

**BİTKİSEL MATERYALİN YANMASIYLA OLUŞAN
DUMANIN VE DUMANDA BULUNAN AKTİF KİMYASAL
KARRİKİNOLİD'İN BAZI SÜS BİTKİSİ TÜRLERİNDE
ÇİMLENME VE ERKEN FİDE GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**THE EFFECT OF PLANT-DERIVED SMOKE AND
SMOKE-ISOLATED CHEMICAL KARRIKINOLIDE ON
THE GERMINATION AND EARLY SEEDLING GROWTH
OF SOME ORNAMENTAL PLANT SPECIES**

İREM TÜYSÜZ

DOÇ. DR. ÇAĞATAY TAVŞANOĞLU

Tez Danışmanı

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

Biyoloji Anabilim Dalı için Öngördüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak hazırlanmıştır.

2019

İREM TÜYSÜZ'ün hazırladığı "Bitkisel Materyalin Yanmasıyla Oluşan Dumanın ve Dumanda Bulunan Aktif Kimyasal Karrikinolid'in Bazı Süs Bitkisi Türlerinde Çimlenme ve Erken Fide Gelişimi Üzerine Etkisi" adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından BİYOLOJİ ANABİLİM DALI'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

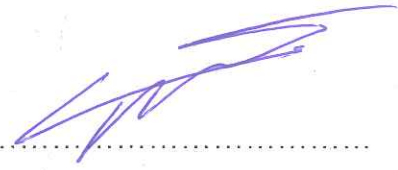
Prof. Dr. Ahmet Emre YAPRAK

Başkan



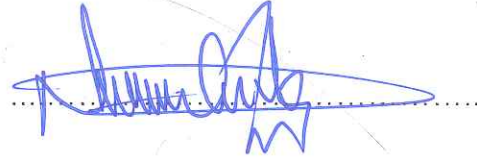
Doç. Dr. Çağatay TAVŞANOĞLU

Danışman



Doç. Dr. Nuran ÇİÇEK

Üye



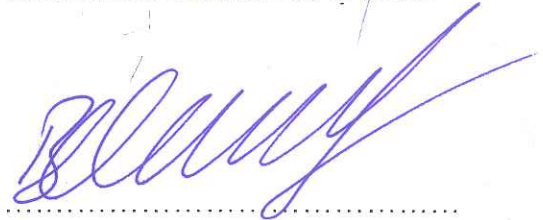
Doç. Dr. Utku PERKTAŞ

Üye



Doç. Dr. Barış ÖZÜDOĞRU

Üye



Bu tez Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak / / tarihinde onaylanmıştır.

Prof. Dr. Menemşe GÜMÜŞDERELİOĞLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



Aileme...

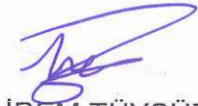
ETİK

Hacettepe Üniversitesi 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 değişiklik yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

13 / 06 / 2019



İREM TÜYSÜZ

YAYINLANMA FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanması zorunlu metinlerin yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan "**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**" kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H. Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- ☐ Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.
- ☐ Enstitü / Fakülte yönetim kurulu gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren ay ertelenmiştir.
- ☐ Tezim ile ilgili gizlilik kararı verilmiştir.

13 / 06 / 2019



İREM TÜYSÜZ

ÖZET

BİTKİSEL MATERYALİN YANMASIYLA OLUŞAN DUMANIN VE DUMANDA BULUNAN AKTİF KİMYASAL KARRİKİNOLİD’İN BAZI SÜS BİTKİSİ TÜRLERİNDE ÇİMLENME VE ERKEN FİDE GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

İREM TÜYSÜZ

Yüksek Lisans, Biyoloji Bölümü

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Çağatay TAVŞANOĞLU

Haziran 2019, ix+41 sayfa

Duman, vejetasyon yangını esnasında selülozun yanması ile ortaya çıkar ve binlerce kimyasal molekül içerir. Su geçirgen tohum kabuğuna sahip bazı bitkilerin yangın sonrası ortaya çıkan duman içerisindeki bu kimyasalları uyaran olarak algılayarak çimlenmeyi başlattığı bilinmektedir. Bu kimyasallardan birisi olan karrikinolid’in de birçok türde çimlenmeyi arttırdığı gösterilmiş, bu yüzden de duman içerisindeki aktif maddelerden birisi olduğu düşünülmüştür. Duman ve içerisindeki kimyasallar çimlenmenin yanı sıra bitkilerin erken fide gelişimi üzerinde de etkili olabilmektedir. Bu tez kapsamında, farklı konsantrasyonlardaki duman çözeltilerinin ve duman içerisinde bulunan karrikinolid kimyasalının, Türkiye’de doğal olarak yayılım gösteren ve süs bitkisi olarak kullanılabilen *Hesperis matronalis* ve *Lavandula stoechas* türlerinde çimlenme ve erken fide gelişimi evreleri üzerindeki etkisi test edilmiştir. Fide gelişimi deneylerinde dumanın ve karrikinolid kimyasalının fidelerin kök

uzunluğu, gövde uzunluğu, toplam fide uzunluğu ve kök/gövde oranı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Elde edilen bulgular, duman çözeltisi ve karrikinolide kimyasalının incelenen *L. stoechas* popölasyonunun çimlenmesi üzerinde etkisinin bulunmadığı, *H. matronalis*'in çimlenmesinin ise duman çözeltisi ve karrikinolid'den negatif olarak etkilendiğı tespit edilmiştir. Erken fide gelişimi deney sonuçlarına göre, uygulamaların ve çimlenme zamanının *L. stoechas* türünde kök uzunluğu, gövde uzunluğu, toplam fide uzunluğu ve kök/gövde oranı üzerinde etkisi olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, %100'lük duman çözeltisi uygulamasının bu türde kök, gövde ve toplam fide boyunda azalmaya sebep olduğu görölmüştür. Buna ek olarak, geç çimlenme zamanına sahip fidelerde daha kısa gövde uzunluğu ve toplam uzunluk gözlenirken, kök boylarında artış gözlenmiştir. Duman uygulamalarının ve karrikinolid uygulamasının *H. matronalis* türünün fide gelişimi üzerine bir etkisi bulunamamıştır. Bu çalışmanın bulguları, dumanın ve karrikinolidin her zaman bitkiler üzerinde geliştirici etkisi olmayabileceğini ve fide gelişimi üzerinde çimlenme zamanının da etkisi olabileceğini göstermiştir. Duman çözeltilerinin ve dumanda yer alan kimyasalların bitkilerin fide gelişimi üzerine etkisini daha iyi anlayabilmemiz için halen çok sayıda çalışmaya gereksinim vardır.

Anahtar Kelimeler: Duman, Çimlenme, Fide büyümesi, Karrikinolid, Süs bitkisi

ABSTRACT

THE EFFECT OF PLANT-DERIVED SMOKE AND SMOKE-ISOLATED CHEMICAL KARRIKINOLIDE ON THE GERMINATION AND EARLY SEEDLING GROWTH OF SOME ORNAMENTAL PLANT SPECIES

İREM TÜYSÜZ

Master of Science, Department of Biology

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Çağatay TAVŞANOĞLU

June 2019, ix+41 pages

Smoke is produced by combustion of cellulose during a vegetation fire and includes thousands of chemical molecules. Some of seeds that have permeable seed coats perceive these chemicals as a signal and initiate germination. It is shown that one of these chemicals, karrikinolide, enhances germination in many species, therefore it has been considered as one of the active compounds in smoke. In addition to germination, smoke and chemicals found in smoke may also affect early seedling growth in plants. In this thesis, the effects of various concentrations of smoke solutions and smoke-isolated chemical karrikinolide were tested for the germination and early seedling growth of *Hesperis matronalis* and *Lavandula stoechas* species which are naturally found in Turkey and are grown as garden plants. In the early seedling growth experiments, the effects of smoke and karrikinolide chemical on root length, stem length, total seedling length and root/stem ratio were investigated. The results showed that

smoke solution and karrikinolide chemical do not affect the germination of *L. stoechas*, while the germination of *H. matronalis* is negatively affected by smoke solution and karrikinolide. According to early seedling growth experiments, it was found that treatment and time of germination affect the root length, stem length, total seedling length and root/stem ratio in *L. stoechas*. Also, 100% smoke solution caused a decrease in root, stem and total seedling lengths in this species. Moreover, seedlings that germinate later had shorter stem length and total seedling length, but, their root lengths were increased. No effect of smoke treatments and karrikinolide treatment on seedling growth of *H. matronalis* was found. The results of this study showed that smoke and karrikinolid do not always have an improving effect on plants and the germination time may affect seedling growth. There is still need for further studies for a better understanding of the effect of smoke solutions and chemicals found in smoke on seedling growth of plants.

Keywords: Smoke, Germination, Seedling growth, Karrikinolide, Ornamental plant.

TEŐEKKÖR

YÖksek lisans eğitimim sÖresince yol gÖsterici fikirlerinden, bilgi ve tecrÖbesinden yararlandığım ve tÖm bu sÖreğte anlayışlı ve hoşgÖrÖlÖ tavırları için tez danışmanım Doç. Dr. Çağatay Tavşanoğlu'na,

Laboratuvar çalışmalarında bana yardım eden ve bu sÖreğte destek olan Cansu Ölgen'e, Zeynep Ladin Coşgun'a, Duygu Deniz Kazancı'ya, Anıl Bahar'a ve tÖm YETA lab ekibine,

Eğitim hayatım boyunca her kararımda yanımda olan ve desteklerini esirgemeyen aileme teőekkÖr ediyorum.

Bu tez alışması, Hacettepe Öniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi tarafından FYL-2018-16991 nolu proje ile desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. Yangınla Uyarılan Çimlenme	1
1.2. Bitkisel Kaynaklı Duman ve İçerisindeki Kimyasallar	1
1.3. Dumanla Uyarılan Çimlenme	2
1.4. Dumanın Fide Gelişimine Etkisi	3
1.5. Çalışılan Türler	6
1.6. Çalışmanın Amacı	7
2. MATERYAL VE YÖNTEM	8
2.1. Çalışılan Türler	8
2.2. Deney Kurulumu	8
2.2.1. Duman Çözültisinin Hazırlanması	8
2.2.2. Petri Kaplarının Hazırlanması	9
2.2.3. Ön Denemeler	9
2.3. <i>Lavandula stoechas</i> Türü için Deney Uygulamaları ve Çimlenme Kontrolü	10
2.4. <i>Hesperis matronalis</i> Türü için Deney Uygulamaları ve Çimlenme Kontrolü	10
2.5. Fide Gelişimi Deneyi ve Ölçümleri	11
2.6. <i>Hesperis matronalis</i> Türünde Hayatta Kalma Oranı	12
2.7. Veri Analizi	12
3. SONUÇLAR	14
3.1. <i>L. stoechas</i> Türünde Çimlenme ve Fide Gelişimi	14
3.2. <i>H. matronalis</i> Türünde Çimlenme ve Fide Gelişimi	24
3.3. <i>N. racemosa</i> ve <i>S. officinalis</i> Türlerinde Ön Deneme Sonuçları	28

4. TARTIŞMA.....	30
5. KAYNAKLAR.....	35
EKLER	40
EK 1 - Tez Çalışması Orjinallik Raporu	40
ÖZGEÇMİŞ	41



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Fide gelişimi deney kurulumu, fidelerin büyütülmesi ve kök, gövde ve toplam uzunluklarının ölçülmesi	12
Şekil 2. <i>L. stoechas</i> türünde kontrol ve uygulama gruplarında ortalama ($\pm$ SE) çimlenme oranları (%).	14
Şekil 3. <i>L. stoechas</i> 'da 12 gün sonunda elde edilen fidelerin farklı uygulamalar ve çimlenme zamanına göre kök uzunluğu değerleri..	17
Şekil 4. <i>L. stoechas</i> 'da 12 gün sonunda elde edilen fidelerin farklı uygulamalar ve çimlenme zamanına göre gövde uzunluğu değerleri..	18
Şekil 5. <i>L. stoechas</i> 'da 12 gün sonunda elde edilen fidelerin farklı uygulamalar ve çimlenme zamanına göre toplam fide uzunluğu değerleri..	19
Şekil 6. <i>L. stoechas</i> 'da 12 gün sonunda elde edilen fidelerin farklı uygulamalar ve çimlenme zamanına göre kök/gövde oranı değerleri.....	20
Şekil 7. <i>L. stoechas</i> 'da farklı uygulamalarda ve kontrol grubunda fidelerin 12 gün sonunda elde edilen kök uzunluğu değerleri.....	22
Şekil 8. <i>L. stoechas</i> 'da farklı uygulamalarda ve kontrol grubunda fidelerin 12 gün sonunda elde edilen gövde uzunluğu değerleri.....	23
Şekil 9. <i>L. stoechas</i> 'da farklı uygulamalarda ve kontrol grubunda fidelerin 12 gün sonunda elde edilen toplam uzunluk değerleri.....	23
Şekil 10. <i>L. stoechas</i> 'da farklı uygulamalarda ve kontrol grubunda fidelerin 12 gün sonunda elde edilen kök uzunluğu değerleri... ..	24
Şekil 11. <i>H. matronalis</i> türünde kontrol ve uygulama gruplarında ortalama ($\pm$ SE) çimlenme oranları (%).	25
Şekil 12. <i>H. matronalis</i> türünde kontrol ve uygulama gruplarında fidelerin 12 gün sonunda elde edilen ortalama ($\pm$ SE) kök uzunluğu, gövde uzunluğu, toplam uzunluk ve kök/gövde oranı değerleri.....	26

