı bir alev makinesi geliştirmiştir. Bu makine, 0.15-0.25 MPa basınç aralığında uygun ilerleme hızlarıyla 35-90 kg ha⁻¹ LPG dozları uygulayabilmektedir. Her bir başlığın iş genişliği 25 cm, uygulama yüksekliği 20 cm ve alev uygulama açısı 30° olup uygulama açısı ve yüksekliği ayarlanabilir olmaktadır.

Ascard (2008), alev makinesinde alev başlığı açısının etkisini ve sıcaklık dağılımını 10 cm yükseklikten alevleme koşulu için incelemiştir. Öne ve arkaya 45, 67 ve 90° açılarla yapılan denemelerde yabancı ot miktarında en büyük azalma geriye doğru 67° alev püskürtme açısında bulunmuş, ancak alev açıları arasındaki farkların önemli olmadığı da ifade edilmiştir. Alevleme sırasında, bulunduğu konum nedeniyle alev ısısından korunan yabancı ot türleri ısı toleransı gösterebilmiş, doğrudan ısıya maruz kalan veya hassas büyüme organları açıkta olan yabancı otların ısı toleransının ise daha az olduğu görülmüştür.

Çilingir ve Dursun (2010), bitki koruma makinelerini ve makineli tarımsal mücadele tekniklerini ayrıntılı şekilde el almıştır. Buna göre, alev uygulamasını da içine alan fiziksel yöntemler arasında gürültü çıkarma, suyla boğma, elektriksel ışık kullanma, yüksek frekanslı ses dalgaları kullanma, radyasyon uygulama gibi uygulamalar yer

almaktadır. Bu yöntemlerin başarılı olabilmesi için zararlıların ve yabancı otların biyolojisi, sıcaklık, nem ve sese karşı fiziksel dayanma eşiklerinin bilinmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Kang (2001), bir alevleyici geliştirmiş ve yabancı ot kontrolüne etkisini belirlemiştir. Gaz basıncı ve ilerleme hızı ve buna bağlı olarak uygulama dozu (kg ha^{-1}) değişken olarak kullanılmış ve makinenin etkinliği belirlenmiştir. 40 kg ha^{-1} ve daha büyük LPG dozu yabancı otları %80 oranında kontrol ederken 60 kg ha^{-1} ise %90 oranında kontrol etmiştir. Makinenin alan kapasitesinin %60'tan daha fazla yabancı ot kontrolünün sağlanması için 0.14 ha h^{-1} olması gerektiğini bulmuştur. İkinci yıl yapılan denemelerde yalnız bir doz oranı (57.4 kg ha^{-1}) uygulanmış ve tekrarlı uygulamalarda 1 km h^{-1} traktör ilerleme hızında %99 oranında yabancı ot kontrolü sağlanmıştır. Bu araştırmada kullanılan ilerleme hızının oldukça düşük olduğu ve çalışmanın araştırma amaçlı yapıldığı anlaşılmaktadır. Başka araştırmacılar 4-6 km/h ilerleme hızlarında çalışacak makineler geliştirmiştir.

Knezevic ve Ulloa (2007), organik yetiştirilen ürünlerde yabancı ot kontrolü için yaptıkları çalışmada aynı yabancı otun aynı büyüme evresi için, %80 ve %90 kontrol hedeflendiğinde gerekli gaz dozları arasında çok büyük farklar (%10-80) olduğunu bulmuştur. Bu yüzden %90 kontrol için gerekli uygulama maliyeti de %80'e göre oldukça yüksek olabilecektir. Sonuç olarak, araştırmacılar üreticilerin yalnızca kontrol oranını değil uygulamanın maliyetini de dikkatle ele alması gerektiğini ifade etmiştir.

Laguë ve ark. (2001), bitki korumada ısıl yöntemlerin durumunu açıklamış, bu teknolojilerin gelişiminde önemli kilometre taşlarına değinmiştir. Ayrıca, ısıl yöntemlerin pestisitlere göre çevresel etkilerini tartışmıştır.

Mengüç (2018)'e göre, herbisit uygulamasında öncelikle, kültür bitkisi içindeki yabancı otların teşhisi doğru yapılmalıdır. Teşhisi yapılan yabancı otlar üzerinde doğru uygulama yapabilmek için uygun zaman, herbisit, doz ve ekipman seçimi yapılmalıdır. Kimyasal ilaçla yapılacak mücadele için yabancı otların erken büyüme dönemlerinde uygulanması gerekmektedir. Bu yapılamazsa, yabancı otlar hızlı bir şekilde büyümekte, mücadele

etmek için yüksek dozda herbisit kullanmak gerekmekte, bu ise kültür bitkisi üzerinde zehirlenmeye neden olabilmektedir. Aynı şekilde, alev uygulaması yapılacağı zaman da yabancı otların doğru teşhis edilmesi, erken dönemde doğru doz uygulanması gerekeceği sonucuna varmak yanlış olmayacaktır. Bunun yabancı otların doz-cevap eğrilerinin çıkarılması gereklidir.

Nemming (1994), soğan ve şeker pancarının organik üretiminde alevleme maliyeti ve alev uygulanan alan arasında ilişkiye bağlı olarak bir ekonomik model bulmuştur. Tarla denemelerini ve modeli iki farklı alevleyicinin ekonomikliğini belirlemede temel parametreler olarak kullanmıştır. Elle yapılan çapalamaya göre, alevlemenin 1-5 ha büyüklüğündeki alanlarda ekonomik olabileceğini belirlemiş, maliyetin hektar başına 1000 Danimarka Kronu'nun (1\$=6.53 dkr) altına düşürebilmek için ise 6-20 ha alanın yeterli olduğunu hesaplamıştır.

Rıfai (1996), organik soğan ve havuç üretiminde alev uygulaması ile elle yapılan çapalama işlemini yabancı ot kontrolünde etkinlik, iş gücü kazancı ve verim açısından değerlendirmiştir. Rıfai'ye göre, rekabet döneminden kaçınmak için yabancı otlarla erken dönemde mücadele edilmesi gerekmektedir. Alev uygulaması, bitki çıkışı öncesinde yapıldığında yabancı ot sayısını %64-92 oranında azaltmıştır. Havuç üretiminde yalnız elle ot mücadelesi yapıldığında, bir kez çıkış öncesi alevleme ve iki kez elle mekanik çapalamaya göre iş gücü gereksinimi iki kat fazla olmuştur. Sebze üretiminde çıkış öncesi alev uygulamasının daha sonra yapılacak yabancı ot kontrolü işlemlerini ve toplam maliyeti önemli ölçüde etkilediği sonucuna varılabilir. Ayrıca, uygulama zamanının kritik olduğu ve bir kez yapılan ve erken dönemde uygulanan alevleme işleminin verimi çok az da olsa düşürdüğü bildirilmiştir.

Sivesind ve ark. (2010), bahçe bitkilerinde çıkan yabancı otların doz-cevap eğrilerini oluşturmuş ve alevleme uygulamasının etkinliğinin geniş yapraklı otlarının kontrolünde daha yüksek olduğunu bulmuştur. Bu çalışmada, propan dozu ne olursa olsun dar yapraklı yabancı otların en az %50'si kontrol edilememiştir. Kızıl köklü domuzotu 4 yapraklı olana kadar, adi kuzukulağı ise 6 yapraklı olana kadar %95 oranında kontrol edilmiştir. Soğan ve brokolinin tek alev uygulamasını tolere edebildiği, ancak dikim işleminden 20

gün sonrasına kadar yapılan alevleme işleminde verim kayıplarının görülmeye başladığı belirtilmiştir. Ispanakta ve yumrulu bitkilerde 4-6 yapraklı dönemde yapılan alev uygulamasında verim kayıpları görülmüştür, ancak kültür bitkilerinin çıkışı öncesi yapılan alev uygulamasında verim kayıpları görülmemiştir. Selektif alev uygulamasının özellikle işçiliğin pahalı olduğu yabancı ot mücadelesine alternatif olabileceği bulunmuştur. Buna göre alev uygulamasının yabancı otların erken büyüme dönemlerinde yapılması gerektiği anlaşılmaktadır. Çıkış öncesi herbisit uygulamasında olduğu gibi alev uygulaması da çıkış öncesi yapıldığında daha etkin olmakta, verim kaybına neden olmamaktadır.

Ulloa ve ark. (2010), farklı büyüme dönemlerindeki altı farklı yıllık yabancı ot türünün alevlemeye verdiği cevabı araştırmıştır. Bunun için 0, 12, 31, 50, 68 ve 87 kg ha⁻¹ propan dozu uygulamış, 6.4 km h⁻¹ sabit ilerleme hızında çalışmışlardır. Alevin yabancı otlara etkisi gerek görsel olarak gerekse kuru maddeye bağlı olarak log-lojistik modellerle bulunmuştur. Geniş yapraklı yabancı otların dar yapraklılara göre alev uygulamasına karşı daha hassas olduğu bulunmuştur. Ayrıca, yabancı otlar büyüdükçe yüzey alevlemesine karşı gösterdikleri tolerans da artmıştır, bu nedenle uygulanması gereken gaz dozları da yükselmiştir. Örneğin, %90 kuru madde kontrol oranı için dar yapraklı yabancı otlarda 7 Y (yapraklı) döneminde 76 kg ha propan dozu gerekirken bu oran geniş yapraklı yabancı otlarda 5 Y (yapraklı) ve 10 Y (yapraklı) aralığında 40-56 kg ha⁻¹ bulunmuştur. Araştırmada yüzey alevlemesinin organik tarımda yabancı ot kontrolü veya baskılaması için kullanılma potansiyelinin bulunduğu sonucuna varılmıştır.

Ulloa ve ark. (2011), mısır bitkisinin alev uygulamasına verdiği tepkiyi 2, 5 7 Y (yapraklı) döneminde incelemiş, bunun için 0, 13, 24, 44 ve 85 kg ha⁻¹ propan dozları uygulamıştır. Uygulamalar 6.4 km h⁻¹ ilerleme hızlarında yapılmıştır. 2 Y (yapraklı) dönemi, görsel olarak en yüksek bitki hasarının, kuru madde azalma oranını ve en yüksek verim kaybının olduğu bitki büyüme dönemi olmuştur. Araştırmacıların bu bulgusuna göre, yabancı otlarda olduğu gibi, kültür bitkisi erken büyüme evresinde ısı stresinden daha fazla etkilenmektedir.

Yıldız ve ark. (2005), bitki koruma işlemlerinde kimyasal kullanılması durumunda pestisitlerin bazı uygulamalarda çok büyük bir bölümünün (%94-99.9) hedefe ulaşmadığını, bu yüzden ekosistemde hedef olmayan organizmalara ulaştığını ifade etmiştir. Sonuç olarak pestisitlerin toprağa ve su kaynaklarına ulaştığını, toprak ve su kaynaklarının kirlendiğini açıklamıştır.

2.2. Görüntü işleme

Borregaard ve ark. (2000), bitki-yabancı ot ayrımı yapmak için görünür ve yakın kızılötesi hat görüntüleme spektroskopisini havadan ve yakından alınan tek bitki ve bitki parçalarının görüntülerini kullanarak geliştirmiştir. Görüntüler, 1.5x6 mm boyutlarındaki küçük alanlardan 660-1060 nm dalga boylarında alınmıştır. Bir bitki ve üç yabancı otu içeren dört tür üzerinde alınan görüntülerden elde edilen en yüksek sınıflama performansı %70-80 bulunmuştur. Bitkiler ve yabancı otlar iki ayrı hedef grup olarak ayrıldığında ise sınıflama performansı %90 olmuştur.

Burgos-Artizzu ve ark. (2010), mısır bitkisi sıraları arasındaki yabancı ot kümelerini gerçek zamanlı olarak ayırt etmek için bir algoritma geliştirmiştir. Bu algoritma birbirinden bağımsız iki alt-sistemden oluşmaktadır. Buna göre hızlı görüntü işleme sistemi ile gerçek zamanlı görüntü alınmış, sonra daha yavaş ancak doğruluk düzeyi yüksek bir bitki sırası belirleme yöntemi ile bitki sıraları tanımlanmıştır. Farklı tarlalarda, farklı yıllarda, farklı aydınlatma-toprak-nem-bitki büyüme koşulları altında alınan birçok görüntü işlenmiştir. Araştırmacılar, bitkilerin %80, yabancı otların %95 oranında doğru saptanabildiğini bildirmişlerdir. Ayrıca, bu sistem ile büyük ekim hatalarında ve beklenmeyen kamera hareketlerinde bile kabul edilebilir sonuçlar elde edilebildiği ifade edilmiştir.

Hlaing ve Khaing (2014), yabancı otları ve kültür bitkilerinin tanımlanmasının ve sınıflanmasının teknik ve ekonomik açıdan önemli olduğu ifade etmektedir. Bu amaçla, iki farklı sınıflama algoritmasına odaklanmışlardır. Çalışılan sistem; bölütleme, sınıflama ve hata hesaplama olmak üzere üç ana bölümden oluşmaktadır. Alan eşikleme yöntemine bağlı olarak geliştirilen algoritma, farklı görüntülerde denenmiş, yabancı ot kaplama oranı

gösterilmiş ve hatalı sınıflama oranı da hesaplanmıştır. MATLAB kullanılarak geliştirilen algoritma, bölütleme ve sınıflama işlemlerini otomatik olarak yapmaktadır. Görüntü işleme prosesi; görüntüyü gri skalaya dönüştürme, ikilileştirme, etiketleme, filtreleme, alan eşikleme ve sonuçta görüntünün elde edilmesi aşamalarından oluşmuştur. Yabancı otlarla bitki yaprakları örtüştüğünde sistemin yabancı otları sınıflayamadığı görülmüştür. Bu nedenle, kırk bir örnek görüntü içinde yedisinin yanlış sınıflandığı açıklanmıştır. Bu araştırmanın ve Borregaard ve ark. (2000)'nin bulgularına göre, yabancı otlarla kültür bitkileri aynı anda görüntülendiğinde ve özellikle bitki-yabancı ot örtüşmeleri bulunduğu sınıflama performansı düşmektedir. Yalnız bitkiler veya yabancı otların görüntü işleme doğruluğunun daha yüksek olduğu sonucuna varılabilir.

Karadöl ve ark. (2016), mısır tarlasından elde edilen görüntüleri kullanarak yabancı otların belirlenmesi için bir çalışma yapmıştır. Görüntüler R,G,B kanallarına ayrılmış, eşikleme yöntemi ile ikili dönüştürme işlemleri yapılmıştır. Daha sonra şekil aşındırma ve watershed dönüşümleri kullanılmış ve bitkilerin sınıflandırılması yapılmıştır. Bu yöntemlerin tarladaki yabancı otların saptanmasında kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Piron ve ark. (2008), steryoskopik görüntüler elde ederek yabancı otlarla kültür bitkisinin (havuç) sınıflandırılması üzerine çalışmıştır. Tarla koşullarında ekimden bir hafta sonra 19 gün boyunca alınan görüntüler incelenmiştir. Araştırmada yedi farklı yabancı ot türü incelenmiş ve verime en etkili parametrenin de yabancı otlar olduğu rapor edilmiştir. Gerçek bitki piksel yüksekliğini belirleyen, zemindeki yüzey bozukluklarını ve kameraların konumlarında ortaya çıkan değişkenlikleri hesaba katan bir yöntem geliştirilmiştir. Buna göre, kameradan elde edilen düzeltilmemiş mesafe yöntemine göre, geliştirilen yöntemin sınıflama doğruluğunu büyük oranda (%66-83) arttırdığı bulunmuştur.

Rumph ve ark. (2012), farklı büyüme evrelerindeki bitkilerden elde edilen görüntüleri üç farklı destek vektör makinesi (support vector machine - SVM) modeli kullanarak analiz etmiştir. İlk aşamada, benzer bitki grupları (monokot, dikot ve yulaf) başarılı bir şekilde sınıflandırılmıştır. Dikotların kendi içinde tanımlanmasının ise özellikle zor olduğu

bulunmuştur. Bu nedenle bu gruptaki türlerin ikinci ve üçüncü sınıflama aşamalarına tabi tutulması gerekmiştir. Araştırmacılar, ardışık olmayan sınıflamaya göre daha uygun doğruluk elde etmek istemişler ve böylece en zararlı ot türlerinin tanımlanmasına çalışmışlardır. İlk adımda %97.7 doğruluk oranı elde edilmiştir. Takip eden ikinci ve üçüncü aşamalarda ise %80 doğruluk oranı elde edilmiştir.

