

**T.C.**  
**YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

**Yüksek Lisans Tezi**

**BİTKİSEL KÖKENLİ DUMAN SOLÜSYONLARININ**  
**BAZI YEŞİL ALAN BİTKİLERİNİN ÇİMLENME VE**  
**FİDE GELİŞİMİNE ETKİLERİ**

**Ahmet ÖZBEK**

**Tez Danışmanı**  
**Prof. Dr. Uğur BAŞARAN**

**YOZGAT 2019**



**T.C.**  
**YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

**Yüksek Lisans Tezi**

**BİTKİSEL KÖKENLİ DUMAN SOLÜSYONLARININ**  
**BAZI YEŞİL ALAN BİTKİLERİNİN ÇİMLENME VE**  
**FİDE GELİŞİMİNE ETKİLERİ**

**Ahmet ÖZBEK**

**Tez Danışmanı**  
**Prof. Dr. Uğur BAŞARAN**

**YOZGAT 2019**

T.C.  
BOZOK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEZ ONAYI

Enstitümüzün Tarla Bitkileri Anabilim Dalı 7011911013 numaralı öğrencisi Ahmet ÖZBEK'in hazırladığı "Bitkisel Kökenli Duman Solüsyonlarının Bazı Yeşil Alan Bitkilerinin Çimlenme ve Fide Gelişimine Etkileri" başlıklı Yüksek Lisans tezi ile ilgili Tez Savunma Sınavı, Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği uyarınca 26/04/2019 cuma günü saat 10:00' da yapılmış, tezin onayına oy birliği ile karar verilmiştir.

**Başkan**  
Doç. Dr. Tamer YAVUZ

**Danışman**  
Prof. Dr. Uğur BAŞARAN

**Üye**  
Dr. Öğr. Üyesi Medine ÇOPUR DOĞRUSÖZ

*Tamer Yavuz*  
*Uğur Başaran*  
*Medine Çopur Doğrusöz*

**ONAY:**

Bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu'nun *16.../05.../2019..* tarih ve *23..* sayılı kararı ile onaylanmıştır.

*16/05/2019..*

  
Prof. Dr. Mustafa SAÇMACI  
Müdür

# İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR .....	v
TABLolar LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	viii
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER.....</b>	<b>4</b>
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>19</b>
3.1. Petri Denemesi .....	19
3.1.1. Petri ortamında incelenen çimlenme özellikleri.....	20
3.1.1.1. Çimlenme hızı(ÇH).....	20
3.1.1.2. Çimlenme oranı (ÇO).....	20
3.2. Saksı Denemesi .....	20
3.2.1. Saksı ortamında incelenen fide özellikleri .....	21
3.2.2.1. Sürgün boyu (cm).....	21
3.2.2.2. Kök boyu (cm) .....	21
3.2.2.3. Sürgün kuru ağırlığı (g).....	21
3.2.2.4. Kök kuru ağırlığı (g) .....	21
3.3. Verilerin Değerlendirilmesi .....	21
<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>22</b>
4.1. Petri Denemesi .....	22
4.1.1 Çok yıllık çim bitkisine ( <i>Lolium perenne</i> L.) ait petri denemesi .....	22
4.1.2 Kamışsı yumak otuna ( <i>Festuca arundinacea</i> Schreb.) ait petri denemesi.....	23
4.1.3 Çayır salkım otuna ( <i>Poa pratensis</i> L.) ait petri denemesi.....	24
4.2. Saksı Denemesi .....	25
4.2.1 Çok yıllık çim bitkisine ( <i>Lolium perenne</i> L.) ait saksı denemesi .....	26
4.2.2 Kamışsı yumak otuna ( <i>Festuca arundinacea</i> Schreb.) ait saksı denemesi .....	27
4.2.3 Çayır salkım otuna ( <i>Poa pratensis</i> L.)ait saksı denemesi.....	28
<b>5. TARTIŞMA-SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>29</b>

5.1. Petri Denemesi .....	29
5.2. Saksı Denemesi .....	30
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>32</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>32</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>41</b>



# BİTKİSEL KÖKENLİ DUMAN SOLÜSYONLARININ BAZI YEŞİL ALAN BİTKİLERİNİN ÇİMLENME VE FİDE GELİŞİMİNE ETKİLERİ

Ahmet Özbek

Yozgat Bozok Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi

2019, 42 Sayfa

Danışman: Prof. Dr. Uğur BAŞARAN

## ÖZET

Bu çalışma buğday samanından elde edilen duman solüsyonlarının yeşil alanlarda kullanılan bazı çim bitkilerinin (*Lolium perenne* L., *Festuca arundinacea* Schreb. ve *Poa pratensis* L.) çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yürütülmüştür. Çimlenme özellikleri petri ortamında, fide özellikleri ise saksı ortamında belirlenmiştir. Stok duman solüsyonu için 5 kg saman yakılarak oluşan duman vakum yardımıyla 5000 ml saf su içinde tutulmuştur. Petri denemesinde tohumlar önce % 0, 0.1, 0.5, 1, 5, 10 ve 20 oranlarında ki duman çözeltilerinde 18 saat süreyle bekletilmiş ve sonra ekim yapılmıştır. Petri ortamında, her tür için farklı zamanlarda olmak üzere çimlenme oranı, çimlenme hızı, sürgün boyu ve kök boyu belirlenmiştir. Saksı ortamında ise % 0, 0.5, 1, 5, 10 ve 20 konsantrasyonundaki solüsyonlar ekimi takiben ilk sulama suyu olarak kullanılmıştır. Saksı ortamında da sürgün boyu, kök boyu, sürgün ve kök kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

Petri ve saksı denemelerinden elde edilen sonuçlar türlerin duman solüsyonuna farklı düzeylerde tepki gösterdiğini ortaya koymuştur. Bununla birlikte duman solüsyonu uygulamalarının genel olarak petri ortamında olumsuz etki gösterdiği, saksı ortamında ise konsantrasyona bağlı olarak önemli iyileşmeler sağladığı belirlenmiştir. Ancak her iki ortamda da yüksek dozlar toksik etki göstermiştir.

Sonuç olarak buğday samanından elde edilen duman solüsyonunun incelenen çim bitkilerinin çimlenme ve fide gelişimini olumlu etkilediği tespit edilmiştir. Bununla birlikte, duman solüsyonu uygulamalarında konsantrasyonun kritik önemde ve türe özel olduğu ve ayrıca olumlu etki için tohum yerine toprağa uygulamanın tercih edilmesi gerektiği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Duman solüsyonu, çim bitkileri, çimlenme, fide gelişimi

# THE EFFECTS OF PLANT-DERIVED SMOKE SOLUTIONS ON THE GERMINATION AND SEEDLING GROWTH OF SOME TURF GRASS

**Ahmet ÖZBEK**

**Yozgat Bozok University  
The Graduate School of Natural and Applied Science  
Department of Field Crops  
Master Thesis**

**2019, 42 Pages**

**Thesis Supervisor: Prof. Dr. Uğur BAŞARAN**

## **ABSTRACT**

This study was carried out to investigate the effects of the smoke solutions obtained from wheat straw on the germination and seedling development of some turf grass (*Lolium perenne* L., *Festuca arundinacea* Schreb. and *Poa pratensis* L.). The germination characteristics were determined in petri media while seedling properties were in pot media. Stock smoke solution was produced by burning 5 kg of straw and, the smoke was kept in 5000 ml of pure water with the help of vacuum. In the Petri experiment, firstly the seeds were incubated in smoke solutions of 0, 0.1, 0.5, 1, 5, 10 and 20% concentrations for 18 hours and then sown. In the petri media, germination rate, germination speed, shoot length and root length were determined at different times for each species. In the pot environment, the concentration of 0, 0.5, 1, 5, 10 and 20% of stock solution were used as the first irrigation water after sowing. In the pot media, the length of shoot, root length, shoot and root dry weights were determined.

The results obtained from the petri and pot experiments showed that the species reacted to the smoke solution at different levels. In addition, it has been determined that smoke solution applications have in general negative effects on petri media while its provided significant improvements, depending on concentration, in pot media. However, high doses showed toxic effects in both media.

As a result, it was determined that the smoke solutions derived from wheat straw improve the germination and seedling development of the turf grass examined. However, it has been determined that in smoke solution applications, the concentration is critical and species specific, and that soil application should be preferred instead of seed for positive effect.

**Keywords:** Duman solüsyonu, yeşil alan, çimlenme, fide gelişimi



## TEŞEKKÜR

Lisansüstü eğitime başladığım günden bugüne bilgi ve deneyimleriyle bana yol gösteren emeklerini hiç esirgmeden paylaşan, araştırma konusunun belirlenmesinde ve bu araştırmanın her aşamasında tecrübesi, özverisi ve emeğiyle her zaman yanımda olan ve tüm bunları yaparken göstermiş olduğu hoşgörüsü ve sabrı ile ömür boyu minnettar kalacağım saygıdeğer hocam Prof. Dr. Uğur BAŞARAN'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmamın kurulumundan sonuçlandırılmasına kadar yardımlarını esirgemeyen ve beni her konuda bilgilendiren, lisansüstü eğitimimde ve araştırma aşamasında bilgi ve tecrübeleriyle bana katkı sağlayan Dr. Öğr. Üyesi Medine ÇOPUR DOĞRUSÖZ'e teşekkür ederim.

Bugünlere gelmemde en büyük pay sahibi olan Anne ve Babama ve yine Eğitimim boyunca desteğini esirgemeyen çok kıymetli Eşime teşekkürlerimi sunarım.

## TABLolar LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
<b>Tablo 1:</b> Petri ortamında çok yıllık çim bitkisine ( <i>Lolium perenne</i> L.) ait çimlenme hızı, çimlenme oranı, sürgün ve kök boyları.....	20
<b>Tablo 2:</b> Petri ortamında kamışsı yumak otuna ( <i>Festuca arundinacea</i> Schreb.) ait çimlenme hızı, çimlenme oranı, sürgün ve kök boyları.....	21
<b>Tablo 3:</b> Petri ortamında çayır salkım otuna ( <i>Poa pratensis</i> L.) ait çimlenme hızı, çimlenme oranı, sürgün ve kök boyları.....	22
<b>Tablo 4:</b> Saksı ortamında çok yıllık çim bitkisine ( <i>Lolium perenne</i> L.) ait sürgün boyu, kök boyu, sürgün ve kök kuru ağırlıkları.....	23
<b>Tablo 5:</b> Saksı ortamında kamışsı yumak otuna ( <i>Festuca arundinacea</i> Schreb.) ait sürgün boyu, kök boyu, sürgün ve kök kuru ağırlıkları.....	24
<b>Tablo 6:</b> Saksı ortamında çayır salkım otuna ( <i>Poa pratensis</i> L.) ait sürgün boyu, kök boyu, sürgün ve kök kuru ağırlıkları.....	26

## ŞEKİLLER LİSTESİ

**Sayfa**

**Şekil 1:** Duman Solüsyonu hazırlamada kullanılan yakma düzeneği..... 18



## KISALTMALAR LİSTESİ

<b>ABA</b>	: Absisik asit
<b>cm</b>	: Santimetre
<b>cm<sup>2</sup></b>	: Santimetre kare
<b>C<sup>0</sup></b>	: Santigrat derece
<b>dk</b>	: Dakika
<b>g</b>	: Gram
<b>GA3</b>	: Giberallik asit
<b>HgCl<sub>2</sub></b>	: Civa klorür
<b>KAR1</b>	: Karrikinolide
<b>KNO<sub>3</sub></b>	: Potasyum Nitrat
<b>M</b>	: Molar
<b>mg</b>	: Miligram
<b>ml</b>	: Mililitre
<b>mm</b>	: Milimetre
<b>PEG</b>	: Polietilenglikol
<b>ppb</b>	: Milyarda bir
<b>s</b>	: Saat
<b>ZnCl<sub>2</sub></b>	: Çinko klorür
<b>µm</b>	: Mikron

## 1. GİRİŞ

Bitkisel üretimde yetiştiriciliğin ilk aşaması tohumun ekilmesi ve uygun şartlarda çimlenmesidir. Tohum çimlenmesinin sağlıklı şekilde gerçekleşmesi ve istenilen bitki sıklığının sağlanması bitkisel üretimde büyük önem taşımaktadır. Çimlenme aşaması bitkilerin hastalık ve stres koşullarına dayanım konusunda hassas oldukları ve normal fide gelişimi için en kritik dönemdir [1,2,3]. Ayrıca istenilen oranda çimlenme ve fide çıkışının sağlanması, tohum yatağındaki çevre koşulları ve tohum kalitesine bağlıdır. Tohum yatağında var olan birçok biyotik ve abiyotik stres faktörü ekimi yapılan ürünün yeterli çıkış oranına sahip olamamasına ve buna bağlı olarak da yeterli sıklık ve sağlıkta fide oluşmamasına neden olabilmektedir. Çimlenme ve fide dönemi bitkinin ilerleyen dönemdeki gelişimi üzerinde de önemli etkilere sahiptir, dolayısıyla hızlı ve güçlü fide gelişimi yüksek verim ve kalite elde etmek içinde gereklidir [4].