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1. Uygulamaların <i>L. stoechas</i> türünde çimlenme üzerindeki etkisini gösteren sapma analizi (GLM) sonuçları.....	15
Çizelge 2. <i>L. stoechas</i> türünde uygulama ve çimlenme zamanının kök uzunluğuna etkisini gösteren iki yönlü varyans analizi sonuçları..	17
Çizelge 3. <i>L. stoechas</i> türünde uygulama ve çimlenme zamanının gövde uzunluğuna etkisini gösteren iki yönlü varyans analizi sonuçları..	18
Çizelge 4. <i>L. stoechas</i> türünde uygulama ve çimlenme zamanının toplam fide uzunluğuna etkisini gösteren iki yönlü varyans analizi sonuçları	19
Çizelge 5. <i>L. stoechas</i> türünde uygulama ve çimlenme zamanının kök/gövde oranına etkisini gösteren iki yönlü varyans analizi sonuçları	20
Çizelge 6. Uygulamaların <i>H. matronalis</i> türünde çimlenme üzerindeki etkisini gösteren sapma analizi (GLM) sonuçları.....	25
Çizelge 7. <i>H. matronalis</i> türünde uygulamaların kök uzunluğuna etkisini gösteren tek yönlü varyans analizi sonuçları.....	27
Çizelge 8. <i>H. matronalis</i> türünde uygulamaların gövde uzunluğuna etkisini gösteren tek yönlü varyans analizi sonuçları	27
Çizelge 9. <i>H. matronalis</i> türünde uygulamaların toplam fide uzunluğuna etkisini gösteren tek yönlü varyans analizi sonuçları.	27
Çizelge 10. <i>H. matronalis</i> türünde uygulamaların kök/gövde oranına etkisini gösteren tek yönlü varyans analizi sonuçları.....	27
Çizelge 11. <i>H. matronalis</i> türünde uygulamalar ve kontrol sonucu elde edilen ortalama (+SE) kök uzunluğu, gövde uzunluğu, toplam uzunluk ve kök/gövde oranı değerleri.....	28
Çizelge 12. <i>H. matronalis</i> türünde çimlenme sonrası 0-11 gün arası ve 12. günde hayatta kalan fide sayısı ve yüzdesi.....	28

1. GİRİŞ

1.1. Yangınla Uyarılan Çimlenme

Yangın, dünya üzerinde bitki dağılımını şekillendiren ve ekosistem yapısını etkileyen ekolojik bir faktördür (Pausas ve Keeley, 2009). Dünya üzerinde çok eski zamanlardan itibaren görülen doğal yangınların bitki evrimi üzerinde de etkisi olduğu düşünülmektedir. Özellikle yangının sık görüldüğü bölgelerde bitkilerin belirli yangın rejimlerine karşı adaptasyon geliştirdiği görülmüştür (Pausas ve Keeley, 2009). Bu adaptasyonlardan en çok üzerinde çalışılanlardan bir tanesi yangınla uyarılan çimlenmedir. Tohumlar uygun çimlenme koşulları sağlanmadan önce toprakta uyku halinde bulunur. Bu durum tohum dormansisi olarak adlandırılır. Tohum uygun koşullar sağlandığında çimlenmeye geçer. Yangınla uyarılan çimlenme adaptasyonunu sağlamış bitkilerde, tohum yangını bir uyarıcı olarak algılar ve çimlenme evresine geçer. Su geçirmez tohum kabuğuna sahip olan bitkiler yani fiziksel dormansiye sahip bitkiler yangın esnasında çıkan yüksek sıcaklığı bir uyarıcı olarak alır ve çimlenmeyi başlatır (Thanos ve Georghiou, 1988). Su geçirgen tohum kabuğuna sahip olanlar yani fizyolojik dormansiye sahip bitkiler ise dumanın içerisindeki kimyasalları uyarıcı olarak algılar ve çimlenmeyi başlatır (Moreira ve ark., 2010).

1.2. Bitkisel Kaynaklı Duman ve İçerisindeki Kimyasallar

Yangın esnasında bitki materyalinin içerdiği selülozun yanmasıyla ortaya çıkan duman çözeltisi binlerce kimyasal madde içerir. Bu kimyasal maddelerin hangilerinin çimlenme üzerinde etkili olduğunu araştıran birçok çalışma bulunmaktadır (Keeley ve Fotheringham, 1997; Flematti ve ark., 2011). Bu çalışmalar esnasında karrikinolid (3-Methyl-2h-Furo[2,3-C]Pyran-2-One, KAR₁) molekülü keşfedilmiş ve yüksek sıcaklıkta stabil kalabilmesi, suda çözünür olması ve geniş konsantrasyon aralığında aktif olması sebebiyle çimlenmeyi uyarıcı aktif madde olarak tanımlanmıştır (Flematti ve ark., 2004). Ancak daha sonra yapılan çalışmalarla karrikinolid molekülünün çimlenmeyi uyarıcı tek molekül olmadığı ve dumanın bileşiminde yer alan diğer birkaç organik ve

inorganik maddenin de çimlenme üzerinde etkisi olabileceği gösterilmiştir (Downes ve ark., 2010; Downes ve ark., 2014; Keeley ve Pausas, 2018).

1.3. Dumanla Uyarılan Çimlenme

Yangın esnasındaki yüksek sıcaklığın veya ortaya çıkan dumanın bitkilerin çimlenmesi üzerindeki etkisini araştıran birçok çalışma vardır. Akdeniz havzasında gerçekleştirilen bir çalışmada çalışılan yetmiş altı taksonun otuz dördünde bitkilerin sıcaklık şokuna veya dumana çimlenmeyi artırıcı yönde cevap verdiği görülmüştür (Kazancı, 2014; Kazancı ve Tavşanoğlu, 2019). En dikkat çekici sonucu veren Lamiaceae familyasında duman uygulaması on beş taksondan dokuzunun çimlenmesini arttırmış ve Brassicaceae familyasında ise iki örneğin yüksek dormansisini kırarak çimlenmesini arttırmıştır (Kazancı, 2014). Yine Akdeniz havzasında, çalışılan otuz türden yirmisinin sıcaklık şoku ile, sekizinin duman uygulaması ile ve beş türün de hem sıcaklık hem duman uygulaması ile uyarıldığı görülmüştür (Moreira ve ark., 2010).

Dumanın Akdeniz havzası gibi yangına eğilimli bölgeler haricinde yangına eğilimi olmayan habitatlarda da çimlenmeyi etkilediği bilinmektedir (Sparg ve ark., 2005; Daws ve ark., 2007). Buna ek olarak, marul (Drewes, Smith ve Van Staden, 1995) ve kırmızı pirinç (Doherty ve Cohn, 2000) gibi birçok kültür bitkisinde de dumanla birlikte çimlenmenin arttığı görülmüştür.

Bazı bitkilerin çimlenmesinin ise doğrudan yangın ile ilişkili olduğu ve türün çimlenmesinin yalnızca yangın sonrası gözlemlendiği de bilinmektedir (Brown, 1992). Tüm bu çalışmalarla birlikte dumanın çimlenmesi düşük olan veya yüksek dormansiye sahip türlerin çimlenmeleri üzerinde uyarıcı veya arttırıcı bir rolü olduğu düşünülmektedir.

1.4. Dumanın Fide Gelişimine Etkisi

Dumanın ve dumanda bulunan kimyasalların bitkilerin erken fide gelişimine etkisi üzerine yapılan çalışmalar çimlenme çalışmalarına kıyasla oldukça azdır. Ancak yine de dumanın bazı doğal türlerde fide gelişimi üzerinde etkisi bulunduğu gösterilmiştir. Akdeniz havzasında gerçekleştirilen bir çalışmada on sekiz doğal türün dumana verdiği tepki incelenmiş ve altı türde fide büyümesinde artış tespit edilmiştir (Moreira ve ark., 2010). İç Anadolu Bölgesinde gerçekleştirilen bir başka çalışmada ise incelenen yirmi bir otsu türün ikisinde duman uygulaması sonrasında fide boyunda artış gözlenmiş ve dört türde de daha dinç fideler elde edilmiştir (Tavşanoğlu, Çataav ve Özüdoğru, 2015). Ek olarak, Akdeniz havzasında gerçekleştirilen bir çalışmada türlerin birbirleriyle olan ilişkileri de göz önüne alınarak dumanın fide çıkışı ve yerleşimi üzerine etkisi komünite bazında önemli bir rolü olduğu sonucuna varılmıştır (Tormo, Moreira ve Pausas, 2014). Aynı çalışmada ayrıca, duman uygulaması sonrasında tür bazında gözlenen küçük değişikliklerin komünite bazında değerlendirildiğinde önemli ve anlamlı bir desen ortaya koyduğu sonucu çıkarılmıştır (Tormo ve ark., 2014). Yine Akdeniz havzasında gerçekleştirilen çalışmayla, çalışılan otuz yedi doğal türün yirmi birinin çimlenme ve/veya fide gelişiminin duman içerisindeki kimyasallardan en az birine pozitif tepki verdiği görülmüştür (Çataav ve ark., 2018a).

Tarımsal ürünlerin dumana verdikleri cevap ekonomik olarak büyük öneme sahiptir. Bitkilerin dumana verdikleri cevabı kullanarak daha dirençli, daha uzun bitkiler elde etmek veya bitkinin meyve miktarlarını arttırmak gibi uygulamalar tarımsal alanda tercih edilebilir. Dumanın tarımsal ürünlerin fide gelişimi üzerine etkisini test eden çalışmalar da mevcuttur.

Dumanın bitkilerde kök oluşumu üzerine olumlu etkisi ilk olarak fasulye üzerinde gösterilmiştir (Taylor ve Van Staden, 1996). Bu çalışmayla dumanın kök oluşumunu başlatmada ve kök sayısını belirlemede etkili olduğu gözlenmiştir. Ayrıca, domates, bamya, fasulye ve mısır bitkilerine uygulanan dumanın bu

türlerde fide büyümesinde, kök ve gövde uzunluğunda, fide yaş ağırlığında ve fide dinçliğinde artışa sebep olduğu görülmüştür (Van Staden ve ark., 2006).

Bazı çalışmalarda dumanda bulunan aktif kimyasal olan karrikinolid ve duman çözeltisi birlikte test edilmiş ve aralarında bir fark olup olmadığına bakılmıştır. Örnek olarak, soğan bitkisinde (*Allium cepa* L.) gerçekleştirilen karrikinolid ve dumanlı su çözeltisi uygulamalarında her iki uygulamada da yaprak sayısında artma, yaprak uzunluğunda büyüme, kuru ve yaş ağırlığında artış, soğan yarıçapında ve ağırlığında artış görülmesiyle birlikte karrikinolid uygulamasının dumanlı su çözeltisi uygulamasına göre fide büyümesini daha fazla etkilediği görülmüştür (Kulkarni ve ark., 2010). Buna ek olarak, aynı çalışmada genotoksik test yapılarak dumanın soğanların genetik yapısında herhangi bir mutasyona yol açmadığı da gösterilmiştir (Kulkarni ve ark., 2010).

Bazı çalışmalarda duman çözeltisinin farklı konsantrasyonları da test edilmiş ve maksimum büyümenin gözlemlendiği konsantrasyonlar belirlenmiştir. Örneğin, Kulkarni, Ascough ve Van Staden (2008), domates (*Solanum lycopersicum*) bitkisi üzerinde karrikinolid ve duman çözeltisinin farklı konsantrasyonlarını test etmişlerdir. Bu uygulamaların yaprak sayısında, bitki boyunda ve gövde kalınlığında artışa neden olduğu ortaya konulmuş ve maksimum yükseklik, yaprak sayısı ve gövde kalınlığına 1:500 konsantrasyonlu duman çözeltisinde ulaşılmıştır. Ayrıca, duman ve karrikinolid uygulamaları meyve miktarında ve meyveye sahip bitki miktarında da artışa sebep olmuştur (Kulkarni, Ascough ve Van Staden, 2008). Papaya bitkisi (*Carica papaya* L.) ile gerçekleştirilen ve dumanın farklı konsantrasyonlarının test edildiği başka bir çalışmada (Chumpookam, Lin ve Shiesh, 2012) ise dumanın tüm büyüme parametrelerinde artışa yol açtığı gösterilmiştir. Ayrıca bitkide duman uygulamasıyla klorofil miktarında da artış gözlenmiştir. En iyi büyüme ise %10 duman çözeltisi uygulamasında görülmüştür. Ek olarak, dumanın papaya bitkilerinin besin bileşiminde bir değişikliğe sebep olup olmadığı kontrol edilmiş ve herhangi bir değişikliğe yol açmadığı görülmüştür (Chumpookam, Lin ve Shiesh, 2012).

Nicotiana attenuata üzerinde duman uygulamasının test edildiği bir çalışmada (Wang ve ark., 2017) gövde boyunda anlamlı bir değişikliğe rastlanmazken kökte dikkat çeken sonuçlara ulaşılmıştır. Dumana maruz kalan bitkilerin köklerinin çok daha uzun olduğu ve kılcal kök oluşumunun engellendiği gözlenmiştir. Ayrıca, bu değişikliğe sebep olan aktif madde de izole edilmiş ve bu aktif maddenin *catechol* molekülü olduğu belirlenmiştir. Bitkinin bu moleküle verdiği tepki de konsantrasyona bağlı olarak değişmektedir ve belirli bir değerin altında veya üstünde aynı tepki gözlenmemektedir (Wang ve ark., 2017).

Mavi ve ark. (2010), kavun (*Cucumis melo* L.) ile gerçekleştirdikleri çalışmada tohumları ekmeden uygulanan karrikinolid kimyasalının fidelerin çıkışını hızlandırdığını ve bu uygulamanın düşük sıcaklıkta ve daha derine ekilen tohumlarda beklenen olumsuz etkiyi telafi ettiğini göstermişlerdir.

Karrikinolid uygulamasının patlıcan bitkisi (*Solanum melongena* L.) üzerindeki etkisinin test edildiği bir çalışmada ise karrikinolid uygulamasının fide çıkış hızını arttırdığı, fide kuru ve yaş ağırlıklarının da kontrole göre daha fazla olduğu görülmüştür (Demir ve ark.,2009). Ayrıca, Demir ve ark. (2009), karrikinolid uygulamasının yaşlanmış tohumlar üzerindeki etkisini de test etmiş ve bu uygulamanın tohum yaşının getirdiği olumsuz etkileri önlediğini de göstermişlerdir.

Duman uygulamasının süs bitkileri fide gelişimi üzerine etkisini test eden çalışmalar oldukça azdır. Bu konuda yapılan kültür ve süs bitkileri üzerinde yapılan bir çalışmada duman içerisinde bulunan karrikinolid molekülünün *Capsicum annuum* L. (Demre sivrisi biber), *Impatiens walleriana* Hook. f. (cam güzeli) ve *Salvia splendens* Sellow ex Schult (Salvano ateş çiçeği) türlerinin fide gelişimi üzerine etkisi test edilmiş ve karrikinolid uygulamasının fidelerin kuru ve yaş ağırlıklarında artış gösterdiği bulunmuştur (Özüaydın, 2011).