Siddiqu ve ark. (2011), etkin bir gerçek zamanlı yabancı ot sınıflama sistemi üzerinde çalışmıştır. Araştırmacılar böyle bir sistem için geliştirilmiş birçok metot bulunduğunu, ancak bu yöntemlerin doğruluk ve etkinliklerinin düşük olduğunu ifade etmiştir. Araştırmada, iki gerçek zamanlı sınıflama sistemi (kenar belirleme yöntemi - edge link detection, sınır bölütleme - watershed segmentation), yabancı ot yapraklarını sınıflaması için kullanılmıştır. Birinci yöntemde %93, aşındırma işleminden sonra uygulanan sınır bölütlemeye tekniğinde ise %92.5 doğruluk oranı elde edilebilmiştir. Ancak, birinci yöntemde görüntü işleme süresi 321,7 ms iken ikinci yöntemde 102,3 ms olmuştur. Sonuç olarak görüntüler bir CCD kamera ile elde edildiğinde sınır bölütlemeyi uygulanan aşındırma işleminin, yaprak sınıflamada daha etkin bir yöntem olduğu bulunmuştur.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Saksı ve tarla denemelerinde domuz pıtrağı (*Xanthium strumarium* L.) yabancı otu kullanılmıştır (Şekil 3.1). Saksı denemesinde alevleme uygulamaları için daha önceki bir çalışmada geliştirilmiş olan prototip alev makinesi (Şekli 3.2) kullanılmıştır (Tursun ve ark., 2016). Tarla denemesi için de başka bir çalışmada geliştirilen ve Şekil 3.3'te görülen 4-sıralı alev makinesi kullanılmıştır (Asan, 2019). Denemelerde New-Holland L65 model traktör kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Domuz pıtrağı (*Xanthium strumarium* L.) yabancı otu



Şekil 3.2. Saksı denemesinde kullanılan yüzey alev makinesi (Arslan ve ark., 2016)



Şekil 3.3. Tarla denemelerinde kullanılan traktör ve 4 sıralı alev makinesi (Asan, 2019)

Saksı denemesinde görüntü işleme için 16MP çözünürlükte fotoğraf çeken bir makine kullanılmıştır. Görüntü işleme için ImageJ yazılımı kullanılmıştır.

Tarla denemesinde yabancı ot çıkışını teşvik etmek için yağmurlama sulama sistemi kurularak sulama işlemi yapılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Saksı denemesi

Saksı denemesi yapılmadan önce bir iki saksıda pıtrak tohumları elle ekilmiş ve gelişme süreci izlenmiştir. Böylece kaç gün içinde 2-4, 6-8 ve 10-12 Y dönemine ulaşabileceği yaklaşık olarak anlaşılmaya çalışılmıştır. Tüm tohumların çıkmayabileceği, ayrıca, çıkan bitkilerin aynı hızda gelişmeyeceği ve verili bir zamanda aynı büyüme evresinde olmayabileceği gözlenmiştir. Bu gözlemlere göre saksı denemesinde gerekli olan bitki sayısından fazlasının ekilmesine karar verilmiş ve 72x25 cm ölçüsündeki uzun saksılara 25 cm aralıklarla 3 tohum ekilmesi uygun bulunmuştur.

Saksı denemesinde 5 farklı LPG dozu, 3 farklı büyüme evresi, 4 tekrarlı ölçümler ve kontrol yabancı otları için toplam 36 adet saksıda 25 cm aralıklarla 3 domuz pıtrağı tohumu elle ekilmiştir. Ekim derinliği 2.5-3 cm seçilmiştir. Pıtrakların çimlenmesi için ekimden hemen sonra sulama işlemi yapılmıştır. Yabancı otların büyüme döneminde saksı içinde çıkan diğer yabancı otlar elle temizlenmiştir. Pıtrakların saksı içinde su stresine girdiği görüldüğünden gerektiğinde sulama işlemi yapılmıştır. Bunun nedeni, alev uygulamasından sonra oluşan sararma ve kurumunun, su stresinden değil alev uygulamasının kendisinden kaynaklanması gerektiğidir. Saksılarda başka bir kültürel işlem yapılmamıştır.

Saksı denemesine ait deneme deseni ve kodlamalar Şekil 3.4'te gösterilmiştir. Bu şekilde bir saksı içinde 1, 2 veya 3 pıtrak çıkmış olabilir. Alev uygulamaları toplamda 4 tekrar olacak şekilde yapılmıştır. Bunun için her doz uygulaması için 2 saksı yeterli olmuştur.

LPG dozları (kg ha⁻¹)					
30	45	60	75	90	KONTROL
2-4 Y*	2-4 Y	2-4 Y	2-4 Y	2-4 Y	2-4 Y
Saksı 1-2	Saksı 1-2	Saksı 1-2	Saksı 1-2	Saksı 1-2	Saksı 1-2
6-8 Y	6-8 Y	6-8 Y	6-8 Y	6-8 Y	6-8 Y
Saksı 1-2	Saksı 1-2	Saksı 1-2	Saksı 1-2	Saksı 1-2	Saksı 1-2
10-12 Y	10-12 Y	10-12 Y	10-12 Y	10-12 Y	10-12 Y
Saksı 1-2	Saksı 1-2	Saksı 1-2	Saksı 1-2	Saksı 1-2	Saksı 1-2

* Y: Yaprak sayısı

Şekil 3.4. Saksı denemesi deneysel planı

Alev uygulaması yapılmadan önce alev makinesinin farklı LPG dozlarında doğru uygulama yapabilmesi için kalibrasyonu yapılmıştır. Bu makinenin 30, 45, 60, 75, 90 kg ha⁻¹ dozlarında uygulama yapabilmesi için gerekli gaz basıncı ve ilerleme hızı Çizelge 3.1'de verilmiştir. Bunun için traktör, üzerinde makine bağlı durumdayken, düz bir zemin

üzerinde 40 m'lik bir mesafede çalıştırılmış ve istenen ilerleme hızlarını sağlaması için gerekli vites kademesi ve motor devri bulunmuştur.

Çizelge 3.1. Yüzey alevleme makinesinin basınç, doz ve ilerleme hızı değerleri (Güleç ve ark, 2015)

LPG dozu (kg ha⁻¹)	Hız (km h⁻¹)	Gaz basıncı (MPa)
30	4,1	0,2
45	2,7	0,2
60	2,1	0,2
75	1,6	0,2
90	1,35	0,2

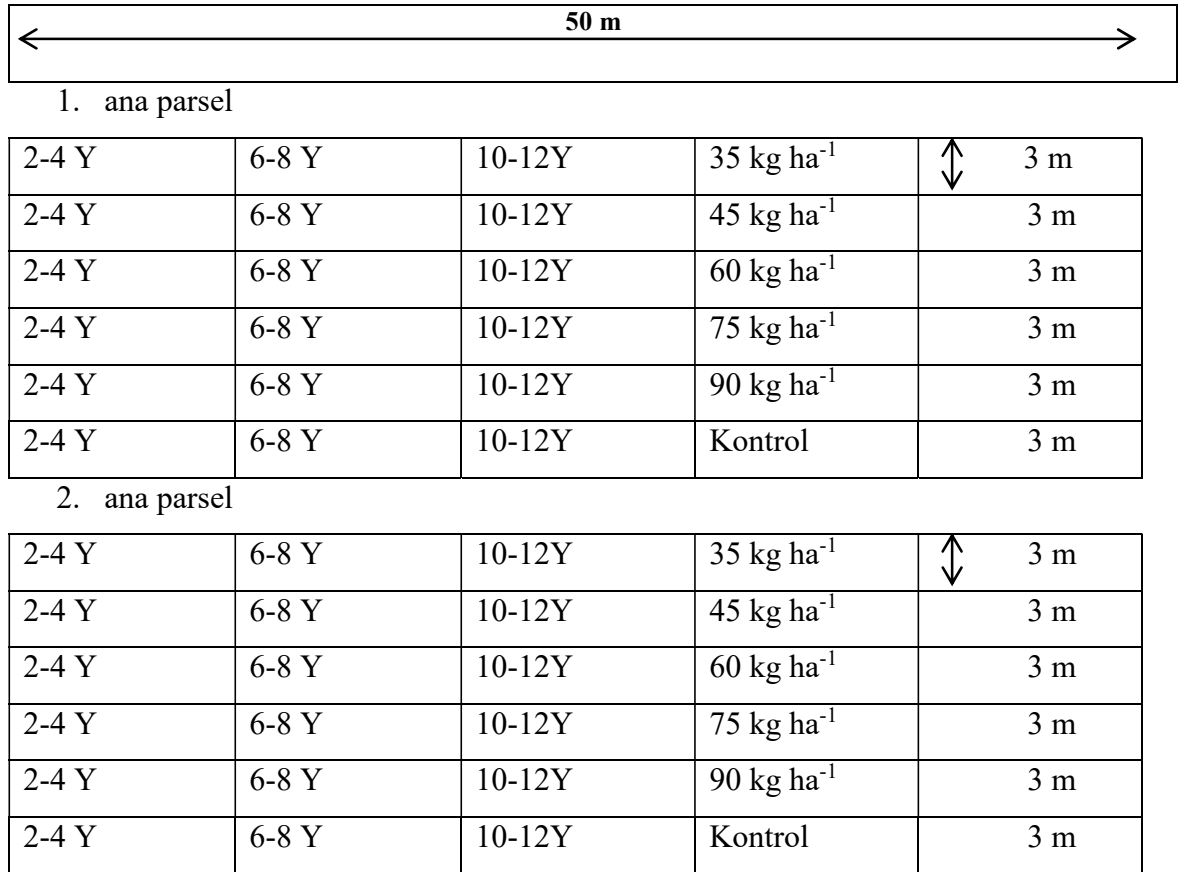
Uygulamadan hemen sonra, uygulama yapılan her bir yabancı ot işaretleme çubuğu ile işaretlenmiş, parsel içinde 1, 7, 14. günlerde yabancı otun alevlemeden ne kadar etkilendiği % cinsinden görsel olarak belirlenmiştir. Değerlendirme 0-100 skalasına göre (0: etki yok, 100: yabancı ot tamamen ölmüş) yapılmıştır.

14. günde, görsel değerlendirmeler yapıldıktan sonra, alev uygulaması yapılan tüm yabancı otlar ve kontrol için kullanılan yabancı otlar elle hasat edilmiş, kuru maddelerini belirlemek için yabancı ot gövde ve kök uzunlukları ölçülmüştür.

Gövde ve kök uzunluğu belirlenen yabancı otların yaş ağırlıkları laboratuvarında bir hassas terazi kullanılarak 0,01 g hassasiyetle ölçülmüştür. Daha sonra, örnekler 24 h süreyle 105 °C sıcaklığa ayarlanmış fırında bekletilmiş ve kuru ağırlıkları ölçülerek kuru madde oranları belirlenmiştir. Bulunan değerler kontrol parsellerindeki yabancı otların kuru ağırlığı ile oranlanarak kontrol oranları (%) bulunmuştur.

3.2.2. Tarla denemesi

Tarla denemesi, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Döner Sermaye İşletmesine ait 8 dekarlık bir parselde yürütülmüştür. Toprak tipi ağır (killi) bünyededir. Deneme deseni, bölünmüş parseller deneme desenine göre tasarlanmıştır. Uygulanan dozlar, ana parselleri, bir parsel içinde yabancı otun büyüme evreleri ise alt parselleri oluşturmuştur (Şekil 3.5). Farklı LPG uygulaması yapılan her bir parsel 50 m uzunluğunda ve 3 m genişliğindedir. Bir parsel kontrol amacıyla kullanılmıştır. Bu denemede, iki adet ana parsel kullanılmıştır. Bunun nedeni, bir ana parselde istenen tekrar sayısının elde edilememesi olasılığıdır. Çünkü herhangi bir doz uygulaması ve belirli bir büyüme evresi için, bir alt parselde 4 tekrardan daha az sayıda yabancı ota rastlanabilmektedir. İkinci ana parsel, 4 tekerrür sayısını elde etmek için önlem amaçlı olarak kullanılmıştır.



Şekil 3.5. Tarla denemesi deneysel planı

Alev uygulaması yapılmadan önce 4-sıralı alev makinesinin farklı LPG dozlarında doğru uygulama yapabilmesi için kalibrasyonu yapılmıştır. Bu makinenin 35, 45, 60, 75, 90 kg ha⁻¹ dozlarında uygulama yapabilmesi için gerekli gaz basıncı ve ilerleme hızı Çizelge 3.2’de verilmiştir. Bunun için traktör, üzerinde makine bağlı durumdayken, düz bir zemin üzerinde 40 m’lik bir mesafede çalıştırılmış ve istenen ilerleme hızlarını sağlaması için gerekli vites kademesi ve motor devri bulunmuştur.

Çizelge 3.2. Yüzey alevleme makinesinin basınç, doz ve ilerleme hızı değerleri

LPG dozu (kg ha⁻¹)	Vites*	Motor devri (min⁻¹)	Gaz basıncı (bar)
35	T2V4	2050	1,5
45	T2V4	1650	2,5
60	T2V4	1250	2,25
75	T2V3	1375	2,5
90	T2V2	1600	2,5

*T: Takviye, V: Vites

Uygulamadan hemen sonra, uygulama yapılan her bir tekrar (yabancı ot) işaretleme çubuğu ile işaretlenmiş, parsel içinde 1, 7, 14. günlerde yabancı otun alev uygulamasından ne kadar etkilendiği % cinsinden görsel olarak belirlenmiştir. Yabancı otun 14. günden sonraki ölçümleri ve laboratuvar analizleri için saksı denemesinde açıklanan yöntem kullanılmıştır.

3.2.3. Görüntü işleme

Saksı denemesinde kontrol için kullanılan yabancı otların ve alev uygulaması yapılan otların alev uygulamasından sonraki 1, 7, 14. günündeki fotoğrafları çekilmiştir. Her saksıda fotoğraf çekimi sırasında referans alan belirlemek için 1 TL metal para yabancı otların yaprak hizasında olacak şekilde konumlandırılmıştır. Her bir doz, büyüme evresi ve uygulamadan sonraki gün için yabancı otun alevden etkilenme oranını belirlemek üzere, görüntüler üzerinde maskeleyme işlemi yapılmıştır. Böylece, yabancı otların kuruyan aksamı görüntülerden Image-J programı kullanılarak çıkarılmış ve görüntüler gri

skalaya dönüştürülmüştür. Görüntü işleme, yalnızca saksı denemesindeki domuz pıtrakları üzerinde yapılmış, tarla denemesi değerlendirmeye alınmamıştır.

Her bir örnek görüntüde alevden etkilenmeyen veya az etkilenerek tam kurumayan bölgelerin alanları hesaplanmıştır. Bunun için referans alanın piksel sayısı kullanılarak yaprak alanlarına karşılık gelen alan hesaplanmıştır. Farklı yabancı ot büyüme evreleri için görüntü işleme ile bulunan alanların grafikleri elde edilmiştir.

3.2.4. Veri analizi

Domuz pıtrağının % etki değerlerine ve bitki boy ve kuru ağırlıklarına göre elde edilen veriler önem seviyesi belirlendikten sonra SAS'da (SAS, Institute, 2005) PROC GLIMMIX yöntemi kullanılarak ANOVA testine tabi tutulmuştur.

Alevlemenin yabancı otlara etkisinde de yabancı otun kontrol altına alınması, % etki değerleri, bitki boyu ve kuru ağırlığı için 4 parametrelili log-lojistik modeller kullanılarak propan dozunun yabancı otlar üzerine etkisinde doğrusal olmayan regresyon analizi kullanılmıştır (Streibig, ve ark., 1993; Seefeldt, ve ark., 1995). Dört parametrelili log-lojistik model için;

$$Y = C + \frac{D-C}{1+\exp\{B[\log X - \log E]\}} \quad (3.1)$$

formülü kullanılmıştır. Burada y tepkiyi, C alt limiti, D üst limiti, X propan dozunun, E alt ve üst limit arasında %50'sinden sorumlu olan dozu ve B ise eğim noktasındaki çizginin eğim derecesini vermektedir.

Doz-cevap eğrileri; R yazılımına (R Development Core Team, 2006) eklenen doz-tepki eğrisi (drc) istatistikinden (Knezevic ve ark., 2007) faydalanılarak çizilmiştir. Ayrıca alevleme tarafından yabancı otların kontrol altına alınma seviyesinin ölçümü olarak ED₅₀ (%50 kontrol), ED₈₀ (%80 kontrol) ve ED₉₀ (%90 kontrol) değerleri de belirlenmiştir.

İstatistik analiz sonuçlarıyla görüntü işleme yönteminden elde edilen bulguların karşılaştırması yapılmış ve yabancı ot kontrol oranının belirlenmesinde görüntü işleme yönteminin analitik yöntemine alternatif olup olamayacağı tartışılmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Saksı denemesi

Domuz pıtrağının kontrollü şartlarda beş farklı LPG dozunda ve üç farklı büyüme evresinde uygulanan alevlemeye verdiği tepkilere ilişkin istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Çizelgenin son üç sütununda, domuz pıtrağının %50, %80 ve %90 oranında kontrol altına alınması için gerekli LPG dozları verilmiştir.

Çizelge 4.1. Saksı denemesinde görsel değerlendirmeye göre farklı düzeylerde kontrol için gerek duyulan LPG dozları (kg ha^{-1}) ve regresyon parametre değerleri.