Tarımsal üretimde temel bileşenlerden olan ve pek çok kullanım alanına sahip olan buğdaygiller familyası hem yem bitkisi hem de yeşil alanlarda değerlendirilen önemli türlere sahiptir. Bu türlerden bazıları çok yıllık çim (*Lolium perenne* L.), kamışsı yumak (*Festuca arundinacea* Sch) ve çayır salkım otu (*Poa pratensis* L.)' dur. Başarılı bir yeşil alan tesisinde yüksek oranda çimlenmenin gerçekleşmesi ve fidelerin kısa sürede toprağı kaplaması kritik önem taşımaktadır. Bitkilerin çimlenmeden sonraki süreçte oluşabilecek olumsuz koşullardan etkilenmemeleri de hızlı gelişmelerine bağlıdır. Bu nedenle yeşil alanda bitkilerinin ekimden hemen sonra çabuk çimlenip köklenmesi, hızla gelişerek yeni sap ve yaprak üreterek ve toprak yüzeyini hızla kaplaması istenmektedir.

Yeşil alanlarda kullanılan bitkilerin çoğunluğu küçük tohumlu ve yavaş çimlenme özelliğindedir. Bu durum ekim, çimlenme ve fide gelişim gibi kritik aşamalarda sorunlar yaşanmasına neden olmaktadır. Yeşil alanlarda karşılaşılan başarısızlıkların en önemli nedenleri de bu aşamalarda yaşanan sorunlardan kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla yeşil alanlarda kullanılan tohumların çimlenmesi ve fide gelişimini destekleyici ve geliştirici uygulamalar tesis başarısına büyük katkı sağlayacaktır.

Tohumların çimlenmesi için uygun ortam oluşturmak veya kontrollü şartlarda tohum çimlenmesini ve buna bağlı olarak dolaylı şekilde bitki büyümesini olumlu yönde etkileyen çeşitli priming (osmo ve hidro priming, farklı sıcaklık, hormon ve bazı kimyasal maddeler) uygulamaları bulunmaktadır [4]. Bu priming uygulamalarından biri de, henüz daha çok yeni ve oldukça az çalışılmış olan duman solüsyonlarıdır.

Duman, yangın sonucu doğada kendiliğinden de meydana gelebilmektedir. Yangın, ormanlardan mera alanlarına kadar pek çok ekosistemin oluşumu ve yönetiminde önemli bir unsurdur. Yangın sonucu ortaya çıkan ısı ve küldeki bileşenlerin bitki gelişimi ve çimlenme üzerine oldukça önemli etkileri bulunmaktadır [6]. Bunun yanında dumanın da dormansinin kırılmasında etkili olduğu ve çimlenmeyi teşvik ettiği birçok araştırmacı tarafından bildirilmektedir [7,8,9].

Son yıllarda bitkilerden elde edilen duman ve duman ürünlerinin (duman ve duman solüsyonu) çimlenme üzerinde olumlu etkileri olduğu belirlenmiş [10] ve bu konu bitkilerle çalışan bilim insanlarının yoğun ilgisini çekmiştir. Bitkisel kaynaklı duman solüsyonu uygulaması, yanma sonucu oluşan dumanın suda tutulması ve elde edilen solüsyonun tohum veya toprağa nüfus etmesidir. Bu yöntem uygulanması kolay ve düşük maliyetli olması yanında tamamen doğal bir işlem olup bitkisel atıkların değerlendirilmesine de katkıda bulunmaktadır.

Günümüzde duman solüsyonlarının çimlenme üzerindeki etkileri açıkça bilinmekte ve 1200 türde yapılan çalışmalarda çimlenmeyi iyileştirdikleri ortaya konmuş durumdadır [11]. Duman solüsyonlarının dormansi ve çimlenme üzerindeki olumlu etkileri yanında fide gelişimini [12] somatik embriyogenesi [13], kök oluşumunu [14] ve çiçeklenmeyi [15] teşvik ettiği belirlenmiştir. Bazı araştırmacılar 4000 den fazla kimyasal içeriğe sahip olduğu bilinen duman solüsyonunun kimyasal yapısını incelemiş ve çimlenme üzerinde ki etkinin butenoloid (3-methyl-2Hfuro[2,3-c]pyran-2-one)'den ve yanmış selülozdan kaynaklandığını ileri sürmüşlerdir [16,17]. Karrikin grubuna ait bir madde olup karrikinolide olarak adlandırılan butenoloid, tohumların fitohormonlara karşı olan hassasiyeti [18], ışık istekleri [19], tohum kabuğu morfolojisi ve kabuk geçirgenliği gibi birçok özelliğinde değişikliğe sebep

olmaktadır. Duman bileşenlerinden biri olan butenoloid çok düşük dozlarda bile (1ppb) çimlenme ve fide gelişimini olumlu etkilemektedir.

Bitkisel kaynaklı duman solüsyonları olumlu etkilerinin yanında bazı türlerde olumsuz etki de gösterebilmektedir. Her bitki bünyesinde bulundurduğu kimyasal yapıdan dolayı tohum çimlenmesini ve bitki büyümesini farklı düzeylerde teşvik edebilirler ya da engelleyebilir [20]. Duman solüsyonunun tohum ve fidelerde olumsuz etki göstermesi, kullanılan bitki materyalinden veya solüsyon konsantrasyonlardan kaynaklanabilir.

Ülkemizde hasat artıklarının en fazla sorun oluşturduğu bitkiler tahıllar özellikle de yüksek ekim alanı sebebiyle buğdaydır. Bir kısmı hayvan yemi olarak değerlendirilse de buğday atıklarının önemli bir kısmı tarlada kalmakta ve atıklar toprak işlemede büyük sorun teşkil etmektedir. Yasaklamalara ve olumsuzlukları anlatılmasına karşın her yıl karşılaştığımız anız yakma olaylarının asıl sebebi de budur. Bu nedenle mevcut çalışmada duman solüsyonlarının buğday anızından elde edilmesi amaçlanmış ve böylece çimlenme ve fide gelişiminin iyileştirilmesi sağlanırken beraberinde ülkemizin önemli sorunlarından biri olan anız yakmanın da çözümüne katkı sunulması amaçlanmıştır.

Çalışmada buğday kaynaklı duman solüsyonlarının çok yıllık çim (*Lolium perenne* L.), kamaşsı yumak (*Festuca arundinacea* Sch.) ve çayır salkım otunun (*Poa pratensis* L.) çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkisi incelenmiştir. Bu çerçevede, mevcut çalışma ile yeşil alanların en önemli sorunlarından birine doğal ve ekonomik bir çözüm sağlamak ve beraberinde buğday samanı için alternatif bir kullanım alanı tespit etmek hedeflenmektedir.

## 2. GENEL BİLGİLER

Bitkisel kaynaklı duman ve duman solüsyonunu çimlenme üzerine etkisini araştırmak için yapılan bir çalışmada, *Passerina vulgaris* bitkisinden hazırlanan duman ve duman solüsyonu, yine aynı familyada yer alan *Syncarpha vestita* bitkisinin tohumlarında dormansiyi kırmak amacıyla kullanılmıştır. Bitkisel kaynaklı duman gaz halinde tohuma uygulanmış, duman solüsyonu ise farklı oranlarda tohumlara uygulanarak çimlendirme ortamına yerleştirilmiştir. Çalışmanın sonucunda kontrol ortamındaki çimlenme oranı %62 iken duman uygulanmış tohumlarda ise bu oran % 81' e ulaştığı bildirilmiştir. Duman solüsyonu uygulanan çimlendirme denemesinde ise tüm konsantrasyonların kontrolden yüksek çimlenme oranı gösterdiği % 1 oranındaki konsantrasyonda maksimum çimlenme gözlemlendiği bildirilmiştir. Sonuç olarak bitkisel kaynaklı duman ve duman solüsyonunun *Syncarpha vestita* türünde var olan dormansinin ortadan kalkması için ana etken olduğu da bildirilmektedir [21].

Duman ve duman solüsyonu ile priming işlemine tabi tutulan *Themeda triandra* tohumlarının çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkisini belirlemek amacıyla çalışma yürütülmüştür. Bu çalışmada tohumlara 0 ve 48 saat duman ile priming uygulanmış ve kurutulduktan sonra 25 °C' de 3-21 gün arasında muhafaza edilerek çimlendirme üzerine etkisine bakılmıştır. Priming işleminin fide üzerine etkisinin belirlemek amacı ile 24 saat duman solüsyonu ile priming uygulanmış *T. triandra* tohumları 21 gün depolanmış ardından ekim yapılmıştır. Duman ile priming uygulanan tohumların çimlenmesi oranı ve çimlenme hızı depolama süresi arttıkça yükselmiş ve en yüksek oran 21 gün depolanan tohumlarda görülmüştür. Ayrıca duman priming uygulamalarında çimlenmenin teşvik edilmesinde en etkili sürenin 12 saat olduğu saptanmış, 3-48 saat arasında yapılan tüm duman ön uygulamalarının çimlenmeyi arttırdığı belirlenmiştir. Su ile priming uygulanan ve depolanan tohumların çimlenme hızının hem duman ile yapılan priming uygulamasının hem de kontrol tohumlarının çimlenme hızından daha yavaş olduğu saptanmıştır. Dumanlı su ile priming yapılan *T. triandra* tohumlarında çimlenme, su ile yapılanlara göre daha yüksek olmuştur.



İlaveten duman ve solüsyonlarının fide gelişimi üzerine teşvik edici etkisinin olmadığı da belirtmişlerdir [22].

Açıkgöz'e göre uygun ortama ekilen tohumun hızlı bir şekilde çimlenmeye başladığını, tüm şartlar uygun olsa bile türler arasında çimlenme süreleri bakımından farklılıklar görülmektedir. En uygun koşullarda çok yıllık çim tohumlarının 5-10 gün, yumak türlerinin 10-15 gün içerisinde çimlendiğini, tavus otu türlerinde bu sürenin 20 güne, salkım otu türlerinde ise 30 güne kadar uzayabileceğini bildirmiştir. Ayrıca normal koşullarda çimlenme üzerinde en etkili faktörlerin sıcaklık ve nem olduğunu, bu ve benzeri koşullardaki olumsuzlukların çimlenme süresinin uzamasına yol açacağını vurgulamıştır [23].

