

YABANCI OT KONTROLÜNDE KULLANILAN
ALEV MAKİNALARI İÇİN
GAZ MEMELERİ GELİŞTİRİLMESİ

Çağdaş TURALOĞLU



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YABANCI OT KONTROLÜNDE KULLANILAN ALEV MAKİNALARI
İÇİN GAZ MEMELERİ GELİŞTİRİLMESİ**

Çağdaş TURALOĞLU

0000-0002-8003-7270

Doç. Dr. Selçuk ARSLAN

0000-0003-4636-1234

(Danışman)

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

BURSA – 2019

TEZ ONAYI

Çağdaş TURALOĞLU tarafından hazırlanan “YABANCI OT KONTROLÜNDE KULLANILAN ALEV MAKİNALARI İÇİN GAZ MEMELERİ GELİŞTİRİLMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Dalında Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

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

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

Selçuk Arslan

Üye : Prof. Dr. Halil ÜNAL
0000-0001-5830-2050
Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Halil Ünal

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

Nihat Tursun

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel 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 213 O 109 no.lu proje kapsamında desteklenmiştir.

16.10.2019


Çağdaş TURALOĞLU

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YABANCI OT KONTROLÜNDE KULLANILAN ALEV MAKİNALARI İÇİN GAZ MEMELERİ GELİŞTİRİLMESİ

Çağdaş TURALOĞLU

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Selçuk ARSLAN

Bu çalışmanın amacı, yabancı ot kontrolünde kullanılan alev makinelerinde kullanılabilir ve ticari gaz memelerine göre daha uygun bir gaz memesi geliştirmektir. Bu amaçla, sekiz farklı meme tasarlanmış ve 1,0-3,0 bar aralığında basınç-debi karakteristikleri gravimetrik olarak belirlenmiştir. Üç delikli 1 mm çaplı memenin 1,5-2,5 bar basınçlarda aralığında, yabancı ot mücadelesinde genellikle gerekli olan 40-130 kg ha⁻¹ propan (LPG) dozlarını uygulayabileceği bulunmuştur. Bu meme tipi, düşük dozlar için gerekli ilerleme hızını azaltmış, yüksek dozlar için gerekli olanı ise yükseltmiştir. Böylece ticari gaz memesi için 2,0 bar basınçta gerekli olan 1,8-8,1 km h⁻¹ aralığındaki hız sınırı 3,5-6,5 km h⁻¹ aralığına çekilmiştir. Yüksek dozlarda gerekli olan ilerleme hızları biraz artırılmış olduğundan uygulamada özel imal edilen gaz memesi kullanılarak alev makinesinin alan iş başarısının artırılabilir olduğu bulunmuştur. En düşük dozda ise ilerleme hızının düşürülmüş olması alan iş başarısını azaltacak olsa da yabancı otların alev maruz kalma süresi %20 kadar artacağı için alev uygulamasının ısıl etkinliğini potansiyel olarak artıracaktır. Tip2, Tip4, Tip6, Tip7 ve Tip8 istenilen basınçlarda çalışmadığı için deneylere devam edilmemiştir. Tip3 ve Tip5 memeler, delik çapları küçük olduğu için traktöre bağlanacak bir alev makinesi için uygun bulunmamıştır. Sonuç olarak, yabancı ot mücadelesinde kullanılacak alev başlıkları için daha uygun bir ürün (Tip1) elde edilebilmiştir

Anahtar Kelimeler: Yabancı ot kontrolü, ısıl teknik, alev makinesi, gaz memesi, doz
2019, vii + 44 sayfa

ABSTRACT

MSc Thesis

THE USE OF DIFFERENT GAS INJECTORS FOR DEVELOPING FLAME CULTIVATOR TORCHES

Çağdaş TURALOĞLU

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

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Selçuk ARSLAN

The aim of this study was to develop a gas nozzle that can be used more appropriately in flame weeding compared to commercial gas nozzles. For this purpose, eight different types of nozzles were built, tested at gas pressures of 1,0-3,0 bar, and flowrate-pressure characteristics were determined using gravimetric method. Among the gas nozzles built, 3-hole 1 mm diameter nozzle was found to be appropriate to provide targeted LPG gas doses of 40-130 kg ha⁻¹ at a pressure range of 1,5-2,5 bar. This nozzle decreased the high ground speeds for low gas doses that had to be applied using the commercial gas nozzle, and increased the low ground speeds for high gas doses. As a result, the required ground speed range of 1,8-8,1 km h⁻¹ for the commercial nozzle was improved to 3,5-6,5 km h⁻¹ at an operating gas pressure of 2,0 bar. Field capacity can be increased using the specially-built nozzle since ground speeds were increased at high doses. Also, the exposure time of weeds to heat was increased about 20% at low doses, potentially increasing the flaming efficiency. Type2, Type4, Type6, Type7, and Type8 does not work at desired pressures, trials have not been continued. Due to small-hole diameters, Type3 and Type5 were not appropriate for tractor-mounted flame weeders. It was concluded that the result of the study to develop specially-built gas nozzle (Type1) as an alternative to commercial ones was positive.

Key words: Weed control, thermal method, flame cultivator, gas nozzle, dose
2019, vii + 44 pages.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimim süresince bilgilerinden faydalandığım, beraber çalışmaktan onur duyduğum ve tecrübelerinden yararlanırken göstermiş olduğu sabır ve hoşgörüden dolayı danışmanım Doç. Dr. Selçuk ARSLAN'a çok teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmakta olduğum KARATAŞ A.Ő. firmasına çalışma konum ile ilgili her türlü destek ve olanağı sağlayan, şirketin imkânlarını kullanmama izin veren Yönetim Kurulu Başkanımız A. Mustafa KARATAŞ ve Genel Müdürümüz Tolga ÇİZMELİ'ye, katkılarını ve desteğini esirgemen Pazarlama Müdürümüz İlhami KARATAŞ ve diğer mesai arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmalarım süresince beni cesaretlendirmesi ve özverisinden dolayı değerli arkadaşım Şafak ASAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, tüm bu süreç boyunca maddi ve manevi desteğini esirgemeyen annem Nazlı TURALOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

213 O 109 numaralı proje ile maddi destek sağlayan TÜBİTAK'a teşekkürlerimi sunarım.

Çağdaş TURALOĞLU

... /... /2019

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1. Alevli Yabancı Ot Mücadelesi	9
2.2. Yabancı Ot Mücadelesinde Aevleme Teknikleri	10
2.2.1. Çıkış Öncesi Aevleme Tekniği	10
2.2.2. Çıkış Sonrası Aevleme Tekniği	11
2.2.3. Çapraz Aevleme Tekniği	11
2.2.4. Paralel Aevleme Tekniği	11
2.3. Problem tanımı	13
2.4. Amaçlar	15
3. MATERYAL VE YÖNTEM	16
3.1. Materyal	14
3.2. Yöntem	20
3.2.1. Gaz memelerinin basınç-debi karakteristikleri	20
3.2.2. Kalibrasyon	21
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	23
4.1. Tip1 (1 mm 3 delikli) meme testleri	24
4.2. Tip3 (0,8 mm 3 delikli) meme testleri	29
4.3. Tip5 (0,5 mm 5 delikli) meme testleri	34
4.4. Alan iş başarısı	35
4.5. Termal kamera görüntüleri	37
5. SONUÇ	41
KAYNAKLAR	42
ÖZGEÇMİŞ	44

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler **Açıklama**

%	Yüzde
°	Derece

Kısaltmalar **Açıklama**

cm	Santimetre
dk	Dakika
g	Gram
km	Kilometre
kPa	Kilo Paskal
MPa	Mega Paskal
L	Litre
m	Metre
mm	Milimetre

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1. Bağda alevli yabancı ot mücadelesi	2
Şekil 2.1. Bir alevleme makinesinin şematik şekli	5
Şekil 2.2. Traktörle çekilir tip alev makinası	8
Şekil 3.1. Gaz yakma sisteminin şematik şekli	16
Şekil 3.2. Alev başlığının konumu	17
Şekil 3.3. Tüp içindeki gaz sıcaklığını sabit tutmak için kullanılan gaz banyosu	17
Şekil 3.4. Özel imal edilen meme tiplerinin genel görünüşü	18
Şekil 3.5. Alev hüzmelerinin izlenmesi için kullanılan termal kamera	20
Şekil 4.1. Yelpaze ve konik hüzmeli memelerde düşük basınçta örnek alev hüzmeleri	23
Şekil 4.2. Tip1 memenin basınç-debi grafiği	25
Şekil 4.3. Tip1 memenin basınç-doza grafiği	26
Şekil 4.3. Tip1 memenin farklı gaz basıncı ve ilerleme hızlarında uygulanabilecek gaz dozları	27
Şekil 4.5. Tip 1 memede gaz dozu ve basıncına bağlı olarak uygulanması gereken ilerleme hızları grafiği	29
Şekil 4.6. Tip3 memenin basınç-debi grafiği	30
Şekil 4.7. Tip3 memenin basınç-alana düşen LPG dozu grafiği	31
Şekil 4.8. Tip3 memenin doza ve basınca bağlı makine ilerleme hızları	32
Şekil 4.9. Tip3 memede doza ve basınca bağlı makine ilerleme hızı	33
Şekil 4.10. Tip5 memenin basınç-debi grafiği	35
Şekil 4.11. Tip5 memenin basınç-alana düşen LPG dozu grafiği	35
Şekil 4.12. Tip5 memenin doza ve basınca bağlı olarak makine ilerleme hızı	36
Şekil 4.13. Tip5 memede gaz dozu ve basıncına bağlı olarak uygulanması gereken ilerleme hızları	37
Şekil 4.14. Farklı meme tiplerinde 0,20 MPa gaz basıncında alev hüzmelerinin termal kamera görüntüleri	39

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1. İmal edilen memelerin kodları	19
Çizelge 4.1. Tip1 memenin farklı gaz basınçlarında yakıt tüketimi	24
Çizelge 4.2. Tip1 delikli memenin basınç-debi-doğ değerleri	25
Çizelge 4.3. Tip1 memede farklı gaz basıncı ve ilerleme hızlarında uygulanabilecek gaz dozları (kg ha ⁻¹)	27
Çizelge 4.4. Tip1 memede farklı gaz basıncı ve belirli gaz dozları için gerekli makine ilerleme hızları (km h ⁻¹)	28
Çizelge 4.5. Tip3 memenin basınç-debi değerleri	29
Çizelge 4.6. Tip3 memede farklı gaz basıncı ve ilerleme hızlarında uygulanabilecek gaz dozları (kg ha ⁻¹)	30
Çizelge 4.7. Tip3 memede farklı gaz basıncı ve gaz dozlarında uygulanabilecek ilerleme hızları (km h ⁻¹)	33
Çizelge 4.8. Tip5 memenin farklı gaz basınçlarında yakıt tüketimi.....	34
Çizelge 4.9. Tip5 memede farklı gaz basıncı ve ilerleme hızlarında uygulanabilecek gaz dozları (kg ha ⁻¹)	34
Çizelge 4.10. Tip5 memenin farklı gaz basıncı ve gaz dozlarında uygulanabilecek ilerleme hızları (km h ⁻¹)	36
Çizelge 4.11. Gaz memelerin 0,20 MPa çalışma basıncında teorik alan iş başarısı	38
Çizelge 4.12. Gaz memelerinin 4 sıralı bir alev makine ile çalıştırılması durumunda 0,20 MPa çalışma basıncında teorik alan iş başarısı	38

1. GİRİŞ

Tarımsal üretimde birim alandan istenilen verimin elde edilebilmesi için yapılması gereken işlemlerden birisi de kuşkusuz yabancı otlar ile mücadeledir. Yabancı otlar ile mücadele yöntemleri arasında toprak işleme, kimyasal ilaç uygulaması ve elle toplama gibi metotlar bulunmaktadır. Ancak dünyada tüketim alışkanlıkları ve hassasiyetleri değişmektedir. Çevreye duyarlı organik ürün tüketimine doğru da önemli bir yönelim görülmekte ve sonuç olarak kimyasal ilaçlar (herbisit) ile yapılan yabancı ot mücadelesi sınırlanmaktadır. Bu çerçevede ilaç kullanılmadan yapılabilecek alternatif yabancı ot mücadele yöntemleri ön plana çıkmaya başlamıştır ki “Alevli Yabancı Ot Mücadelesi – Flame weeding” bunlar arasında en önemli yöntem olarak düşünülmektedir. Özellikle Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa kıtasında mısır, pamuk, patates, sebze çeşitleri, bazı meyve bahçeleri ve asma dahil olmak üzere birçok üründe alev uygulamak suretiyle yabancı ot mücadelesi yapmak yönünde çalışmalar görülmektedir (Rifai ve ark., 2000; Diver, 2002; Wszelaki ve ark., 2007; Sivesind ve ark., 2009; Ulloa ve ark., 2011; Knezevic ve ark., 2014).

Alev uygulamasının tarihi oldukça eskilere dayanmaktadır. Ancak, alev uygulaması ile yabancı ot kontrolü için yalnızca birkaç ülkede ticari ürünler üretilmekte olup dünyada yaygın bir uygulama yöntemi olarak benimsenmemiştir. Ülkemizde de özellikle Ege bölgesinde organik tarım yapılan işletmelerde, kimyasal ilaç kullanımı çok sınırlandırılmış olduğundan, bağ ve bahçelerde yabancı otların sanayide şalamo veya pürmüz olarak bilinen alev başlıklarıyla etkisiz hale getirildiği bilinmektedir. Ancak, ülkemizde tarla tarımı alanında alevleme uygulaması yapılmadığı ve buna uygun ticari alev makinelerinin de bulunmadığı görülmektedir.

Bu yöntemin yöresel ve ülkesel bazda teknik ve ekonomik olarak uygulanabilirliği artırılabilirse, belirli koşullarda kimyasal ilaç kullanımı azaltılabilir, özellikle organik tarım pazarının payı artırılabilir. Bu açıdan bakıldığında kimyasal ilaçlara alternatif yöntemlerin geliştirilmesi, hem bir gereklilik hem de önceliklidir; ayrıca, hayati bir konu olarak değerlendirilebilir.

Alev uygulaması günümüze kadar bağ ve bahçe tarımında, tarla tarımına göre daha fazla denenmiş ve kısmen uygulama alanı bulmuştur. Alev uygulaması için geliştirilmiş ticari ürünler de bazı ülkelerde bulunmaktadır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Bağda alevli yabancı ot mücadelesi (Earth Sky Solutions, 2019)

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

Ascard ve Mattsson (1989), soğan bitkisi üzerinde yaptıkları alev uygulamalarında başarılı olmuşlardır. Alevli mücadele tekniğinin kimyasal püskürtmeden daha pahalı olduğunu tespit etmişlerdir. Ancak alevli mücadele tekniğinde daha az kirlenmiş tarımsal ürünler muhtemel avantajlar arasında görülmüştür.