Büyüme dönemi (Y)	DAT (Uygulamadan sonraki gün)	Regresyon parametreleri (\pm SE)*			ED ₅₀ (\pm SE)	ED ₈₀ (\pm SE)	ED ₉₀ (\pm SE)
		B	C	D			
2-4	1	-9,8 (6,8)	-0,1 (0,9)	100,1 (0,5)	24,9 (3)	28,7 (1)	31,1 (1)
	7	-12,7 (15)	-0,1 (0,1)	100 (0,5)	26,7 (4)	29,8 (1)	31,8 (2)
	14	-14,2 (10)	-0,1 (0,5)	100,1 (0,3)	27,6 (2)	30,5 (1)	32,3 (2)
6-8	1	-2,5 (0,3)	-0,1 (1,3)	105,6 (2,6)	26,3 (1)	46,0 (3)	63,7 (7)
	7	-2,1 (0,3)	-0,1 (1,6)	111,2 (5,2)	30,2 (1)	58,1 (8)	85,2 (16)
	14	-2,8 (0,5)	-0,1 (2,7)	109,2 (6,5)	37,1 (2)	61,2 (8)	82,1 (14)
10-12	1	-2,5 (0,5)	-0,1 (2,4)	96,3 (1,9)	31,8 (2)	55,2 (9)	76,2 (17)
	7	-2,2 (0,3)	-0,1 (1,6)	106,4 (6,7)	40,7 (3)	75,9 (11)	109,2 (20)
	14	-2,2 (0,5)	-0,1 (2,4)	104,2 (14)	46,3 (7)	86,9 (23)	125,5 (43)

Çizelge 4.1.’e göre, herhangi bir büyüme evresinde alev uygulamasından sonraki ilk günde belirli bir kontrol oranı için gerekli LPG dozu 7 ve 14. güne göre en düşük düzeydedir. Uygulamadan sonra zaman geçtikçe yabancı otun ısıl stres etkisinden kurtulmaya başladığı anlaşılmaktadır. Alev uygulamasının etkisinin bir hafta sürmesi için gerekli LPG dozu, on dört gün sürmesi için gerekli dozdan daha düşük bulunmuştur. Örneğin, 6-8 Y döneminde 7. ve 14. günde %90 kontrol oranı sağlamak için sırasıyla 104.6 ve 142.0 kg ha^{-1} LPG dozu gereklidir.

Farklı büyüme evreleri karşılaştırıldığında, en düşük gaz dozu gereksiniminin 2-4 yapraklı dönemde olduğu görülmektedir. Örneğin, 14. günde ED₉₀ için gerekli dozlar 2-4, 6-8 ve 10-12 Y dönemi için sırasıyla 40,7, 142,0 ve 142,6 kg ha^{-1} bulunmuştur.

Knezevic ve Ulloa (2007), domuz pıtrağı gibi geniş yapraklı bir yabancı ot türü olan Hint keneviri (*Abutilon theophrasti*) için 5 ve 7 Y dönemi ve 14. gün için %90 kontrol için sırasıyla 53 ve 72 kg ha⁻¹ propan dozunun gerekli olduğunu bulmuştur. Bu araştırmada ise 2-4 ve 6-8 Y döneminde domuz pıtrağı için 14. Günde sırasıyla 32 ve 82 kg ha⁻¹ doz gerekli bulunmuştur. Geniş yapraklı bu iki farklı yabancı ot türü için bulunan gerekli propan dozlarının aynı değilse bile yakın olduğu söylenebilir.

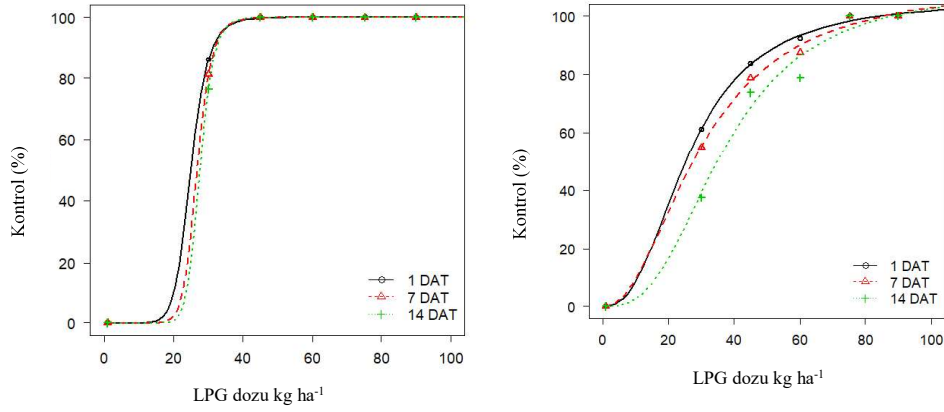
Çizelge 4.1.'de kontrol oranları karşılaştırıldığında en düşük doz gereksiniminin ED₅₀ için bulunduğu görülmektedir. Daha yüksek düzeyde kontrol için, LPG dozunun artması gerekmektedir. Örneğin, 2-4 Y döneminde 1. günde %50 kontrol için gerekli gaz dozu 15,4 kg ha⁻¹ iken %90 kontrol için gaz dozunun 26,6 kg ha⁻¹'a çıkarılması gereklidir.

Bulgularda dikkati çeken bir nokta ise 6-8 ve 10-12 Y dönemlerinin %90 kontrol için gerekli doz gereksinimlerinin (14. gün için) birbirine çok yakın olmasıdır (Çizelge 4.1). Bu sonuç, domuz pıtrağı için alevleme uygulamasının 6-8 Y dönemine girmeden yapılmasının önemine işaret etmektedir. Uzun süreli ısı etkisi için, yabancı otun 2-4 Y döneminde alevlenmesi biyolojik etkinliği en yüksek ve maliyeti en düşük uygulama olacaktır.

Domuz pıtrağının üç farklı büyüme evresindeki doz-cevap eğrileri Şekil 4.1.'de verilmiştir. Grafiklerde doz bağımsız değişken olarak gösterilmiş ve buna bağlı olarak elde edilecek kontrol oranları y ekseninde verilmiştir. Her bir grafikte 1, 7, 14. gündeki kontrol oranlarını veren eğriler yer almaktadır.

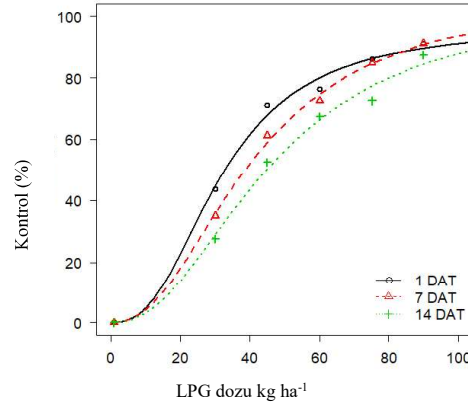
2-4 Y döneminde eğrilerin başlangıçta yüksek bir eğime sahip olduğu görülmektedir. Bu, LPG dozundaki küçük bir artış ile yabancı otun kontrol oranından büyük bir artış olacağını göstermektedir. Çizelge 4.1.'de 40.7 kg ha⁻¹ ile %90 kontrol sağlanabileceğini görülmüştü. Şekil 4.1.'de ise kontrol oranının %90'dan fazla olabileceğini, ancak yaklaşık olarak 60 kg ha⁻¹ gaz dozundan sonra artırılmasının pratik açıdan mümkün olmayacağını göstermektedir.

Şekil 4.1.'de 6-8 Y ve 10-12 Y evrelerinde, doz-cevap eğrilerinin daha yatık hale gelmeye başladığı görülmektedir. Yabancı ot 2-4 Y dönemine göre daha fazla büyümüş olduğundan ısıl strese karşı daha dayanıklı duruma gelmektedir. Böylece, LPG dozundaki birim artışa karşılık 2-4 Y dönemine göre daha az kontrol artış oranları sağlanabilmektedir. Bir başka ifadeyle, yüksek yabancı ot kontrol oranı, daha yüksek gaz dozları uygulayarak mümkün olabilmektedir. 10-12 Y dönemine ait eğrilere göre, %50 kontrol oranı için 40-60 kg ha⁻¹ gaz dozu gereklidir. Bu doz değerleri, 2-4 Y döneminde %90 kontrol için yeterli bulunmuştur. 10-12 Y dönemindeki uygulamada kullanılan LPG'nin maliyeti, 2-4 Y dönemine göre yaklaşık iki kat olacaktır.



(a) 2-4 Y dönem

(b) 6-8 Y dönem



(c) 10-12 Y dönem

Şekil 4.1. Domuz pıtrağının üç farklı büyüme evresinde LPG alevlemesine tepkileri

Bu bulgulara göre, kimyasal ilaçlamada olduğu gibi, yabancı otun ileri büyüme evrelerine ulaşmadan, kök ve gövde sistemini daha fazla geliştirmeden ve ısı strese daha dayanıklı hale gelmeden alevlenmesi gerektiği görülmüştür. Alevleme tekniği ile elde edilen kontrol oranları, kimyasal ilaç uygulamasından daha düşük değildir. Alev uygulaması ile de %90 kontrol oranı sağlanabileceği bulunmuştur.

Alev uygulamasından sonra yapılan gözlemlerde özellikle 6-8 ve 10-12 Y dönemindeki pıtraklara düşük dozlar (30-45 kg ha⁻¹) uygulandığında 14. günde yeniden 6-8 ve daha fazla yapraklı hale gelebildikleri görülmüştür. Bu yüzden, 6-8 ve 10-12 Y dönemlerinde yapılan bir alev uygulamasından sonra toprakta yeniden gelen yabancı otlar yoksa en geç 14. günde ikinci bir alev uygulaması yapılması gerekebilir. Ancak, 2-4 Y döneminde yapılan alevlemeden sonra pıtraklar görsel olarak tamamen kurumuş olarak değerlendirilmiştir. Arazi koşullarında yeniden çıkan yabancı otların olmadığı varsayılırsa, alevlenen pıtraklar yeni sürgünler veremediği için çoklu alev uygulamasına da gerek duyulmayacaktır. Ayrıca erken dönem uygulamasında diğer yabancı otlarda alevlemeden daha fazla etkilenecektir.

Yabancı ot ilaçlamasında kontrol oranının %90 olması beklenmektedir. Ancak, bazı araştırmacılar organik ürün yetiştiriciliğinde ED₈₀ değerini yeterli görmektedir, çünkü organik tarımda %90 kontrol oranını elde etmenin zorlukları olduğu görülmektedir (Knezevic, ve Ulloa, 2007). Kimyasal ilaçlamanın izin verilmediği organik tarla, bahçe ve bağlarda alternatif olarak alevleme yapıldığında, %80 yabancı ot kontrol oranı hedeflenebilir. Bu durumda, ED₉₀'a göre daha düşük gaz dozları yeterli olacaktır. Çizelge 4.2.'de % fark verilerine ait ilk sütunda %90 yerine %50 kontrol oranı hedeflenirse kullanılacak LPG miktarındaki azalma oranları verilmiştir. İkinci ve son sütunlarda ise %80 ile 90 ve %50 ile 90 arasındaki farklar verilmiştir. Örneğin, 2-4 Y döneminde %90 yerine %80 kontrol düzeyi hedeflenirse, 7 ve 14 günlük etkinlikler için sağlanacak LPG tasarrufu sırasıyla %28.9 ve %16.5 olmaktadır.

Saksı denemesinde bitki boylarının farklı büyüme dönemleri için %50, 80 ve 90 oranında kontrol edilebilmesi için uygulanması gereken gaz dozları, analiz sonuçları Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı kontrol oranlarını başarmak için uygulanacak LPG dozları arasındaki farklar

Büyüme dönemi (Y)	DAT (Uygulamadan sonraki gün)	% fark		
		ED ₅₀ -ED ₉₀	ED ₈₀ -ED ₉₀	ED ₅₀ -ED ₈₀
2-4	1	42,1	18,4	29,0
	7	60,1	28,9	43,8
	14	38,6	16,5	26,5
6-8	1	53,2	24,5	38,0
	7	56,3	26,3	40,7
	14	62,8	30,6	46,5
10-12	1	48,7	21,9	34,4
	7	63,4	31,1	47,0
	14	52,7	24,2	37,7

Alevlemenin kontrol oranına etkisi, görsel değerlendirmelerdeki bulgulara benzerlik göstermektedir. Öyle ki belirli bir yaprak büyüme dönemi için, istenen kontrol düzeyi arttıkça uygulanması gereken gaz dozu da artmaktadır. Aynı şekilde, belirli bir domuz pıtrağı kontrol yüzdesi için uygulanması gereken gaz dozu yaprak sayısı arttıkça artmaktadır. Buna göre, yabancı otun boyunu %90 kontrol altına almak için gerekli gaz dozu 2-4 Y dönemi için 48 kg ha⁻¹ iken 10-12 Y döneminde gerekli gaz dozu yaklaşık 2 katı (97,3 kg ha⁻¹) bulunmuştur. Yüzde seksen kontrol için gerekli gaz dozu 6-8 Y dönemi için de 2-4 Y dönemine göre çok yüksek (96,4 kg ha⁻¹) ve 10-12 Y dönemine yakın çıkmıştır. Bu bulgular, herhangi bir kontrol oranı için domuz pıtraklarının 2-4 Y döneminde kontrol altına alınması gerektiğini göstermektedir.

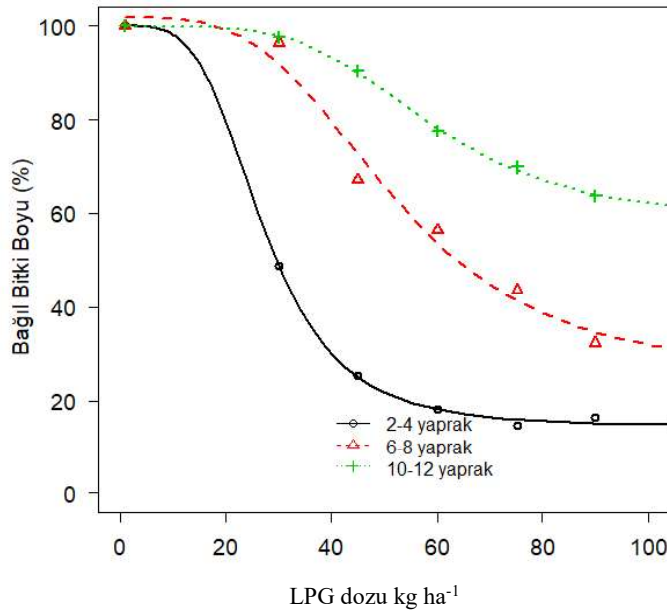
Çizelge 4.3. Domuz pıtrağı bitki boyunun farklı büyüme dönemleri ve kontrol oranları için uygulanması gereken gaz dozları ve regresyon parametre değerleri

Büyüme dönemi (Y)	Regresyon parametresi (±SE)*			ED ₅₀ (±SE)	ED ₈₀ (±SE)	ED ₉₀ (±SE)
	B	C	D			
2-4	3,9 (2)	14,4 (5,4)	100 (5,4)	27,1 (2,5)	38,9 (±6,2)	48 (12,5)
6-8	3,5 (1)	25,2 (9,7)	101,8 (2,9)	51,6 (5,2)	76,5 (±13,5)	96,4 (21,7)
10-12	4,4 (1,5)	58,4 (7,4)	99,9 (2)	58,7 (6,2)	80,8 (16)	97,3 (25,1)

Çizelge 4.3'teki verilere incelendiğinde alevleme ile hedeflenen yabancı ot bitki boyunun kontrol oranı ED₈₀ olduğunda gerekli gaz dozları, ED₉₀ kontrol oranına göre yaklaşık %17-21 daha düşük bulunmuştur. Bu oran farkı ED₅₀ ve ED₈₀ kontrol oranları arasında % 27-33 arasında, ED₅₀ ve ED₉₀ arasında ise %40-46 arasında hesaplanmıştır. Sonuç

olarak, yabancı ot bitki boyunun kontrolü için %50 ve %80 oranlarının kullanıcı tarafından daha uygun bulunduğu durumlarda, alev uygulamasının maliyeti de bu oranlar kadar düşük olacaktır.

Şekil 4.2’de, domuz pıtraklarının farklı büyüme dönemlerinde uygulanan LPG dozlarına bağlı olarak bağıl boylarının nasıl değiştiği gösterilmiştir. Gaz dozu arttıkça, 2-4 Y dönemine ait eğride hızlı bir düşüş görülmektedir. Kontrol için kullanılan pıtraklar hızla büyürken alev uygulanan domuz pıtraklarının boyu uzamadığı için bağıl boylar hızla değişmiştir. Bağıl boy değişimi 40-50 kg ha⁻¹’a kadar hızla düşmüş, ancak 50-60 kg ha⁻¹’dan sonra önemli bir değişim göstermemiş ve yaklaşık %20 oranında kalmıştır. Bağıl boy oranı 6-8 ve 10-12 Y büyüme evrelerinde en yüksek doz uygulamasında (90 kg ha⁻¹) bile yaklaşık olarak sırasıyla %35 ve %65 bulunmuştur. Doz cevap eğrileri de alev uygulamasının 2-4 Y döneminde yapılması gerektiğini göstermektedir.