Dumanın bitki büyümesini nasıl değiştirdiği, hangi mekanizmalara etki ettiği bu alandaki yeni araştırma konularındandır. Mısır bitkisi (*Zea mays* L.) üzerinde NMR spektroskopisi ile gerçekleştirilen çalışmada, duman uygulamasının kök hücrelerinde glikoz, früktoz, metanol ve alanin gibi metabolitlerin miktarında artışa sebep olduğu; sükroz, laktat, etanol gibi metabolitlerin ise miktarında azalmaya sebep olduğu gösterilmiştir. Bu sonuçlara bakılarak, duman uygulamasının kök hücrelerinde aminoasit metabolizması, sükroz metabolizması ve glikoliz gibi hücresel olaylar üzerinde etkisi olduğu söylenebilir (Çatav ve ark., 2018b). Duman uygulaması ile elde edilen fenotip farklılığının ise dumanın kökte bulunan reaktif oksijen türlerinin (ROS) dağılımını etkileyerek elde edildiği *Nicotiana attenuata* türünde gösterilmiştir (Wang ve ark., 2017).

1.5. Çalışılan Türler

Bu çalışma kapsamında, Türkiye’de doğal olarak yayılış gösteren, süs ve peyzaj bitkisi değeri olan *Lavandula stoechas* L. (Karabaş otu) ve *Hesperis matronalis* L. (Akşam yıldızı) türleri incelenmiştir. *H. matronalis* türü Brassicaceae familyasına ait olup otsu yapıya sahip, yamaç ve çayırliklarda bulunan bir türdür. Bu tür Türkiye’de Kuzeydoğu, Doğu ve Güney Anadolu bölgelerinde yayılım gösterirken, Dünya’da da Orta ve Güney Avrupa, Sibirya, Kafkasya ve Türkistan bölgelerinde bulunur (Bakis, Babac ve Uslu, 2011). Bu tür özellikle Karadeniz ve Trakya bölgelerinde süs bitkisi olarak kullanılmaktadır (Duran, 2016). *L. stoechas* türü ise Lamiaceae familyasına ait, çalı yapısında ve seyrek *Pinus brutia* ormanları, maki, firigana, kalkerli kaya ve granit yamaçlar gibi habitatlarda yerleşim gösteren bir türdür (Bakis, Babac ve Uslu, 2011). Türkiye’de ve Dünya’da Akdeniz Bölgesi’nde dağılım göstermektedir (Bakis, Babac ve Uslu, 2011). *L. stoechas* peyzaj düzenlemelerinde nadiren de olsa kullanılmakta olan bir türdür ve Batı Avrupa’da aynı cinse ait *L. angustifolia* gibi yaygın bir peyzaj bitkisi olarak kullanılma potansiyeline sahiptir. Bu iki türe ek olarak, Caryophyllaceae familyasına ait ve Türkiye’de Kuzey, Batı, Orta, Doğu ve Güney Anadolu bölgelerinde, Dünya’da ise Kafkasya, Batı, Orta ve Güney Avrupa bölgelerinde yayılım gösteren *Saponaria officinalis* L. ve Lamiaceae familyasına ait Türkiye’de Doğu Anadolu bölgesinde, Dünya’da ise Kafkasya ve

Kuzey İran bölgelerinde dağılım gösteren *Nepeta racemosa* Lam. süs bitkisi türleri de çimlenme ön deneme aşamalarında test edilmiştir (Bakis, Babac ve Uslu, 2011)

1.6. Çalışmanın Amacı

Bu tez çalışmasının amacı, dumanın süs bitkilerinin çimlenme ve fide gelişimi üzerindeki etkisi konusunda mevcut sınırlı literatüre katkı sağlamak ve ülkemizde doğal yayılış gösteren ve süs bitkisi olarak kullanılma potansiyeli bulunan türlerin yetiştirilmesinin duman uygulamaları ile kolaylaştırılma potansiyelinin ortaya çıkarılmasıdır. Bu amaç doğrultusunda, *Lavandula stoechas* ve *Hesperis matronalis* türlerinin duman çözeltisi ve karrikinolid uygulamalarına çimlenme ve erken fide gelişimi evrelerinde verdikleri cevaplar laboratuvar deneyleri ile incelenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Çalışılan Türler

L. stoechas tohumları, Ağustos 2018 tarihinde Marmaris (Muğla İli) bölgesinde yer alan doğal bir popülasyondan (36.827° K, 28.056° D, 15 m) toplanmıştır. *H. matronalis*, *Saponaria officinalis* ve *Nepeta racemosa* tohumları ise Zengarden bahçecilik şirketinden (<https://www.zengardentr.com/>) 05.02.2018 tarihinde temin edilmiştir. *H. matronalis* deneylerinin devamı için 22.10.2018 tarihinde aynı şirketten yeniden alım yapılmıştır. Tüm tohumlar deneylerin gerçekleştirileceği zamana kadar oda sıcaklığında karanlık ve düşük nemli bir ortamda bekletilmiştir.

2.2. Deney Kurulumu

2.2.1. Duman Çözeltilisinin Hazırlanması

Duman çözeltisinin hazırlanmasında Jäger, Light ve Van Staden. (1996) yöntemi kullanılmıştır. Daha öncesinde araziden toplanmış olan *Quercus coccifera* (Kermes meşesi) türüne ait ince dal ve yapraklar küçük parçalara ayrılarak demir kaplar içine 5'er gram olacak şekilde tartılarak konulmuştur. Daha sonra bu kaplar, üzerleri alüminyum folyo ile kapatılarak etüve yerleştirilmiş ve etüvde 190-195°C sıcaklıkta 30 dakika bekletilmiştir. Ardından kaplar etüvden alınarak üzerlerindeki alüminyum folyoda delik açılmış ve bu delikten ve içerisinde ortaya çıkmış olan duman kaçırılmadan 50 ml distile su eklenerek yeniden alüminyum folyo ile kaplanmıştır. Örnekler bu şekilde 10 dakika daha bekletildikten sonra, bir huni ve süzgeç yardımıyla içerisindeki solüsyon beherlere dökülmüştür. Bu sayede stok duman çözeltisi hazırlanmıştır (Moreira ve ark., 2010). Daha sonra kullanılmak istenen duman çözeltisi konsantrasyonları seyreltme işlemi ile elde edilmiştir. Bu çalışma için, %100'lük (D 1:1), %10'luk (D 1:10) ve %1'lik (D 1:100) duman çözeltisi konsantrasyonları hazırlanmıştır (Moreira ve ark., 2010; Çatav ve ark., 2014; Ergan, 2017).

2.2.2. Petri Kaplarının Hazırlanması

Deney için %0,7 konsantrasyonlu ve %1,2 konsantrasyonlu agarlı Petri kapları hazırlanmıştır. %0,7 konsantrasyonlu Petri kapları çimlenme deneyleri için kullanılmış olup tohumlar ekildikten sonra iklim dolaplarına yatay biçimde yerleştirilmiştir. Daha yüksek miktarda agar içeren %1,2 konsantrasyonlu agarlı Petri kapları ise fide gelişimi için kullanılmış, çimlenen tohumların bu Petri kaplarına aktarılmasından sonra iklim dolaplarına dikey olarak yerleştirilmiştir. Petri kaplarının dik bir şekilde dolaba yerleştirilmesi, fidelerin kök ve gövde kısımlarının sırasıyla pozitif ve negatif jeotropizma hareketi göstermesi özelliğinden faydalanılarak Petri kaplarının alt ve üst kısımlarına doğru doğrusal olarak büyütülmesi amaçlanmıştır.

2.2.3. Ön denemeler

S. officinalis ve *N. racemosa* türlerinin optimum çimlenme koşullarının belirlenmesi için ön denemeler gerçekleştirilmiştir. Bu ön denemeler de farklı sıcaklık (15°C ve 20°C) ve ışık koşulları (karanlık ve 12/12 saat aydınlık/karanlık) test edilmiştir. Her bir uygulama grubu için 3 tekrarlı olacak şekilde 10'ar tohum ekilmiştir. Ek olarak, *N. racemosa* türü için 15°C'de karanlık ve 24 saat ışık koşullarında D 1:10 ve Giberellin uygulaması sulu kontrol ile karşılaştırılmış ve *S. officinalis* türü için de 15°C'de karanlık ve 24 saat ışık koşullarında 100°C sıcaklık şoku uygulaması, mekanik parçalama, mekanik parçalama ardından soğuk katlama uygulamaları kuru kontrol ile karşılaştırılmıştır (Lubke ve Cavers, 1969). Her bir uygulama grubu için 2 tekrarlı olacak şekilde 25'er tohum ekilmiştir. Elde edilen düşük çimlenme yüzdeleri sebebi ile bu iki türde duman ve karrikinolid uygulamalarının çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkisine bakılmamıştır.

2.3. *Lavandula stoechas* Türü için Deney Uygulamaları ve Çimlenme Kontrolü

Her bir uygulama için 4 tekrarlı olacak şekilde 25'er tohum Eppendorf tüplerine konulmuştur. Tohumların Petri kaplarına ekiminden 24 saat önce duman çözeltisinin farklı konsantrasyonları (D 1:1, D 1:10 ve D 1:100) ve dumanın içinde var olduğu bilinen karrikinolid kimyasalı (3-Methyl-2h-Furo[2,3-C]Pyran-2-One, KAR₁; Van Staden vd. 2004) (Carbosynth şirketinden temin edilmiştir) 0,1 µM konsantrasyonda tohumlara uygulanmıştır. Kontrol grubunda yer alan tohumlar ise 24 saat boyunca distile su içerisinde bekletilmiştir.

Uygulamaları yapılan tohumlar 24 saat sonunda %0,7 konsantrasyonlu agarlı Petri kaplarına ekilmiş ve 15°C sıcaklıkta 12/12 saat aydınlık/karanlık fotoperiyot koşullarına ayarlanmış iklim dolaplarına (NÜVE TK600 model) yerleştirilmiştir. İklim dolabı sıcaklık ve ışık koşullarına ön deneylerden elde edilen bulgular göz önüne alınarak karar verilmiştir. İklim dolaplarına yerleştirilmiş olan Petri kaplarının 6 gün boyunca çimlenmeleri kontrol edilmiştir.

2.4. *Hesperis matronalis* Türü için Deney Uygulamaları ve Çimlenme Kontrolü

Her bir uygulama için 8 tekrarlı olacak şekilde 25'er tohum Eppendorf tüplerine konulmuştur. Daha önce gerçekleştirilen ön denemelerde türün çimlenme yüzdesinin çok düşük olduğu gözlemlendiği için fide gelişimi deneyinde daha fazla fide elde etmek amacıyla 8 tekrar kullanılmıştır. Tohumların agarlı Petri kaplarına ekiminden 24 saat önce duman çözeltisinin farklı konsantrasyonları (D 1:1 ve D 1:10) ve KAR₁ kimyasalı tohumlara uygulanmıştır. Kontrol grubunda yer alan tohumlar ise 24 saat boyunca distile su içerisinde bekletilmiştir.

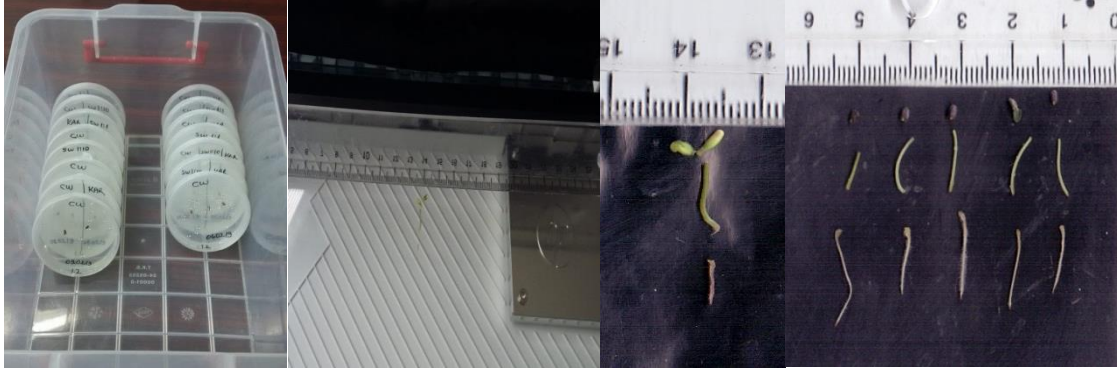
Uygulamaları yapılan tohumlar 24 saat sonra %0,7 konsantrasyonlu agarlı Petri kaplarına ekilmiş ve 15/25°C sıcaklıkta 24 saat ışık koşulları ile ayarlanmış iklim dolaplarına yerleştirilmiştir. İklim dolabı sıcaklık ve ışık koşullarına ön

deneylerden elde edilen sonuçlar ve Susko ve Hussein (2008) çalışması göz önüne alınarak karar verilmiştir. Daha sonra, iklim dolabında yer alan Petri kaplarındaki çimlenme durumu 49 gün boyunca kontrol edilmiştir.

2.5. Fide Gelişimi Deneyi ve Ölçümleri

Her iki tür için de, günlük kontroller esnasında çimlenen tohumlar %0,7 konsantrasyonlu agarlı Petri kaplarından alınarak %1,2 konsantrasyonlu agarlı Petri kaplarına yerleştirilmiştir. Farklı günlerde çimlenen tohumlar farklı Petri kaplarına yerleştirilmiştir. Daha sonra bu Petri kapları dikey olarak ışık geçiren kutulara konularak iklim dolabına yerleştirilmiştir. Yeni Petri kapları her iki tür için de çimlenme deney koşulları ile aynı sıcaklık ve ışık koşullarında tutulmuştur.

Çimlenme zamanlarına göre farklı Petri kaplarına yerleştirilmiş olan fideler, her bir Petri kabı için transferlerin gerçekleştirilmesinin ardından 12 gün süre ile büyümeye bırakılmıştır. Daha sonra elde edilen fidelerin görüntüsü kök, gövde ve yaprak ayrımı yapılarak tarayıcı yardımıyla elde edilmiş ve elektronik ortama aktarılmıştır. Elde edilen fotoğraflar, ImageJ programı (Rasband, 1997-2018; Abramoff, Magalhaes ve Ram, 2004) içerisinde açılmış, tarama esnasında kullanılan cetvel ile program içerisinde uzunluk ayarları yapılmıştır. Bu uzunluk ayarları kullanılarak da her bir fidenin kök, gövde ve toplam uzunlukları ölçülmüştür (**Şekil 1**).