Nemming (1994), şeker pancarı ve soğanın organik üretiminde alev uygulamaları testlerini yapmıştır. Alev uygulama maliyeti ve alev uygulanan alan arasındaki ilişkiye bağlı olarak bir ekonomik model geliştirmiş, tarla denemelerini ve modeli iki farklı alev düzeneğinin maliyetini karşılatırmada temel parametreler olarak kullanmıştır. El ile yapılan mekanik çapalama işlemine göre, alev uygulamasının 1-5 ha büyüklüğündeki alanlarda daha ekonomik olduğunu ifade etmiştir. Alev uygulamasının hektar başına maliyetini 1000 Danimarka Kronu'nun altına indirebilmek için ise 6-20 ha alanın yeterli olduğunu bildirmiştir.

Ascard (1995), bitkilerin ve yabancı otların alev uygulamasına verdiği cevabı araştırmış, propan dozunun ve ilerleme hızının etkileri üzerine çalışmalar yapmıştır. Tek yıllık yabancı ot türlerine 0-4 yapraklı dönemde 10-20 kg ha⁻¹ propan dozu uygulanarak %95'i kontrol altına alınmış, 20-50 kg ha⁻¹ propan dozu uyguladığında ise %100'ü yok edilmiştir. Yabancı otların daha ileri gelişme dönemlerinde ise propan dozunun artırılması gerektiği görülmüştür. Isıya dayanıklı yabancı otlar, doz ne kadar artırılırsa artırılırsın tek uygulama kontrol ile altına alınamamıştır. Farklı tip alev makinaları da test edilmiştir. Muhafazalı alev uygulamaları, ısı toleransı yüksek olan ot türlerinde açık alev uygulamalarına göre daha etkili bulunmuştur. İlerleme hızı alev makinasının propan tüketim miktarına bağlı olarak değişmiştir. Küçük yabancı otlarda 34 kg h⁻¹ propan kullanan bir makinenin efektif ilerleme hızı 8 km h⁻¹ iken 12 kg h⁻¹ propan kullanan bir makinenin efektif ilerleme hızı 2,6 km h⁻¹ bulunmuştur.

Ascard, 1995 yılında alev makinalarının maliyeti ile ilgili bazı değerlendirmelerde bulunmuştur. Alev uygulamalarının toplam maliyeti genellikle kimyasal yabancı ot kontrolünden daha yüksektir. Bunun ana sebebi ise alev makinesinin maliyetinin yüksek,

tarla kapasitesinin düşük olmasıdır. İlerleme hızı, yabancı ot kontrolü için önemli bir etkidir ve toplam maliyeti etkilemektedir. Alev uygulamasında, propan gazının maliyeti kimyasal ilaç maliyetinden daha fazla değil, birbirine yakındır. Ayrıca, propan gazının maliyeti alevlemede toplam maliyet içinde önemli bir yer almaktadır. Alev uygulamaları 1940-60'lı yıllarda mısır, pamuk, soya, patates, fasulye, üzüm, çilek gibi ürünlerde kullanılmıştır. En yoğun araştırmalar ısı toleransı yüksek olan pamukta sıra üzerindeki küçük yabancı otların alev uygulamasıyla yok edilmesi için yapılmıştır.

Ascard (1995), başka bir çalışmada yerden 10 cm yukarıdan alev açısının yabancı ot kontrolüne ve sıcaklık dağılımına etkisini araştırmıştır. Öne ve arkaya 45° ve 67° ve 90° açılarla çalışmalar yapmıştır. Yabancı ot miktarında en çok azalma geriye doğru 67° alev uygulama açısında olduğu görülmüş, fakat alev açıları arasındaki farkların önemli olmadığı da ifade edilmiştir. Alev uygulamaları esnasında, bulunduğu konum sebebiyle 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. Alev uygulaması ile ortaya çıkan sıcaklık laboratuvar ortamında raylı bir sistem kullanılarak toprak yüzeyinden 1 cm yukarıda tarla koşullarında denenilen açılarda denenmiş ve alev sıcaklıkları ölçülmüştür. Sıcaklık-zaman eğrileri elde edilmiş, en yüksek sıcaklıklar kaydedilmiş ve sıcaklık etkisinin bitkide ne kadar süre etkili olduğu belirlenmiştir. Farklı açılarda uygulanan alev uygulamalarının sıcaklıkları arasında kayda değer farklılıklar bulunmuş, ancak laboratuvar ortamında bulunan sıcaklıklar ile tarlada elde edilen yabancı ot kontrol düzeyi arasındaki önemli bir ilişki bulunmamıştır. Termal yöntemlerle yabancı ot kontrolünde yalnız sıcaklığa bağlı olarak yapılacak değerlendirmelere güvenilemeyeceği görülmüş ve araştırma yöntemlerinin geliştirilmesi gerektiği önerilmiştir. Önemli bir husus da laboratuvar şartlarında en uygun bulunan alev uygulama açısının tarla koşullarında en uygun olmadığı görülmüştür. Bu nedenle tarla koşullarında yapılacak deneylerde en uygun alevleme açısının belirlenmesi gerektiği veya laboratuvar ortamında tarla şartlarının oluşturulması gerektiğidir.

Rıfai ve ark. (1996), organik soğan ve havuç üretiminde alev uygulaması ile mekanik bir mücadele yöntemi olan çapalama işlemini yabancı ot kontrolünde etkinlik, iş gücü tasarrufu ve verimlilik yönünden incelemiştir. Araştırmacılara göre, yabancı otlarla

mücadele uygulaması rekabet döneminden kaçınmak için erken dönemde yapılmalıdır. Alev uygulaması, bitki çıkışı öncesinde yapıldığında yabancı ot sayısı %64-92 oranında kontrol altına alınmıştır. Alev uygulamasının organik tarımda önemli iş gücü kazancı sağladığını, ancak iki defa yapılan alev uygulamasının daha fazla verim kaybına sebep olduğu sonucuna varmıştır. Havuç üretiminde sadece el ile mekanik ot mücadelesi yapıldığında, bir kez çıkış öncesi alev uygulaması ve iki kez elle mekanik çapalamaya göre iş gücü gereksinimi iki kat fazla olduğu görülmüştür. Sebze üretiminde çıkış öncesi alev uygulamasının daha sonra yapılacak olan yabancı ot kontrolü işlemlerini ve toplam maliyeti önemli ölçüde etkilediğini bulmuştur. Ayrıca, uygulama zamanının önemli olduğu, bir defa yapılan ve erken dönemde uygulanan alev uygulaması işleminin verimi düşürdüğü sonucuna varmıştır.



Şekil 2.1. Traktörle çekilir tip alev makinası (Red Dragon, 2019)

Seifert ve Snipes (1998), alev uygulamasının pamuk bitkisi üzerinde gösterdiği etkiyi araştırmıştır. Bu uygulama için 100-175 kPa basınçlı sıvı LPG gazı kullanmıştır. Alev uygulamalarını 20-25 cm ve 40-45 cm bitki yüksekliğinden iki farklı büyüme evresinde uygulamıştır. Alev uygulamasını da iki farklı şekilde (su kalkanı kullanarak ve kullanmadan) denemiştir. Üç yılda yapmış olduğu denemelerin bir yılında az miktarda bitki hasarı görülmüş, fakat toplam tohum sayısı ve lif kalitesinde bir değişiklik olmamıştır. 1994 yılında 175 kPa basınçta sıvı kalkanı kullanmadan yapılan alev

uygulamasında büyüme evresi ne olursa olsun bitki hasarının fazla olduğu gözlemlenmiştir. Fakat sonraki iki yıl içerisinde bitkide herhangi bir hasar görülmemiştir. Alev makinasının üzerinde yer alan sıvı kalkanı ise bitki hasarını azaltmıştır. Alev uygulaması, sıvı kalkanı kullanılsın veya kullanılsın bitkide büyüme ve üreme ile ilgili olumsuz bir etki yapmamıştır.

Kang (2001), farklı alev makinalarında sıcaklık dağılımını test etmiş, bir alev makinası geliştirmiş ve yabancı ot kontrolüne etkisini incelemiştir. Test edilen önemli parametrelerin basınç ve ilerleme hızı ve buna bağlı olarak uygulama dozu (kg ha^{-1}) olduğunu ifade etmiştir. 40 kg ha^{-1} ve üzeri gaz dozu yabancı otları %80 oranında kontrol ederken 60 kg ha^{-1} gaz dozu ise %90 oranında kontrol altına almıştır. İkinci yıl yapılan denemelerde yalnız bir doz oranı ($57,4 \text{ kg ha}^{-1}$) uygulanmış ve tekrarlı uygulamalarda 1 km h^{-1} traktör ilerleme hızında yabancı otların %99 oranında kontrolü sağlanmıştır.

Lague ve ark. (2001) yabancı ot ve bitki hastalığı kontrolünde kullanmak üzere bir deney düzeneği oluşturmuştur. Bu uygulama için bilgisayarla kontrol edilebilen ve üzerinde mobil bir taşıyıcı, sıvı LPG deposu, gaz emisyonunu ölçen ve farklı alevleme üniteleri bulunan bir deney düzeneği oluşturmuşlardır. Üç farklı alevleyicinin 135–485 kPa basınçlarda yapılan deneylerde alev sıcaklığı, alevleyicinin LPG tüketimi ve gerekli ısı enerjisinin hesaplanmasına ait veriler bulunmuştur.

Organik üretimin yapıldığı meyve bahçeleri ve bağlarda herbisit kullanımını ortadan kaldırmak için geliştirilen alev makinaları ile yabancı otların alevleme ile yok edilmesi amacıyla çalışmalar yapılmıştır. Çevresel faktörler göz önüne alındığında bu yöntemin konvansiyonel tarıma büyük bir ekonomik katkı sağlayacağı belirtilmiştir (Bittner ve Merwin 2003).

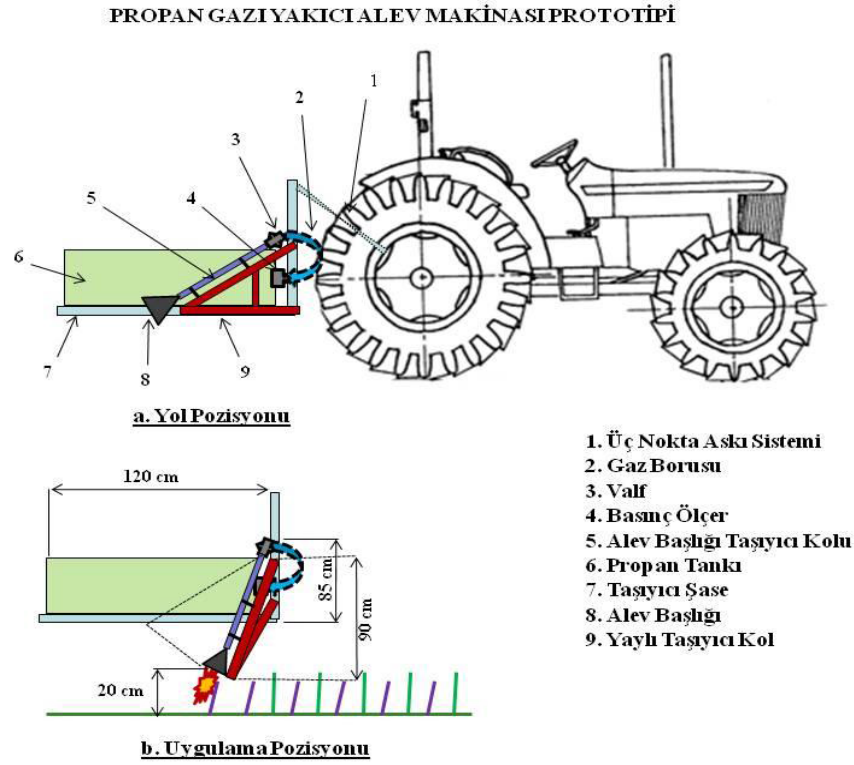
Ebell ve Cuthbert (2006), alev makinası ve ekipmanlarının İsveç, Almanya, Hollanda, Danimarka ve Amerika'da üretildiğini bildirmiştir. Yabancı ot kontrolünde alev uygulaması için birçok yaklaşım olduğunu, fakat açık alev uygulamasının etkinliğinin en az olduğunu bildirmiştir. Ancak, ısı uygulamaları arasında en yüksek ısı enerjisini alev uygulaması verdiği için bu uygulamanın yapılacak mücadelenin hızını artırdığını

bildirmiştir. Demiryollarında yabancı ot mücadelesi için kullanılan yöntemlerin (muhafaza içinde alevleme, herbisit, radyasyon, ıslak infrared, yüksek sıcaklıklı buhar, ipli çim biçme) maliyetlerini Kanada doları cinsinden bildirmiştir. Bu araştırmacılar, tarıma uygun olan ısı yöntemlerinin alev uygulaması ve buhar uygulaması olduğunu bulmuştur. Bu ısı uygulama yöntemlerinin ve herbisit kullanımının maliyetleri karşılaştırılırsa; birer defa uygulandıklarında alev uygulaması maliyeti 17 500 \$, buhar uygulaması 10 360 \$ ve herbisit uygulaması ise 45 000 \$ bulunmuştur. Ekipman maliyetleri alev makinasının 35 000 \$ ve sıcak buhar ünitesinin 1,2 milyon \$ olduğunu bildirmiştir. Herbisit kullanımını ise demiryolları hizmet alımı ile yapmış ve ekipman maliyetleri için fiyat bildirmemiştir.

Sivesind ve ark. (2009), Kanada'nın belirli bir bölgesinde bahçe bitkilerinde karşılaşılan yabancı otların doz-cevap eğrilerini elde etmiş, alev uygulamasının çift çenekli otların kontrolünde tek çenekli otlara göre daha etkili olduğunu sonucuna varmıştır. Uygulanan LPG dozu ne kadar yüksek olursa olsun tek çenekli otların en az yarısı kontrol altına alınamamıştır. Kızıl köklü domuz otu (*Xanthium strumarium*) 4 yapraklı döneme kadar 1,19-2,72 kg km⁻¹ LPG doz uygulaması ile, adi kuzukulağı (*Rumex crispus* L.) ise 6 yapraklı döneme kadar 0,83-2,85 kg km⁻¹ dozda propan uygulaması ile %95 oranında kontrol altına alınmıştır. Soğan ve brokolinin tek bir alev uygulamasını tolere edebildiği, fakat dikim işleminden 20 gün sonrasına kadar yapılan alev uygulamasında verimin düştüğü gözlemlenmiştir. Ispanakta ve yumrulu bitkilerde 4-6 yapraklı dönemde yapılan alev uygulamalarında verim kayıpları görülmüş, fakat kültür bitkilerinin çıkışı öncesi yapılan alev uygulamalarında verim kayıpları görülmemiştir. Buna verilere göre alev uygulamasının yabancı otların erken büyüme dönemlerinde yapılması gerektiği bulunmuştur. Çıkış öncesi yapılan herbisit uygulamasında olduğu gibi alev uygulaması da çıkış öncesi yapıldığında daha etkili olduğu ve verim kaybına neden olmadığı gözlemlenmiştir. Alevleme işçiliğinin maliyetli olduğu yabancı ot mücadelesine alternatif olabileceği bulunmuştur.