Şekil 4.2. Domuz pıtrağı bağıl bitki boyuna ait doz-cevap eğrileri

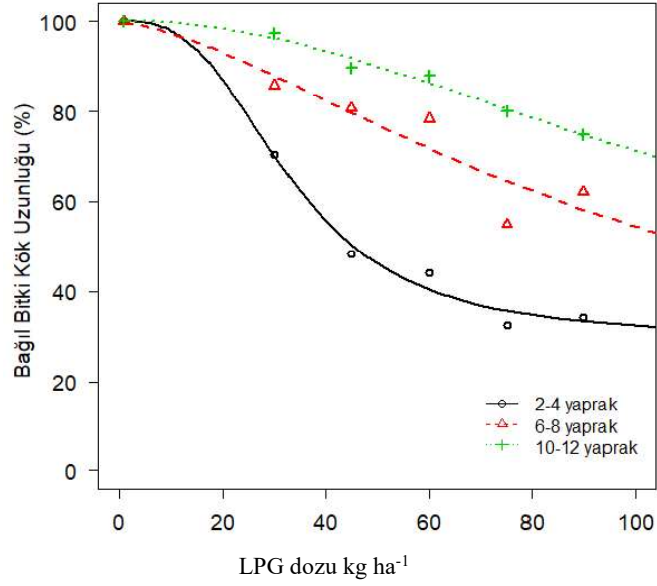
Alev uygulamasının domuz pıtraklarının kök uzunluklarına etkisi, eğilim olarak gövde uzunluklarına benzer bulunmuştur (Çizelge 4.4. ve Şekil 4.3). Burada da yüksek kontrol oranı için daha yüksek gaz dozu gerekmekte, aynı kontrol oranı için ise en düşük gaz dozu gereksinimi 2-4 Y, en yüksek gaz dozu gereksinim ise 10-12 Y döneminde elde

edilebilecektir (Çizelge 4.4). Domuz pıtrağının gövdesi ve kökleri, alev uygulamasında farklı şekilde etkilenmiştir. Örneğin, ED₉₀ için 2-4 Y döneminde gövdede 48 kg ha⁻¹ (Çizelge 4.3) gerekli iken köklerde 70,9 kg ha⁻¹ gerekli bulunmuştur. 10-12 Y döneminde ise bu değerler sırasıyla 97,3 ve 395,5 kg ha⁻¹ bulunmuştur. Köklerin kontrol edilmesi için gerekli gaz dozlarının yüksek çıkması, alevin en çok yapraklar ve gövdeyi etkilemesi ile açıklanabilir. Yabancı otların gövdeleri alevden etkilendikçe, kök bölgesinin de etkilendiği, ancak etkilenme oranının düşük olduğu anlaşılmaktadır. Sonuç olarak köklerin de kontrol altına alınmasının ekonomik olarak mümkün olmayacaktır.

Çizelge 4.4. Domuz pıtrağı kök uzunluklarına ait farklı büyüme dönemleri ve kontrol oranlarında uygulanması gereken gaz dozları ve regresyon parametre değerleri

Büyüme dönemi (Y)	Regresyon parametresi (±SE)*			ED ₅₀ (±SE)	ED ₈₀ (±SE)	ED ₉₀ (±SE)
	B	C	D			
2-4	2,9 (1,3)	29,7 (8,9)	100,1 (4,8)	33,22 (4,1)	53,6 (15,8)	70,9 (29)
6-8	1,6 (2,1)	10 (23)	99,6 (7,5)	99,1 (30)	232,8 (53)	346 (88)
10-12	2,1 (1,5)	30,4 (15)	100,2 (2,5)	118,3 (21)	237,3 (98)	395,5 (190)

Bağıl gövde uzunluğu 2-4 Y döneminde 40-50 kg ha⁻¹ gaz dozunda %20'ye kadar düşmesine rağmen, bağıl kök uzunluğu aynı dönem için en yüksek doz uygulamasında bile %30'un altında inmemiş, 40-50 kg ha⁻¹ gaz dozu için ise % 45-50 dolaylarında bulunmuştur (Şekil 4.3). Gövde uzunluklarıyla ilgili eğrilerden farklı olarak, domuz pıtrağının 6-8 ve 10-12 Y döneminde bağıl kök boylarının doğrusala yakın bir şekilde küçüldüğü görülmektedir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Domuz pıtrağı bağıl kök uzunluklarına ait doz-cevap eğrileri

Domuz pıtraklarının kuru madde miktarlarına göre yapılan log-lojistik istatistik analizlere göre, farklı kontrol oranları ve yaprak sayısı dönemleri için gerekli bulunan gaz dozları ve ilgili istatistik parametre değerleri Çizelge 4.5'te görülmektedir. Hedeflenen kuru madde ağırlığı kontrol oranı arttıkça, seçili bir büyüme evresi için gerekli gaz dozu artmıştır. Yine, seçili bir kontrol oranı için gerekli gaz dozu yaprak sayısı arttıkça artmaktadır. Daha önceki belirtildiği gibi, kuru madde oranına bağlı olarak yapılan analizler de en ekonomik alev uygulama döneminin 2-4 Y dönemi olacağını göstermektedir. Örneğin, %90 kontrol oranı için 2-4 ve 10-12 Y dönemlerinde sırasıyla 110.3 ve 191.2 kg ha⁻¹ gaz dozları gerekmiştir. Çizelge 4.5'teki sayısal verilere göre, 2-4 Y döneminde ED₅₀-ED₈₀, ED₅₀-ED₉₀ ve ED₈₀-ED₉₀ arasında yaklaşık olarak sırasıyla %41, %49 ve %14 gaz dozu farkı hesaplanmıştır. Bu oranlar 6-8 Y döneminde sırasıyla %27, %42 ve %21 ve 10-12 Y döneminde sırasıyla %32, %57 ve %36'dır. Yabancı ot kontrolünde pratikte en az ED₈₀ hedefleneceği varsayılırsa %90 kontrol oranına göre; 2-4, 6-8 ve 10-12 Y büyüme dönemlerindeki alev uygulamalarında sırasıyla %14, %21 ve %36 tasarruf sağlanabilir.

Çizelge 4.5. Domuz pıtrağı kuru madde ağırlıklarına ait farklı büyüme dönemleri ve kontrol oranları için uygulanması gereken gaz dozları ve regresyon parametre değerleri

Büyüme dönemi (Y)	Regresyon parametresi (\pm SE)*			ED ₅₀ (\pm SE)	ED ₈₀ (\pm SE)	ED ₉₀ (\pm SE)
	B	C	D			
2-4	1,22	30,56	100,1	56,4	95,3	110,3
6-8	1,32	24,4	99,6	70,43	95,9	120,9
10-12	1,14	20,3	104,1	82,97	122,26	191,2

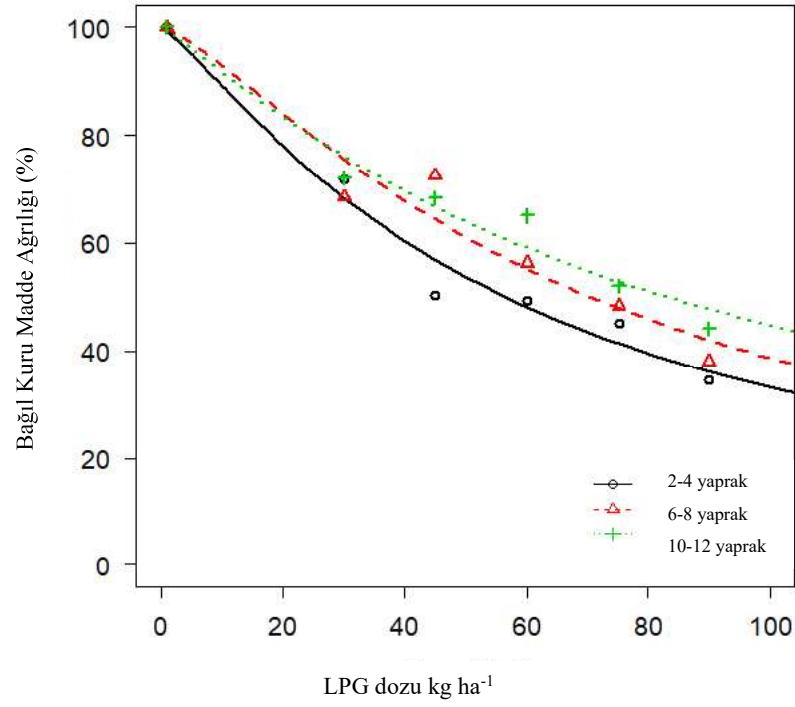
Seçili bir kontrol oranı için yaprak büyüme dönemi arttıkça gerekli gaz dozu artmıştır. ED₉₀ için 2-4 Y döneminde 6-8 Y'ye göre %9, 6-8 Y döneminde 10-12 Y dönemine göre %37 ve 2-4 Y döneminde 10-12 Y'ye göre %42 daha az gaz dozu gerekmektedir.

Kuru maddeye göre bulunan doz-cevap eğrileri; görsel, kök uzunluğu ve gövde uzunluklarıyla ilgili bulunan doz-cevap eğrilerinden farklı eğilimler göstermiştir (Şekil 4.4). En önemli fark, özellikle 2-4 Y dönemine ait eğrinin diğer büyüme dönemlerine benzer bir eğilim göstermesidir. Görsel, gövde uzunluğu ve kök uzunluğu değerlendirmelerinde 2-4 Y dönemine ait eğriler S şeklini alırken kuru maddeye göre yapılan analizlerde uygulanan gaz dozu değiştikçe kuru madde miktarında ani değişimler görülmemiştir.

4.2. Tarla denemesi

LPG uygulamaları sonrasında yapılan görsel değerlendirmelere göre bulunan kontrol oranları ve bu sayısal değerlere bağlı olarak farklı kontrol oranları için gerekli bulunan LPG dozları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

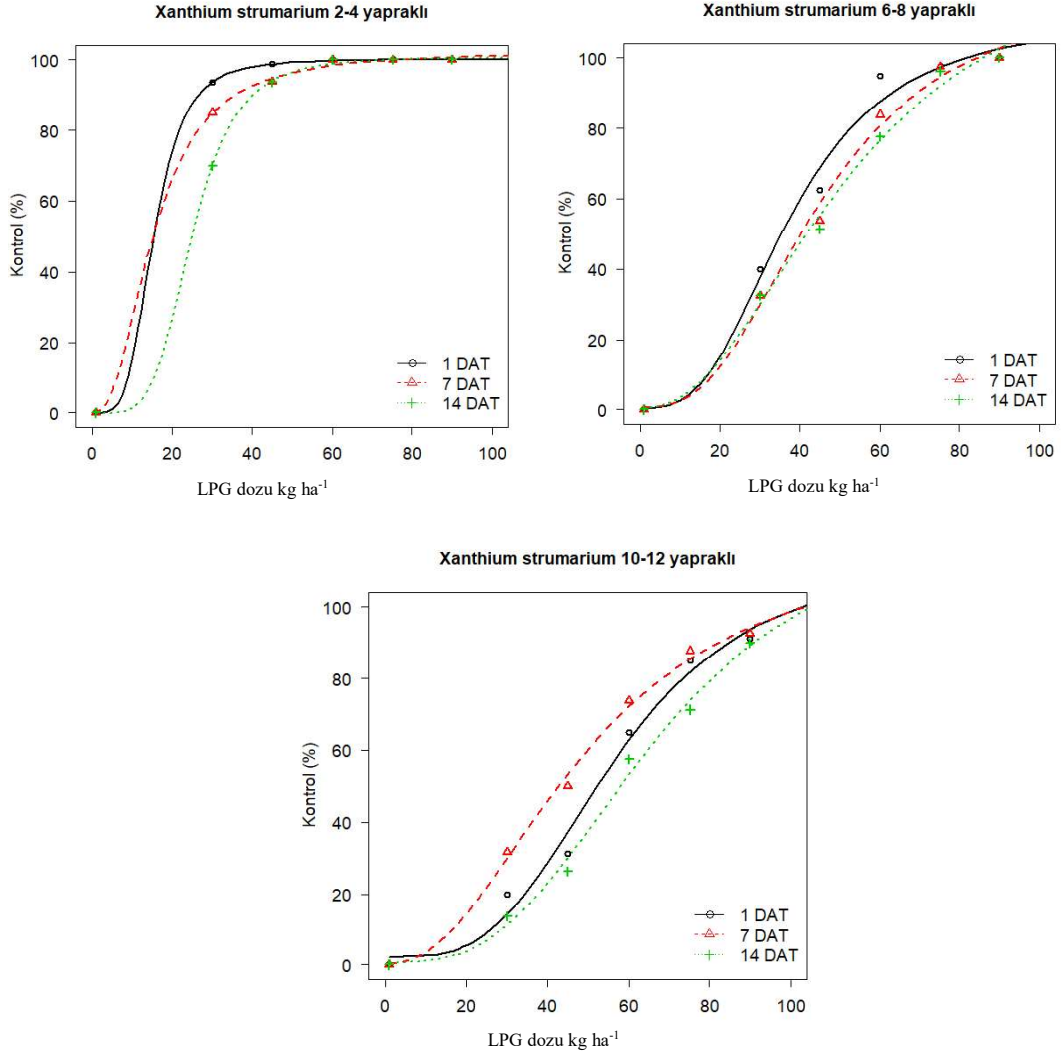
Görsel değerlendirme sonuçlarına ve elde edilen log-lojistik modele göre, doz-cevap eğrileri Şekil 4.2.'de görülmektedir.



Şekil 4.4. Domuz pıtrağı bağıl kuru madde ağırlıklarına ait doz-cevap eğrileri

Çizelge 4.6. Tarla denemesinde görsel değerlendirmeye göre domuz pıtrağının kontrolü (ED₅₀, ED₈₀ ve ED₉₀) için ihtiyaç duyulan LPG dozları (kg ha⁻¹) ve parametre değerleri

Büyüme dönemi (Y)	DAT (Uygulama sonraki gün)	Regresyon parametreleri (±SE)*			ED ₅₀ (±SE)	ED ₈₀ (±SE)	ED ₉₀ (±SE)
		B	C	D			
2-4	1	-4,0 (1,8)	-0,1 (0,7)	100,2 (0,6)	15,4 (4)	21,7 (3)	26,6 (1)
	7	-2,4 (1,5)	-0,1 (2,6)	102,2 (4,4)	15,5 (6)	27,6 (3)	38,8 (10)
	14	-4,5 (2,0)	-0,1 (3,9)	100,8 (3,2)	25,0 (2)	34,0 (3)	40,7 (6)
6-8	1	-2,9 (0,4)	0,3 (2,9)	111,1 (5,7)	38,0 (2)	61,3 (6)	81,2 (12)
	7	-4,7 (0,3)	0,5 (2,3)	119,8 (7,4)	45,7 (3)	77,1 (9)	104,6 (15)
	14	-2,2 (0,3)	0,4 (2,5)	134,1 (15)	52,8 (6)	98,6 (20)	142,0 (36)
10-12	1	-3,3 (1,0)	2,2 (4,9)	114 (20)	56,9 (7)	86,7 (21)	111,0 (35)
	7	-2,2 (0,4)	0,2 (2,5)	120,4 (14)	49,9 (6)	94,1 (21)	136,5 (39)
	14	-2,9 (0,4)	0,6 (2,0)	127,3 (19)	67,4 (7)	108,1 (19)	142,6 (31)



Şekil 4.5. Tarla denemesinde görsel değerlendirmeye göre doz-cevap eğrisi

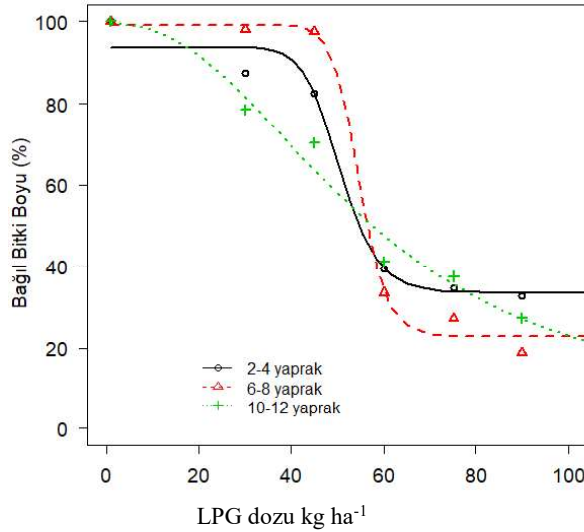
Tarla denemesi sonucunda, %80 kontrol oranı hedeflendiğinde aynı yaprak sayısı evrelerinde bulunan sonuçlar kontrollü şartlarda elde edilen sonuçlara benzer bulunmuştur. Her iki denemede 2-4, 6-8 ve 10-12 Y dönemlerinde %80 kontrol için sırasıyla yaklaşık 40, 60 ve 85 kg ha⁻¹ LPG dozu uygulanması gereklidir. Şekil 4.5'e göre, özellikle aynı yaprak sayısı için her iki uygulamada 14. güne ait eğrilerin birbirine daha benzer olduğu görülmektedir.