Şekil 1: Fide gelişimi deney kurulumu, fidelerin büyütülmesi ve kök, gövde ve toplam uzunluklarının ölçülmesi

2.6. *H. matronalis* Türünde Hayatta Kalma Oranı

H. matronalis türünde, deneyin 12 günlük fide gelişiminin izlenmesi sürecinde yeni Petri kaplarına aktarılan çimlenmiş tohumların büyüme göstermeden veya belli bir büyüklüğe ulaştıktan sonra 12 gün içinde öldükleri gözlenmiştir. Bu durum 0-11 gün arası hayatta kalma oranı ve 12. gün hayatta kalma oranı olarak kayıt altına alınmıştır. Deneyin sonlandırılmasının ardından yapılan kesme testi ile çimlenmeyen tohumların canlı, ölü veya boş olma durumları teşhis edilmiştir.

2.7. Veri Analizi

Çimlenme analizlerinde, her bir uygulama ve her bir tekrar Petri kabı için *L. stoechas* ve *H. matronalis* türlerinin çimlenme yüzdesi hesaplanmıştır. Her iki tür için de farklı duman çözeltisi konsantrasyonları ve KAR₁ kimyasalının çimlenme üzerindeki etkisine bakılmıştır. Uygulamaların çimlenme üzerindeki etkisi sapma analizi (genelleştirilmiş doğrusal model; GLM) ile binom dağılımı temel alınarak test edilmiştir. Bu analizde, çimlenen ve çimlenmeyen tohum verisi dikkate alınmış ve her bir uygulamanın etkisi kontrol ile karşılaştırılmıştır.

Fide gelişimi analizlerinde, her iki tür için de farklı konsantrasyonlardaki duman çözeltisi ve KAR₁ kimyasalı uygulamalarının kök uzunluğu, gövde uzunluğu,

toplam fide boyu ve kök/gövde oranında bir fark yaratıp yaratmadığını istatistiksel olarak test etmek için Tek Yönlü Varyans Analizi kullanılmıştır. Gruplar arasında fark var ise, bu farkın hangi gruplar arasında var olduğunun anlaşılması için Tukey HSD Testi kullanılmıştır. Verilerin normal dağılımını test etmek için analiz öncesi Shapiro-Wilk testi ve homojenliğini ölçmek için de Levene testi uygulanmıştır. İstatistiksel testler gerçekleştirilmeden önce verilerin normal dağılıma yaklaşması için logaritmik dönüşüm yapılmıştır. *L. stoechas* türü için ek olarak farklı günlerde çimlenmiş tohumların fide gelişimi üzerinde etkisi olup olmadığı, çimlenme zamanı ve uygulama iki sabit faktör olarak ele alınarak İki Yönlü Varyans Analizi ile test edilmiştir.

Yapılan bu analizlere ek olarak, *H. matronalis* türünde uygulamaların çimlenme sonrası 0-11 gün ve 12. günde hayatta kalma oranları üzerindeki etkisini test etmek için ki-kare (χ^2) istatistiği kullanılmıştır.

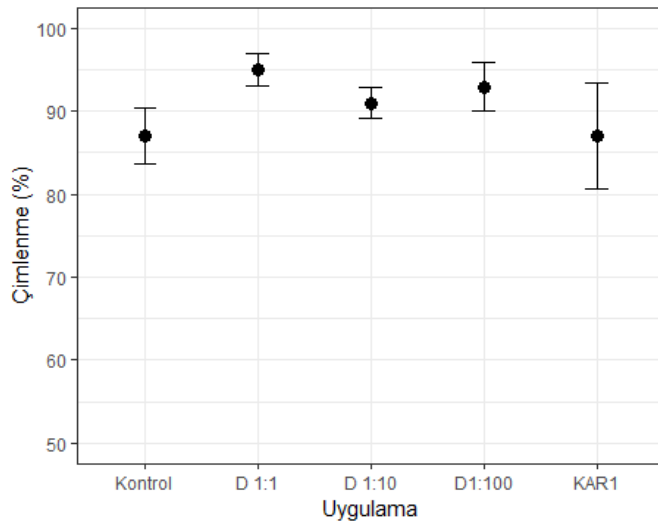
Verilerin analizinde R istatistik programı kullanılmıştır (R Core Team, 2018). Çimlenme ve fide büyüme grafiklerinin çizimlerinde *ggplot2* paketi (Wickham, 2016) kullanılmıştır. Levene testi için *lawstat* paketi (Gastwirth ve ark., 2019) kullanılmıştır. Çimlenme analizi için *Rmisc* paketi (Hope, 2013) kullanılmıştır. Erken fide gelişimi evresinde hayatta kalma oranını analiz etmek için yapılan ki kare testini kullanmak için *MASS* paketi (Venables ve ark., 2002) kullanılmıştır.

3. SONUÇLAR

3.1. *L. stoechas* Türünde Çimlenme ve Fide Gelişimi

Çalışılan *L. stoechas* popülasyonunda tohum dormansisinin bulunmadığı ve kontrol grubunda % 87 oranında bir çimlenmenin olduğu görülmüştür (**Şekil 2**). %100'lük duman çözeltisi uygulaması (D 1:1) ile %95, %10'luk duman çözeltisi uygulaması (D 1:10) ile %91, %1'lik duman çözeltisi uygulaması (D 1:100) ile %93 ve KAR₁ kimyasalının uygulanması ile %87'lik çimlenme yüzdeleri elde edilmiştir (**Şekil 2**).

D 1:1 uygulamasının kontrole göre çimlenmeyi bir miktar artırmış olduğu tespit edilmiş, ancak bu artışın sadece kritik seviyede ($0,05 < p < 0,10$) anlamlı olduğu görülmüştür ($p = 0,056$, **Şekil 2**, **Çizelge 1**). Diğer uygulamalarla kontrol grubu arasında ise fark bulunamamıştır ($p > 0,05$; **Şekil 2**, **Çizelge 1**).



Şekil 2: *L. stoechas* türünde kontrol ve uygulama gruplarında ortalama ($\pm$ SE) çimlenme oranları (%). D 1:1, D 1:10 ve D 1:100 farklı konsantrasyonlardaki duman çözeltisi uygulamalarını, KAR₁ ise karrikinolid uygulamasını belirtmektedir.

Çizelge 1: Uygulamaların *L. stoechas* türünde çimlenme üzerindeki etkisini gösteren sapma analizi (GLM) sonuçları. Bu analizde her bir uygulama kontrol ile karşılaştırılmıştır.

Uygulama	Hesap Değeri	Standart hata	z değeri	P
D 1:1	1,043	0,547	1,91	0,056
D 1:10	0,413	0,459	0,90	0,368
D 1:100	0,675	0,492	1,37	0,170
KAR ₁	-0,012	0,421	-0,03	0,978

Yapılan analizlerde uygulamaların ve çimlenme zamanının *L. stoechas* türünün fide gelişimi üzerinde etkisi olduğu görülmüştür. Uygulamaların ve çimlenme zamanının kök uzunluğu ($p<0,01$; **Çizelge 2**), gövde uzunluğu ($p<0,001$; **Çizelge 3**), toplam fide boyu ($p<0,001$; **Çizelge 4**) ve kök/gövde oranı ($p<0,001$; **Çizelge 5**) üzerindeki etkisinin kontrol grubundan anlamlı derecede farklı olduğu görülmüştür.

Uygulamaların kök uzunluğuna etkisine bakıldığında D 1:1 ve D 1:100 duman konsantrasyonlarının kontrol grubundan daha kısa kök uzunluklarına sahip oldukları görülmüştür ($p<0,05$, **Şekil 3**). Çimlenme zamanının kök uzunluğuna etkisine bakıldığında ise 5. gün çimlenen tohumların kök uzunluklarının 3. ve 4. günde çimlenen tohumlara oranla daha uzun olduğu görülmüştür ($p<0,05$, **Şekil 3**).

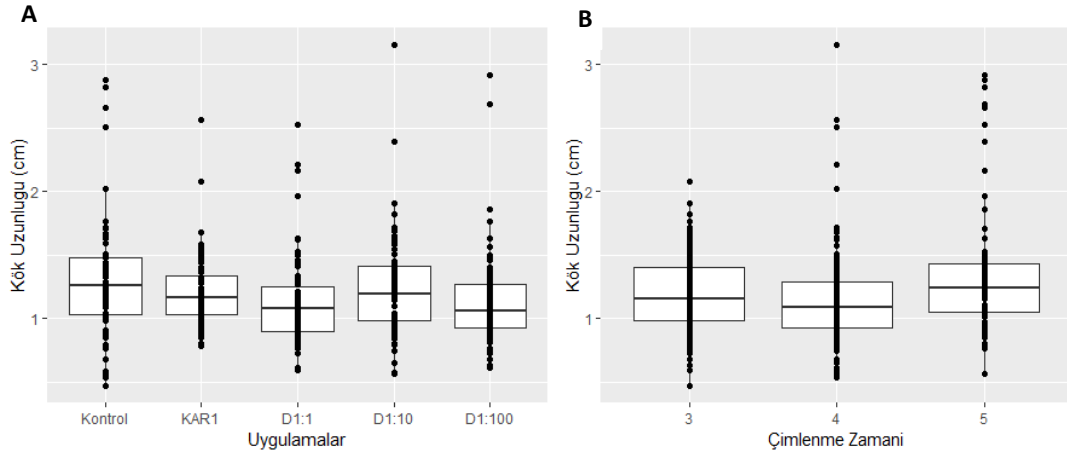
D 1:1 ve D 1:10 uygulamalarının kontrol grubuna göre gövde boyunda azalmaya sebep olduğu görülmüştür ($p<0,05$, **Şekil 4**). D 1:10 uygulamasının tüm uygulama gruplarından farklı olduğu ve daha kısa gövde boyuna sahip olduğu görülmüştür. Aynı zamanda farklı duman çözeltisi konsantrasyonları (D 1:1, D 1:10 ve D 1:100) ve KAR₁ kimyasalı uygulamalarının kendi aralarında da (KAR₁ ve D 1:100 ikili karşılaştırması haricinde) anlamlı derecede farka sebep olduğu görülmüştür ($p<0,05$, **Şekil 4**). Çimlenme zamanının etkisine bakıldığında ise gövde uzunluğunun her bir gün için anlamlı derecede farklı

olduğu ve gün süresi arttıkça gövde uzunluğunun azaldığı görülmüştür ($p<0,05$, **Şekil 4**) .

Toplam fide uzunluğuna etki eden uygulamalara bakıldığında farklı duman çözeltisi konsantrasyonlarının (D 1:1 ve D 1:10), kontrol grubundan ve KAR₁ kimyasalının uygulama grubundan anlamlı derecede farklı olduğu ve daha kısa fideler oluşturduğu görülmüştür ($p<0,05$, **Şekil 5**). Çimlenme zamanının etkisine bakıldığında ise anlamlı farkın 3. gün ile 4. gün arasında azalmadan kaynaklandığı görülmüştür ($p<0,05$, **Şekil 5**).

Uygulamaların kök/gövde oranına etkisine bakıldığında D 1:10 uygulamasının diğer tüm uygulamalardan anlamlı derecede farklı olduğu ve kök/gövde oranının en yüksek bu uygulama grubunda olduğu görülmüştür ($p<0,05$, **Şekil 6**). Ek olarak, D 1:100 uygulaması da D 1:1 ve KAR₁ uygulamasından anlamlı derecede farklıdır ve daha düşüktür ($p<0,05$, **Şekil 6**). Çimlenme zamanının etkisine bakıldığında ise gövde uzunluğunun gün süresi arttıkça azalması sebebi ile her bir gün için anlamlı olacak şekilde kök/gövde oranında artış görülmüştür ($p<0,05$, **Şekil 6**).

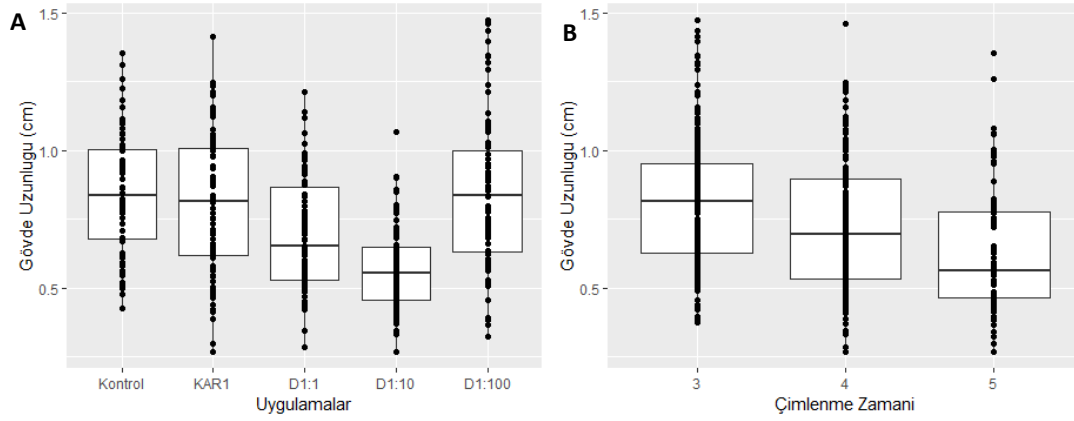
L. stoechas türünde fide hayatta kalma oranı oldukça yüksek olup, fide mortalite oranı yalnızca %2,5'tur.



Şekil 3: *L. stoechas*'da 12 gün sonunda elde edilen fidelerin farklı uygulamalar (A) ve çimlenme zamanına (B) göre kök uzunluğu değerleri. Grafikteki her bir nokta ölçümü yapılan bir fideye denk gelmektedir. D 1:1, D 1:10 ve D 1:100 farklı konsantrasyonlardaki duman çözeltisi uygulamalarını, KAR₁ ise karrikinolid uygulamasını belirtmektedir.

Çizelge 2: *L. stoechas* türünde uygulama ve çimlenme zamanının kök uzunluğuna etkisini gösteren iki yönlü varyans analizi sonuçları (sd: serbestlik derecesi, KT: kareler toplamı; KO: kareler ortalaması).