Knezevic ve ark. (2014), yabancı ot alev uygulaması için ticari alev makinaları bulunduğunu, ticari alev makinelerinin maliyetinin makinenin boyutuna ve teknik özelliklerine bağlı olarak 6 000-15 000 \$ olduğunu bildirmiştir. Bu makinelerin araştırma

için küçük parsellere uygun olmadığını ve araştırma amaçlı makinelerinin geliştirilmesinin gerektiğini tartışmıştır. Araştırma alanlarında kullanılmak için imal edilebilecek ve maliyeti düşük bir alev makinesinin şematik şekli de (Şekil 2.1) gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Bir alev makinesinin şematik şekli (Kıran, 2010)

Yukarıdaki kaynaklarda görüldüğü gibi, ülkemizde meme geliştirmesiyle ilgili yapılmış çalışmaya rastlanmamıştır. Yabancı literatürde de alev makinelerinin geliştirilmesi ve denenmesiyle ilgili kaynaklara rastlanmıştır, ancak meme geliştirme veya kullanılan meme tiplerinin ne olduğuna ait yeterli açıklama bulunmamıştır. Endüstride farklı amaçlarla (boyama, asfaltlama, ilaçlama) geliştirilen memeler alev makineleri için doğrudan kullanılabilir nitelikte değildir. Bu nedenle ticari amaçla kullanılan gaz memelerinin ya doğrudan modifiye edilmesi veya bunlara benzer yeni gaz memeleri geliştirilmesi gerekli görünmektedir.

2.1. Alevli Yabancı Ot Mücadelesi

Farklı kültür bitkilerinde kimyasal mücadelenin alternatifinin çok fazla olmaması, uygulanabilirliğinin daha kolay olması, kısa sürede etkili olması, ekolojik şartlardan fazla etkilenmemesi ve diğer yöntemlere göre maliyetinin düşük olmasından dolayı en çok tercih edilen yöntemlerden birisidir. Ancak, herbisitlerin pahalı olması yanında birçok olumsuz etkileri vardır. Aşırı herbisit kullanımının toprak, su ve yiyeceklerde kalıntı bırakması, insan sağlığını olumsuz tehdit etmesi, hedef dışı organizmalara etki etmesi, yabancı otlarda dayanıklılığa neden olması ve çevre kirliliği sebep olması nedeniyle bunların kullanımına kısıtlama getirilmek istenmektedir (Güleç ve ark., 2015).

Yabancı otlarla mücadelede herbisitlerin dışında mekanik mücadele yöntemi olarak toprak işleme yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunların yanı sıra biyolojik ve kültürel mücadele de kullanılan yöntemler arasındadır. Ele alınabilecek diğer yabancı ot kontrol yöntemleri arasında ısıl yöntemler bulunmaktadır. Isıl yöntemler arasında lazerler, mikrodalga, UV, sıvı nitrojen ve elektrik uygulamaları denenmiş, bugün için tarımsal uygulamalarda en uygun yöntemlerin alev ve buhar uygulaması olabileceği görülmüştür. Alev uygulaması (alevleme); etkin, güvenli, yapısal makine basitliği, sağlamlık ve uygun maliyet sayesinde uygulama alanı bulabilmektedir (Merfield, 2011). Alev makineleri basit yapılı oldukları halde, alevleme tekniğinde başarı birçok agronomik ve teknik faktöre bağlıdır (Sivesind ve ark., 2009).

Yabancı otların ısıya karşı toleransı, sıcaklık ve alev hacmi, alevleyici tasarımı, ısıya maruz kalma süresi ve alevleyicinin nasıl konumlandırıldığı; bitkinin alev uygulaması ile yok edilip edilemeyeceğine etki etmektedir. En uygun alevleme yüksekliği yerden 20-25 cm, alev başlığı açısı düşey düzleme göre 30-45° ve alevin bitkiye uzaklığı 5 cm bulunmuştur (Kang, 2001).

Mekanik yöntemler ile karşılaştırıldığında, alevleme yöntemi toprağa müdahale ederek bozmamakta ve toprak altındaki tohumları toprak yüzeyine çıkarmamaktadır (Wszelaki et al., 2007). Ayrıca alevle uygulaması hastalık ve böcek kontrolü gibi ek faydalar da sağlamaktadır.

Alev uygulamalarında çoğunlukla propan gazı kullanılmaktadır (Ulloa ve ark., 2011). Yabancı otlara alev uygulaması, organik üretim yapılan alanlarda kabul gören bir yöntem olmakla beraber hem organik hem de geleneksel üretimde uygulanmaktadır (Parish, 1990; Bond ve Grundy, 2001). Alev uygulaması, bir yabancı ot yakma işlemi olmayıp alevin ısı enerjisi bitki dokusuna geçmektedir (Lague ve ark., 2001). Yabancı ot hücreleri içinde sıcaklık 50 °C'nin üzerine çıktığında hücre proteinlerinin pıhtılaşmaya başladığı bildirilmiştir (Parish, 1990). Bitki dokusu 0.1 s gibi kısa bir sürede 100 °C'nin üzerine çıktığında hücre suyu kaynatarak hücre çeperini patlamaktadır (Morelle, 1993). Bunun sonucunda bitki besin elementlerinden faydalanamadığı için yabancı ot ölmektedir (Rifai ve ark., 1996). Bazı yabancı otlara alev tam olarak isabet etmediği için veya ısı toleransının yüksek olması sebebiyle alev uygulamasından etkilenmeyebilir. Alev uygulamasının yabancı otlara ne kadar etki edeceği alevleme tekniğine ve çevre faktörlerine de bağlıdır (Parish, 1990). İnfrared, alevleme ısıl yöntemler içinde yabancı ot kontrolünde en iyi potansiyele sahip olduğu görülmüştür. (Rifai ve ark., 2003).

2.2. Yabancı Ot Mücadelesinde Alevleme Teknikleri

Alev uygulamasının en iyi sonuç verdiği zaman yabancı otların 5 cm. uzunluğunda oldukları zamandır. Yabancı otların boyları uzadıktan sonra gelişmeleri de bir sonraki safhaya geçmekte ve tüm dış etkenlere olduğu gibi ısıl strese karşı da daha dayanıklı bir hale gelmektedir. Bu yüzden çoklu uygulama gerekebilmektedir. Bazı araştırmacılar, bir üretim sezonunda birden fazla alevleme yapılmasını önermiştir (Diver, 2002)

2.2.1. Çıkış Öncesi Alevleme Tekniği

Bu uygulama tekniği özellikle sebze ziraatında uygulanmakta olup, ekilen kültür bitkisi çimlenip toprak yüzeyine çıkmadan alev uygulaması yapılmaktadır. Bazen de ekimden önce tohum yatağına alev uygulaması ile yabancı otlar yok edildikten sonra temiz bir tohum yatağına kültür bitkisi ekimi gerçekleştirilmektedir (Desvaux ve Ott, 1986). Uygulama zamanının belirlenmesinde kültür bitkisinin ve yabancı otun gelişim düzeyinin

sürekli olarak kontrol edilmesi gerekmektedir. Yapılan bu gözlemler sonucunda en uygun zaman belirlenmelidir (Kıran, 2010).

2.2.2. Çıkış Sonrası Alevleme Tekniği

Alev uygulaması kültür bitkisi çıktıktan sonra, aleve karşı kendisini koruyabilecek düzeye gelince yapılan, kontrollü olarak yürütülen ve selektif yakma şeklinde gerçekleştirilen bir tekniktir. Uygulama çıkıştan belirli bir süre geçmesinden sonra yapılmaktadır (Ulloa ve ark., 2011; Wszelaki ve ark., 2007). Gerek çıkış öncesi gerekse çıkış sonrası alev uygulaması, tüm tarla yüzeyine uygulanabileceği gibi, sıra bitkilerinde sıra arasına veya sıra üzerine de uygulanabilmektedir. Sıra arasındaki alev uygulaması aynı zamanda bant alevlemesi olmaktadır. Bunun için makinenin, uygun donanımlara sahip olması gerekmektedir.

2.2.3. Çapraz Alevleme Tekniği

Alev püskürtücü başlıkların, sıra üzerine bakarak ve şaşırtılmış şekilde yerleştirildiği bu uygulama tekniğinde sıra üzerinde alev gelmeyen hiçbir yer kalmamaktadır. Alev başlıklarının belirli bir açı ile yerleştirilmesi sayesinde karşılıklı gelen alevin türbülans yapması ile yere çarpan ısı dalgalarının yükselip ana bitkiye zarar vermesi engellenmektedir. Buna göre, çapraz alevleme tekniği bitki kök bölgesini hedef alan sıra üzeri alev uygulamasıdır (Diver, 2002).

2.2.4. Paralel Alevleme Tekniği

Alev başlıkları, çapraz alevleme tekniğinin aksine sıraya paralel olarak yerleştirilmektedir. Paralel alev uygulaması 1950 yıllarının sonlarına doğru çapraz alev uygulamasına alternatif olarak geliştirilmiştir. Mevcut çapraz alevleme yönteminin bitkide yanık hasarına ve önemli verim azalmasına neden olması, paralel alev uygulaması alanındaki çalışmaları hızlandırmıştır (Trupper ve Mathews, 1954).

Paralel alev uygulamasının bir başka avantajı ise, propan kullanım etkinliğini artırmak ve mahsulü yoğun ısıdan korumak için başlıklar kullanılabilmesidir (Ascard, 1995; Bruening, 2009).

2.3. Problem tanımı

Ülkemizde alev uygulaması ile ilgili sınırlı sayıda çalışmalar yapılmıştır (Kıran, 2010; Kitis, 2010; Tursun ve ark., 2017a; Tursun ve ark., 2017c). Süleyman Demirel Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü'nün mısır tarlasındaki çalışmalarında, mısır gibi büyüme noktası iyi korunan ve yüksek ısıya nispeten dayanıklı kültür bitkilerinde, çıkış sonrası sıra üzerindeki yabancı otları kontrol edebilecek, kimyasal mücadele dışındaki yegâne metotlardan birisinin alevleme tekniği olduğu görülmüştür. Yöntemin avantajları arasında etkisini çabuk göstermesi, herhangi bir kalıntı bırakmaması ve hedef dışı organizmalara yan etkisinin neredeyse olmaması olduğu bildirilmiştir. Türkiye koşullarında şu anda kimyasal mücadeleye göre biraz pahalı olması ve toprak üzerine yakın yabancı ot tohumlarında yüksek ısı sebebiyle dormansının kırılabilir olması ise yöntemin dezavantajları arasındadır (Kitis, 2010). Bu çalışmalarda kullanılan gaz memeleri ile ilgili bilgi verilmemiştir.

Namık Kemal Üniversitesi deneysel amaçlı alev makinesi Italia sofralık üzüm çeşidi bağında, sıra üzerindeki yabancı otlar tespit edilerek, alternatif mücadele yöntemlerinden biri olan alevle mücadele konusunda bir deneme yürütülmüştür. Çalışmaların sonucunda; uygun şartlarda ve uygun teknikle yapılan alevleme işlemi ile mevcut dar yapraklı otların % 81,1'inin, geniş yapraklı otların ise % 72,5'unun yok edildiği tespit edilmiş ve bununla ilgili sonuçlar ortaya konulmuştur. Bu çalışmalarda kullanılan gaz memeleri ile ilgili bilgi verilmemiştir yapılmıştır (Kıran, 2010).

Güleç ve ark (2015) araştırma amaçlı, ancak ticari sayılabilecek boyutta bir yüzey alevleme makinesi geliştirmiştir. Ancak, araştırmacıların belirttiğine göre, alev makinesinde piyasada bulunabilen ve pürmüz olarak bilinen alev makinelerinde kullanılan ticari gaz memeleri kullanılmıştır. Ayrıca, ticari gaz memelerinin yüksek basınç için tasarlanmadığını, ek olarak alev hüzmesinin alev başlığı içinde yeterince yayılmadığını ve iş genişliğini sınırladığını açıklamıştır. Buna göre, alev hüzmesinin başlık içinde ve çıkışında daha iyi yayılarak daha etkin alevleme uygulaması yapılması üzerinde çalışılması gerektiği önerilmiştir.

Alev makineleri dünyada birkaç ÷lkede üretilmektedir. Ülkemizde ticari olarak imal edilen ve satışa sunulan kalibre edilebilir bir alev makinesi bulunmamaktadır. Ayrıca, deneysel amaçlı imal edilen alev makinelerinde kullanılacak memelerin yurt dışından getirilmesi pahalı olabilir veya pratik olmayabilir. Alev makinelerinde kullanılacak gaz memelerinin geliştirilmesi ve test edilmesiyle ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

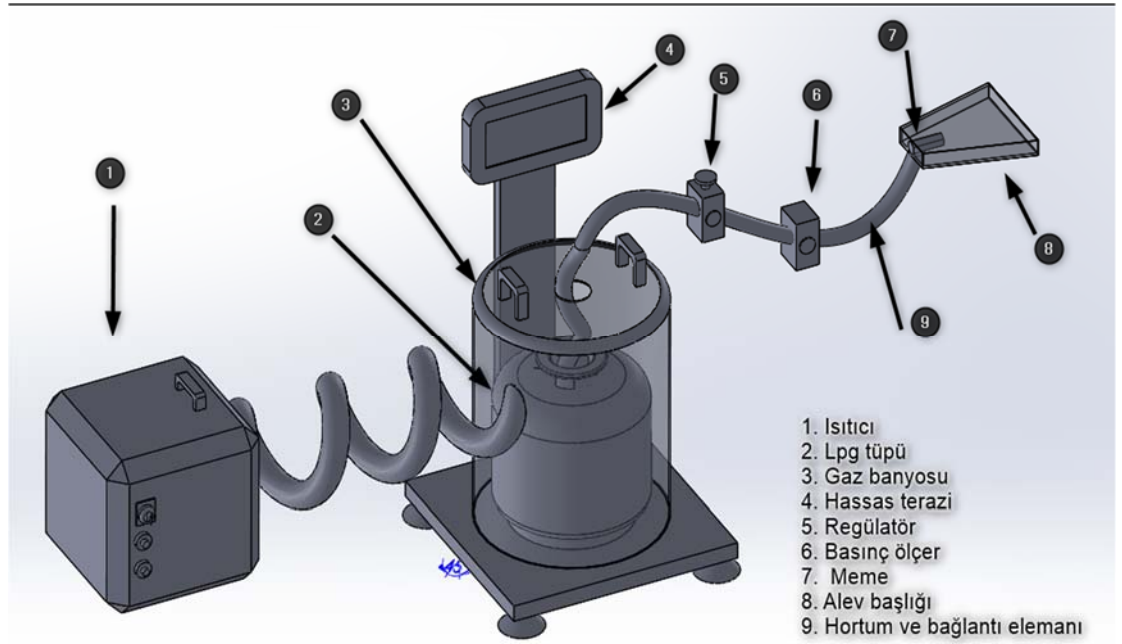
2.4. Amaçlar

Bu araştırmanın genel amacı, ülkemizde yapılan ve sınırlı sayıdaki alev uygulaması araştırmalarında kullanılan konik hüzmeli, tek delikli, yerli gaz memelerinin yerine alev makinesinin etkinliğini artırabilecek çok delikli gaz memeleri geliştirmektedir. Araştırmanın spesifik amacı ise; alev makineleri için özel imal edilecek olan gaz memelerinin kullanım olanaklarını araştırmak, basınç-debi karakteristiklerini belirlemek ve farklı gaz dozları uygulamak üzere kalibre edilebilir olup olmadığını belirlemektir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmada test edilecek memeler bir gaz yakma sistemi üzerinde denenmiştir. Gaz yakma sisteminde yerli imal edilen gaz armatürleri kullanılmıştır. Gaz yakma sisteminin elemanları LPG tüpü, basınç düşürücü (regülatör), bir alev başlığı, gaz memesi, hortumlar ve bağlantı elemanlarından oluşmaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Gaz yakma sisteminin şematik şekli

Test düzeneğinde alev başlığı yerden yaklaşık 1 metre yukarıda ve 30° açıyla alev püskürtecek şekilde konumlandırılmıştır. Alev uygulamasını, tarla çalışmasına benzetmek için başlığın 20 cm altına içi toprak dolu bir tabla konulmuştur (Şekil 3.2). Böylece, alevin toprağa çarpması ve yalayıp yanlara ve arkaya doğru yayılması sağlanmıştır.