Alev uygulamasından sonra yabancı otun boyunu farklı düzeylerde kontrol edebilmek için uygulanması gereken gaz dozları ve regresyon parametre değerleri, yaprak sayılarına

bağlı olarak 14.gün için Çizelge 4.7’de, buna ilişkin doz-cevap eğrileri ise Şekil 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.7. Alev uygulamalarının yabancı otların bitki boylarına (ED₅₀, ED₈₀ ve ED₉₀) olan etkileri ve parametre değerleri

Büyüme dönemi (Y)	Regresyon parametreleri (±SE)*			ED ₅₀ (±SE)	ED ₈₀ (±SE)	ED ₉₀ (±SE)
	B	C	D			
2-4	12,7 (2,7)	33,5 (2,2)	93,8 (2)	50,5 (1,4)	56,3 (2,4)	60 (3,3)
6-8	18,8 (4,3)	11,9 (1,4)	99,1 (1,4)	54,6 (1,2)	58,7 (0,8)	61,3 (1)
10-12	2,4 (0,6)	3,7 (7)	99,4 (2,8)	55,9 (9,9)	100,3 (21,1)	141,2 (25)



Şekil 4.6. Tarla denemesinde LPG dozuna bağlı olarak bağlı bitki boyu değişimi

Çizelge 4.4, 2-4 ve 6-8 Y dönemlerinde domuz pıtrağının boyunun kontrol için gözlemlenen pıtraklara göre %90 kontrol edilebilmesi için gerekli LPG dozunun yaklaşık 60 kg ha⁻¹ olduğunu göstermektedir. Yabancı otun boyunu %50 ve %80 oranında kontrol edebilmek için gerekli dozlar da 2-4 ve 6-8 Y dönemlerinde birbirine yakın kabul edilebilir. Ancak, 10-12 Y dönemine ulaşan domuz pıtraklarının boyunu %50 kontrol edebilmek için gerekli gaz dozu 2-4 ve 6-8 Y dönemlerine yakın olmakla beraber %80 kontrol için gaz dozunun yaklaşık 1.8 kat, %90 oranında kontrol edebilmek için 2.35 kat

artırmak gereklidir. Domuz pıtrağı 10-12 Y dönemine geldiğinde toprak üstü gövde uzunluğu artmış olduğu görülmekte ve güçlü bir kök ve gövde yapısı oluşmaktadır. Bu nedenle, alev uygulaması yaprakları kurutsa bile, gövdenin öldürülmesi mümkün olmamaktadır. Yapılan gözlemlere göre, Alev uygulamasından sonra, zaman geçtikçe başlangıçta zaten güçlü olan kök ve gövde yapısı sayesinde ısı stresi ile başa çıkabilmekte ve yeniden büyümeye devam etmektedir. Bu nedenle, domuz pıtrağının 6-8 Y dönemini geçmemesinin, alev uygulaması için gerekli gaz maliyetini sınırlamak için çok önemli olduğu sonucuna kolaylıkla ulaşılabılır.

Şekil 4.6, farklı büyüme evrelerinde alev uygulaması yapılan domuz pıtraklarının kontrol pıtraklarına göre bağıl boyundaki değişimleri göstermektedir. 2-4 ve 6-8 Y dönemlerindeki pıtrakların boy azalma oranı, gaz dozu arttıkça hızla artmaktadır. Ancak, 10-12 Y dönemindeki pıtrakların boyundaki düşüş oranı diğer iki döneme göre daha yavaştır. Bu, Şekil 4.6'da 10-12 Y dönemindeki pıtraklara ait eğrinin eğiminin daha düşük olması ile açıklanmıştır.

Alev uygulamasının domuz pıtraklarının kuru madde ağırlıklarına etkisi, yabancı otların boylarına etkisi ile benzerlik göstermektedir (Çizelge 4.8). Ancak, % etki değerleri arasındaki farklılıklar daha belirgin bulunmuştur. Öyle ki, kuru maddenin %50 ve %80 kontrol edilebilmesi için gerekli gaz dozları arasında önemli fark görülmüştür. Örneğin, 6-8 Y döneminde %50 ve %80 kuru madde kontrolü için sırasıyla 60.2 ve 73.4 kg ha⁻¹ gerekli iken bu değerler yabancı otların boyları için (Çizelge 4.8) 54.6 ve 58.7 kg ha⁻¹ bulunmuştur. 10-12 Y döneminde ise kuru maddenin %90 kontrol edilebilmesi için gerekli gaz dozu (141.1 kg ha⁻¹), pıtrakların boyunu aynı oranda kontrol etmek için gerekli gaz dozundan daha düşük (124.1 kg ha⁻¹) bulunmuştur. Birçok bilimsel araştırma, kuru maddeye göre değerlendirmeyi esas almaktadır. Buna göre, domuz pıtrağının 2-4 ve 6-8 Y dönemlerinde yaklaşık 60 kg ha⁻¹, 10-12 Y döneminde ise 141.2 kg ha⁻¹ LPG gaz dozu ile %90 oranında kontrol edilebileceği sonucuna varılmıştır.

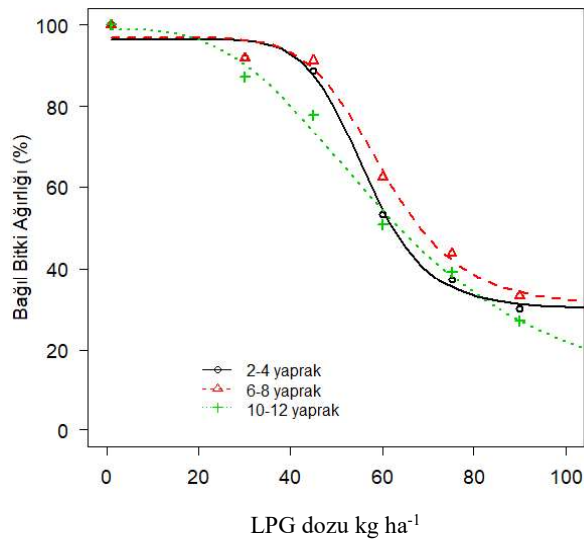
LPG gaz dozuna bağlı olarak kuru madde oranında düşme eğilimi (Şekil 4.4), bitki boyu ile ilgili şekle benzemektedir (Şekil 4.7). 6-8 Y dönemine kadar domuz pıtrağının kuru maddesindeki düşme hızı, 40-80 kg ha⁻¹ dozlar arasında hızla düşmektedir. Ancak, aynı doz aralığında 10-12 Y dönemindeki pıtrakların kuru madde oranındaki azalma oranı daha küçüktür. Erken büyüme dönemlerindeki pıtraklar için LPG dozunun 80 kg ha⁻¹'in

üzerine çıkarılmasının biyolojik etki açısından önemi görülmemektedir, çünkü doz-cevap eğrilerindeki azalma eğilimi 80 kg ha⁻¹'dan sonra ortadan kalkmakta veya çok zayıflamaktadır. Ancak, kullanılan istatistik modele göre 10-12 Y dönemindeki pıtrakların 100 kg ha⁻¹ gaz dozundan sonra bile azalmaya devam edeceği tahmin edilmiştir. Şekil 4.7'te 10-12 Y eğrisi grafik sonunda düşmeye devam etmekte, Çizelge 4.8 ise bu dönemdeki pıtrakların %90 kontrol edilebilmesi için 124,1 kg ha⁻¹ gaz dozu uygulanmasının gerekli olduğunu göstermektedir.

Erken dönemde alevleme yapılamazsa, LPG ile alevleme için gerekli maliyet 10-12 Y döneminde yaklaşık 2,3 kat artışa neden olacaktır. Alev uygulamasının kimyasal ilaç uygulamasına alternatif olabilmesi, ekonomik olmasıyla mümkün olacağı için yabancı otlarla mücadelede 6-8 Y döneminin geçirilmemesi gerektiği söylenebilir.

Çizelge 4.8. Alev uygulamasından 14 gün sonra yabancı otların bitki kuru madde ağırlıklarına (ED₅₀, ED₈₀ ve ED₉₀) olan etkileri ve parametre değerleri

Büyüme dönemi (Y)	Regresyon parametreleri (±SE)*			ED ₅₀ (±SE)	ED ₈₀ (±SE)	ED ₉₀ (±SE)
	B	C	D			
2-4	8,4 (1,5)	29,9 (2,8)	96,5 (1,8)	56,2 (1,3)	66,3 (2,6)	73,1 (4,1)
6-8	7 (1,9)	30,3 (6)	96,9 (2,2)	60,2 (2,4)	73,4 (6)	82,5 (9,3)
10-12	3,2 (0,7)	5,1 (6,2)	99 (2,6)	61,8 (7,6)	96 (10,8)	124,1 (14,2)



Şekil 4.7. Kuru maddeye göre farklı büyüme evreleri ve farklı dozlar için bağıl bitki ağırlıkları

Görsel değerlendirmelere göre yapılan istatistik hesaplamalar, 2-4 Y döneminde uygulanması gereken gaz dozlarının kuru maddeye göre yapılan değerlendirmelere göre daha düşük tahmin edilmesine neden olmuştur. 10-12 Y döneminde ise görsel değerlendirme, bitki boyu hesaplamalarına benzer sonuçlar vermiş, ancak kuru madde tayinine göre %14 dolayında daha yüksek gaz dozu önerilmesine neden olmuştur. Görsel değerlendirmeler, 6-8 Y döneminde %90 biyolojik etki için 142 kg ha⁻¹'a kadar gaz dozunun gerekli olduğunu göstermektedir ki bu değer 10-12 Y dönemi için de aynı bulunmuştur. Ancak kuru madde tayinine göre 6-8 Y dönemi için gaz dozu, görsel değerlendirmeye göre %43 kadar daha düşük bulunmuştur. Bu farkın çok büyük ve önemli olduğu açıktır. Bu bulgular, görsel değerlendirmelerde hatalar yapılabileceğine işaret etmektedir. Görsel değerlendirmelere göre, 2-4 (ve belki de 4-6 Y) dönemi geçirilmemelidir, ancak kuru madde analizlerine göre 6-8 Y dönemi de gaz dozunu en fazla %10 artırarak yeterli biyolojik etkiyi sağlayabilecektir.

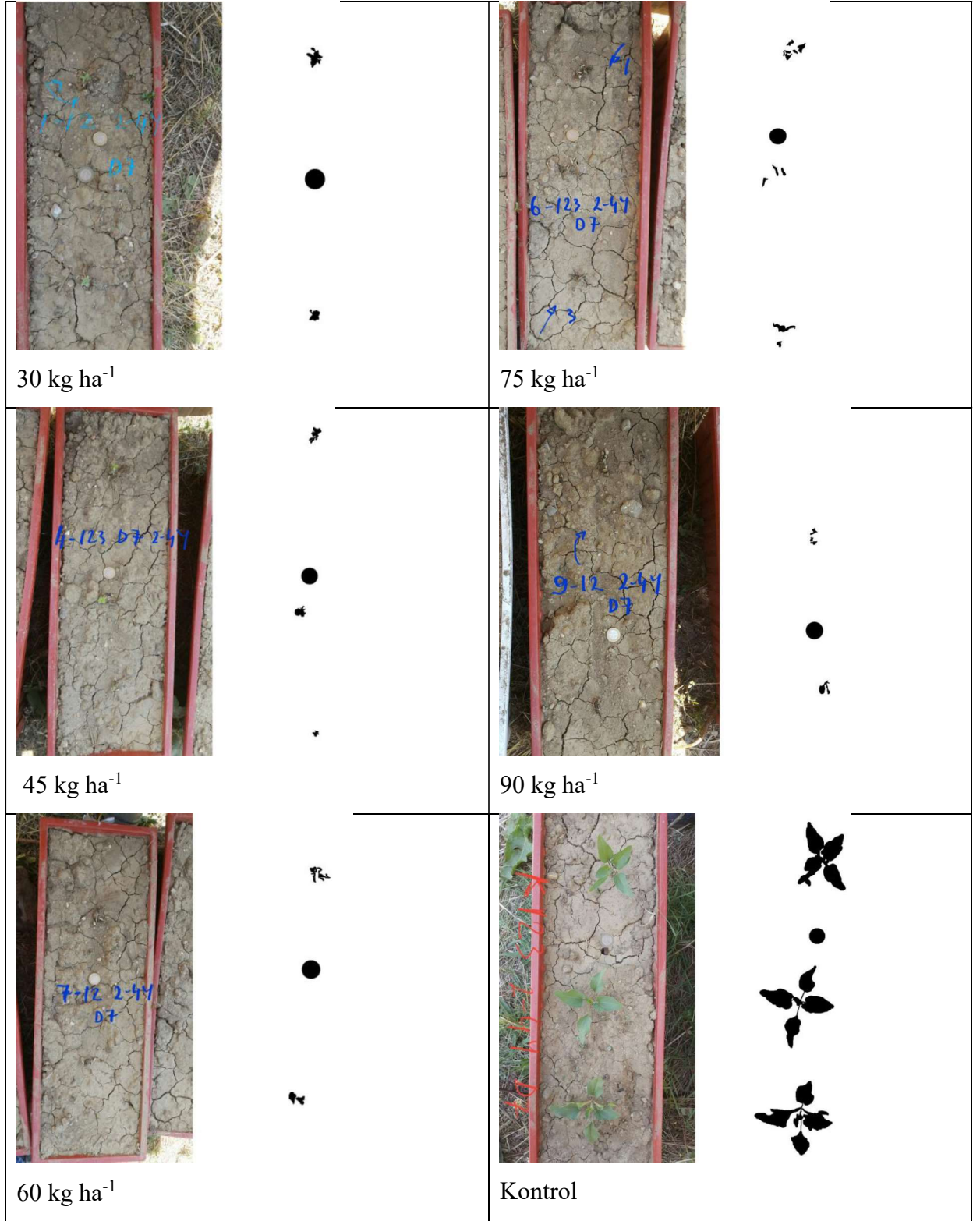
Kontrollü şartlarda yapılan alevlemede 14. günde %90 görsel kontrol için 2-4, 6-8 ve 10-12 Y dönemlerinde sırasıyla ve yaklaşık olarak 32, 82 ve 126 kg ha⁻¹ gaz dozunun gerekli olduğu bulunmuştu (Çizelge 4.1). Tarla denemesinde elde edilen değerler ise sırasıyla 41, 142 ve 143 kg ha⁻¹ bulunmuştu. Buna göre, kontrollü şartlarda yapılan değerlendirmelerde 6-8 Y döneminin kuru maddeye göre yapılan değerlendirmelere yakın olduğu ve daha doğru bulunduğu görülmüştür. Tüm değerlendirme yöntemleri ele alındığında 2-4 Y döneminde yaklaşık olarak 30-40 kg ha⁻¹ LPG dozu ile alevleme uygulamasının domuz pıtrağını %90 oranında kontrol edeceği bulunmuştur. Tüm değerlendirmeler özetlenirse, 10-12 Y dönemine gelindiğinde en az 124 kg ha⁻¹ gaz dozu uygulaması gerekecektir. Bu, 2-4 Y dönemine göre en az 3 kat fazla uygulama maliyeti anlamına gelmektedir.

Kontrollü şartlarda ve tarlada yapılan ölçümlerde, ölçme hataları kişisel hatalar olabileceği gibi, 6-8 Y ile 8-10 Y yaprak dönemlerinin aynı grup içinde değerlendirilmesi de olabilir. Araştırmada 4-5 Y dönemine girmiş pıtraklar 2-4 Y, 8-9 Y dönemine yaklaşan pıtraklar 6-8 Y ve 12 den fazla yaprağa sahip bazı pıtraklar da 10-12 Y grubunda değerlendirilmiştir. Özellikle tarla denemesinde, tüm yaprak dönemlerine tam karşılık gelen yabancı ot bulmak her zaman mümkün olmayabilmektedir. Bu durumda, örneğin

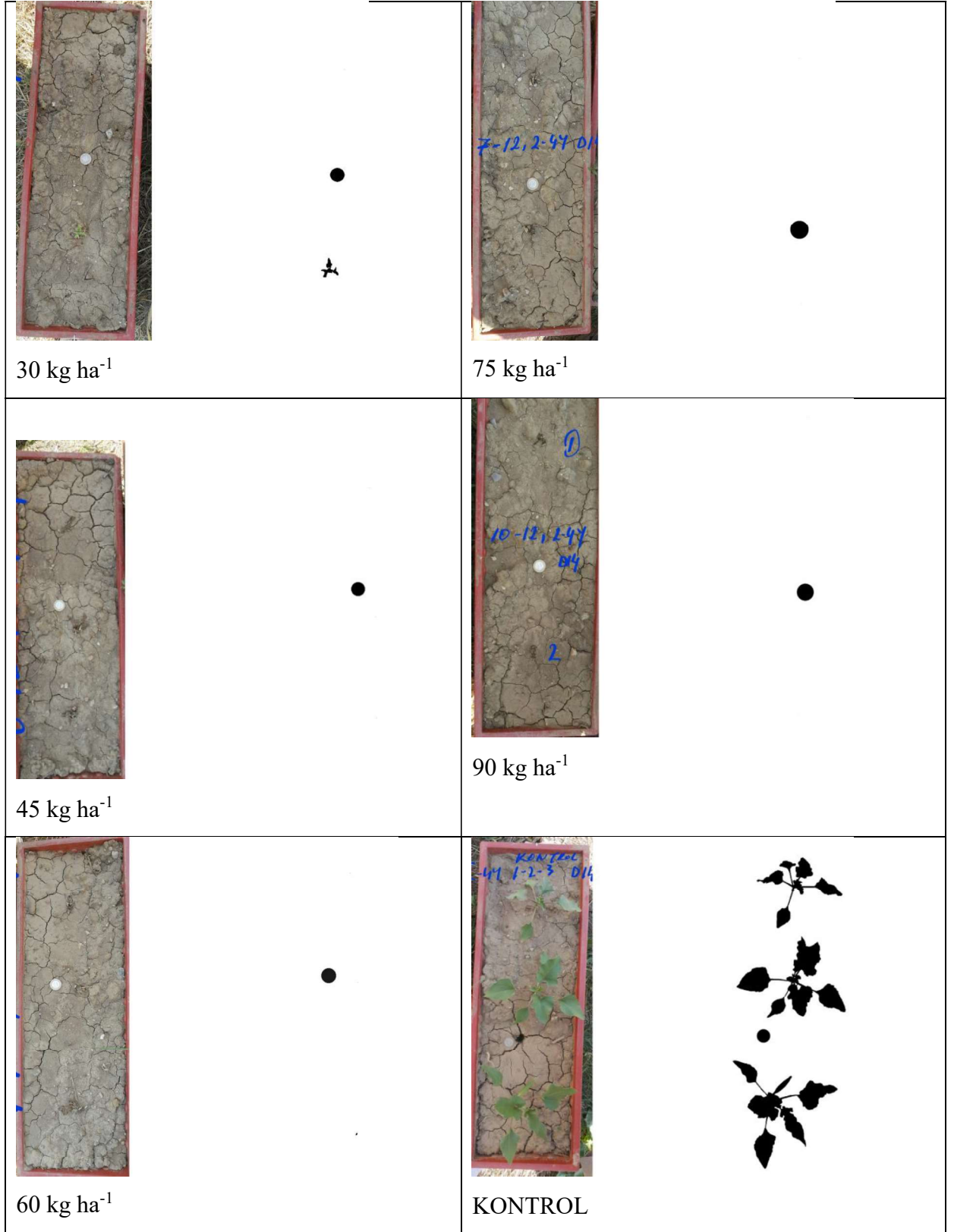
4-5 Y grubundaki bir pıtrak 2-4 Y grubu içinde değerlendirilmiştir. Bu şekilde yapılan sayımlar ve ölçümler sonucunda ölçme ve analizlerin sonuçlarında belirli oranlarda hatalar yapılmış olma olasılığı ortaya çıkmaktadır.