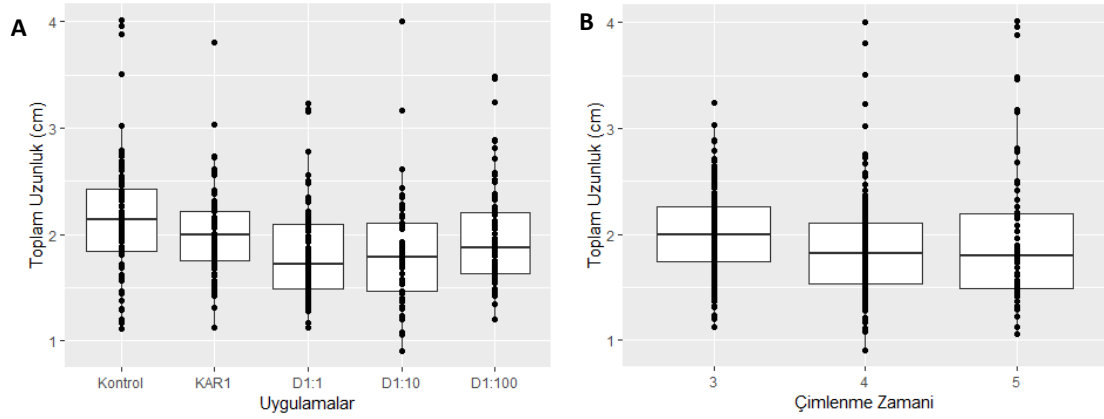
	sd	KT	KO	F	P
Uygulama	4	0,191	0,048	3,49	0,0081
Çimlenme zamanı	2	0,205	0,102	7,50	0,0006
U x ÇZ	8	0,297	0,037	2,72	0,0064
Kalıntı	384	5,245	0,014		



Şekil 4: *L. stoechas*'da 12 gün sonunda elde edilen fidelerin farklı uygulamalar (A) ve çimlenme zamanına (B) göre gövde uzunluğu değerleri. Grafikteki her bir nokta ölçümü yapılan bir fideye denk gelmektedir. D 1:1, D 1:10 ve D 1:100 farklı konsantrasyonlardaki duman çözeltisi uygulamalarını, KAR₁ ise karrikinolid uygulamasını belirtmektedir.

Çizelge 3: *L. stoechas* türünde uygulama ve çimlenme zamanının gövde uzunluğuna etkisini gösteren iki yönlü varyans analizi sonuçları (sd: serbestlik derecesi, KT: kareler toplamı; KO: kareler ortalaması).

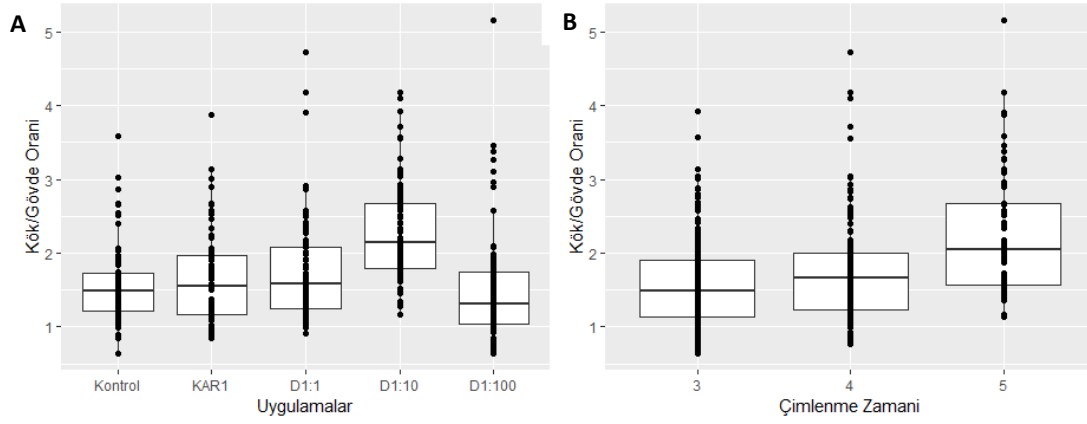
	sd	KT	KO	F	P
Uygulama	4	1,744	0,436	33,14	<0,0001
Çimlenme zamanı	2	0,869	0,435	33,03	<0,0001
U x ÇZ	8	1,039	0,130	9,87	<0,0001
Kalıntı	384	5,053	0,013		



Şekil 5: *L. stoechas*'da 12 gün sonunda elde edilen fidelerin farklı uygulamalar (A) ve çimlenme zamanına (B) göre toplam fide uzunluğu değerleri. Grafikteki her bir nokta ölçümü yapılan bir fideye denk gelmektedir. D 1:1, D 1:10 ve D 1:100 farklı konsantrasyonlardaki duman çözeltisi uygulamalarını, KAR₁ ise karrikinolid uygulamasını belirtmektedir.

Çizelge 4: *L. stoechas* türünde uygulama ve çimlenme zamanının toplam fide uzunluğuna etkisini gösteren iki yönlü varyans analizi sonuçları (sd: serbestlik derecesi, KT: kareler toplamı; KO: kareler ortalaması).

	sd	KT	KO	F	P
Uygulama	4	0,317	0,079	8,28	<0,0001
Çimlenme zamanı	2	0,132	0,066	6,90	0,0011
U x ÇZ	8	0,269	0,034	3,51	0,0006
Kalıntı	384	3,681	0,010		



Şekil 6: *L. stoechas*'da 12 gün sonunda elde edilen fidelerin farklı uygulamalar (A) ve çimlenme zamanına (B) göre kök/gövde oranı değerleri. Grafikteki her bir nokta ölçümü yapılan bir fideye denk gelmektedir. D 1:1, D 1:10 ve D 1:100 farklı konsantrasyonlardaki duman çözeltisi uygulamalarını, KAR₁ ise karrikinolid uygulamasını belirtmektedir.

Çizelge 5: *L. stoechas* türünde uygulama ve çimlenme zamanının kök/gövde oranına etkisini gösteren iki yönlü varyans analizi sonuçları (sd: serbestlik derecesi, KT: kareler toplamı; KO: kareler ortalaması).

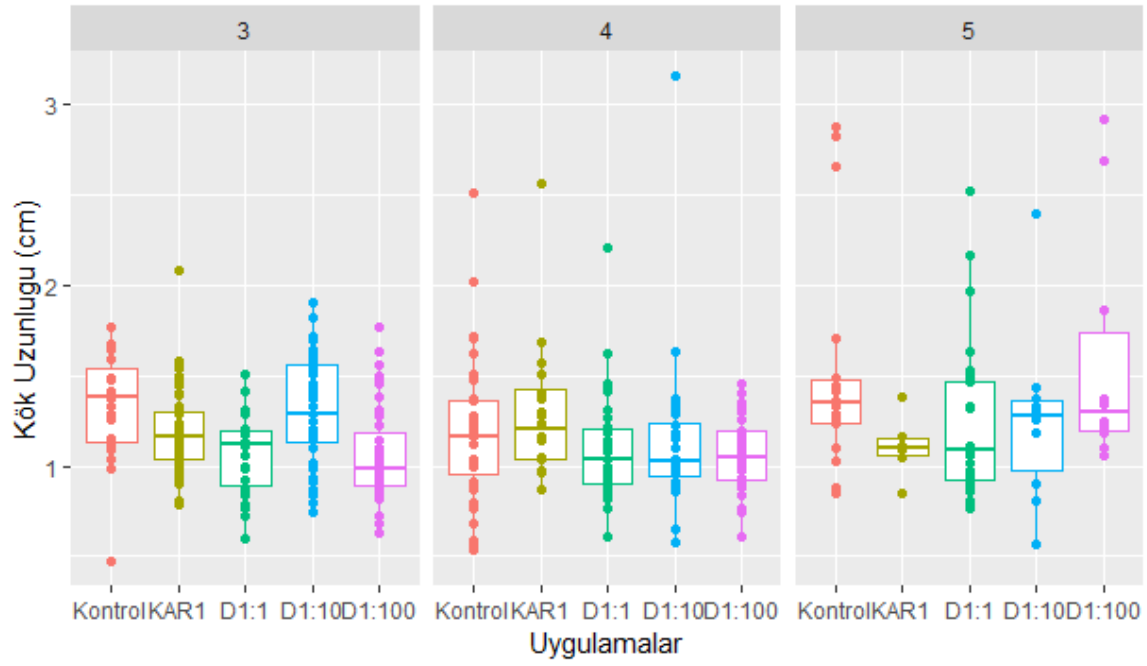
	sd	KT	KO	F	P
Uygulama	4	1,945	0,486	28,58	<0,0001
Çimlenme zamanı	2	1,386	0,693	40,74	<0,0001
U x ÇZ	8	1,229	0,154	9,03	<0,0001
Kalıntı	384	6,531	0,017		

Uygulamaların ve çimlenme zamanının etkileşiminin fide gelişimi üzerinde etkili olduğu Çizelge 2, Çizelge 3, Çizelge 4 ve Çizelge 5'te gösterilmiştir. Uygulamalar ve çimlenme zamanı birlikte değerlendirildiğinde, diğer uygulama gruplarında çimlenme zamanı uzadıkça kök boyunda farklılık bulunmazken, D 1:100 uygulama grubunda 5. gün çimlenen fideler 4. gün çimlenen fidelerden daha uzun kök boyuna sahiptir (**Şekil 7**). Ayrıca, 5. gün çimlenen fidelerden kontrol ve D 1:100 uygulamalarında ekstrem kök boyuna sahip fidelerin olduğu görülmüştür (**Şekil 7**).

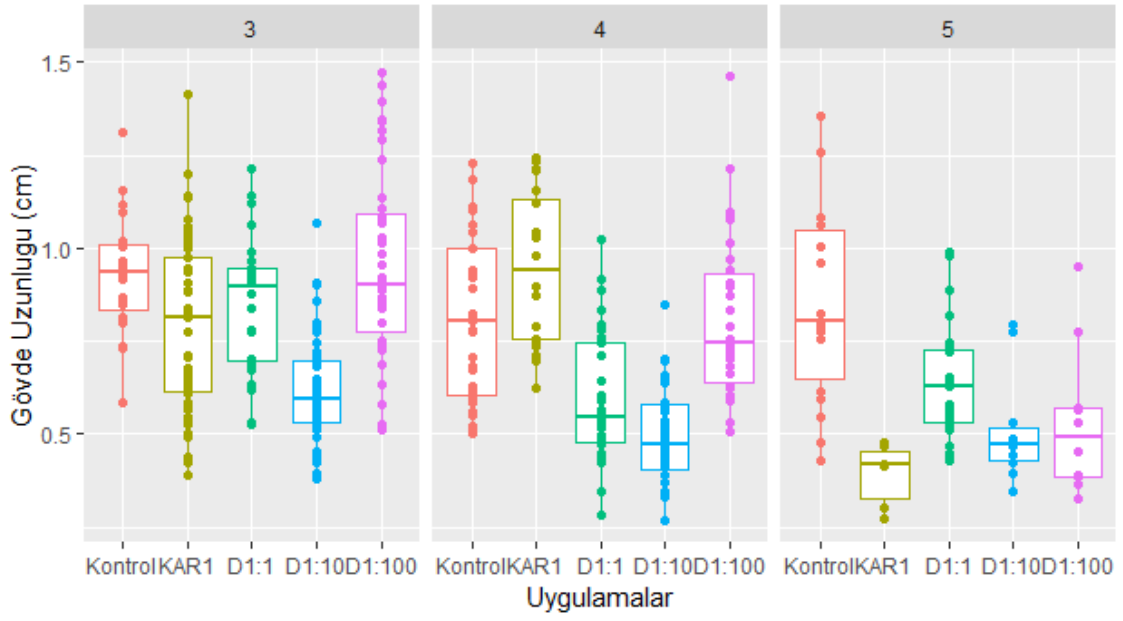
Kontrol grubunda çimlenme zamanı ile gövde boyu değişmezken, D 1:1 ve D 1:10 uygulama gruplarında 4. gün çimlenen tohumlar 3. güne göre daha kısa gövde boyuna sahiptirler (**Şekil 8**). D 1:100 ve KAR₁ uygulama gruplarında 5. gün çimlenen fidelerde 4. güne kıyasla gövde boyunda azalma görülmüştür (**Şekil 8**).

Toplam fide uzunluğuna bakıldığında en uzun/ekstrem boya sahip fidelerin 5. gün çimlenen kontrol grubunda olduğu görülmüştür (**Şekil 9**). Diğer uygulama gruplarında çimlenme zamanı ile bağlantılı bir fark bulunamazken KAR₁ uygulama grubunda 5. gün çimlenen fidelerde toplam fide uzunluğu 4. gün çimlenen fidelere göre daha kısadır (**Şekil 9**).