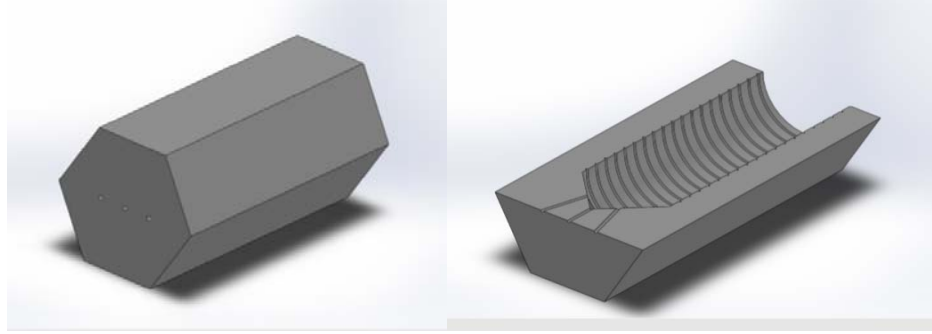
Şekil 3.2. Alev başlığının konumu

Farklı gün ve saatlerde yapılan deneylerde gaz sıcaklığının aynı kalması için LPG tüpü bir hava banyosu içine konulmuştur (Şekil 3.3). Hava banyosu içinde bir termometre bulunmaktadır ve banyo sıcaklığı 0-40 °C arasında $\pm 0,5$ °C hassasiyetle ayarlanabilmektedir. Denemelerde hava banyosu sıcaklığı 25 °C'ye ayarlanmış ve her çalışmadan önce yaklaşık 1 saat kadar önce çalıştırılarak ısıl dengeye ulaşması beklenmiştir (Şekil 3.3).

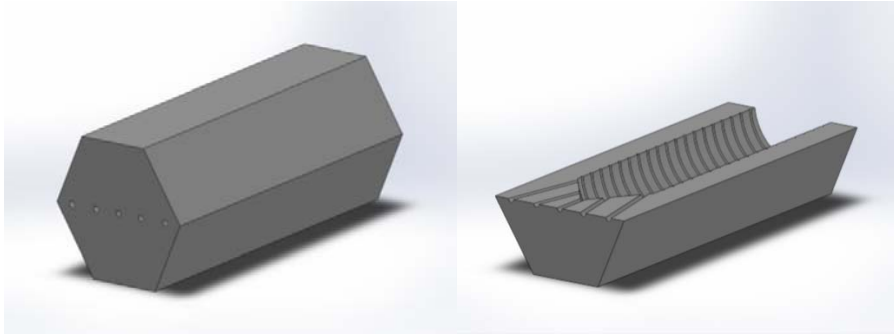


Şekil 3.3. Tüp içindeki gaz sıcaklığını sabit tutmak için kullanılan sıcak hava banyosu

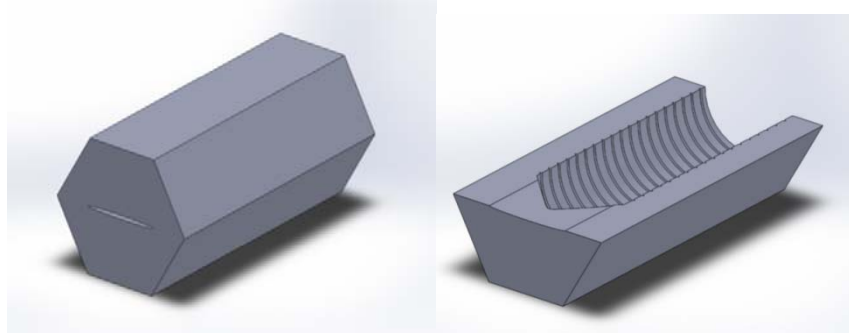
Deney düzeneğinde yapılacak testler için 5 farklı tipte konik hüzmeli meme, 3 farklı yelpaze hüzmeli meme prototipi imal edilmiştir. Bu meme tiplerine ait çizimler şekil 3.4.'te verilmiştir. Çok delikli memelerin hüzmeye açısı, alev başlığının kenar açılarıyla paralel olacak şekilde tasarlanmıştır.



(a)



(b)



(c)

Şekil 3.4. Özel imal edilen meme tiplerinin genel görünüşü: a) 3 delikli konik hüzmeli meme kesiti, b) 5 delikli konik hüzmeli meme kesiti, c) Yarık meme tipi kesiti

Şekil 3.4.'te imal edilen meme tiplerinin görünüşü açıklanmıştır, ancak her bir meme tipi için ayrı bir şekil verilmemiştir. Araştırmada imal edilen tüm meme tipleri Çizelge 3.1'te verilmiştir. Gaz memelerinin bağlantı ölçüsü, uyumluluk açısından ticari gaz memesi ile aynı olacak şekilde tasarlanmıştır. Ancak delik sayısı ve çapı farklı memeler imal edilmiştir. Bu araştırmada imal edilen memeler, pirinç yerine, düşük maliyetli olması için metal malzemeden yapılmıştır. Memelerin katı modellemesi SolidWorks kullanılarak, imalatı ise dalma-erozyon yöntemiyle yapılmıştır.

Çizelge 3.1. İmal edilen memelerin kodları

Ürün adı	Kodu	Tipi	Delik çapı (mm)	Delik sayısı
Memeler	Tip1	Konik	1,0	3
	Tip2	Konik	0,8	2
	Tip3	Konik	0,8	3
	Tip4	Konik	0,5	3
	Tip5	Konik	0,5	5
			Yarı genişliği (mm)	Uzunluğu (mm)
	Tip6	Yarıklı - Yelpaze	0,5	10
	Tip7	Yarıklı - Yelpaze	0,5	15
	Tip8	Yarıklı - Yelpaze	0,5	20

Memelerden geçen kütleli gaz debilerinin ölçümü için elektronik terazi (50 kg +/- 1 g) ve bir kronometre kullanılmıştır. Alev hızının görüntüsünün izlenmesi için ise 0-1200 °C arasında ölçüm yapabilen bir termal kamera (Testo 885) kullanılmıştır (Şekil 3.5.).



Şekil 3.5. Alev hüzmesinin izlenmesi için kullanılan termal kamera

3.2. Yöntem

3.2.1. Gaz memelerinin basınç-debi karakteristikleri

Memelerin her biri, alevi yaymak için kullanılan başlığa sırayla monte edilmiştir. Kullanılan memelerin debileri 0,05-0,3 MPa arasında 0,05 MPa aralıkla belirlenmiştir. Testler her meme tipi için olmamakla beraber 0,05 MPa, 0,1 MPa, 0,15 MPa, 0,20 MPa, 0,25 MPa, 0,30 MPa basınçlarda yapılmıştır. Bazı meme tipleri yüksek basınca çıkılmasına izin vermediği için, bazılarında ise memenin amaca uygun olmayacağı anlaşıldığı için, daha fazla yakıt tüketmemek üzere her basınçta deneme yapılmamıştır. Debi ölçümünde referans yöntem olan gravimetrik yöntem kullanılmıştır. Bunun için her bir meme farklı basınç değerlerinde 60 s çalıştırılmış, tüpün başlangıç ve son ağırlığı arasındaki fark belirlenerek kütleli gaz debisi (kg h^{-1}) hesaplanmıştır. Testler 3 tekrarlı olarak yapılmış ve ortalama debi değerleri hesaplanmıştır. Her bir meme tipinin basınç-debi karakteristiği grafiklerle gösterilmiştir.

Testler sırasında alev hüzmesinin uzunluğu, genişliği ve toprak yüzeyinde nasıl yayıldığı termal kamera ile fotoğraflanmıştır. Farklı basınçlarda alev hüzmesinin yeterli uzunlukta olup olmadığı ve başlık çıkışında iyi yayılıp yayılmadığı görsel olarak incelenmiştir. Yeterli debi ve basıncı sağlayan meme tiplerinde hangi basınçlarda çalışılmasının en uygun olacağı belirlenmiştir.

3.2.2. Kalibrasyon

Yabancı otların alev ile kontrolünde “doz”, birim alana uygulanması gereken gaz kütlesi (kg ha^{-1}) olarak ifade edilmektedir (Knezevic ve ark., 2014). Bilimsel araştırmalarda, yabancı ot alevlemesinde gaz dozları 0- 90 kg ha^{-1} arasında uygulanmaktadır (Ascard, 1995; Knezevic ve ark., 2014). Bu tezde, meme geliştirme çalışmaları yukarıdaki doz değerleri referans alınarak yapılmıştır.

Alevleme uygulamasında kalibrasyon, uygun dozda gazın yabancı otlara uygulanması için yapılan ayarlama işlemleridir. Kalibrasyonda uygulanması istenen doz için gerekli gaz debisi ve ilerleme hızları seçilmiştir (Knezevic ve ark., 2014). Gaz debisi, basınç testleri sonucunda farklı basınçlar için belirlenmiştir. Sonuç olarak, yakıt dozu, verilen bir iş genişliği (alev hüzme genişliği) için basınç ayarı ve ilerleme hızının fonksiyonu olarak hesaplanmıştır. İstenen dozlar önceden seçildiği için belirli dozlar (15, 30, 45, 60, 75, 90 kg ha^{-1}) için ilerleme hızının ne olması gerektiği Eşitlik (3.1) kullanılarak hesaplanmıştır. Alev başlığı iş genişliği termal kamera görüntülerine göre belirlenmiştir.

$$V = \frac{10q}{DB} \quad (3.1)$$

Burada; V alev makinesi ilerleme hızı (km h^{-1}), q kullanılan gaz memesinin kütleli debisi (g s^{-1}), D uygulanan LPG dozu (kg ha^{-1}) ve B alev hüzmesi genişliği (m)'dir.

İlerleme hızı–basınç–debi arasındaki ilişkileri gösteren seçim çizelgeleri hazırlanmış ve bu ilişkileri gösteren grafikleri çizilmiştir. Grafik kullanılarak alev uygulamasında istenebilecek doz değerlerini (0-90 kg h^{-1}) sağlayabilecek basınç ve makine ilerleme hızı değerleri seçilebilmektedir. Memelere ait basınç-ilerleme hızı-doz grafikleri kullanılarak gaz yakmak için en uygun meme tipi belirlenmiştir.

Bu araştırma, doğrudan alev makinelerinin iş başarısı ile ilgili değildir. Ancak, test edilen memelerin kullanılması durumunda elde edilecek alan iş başarısı da ele alınmıştır.

Deneylem sonucunda uygulamada kullanılabilir olduğu bulunan meme tipleri için teorik alan iş başarısı Eşitlik 3.2 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$A = \frac{BVT}{10} \quad (3.2)$$

Burada; A Alan iş başarısı (ha h⁻¹), V Alev makinesi ilerleme hızı (km h⁻¹), B alev hüzmesi genişliği (m) ve T çalışma süresi (h)'tir. Eşitlik 4.1, bir alev makinesi kullanılarak elde edilebilecek olan iş başarısıdır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Deneysel çalışmalarda farklı basınçlarda (0,05, 0,1, 0,15, 0,20, 0,25, 0,30 MPa) denemeler yapılmıştır. Bazı memeler düşük basınçlarda (0,05 MPa), bazılarıysa yüksek basınçlarda (0,25 ve 0,30 MPa) test edilememiştir. Düşük basınçta, hüzme genişliği yeterli bulunmamıştır. Yüksek basınçta ise basıncı daha fazla artırmak hüzme genişliği ve uzunluğu açısından herhangi bir avantaj sağlamamış olabilir. Bu durumlardaki testlere devam edilmemiştir.

Konik hüzmeli ve yelpaze hüzmeli memelerin çok düşük basınçlarda (0,01-0,025 MPa) çekilmiş fotoğraflarından bazıları Şekil 4.1’de görülmektedir. Basınç arttıkça, gaz debisi artmakta, çok delikli memelerde meme deliklerinden çıkan alev hüzmeleri girişim yaparak daha düzgün yayılmaya başlamaktadır. Ayrıca, basınç arttıkça hüzme genişliği ve uzunluğu da artmaktadır.



Yarıklı

Üç delikli, 1,0 mm

Beş delikli, 0,5 mm

Şekil 4.1. Yelpaze tipi ve konik hüzmeli memelerde düşük basınçta örnek alev görünümleri

Yarıklı tip meme prototiplerinde delik (yarık) alanı çok fazla seçilmiş olduğundan basınç artırılmamış ve yeterli debi sağlansa bile yeterli alev hüzmesi genişliği elde edilememiştir. Bu nedenle, bu tip memelerle ilgili deneylere devam edilmemiştir. Konik hüzmeli memelerden Tip2 ve Tip4’te de istenen basınçlar veya debilerin elde edilemeyeceği ön denemelerde belirlenmiş, bu meme tipleri için yakıt ve zaman harcanmamıştır. Geriye kalan Tip1 (1 mm 3 delikli), Tip3 (0.8 mm 3 delikli) ve Tip 5

(0.5 mm 5 delikli) memelerde ise tekrarlı deneyler yapılarak karşılaştırma yapılması uygun görülmüştür.