4.3. Görüntü işleme

Domuz pıtraklarının 2-4 Y döneminde alevlemeden sonraki birinci gününe ait görüntüler eksiktir. 2-4 Y döneminde 7. güne ait fotoğraflar ve işlenmiş görüntüler Şekil 4.8’de farklı LPG dozları için yan yana verilmiştir. Domuz pıtrakları bu dönemde küçük olduklarından görüntüler üzerinde gözle kolaylıkla görünmemektedir, ancak görüntü işleme ile elde edilen yabancı ot şekiller daha iyi anlaşılabilir. Pıtrakların tepeden alınan görüntüye göre alanlarının küçük olduğu, referans olarak kullanılan 1 TL’nin görüntüsünden anlaşılabilir. Kontrol uygulamasındaki yabancı otlar, uygulamadan sonraki 14 gün içinde büyümeye devam ettikleri için hem gözle iyi görünür hale gelmiş hem de referans alana göre çok daha büyük duruma gelmiştir. Görsel olarak, 30 ve 45 kg ha⁻¹ LPG dozlarında domuz pıtraklarının 7. günde yeşil yaprakları bulunmasına rağmen 14. günde (Şekil 4.9) 30 kg ha⁻¹ doz uygulaması dışındaki tüm dozlarda tamamen kurdukları görülmüştür. Diğer dönemlere ait görüntüler ve işlenmiş görüntüler Şekil 4.10-15’te verilmiştir.



Şekil 4.8. 2-4 Y döneminde domuz pıtrağının alevlemeden 7 gün sonraki görseli ve maskeleme ile elde edilen yaprak alanları



Şekil 4.9. 2-4 Y döneminde domuz pıtrağının alevlemeden 14 gün sonraki görseli ve maskeleme ile elde edilen yaprak alanları

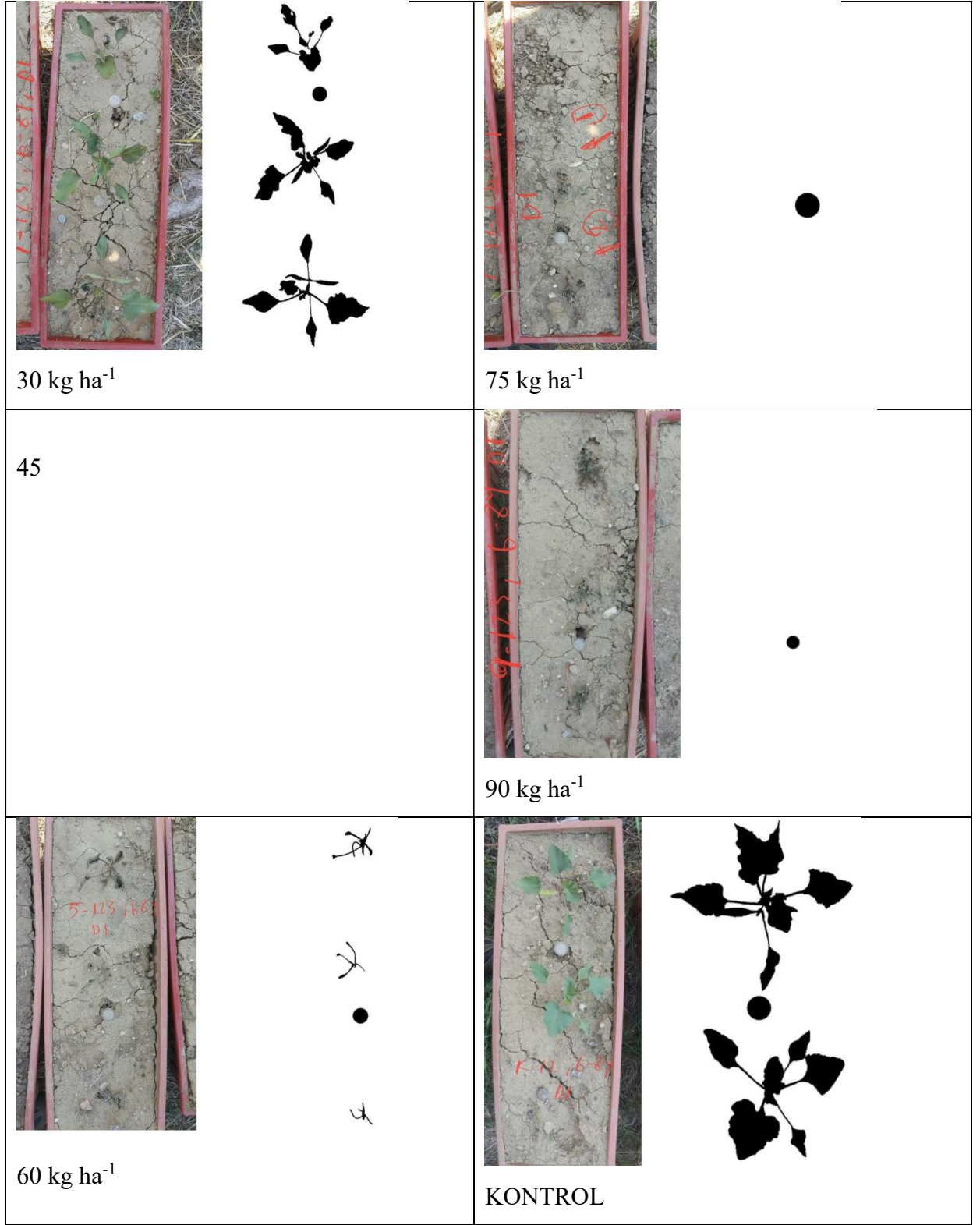
Şekil 4.10, 4.11 ve 4.12, 6-8 Y dönemindeki domuz pıtraklarının alevlenmesinden sonraki 1, 7 ve 14. güne ait fotoğrafları ve işlenmiş görüntüleri içermektedir. Bu görüntüler içinde 45 kg ha⁻¹'a ait görüntü eksiktir.

Alevlemenin etkisi, 1. Günde yabancı otların yapraklarının renk değiştirmesi ve kenarlarının kuruması ile kendini göstermiştir. Bu etki, özellikle 30 kg ha⁻¹ LPG dozunda gözle daha iyi anlaşılmaktadır (Şekil 4.10). Ancak, 14. güne gelindiğinde 90 kg ha⁻¹ dışındaki tüm dozlarda otların toparlandığı ve tekrar büyüme eğilimine girdiği görülmektedir. 1. Gün görüntü işleme görseli, 60 kg ha⁻¹ doz uygulamasının pıtrakları kuruttuğu ve 6-8 Y dönemindeki domuz pıtraklarının kontrol edilebilmesi için daha yüksek bir doza gerek duyulmayacağı göstermiştir. 7. günde ise 75 kg ha⁻¹ doz uygulanan yabancı otların referans alana göre küçük oldukları, ancak tekrar büyümeye başladığı ve 2-4 Y dönemine geldiği görülmüştür.

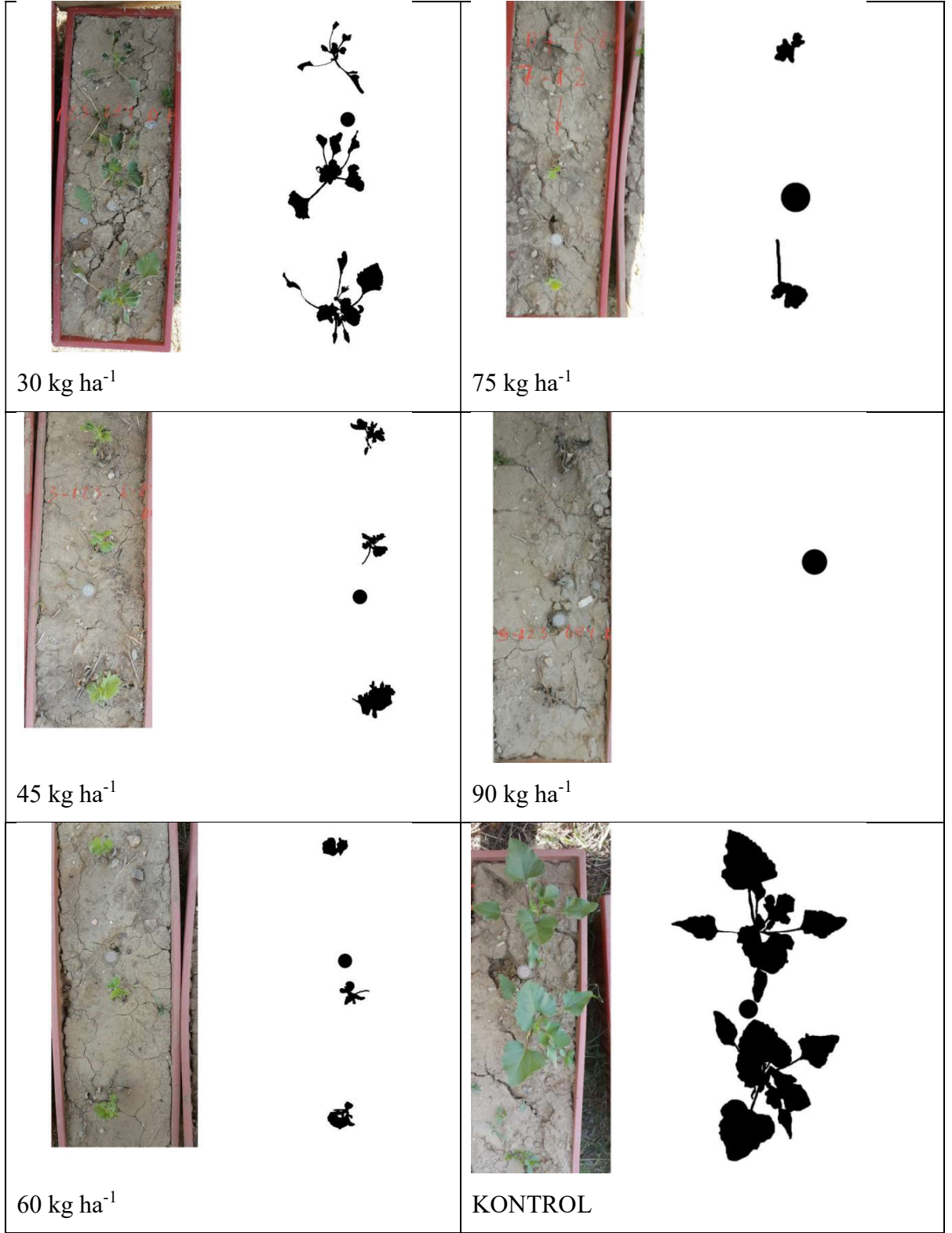
Önceki alt bölümlerde önerildiği gibi, düşük maliyetli uygulama yapılacaksa yabancı otların 2-4 Y döneminde alevlenmesi gerekeceğinden 6-8 Y döneminde yapılan ilk uygulamadan sadece 7 gün sonra düşük dozlu yeni bir alev uygulaması yapılması gerekecektir. 14. Günde 90 kg ha⁻¹ LPG dozu dışındaki tüm dozlarda domuz pıtrakları en az 10-12 Y döneminde görülmüştür. LPG dozu 90 kg ha⁻¹ olduğunda domuz pıtraklarının hiçbirini tekrar canlanamamıştır.

Buna göre, 6-8 Y dönemindeki domuz pıtraklarının 14 gün süreyle etkin bir şekilde kontrol edilebilmesi için 75-90 kg ha⁻¹ alev uygulaması yapılmalıdır. 14. günde 2-4 Y döneminde yabancı otların alev uygulamasından kaynaklanan ısı stresine dayanamadıkları ve tüm aksamalarının tamamen kuruduğu görülmüştü (Şekil 4.9).

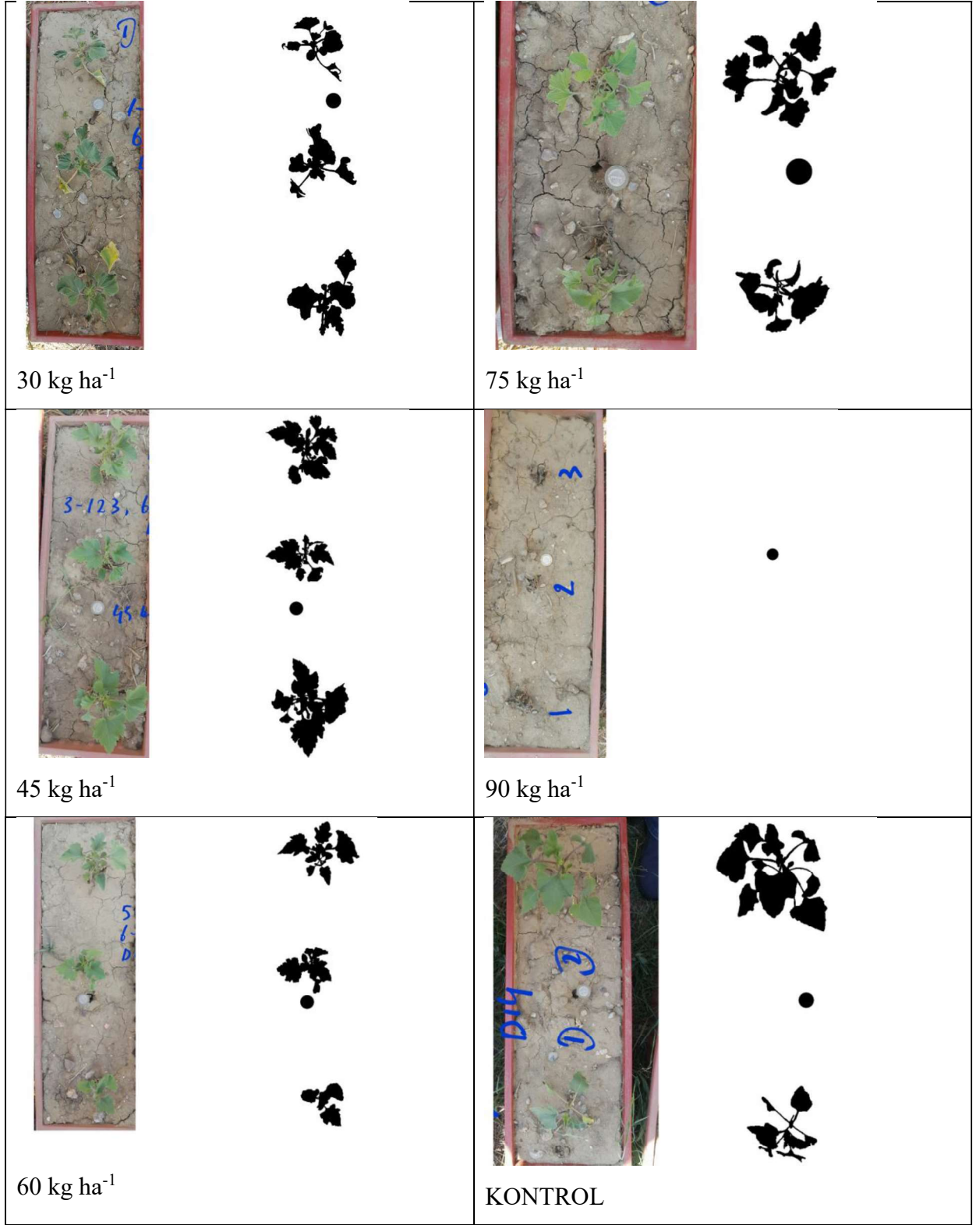
6-8 Y dönemiyle karşılaştırıldığında, domuz pıtraklarının alev ile kontrolü için 2-4 Y döneminde 30-45 kg ha⁻¹ LPG dozunun yeterli olduğu bulunmuştur.