*Passerina vulgaris* türünün yakılması ile elde edilen dumanın 32 farklı tür tohumlarının çimlenmesi üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan bir araştırmada, saksılara ekilen tohumların üzeri polietilen örtü ile kapatılıp 30 dk boyunca duman uygulanmıştır. Denemenin sonucunda duman uygulamasının 25 türde çimlenmeyi teşvik ettiği gözlenmiştir [24].

Dormant tohumlara sahip olan *Themeda triandra* (yangın bölgesi otu) tohumlarının çimlenmesinde bitki kaynaklı duman ve duman solüsyonlarının etkisini incelemek amacı ile yapılmış olan bir çalışmada, dumanın etkisini belirlemek amacıyla 0-36 saat boyunca ön ıslatma yapılan tohumlardan her 6 saatte bir örnek alınarak 5, 15, 45 ve 90 dakika gaz halindeki duman uygulanmıştır. Bu araştırma sonucunda 5 ve 15 dk dumana maruz bırakılmış tohumlarda çimlenmenin artmış ve ön ıslatma süresi uzadıkça çimlenme oranın yükselmiştir. Benzer şekilde duman solüsyonunun etkisinin belirlemek amacıyla *Fynbos* ve *Themeda triandra*'nın yaprakları kullanarak hazırlanan iki ayrı duman solüsyonunu tohumlara farklı oranlarda (%1, 2, 10 ve 20) uygulanması sonucunda *Fynbos* ile hazırlanmış duman solüsyonundan %20 oranında maksimum çimlenme (%53) elde edilmiş, %1 ve 2 oranlarında ise çimlenmede azalma olduğu görülmüştür. *Themeda triandra* otunun yakılması ile elde edilen solüsyon uygulandığında ise %2'lik konsantrasyonda maksimum çimlenme değerine ulaşıldığı, yüksek konsantrasyonların ise çimlenmeyi engelleyerek toksik etki yaptığı bildirilmiştir [25].

Duman solüsyonu ve ışığın marul tohumlarının çimlenme üzerindeki etkisini belirlemek için yapılmış çalışmada, kırmızı ve kırmızı ötesi ışığın 6 farklı lotu kullanmış ve tohumları önce 24 s 25°C’de saf su (kontrol) veya duman ekstraktarı ile priming işlemi yapılmıştır. Farklı oranlarda duman solüsyonların denendiği çalışmada yüksek konsantrasyonunun (1:50) çimlenmeyi azalttığı, 1:100, 1:500, 1:1000 gibi düşük konsantrasyonlarının ise çimlenmeyi artırdığını saptamışlardır [19].

Bazı araştırmacılar tarafından, *Themeda triandra Forssk.*, *Acacia mearnsii De Wild*, *Eucalyptus grandis W.Hill ex Maiden*, *Hypoxis colchicifolia Bak.*, *Pinus patula Schlechtd.&cham.* bitkilerinin yapraklarının yakılması ile elde edilen duman solüsyonlarının çimlenmeyi uyarıcı kimyasal içeriği ve sıcaklığın uyarıcıların oluşmasındaki etkisini tespit etmek amacıyla deneme yürütülmüştür. Farklı konsantrasyonlarda uygulanan duman solüsyonları çimlenmeyi teşvik ettiği ancak %100 konsantrasyonun çimlenmeyi engellediğini bildirmişlerdir. Duman solüsyonlarında uyarıcıların oluştuğu sıcaklığın türlere göre farklılık gösterdiğini gözlemlenmiş ve en yüksek aktivitenin 160 ve 200°C arasında oluştuğunu tespit etmişlerdir [26].

Maden yataklarında toprağın iyileştirilmesi ve bitki yoğunluğu ve çeşitliliğin artırılması amacı ile dört farklı şekilde duman ve duman solüsyonu uygulaması yapılmıştır. Bu işlemlerden ilkinde ekim yapılmış orman ve maden alanına çadırlar kurulmuş ve bu çadırlara 60 dk soğuk duman uygulanmıştır. İkinci denemede ise, tohumlara 12 saat duman solüsyonu (%10) ile priming işlemi uygulanmış, kurutulmuş ve sonra ekilmiştir. Üçüncü denemede, üç farklı boksit arazisinde, toprakta bulunan tohumlara dumanlı su uygulanmıştır. Dördüncü denemede ise tohumlara 60 dk duman uygulanmış ve ardından ekim yapılmıştır. İlk deneme sonucunda orman ve maden arazilerinde çimlenen tohum sayısı 48 kat (toplam 21 bitki türünde) ve tür sayısının ise 4 kat arttığı bildirilmiştir. On farklı türde uygulanan İkinci deneme sonucunda dumanın tohuma direk uygulamasının daha etkili olduğu ve 9 türde olumlu sonuçlar alındığı belirlenmiştir. Üçüncü denemede çimlenen bitki sayısında %56, bitki tür sayısında ise %33 artış olduğu görülmüş, dumanın direkt

olarak tohuma uygulandığı dördüncü denemede ise çimlenen bitki sayısında %85, tür sayısında ise %34 artış görülmüştür [27].

Marul tohumlarının çimlenme üzerine bitkisel kaynaklı duman solüsyonu, kırmızı ışık ve giberallinlerin ayrı ayrı ve birlikte etkilerini incelemek üzere çalışma yapılmıştır. Araştırmada, binde bir oranında hazırlanan duman solüsyonu bir miktar tohuma 2 ml ilave edilmiş, bunun dışındakiler 2 saat boyunca 2 ml saf suya batırılmış, kontrol olarak da hiçbir uygulama yapılmayan tohumlar karanlık ortamda çimlendirmeye bırakılmıştır. Bir grup tohum 10 dakika kırmızı ışığa maruz bırakılmış, bir grup ise 2 ml 1 nM GA3 olan petriye aktarılmış, 25°C'de 24 s çimlendirilmiştir. Diğer uygulamada bir grup tohum 2 ml saf su veya duman solüsyonuna batırılmış imbibisyonun 10. dakikasında bir grup tohum 10 dakika kırmızı ışık ardından 10 dakika uzak kırmızı ışığa, bir grup ise yalnız 10 dakika kırmızı ışığa maruz bırakılmıştır, bir grup tohum ise 1:1000 duman solüsyonuna batırılıp ardından 10 dakika kırmızı ışığa, diğer grup ise sadece 1:1000 duman solüsyonuna batırılmıştır. GA3 aktivitesini araştırmak için tohumlar 8ml saf su ve 1:1000 duman solüsyonu bulunan petrilere konmuş 1 saat sonra suya batırılan bir grup tohum alınarak 10 dakika kırmızı ışığa maruz bırakmış, kontrol tohumlarından 0, 10, 12, 14, 16 ve 20 duman uygulanan tohumlardan 6, 10, 14, 16, 18 ve 20. ve kırmızı ışık uygulanan tohumlardan 4, 6, 10, 12, 14, 16, 18 ve 20. saatlerde tohumlar alınmıştır. Çimlenme analizleri sonucunda kırmızı ışık uygulanan tohumlar 6. saatte çimlenmeye başlamış 12. saatin sonunda % 98'i çimlenmiştir. GA3 uygulanan tohumlar 8. saatte çimlenmeye başlamış, 14. Saatin sonunda tohumların %88'i, 16. saatin sonunda %95'i ve 24. saatin sonunda %100'ü çimlenmiş, duman uygulanan tohumlar 12. saatte çimlenmeye başlamış ve 24. Saatin sonunda yalnızca %69'luk bir çimlenme elde edilirken, kontrolde 24. saatin sonunda tohumların sadece %3'ü çimlenmiştir. Kırmızı ışık ardından kırmızı ötesi ışık uygulamaları 3 saat ve altındaki imbibisyon sürelerinde çimlenmeyi engellemiş fakat bu etkinin 5.saatte ortadan kalktığı saptanmıştır [18].

Güney Afrika Cape Floristic Bölgesine özgün olan ve 8500 değişik bitki türüne sahip olan fynbos bitki örtüsünde yer alan 301 türde duman ve duman solüsyonu uygulamalarının çimlenmeleri üzerine etkilerin belirlemek amacıyla bir çalışma

yürütülmüştür. Bu çalışma sonucunda 150 türün çimlenmesinde önemli artışlar görülmüştür. Duman ve duman solüsyonunun çimlenmeyi teşvik ettiği bitki türlerinin yedi farklı familyada (*Asteraceae*, *Brunaceae*, *Crassulaceae*, *Geraniaceae*, *Mesembryanthemaceae*, *Proteaceae* ve *Restionaceae*) bulunduğunu da bildirmişlerdir. *Albuca pachyklamys* L., *Mervilla natalensis* (Planchon) Speta (her ikisinde Hyacinthaceae) ve *Tulbaghia violacea* Harv.(*Alliaceae*)’da duman ve duman solüsyonlarının çimlenme ve fide gücüne etkisinin araştırıldığı çalışmada, üç türde de duman ve duman solüsyonlarının fide gücünü artırdığı ve gaz halindeki dumanın duman solüsyonlarına göre etki kapasitesinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir [28].

Bazı sebze (Bamya (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench.cv.Clenson), domates (*Lycopersicon esculentum* Mill.cv.Heinz-1370), fasulye (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Dwarf-Imbali)) mısır (*Zea mays* L.var.PAN 6479) tohumlarında butenolide (10-7M) ve duman solüsyonunun (1:500) çimlenme ve fide dönemlerine etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmada sebze tohumları iki şekilde olmak üzere birincisi karanlık ortamda ve 25 °C’ de, ikincisi ise 16 saat aydınlık, 8 saat karanlık ortamda ve mısır tohumları ise 25 °C’de ve 16 saat aydınlık, 8 saat karanlık ortamda ve kontrollü koşullarda çimlendirmeye bırakılmıştır. Duman solüsyonları ve butenolide’in fide gelişimi üzerine etkisini belirlemek için 23 °C’de serada yürütülen denemede ekimden önce 1 s 1:500 dumanlı suda bekletilmiş, kurutulmuş mısır tohumlar, 250 ml aynı orandaki duman solüsyonu ilave edilmiş ve kurutulmuş toprağa ekim yapılmıştır. Sonuç olarak tüm türlerde butenolide ve duman solüsyonu fide büyümesi, kök ve gövde uzunluğu, fide yaş ağırlığı ve fide gücünde artış sağlamıştır. Özellikle domates fidelerinde butenolide ile kök uzunluğu kontrole göre 10 kat, bamya ve fasulyede 3 kat artmış, üç türde 16:8 aydınlık/karanlık koşulda çimlendirilen tohumların köklenmesinde gelişme saptanmamıştır. Ayrıca araştırmacılar butenolide’in büyümeyi düzenleyici rolü olduğunu ve oksinler gibi kök üzerine etkisinin karanlıkta daha iyi olduğu ve ışıktan negatif olarak etkilendiğini de bildirmişlerdir. Dumanlı su ve butenolide mısır tohumlarında çimlenmeyi %90’ a kadar çıkarmakta ve kontrol çimlenme oranının (%78) oldukça üzerinde olduğunu da tespit etmişlerdir. İlaveten sera koşullarında yetiştirilen mısır bitkisinde duman uygulamalarının büyüme performansını, kök ve

gövde yaş-kuru ağırlığını, gövde boyunu, canlılık yüzdesini ve yaprak gelişimini artırdığı saptanmıştır [12].