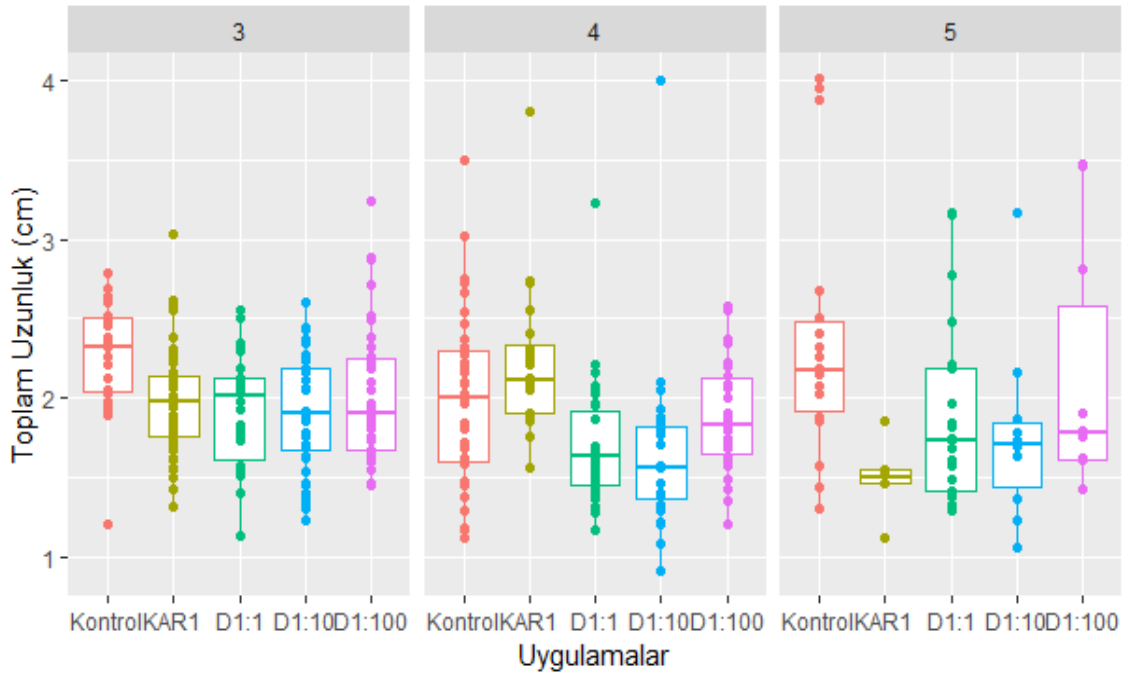
Uygulamaların ve çimlenme zamanının kök/gövde oranı üzerindeki etkisi incelendiğinde ise, kontrol ve D 1:10 uygulama gruplarında çimlenme zamanı ile oranlar değişmezken, KAR₁ ve D 1:100 uygulama gruplarında 5. gün çimlenen tohumların kök/gövde oranı 4. gün çimlenenlerden fazladır. D 1:1 uygulama grubunda ise 4. gün çimlenen fidelerin Kök/gövde oranı 3. gün çimlenenlerden daha fazladır (**Şekil 10**).



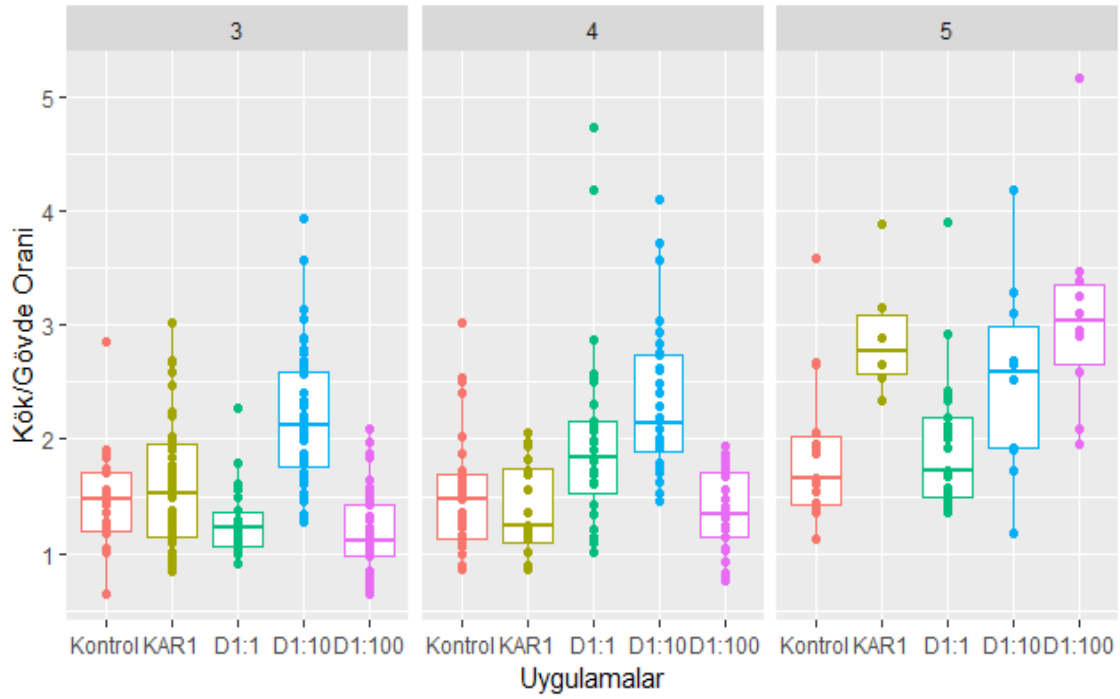
Şekil 7: *L. stoechas*'da farklı uygulamalarda ve kontrol grubunda fidelerin 12 gün sonunda elde edilen kök uzunluğu değerleri. Veriler, inkübasyon sonrası çimlenmeye kadar geçen gün sayısına göre ayrı ayrı sunulmuştur (3, 4 ve 5 gün). Grafikteki her bir nokta ölçümü yapılan bir fideye denk gelmektedir. D 1:1, D 1:10 ve D 1:100 farklı konsantrasyonlardaki duman çözeltisi uygulamalarını, KAR₁ ise karrikinolid uygulamasını belirtmektedir.



Şekil 8: *L. stoechas*'da farklı uygulamalarda ve kontrol grubunda fidelerin 12 gün sonunda elde edilen gövde uzunluğu değerleri. Ayrıntılar için bkz. Şekil 7.



Şekil 9: *L. stoechas*'da farklı uygulamalarda ve kontrol grubunda fidelerin 12 gün sonunda elde edilen toplam uzunluk değerleri. Ayrıntılar için bkz. Şekil 7.

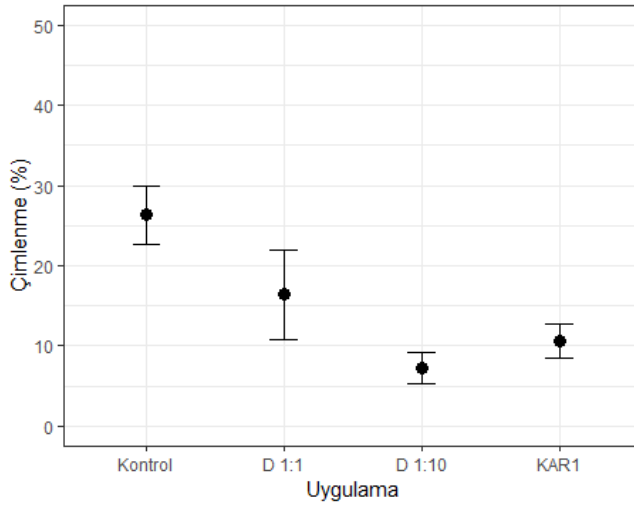


Şekil 10: *L. stoechas*'da farklı uygulamalarda ve kontrol grubunda fidelerin 12 gün sonunda elde edilen kök/gövde oranı değerleri. Ayrıntılar için bkz. Şekil 7.

3.2. *H. matronalis* Türünde Çimlenme ve Fide Gelişimi

H. matronalis'de kontrol grubunda çimlenme oranının oldukça düşük olduğu görülmüş (%26) ve çimlenmeyen tohumların % 50'sinin dormant (canlı) olduğu, % 24'ünün ise ölü embriyoya sahip tohumlardan oluştuğu yapılan kesme testi ile tespit edilmiştir.

Farklı konsantrasyonlardaki duman çözeltisinin (D 1:1 ve D 1:10) ve KAR₁ kimyasalı uygulamasının, *H. matronalis* türünün çimlenmesini olumsuz olarak etkilediği tespit edilmiştir. Uygulama gruplarındaki çimlenme oranının kontrol grubuna göre daha düşük olduğu bulunmuştur (deviance = 30,4; p < 0,05; **Şekil 11**). %100'lük duman çözeltisi uygulaması (D 1:1) çimlenme yüzdesini %16'ya düşürmüştüken %10'luk duman çözeltisi uygulamasında (D 1:10) oran %7 ve KAR₁ kimyasalının uygulamasında oran %11'e gerilemiştir.



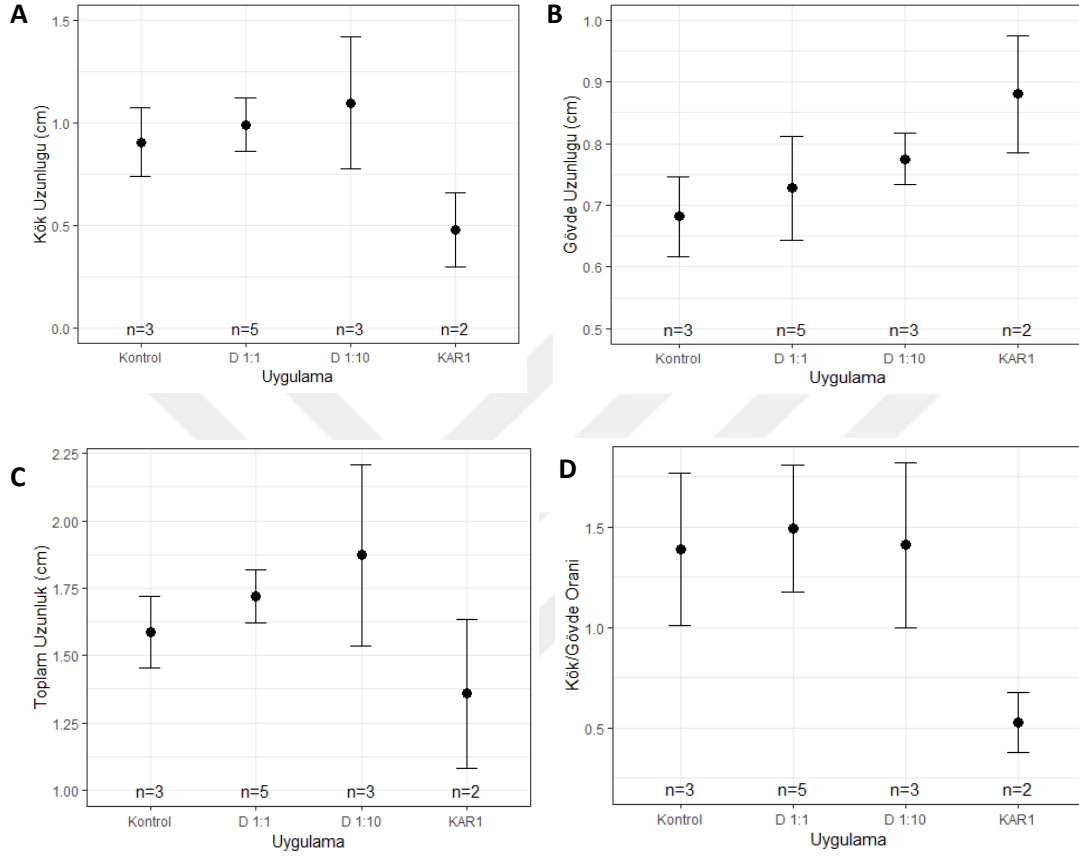
Şekil 11: *H. matronalis* türünde kontrol ve uygulama gruplarında ortalama ($\pm$ SE) çimlenme oranları (%). D 1:1 ve D 1:10 farklı konsantrasyonlardaki duman çözeltisi uygulamalarını, KAR₁ ise karrikinolid uygulamasını belirtmektedir.

Çizelge 6: Uygulamaların *H. matronalis* türünde çimlenme üzerindeki etkisini gösteren sapma analizi (GLM) sonuçları. Bu analizde her bir uygulama kontrol ile karşılaştırılmıştır.

Uygulama	Hesap Değeri	Standart hata	z değeri	P
D 1:1	-0,808	0,282	-2,87	0,004
D 1:10	-1,568	0,331	-4,74	<0,0001
KAR ₁	-1,061	0,283	-3,74	0,0002

Yapılan analizlerde duman uygulamalarının ve KAR₁ uygulamasının kök uzunluğu (**Çizelge 7**), gövde uzunluğu (**Çizelge 8**), toplam fide boyu (**Çizelge 9**) ve kök/gövde oranı (**Çizelge 10**) üzerindeki etkisinin kontrol grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede farklı olmadığı görülmüştür ($p > 0,05$; **Şekil 12**). *H. matronalis* türünde uygulamalar ve kontrol sonucu elde edilen ortalama ($\pm$ SE) kök uzunluğu, gövde uzunluğu, toplam uzunluk ve kök/gövde oranı değerleri Çizelge 11’de gösterilmiştir. Bu durumun, her bir uygulamadaki örnek büyüklüğünün (yani, fide sayısı) düşüklüğünden kaynaklandığı tahmin edilmiştir.

Bununla birlikte, duman çözeltisi uygulamalarının çimlenme sonrası 0-11 gün ve 12. günde hayatta kalma oranlarının kontrole göre daha yüksek olduğu görülmüştür (Çizelge 12).



Şekil 12: *H. matronalis* türünde kontrol ve uygulama gruplarında fidelerin 12 gün sonunda elde edilen ortalama ($\pm$ SE) kök uzunluğu (A), gövde uzunluğu (B), toplam uzunluk (C) ve kök/gövde oranı (D) değerleri. D 1:1 ve D 1:10 farklı konsantrasyonlardaki duman çözeltisi uygulamalarını, KAR₁ ise karrikinolid uygulamasını belirtmektedir.

Çizelge 7: *H. matronalis* türünde uygulamaların kök uzunluğuna etkisini gösteren tek yönlü varyans analizi sonuçları (sd: serbestlik derecesi, KT: kareler toplamı; KO: kareler ortalaması).

	sd	KT	KO	F	P
Uygulama	3	0,184	0,061	1,643	0,248
Kalıntı	9	0,336	0,037		

Çizelge 8: *H. matronalis* türünde uygulamaların gövde uzunluğuna etkisini gösteren tek yönlü varyans analizi sonuçları (sd: serbestlik derecesi, KT: kareler toplamı; KO: kareler ortalaması).

	sd	KT	KO	F	P
Uygulama	3	0,018	0,006	0,762	0,543
Kalıntı	9	1,072	0,008		

Çizelge 9: *H. matronalis* türünde uygulamaların toplam fide uzunluğuna etkisini gösteren tek yönlü varyans analizi sonuçları (sd: serbestlik derecesi, KT: kareler toplamı; KO: kareler ortalaması).

	sd	KT	KO	F	P
Uygulama	3	0,024	0,008	0,868	0,493
Kalıntı	9	0,083	0,009		

Çizelge 10: *H. matronalis* türünde uygulamaların kök/gövde oranına etkisini gösteren tek yönlü varyans analizi sonuçları (sd: serbestlik derecesi, KT: kareler toplamı; KO: kareler ortalaması).

	sd	KT	KO	F	P
Uygulama	3	0,291	0,097	1,865	0,206
Kalıntı	9	0,469	0,052		

Çizelge 11: *H. matronalis* türünde uygulamalar ve kontrol sonucu elde edilen ortalama (+SE) kök uzunluğu, gövde uzunluğu, toplam uzunluk ve kök/gövde oranı değerleri.