Şekil 4.10. 6-8 Y döneminde domuz pıtrağının alevlemeden 1 gün sonraki görseli ve maskeleme ile elde edilen yaprak alanları



Şekil 4.11. 6-8 Y döneminde domuz pıtrağının alevlemeden 7 gün sonraki görseli ve maskeleme ile elde edilen yaprak alanları



Şekil 4.12. 6-8 Y döneminde domuz pıtrağının alevlemeden 14 gün sonraki görseli ve maskeleme ile elde edilen yaprak alanları

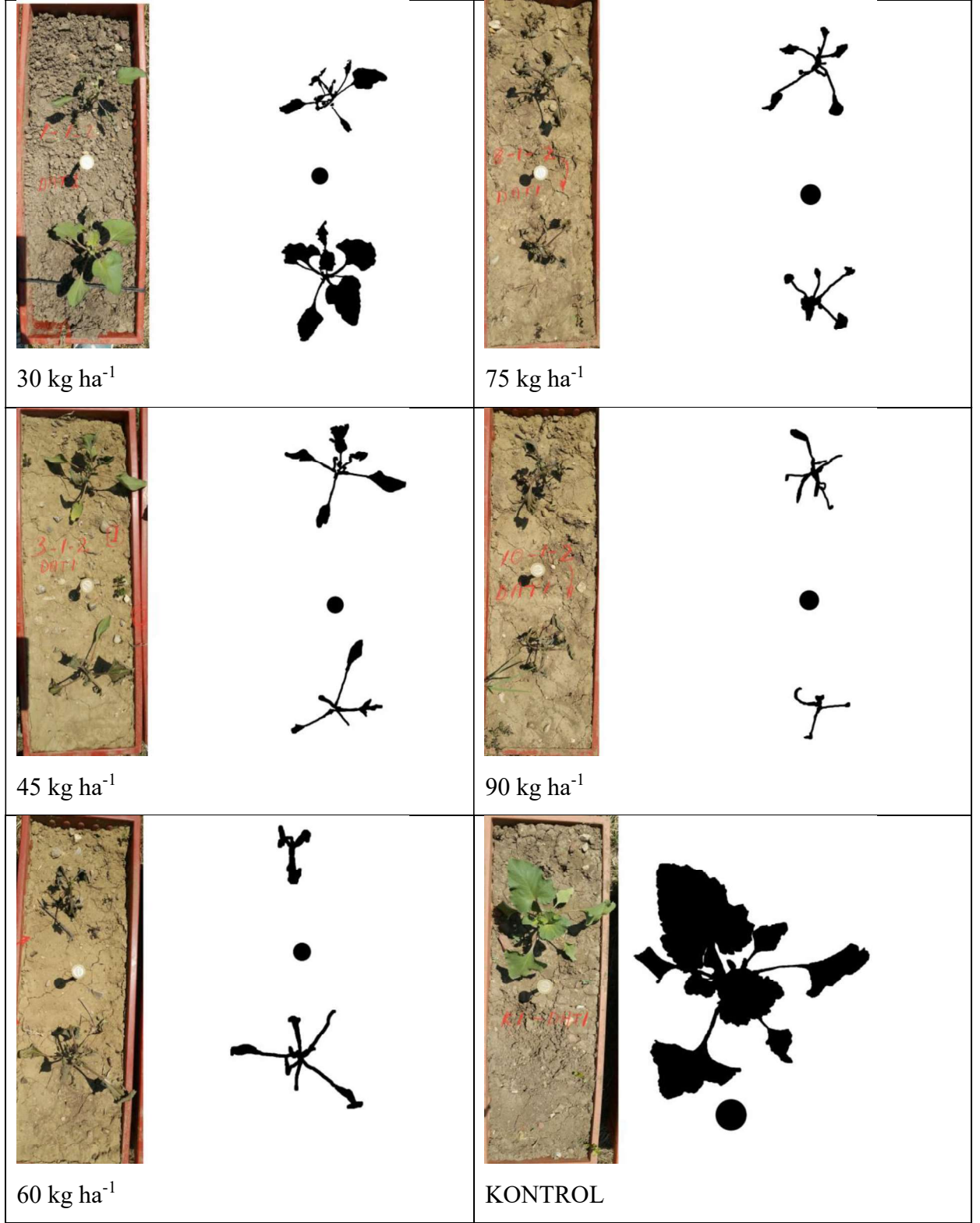
10-12 Y döneminde domuz pıtrakları, 14. güne kadar tekrar tüm dozlarda zamanla büyümeye devam etmiştir (Şekil 4.13-15). 2-4 ve 6-8 Y dönemlerinde 75 ve 90 kg ha⁻¹ doz uygulamasında yabancı otların bazıları tamamen kurumuşken 10-12 Y döneminde yabancı otlar yeniden 6-8 ve 10-12 Y dönemine kadar büyüebilmiştir (Şekil 4.15).

75 kg ha⁻¹ doz uygulanan saksılarda uygulamadan sonraki 1. günde yapraklar gözle tamamen kurumuş gibi görünmektedir, fakat 7. ve 14. günlerde sırasıyla 2-4 ve 4-6 Y dönemine kadar yeni yapraklar çıkardığı görülmüştür. 10-12 Y dönemindeki domuz pıtraklarına ilk uygulanan gaz dozu ne olursa olsun alev uygulandıktan 7 gün sonra ikinci bir alev uygulaması gerekecektir. İlk uygulama dozu yüksek (90 kg ha⁻¹) olsa da 7. Günde 2-4 Y için, 14. Günde ise 6-8 Y dönemi için önerilen gaz dozunda ikinci bir alev uygulaması önerilebilir.

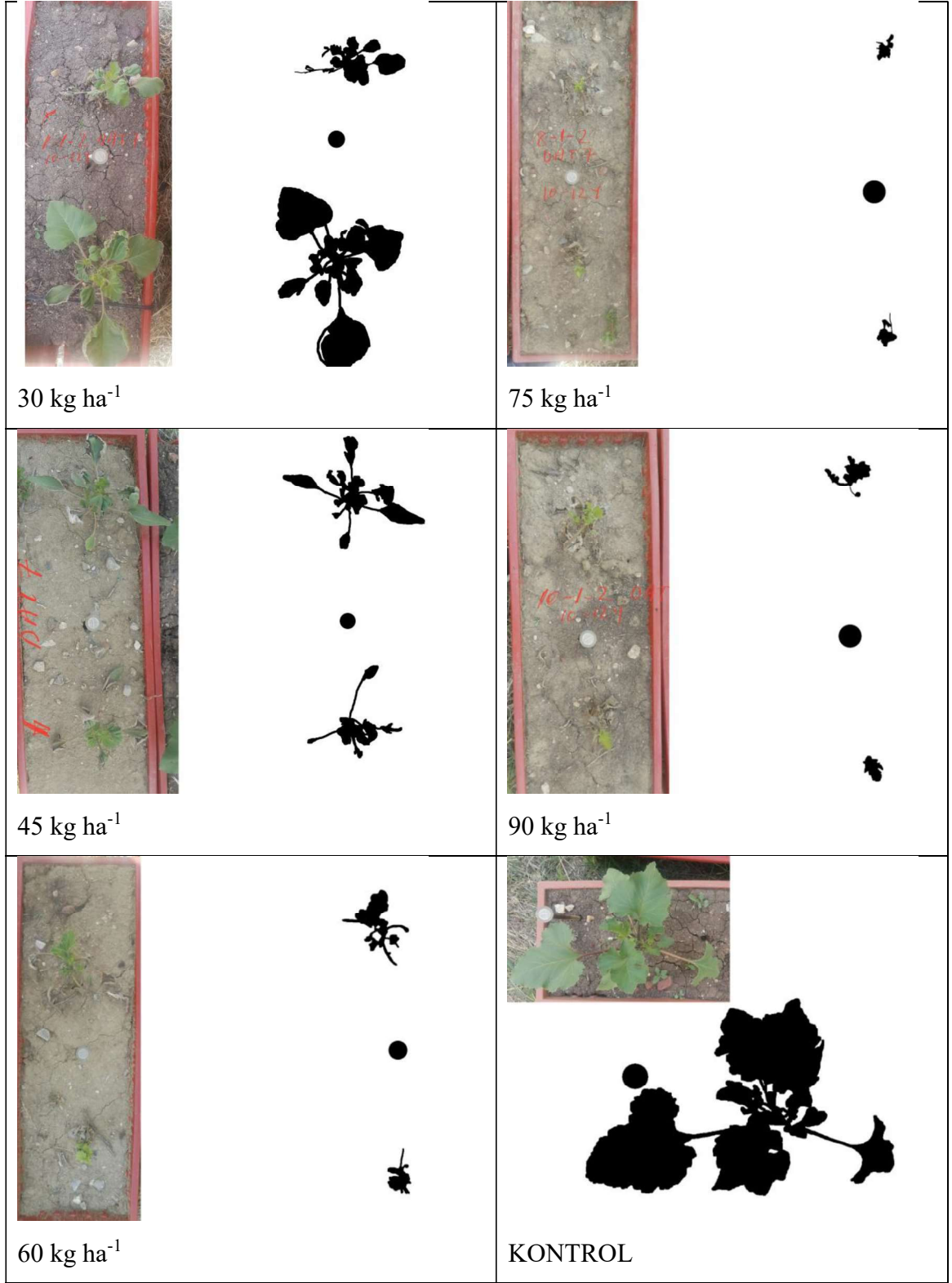
Çizelge 4.9, görüntü işleme sonucunda alev uygulamalarıyla kontrol yabancı otları karşılaştırılarak bulunan farklı LPG dozlarında ve büyüme evrelerindeki domuz pıtraklarının uygulamadan sonra 1, 7 ve 14 gün geçtikten sonraki kontrol oranlarını vermektedir. Uygulamadan sonra yabancı otların tüm dönemlerinde gaz dozu arttıkça kontrol oranları artmıştır.

Belirli bir dönem için uygulamadan sonraki gün sayısı geçtikçe verili bir gaz dozu için de kontrol oranı artmaktadır, ancak 6-8 Y döneminde bazı istisnalar görülmüştür. Bunlar, yabancı otların değişkenliklerinden kaynaklanmış olabileceği gibi, görüntü işlemede üst üste binen yaprakların, kuruyan yaprakların yeşil yaprakları örtmesinden ve benzer durumlardan kaynaklanmış olabilir.

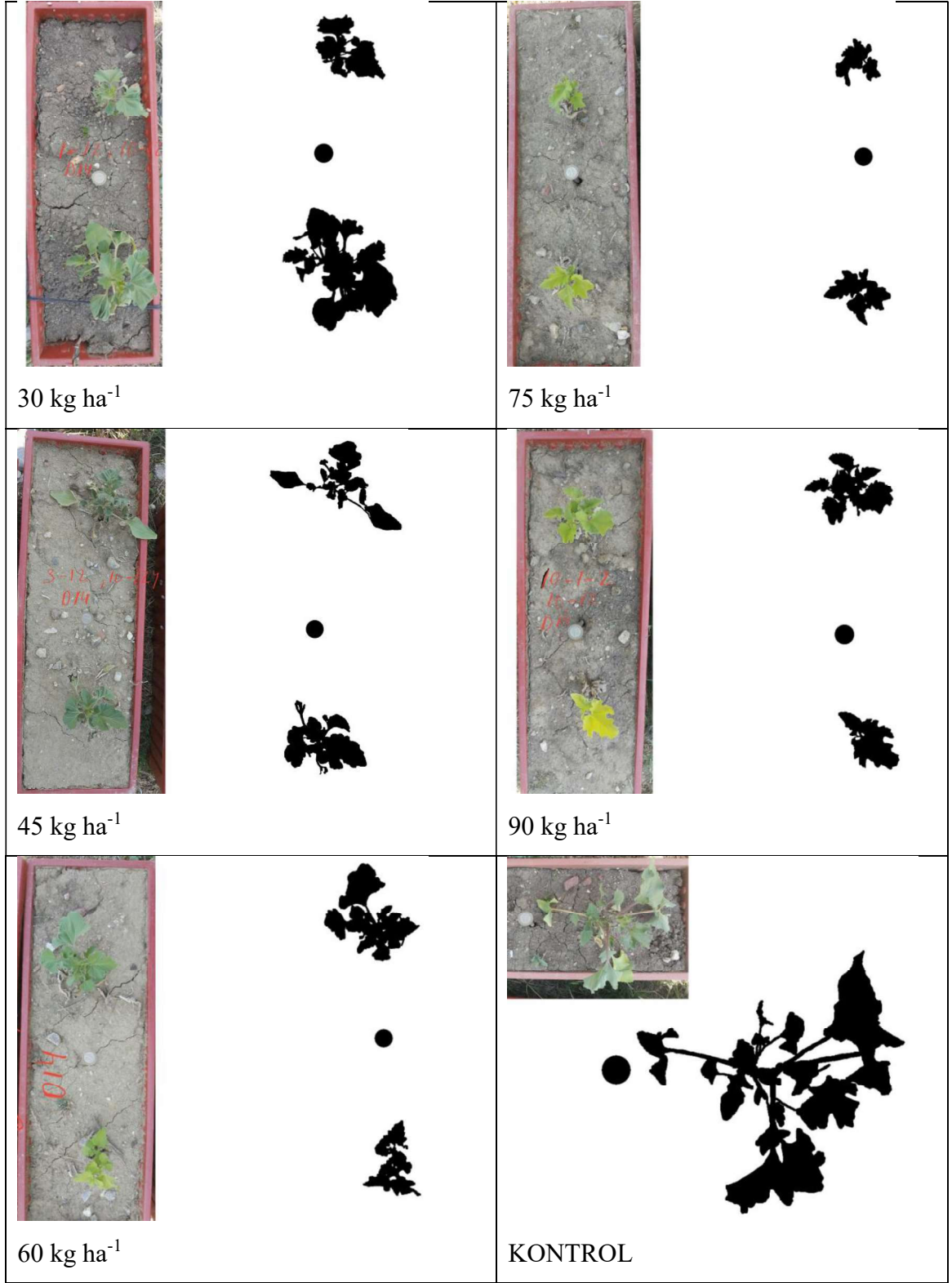
Çizelge 4.9'a göre, ED₉₀ hedefine 14. günde 2-4 Y döneminde tüm gaz dozlarında ve 6-8 Y döneminde 90 kg ha⁻¹ gaz dozunda ulaşılabilirken 10-12 Y döneminde 90 kg ha⁻¹ gaz dozu yeterli bulunmamıştır. Ancak, ED₈₀ değeri, 14. günde 6-8 Y'de 75 kg ha⁻¹'in üzerinde, 10-12 Y döneminde ise 90 kg ha⁻¹ gaz dozunda sağlanabilir.



Şekil 4.13. 10-12 Y döneminde domuz pıtrağının alevlemeden 1 gün sonraki görseli ve maskeleme ile elde edilen yaprak alanları



Şekil 4.14. 10-12 Y döneminde domuz pıtrağının alevlemeden 7 gün sonraki görseli ve maskeleme ile elde edilen yaprak alanları



Şekil 4.15. 10-12 Y döneminde domuz pıtrağının alevlemeden 14 gün sonraki görseli ve maskeleme ile elde edilen yaprak alanları

Çizelge 4.9. Görüntü işleme ile bulunan farklı LPG dozlarında ve büyüme evrelerindeki domuz pıtraklarının uygulamadan sonraki 1, 7, ve 14. günlerde kontrol oranları (%)

LPG dozu (kg ha ⁻¹)	Yaprak büyüme evresi								
	2-4 Y			6-8 Y			10-12 Y		
	Uygulamadan sonraki gün sayısı			Uygulamadan sonraki gün sayısı			Uygulamadan sonraki gün sayısı		
	1	7	14	1	7	14	1	7	14
30	e*	96,15	96,58	32,47	65,53	20	28,32	31,16	31,2
45	e	96,99	99,97	e	86,51	36,29	70,48	65,66	51,52
60	e	93,75	100	90,25	86,8	41,99	80,84	90,42	52,29
75	e	95,62	100	100	97,79	85,36	86,55	98,55	78,93
90	e	98,4	100	100	100	100	92,2	98,73	80,73

*e: eksik veri

Görüntü işleme yönteminde alev uygulandıktan sonra yabancı otların üstten görünen alanları referans alana göre hesaplanmış, bulunan alan kontrol için kullanılan yabancı otların alanlarına oranlanmış ve yabancı otların kontrol oranları hesaplanmıştır. Bu yöntemde, bir yabancı otun kontrol otuna göre hangi oranda kontrol altına alındığı hesaplanmakta, ancak belirli bir kontrol oranı için gerekli gaz dozu doğrudan bilinmemektedir. Bu çerçevede, görüntü işleme, gerek gözleme gerekse kuru maddeye dayalı istatistik hesaplarla bulunan doz-cevap verilerini sağlamamaktadır. Bunun yerine, seçili bir gaz dozu uygulaması sonucunda yabancı otun hangi oranda kontrol edildiğine yanıt vermektedir. Bu yüzden yöntemlerin sonucu doğrudan karşılaştırılabilir olmamaktadır. Görüntü işleme için görüntü alma ve aktarma dışında maskeleyme işlemleri bir yabancı otun bir büyüme evresi ve beş farklı dozu için yaklaşık olarak 450-500 dakika sürmektedir. Kuru maddeye göre yapılan analizlerde ise yabancı otların tarlada kök ve gövdelerinin ayrılması, laboratuvarında gövde yaş ve kuru ağırlıklarının belirlenmesi ve istatistik analizlerle doz-cevap verilerinin elde edilmesi süreci bulunmaktadır. Alev uygulamalarının yabancı otlara etkisinin belirlenmesinde gerek görüntü işleme gerekse analitik yöntemler çok hızlı yöntemler olarak değerlendirilemeyebilir. Ancak, kuru maddeye göre yapılan analitik analiz sonuçlarının doğru olduğu ve referans olarak kabul edilebileceği söylenebilir. Ne var ki, her iki yöntemde de yapılan hata düzeyi bilinmemektedir.