Duman solüsyonu ve butenolide'in ticari domates (*Lycopersicum esculentum* Mill.) çeşidi olan Heinz 1370 tohumlarında farklı sıcaklıklarda (10, 15, 20, 25, 30, 35 ve 40 °C) çimlenme üzerine etkisini bazı araştırmacılar incelemiştir. Domates tohumlarının çimlenmesinde sıcaklığın önemli bir etken olduğu ve çimlenme değerlerinin 10-40°C sıcaklık aralığında parabolik bir eğri oluşturduğu gözlenmiştir. Butenolid uygulanmış tohumlarda 25 ve 30 °C hariç bütün sıcaklıklarda çimlenme oranının arttığı belirtilmiştir. Ekstrem sıcaklıklar olan 10 ve 40°C'de kontrol tohumlarında kökçük çıkışı gözlenmiş ancak devamında büyüme gerçekleşmemiş ancak butenolide ile büyüme normal seyrinde devam etmiştir. Duman solüsyonu uygulaması sonucunda ise 10 °C'de %56.2, 40 °C'de %62.1 çimlenme elde edilmiş ve sağlıklı fideler oluşmuştur. Butenolide ile tüm sıcaklıklarda kontrol ve dumanlı su uygulamalarına göre daha iyi büyüme, yüksek fide ağırlığı ve yüksek canlılık gerçekleşmiş, 25°C'de butenolide uygulanan tohumlarda fide boyu 66.41 mm, kontrolde 39.7 mm olmuştur [29].

Pirinç çimlenme ve fide canlılığının artırılması amacıyla duman solüsyonu ve butenolidin kullanıldığı bir çalışmada, 1/500, 1/1000 ve 1/2000 duman solüsyonu ve 10-8, 10-9, 10-10 M butenolide tohumlara uygulanmıştır. Domates fidelerinin kök ve sürgün boyunda 1/500 ve 1/2000 konsantrasyonlarındaki duman solüsyonlarında artmış, fide ağırlığı ve lateral kök sayısı ise 1/1000 ve 1/2000 konsantrasyonları kontrolden daha yüksek olmuştur. Butenolidin tüm konsantrasyonları kök ve sürgün boyunu artırmış ve 10-8 M butenolide uygulanan pirinç tohumlarının su uygulanan tohumlara oranla lateral kök ve canlılık değerleri yüksek çıkmıştır. 10-10 M butenolide uygulanan tohumların fidelerinin ağırlığı 1/1000 konsantrasyonunda duman solüsyonu uygulamaları hariç diğer uygulamalara göre daha yüksek çıkmıştır. Domates fidelerinin en yüksek canlılık değerleri duman solüsyonunda 1/500, butenolide ise 10-8 M konsantrasyonlarından elde edilmiştir. Sonuç olarak butenolide ve duman solüsyonlarını domatesin fide büyümesini teşvik ettiği gözlenmiştir [12].

*Acacia hebeclada*, *Acacia robusta* ve *Acacia mearnsii* bitkilerinde dumanlı solüsyonu ve butenolidin çimlenme ve fide özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, 16 aydınlık 8 karanlık, sürekli aydınlık ve sürekli karanlık olmak üzere 3 farklı ışık koşulları kullanılmıştır. Çalışma sonucunda butenolidin *A. hebeclada* ve *A. robusta* tohumlarında 3 yetiştirme ortamında da çimlenmeyi önemli düzeyde artırırken, *A. mearnsii* tohumlarında ise sürekli karanlık ortamında artış görülmüştür [12]. Bazı araştırmacıların, mısır tohumlarında duman ve duman ekstraktlarının çimlenme, fide gücü ve fide canlılığı üzerine etkilerini inceledikleri araştırmada, tohumlar farklı oranlarda duman solüsyonu (1/250, 1/500, 1/1000 ve 1/2000) ilave edilerek, farklı sürelerde dumana maruz bırakılarak ve priming işlemi yapılarak çimlenmeye bırakılmışlardır. Sonuçlar duman ve duman solüsyonunun mısırdaki çimlenme oranını, fide, kök ve sürgün uzunluğunu artırdığını belirtmişlerdir. Tohumlara uygulanmış duman solüsyonu sonucunda en yüksek çimlenme oranı (%92.5) ve canlılık değeri 1/500 konsantrasyonundan elde edilmiş olup 1/250 konsantrasyonun ise mısırdaki toksik etki yaparak çimlenme oranını düşürdüğünü açıklamışlardır. Farklı sürelerde dumana maruz bırakılan tohumlarda ise 30 dk'lık sürenin maksimum çimlenme oranı (% 90) ve fide canlılığı (3860) gösterdiği, 90 dk'da ise minimum çimlenme oranı (% 61.2) ve canlılık değeri (1028) görülmüştür. Dumana maruz bırakılan sürenin artması ile çimlenme oranı ve canlılıktaki düşme duman solüsyonunun artan konsantrasyonunda da gözlemlenmiştir. Priming işlemi ile dumanın birlikte uygulandığı denemede ise 180 dakika priming işlemi uygulan ve ardından 90 dakika dumana maruz bırakılan tohumlarda çimlenme oranının (%97.5) olduğu ve aynı sürede priming yapılan ve 60 dk duman uygulanan işlemde en yüksek fide gücü belirlenmiştir [12].

Yetiştiricilikte yaygın olarak kullanılan 18 yabancı bitki türünde çimlenme ve fide gelişimini iyileştirmek amacıyla bitkisel kaynaklı duman solüsyonunun kullanılması üzerine yapılmış bir araştırmada farklı sıcaklıklar (25 ve 10°C), KNO<sub>3</sub>, GA<sub>3</sub>, duman solüsyonu ve butenolide uygulamalarının türlerin çimlenme yüzdesi, çimlenme hızı ve fide ağırlığı üzerindeki etkisini karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Denemede 10<sup>-7</sup> M butenolide, 10<sup>-3</sup> M KNO<sub>3</sub> ve GA<sub>3</sub> 10<sup>-4</sup> M ile nemlendirilmiş tohumlar ve 24 s 20 °C'de duman solüsyonu ile priming işlemi uygulanmış ve kurutulmuş tohumlar 15 °C'de 16:8 aydınlık/karanlık koşullarında yetiştirilmeye bırakılmıştır. Deneme, farklı

sıcaklık uygulamaları için 25 ve kullanılmıştır. Beş uygulamanın çimlenme üzerine etkileri karşılaştırıldığında etki sıralaması butenolide > GA3 > değişen sıcaklıklar > KNO3 > kontrol > duman şeklinde olmuştur. Uygulamalar çimlenme hızını bakımından incelendiğinde butenolide > GA3 > KNO3 > duman > değişen sıcaklıklar > kontrol şeklinde sıralanırken, fide ağırlığı açısından butenolide > GA3 > değişen sıcaklıklar > KNO3 > duman > kontrol şeklinde sıralanmıştır. Sonuç olarak, araştırmacılar bitkisel kaynaklı duman solüsyonu bazı türlerin çimlenmesini uyardığını ve bazı türlerde negatif bir etki yaptığını bildirmişler. Ayrıca, butenolide uygulamasının ise çimlenme oranı, çimlenme hızı ve fide ağırlığını teşvik ettiğini de belirlemişlerdir [30].

Bitkisel kaynaklı dumanlı solüsyonu ve butenolidin domates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ve bamya (*Abelmoschus esculentus* L.) fideleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüş bir çalışmada, solüsyon ve butenoloide fidelere sprey şeklinde uygulanmıştır. Bamya fidelerinde duman solüsyonunun yaprak sayısı ve büyüklünü, kök ve gövde uzunluğunu, gövde kalınlığını, gövde yaş ve kuru ağırlığı ve fide gücünün kontrole göre arttığını ancak butenolide sonuçlarının ise kontrolden çok farklı olmadığı belirlenmiştir. Domates fidelerinde ise duman solüsyonunun kök ve gövde uzunlukları (186 mm ve 107 mm), kök ve gövde yaş ağırlığını, yaprak sayısını, yaprak büyüklüğünü, butenolidin ise yine kök ve gövde yaş ağırlığını, yaprak sayısını ve yaprak büyüklüğünü artırdığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, hem bitkisel kaynaklı duman solüsyonlarının hem de butenolidin bamya ve özellikle domateste fide gelişimini teşvik edici özelliğe sahip olduğunu da vurgulamışlardır [31].

Butenolide ve duman solüsyonunun bazı yabancı bitki türlerinde (*Avena fatua* L., *Arctotheca calendula* (L.) Levyns, *Brassica tournefortii* Gouan ve *Raphanus raphanistrum* L.) hem çimlenmesi hem de fide gelişimi, bazı yabancı bitki türlerinde ise (*Sisymbrium orientase* L., *Hordeum leporinum* Link, *Echium plantagineum* L.) çimlenme gelişimi üzerine etkisinin incelendiği bir çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmada tohumlara % 10 oranında hazırlanmış duman solüsyonu, 289 µm giberellik asit ve 0.67 µm butenolide kullanılmıştır. Çalışmadan elde edilen verilere göre, 7 tür üzerinde incelenmiş olan çimlenme oranı duman solüsyonu uygulamasında 6 tür,



butenolide ve giberellik asit uygulamalarında tüm türleri teşvik ettiği saptanmıştır. Ayrıca her üç uygulamanın da fide gelişimini önemli ölçüde teşvik ettiğinden bildirmişlerdir [32].

Sekiz doğal *Solanum* türlerine ait tohumlarda inkübasyon sıcaklığı ve çimlenmeyi teşvik edici bileşikler olan duman solüsyonundan türetilmiş butenolide karrikinolide (KAR1), duman solüsyonu ve giberellik asit (GA<sub>3</sub>), uygulamalarının çimlenme üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, tohumlara 24 saat süresince 0.67 µM butenolide, %10 oranında seyreltilmiş duman solüsyonu, 2,89 mM GA<sub>3</sub>, ve kontrol olarak da saf suda bekletilmiş ve 26/13 °C ve 33/18 °C koşullarında çimlendirmeye bırakılmıştır. Deneme sonucunda sadece iki türün (*S. cunninghamii* Benth. ve *S. phlomoides* Benth) çimlenme oranı kontrolde en yüksek iken diğer 6 türde kontrolün çimlenme oranı işlemlerden oldukça düşük olmuştur. Duman solüsyonu uygulaması *Solanum* türlerinin üçünde ve her iki sıcaklıkta çimlenmeyi ederken bir türde sadece 26/13°C teşvik etmiş ancak 33/18°C 'de toksik etki yapmıştır. Yine bir başka türde ise duman solüsyonu 26/13°C 'de çimlenmeye etki etmez iken 33/18°C' de çimlenmeyi engellemiştir. Butenolide uygulaması her iki sıcaklık da 3 türün çimlenmesini teşvik etmiş, iki türde sadece 26/13°C çimlenmeyi artırırken diğer üç türde çimlenmeyi engellemiştir. Bu üç türün dumanlı su uygulamalarına da cevap vermediğini ayrıca vurgulamışlardır [33].