4.1. Tip1 (1 mm 3 delikli) meme testleri

Konik hüzmeli memelerden biri olan 1 mm 3 delikli memenin 0,1-0,30 MPa gaz basınçlarında birim zamanda yakıt tüketimi (g) ve gaz debisi (kg h^{-1}) Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Tip1 memenin farklı gaz basınçlarında yakıt tüketimi

Basınç (MPa)	Deney No	Süre (s)	W1 (g)	W2 (g)	W1-W2 (g)	Ortalama (g)	Gaz debisi (kg h^{-1})
0,10	1	60	36645	36567	78	78,3	4,7
	2	60	36039	35958	81		
	3	60	35897	35821	76		
0,15	1	60	35527	35447	80	82,3	4,9
	2	60	35406	35322	84		
	3	60	35304	35221	83		
0,2	1	60	35624	35533	98	97	5,8
	2	60	35498	35402	99		
	3	60	35367	35272	94		
0,25	1	60	36645	36530	115	109,3	6,5
	2	60	36039	35932	107		
	3	60	35897	35791	106		
0,3	1	60	36500	36377	123	125,6	7,5
	2	60	36344	36215	129		
	3	60	36185	36060	125		

W1: Deneme başlangıcında tüp ağırlığı; W2: Deneme sonunda tüp ağırlığı

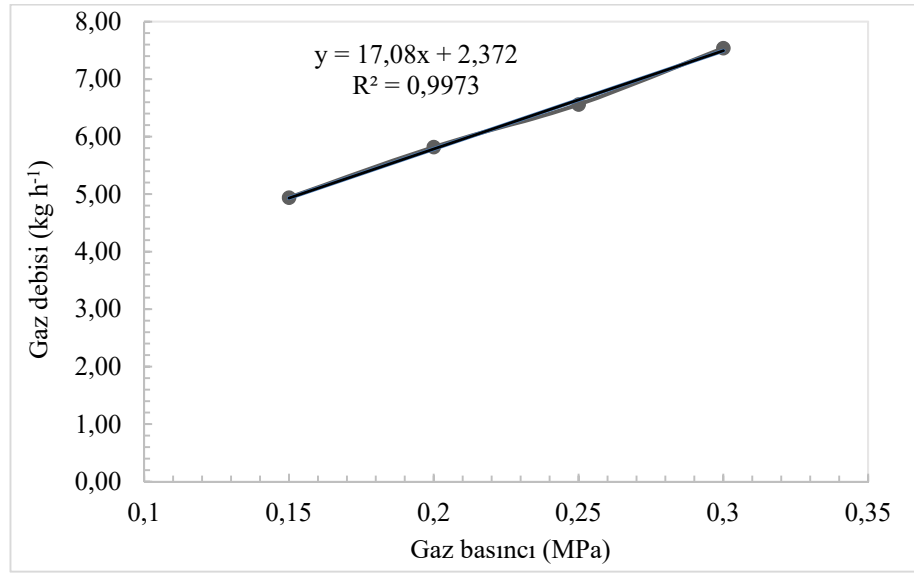
Çizelge 4.1.'deki veriler kullanılarak memeye ait debi-basınç karakteristiği Şekil 4.1.1.'de verilmiştir. Debi ile basınç arasındaki ilişki, yüksek bir belirtme katsayısı ($R^2=0,99$) ile doğrusal bulunmuştur.

Çizelge 4.2., Tip1 meme tipinde farklı basınçlarda, seçilmiş bir ilerleme hızında ($5,4 \text{ km h}^{-1}$), elde edilebilecek gaz dozlarını göstermektedir. Benzer şekilde farklı ilerleme hızları ele alınarak elde edilebilecek tüm dozlar hesaplanabilir.

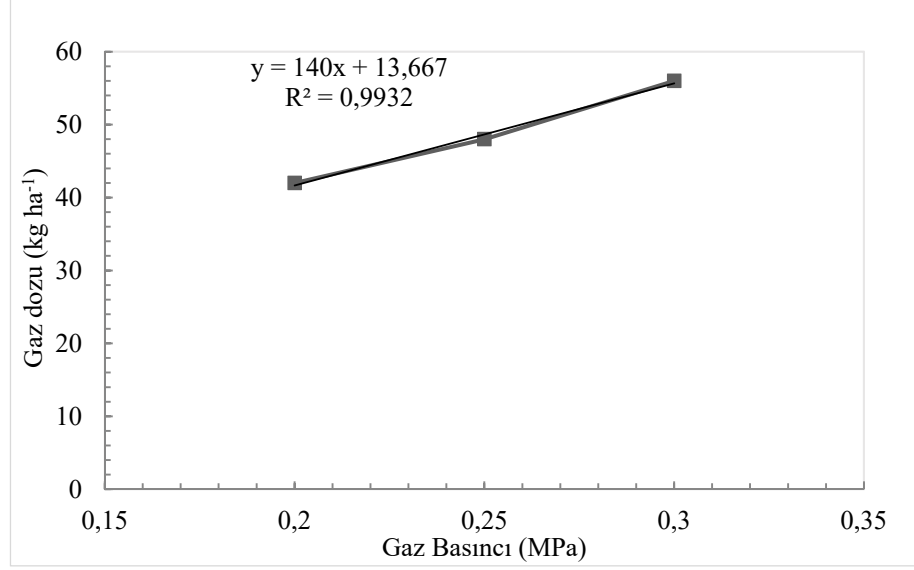
Çizelge 4.2. Tip1 memenin basınç-debi-gaz dozu değerleri

Basınç (MPa)	Ort. Debi (g s ⁻¹)	Standart Sapma	Debi (kg h ⁻¹)	Gaz dozu (kg ha ⁻¹)
0,15	1,37	0,03	4,94	42
0,20	1,62	0,04	5,82	44
0,25	1,82	0,08	6,56	48
0,30	2,09	0,05	7,54	56

Çizelge 4.2.'deki veriler kullanılarak memeye ait basınç-debi grafiği Şekil 4.2.'de, basınç-doz grafiği Şekil 4.2.'de verilmiştir. Debi ile doz seçimi arasındaki ilişki de doğrusal bulunmuştur.



Şekil 4.2. Tip1 memenin basınç-debi grafiği



Şekil 4.3. Tip1 memenin basınç-doş grafiği

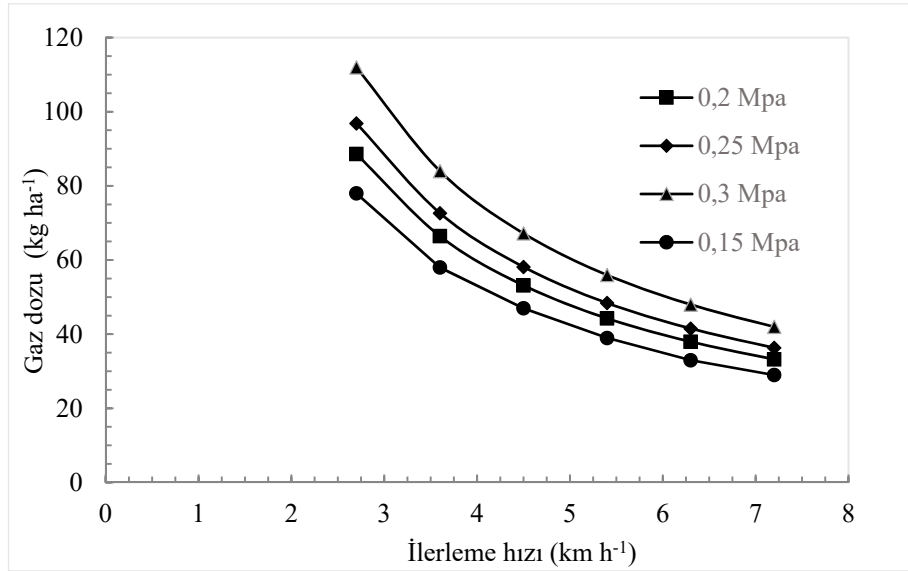
Seçimi yapılan meme kullanıldığında farklı basınçlarda ve belirli ilerleme hızlarında elde edilebilecek olan LPG dozları Çizelge 4.3.'te verilmiştir. Çizelge 4.3., aynı meme tipinin seçili bir gaz dozunu sağlamak için farklı basınçlarda kalibre edilebileceğini göstermektedir. Örneğin, 45 kg ha⁻¹ gaz dozu, çizelgede görülen tüm basınçlarda elde edilebilecektir. Araştırma denemelerinde genellikle kullanılan dozlar (30, 45, 60, 75, 90 kg ha⁻¹) farklı basınçlarda sağlanabilir. Ancak, sabit bir basınçta gerekli tüm dozların uygulanması hedeflenirse, istenen doz değerleri tam olarak elde edilemeyecek, bunun için ilgili ilerleme hızının yeniden hesaplanması gerekecektir.

Çizelge 4.3. Tip1 memede farklı gaz basıncı ve ilerleme hızlarında uygulanabilecek gaz dozları (kg ha^{-1})

İlerleme hızı (km h^{-1})	Gaz basıncı (MPa)			
	0,15	0,20	0,25	0,30
7,20	28	33	36	42
6,75	30	35	39	45
6,30	32	38	42	48
5,85	34	41	45	52
5,40	37	44	48	56
4,95	41	48	53	61
4,50	45	53	58	67
4,05	50	59	65	75
3,60	56	66	73	84
3,15	64	76	83	96
2,70	75	89	97	112

Alev hüzme genişliği 0,25 (m)

Çizelge 4.3.'deki veriler kullanılarak Tip1 memenin makine ilerleme hızına ve basınca bağlı olarak gaz dozları Şekil 4.4.'de verilmiştir. Doz değeri, bağımsız değişken olacak şekilde değerlendirme yapılmış ve test edilen basınç değerlerinde istenen dozu sağlayacak makine ilerleme hızlarını veren grafik elde edilmiştir. Uygulanacak dozu sağlayacak basınç ve ilerleme hızları, bu şekilde grafik yöntemi ile de seçilebilir.



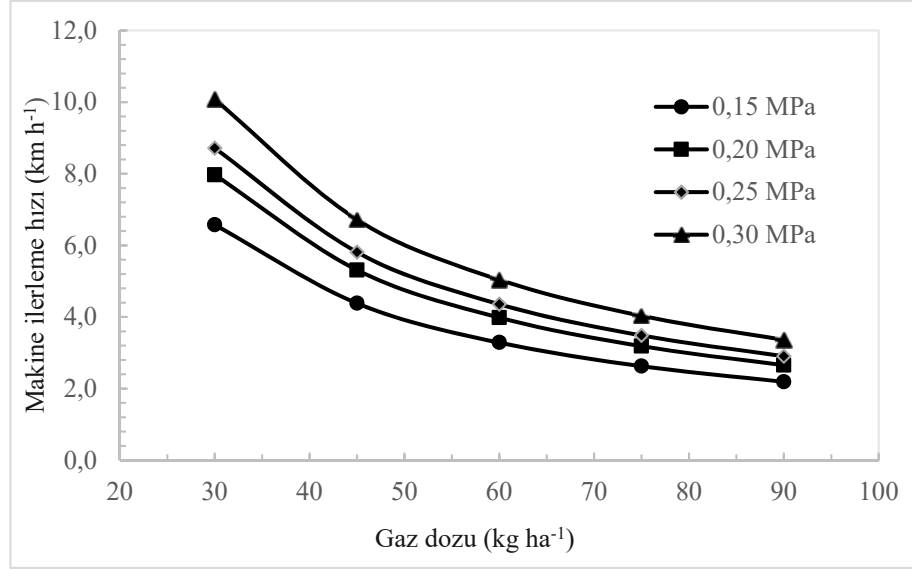
Şekil 4.4. Tip1 memenin farklı gaz basıncı ve ilerleme hızlarında uygulanabilecek gaz dozları grafiği

1,5-3,0 bar basınç aralığında yaklaşık olarak 2,7-6,5 km h⁻¹ hız aralığında 35-110 kg ha⁻¹ doz uygulamasını sağlayabilmektedir (Şekil 4.4.). Literatür, dar yapraklı otlar için gaz dozu gereksiniminin 90 kg ha⁻¹'dan çok daha yüksek olabileceğini, ancak geniş yapraklı yabancı otlar için erken dönemde yapılan uygulamada 40-60 kg ha⁻¹ dozun yeterli olabileceğini rapor etmektedir (Wszelaki ve ark., 2007, Rifai ve ark., 1996, Ullua ve ark., 2011, Sivesind ve ark., 2009; Tursun ve ark., 2017a). Bu durumda geniş yapraklı otların yaygın olduğu ve dar yapraklı yabancı otların verimi baskılamadığı durumlarda bu tip memelerin kullanılması uygun olabilir. Buna değerlendirmelere göre, Tip1 gaz memesinin, gerek dar yapraklı gerekse geniş yapraklı otlarla mücadele için uygun meme tipi olabileceği bulunmuştur.

Tip1 gaz memesinin farklı basınçlarda ve belirli LPG dozlarında elde edilebilecek olan ilerleme hızlarında Çizelge 4.4.'te verilmiştir. Bu verilerin grafik gösterimi ise Şekil 4.5.'te verilmiştir. Şekil kullanılarak, grafik okuma ile standart verilen dozların dışında, ara doz değerleri için de ilerleme hızı seçimi yapılabilir. Çizelge 4.1.4.'e göre, sabit bir doz seçildiğinde, basınç artırıldıkça ilerleme hızının artması gerektiği görülmektedir. Aynı şekilde, sabit bir basınç seçilirse, gaz dozunun artırılması için ilerleme hızının azaltılması gerekmektedir. Seçime bağlı olarak bağımlı değişken olan ilerleme hızındaki değişim oranı Çizelge 4.4'deki sayısal değerlere bakılarak kolayca anlaşılacaktır. Ancak, Şekil 4.5., ilerleme hızının doğrusal bir şekilde değişmediğini ve yüksek dozlardaki değişim oranının, düşük dozlara göre daha az olduğunu göstermektedir. Düşük dozlara karşılık gelen bölümde, eğrilerin eğimi çok daha büyüktür. Buna göre, doz gereksinimindeki küçük bir artış, ilerleme hızında önemli bir düşüşe neden olmaktadır. Buradan, düşük dozlarda uygulanan alevin bitkiye etki süresinin daha kısa olacağı, yüksek dozlarda ise çok daha uzun süreli etkilenim sağlanacağı sonucuna varılabilir.