Kuru maddeye göre yapılan değerlendirmelerde yabancı otun toprak üstü aksamı (gövde ve yapraklar) tartılmaktadır. Bulunan toplam ağırlık içinde gövdenin kendisi önemli bir yer tutmaktadır. Oysa görüntü işlemede, yukarıdan alınan görüntülerde gövde kesitinin alanı çoğunlukla yeşil alana katılmış olabilir, ancak bu alan toplam yaprak alanı içinde oransal olarak çok küçük kalabilir. Aynı şekilde, alev uygulanmamış olan kontrol otlarında gövdenin etkisi görüntü işleme sonucu elde edilen alana minimum düzeyde etkili olmuştur. Bu değerlendirmeye göre, görüntü işleme yönteminde alev uygulamasının etkisi belirlenirken ağırlıklı olarak yaprak alanları hesaba katılmış olmaktadır. Bu nedenle, kuru maddeye göre yapılan analizlerin daha doğru sonuç vermesi beklenmelidir.

Görüntü işleme ile elde edilen kontrol oranları ve uygulanan gaz dozları arasında 10-12 Y dönemi ve 14. Gün için regresyon denklemi elde edilmiştir. Bu denklem kullanılarak ED₅₀, ED₈₀ ve ED₉₀ için gerekli gaz dozları sırasıyla 50, 83 ve 94 kg ha⁻¹ bulunmuştur. Bu etki değerleri kuru maddeye göre yapılan analizlerde sırasıyla ve yaklaşık olarak 83, 122, 191 kg ha⁻¹ bulunmuştur (Çizelge 4.5). Etki değerleri arasında bulunan farkları büyük olması, az önce açıklandığı gibi, gövde ağırlıklarının görüntü işleme analizlerine yeterince katılamamasından kaynaklanmış olmalıdır.

Sonuç olarak, kuru maddeye göre yapılan analizler ve elde edilen doz-cevap istatistiklerinin daha doğru sonuçlar verdiği ifade edilebilir. Görüntü işleme yöntemi, birbiri üzerine örtüşmüş yaprak alanlarını doğru hesaplayamadığı gibi, yabancı ot gövdesinin uygulanması gereken doza etkisini de yeterince hesaba katamamıştır. Bu nedenle, görüntü işleme yönteminin doğruluğunun düşük olması teknik olarak yalnızca görüntü işleme yöntemlerinin yetersizliği ilgili olmayıp alınan görüntünün yeterli olmamasından ve bitki fizyolojisi ile de ilgilidir. Yaprak kıvrılmalarını hesaba katabilecek farklı görüntü alma tekniklerinin kullanılmasının daha uygun olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca, alınan görüntüleri işlemek için maskeleme yöntemi kullanmak yerine anlık görüntüyü hızlı bir şekilde işleyen bir kodlama sistemi geliştirilebilir. Böylece, kontrol oranları elle yapılan maskeleme işleminden çok daha hızlı ve doğru bir şekilde yapılabilir ve analitik yöntemlere gerek kalmadan farklı yabancı otların gaz dozu gereksinimleri hesaplanabilir.

5. SONUÇ

Bu araştırmada, seçilmiş bir yabancı ot (domuz pıtrağı) kullanılarak tarla koşullarında ve kontrollü şartlarda (saksı denemesi koşullarında) mücadele edilebilmesi için yapılan LPG alevlemesinin sonuçları irdelenmiş, farklı etki değerleri için doz-cevap istatistikleri hesaplanmıştır. Ayrıca, görüntü işleme ile domuz pıtraklarının alevlemeden ne kadar etkilendiği hesaplanmıştır.

Yapılan değerlendirmeler, kontrollü şartlarda uygulanması gereken LPG dozlarının tarla koşullarına göre genellikle daha çok olması gerektiğini göstermiştir. Bunun bir nedeni kontrollü şartlar altında (saksıda) yabancı otun diğer yabancı otlarla rekabete girmemesi olabilir. Bunun sonucunda yabancı otlar daha fazla kuru madde oluşturmakta ve daha yüksek gaz dozu ile kontrol edilebilmektedir. Ayrıca, pıtrakların su stresinden doğal olarak kurumamaları için gerektiğinde yapay olarak sulanması da bu sonuca etki etmiş olabilir.

Kuru maddeye göre yapılan analizlerin, görüntü işleme yöntemine göre daha doğru sonuçlar vereceği tartışılmıştır. Görüntü işleme yönteminde yukarıdan çekilen görüntüler işlenmiştir. Bu yöntemde yapraklardaki kıvrılmalar ve örtüşmeler iyi algılanmadığından alev uygulamasının yaprak alanına etkisi tam olarak hesaba katılamamaktadır. Ayrıca, kuru madde analizinde yapraklara ek olarak güçlü bir gövde yapısına sahip olan domuz pıtraklarının gövde ağırlıkları da hesaba katılmaktadır. Görüntü işleme yönteminde ise analize sadece gövdenin enine kesit alanı katılabildiği için belirli bir kontrol oranı için gerekli gaz dozu kuru madde oranına göre çok daha düşük kalmıştır.

Tüm yöntemlerde alevlemenin düşük maliyetli ve etkili olması için 2-4 Y gelişme döneminde yapılmasının en uygun olacağı bulunmuştur. Yaklaşık 40 kg ha⁻¹ LPG dozu ile küçük pıtraklar %90 oranında kontrol altına alınmıştır. 6-8 ve 10-12 Y dönemlerinde, kök ve gövdesi gelişen yabancı ot ısıl strese daha dayanıklı hale geldiğinden kontrol altına alınması için daha fazla gaz dozu uygulanması gerekmekte, 14. günde bu değer yaklaşık 2-4 Y dönemine göre yaklaşık 3.5 kat fazladır. Uygun seçilmeyen bir LPG dozu

uygulamasından sonra, 6-8 ve 10-12 Y dönemindeki yabancı otların 14. günde tekrar alevlenmeleri gerekli görülmektedir.

Bu araştırma sonucunda şu öneriler yapılabilir:

- Çok yıllık bir deneme, bu verilerin doğruluğunu artırabilir.
- Görüntü işlemede yabancı ot yapraklarının kıvrılması ve örtüşmeleri ile ilgili sorunların en aza indirilmesi için farklı görüntü alma ve işleme yöntemleri üzerinde çalışılması daha doğru sonuçlar elde edilmesini sağlayabilir.
- Tek doz uygulamasına ek olarak 14. günde ikinci doz uygulamasının etkileri de incelemeye değer olabilir.

KAYNAKLAR

Anonim, 2019. The European Parliament and the Council of the European Union. Regulation Commission (EU) 2019/1176 on maximum residue levels for 2,5-dichlorobenzoic acid methylester, mandipropamid and profoxydim in or on certain products.

Arslan, S., Tursun, N., Kurtulmuş, F., Güleç, D. 2016. Optimizing the height, operating pressure, and burner angle of a weed flamer. *Agron. Res.*, 14-25.

Asan, Ş. 2019. Yabancı ot mücadelesi için bir alev makinasının tasarımı ve imalatı. Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bursa.

Ascard, J. 2008. Flame weeding: Effects of burner angle on weed control and temperature patterns, *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science*, 48:4, 248-254,

Beck, J.J., Coat, J.R., Duke, O.S., Koivunen, M.E. 2013. Pest Management with Natural Products, ACS Symposium Series 1141, ACS Division of Agricultural Inc., Washington, USA.

Borregaard, T., Nielsen, H., Norgaard, L., Have, H. 2000. Crop-weed discrimination by line imaging spectroscopy. *J. Agric. Eng. Res.*, 75, 389–400.

Burgos-Artizzu, X.P., Ribeiro, A., Guijarro, M., Pajares, G. 2010. Real-time image processing for crop/weed discrimination in maize fields. *Comput. Electron. Agric.*, 75, 337–346.

Crucefix, D. 1998. Organic Agriculture and Sustainable Rural Livelihoods in Developing Countries, Bristol, UK.

Cullu, M.A., Teke, M., Mutlu, N., Türker, U., Bilgili, A.V., Bozgeyik, F. 2019. Integration and Importance of Soil Mapping Results in The Precision Agriculture. 8 th International Conference on Agro-Geoinformatics (Agro-Geoinformatics), 16-19 July, 2019, İstanbul.

Çilingir, İ., Dursun, E. 2010. Bitki Koruma Makinaları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1531. ISBN 978-975-482-867-2.

Ebell, J., Cuthbert, I. 2006. A review of alternative vegetation control techniques for the E&N Railway. Streamline Environmental Consulting Ltd., Canada.

European Commission, 2020. Organic Farming Policy, rules, organic certifications, support and criteria for organic farming. https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/farming/organic-farming_en. (Erişim: 09.07.2020)

Eurostat, 2020. Organic farming statistics. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Organic_farming_statistics#:~:text=Organic%20farming%20covered%2013.4%20million,were%20Austria%2C%20Estonia%20and%20Sweden. (Erişim: 09.07.2020)

Font, D., Tresanchez, M., Martínez, D., Moreno, J., Clotet, E., Palacín, J. 2015. Vineyard yield estimation based on the analysis of high resolution images obtained with artificial illumination at night, *Sensors*, 15(4), 8284-8301.

Guyer, D.E., Miles, G. E. , Schreiber, M.M, Mitchell, O.R., Vanderbilt, V.C. 1986. Machine vision and image processing for plant identification, *Transactions of the ASAE* 29(6), 1500-1507.

Güleç, D., Arslan, S., Tursun, N. 2015. Farklı gaz memelerinin alev makinesi geliştirilmesi için kullanılma olasılıkları. *Tarım Makinaları Bilim Dergisi*, 113, 231-237.

Hlaing, S.H., Khaing, A.S. 2014. Weed and Crop Segmentation and Classification Using Area Thresholding. *IJRET: Int. J. Res. Eng. Technol.*, 3(3), 375-380.

Johnson W.C. 2004. Weed control with organic production. Proceedings of the Southeast Regional Fruit and Vegetable Conference. Savannah, Georgia. pp 13-14.

Kang, W.S. 2001. Development of a Flame Weeder. *Transactions of the ASAE*, 44(5), 1065-1070.

Karadöl H.Aybek, A. Arslan S.,Üçgül, M. 2016. Identification of Weeds in Corn a Field by Using Image Processing Techniques Kilis, Türkiye 3224-3232

Knezevic, S.Z., and S.M. Ulloa. 2007. Potential new tool for weed control in organically grown agronomic crops. *J. Agric. Sci.* 52(2), 95-104.

Knezevic S.Z., Streibig J.C., Ritz C. 2007. Utilizing R software package for dose-response studies: the concept and data analysis. *Weed Technol.*, 21: 840-848

Laguë C., Gill J., Pélouquin G. 2001. Thermal Control in Plant Protection. In: Vincent C., Panneton B., Fleurat-Lessard F. (eds) *Physical Control Methods in Plant Protection*. Springer, Berlin, Heidelberg

Linker, R., Kelman, E. 2015. Apple detection in nighttime tree images using the geometry of light patches around highlights, *Comput. Electron. Agric.*, 114, 154-162.

Mengüç, Ç. 2018. Herbisit Toksikitesi ve Yabancı Otlara Karşı Alternatif Mücadele Stratejileri. *Turk. J. Weed Sci.*, 21(1): 61-73.

Nemming, A. 1994. Costs of flame cultivation. *Acta Hort.*, 372, 205-212,

Oliphant, T.E. 2007. Python for scientific computing, *Comput. Sci. Eng.*, 9(3), 10–20.

OpenCV, 2014. “Open source computer vision”, www.opencv.org. Son Erişim Tarihi: 4 Ekim 2014.

Piron, A., Leemans, V., Kleynen, O., Destain, M.F. 2008. Determination of plant height for weed detection in stereoscopic images. In: Agricultural Engineering Conference 2008, Hersonissos, Greece.

R Development Core Team, 2006. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, www.R-project.org.

Riemens M.M., Van Der Weide, R.Y., Bleeker, P.O., Lotz, L. 2007. Effect of stale seedbed preparations and subsequent weed control in lettuce(cv. Iceboll) on weed densities. *Weed Res.*, 47(2), 149-156.

Rifai, M.N. 1996. Flame weeding in organic vegetable production. Organic Farming Research Foundation Project Report, Santa Cruz, California.

Rimando, A.M., Duke O.S. 2006. Natural Products for Pest Management. Chapter 1. American Chemical Society, ACS Symposium Series, 927: 2-21.

Rumpf, T., Römer, C., Weis, M., Sökefeld, M., Gerhards, R., Plümer, L. 2012. Sequential support vector machine classification for small-grain weed species discrimination with special regard to *Cirsium arvense* and *Galium aparine*. *Comput. Electron. Agric.*, 80, 89-96.

Seefeldt, S.S., Jensen, J.E., Fuerst, E.P. 1995. Log-logistic analysis of herbicide dose response relationships. *Weed Technol.* 9: 218-227.

Siddiqui, H.S., Lee, S., ve Lee, Y.K. 2011. Efficient Algorithm for Real-Time Specific Weed Leaf Classification System. *J. Communication and Computer*, 8, 819-830:

Singh, A.K., Pandey, A.K. 2019. Fungal metabolites as a natural source of herbicide: a novel approach of weed manage-ment. *J. Nat. Appl. Sci.*, 11(1): 158-163.

Sivesind, E.C. 2010. Selective flame weeding in vegetable crops. PhD dissertation. McGill University, Canada.

Sonnemann, G. 2004. Crosscutting issues to be explored by the UNEP/SETAC Life Cycle Initiative in 2004. *Int. J. Life Cycle Assess.*, 9(1): 67-67.

Streibig, J.C., Rudemo, M., Jensen, J.E. 1993. Dose response curves and statistical models. In: Streibig, J.C., Kudsk, P. (Eds.), *Herbicide Bioassay*. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, pp. 29-55.

Tarım ve Orman Bakanlığı, 2018. Organik Tarım Alanlarının Toplam Tarım Alanları İçerisindeki Oranı. Tarım ve Orman Bakanlığı Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü.

Turhan, Ş. 2005. Tarımda Sürdürülebilirlik ve Organik Tarım. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 11(1) : 13-24.

Tursun, N., Arslan, S., Demir, Z., Karlıdağ, H. 2016. Kayısı Bahçelerinde Yabancı Otlara Karşı Herbisitlere Alternatif Mücadele Yöntemlerinden Alevleme ve Örtücü Bitkilerin Kullanım Olanaklarının Araştırılması. TÜBİTAK 213 O 109 no.lu Proje Sonuç Raporu.

Ulloa, S.M., Datta, A., Knezevic, S.Z. 2010. Tolerance of selected weed species to broadcast flaming at different growth stages, *J. Crop. Prot.*, 29, 1381-1388.

Ulloa, S.M., Datta, A., Bruening, C., Neilson, B., Miller, J., Gogos, G., Knezevic, S.Z. 2011. Maize response to broadcast flaming at different growth stages: effects on growth, yield and yield components. *Eur. J. Agron*, 34(1), 10-19.

Vurro, M., Boari, A., Evidente, A., Andolfi, A., Zermane, N. 2009. Natural metabolites for parasitic weed management. *Pest Manag. Sci.*, 65: 566-571.

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.

Walt, S.V.D., Schönberger, J.L., Nunez-Iglesias, J., Boulogne, F., Warner, J.D., Yager, N. vd. 2014. Scikit-image: Image processing in Python, *Peer J.*, Article no. 453.

Wszelaki, A.L., Doohan, D.J., Alexandrou, A. 2007. Weed control and crop quality in cabbage (*Brassica oleracea* (capitata group)) and tomato (*Lycopersicon lycopersicum*) using a propane flamer. *J. Crop Prot.*, 26, 134-144.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Kadir Tayfun SEFİL
Doğum Yeri ve Tarihi : Osmangazi/BURSA 20.03.1993
Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu
Lise : Bursa Sınav Koleji - 2011
Lisans : Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem
Mühendisliği Bölümü- 2016

İletişim (e-posta) : ktsefil@hotmail.com

Mesleki deneyim : TÜBİTAK bursiyeri (Proje No: 117O098)

Akademik faaliyetler :

1. **Kurtulmuş, F., Sefil, K.T., Kargacı, K., Arslan, S. 2019.** Bilgisayarlı görme esaslı değişken oranlı bir alev makinası için görüntü alma sisteminin optimizasyonu. 32. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi, 04-06 Eylül, Çanakkale. pp.80
2. **Kargacı, K., Sefil, K.T., Arslan S., Tursun, N. 2019.** Response of Xanthium Strumarium to Flaming at Different Propane Doses under Controlled Conditions. 1st International Congress on Biosystems Engineering (ICOBEN2019), 24-27 September 2019, Antakya, Hatay, Turkey, pp. 60.