Duman solüsyonu ve bu solüsyondan elde edilmiş butenolidin yüksek sıcaklıklarda ve düşük osmotik potansiyel şartlarında *Eragrostis tef Trotter* tohumlarının çimlenme ve fide gelişimlerinin incelendiği bir çalışmada, 500 mg tohumu 25 °C'de 48 saat, 1/500 duman solüsyonu ve 10<sup>-7</sup> M butenolide ile PEG 6000 ekleyerek farklı osmotik potansiyel konsantrasyonları (MPa) priming işlemi uygulanmıştır. Tohumlara farklı sıcaklık derecelerinde (20, 25, 30, 35, 40 ve 30/15 °C) 16 saat aydınlık 8 saat karanlık, 25 °C sürekli aydınlık ve 25 °C sürekli karanlık koşulları kullanılmıştır. Tohumlara uygulanan duman solüsyonu sonucunda, 25°C'de çimlenme oranının arttığını gözlemlenmiştir. Duman solüsyonu ve butenolide uygulamalarında ise 25, 30, 35, 40, 30/15°C, aydınlık (25°C) ve karanlık (25°C) koşullarda fide uzunluğunu arttırdığı ve en uzun fidelerin 30/15 °C' oluşmuştur. Duman solüsyonu ve butenolide uygulamasında en yüksek çimlenme gücü 25, 30, 35, 40 ve 30/15 °C'de elde



edilmiştir. Sürekli aydınlık ve karanlık koşullarında çimlenme gücü duman solüsyonunda butenolide göre daha yüksek olmuştur. 25 °C'de 16 saat aydınlık/8 saat karanlık koşullarda uygulanan 0.15, -0.30, -0.49 MPa osmotik potansiyelerde duman solüsyonu, -0.49 MPa osmotik potansiyelde ise butenolide solüsyonunda priming işlemi yapılmış tohumların çimlenme oranı yüksek olmuştur. Dumanlı su ve butenolide uygulanan tohumlarda ise çimlenme - 0.15 MPa'dan sonra düşmeye başlamıştır [34].

Bazı araştırmacılar [35], domates tohumlarındaki çimlenmeyi engelleyici kimyasalların etkisini ortadan kaldırmak için duman solüsyonlarından elde ettikleri butenolide kullanmışlardır. bu çalışma sonucunda butenolidin domates hücrelerindeki hücreler arasında iletimini sağlayan aquaporinlerin görevini engelleyen HgCl<sub>2</sub> ve ZnCl<sub>2</sub>'nin engelleyici etkisini ortadan kaldırdığını ve bu sayede domatesin çimlenme ve fide büyümesinde oluşan zararın ortadan kalktığını bildirmişlerdir.

Patlıcan tohumlarında farklı priming uygulamalarının (hidropriming, PEG 6000, PEG+butenolide, yalnız butenolide) etkilemek amacıyla yürütülen çalışmada, yaşlandırılmış ve yaşlandırılmamış patlıcan tohumların 48, 72 ve 120 saat priming işlemi uygulanmıştır. 48 saat priming uygulanan yaşlandırılmış tohumlarda çimlenme %7-43, yaşlandırılmamış tohumlarda %27-56 çimlenme elde edilmiştir. 72 ve 120 s priming işleminde ise en yüksek çimlenme oranı hidro ve butenolide oluşmuş iken, fide gelişimlerinde fark görülmemiştir. Ön uygulaması yapılan patlıcan tohumlarının çimlenme yüzdelerinin ise en yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca yaşlandırılmış tohumlarda PEG+butenolide yalnız PEG uygulamasına göre fide çıkışını %18 artırmıştır. Yaşlandırılmamış patlıcan tohumlarında PEG ve PEG+butenolide uygulamaları diğer uygulamalara göre fide yaş ağırlığını artırmıştır. PEG+butenolide ve butenolide uygulanan yaşlandırılmış tohumlarda çimlenmenin daha hızlı gerçekleştiği saptanmıştır [36].

Sıcaklık ve dumanın tohum çimlenmesi ve fide gelişimi üzerindeki teşvik edici etkisinin nereden kaynaklandığını incelemek üzere çalışma yapılmıştır. Bu amaç ile çalışmada 7 familyaya ait 30 farklı odunsu bitki çeşidi kullanılmış ve sonuçta sıcaklık ile 21 çeşidin çimlenmesi ve duman ile 8 çeşidin çimlenmesi ve 6 çeşidin fide büyümesini arttırdığı görülmüştür [37].

Butenolide ve duman solüsyonlarının dormant tohumlardaki etkisini belirlemek amacıyla farklı bitkiler kullanılan bir araştırma sonucunda çimlenmesi için dumana ihtiyaç duyan bir türün (*Tersonia cyanthiflora*) çimlenmesini, butenolidin teşvik ettiği ancak duman solüsyonlarında çimlenmenin gerçekleşmediği görülmüştür. Ayrıca, *Grevillea eriostachya* ve *Stylidium affine* tohumlarının, hem butenolide hemde duman solüsyonlarında çimlenmelerinin arttığını bildirmişlerdir. Sonuç olarak duman solüsyonu ve butenolide çimlenme üzerine etkileri türlere göre değiştiği ve duman solüsyonunda bulunan diğer kimyasallarında çimlenme üzerine olumlu etkilerinin olduğunu da vurgulamışlardır [38].

Farklı konsantrasyonlarda bitkisel kaynaklı duman solüsyonlarının (1/10, 1/100 ve 1/1000) ve bu solüsyondan elde edilmiş butenolide (10-7, 10-8, 10-9, 10-10 M) *Avena fatua* L. tohumlarında dormansiyi kırmak amacıyla kullanılmıştır. *Avena fatua* L. tohumları bu solüsyonlarda 3, 6, 12, 24, 48, 72 ve 120 saat 10, 15, 20, 25 ve 30 °C’de bekletilmiş. Bitkisel kaynaklı duman solüsyonlarının tüm konsantrasyonlarının 15, 20, 25 ve 30 °C’ de dormansiyi ortadan kaldırdığı ve butenolidin 10-8 M dozunun en uygun doz olduğunu saptanmıştır [39].

1/500 konsantrasyonunda hazırlanmış bitkisel kaynaklı duman solüsyonu ve 10-10 M’lık butenolide soğanda yumru büyüklüğü ve fide gelişimi üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yapılmış bir çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmada duman solüsyonu ve butenolide toprağa direk uygulanmış ve soğanlar 3 farklı zamanda (121, 144 ve 175. günlerde) hasat edilerek incelenmiştir. Duman solüsyonu uygulamasının tüm hasat döneminde yaprak sayısını artırdığı, butenolide ise sadece 175. günde artış olduğunu tespit edilmiştir. Duman solüsyonu uygulanan bitkilerde 121. ve 175. gün hasatlarında butenolide ise 175.gün hasadında bitki kuru ağırlığında artış saptanmıştır. Duman solüsyonu uygulanan bitkilerin yumru çapı ve yumru ağırlığı 121. ve 175. gün hasatlarında butenolide de ise sadece 175. gün hasadında istatistiksel olarak arttığı gözlenmiştir. Duman solüsyonu ve butenolide ile yaprak uzunluğu ve bitki yaş ağırlığında artış, Duman solüsyonu uygulanan bitkilerde büyüme hızı ve hasat değerleri, butenolide ise yalnız büyüme hızını kontrole göre artırmıştır. Soğan da duman solüsyonu ve butenolidin toksik etki yaratmadığı ve bitkinin DNA bütünlüğünü bozmadığı belirtilmiştir [40].

[41] *Brassica tournefortii* tohumlarında farklı nem seviyelerinde KAR1'in çimlenmeye etkisinin araştırıldığı çalışmada, tohumlar %15, 47, 96, 100 ve maksimum nem ile doyurulup %15 neme düşürülen olmak üzere beş farklı nem seviyesine getirilmiş ardından 3 dk. , 1 s, 24 s, 14 gün veya hiç 1µM KAR1'e maruz bırakılmıştır. Hiç imbibisyon yapılmamış kuru tohumlar KAR1'e cevap veren en duyarlı grup olurken, %100 nemde ve kurutulmuş tohumlarda duyarlılığın azaldığı tespit edilmiştir. KAR1'e karşı azalan duyarlılık dışarıdan uygulanan absisik asit (ABA)'e karşı artan duyarlılık ile bağdaştırılmış, KAR1 varlığında gerçekleşen çimlenme üzerinde öneminin oldukça büyük olduğu vurgulanmıştır. Karrikinolide' in düşük nem seviyesine ait tohumlarda etkisinin yüksek nem seviyesine ait tohumlara göre daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Papaya (*Carica papaya*) bitkisinin çimlenme ve fide gelişiminde kuru çeltik bitkisinin yakılması ile elde edilen duman solüsyonunun etkisini araştırmak üzere yapılmış çalışma duman solüsyonunun % 0.1, 0.2, 1, 2, 3, 4, 5, 7 ve 10 oranları ile 24 saat priming işlemine tabi tutularak yürütülmüştür. Çalışma sonucunda düşük konsantrasyonlu (%0.1 ve 0.2) duman solüsyonlarında çimlenme oranı maksimuma ulaşırken çimlenme hızı düşmüştür. Fide özelliğinde ise bu konsantrasyonların kök büyümesini de teşvik ettiğinin ortaya koymuşlardır. Fide ve çimlenme özelliklerinin tüm konsantrasyonlarda kontrolden daha üstün olduğu ve sürgünde magnezyum oranını ve klorofil içeriğinde duman solüsyonun artırdığını bildirmişlerdir [42]. Doğal meralarda bulunan Brassicaceae familyasından dört (*Camelina microcarpa*, *Capsella bursa-pastoris*, *Descurainia sophia* ve *Sisymbrium orientale*) ve iki adet *Plantago* türünde (*P. lanceolata* ve *P. media*) duman solüsyonlarının uyarıcı etkisini belirlemeyi amaçlayan çalışmada duman solüsyonu uygulamalarının *C. bursa-pastoris*, *D. Sophia*, *C. microcarpa* ve *P. lanceolata* türlerinde çimlenme oranının kontrolden daha yüksek olduğunu ancak *S. orientale* ve *P. media* türlerinde ise kontrolden daha düşük olduğunu belirlemişlerdir [43].

Bitkisel kaynaklı duman solüsyonu uygulaması ile priming işlemine maruz bırakılan dormansi özelliğine sahip *Agropyron dasystachyum*, *Dactylis glomerata*, *Elymus angustus*, *Elymus junceus* ve *Festuca hallii* tohumlarında çimlenme ve fide gelişimi üzerine yapılmış bir çalışmada duman solüsyonu kaynağı olarak buğday samanı ve

yumak otu kullanılmış ve hazırlanan solüsyonlar 1/1000, 1/100, 1/10 ve 1/1 oranlarında çözeltiler oluşturulmuştur. Bu çözeltilerde tohumlar 24 saat bekletilmiş, kurutulmuş ve tohumlar farklı ortamlarda (10 saat 0 °C'de, 25 saat 15° C'de 12 saat aydınlık / 12 saat karanlıkta veya 24 saat karanlıkta) 49 gün boyunca denenmiştir. Sonuç olarak duman solüsyonu uygulamasının *Agropyron dasystachyum*, *Elymus junceus*, *Dactylis glomerata*, *Elymus angustus* ve *Festuca hallii* tohumlarında çimlenmeyi sırası ile % 16, 20, 32, 49 ve 50 oranlarında artırdığı tespit edilmiştir. Fide özelliklerinde ise kök ve sürgün boyunu *Elymus angustus* ve *Hesperostipa comata* bitkilerinde sırası ile % 28 ve 100 artırdığı ancak diğer bitkilerde azalttığını, Buğday samanından elde edilen duman çözeltileri ile priming edilen tohumlarda fide boyları kontrole göre *Liruca sativa*'da %83, *Elymus angustus*'da %52 ve *Hesperostipa comata*' da %36 oranında artış görülmüştür [44].