Çizelge 4.4. Tip1 memede farklı gaz basıncı ve belirli gaz dozları için gerekli makine ilerleme hızları (km h⁻¹)

Doz (kg ha ⁻¹)	Gaz basıncı (MPa)			
	0,15	0,20	0,25	0,30
30	6,6	8,0	8,7	10,1
45	4,4	5,3	5,8	6,7
60	3,3	4,0	4,4	5,0
75	2,6	3,2	3,4	4,0
90	2,2	2,7	2,9	3,4



Şekil 4.5. Tip1 memede gaz dozu ve basıncına bağlı olarak uygulanması gereken ilerleme hızları grafiği

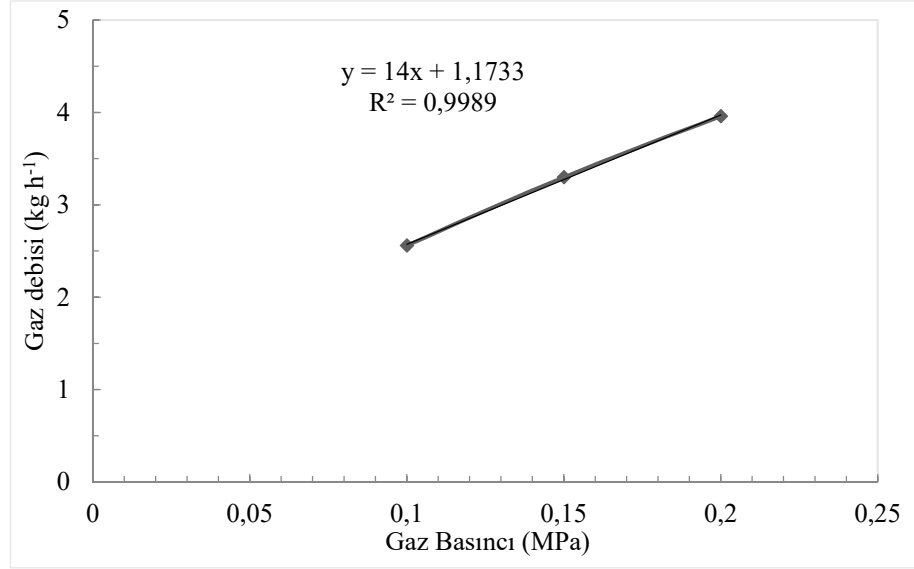
4.2. Tip3 (0,8 mm 3 delikli) meme testleri

Tip3 memenin 0,1-0,20 MPa gaz basınçlarında birim zamanda yakıt tüketimi (g s^{-1} ve kg h^{-1}) Çizelge 4.5.'de verilmiştir. Bu meme tipinde 3 tekrarlı ölçümler yapılmış, ancak gaz basıncı 0,20 MPa'ın üzerine çıkarılamamıştır. Basıncın 0,20 MPa'ın üzerine çıkarılması istendiğinde alev boğulması görülmüş ve bu meme tipinin yüksek basınçlarda çalışamayacağı anlaşılmıştır.

Çizelge 4.5. Tip3 memenin basınç-debi-gaz dozu değerleri

Basınç (MPa)	Ort. Debi (g s^{-1})	Standart Sapma	Debi (kg h^{-1})	Gaz dozu (kg ha^{-1})
0,1	0,71	0,02	2,56	19
0,15	0,92	0,02	3,30	24
0,2	1,10	0,02	3,96	29

Tip3 memenin gaz basıncına bağlı olarak debi değişimi Şekil 4.6.'da görülmektedir. Tip1 memede olduğu gibi, basınç ve debi arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır.



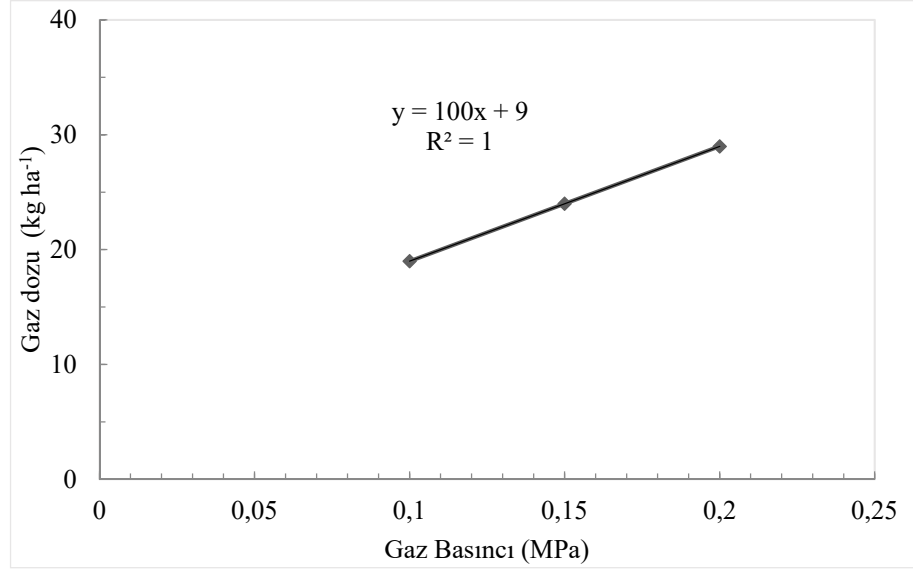
Şekil 4.6. Tip3 memenin basınç-debi grafiği

Tip3 meme kullanıldığında, ilerleme hızına ve gaz basıncına bağlı olarak uygulanabilecek gaz dozları Çizelge 4.6'da sunulmuştur. Bu meme tipinde 0,20 MPa basınçta, ilerleme hızı $2,7 \text{ km h}^{-1}$ 'in altına inmeden 60 kg ha^{-1} ve daha fazla gaz dozlarının uygulanamayacağı görülmektedir. Yabancı otların ilerleyen büyüme evrelerinde Çizelge 4.6'da görülen değerlerden daha yüksek dozların uygulanması gerekecektir. Tip3 memede alan iş başarısını düşük tutmadan 75 ve 90 kg ha^{-1} doz uygulaması olası değildir.

Çizelge 4.6. Tip3 memede farklı gaz basıncı ve ilerleme hızlarında uygulanabilecek gaz dozları (kg ha^{-1})

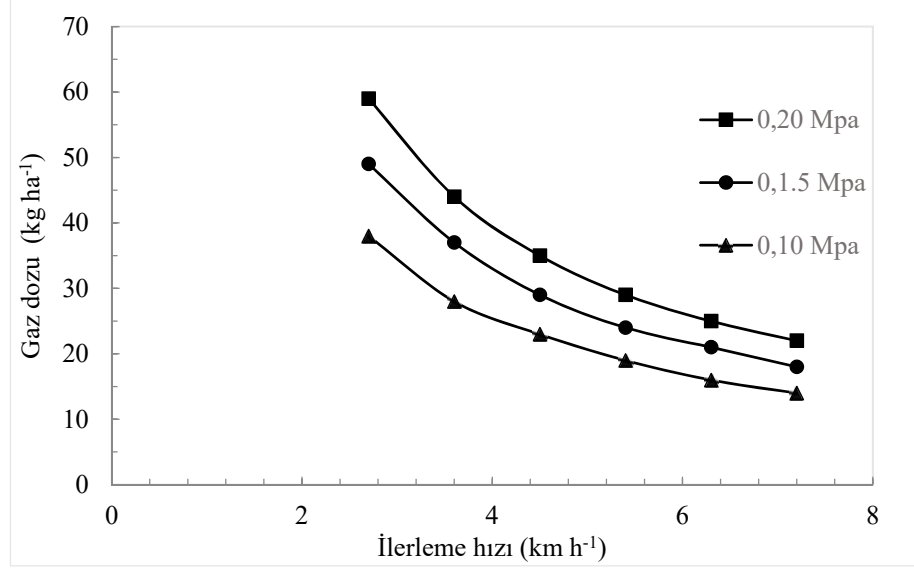
İlerleme hızı (km h^{-1})	Gaz basıncı (MPa)		
	0,10	0,15	0,20
7,2	14	18	22
6,3	16	21	25
5,4	19	24	29
4,5	23	29	35
3,6	28	37	44
2,7	38	49	59

Çizelge 4.6.'daki veriler kullanılarak memeye ait basınç-doza grafiği Şekil 4.7.'de verilmiştir. Debi ile doz seçimi arasındaki ilişki doğrusal bulunmuştur. Ancak, bu grafik ve ilişkili regresyon denklemi sadece bir ilerleme hızı ($5,4 \text{ km h}^{-1}$) için kullanılabilir.



Şekil 4.7. Tip3 memenin basınç-alana düşen LPG dozu grafiği

Tip3 memede doz değeri bağımlı değişken alındığında makine ilerleme hızına ve basınca bağlı olarak uygulayabileceği dozları Şekil 4.8.'de verilmiştir.



Şekil 4.8. Tip3 memenin doza ve basınca bağlı olarak makine ilerleme hızları

Tip3 meme kullanılarak 2,7 km h⁻¹ ilerleme hızında farklı basınçlarda 18-60 kg ha⁻¹ LPG normu elde edilebilmektedir. Gaz dozu, ilerleme hızı 2,0 km h⁻¹ için 70 kg ha⁻¹, 1,0 km h⁻¹ için ise 90,1 kg ha⁻¹ olabilecektir. Geniş yapraklı yabancı otlar için Tip3 meme, ilerleme hızının 2 km h⁻¹ kadar düşürülmesi şartıyla yeterli bulunmuştur. Ayrıca, dar yapraklı otların 2-4 yapraklı evrelerinde de yeterli dozların uygulanması mümkün olabilecektir. Ancak, basıncın 0,25 MPa'a çıkarılamaması nedeniyle doz, Tip1 memeye göre sınırlıdır ve yüksek dozların kabul edilebilir ilerleme hızlarında elde edilmesi mümkün görünmemektedir. Yüksek gaz dozları için düşük ilerleme hızları gerektiğinden, özellikle dar yapraklı otların mücadelesinde alan iş kapasitesini çok düşük tutmadan uygulama yapılamayacaktır.

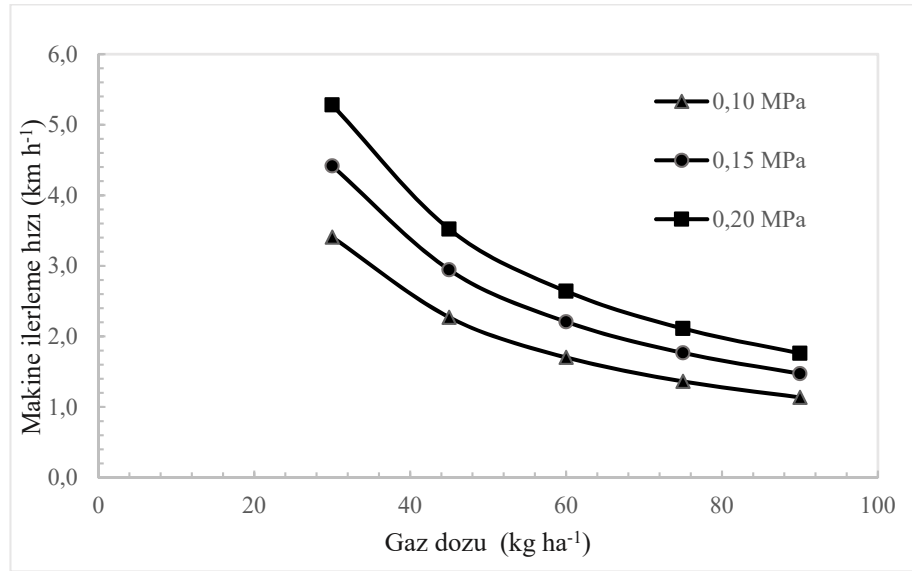
Tüm basınç ve gaz dozu kombinasyonları için ayrı bir regresyon denklemi elde edilip gerekli ilerleme hızının hesaplanması pratik bir yaklaşım değildir. Bu nedenle, Çizelge 4.7. düzenlenmiş ve buna bağlı olarak Şekil 4.9. çizilmiştir. Çizelge 4.6. ile karşılaştırıldığında, Çizelge 4.7., arazi çalışmalarında kullanılacak tüm dozların (15 kg ha⁻¹ dışında) uygulanması için gerekli ilerleme hızlarını vermektedir. Buna göre, 0,20 MPa sabit basınçta 1,8-5,3 km h⁻¹ ilerleme hızı aralığında yabancı ot mücadelesi yapmaya uygun olabileceği görülmektedir. Daha önce de tartışıldığı gibi, Tip3 memenin

kullanılması halinde, ilerleme hızları özellikle yüksek dozlarda çok düşük kalmakta, bu ise alan iş başarısını düşürecektir.

Çizelge 4.7. Tip3 memede farklı gaz basıncı ve gaz dozlarında uygulanabilecek ilerleme hızları (km h^{-1})

Doz (kg ha^{-1})	Gaz basıncı (MPa)		
	0,10	0,15	0,20
30	3,4	4,4	5,3
45	2,3	2,9	3,5
60	1,7	2,2	2,6
75	1,4	1,8	2,1
90	1,1	1,5	1,8

Şekil 4.9., 30-90 kg ha^{-1} doz aralığında 45, 60, 75 kg ha^{-1} 'dan farklı bir gaz basıncı uygulanmak istenirse, bunun için gerekli ilerleme hızının bulunmasını sağlayabilir. Örneğin, 55 kg ha^{-1} için yaklaşık ilerleme hızı 0,20 MPa basınçta 2,9 km h^{-1} olmalıdır.



Şekil 4.9. Tip 3 memede gaz dozu ve basıncına bağlı olarak uygulanması gereken ilerleme hızları

4.3. Tip5 (0,5 mm 5 delikli) meme testleri

Konik hüzmeli memelerden biri olan Tip5 memenin 0,1-0,25 MPa gaz basınçlarında birim zamanda yakıt tüketimi (g) ve gaz debisi (kg h^{-1}) Çizelge 4.8.'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Tip5 memenin farklı gaz basınçlarında yakıt tüketimi

Basınç (MPa)	Deney No	t (s)	W1 (g)	W2 (g)	W1-W2 (g)	Gaz debisi (kg h^{-1})	LGP dozu (kg ha^{-1})
0,10	1	60	34915	34841	39	2,34	17,3
0,15	2	60	34848	34790	46	2,76	20,4
0,20	3	60	34752	34706	58	3,48	25,7
0,25	4	60	34698	34659	74	4,44	32,8

W1: Tüp başlangıç ağırlığı; W2: Deneme sonunda tüp ağırlığı

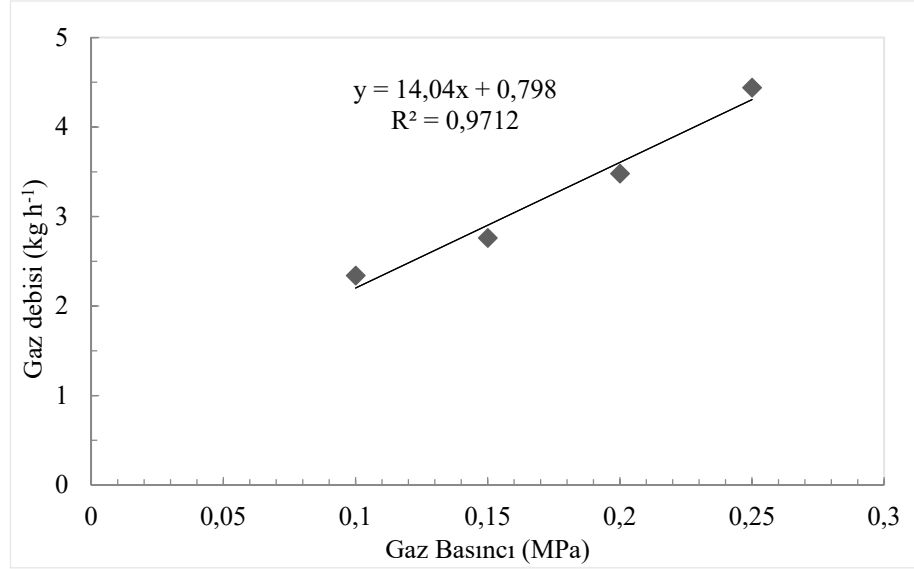
Çizelge 4.8.'de görüldüğü üzere Tip memeye göre aynı basınçta debi değeri %40-50 daha az olduğundan makineli uygulama için yetersiz olduğu sonucuna varılmıştır. Bu nedenle tekrarlı ölçüm yapılmamış ve testlere devam edilmemiştir.