Uygulama	Kök Uzunluğu	Gövde Uzunluğu	Toplam Uzunluk	Kök/Gövde Oranı
Kontrol	0,906±0,17	0,682±0,06	1,588±0,13	1,389±0,38
D 1:1	0,991±0,13	0,728±0,08	1,719±0,10	1,494±0,32
D 1:10	1,097±0,32	0,775±0,04	1,872±0,34	1,410±0,41
KAR ₁	0,478±0,18	0,880±0,09	1,358±0,28	0,526±0,15

Çizelge 12: *H. matronalis* türünde çimlenme sonrası 0-11 gün arası ve 12. günde hayatta kalan fide sayısı ve yüzdesi.

0-11 gün arası				12. gün			
Uygulama	Ekilen tohum sayısı	Toplam çimlenme sayısı	Çimlenme Yüzdesi	Hayatta kalan	Hayatta kalma oranı	Hayatta kalan	Hayatta kalma oranı
Kontrol	196	48	%24	15	%31	3	%6
D 1:1	170	22	%13	12	%55	5	%23
D 1:10	200	13	%7	3	%23	3	%23
KAR ₁	203	21	%10	4	%19	2	%9

3.3. *N. racemosa* ve *S. officinalis* Türlerinde Ön Deneme Sonuçları

N. racemosa türünde farklı sıcaklık (15°C ve 20°C) ve farklı ışık (12/12 saat aydınlık/karanlık ve karanlık) koşulları altında türde çimlenmeye rastlanmamıştır. Ek olarak bu türde, 15°C'de karanlık ve 12/12 saat aydınlık/karanlık koşullarında gerçekleştirilen D 1:10 ve Giberellin uygulamalarında Giberellin uygulamasında yalnızca 1 tohumda çimlenme görülmüştür.

S. officinalis türünde farklı sıcaklık (15°C ve 20°C) ve farklı ışık (12/12 saat aydınlık/karanlık ve karanlık) koşulları altında 20°C 12/12 saat aydınlık/karanlık koşullarında 1 tohumda ve 15°C karanlık koşullarında 1 tohumda çimlenme

görülmüştür. Ek olarak bu türde, 15⁰C'de karanlık ve 24 saat ışık koşullarında gerçekleştirilen uygulamalarda, kuru kontrol grubunda 24 saat ışık koşulunda %3 çimlenme, karanlık koşulunda %12 çimlenme görülmüştür. Sıcaklık şoku uygulanan tohumlarda ise 24 saat ışık koşulunda %3 çimlenme görülürken, karanlık koşulunda %12 çimlenme görülmüştür. Mekanik parçalama uygulaması yapılan tohumlarda 24 saat ışık koşulunda %12 çimlenme, karanlık koşulunda %21 çimlenmeye raslanmıştır. Mekanik parçalamanın ardından soğuk katlama uygulanan tohumlarda ise, 24 saat ışık koşulunda %15, karanlık koşulunda %18 çimlenme görülmüştür.



4. TARTIŞMA

Bu çalışmada, farklı konsantrasyonlardaki duman çözeltisi uygulamalarının ve duman içerisinde bulunan karrikinolid kimyasalı uygulamasının *L. stoechas* ve *H. matronalis* türlerinin çimlenme ve erken fide gelişimine etkisi incelenmiştir. Çalışmada tercih edilen *L. stoechas* ve *H. matronalis* türleri sırasıyla *Lamiaceae* ve *Brassicaceae* familyalarına ait olup, bu familyalar Ergan (2017)'nin gösterdiği bulgulara ve Akdeniz bitkileri fonksiyonel karakter veri tabanına (Tavşanoğlu ve Pausas, 2018) göre dumanla uyarılan çimlenmeye pozitif yönlü cevap veren birçok takson içermektedir.

L. stoechas türünün dumana karşı verdiği cevabı inceleyen çalışmalarda türün duman uygulamasına karşı verdiği pozitif çimlenme cevabı gösteren çalışmaların yanında (Moreira ve ark., 2010; Çatav ve ark., 2014; Kazancı, 2014), duman uygulamasının türün çimlenmesini etkilemediğini gösteren çalışmalar da mevcuttur (Çatav ve ark., 2012). Bu çalışmada da, duman uygulamalarının ve KAR₁ kimyasalı uygulamasının türün çimlenmesi üzerinde anlamlı bir etkisi bulunmadığı, D 1:1 uygulamasının ise çimlenme yüzdesini arttırdığı halde istatistiksel olarak ancak kritik derecede anlamlı olduğu görülmüştür. Bu durumun sebebinin, kontrol grubundaki yüksek orandaki çimlenme yüzdesi (popülasyonun düşük tohum dormansi seviyesi) ile alakalı olabileceği düşünülmektedir. Aynı zamanda, bu türle ilgili çalışmalarda kullanılan farklı popülasyonların farklı dormansi seviyelerine sahip olmasının farklı sonuçlara sebep olabileceği de düşünülmektedir.

H. matronalis türünün ise bulunduğu *Brassicaceae* familyası dolayısı ile duman uygulamalarına pozitif cevap vermesi beklenirken (Ergan, 2017), duman uygulamaları ve KAR₁ kimyasalı uygulamasının türün çimlenmesi üzerinde negatif etkisi bulunduğu görülmüştür. Bu farklılığın sebebi Ergan (2017)'nin çalışmasında yer alan taksonların yangına eğilimli bir bölge olan Akdeniz Havzasında bulunmaları, *H. matronalis* türünün ise Avrupa-Sibiryta fitocoğrafya bölgesinde bulunması olabilir. İki bölgenin mevsimsel özelliklerinin ve yangın

rejimlerinin farklı olması sebebi ile bölge bitkilerinin yangına farklı cevap vermeleri beklenebilir. Ek olarak, türün düşük çimlenme oranı da göz önüne alındığında tohum dormansisinin kırılmadığı da görülmektedir. Kazancı ve Tavşanoğlu (2019) Brassicaceae familyasında birçok bitkinin çimlenmesinin sıcaklık şoku uygulamalarıyla arttığını göstermiştir. Bu tür için de dormansiyi kırmak için yüksek sıcaklık denemeleri gerçekleştirilebilir. Bu tez çalışması, *H. matronalis* türünün çimlenmesinde duman çözeltisini ve karrikinolid kimyasalını test eden ilk çalışma olmuştur.

L. stoechas türü için uygulamalara ek olarak çimlenme zamanının erken fide gelişimi üzerine etkisine de bakılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; uygulamalar ve çimlenme zamanının, türün erken fide gelişimi evresinde kök uzunluğu, gövde uzunluğu, toplam fide uzunluğu ve kök/gövde oranı üzerinde etkisinin bulunduğu görülmüştür. Türün kök uzunluğu, D 1:1 ve D 1:100 duman uygulamalarından etkilenmiş ve daha kısa kökler elde edilmiştir. Ayrıca, 5. gün çimlenen tohumların 3. ve 4. güne kıyasla daha uzun kök boyuna sahip oldukları görülmüştür. Türün gövde uzunluğuna bakıldığında ise, D 1:10 uygulamasının diğer tüm uygulama gruplarından farklı olduğu ve daha kısa gövde boyuna sahip fideler oluşturduğu görülmüştür. D 1:1 uygulaması da yine kontrole kıyasla daha kısa gövde boyuna sebep olmuştur. Bunlara ek olarak, çimlenme zamanı arttıkça gövde uzunluğunun azaldığı da gözlenmiştir. Türün toplam fide uzunluğu ise, D 1:1 ve D 1:10 uygulamalarında kontrol grubundan farklılık göstermekte ve daha kısa fide boyu elde edilmektedir. 3. ve 4. gün çimlenen tohumlar arasında da toplam fide uzunluğu bakımından fark bulunmuş ve 4. gün çimlenen fidelerin 3. gün çimlenen fidelerden daha kısa boylu olduğu tespit edilmiştir. Türün kök/gövde oranına bakıldığında, D 1:10 uygulamasının diğer tüm uygulamalardan farklı olduğu görülmüş ve uygulama grubundaki en yüksek kök/gövde oranı bu uygulamada elde edilmiştir. Ek olarak, çimlenme zamanı arttıkça kök/gövde oranında artış görülmüştür. Bu bulgular Moreira ve ark. (2010)'nın bulguları ile örtüşmemektedir. Moreira ve ark. (2010), *L. stoechas* türünde dumanın erken fide gelişimi üzerinde bir etkisi bulunmadığını ileri sürmüşlerdir. Bunun sebebi Moreira ve ark. (2010)'nın farklı duman konsantrasyonlarını ayırmadan analiz etmeleri veya iki çalışmada farklı

popölasyonların veya farklı inkübasyon koşullarının kullanılması olabilir. Duman uygulamalarının kök, gövde ve toplam fide boyunda sebep olduğu azalmanın sebebi duman içerisindeki inhibitörlerin etkisi olabilir. %100'lük duman çözeltisinde görülen kök, gövde ve toplam fide boyundaki kısalmalar duman içerisindeki inhibitörlerin seyreltilmemiş olmasının etkisi olabilir (Elsadek ve Yousef, 2019). Bitkilerin yüksek kök/gövde oranına sahip olması kurak ve besince fakir topraklarda besine ulaşma bakımından bitkiye avantaj sağladığı düşünülmektedir (Lloret, Casanovas ve Penuelas, 1999). Bu açıdan bakıldığında, %10'luk duman çözeltisinin en yüksek kök/gövde oranına sahip olması ise her ne kadar türün mortalitesi oldukça düşük olsa da fide hayatta kalma oranını arttırıcı bir etki sağlayabilir.

Bitkilerin çimlenme zamanları ile büyüme ve hayatta kalma gibi uyum başarısını etkileyen parametreler arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalarda erken çimlenme zamanının bitkilere çeşitli avantajlar sağladığı ve bitkilerin bu yönde eğilimlerinin olduğu gösterilmiştir (Daws ve ark., 2002; De Luis, Verdu ve Raventos, 2008). Özellikle yangın gibi müdahalelerin çok olduğu alanlarda erken çimlenme kısıtlı bulunan kaynaklara erken ulaşmak ve faydalanmak açısından büyük önem taşımaktadır (Quintana ve ark., 2004). Ek olarak, çimlenme zamanı tohumların toprakta kalma süreleri ile de alakalıdır. Tohumun toprakta kalma süresi arttıkça maruz kaldığı patojen miktarı da artabilir (Mavi ve ark., 2010; Demir ve ark., 2012). Ayrıca çimlenme zamanı ve bunu izleyen fide çıkışı optimum olmayan koşullarda erken ekilen tarımsal ürünlerin verimi açısından da önemlidir (Mavi ve ark., 2010). Bu çalışmalar ışığında, bu tez çalışmasında görülen erken çimlenme zamanına sahip fidelerin daha uzun gövde boyu ve toplam fide boyunun gözlenmesi, erken çimlenme zamanının fide büyümesi üzerindeki pozitif etkisinin bir kanıtı olabilir. Aynı zamanda, geç çimlenme zamanına sahip fidelerin kök boyundaki artış ise kısıtlı kaynaklara ulaşabilmek için bitkilerin geliştirdiği bir adaptasyon olabilir. Uzun kökler besin ve su rekabeti için bitkilere avantaj sağlarken, uzun gövde boyu ışık rekabeti için bitkilere avantaj sağlar (Yearsley, Fowler ve He, 2018).

Bunlara ek olarak, türün fide gelişimi evresinde uygulamalar ile çimlenme zamanı arasında etkileşim de bulunmuştur. Farklı uygulamalar farklı çimlenme zamanlarında farklı trendler izlemiştir. D 1:100 uygulama grubunda 5. gün çimlenen fideler 4. gün çimlenen fidelerden daha uzun kök boyuna sahiptir. Özellikle, 5. gün çimlenen tohumlarda kontrol ve D 1:100 uygulama gruplarında ekstrem kök uzunlukları görülmüştür. D 1:1 ve D 1:10 uygulama gruplarında 4. gün çimlenen tohumlar 3. güne göre daha kısa gövde boyuna sahiptirler. D 1:100 ve KAR₁ uygulama gruplarında 5. gün çimlenen fidelerde 4. güne kıyasla gövde boyunda azalma görülmüştür. En uzun boya sahip fidelere ise 5. gün çimlenen kontrol grubunda rastlanmıştır. KAR₁ uygulama grubunda 5. gün çimlenen fidelerde toplam fide uzunluğu 4. gün çimlenen fidelere göre daha kısadır. KAR₁ ve D 1:100 uygulama gruplarında 5. gün çimlenen tohumların kök/gövde oranı 4. gün çimlenenlerden fazladır. D 1:1 uygulama grubunda ise 4. gün çimlenen fidelerin kök/gövde oranı 3. gün çimlenenlerden daha fazladır. Bu tez çalışmasından elde edilen bulgular, türün erken fide evresindeki gelişimi araştırılırken çimlenme zamanının ve uygulamaların etkileşim halinde olduğunu göstermesi açısından önemlidir.

H. matronalis türünün erken fide gelişimi evresinde kök uzunluğunun, gövde uzunluğunun, toplam fide uzunluğunun ve kök/gövde oranının farklı konsantrasyonlardaki duman uygulamalarından ve KAR₁ kimyasalı uygulamasından etkilenmediği bulunmuştur. Bu durumun sebebi olarak ise, düşük çimlenme yüzdesine ek olarak 12 gün süre içinde hayatta kalma oranlarının da düşmesi sebebiyle yeterli miktarda fide elde edilememesi olduğu düşünülmektedir. *H. matronalis* türünün fide gelişimi evresinde ilk 11 gündeki hayatta kalma oranları ve 12. gün sonunda elde edilen hayatta kalma oranlarına bakarak duman uygulamalarının fide hayatta kalma oranlarını kontrol grubuna göre arttırdığı gözlenmiştir. Bu çalışma, *H. matronalis* türünde duman çözeltisi ve karrikinolid kimyasalının erken fide gelişimi evresinde kök uzunluğu, gövde uzunluğu, toplam fide uzunluğu ve kök/gövde oranı üzerindeki etkisini test eden ilk çalışma olmuştur.