Altı farklı yabancı otların (*Asphodelus tenuifolius* (Cav.), *Avena sativa* (L.), *Galium tricornutum* (Dandy), *Parthenium hysterophurs* (L.), *Phalaris minor* (Retz.) and *Scandix pecten-veneris* (L.)) yakılması ile elde edilen duman solüsyonunun Buğdayın çimlenme, fide canlılığı ve fide büyümesi üzerine etkisinin belirlemek amacıyla yapılmış çalışmada altı farklı solüsyon 7 farklı oranda hazırlanmış (1:100, 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:3000, 1:5000 ve 1:10000) ve 12, 24 ve 36 saat bekletme süreleri uygulanmış buğday tohumları incelenmiştir. Her üç bekletme işleminde buğday tohumlarının çimlenme oranını duman solüsyonlarının 1:1000, 1:3000, 1:5000 ve 1:10000 oranlarında pozitif bir artış görülmüştür. Buğday fidesinin uzunluğunu *Asphodelus*, *Avena*, *Galium*, *Parthenium* ve *Phalaris* bitkilerinden elde edilen 1: 1000, 1: 3000 ve 1: 10000 solüsyon oranlarının arttırdığını ve solüsyonların yüksek konsantrasyonlarının fide büyümesini engellediğini, ilaveten kullanılan solüsyon kaynağının ve solüsyon oranının buğdayda farklı sonuçlar oluşturduğunu da bildirmişlerdir [45].

Bazı çok yıllık yem türlerinde (*Astragalus cicer* L., *Dactylis glomerata* L., *Elymus lanceolatus* Hook., *Leymus angustus* Trin., *Pascopyrum smithii* Rydb, *Psathyrostachys juncea* Fisch., *Trifolium ambiguum*, *Festuca hallii*, *Hesperostipa comata* L. ve *Nassella viridula*) çimlenme ve biyomass üretimini arttırmak için duman solüsyonları priming işleminin etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüş

çalışmada 1/1000, 1/100 ve 1/10 oranlarında buğday samanından elde edilmiş duman solüsyonu kullanılmıştır. Ayrıca deneme 10/0 karanlık, 10/0 aydınlık/ karanlık, 25/15 karanlık 25/15 aydınlık/karanlık ortamlarında yürütülmüştür. Genel olarak çimlenme oranının bazı bitkilerde yüksek konsantrasyon uygulamalarında arttığı bazlarında düştüğünü belirlenmiştir. Fide özelliklerinden ise fide boyunun yüksek konsantrasyonlarda tüm bitkiler için toksik etki yaptığı ve düşük konsantrasyonların fide büyümesinin teşvik ettiği sonucuna varılmıştır. Sonuç olarak duman solüsyonlarının her türü farklı şekilde etkilediği ve konsantrasyonlarında çok farklı sonuçlar meydana getirdiği belirtilmiştir [46].

Yonca (*Medicago sativa* L.), çayır samanından (*Festuca hallii*) ve buğday samanından elde edilmiş duman solüsyonunun *Conyza canadensis* L. bitkisinin çimlenme ve fide büyümesine etkisinin araştırıldığı çalışma 10–0 °C, 25–15 °C' de 12 saat - 12 saat karanlıkta ve 24 saat karanlıkta 49 gün boyunca yürütülmüştür. Çalışma sonucunda 25–15 °C'de ve karanlık ortamda kök boyu ve çimlenme oranının yoncadan elde edilmiş duman solüsyonunda arttığı ancak diğer bitkisel kaynaklı solüsyonlarda azalma olduğu belirtilmiştir. İlâveten bitkisel kaynaklı dumanın tohum çimlenmesi ve fide büyümesi üzerindeki etkisinin sıcaklığa ve ışığa bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Yoncadan üretilen dumanın çayır samanı ve buğday samanından üretilen duman ile karşılaştırıldığında farklı çimlenme ve fide büyüme tepkilerine sahip olduğu buda yonca duman solüsyonunun diğerlerinden farklı bileşiklere sahip olduğu anlamına geldiğini vurgulamışlardır [47].

Meraların ekolojik sürdürülebilirliğini artırmak amacıyla yürütülen çalışmada *Stipa caucasica*, *Festuca valesiaca* ve *Poa densa*'nın çimlenmesi üzere sıcaklık ve duman solüsyonunun etkileri araştırılmıştır. Sonuç olarak duman solüsyonu uygulamalarının tüm türlerde çimlenme oranı ve hızını artırdığını tespit edilmiştir [48].

Batı Asya bölgesindeki fundalıklarda yangın sonrasında ekosistemin nasıl etkilendiğinin belirlemek adına yapılan bir çalışmada yaygın olarak bulunan tek yıllık otsu (17 adet), tek yıllık odunsu (3 adet), çok yıllık odunsu (2 adet), çok yıllık otsu (3 adet) ve baklagil (2 adet) grubundaki bitkiler üzerinde gaz ve solüsyon halinde duman uygulanmıştır. Her bitki tohumları ekimden sonra iki farklı oranda (1/1000, 1/500) duman solüsyonu ile sulanmış ve gaz halindeki duman ise 15 ve 30

dk ekim sonrası toprağa uygulanmıştır. Gaz halinde 30 dk uygulanmış dumanın ve yüksek konsantrasyondaki duman solüsyonunun toksik etki yapmadığı ve çok yıllık çim hariç diğer bitkilerde çimlenme ve çıkışı teşvik ettiğini belirlemişlerdir. Duman solüsyonu ile gaz halindeki duman karşılaştırdıkların da ise çimlenme üzerine duman solüsyonun daha fazla etki ettiğini de belirtmişlerdir. Sonuç olarak Batı Asya'daki çalılıklarda yangından sonra türlerin korunması ve ekosistemdeki artışta önemli bir rol oynadığını göstermişlerdir. Ayrıca duman uygulamalarının farklı fonksiyonel gruplara farklı şekilde etki ettiğini ve yangınların bitki toplulukları üzerindeki etkilerini anlamak için bu türlerin duman tepkisi sınıflandırmalarının belirlenmesinin yararlı olabileceğini bildirilmiştir [49].

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bitkisel kaynaklı duman solüsyonunun bazı buğdaygil yem bitkilerinin çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkisini incelemek amacıyla yürütülen araştırmada çok yıllık çim (*Lolium perenne* L.), çayır salkım otu (*Poa pratensis* L.), ve kamışsı yumak (*Festuca arundinacea* Schreb.) türlerinin tohumları materyal olarak kullanılmıştır.

Duman solüsyonunun hazırlanmasında buğday samanı kullanılmıştır. Bu amaçla özel bir düzenek yardımıyla (Şekil 1) 5 kg saman yakılarak oluşan duman, vakum yardımıyla 5000 ml saf su içinden geçirilerek tutulmuştur [50]. Bu işlem saman tamamen yanana kadar devam etmiş ve hazırlanan stok solüsyon kaba filtre kâğıdından süzölmüştür.



**Şekil 1.** Duman Solüsyonu hazırlamada kullanılan yakma düzeneği

Bu şekilde hazırlanan stok duman solüsyonu kullanılarak farklı konsantrasyonlarda çözeltiler oluşturulmuştur. Duman solüsyonunun etkisini belirlemek amacıyla Petri denemesinde ve fide gelişimini incelemek için saksı ortamında olmak üzere iki farklı deneme yürütölmüştür.

#### 3.1. Petri Denemesi

Tohumlar stok duman solüsyonu saf su ile seyreltilerek hazırlanan % 0, 0.1, 0.5, 1, 5, 10 ve 20 konsantrasyonlarında ki çözeltilerde oda koşullarında ve 18 saat süreyle bekletilmiş ve üç kere saf sudan geçirilerek yıkanmıştır. Daha sonra tohumlar kurutma kâğıdı konulmuş 90 mm çapındaki petrilere yerleştirilmiş ve her petriye 3 ml saf su ilave edilmiştir. Çok yıllık çim ve kamışsı yumak için petrilere 25 adet,



çayır salkım otu için 50 adet tohum yerleştirilmiş. Bu işlem bütün tür ve uygulamalar için 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Petri denemesi çok yıllık çim için 8 gün, kamışsı yumak için 19 gün ve çayır salkım otu için 26 gün boyunca 16 saat aydınlık/8 saat karanlıkta ve 22 °C sabit sıcaklıkta devam ettirilmiştir. Çimlenme sayımları her gün yapılmış ve çim kökleri  $\geq 2$ mm olan tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiştir.

### 3.1.1. Petri ortamında incelenen çimlenme özellikleri

#### 3.1.1.1. Çimlenme hızı(ÇH)

$$\text{ÇH: } (\% \text{ gün}^{-1}) = \sum[(\text{Ç}_1/t) + (\text{G}_2/t) + (\text{Ç}_t/t)],$$

Ç: sayım gününe ait çimlenme yüzdesi, t:çimlenme periyodunun süresi (gün)

#### 3.1.1.2. Çimlenme oranı (ÇO)

$\text{ÇO}(\%) = \frac{\text{hasat günü sonunda çimlenen tohumların sayısı}}{\text{toplama tohum sayısı}}$

### 3.2. Saksı Denemesi

Çok yıllık çim, kamışsı yumak ve çayır salkım otunun fide gelişimleri üzerine duman solüsyonlarının etkisi saksı ortamında incelenmiştir. Yetiştirme ortamı olarak bölgenin tarım arazisinden alınan ve kurutulup ezilen ve daha sonra 4 mm elekten geçirilmiş toprak kullanılmıştır. Hazırlanan toprak 30x40x7 cm boyutlarındaki plastik saksılara 4 cm yüksekliğe kadar eşit miktarlarda doldurulmuş, daha sonra her kaba çok yıllık çim ve kamışsı yumak tohumundan 3'er g ( $\text{m}^2$ ' ye 25 g), çayır salkım otu tohumundan 1.8 g ( $\text{m}^2$ ' ye 15 g) normuyla ekim yapıldıktan sonra üzeri 1 cm kalınlığında aynı toprak karışımı ile kapatılmıştır. Daha sonra ilk sulama işlemi tarla kapasitesine gelecek şekilde duman solüsyonunun % 0, 0.5, 1, 5, 10 ve 20 konsantrasyonları yapılarak iklim odasında 16 saat aydınlık/8 saat karanlıkta ve 22 °C sabit sıcaklıkta çimlenmeye bırakılmıştır. Bu işlem tüm tür ve konsantrasyonlar için üç kez tekrarlanmıştır.



Fide özellikleri çok yıllık çimde 21. gün, kamışsı yumakta 28. gün ve çayır salkım otunda 34. gün sonunda belirlenmiştir.

### **3.2.1. Saksı ortamında incelenen fide özellikleri**

#### **3.2.2.1. Sürgün boyu (cm)**

Her bir saksıdan alınan 5 adet fide üzerinde, fidenin toprak yüzeyi ile en uç noktasının ölçümü ile belirlenmiştir.

#### **3.2.2.2. Kök boyu (cm)**

Sürgün boyu ölçülen fidelerde, fidenin toprak altındaki yüzeyi ile kökün en uç kısmının ölçülmesi ile belirlenmiştir.

#### **3.2.2.3. Sürgün kuru ağırlığı (g)**

Saksıda bulunan tüm fidelerin sürgün ve kök kısımları ayrıldıktan sonra, sürgün kısımlarının 65 °C' de etüv ortamında sabit ağırlığa gelene kadar kurutulması ve tartılması ile elde edilmiştir.