Tip5 meme kullanıldığında farklı basınçlarda istenen LPG dozunu sağlamak için gerekli ilerleme hızları Çizelge 4.9.'da verilmiştir.

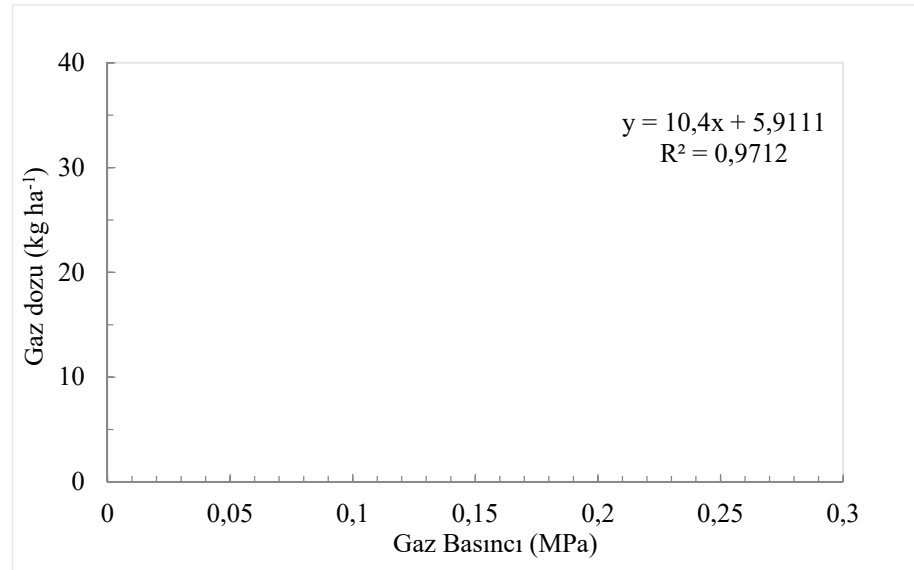
Çizelge 4.9. Tip5 memede farklı gaz basıncı ve ilerleme hızlarında uygulanabilecek gaz dozları (kg ha^{-1})

İlerleme hızı (km h^{-1})	Gaz basıncı (MPa)			
	0,10	0,15	0,20	0,25
7,2	13	15	19	25
6,3	15	18	22	28
5,4	17	20	26	33
4,5	21	25	31	40
3,6	26	31	39	49
2,7	35	41	52	66

Çizelge 4.9.'daki veriler kullanılarak memeye ait debi-basınç karakteristiği Şekil 4.10.'da, memeye ait basınç-doz grafiği ise Şekil 4.11.'de verilmiştir. Bu meme tipinde de debi-basınç ve gaz basıncı-doz arasındaki ilişkiler doğrusal bulunmuştur.



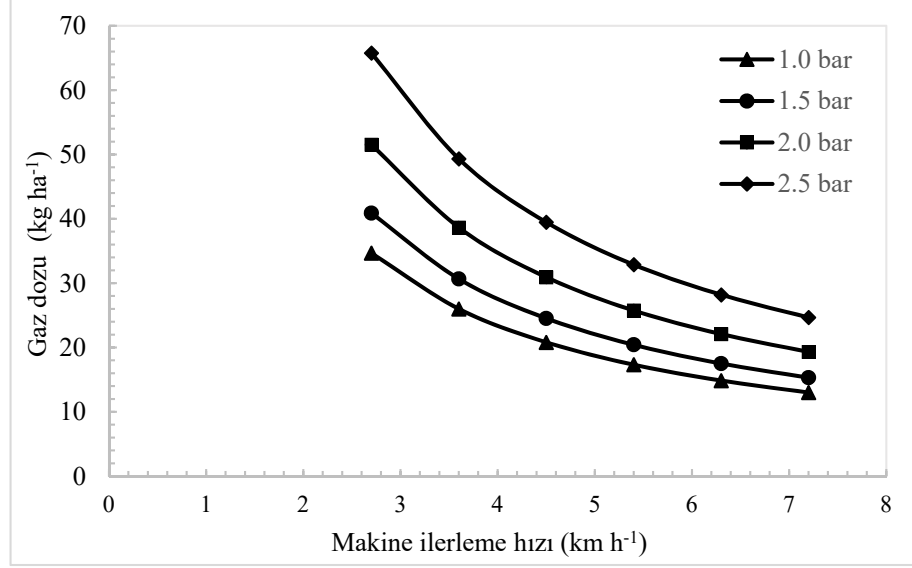
Şekil 4.10. Tip5 memenin basınç-debi grafiği



Şekil 4.11. Tip5 memenin basınç-alana düşen LPG dozu tablosu

Çizelge 4.9.'daki veriler kullanılarak Tip5 memenin doza ve basınca bağlı olarak makine ilerleme hızı Şekil 4.12.'de verilmiştir. Grafik, bu meme tipinde elde edilebilecek dozların 15 kg ha⁻¹'a kadar düşürülebileceğini, ancak 66 kg ha⁻¹ değerini aşamayacağını göstermektedir. Buna göre, Tip5 meme gerekli en düşük dozları sağlayabildiği halde, geniş yapraklı otların ileri büyüme evrelerinde ve birçok dar yapraklı otların mücadelesinde kullanılamayacaktır. İlerleme hızı 2 km h⁻¹'in altına düşürülerek 0,25 MPa

basınçta gerekli olabilecek yüksek gaz dozları da uygulanabilir. Ancak, böyle bir uygulamada düşük ilerleme hızı, aynı zamanda düşük alan iş başarısı ile sonuçlanacaktır.

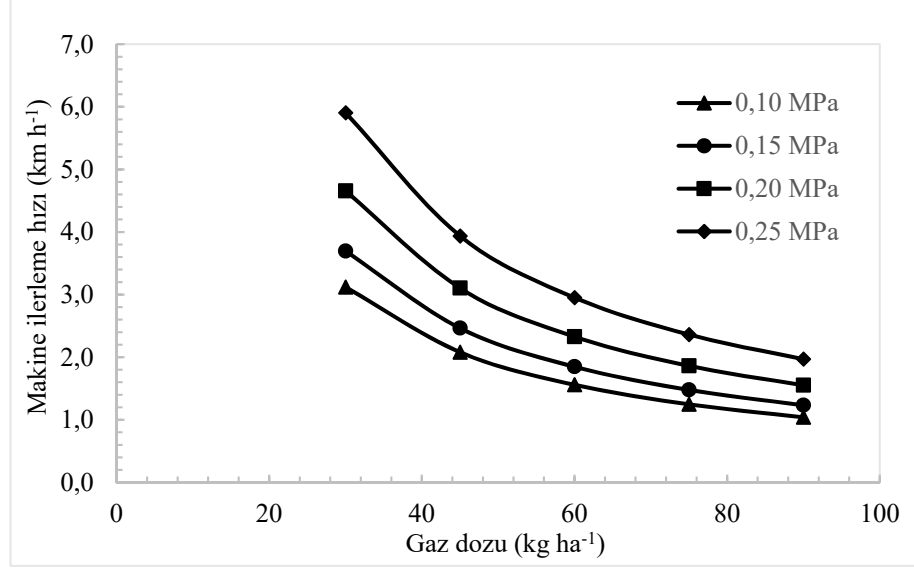


Şekil 4.12. Tip5 memenin doza ve basınca bağlı olarak makine ilerleme hızı

Bu meme tipi için gaz basıncı ve doza bağlı olarak makine ilerleme hızları hesaplanmış ve Çizelge 4.10.'da, grafik gösterimi ise Şekil 4.13.'de verilmiştir.

Çizelge 4.10. Tip5 memenin farklı gaz basıncı ve gaz dozlarında uygulanabilecek ilerleme hızları (km h⁻¹)

Doz (kg ha ⁻¹)	Gaz basıncı (MPa)			
	0,10	0,15	0,20	0,25
30	3,1	3,7	4,7	5,9
45	2,1	2,5	3,1	3,9
60	1,6	1,8	2,3	3,0
75	1,2	1,5	1,9	2,4
90	1,0	1,2	1,6	2,0



Şekil 4.13. Tip 5 memede gaz dozu ve basıncına bağlı olarak uygulanması gereken ilerleme hızları

Gaz dozlarının 90 kg ha⁻¹' a kadar çıkması için ilerleme hızının 1,2-2,0 km h⁻¹'e kadar düşürülmesi gereklidir. Bu nedenle, bu üç meme tipi arasında Tip5 alan iş başarısı açısından en dezavantajlı meme tipi olarak bulunmuştur. İlerleme hızının 1-2 km h⁻¹'e kadar düşmesi, özellikle Tip5 memenin daha çok elle çekilir veya taşınır alev makineleri için uygun olabileceğini göstermektedir.

4.4. Alan iş başarısı

Bir alev makinesinde belirli sayıda alev başlığı, yüzey alevlemesi için yan yana monte edilebilir veya sıra bitkileri için kullanılacak bir alev makinesinde belirli aralıklarla çatıya yerleştirilebilir. Bu durumlarda iş genişliği çok başlıklı alev makinesi için hesaplanan iş genişliği olarak alınacaktır. Tek gaz memesi kullanılması durumunda, farklı tip memelerin 0,20 MPa çalışma basıncı ve 0,25 m iş genişliği için farklı ilerleme hızlarındaki alan iş başarıları Eşitlik 3.2 kullanılarak hesaplanmış ve bulgular Çizelge 4.11.'de verilmiştir. Alan iş başarısı karşılaştırması, Tip3 memede 0,25 MPa basıncın elde edilememesi nedeniyle 0,20 MPa için yapılmıştır. En büyük alan iş başarıları, aynı basınç değerinde sırasıyla Tip1, Tip3 ve Tip5 memede elde edilebilmektedir.

Çizelge 4.11. Gaz memelerin 0,20 MPa çalışma basıncında teorik alan iş başarısı

Gaz dozu (kg ha ⁻¹)	Alan iş başarısı (ha h ⁻¹)		
	Tip1	Tip3	Tip5
30	0,199	0,132	0,116
45	0,133	0,088	0,078
60	0,100	0,066	0,058
75	0,080	0,053	0,047
90	0,066	0,044	0,039

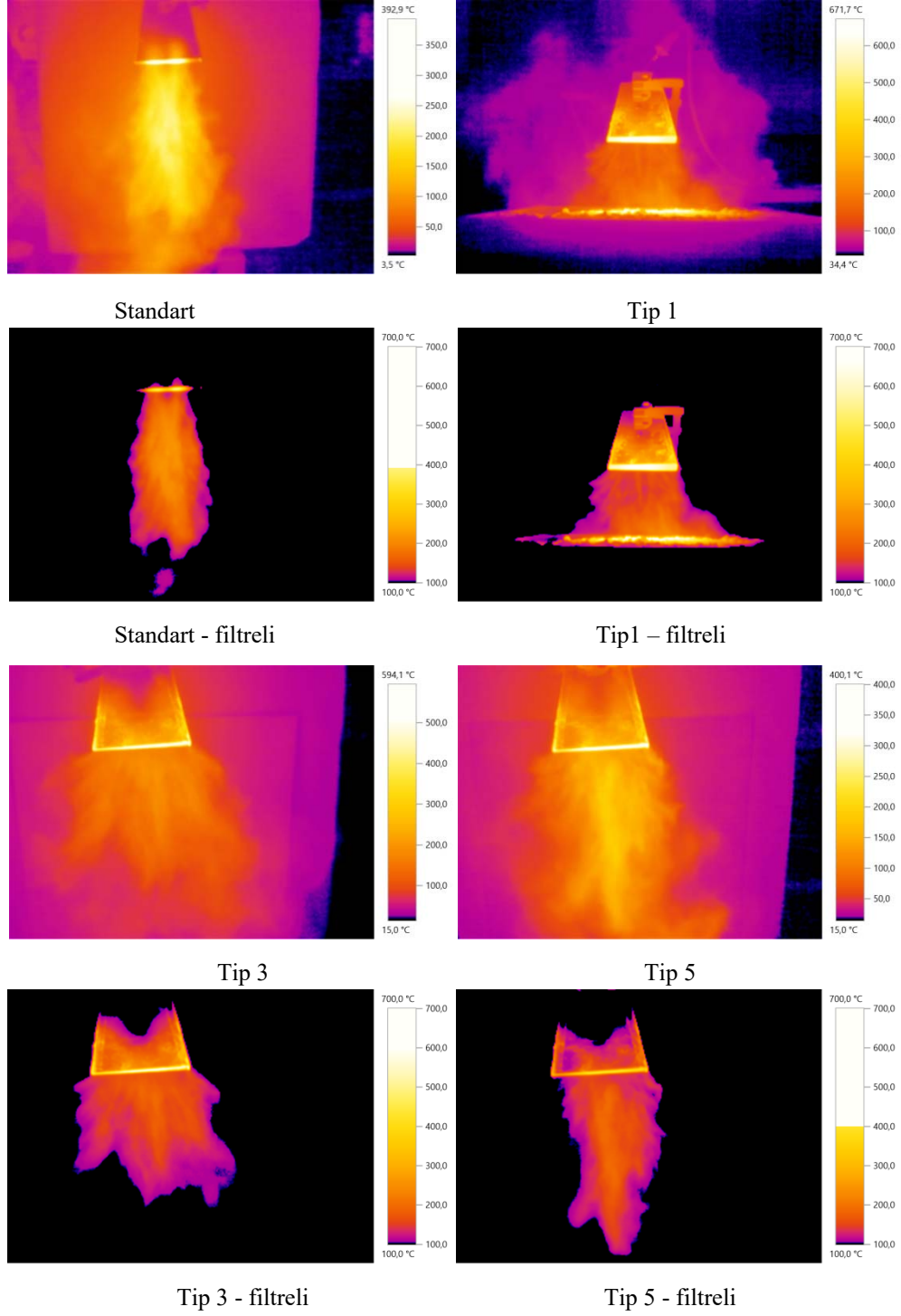
Alev makineleri, yüzey alevlemesi yapabildiği gibi, sıra arası ve sıra üzeri alev uygulaması da yapabilmektedir. 4-sıralı, sıra arası 70 cm olan bir alev makinesi için iş genişliği 2,8 m olacaktır. Böyle bir senaryo için ise alan iş başarıları Çizelge 4.12.'de verilmiştir. Buna göre, 4 sıralı bir alev makinesinin alan iş başarısı Tip1 meme kullanıldığında düşük dozlarda saatte 22 da kadar olabilecek, ancak yüksek dozlarda 7,5 da h⁻¹'e kadar düşecektir.