Bu tez çalışmasının; az çalışılmış bir konu olan farklı konsantrasyonlardaki duman çözültisi ve karrikinolid kimyasalının, süs bitkisi olarak kullanılma potansiyeli bulunan iki türde çimlenme ve fide gelişimi üzerindeki etkisini test etmesi bakımından yangın ekolojisi literatürüne katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ek olarak, süs bitkilerinin geliştirilme süreçlerinin anlaşılması bakımından da faydalı olabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada da gösterildiği üzere, bitkilerin çimlenme aşamasında veya fide gelişimi aşamasında dumana verdikleri cevap türden türe farklılık göstermektedir (Daws ve ark., 2007; Moreira ve ark., 2010; Çatav ve ark., 2014) . Bu sebeple, süs bitkilerinin dumanla geliştirilme potansiyeli ile ilgili daha çok çalışmaya ihtiyaç vardır. Ek olarak bu çalışmada, fide gelişimi üzerinde yalnızca uygulamaların değil çimlenme zamanının da etkisi olabileceği gösterilmiştir. Fide gelişimi sürecini daha iyi anlayabilmek için çimlenme zamanının da göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu çalışmada yalnızca duman çözültisi ve karrikinolid kimyasalı test edilmiştir. Duman içerisinde bulunan diğer kimyasalların da (siyanohidrin veya azotlu bileşikler gibi) çimlenme veya fide gelişimi üzerinde etkisi olabilir. Ayrıca, bu kimyasalların ve duman çözültisinin etki mekanizmaları da araştırılmayı bekleyen yeni konulardandır.

5. KAYNAKLAR

- Abramoff, M.D., Magalhaes, P.J., Ram, S.J., Image Processing with ImageJ, Biophotonics International, 11 (7), 36-42, **2004**.
- Bakis, Y., Babac, M.T., Uslu, E., Updates and improvements of Turkish Plants Data Service (TÜBİVES) In Health Informatics and Bioinformatics (HIBIT), 6th International Symposium on IEEE, 136-140, **2011**.
- Brown, N.A.C., Promotion of germination of fynbos seeds by plant-derived smoke, New Phytologist, 123, 575–583, **1993**.
- Chumpookam, J., Lin, H., Shiesh, C., Effect of smoke-water on seed germination and seedling growth of Papaya (*Carica papaya* cv. TainungNo. 2), Hortscience, 47 (6), 741–744, **2012**.
- Çatav, Ş.S., Bekar, İ., Ateş, B.S., Ergan, G., Oymak, F., Ülker, E.D., Tavşanoğlu, Ç., Germination response of five eastern Mediterranean woody species to smoke solutions derived from various plants, Turkish Journal of Botany, 36, 480-487, **2012**.
- Çatav, Ş.S., Küçükakyüz, K., Akbaş, K., Tavşanoğlu, Ç., Smoke enhanced seed germination in Mediterranean Lamiaceae, Seed Science Research, 24, 257-264, **2014**.
- Çatav, Ş.S., Küçükakyüz, K., Tavşanoğlu, Ç., Pausas, J.G., Effect of fire-derived chemicals on germination and seedling growth in Mediterranean plant species, Basic and Applied Ecology, 30, 65–75, **2018a**.
- Çatav, Ş.S., Elgin, E.S., Dağ, Ç., Stark, J.L., Küçükakyüz, K., NMR-based metabolomics reveals that plant-derived smoke stimulates root growth via affecting carbohydrate and energy metabolism in maize, Metabolomics, 14, 143, **2018b**.
- Daws, M.I., Burslem, D.F.R.P., Crabtree, L.M., Kirkman, P., Mullins, C.E., Dalling, J.W, Differences in seed germination responses may promote coexistence of four sympatric *Piper* species, Functional Ecology, 16, 258–267, **2002**.
- Daws, M., Davies, J., Pritchard, H., Brown, N., Van Staden, J., Butenolide from plant-derived smoke enhances germination and seedling growth of arable weed species, Plant Growth Regulation, 51, 73–82, **2007**.
- De Luis, M., Verdu, M., Raventos, J., Early tor use makes a plant healthy, wealthy, and wise, Ecology, 89 (11), 3061-3071, **2008**.

Demir, I., Light, M.E., Van Staden, J., Kenanoglu, B.B., Celikkol, T., Improving seedling growth of unaged and aged aubergine seeds with smoked-derived butenolide. *Seed Science and Technology*, 37, 255-260, **2009**.

Doherty, L.C., Cohn, M.A., Seed dormancy in red rice (*Oryza sativa*), XI. commercial liquid smoke elicits germination, *Seed Science Research*, 10, 415–421, **2000**.

Downes, K.S., Lamont, B.B., Light, M.E., Van Staden, J., The fire ephemeral *Tersonia cyathiflora* (Gyrostemonaceae) germinates in response to smoke but not the butenolide 3-methyl-2H-furo [2, 3-c] pyran-2-one, *Annals of Botany*, 106, 381–384, **2010**.

Downes, K.S., Light, M.E., Posta, M., Kohout, L., Van Staden, J., Do fire-related cues, including smoke-water, karrikinolide, glyceronitrile and nitrate, stimulate the germination of 17 *Anigozanthos* taxa and *Blancoa canescens* (Haemodoraceae)?, *Australian Journal of Botany*, 62, 347–358, **2014**.

Drewes, F.E., Smith, M.T., Van Staden, J., The effect of a plant-derived smoke extract in the germination of light sensitive lettuce seed, *Plant Growth Regulation*, 16, 205–209, **1995**.

Duran, A., A Taxonomic Update of the Genus *Hesperis* in Turkey, 5th International Conference on Agriculture, Environment and Biological Sciences (ICAEB-16) April 28-29, Pattaya (Thailand), **2016**.

Elsadek, M.A., Yousef, E.A.A., Smoke-water enhances germination and seedling growth of four horticultural crops, *Plants*, 8, 104; **2019**.

Ergan, G., Akdeniz Bitkilerinin Yangınla Olan İlişkisinin İncelenmesi ve Yangın Efemerallerinin Tespiti, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2017**.

Flematti, G.R., Ghisalberti, E.L., Dixon, K.W., Trengove, R.D., A compound from smoke that promotes seed germination, *Science*, 305, 977, **2004**.

Flematti, G.R., Merritt, D.J., Piggott, M.J., Trengove, R.D., Smith, S.M., Dixon, K.W., Ghisalberti, E.L., Burning vegetation produces cyanophydrins that liberate cyanide and stimulate seed germination, *Nature Communications*, 2, 360, **2011**.

Gastwirth, J.L., Gel, Y.R., Hui, W.L.W., Lyubchich, V., Miao W., Noguchi, K., lawstat: Tools for Biostatistics, Public Policy, and Law. R package version 3.3., **2019**.

Hope, R.M., Rmisc: Rmisc: Ryan Miscellaneous. R package version 1.5, **2013**.

Jäger, A.K., Light, M.E., Van Staden, J., Effects of source of plant material and temperature on the production of smoke extracts that promote germination of

lightsensitive lettuce seeds, Environmental and Experimental Botany, 36, 421–429, **1996**.

Kazancı, D., Akdeniz Bitkilerinin Yangın Sonrası Çimlenme Özelliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2014**.

Kazancı, D., Tavşanoğlu, Ç., Heat shock-stimulated germination in Mediterranean Basin plants in relation to growth form, dormancy type, and distributional range, Folia Geobotanica, doi: 10.1007/s12224-019-09349-0, **2019**.

Keeley, J.E., Fotheringham, C.J., Trace gas emissions and smoke-induced seed germination, Science, 276, 1248–1250, **1997**.

Keeley, J.E., Pausas, J.G., Evolution of 'smoke' induced seed germination in pyroendemic plants, South African Journal of Botany, 115, 251-255, **2018**.

Kulkarni, M. G., Ascough, G.D., Van Staden, J., Smoke-water and a smoke-isolated butenolide improve growth and yield of tomatoes under greenhouse conditions, HortTechnology, 18, 449–454, **2008**.

Kulkarni, M. G., Ascough, G.D. , Verschaeve, L., Baeten, K., Arruda, M.P. , Van Staden, J., Effect of smoke-water and a smoke-isolated butenolide on the growth and genotoxicity of commercial onion, Scientia Horticulturae, 124, 434–439, **2010**.

Lloret, F., Casanovas, C., Penuelas, J., Seedling survival of Mediterranean shrubland species in relation to root:shoot ratio, seed size and water and nitrogen use, Functional Ecology, 13, 210-216, **1999**.

Lubke, M.A., Cavers, P.B., The germination ecology of *Saponaria officinalis* from riverside gravel banks, Canadian Journal of Botany, 47, 529-535, **1969**.

Mavi, K., Light, M.E., Demir, I., Van Staden, J., Yasar, F., Positive effect of smoke-derived butenolide priming on melon seedling emergence and growth, New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 38 (2), 147-155, **2010**.

Moreira B., Tormo, J., Estrelles, E., Pausas, J.G., Disentangling the role of heat and smoke as germination cues in Mediterranean Basin flora, Annals of Botany, 105, 627-635, **2010**.

Özüaydın, I., Bitki Kaynaklı Duman Ekstraktı Butenolide'in Biber, Cam Güzeli ve Ateş Çiçeği Tohumlarında Çimlenme ve Fide Çıkışı Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2011**.

Pausas, J.G., Keeley, J.E., A burning story: The role of fire in the history of life, BioScience, 59, 593-601, **2009**.

Quintana, J. R., Cruz, A., Fernandez-Gonzalez, F., Moreno, J. M., Time of germination and establishment success after fire of three obligate seeders in a Mediterranean shrubland of central Spain, *Journal of Biogeography*, 31, 241–249, **2004**.

R Core Team, R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, **2018**.

Rasband, W.S., ImageJ, U. S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, <https://imagej.nih.gov/ij/>, **1997-2018**.

Sparg, S.G., Kulkarni, M.G., Light, M.E., Van Staden, J., Improving seedling vigour of indigenous medicinal plants with smoke, *Bioresource Technology*, 96, 1323–1330, **2005**.

Susko, D.J., Hussein, Y., Factors affecting germination and emergence of dame's rocket (*Hesperis matronalis*), *Weed Science*, 56, 389-393, **2008**.

Tavsanoglu, Ç., Çatav, Ş.S., Özüdogru, B., Fire-related germination and early seedling growth in 21 herbaceous species in Central Anatolian steppe, *Journal of Arid Environments*, 122, 109-116, **2015**.

Tavşanoğlu, Ç., Pausas, J.G., A functional trait database for Mediterranean Basin plants, *Scientific Data*, 5, 180135, **2018**.

Taylor, J.L.S., Van Staden, J., Root initiation in *Vigna radiata* (L.) Wilczek hypocotyl cuttings is stimulated by smoke-derived extracts, *Plant Growth Regulation*, 18, 165–168, **1996**.

Thanos, C.A., Georghiou, K., Ecophysiology of fire-stimulated seed germination in *Cistus incanus* ssp. *creticus* (L.) Hey wood and *C. salviifolius* L., *Plant, Cell & Environment*, 11 (9), 841-849, **1988**.

Tormo, J., Moreira, B., Pausas, J.G., Field evidence of smoke-stimulated seedling emergence and establishment in Mediterranean Basin flora, *Journal of Vegetation Science*, 25, 771-777, **2014**.

Van Staden, J., Jäger, A.K., Light, M.E., Burger, B.V., Brown, N.A.C., Thomas, T.H., Isolation of the major germination cue from plant-derived smoke, *South African Journal of Botany*, 70, 654–659, **2004**.

Van Staden, J., Sparg, S.G., Kulkarni, M.G., Light, M.E., Post-germination effects of the smoke-derived compound 3-methyl-2H-furo[2,3-c]pyran-2-one, and its potential as a preconditioning agent, *Field Crops Research*, 98, 98–105, **2006**.

Venables, W.N., Ripley, B.D., *Modern Applied Statistics with S*. Fourth Edition. Springer, New York. ISBN 0-387-95457-0, **2002**.

Wang M., Schoettner M., Xu S., Paetz C., Wilde J., Baldwin I.T., Groten K., Catechol, a major component of smoke, influences primary root growth and root hair elongation through reactive oxygen species-mediated redox signaling, *New Phytologist*, 213, 1755-1770, **2017**.

Wickham, H., *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York, **2016**.

Yearsley, E., Fowler, W.M., He, T., Does smoke water enhance seedling fitness of serotinous species in fire-prone southwestern Western Australia?, *South African Journal of Botany*, 115, 237-243, **2018**.





HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS/~~DOKTORA~~ TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ (EKOLOJİ) ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA

Tarih: 13/06/2019

Tez Başlığı / Konusu: BİTKİSEL MATERYALİN YANMASIYLA OLUŞAN DUMANIN VE DUMANDA BULUNAN AKTİF KİMYASAL KARRİKİNOLİD'İN BAZI SÜS BİTKİSİ TÜRLERİNDE ÇİMLENME VE ERKEN FİDE GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler, d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 40 sayfalık kısmına ilişkin, 29/06/2019 tarihinde ~~çalışmam~~/tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 5 'tir.

Uygulanan filtrelemeler:

- 1- Kaynakça hariç
- 2- Alıntılar hariç/~~dahil~~
- 3- 5 kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

13.06.2019

Tarih ve İmza

Adı Soyadı: İrem Tüysüz
Öğrenci No: N16223070
Anabilim Dalı: Biyoloji (Ekoloji)
Programı: Yüksek Lisans
Statüsü: ☒ Y.Lisans ☐ Doktora ☐ Bütünleşik Dr.

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.

Doç. Dr., Çağatay Tavşanoğlu

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : İrem Tüysüz
Doğum yeri : Trabzon
Doğum tarihi : 25.07.1992
Medeni hali : Bekar
Yazışma adresi : Balgat Mah. 1421. Sok. Onur Sitesi B Blok No:1
Ankara
Telefon : 0542 377 50 21
Elektronik posta adresi : iremtuysuz3@gmail.com
Yabancı dili : İngilizce, YDS:80

EĞİTİM DURUMU

Lisans : İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü
Moleküler Biyoloji ve Genetik