#### **3.2.2.4. Kök kuru ağırlığı (g)**

Sürgün kısımları ayrılmış köklerinde sürgünler ile aynı ortamda kurutulması ve tartılması ile tespit edilmiştir.

### **3.3. Verilerin Değerlendirilmesi**

Elde edilen veriler tesadüf parselleri deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar S\_DUNCAN çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.

## 4. BULGULAR

Bitkisel kaynaklı duman solüsyonun çok yıllık çim (*Lolium perenne* L.), çayır salkım otu (*Poa pratensis* L.), ve kamışsı yumak (*Festuca arundinacea* Schreb.) bitkilerinin çimlenme fide gelişiminin incelemek amacıyla yapılan çalışma petri ve saksı ortamlarında yürütülmüştür. Her iki deneme sonuçları ayrı başlıklar halinde incelenmiştir.

### 4.1. Petri Denemesi

Bitkisel kaynaklı duman solüsyonlarının çimlenme özellikleri üzerine etkilerinin incelendiği petri denemesi sonucunda çimlenme hızı, çimlenme oranı, sürgün boyu, kök boyu ve Duncan gruplandırması çok yıllık çim (*Lolium perenne* L.) için Tablo 1, kamışsı yumak (*Festuca arundinacea* Schreb.) için Tablo 2 ve çayır salkım otu (*Poa pratensis* L.) için Tablo 3'de verilmiştir.

#### 4.1.1 Çok yıllık çim bitkisine (*Lolium perenne* L.) ait petri denemesi

Duman solüsyonu uygulamalarının çok yıllık çim tohumlarının çimlenme oranları ve hızlarına etkisinin istatistiksel olarak çok önemli ( $p<0,01$ ), kök boyuna önemli ( $p>0,05$ ) etki yaptığı, sürgün boyuna etkisinin ise önemsiz olduğu belirlenmiştir.

**Tablo 1.** Petri ortamında çok yıllık çim bitkisine (*Lolium perenne* L.) ait çimlenme hızı, çimlenme oranı, sürgün ve kök boyları

Konsantrasyonlar (%)	Çimlenme hızı**	Çimlenme oranı** (%)	Sürgün boyu (cm)	Kök boyu* (cm)
0	16.83 a	82.67 ab	4.47	6.03 ab
0.1	18.83 a	93.33 a	4.60	6.24 a
0.5	17.27 a	94.67 a	4.47	6.20 a
1	15.00 a	86.67 ab	4.38	5.96 ab
5	16.60 a	84.00 ab	4.31	4.95 b
10	16.60 a	76.00 b	4.21	5.26 b
20	5.67 b	53.33 c	3.11	5.69 b
<b>Ortalama</b>	<b>12.88</b>	<b>81.52</b>	<b>4.22</b>	<b>5.76</b>

\*: $p<0.05$ , \*\*: $p<0.01$ , Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Çok yıllık çimin duman solüsyonu uygulama sonucunda çimlenme hızı 18.83 ile 5.67 arasında değişmekte olup ortalama değeri 12.88 olmuştur. Çimlenme hızı en düşük olan duman solüsyonunun 20 oranı hariç diğer işlemler aynı istatistik grupta yer almıştır. Çimlenme oranı ise çimlenme hızına benzer şekilde en düşük %20 oranında (%53.33) görülmüş ve duman solüsyonunun yüksek dozlarında da azaldığı belirlenmiştir. En yüksek çimlenme oranı aynı grupta yer alan %0.5, 0.1, 1, 5 ve kontrol işlemlerinde belirlenmiştir. İstatistik açıdan işlemler arasındaki fark önemsiz olduğu sürgün boyu sonuçları 3.11 cm (%20) – 4.60 cm (%0.1) arasında değişmiş ve ortalaması 5.76 cm olmuştur. Çok yıllık çimin kök boyu sonuçları incelendiğinde ise %0.1'lik konsantrasyonda 6.24 cm ile en yüksek ve %5'lik konsantrasyonda ise 4.95 cm ile en düşük olduğu, ayrıca %5, 10 ve 20 konsantrasyonlu duman solüsyonlarının istatistik açıdan aynı grupta yer alması yüksek oranların kök büyümesi üzerine toksik etki yaptığını da ortaya koymaktadır. Yine %0, 0.1, 0.5 ve 1 konsantrasyonlu işlemler aynı Duncan gruplandırmasında yer almalarından dolayı en yüksek kök boyuna sahip olmuşlardır.

#### 4.1.2 Kamışsı yumak otuna (*Festuca arundinacea* Schreb.) ait petri denemesi

Duman solüsyonu uygulamalarının kamışsı yumak otu tohumlarının çimlenme oranları, çimlenme hızları ve kök boylarına etkisinin istatistiksel olarak çok önemli ( $p<0,01$ ), sürgün boyuna etkisinin ise önemsiz olduğu belirlenmiştir.

**Tablo 2.** Petri ortamında kamışsı yumak otuna (*Festuca arundinacea* Schreb.) ait çimlenme hızı, çimlenme oranı, sürgün ve kök boyları

Konsantrasyonlar (%)	Çimlenme hızı**	Çimlenme oranı** (%)	Sürgün boyu (cm)	Kök boyu** (cm)
0	4.37 a	88.00 ab	4.64	6.11 abc
0.1	4.37 a	82.67 b	4.39	6.20 ab
0.5	2.10 b	46.67 c	3.92	5.01 cd
1	3.67 a	85.33 b	4.30	6.46 a
5	3.90 a	86.67 b	4.06	5.37 a-d
10	4.03 a	93.33 a	3.96	5.12 bcd
20	1.57 b	52.00 c	3.32	4.48 d
<b>Ortalama</b>	<b>3.42</b>	<b>76.38</b>	<b>4.08</b>	<b>5.58</b>

\*: $p<0.05$ , \*\*: $p<0.01$ , Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Kamışsı yumak duman solüsyonu uygulama sonucunda çimlenme hızı 4.37 ile 1.57 arasında değişmekte olup ortalama değeri 3.42 olarak belirlenmiştir. En yüksek çimlenme hızı istatistik olarak da aynı grupta yer alan duman solüsyonlarının %0, 0.1, 1, 5 ve 10 oranlarında belirlenmiştir. %5'lik ve en yüksek konsantrasyon olan %20'lik konsantrasyonda ise önemli düşüşler görülmektedir. Kamışsı yumak tohumlarına duman solüsyonları uygulanması sonucunda çimlenme oranı %93.33 – 46.67 arasında değişmiş ve ortalama %76.38 olmuştur. En yüksek çimlenme oranı duman solüsyonun %10'luk konsantrasyonun da ve aynı grupta yer alan kontrol işleminde belirlenmiştir. Duman konsantrasyonlarından %20 ve %0,5 uygulamaları çimlenme oranına olumsuz etki yaparak düşürmüştür. Farklı konsantrasyon ile muamele edilmiş kamışsı yumak tohumlarında sürgün boyu 4.67 (%0) – 3.32 (%20) cm arasında değişmiş olup ortalaması 4.08 cm olmuştur. İstatistik açıdan işlemler arasındaki farkın önemsiz olduğu sürgün boyu özelliği duman solüsyonunun yüksek oranların ve %0.5 oranında görülen azalmalar dikkat çekmektedir. Kamışsı yumakta kök boyu ise 6.46 – 4.48 cm arasında değişmiştir. En yüksek kök boyu %1 konsantrasyonda ve aynı grupta yer alan %0.1 (6.20 cm), 0 (6.11 cm) ve 5 (5.37 cm) konsantrasyonlarında tespit edilmiştir. En düşük boyu ise yine en yüksek konsantrasyon olan %20 (4.48 cm) oranında görülmüştür.

#### **4.1.3 Çayır salkım otuna (*Poa pratensis* L.) ait petri denemesi**

Bitkisel kaynaklı duman solüsyonlarının farklı konsantrasyonları ile muamele edilmiş çayır salkım otu tohumlarında çimlenme hızı ve oranına etkisi istatistik açıdan çok önemli ( $p<0.01$ ), sürgün ve kök boyu özellikleri ise istatistik açıdan önemsiz olmuştur (Tablo3).

**Tablo 3.** Petri ortamında çayır salkım otuna (*Poa pratensis* L.) ait çimlenme hızı, çimlenme oranı, sürgün ve kök boyları

Konsantrasyonlar (%)	Çimlenme hızı**	Çimlenme oranı** (%)	Sürgün boyu (cm)	Kök boyu (cm)
0	6.33 ab	92.20 ab	2.26	5.92
0.1	5.63 bc	80.00 cd	1.90	6.10
0.5	6.27 ab	71.57 d	2.00	5.97
<b>1</b>	7.50 a	98.90 a	2.28	5.90
<b>5</b>	6.33 ab	89.53 abc	2.14	5.53
10	5.60 bc	82.77 bc	1.85	5.12
20	4.23 c	70.57 d	1.97	4.52
<b>Ortalama</b>	<b>6.12</b>	<b>83.64</b>	<b>2.06</b>	<b>5.58</b>

\*:p<0.05, \*\*:p<0.01, Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Çayır salkım otunda en yüksek çimlenme hızı %1 duman solüsyonu konsantrasyonunda (7.50), en düşük ise %20 duman solüsyonu konsantrasyonundan (4.23) elde edilmiştir. Araştırmada %1'lik duman solüsyonu konsantrasyonuyla birlikte %0, %0,5 ve %5 konsantrasyonları yüksek çimlenme hızının elde edildiği istatistiksel grubu oluşturmuştur. En yüksek çimlenme oranı, çimlenme hızına benzer şekilde %1'lik duman solüsyonu uygulamasından elde edilmiş ve kontrol uygulamasıyla %5'lik duman solüsyonu uygulaması aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Çayır salkım otunda sürgün boyu 2.28 (%1) – 1.85 cm (%10) arasında değişmiş ve ortalaması 2.06 cm olmuştur. Çayır salkım otunda Duman solüsyonlarının kök boyu üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemsiz olmuştur. Çayır salkım otunda kök boyları 4,52-6,10 cm arasında değişmiş olup ortalama 5,58 cm olarak belirlenmiştir.

#### 4.2. Saksı Denemesi

Çok yıllık çim (*Lolium perenne* L.) için Bitkisel kaynaklı duman solüsyonlarının fide gelişimi üzerine etkilerinin incelendiği saksı denemesi sonucunda sürgün boyu, kök boyu, sürgün kuru ağırlığı ve kök kuru ağırlıklarını gösteren Duncan gruplandırması

Tablo 4’de verilmiştir. Kamışsı yumak (*Festuca arundinacea* Schreb.) için Tablo 5 ve çayır salkım otu (*Poa pratensis* L.) için Tablo 6’ da verilmiştir.