Çizelge 4.12. Gaz memelerinin 4 sıralı bir alev makine ile çalıştırılması durumunda 0,20 MPa çalışma basıncında teorik alan iş başarısı

Gaz dozu (kg ha ⁻¹)	Alan iş başarısı (ha h ⁻¹)		
	Tip1	Tip3	Tip5
30	2,23	1,48	1,30
45	1,49	0,99	0,87
60	1,12	0,74	0,65
75	0,89	0,59	0,52
90	0,74	0,49	0,43

4.5. Termal kamera görüntüleri

Farklı meme tipleriyle yapılan basınç-debi deneyleri sırasında termal kamera ile alev hüzmesinin görüntüleri alınmış ve Şekil 4.14.'de bazı örnekler gösterilmiştir. Şekillerde Tip1-3-5 memelerin alevi aynı başlık içinde yayma yeteneği standart memeye göre karşılaştırılmıştır.



Şekil 4.14. Farklı meme tiplerinde 0,20 MPa gaz basıncında alev hüzmesinin termal kamera görüntüleri

Standart memede alev başlıktan çıkarken dar ve uzun bir hüzme şekline sahiptir. Alev yere çarptığında yayılacak, muhafaza varsa ısı etkisi olumlu bir şekilde

kullanılabilecektir. Ancak, geliştirilmeye çalışılan Tip1 memede alev başlık içini daha iyi doldurmuş ve alev hüzmesi daha iyi yayılmıştır. Bunun nedeni, standart memenin tek delikli olması, Tip1 memede ise çok delik bulunması, ayrıca deliklerin alev başlığı kenar açılarıyla paralel olacak şekilde açılmış olmasıdır. Böylece, alev 3 farklı delikten 15° açıyla çıkmakta ve daha tekdüze yayılmaktadır.

Testo 885'in yazılımında 100 °C'nin altındaki alev sıcaklıkları filtre edilmiş ve ortaya çıkan görüntü Şekil 4.14.'e eklenmiştir. Filtreli kamera görüntülerine göre, standart ve Tip1 memelerden çıkan alev hüzmeleri arasındaki fark daha açık bir şekilde görülmektedir.

Gaz basıncının 0,1 MPa olması durumunda alev hüzmesi daralmakta ve hüzme uzunluğu azalmaktadır. Alev sıcaklıklarının da düşük olması nedeniyle yapılan tüm deneyler sonucunda 0,15 ile 0,25 MPa basınç aralığı en uygun bulunmuştur. Şekil 4.14.'de yalnız 0,20 MPa basınçtaki görüntüler tartışılmıştır.

5. SONUÇ

Ülkemizde ticari olarak imal edilen alev makinesi yoktur. Araştırma amaçlı imal edilen alev makinelerinde ise ticari olarak piyasada bulunabilen gaz memeleri kullanılmaktadır. Ancak, ticari gaz memeleri, yabancı ot mücadelesinde kullanılabilen alev başlıklarında alevin yeterince yayılmasını sağlamamaktadır. Bu nedenle iş genişliği sınırlı kalmaktadır. Bu araştırmada, yabancı ot alevlemesi için kullanılmak üzere farklı tiplerde gaz memeleri tasarlanmış ve özel imalat yoluyla üretilmiştir. Dalma erozyon yöntemiyle 5 konik ve 3 yarıklyelpaze olmak üzere toplam sekiz farklı gaz memesi tasarlanmış ve bunlar içinde yuvarlak delikli memelerden üç tipinin kullanılabilir olduğu bulunmuştur.

Test edilen meme tipleri içinde Tip1 kodlu memenin (1 mm çaplı 3 delikli), yabancı ot alevlemesi için en uygun olacağı bulunmuştur. Tip1 gaz memesi, alev başlığı ile birlikte 25 cm iş genişliği ve yaklaşık 40 cm etkin alev uzunluğu sağlamaktadır. Bu meme tipi; 1,5 ile 2,5 bar arasında 2,2-6,6 km h⁻¹ hız aralığında 30-90 kg ha⁻¹ doz uygulamasını yapabilecektir.

Tip3 ve Tip5 meme, iş başarısını düşürmeden traktörle yapılacak çalışmalar için Tip1 meme kadar uygun bulunmamıştır. Tip3 ve Tip5 meme veya benzerleri düşük hızlarda çalışacak el ile çekilir veya sırtta taşınır alev makinelerine uyarlanabilir. Ancak, alan iş başarısı önemli görülmezse, bu meme tipleri de traktörle çalıştırılacak bir makineye adapte edilebilir.

Bundan sonraki gaz memesi geliştirme araştırmalarında, çok delikli memelerde deliklerinin püskürtme açılarının, kullanılacak alev başlığının geometrisiyle daha uyumlu hale getirilmesi üzerine çalışılabilir. Ayrıca, yelpaze tipi alev hüzmesi elde etmek için yarıkly tip gaz memesi geliştirme çalışmaları yapılması da önerilebilir.

KAYNAKLAR

- Arslan, S., Tursun, N., Kurtulmuş, F., Güleç, D. 2016.** Use of Thermal Images for Optimizing Burner Height, Operating Pressure, and Burner Angle of a Weed Flamer. *Agronomy Research*, 14(1): 14-24.
- Ascard, J., Mattsson, B. 1989.** Thermal Weed Control with Flaming in Onions. 30th Swedish Crop Protection Conference: Weed and Weed Control. 2: 35-50. Uppsala.
- Ascard, J. 1995.** Effects of flame weeding on weed species at different developmental stages. *Weed Research*, 34: 377-385.
- Bitnner, K., Mervin, I.A. 2003.** Development and Testing of a Shrouded Flame Weeder for Non-Chemical Weed Control. Department of Horticulture, Cornell Uni. Ithaca, NY.
- Bond, W., Grundy, A. C. 2001.** Non-chemical weed management in organic farming systems. *Weed Research*, 41: 383-405.
- Bruening, C.A. 2009.** Development of Propane Flaming Equipment for Thermal Weed Control in Agronomic Crops. MSc Thesis, The University of Nebraska-Lincoln. Lincoln, NE.
- Desvaux, R., Ott, P. 1986.** Introduction of thermic weed control in southeastern France. p:479-482, In: Global Perspectives on Agroecology and Sustainable Agricultural Systems. Proceedings of the Sixth International Scientific Conference of IFOAM, UC-Santa Cruz, CA, Aug. 18-20p.
- Diver, S. 2002.** Flame Weeding for Vegetable Crops. NCAT Agriculture Specialist, CT 165, www.attra.org/attra-pub/flameweeder.html (erişim tarihi, 27/03/2007)
- Earth Sky Solutions. 2019.** Flame Technology for Chemical Free Agriculture. <http://www.earthandskysolutions.com/vineyard--orchard-flaming.html> (Erişim tarihi: 06.05.2019).
- Ebell, J., Cuthbert, I. 2006.** A review of Alternative Vegetation Control Techniques for the E&N Railway. Streamline Environmental Consulting Ltd., Canada.
- Güleç, D., Arslan, S., Tursun, N. 2015.** Farklı Gaz Memelerinin Alev Makinesi Başlıkları Geliştirilmesi için Kullanılma Olanakları. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 11(3): 231-237.
- Kang, W.S. 2001.** Development of a flame weeder. *Transactions of the ASAE*, 44(5): 1065-1070.
- Kıran, T. 2010.** Bağda Alev İle Yabancı Ot Mücadelesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Kitis, Y.E. 2010.** Yabancı Ot Mücadelesinde Yeni Bir Yöntem: "Alevleme". *Tarım Türk Dergisi*, 24: 52-54.
- Knezevic, S., Datta, A., Bruening, C., Gogos, G. 2014.** Propane-fueled flame weeding in corn, soybean, and sunflower. Propane-Fueled Flame Weeding in Corn, Soybean, and Sunflower. PRC 7039-TR-14. Propane Education & Research Council, 1140 Connecticut Ave. NW, Suite 1075 Washington, DC 20036.
- Lague, C., Gill J., Peloquin, G. 2001.** Thermal control in plant protection. In *Physical Control Methods in Plant Protection*. Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 35-46.
- Merfield, C.N. 2011.** Thermal weed management for crop production. www.merfield.com (Erişim tarihi: 27 Kasım 2014).
- Morelle, B. 1993.** Thermal weed control and its application in agriculture and horticulture. In: Communications of the 4th International Conference IFOAM, Non-chemical Weed Control, Dijon, France, pp. 111-116.
- Nemming, A. 1994.** Costs of flame cultivation. *Acta Hort.* 372: 205-212.

<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1994.372.24>

Parish, S. 1990. A review of non-chemical weed control techniques. *Biol. Agric. Hort.*, 7: 117-137.

Red Dragon. 2019. Agricultural Flamers. (Erişim tarihi:08.05.2019).

<https://flameengineering.com/collections/agricultural-flamers>.

Rıfai, M. N., Zikla, T., Mojzis, M. 1996. Flame and mechanical cultivation for weed control. *ZemедelskaTechnica*, 42: 109-113.

Rıfai, M.N., Lacko-Bartosova, M., Brunclik, P., 2000. Alternative methods of weed control in apple orchards. *Pakistan J. Biol. Sci.* 3: 933-938.

Rıfai, M. N., Miller J., Gadus, J., Otepka, P., Kosik, L. 2003. Comparison of infrared, flame and steam units for their use in plant protection. *Res. Agr. Eng.*, 49: 65-73.

Seifert, S., Snipes, C. E. 1998. Response of cotton (*Gossypium hirsutum*) to flame cultivation. *Weed Technol.*, 12(3): 470-473.

Sivesind, E.C., Leblanc, M.L., Cloutier, D.C., Seguin, P., Stewart, K.A. 2009. Weed Response to Flame Weeding at Different Developmental Stages. *Weed Technology*, 23: 438–443.

Trupper, G., Mathews, J.B. 1954. Early Flame Cultivation in Cotton. *Arkansas Agricultural Experiment Far Research* 11: 4.

Tursun, N., Arslan, S., Demir, Z., Karlıdağ, H. 2017a. Kayısı Bahçelerinde Yabancı Otlara Karşı Herbisitlere Alternatif Mücadele Yöntemlerinden Alevleme ve Örtücü Bitkilerin Kullanım Olanaklarının Araştırılması. Sonuç Raporu, TÜBİTAK Proje No: 1001 - 213 O 109.

Tursun, N., Karaat, E.F. Kutsal, K., Isik, R., Arslan, S., Tursun, A.Ö. 2017b. Ayçiçeği Üretiminde Alevleme ve Çapalamanın Yabancı Ot Mücadelesinde Etkilerinin Araştırılması. *Turkish Journal of Weed Science*, 20(1): 10-17.

Tursun, N., Karaat, E.F. Kutsal, K., Isik, R., Arslan, S., Tursun, A.Ö. 2017c. The Effect Of Flaming And Cultivation On Weed Control In Sunflower Production. Proceedings of the 66th IRES International Conference, Pattaya, Thailand, 10th-11th April 2017.

Ulloa, S. M., Datta, A., Bruening, C., Neilson, B., Miller, J., Gogos, G., Knezevic, S. Z. 2011. Mazie response to broadcast flaming at different growth stages: Effects on growth, yield and yield components. *European J. of Agronomy*, 34: 10-19.

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

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Çağdaş TURALOĞLU

Doğum Yeri ve Tarihi : İstanbul, 16.01.1988

Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Büyükçekmece Lisesi, İstanbul – 2006

Önlisans : Selçuk Üniversitesi, Seydişehir MYO, Makina ve Metal
Teknolojileri Bölümü, Konya-2010

Lisans : Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım
Makinaları Bölümü, Bursa – 2013

Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem
Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa – 2019

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl : Karataş Traktör Tic. A.Ş, Bursa, 2015-2019.

Akbank T.A.Ş, İstanbul, 2014

Uğurtar Tarım Alet ve Makinaları San. Tic. Ltd. Şti.
Bursa, 2013

İletişim (e-posta) : turaloglu.cagdas@gmail.com

Yayımları

:

Arslan, S., Turaloğlu, Ç., Tursun, N. 2019. Isıl yabancı ot kontrolü için özel imal edilen gaz memelerinin performansı. *Tarım ve Doğa Derg*, 22(3): 430-435. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.498128.

Arslan, S., Turaloğlu, Ç., Tursun, N. 2017. The Possibility of Using Multi-Hole Gas Nozzles for Flame Torches Used for Weed Control. 13th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture & International Workshop on Precision Agriculture, September 13 - 15, 2017 Izmir, TURKEY, pp66.

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

TEZ ÇOĞALTMA VE ELEKTRONİK YAYIMLAMA İZİN FORMU

Yazar Adı Soyadı	Çağdaş TURALOĞLU
Tez Adı	Yabancı Ot Kontrolünde Alev Makinaları İçin Gaz Memesi Geliştirilmesi
Enstitü	Fen Bilimleri
Anabilim Dalı	Biyosistem Mühendisliği
Tez Türü	Tezli
Tez Danışman(lar)ı	Doç. Dr. Selçuk ARSLAN
Çoğaltma (Fotokopi Çekim) izni	<input checked="" type="checkbox"/> Tezimden fotokopi çekilmesine izin veriyorum <input type="checkbox"/> Tezimin sadece içindekiler, özet, kaynakça ve içeriğinin % 10 bölümünün fotokopi çekilmesine izin veriyorum <input type="checkbox"/> Tezimden fotokopi çekilmesine izin vermiyorum
Yayımlama izni	<input checked="" type="checkbox"/> Tezimin elektronik ortamda yayımlanmasına izin Veriyorum

Hazırlamış olduğum tezimin belirttiğim hususlar dikkate alınarak, fikri mülkiyet haklarım saklı kalmak üzere Uludağ Üniversitesi Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı tarafından hizmete sunulmasına izin verdiğimi beyan ederim.

Tarih : 16.10.2019

İmza :