#### 4.2.1 Çok yıllık çim bitkisine (*Lolium perenne* L.) ait saksı denemesi

**Tablo 4.** Saksı ortamında çok yıllık çim bitkisine (*Lolium perenne* L.) ait sürgün boyu, kök boyu, sürgün ve kök kuru ağırlıkları

Konsantrasyonlar (%)	Sürgün boyu (cm)	Kök boyu (cm)**	Sürgün kuru ağırlığı (g)	Kök kuru ağırlığı (g)**
0	18.62	10.17 c	5.15	4.80 b
0.5	19.74	15.83 ab	5.43	4.00 c
1	19.95	15.78 ab	5.08	4.73 b
5	19.50	17.48 a	5.95	5.39 a
10	19.50	13.68 b	5.25	4.98 b
20	20.90	14.75 ab	4.60	4.76 b
<b>Ortalama</b>	<b>19.70</b>	<b>14.62</b>	<b>5.24</b>	<b>4.78</b>

\*:p<0.05, \*\*:p<0.01, Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Altı farklı bitkisel duman solüsyonu konsantrasyonlarının fide özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan saksı denemesinde çok yıllık çim bitkisine ait fide özellikleri ve istatistik açıdan önemlilik değerleri Tablo 4’ de verilmiştir. Çok yıllık çim fidelerine uygulanan duman solüsyonu konsantrasyonuna göre en uzun sürgün boyu en yüksek doz olan %20 (20.90 cm) oranında belirlenirken en kısa sürgün boyu kontrol (18.62 cm) uygulamasında belirlenmiştir. İstatistik açıdan işlemler arasındaki farklılıklar çok önemli olan kök boyu özelliğinde en yüksek değer %5 (17.48 cm) duman solüsyonunda ve istatistik açıdan aynı grupta yer alan %0.5 (15.83 cm), 1 (15.78 cm) ve 20 (14.75 cm) oranlarından elde edilmiş. En düşük kök boyu kontrol işleminde elde edilmiş olup tüm duman solüsyonu konsantrasyonları çok yıllık çimde kök boyunu artırıcı etki yapmıştır. Tüm işlemler baz alınarak çok yıllık çim fidelerinin ortalama sürgün boyu 19.70 cm ve kök boyu 14.62 cm olarak belirlenmiştir. Sürgün kuru ağırlığı 5.95 (%5) – 4.60 g (%20) arasında değişmiş ve ortalaması 5.24 g olmuştur. Kök kuru ağırlığında ise istatistik açıdan konsantrasyonlar arasındaki fark çok önemli olmuş ve ortalama değeri 4.78 g olmuştur. Kök kuru ağırlığı en yüksek olan değer %5 konsantrasyonunda, en düşük değer ise %0.5 konsantrasyondan elde edilmiştir.

#### 4.2.2 Kamışsı yumak otuna (*Festuca arundinacea* Schreb.) ait saksı denemesi

Bitkisel kaynaklı duman solüsyonunun farklı konsantrasyonları ile muamele edilmiş kamışsı yumak otunda fide özellikleri olarak incelenmiş olan sürgün boyu, sürgün ve kök kuru ağırlıklarının istatistik açıdan çok önemli olduğu, kök boyunun ise önemsiz olduğu ve Duncan gruplandırması Tablo 5’ da görülmektedir.

**Tablo 5.** Saksı ortamında kamışsı yumak otuna (*Festuca arundinacea* Schreb.) ait sürgün boyu, kök boyu, sürgün ve kök kuru ağırlıkları

Konsantrasyonlar (%)	Sürgün boyu** (cm)	Kök boyu (cm)	Sürgün kuru ağırlığı** (g)	Kök kuru ağırlığı** (g)
0	17.83 c	13.65	5.53 d	6.37 b
0.5	20.08 b	17.62	6.11 b	6.81 a
1	20.70 ab	14.90	7.35 a	5.75 c
5	21.08 ab	12.85	5.57 cd	5.88 c
10	22.03 a	16.12	5.87 bc	6.01 c
20	20.61 ab	14.69	5.21 e	5.77 c
<b>Ortalama</b>	<b>20.39</b>	<b>14.97</b>	<b>5.94</b>	<b>6.09</b>

\*:p<0.05, \*\*:p<0.01, Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

En kısa Sürgün boyu kontrolde (17.83 cm) elde edilirken en uzun boy %0.5 oranı hariç aynı gruplandırmada yer alan diğer tüm işlemlerde belirlenmiştir. İstatistik açıdan önemsiz olan kök boyları ise en düşük 12,85 cm en yüksek 17,62 cm ve ortalama 14,97 cm olarak belirlenmiştir. Kamışsı yumak fidelerinin tüm işlemlerin ortalaması olarak sürgün ve kök boyları 20.39 ve 14.97 cm olarak saptanmıştır. Fidelerin sürgün kuru ağırlıkları incelendiğinde ise 7.35 g ile en yüksek değere %1 oranı, 5.21 g ile en düşük değere %20 oranı sahip olmuştur. Bu durum yüksek konsantrasyonlu duman solüsyonunun kuru madde üzerine olumsuz etki ettiği, belirli ve düşük orandaki solüsyonların ise kuru maddeyi teşvik ettiği göstermektedir. Kök kuru ağırlığı ölçümlerine göre, %0.5 (%6.81) konsantrasyonun kontrol işleminden (%6.37) daha yüksek olduğu ancak diğer tüm konsantrasyonların kontrol işleminden daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Ortalama sürgün ve kök kuru ağırlığı sırasıyla 5.94 ve 6.09 g’dır.

#### 4.2.3 Çayır salkım otuna (*Poa pratensis* L.)ait saksı denemesi

Bitkisel kaynaklı duman solüsyonunun farklı konsantrasyonları ile muamele edilmiş ayır salkım otunda fide özellikleri olarak incelenmiş olan sürgün boyu, sürgün ve kök kuru ağırlıklarının istatistik açıdan çok önemli olduğu, kök boyunun ise önemsiz olduğu Duncan gruplandırmalarıyla birlikte Tablo 6' da görülmektedir.

**Tablo 6.** Saksı ortamında ayır salkım otuna (*Poa pratensis* L.) ait sürgün boyu, kök boyu, sürgün ve kök kuru ağırlıkları

Konsantrasyonlar (%)	Sürgün boyu** (cm)	Kök boyu (cm)	Sürgün kuru ağırlığı**	Kök kuru ağırlığı**
0	15.48 a	7.33	7.65 ab	6.80 a
0.5	11.20 d	6.88	7.74 a	4.58 d
1	12.90 bc	7.02	6.49 b	5.81 b
5	12.17 cd	8.00	7.09 ab	5.22 c
10	14.00 b	8.92	6.75 ab	5.76 b
20	12.73 bc	8.28	5.37 c	5.92 b
<b>Ortalama</b>	<b>13.08</b>	<b>7.73</b>	<b>6.84</b>	<b>6.68</b>

\*:p<0.05, \*\*:p<0.01, Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur

En yüksek fidelerin sürgün boyu 15.48 cm ile kontrolde, en düşük ise 11.20 cm ile %0.5 konsantrasyonda elde edilmiş olup ortalaması 13.08 cm olmuştur. Çayır salkım otunda 7.02 (%1) – 8.92 (%10) cm arasında değişen kök boyunda düşük konsantrasyonların kontrolden daha düşük olduğu, ancak solüsyon konsantrasyonunun artması ile kök boyunda da artışlar olduğu belirlenmiştir. Ortalama kök boyu ise 7.73 cm olmuştur. Sürgün kuru ağırlığı en yüksek olan ve aynı istatistik gruplandırmada yer alan işlemler %0.5 (7.75 g), 0 (7.65 g), 5 (7.09 g) ve 10 (6.75 g) konsantrasyonlarından elde edilmiş ve en düşük değer yine %20 (5.37 g) konsantrasyonunda bulunmuştur. Kök kuru ağırlığında ise en yüksek değerin kontrolde (6.80 g) olduğu ve tüm duman solüsyonu konsantrasyonlarının kontrolün altında bir değere sahip olduğu da belirlenmiştir. Ortalama sürgün ve kuru ağırlıkları sırasıyla 6.84 ve 6.68 g'dır.



## 5. TARTIŞMA-SONUÇ VE ÖNERİLER

Medeniyetin ve yaşam kalitesinin bir göstergesi olarak kabul edilen yeşil alanlar, kentsel ortamdaki önemi her geçen gün giderek artan ve ilerleyen zamanlarda da ihtiyacın devam edeceği bir alandır. Başarılı bir yeşil alan oluşturmanın temelinde tesis yılında ekilen tohumların hızla çimlenmesi, kuvvetli kök ve sürgün oluşturması ile birlikte çevre faktörü, yabancı ot, hastalık ve zararlılar gibi faktörlerden daha az etkilenecek kaliteli ve daha verimli bir büyüme gerçekleştirmesidir. Bu alanlarda kullanılan bitkilerin tohumlarının küçük olması sebebi ile çimlenme gecikmekte ve zayıf ve rekabet gücü düşük bitkilerin oluşması ile yeşil alanlarda üretim ve süreklilik sağlanamamaktadır. Tohumların çimlenme ve fide gücünü artırarak bitki büyümesini olumlu yönde etkileyen çeşitli priming (osmo ve hidro priming, farklı sıcaklık, hormon ve bazı kimyasal maddeler, duman solüsyonu gibi) uygulamaları bulunmaktadır [5]. Bu priming uygulamalarından biride, daha çok yeni ve oldukça az çalışılmış olan duman solüsyonudur.

Bu çalışma, yeşil alanda en çok kullanılan bitkilerinden çok yıllık çim, kamışı yumak ve çayır salkım otunda farklı oranlarda hazırlanmış bitkisel kaynaklı duman solüsyonunun çimlenme ve fide özellikleri üzerine etkisinin incelenmesi amacıyla yürütülmüştür. Bu kapsamda tohumların çimlenme özelliklerini belirlenmesi petri ortamında, fide özelliklerinin belirlenmesi saksı ortamında olmak üzere iki farklı deneme yürütülmüştür.

### 5.1. Petri Denemesi

Petri ortamında yürütülen deneme sonucunda tüm türlerde bitkisel kaynaklı duman solüsyonunun çimlenme özellikleri üzerine etkili olmuş ancak bu etki kontrol ile kıyaslandığında benzer veya daha düşük sonuçlara yola açmıştır. Genel olarak duman solüsyonlarının sürgün boyu üzerine etki etmediği ancak çimlenme hızı, çimlenme oranı ve kök boyu üzerinde önemli etki yaparak farklılıklar oluşturduğu belirlenmiştir. Yüksek konsantrasyona maruz bırakılmış tohumlarda özellikle %20 oranının hemen hemen her türde toksik etki yaparak incelenen özellikleri önemli düzeyde olumsuz etkilediği gözlemlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre bu olumsuz etkinin ortaya çıktığı dozlar türlere göre farklılık göstermektedir. Nitekim %10'luk

solüsyon çok yıllık çimde çimlenme oranı ve kök boyunu, %0.5'lik solüsyon kamışsı yumakta çimlenme hızı ve oranını, %0.1'lik en düşük solüsyon ise çayır salkım otunda çimlenme hızı ve sürgün boyunu olumsuz etkilemiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda da duman solüsyonlarının farklı bitkilerin çimlenme özellikleri üzerine etkileri araştırılmış ve değişik sonuçlara ulaşılmıştır. Bu çalışmalarda genel olarak duman solüsyonlarının çoğunlukla olumlu etkileri tespit edilmiş [7, 8, 9, 10, 11] ancak özellikle yüksek dozların toksik etki gösterdiği belirlenmiştir [45, 46, 49]. Bununla birlikte duman solüsyonunun kaynağının da çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkili olduğu bazı çalışmalarda bildirilmiştir [47, 45]. Dolayısıyla çalışmamızda önceki çalışmalardan farklı olarak duman solüsyonlarının çimlenme özellikleri üzerinde olumsuz veya etkisiz olması kullanılan dozlardan veya solüsyon için kullanılan bitki materyalinden kaynaklanmış olabilir. Bunun yanında incelenen bitki türleri için kullanılan solüsyonun uygun olmaması da sebep olarak gösterilebilir. İlaveten benzer çalışmalardan [19, 21, 25, 26, 34] düşük dozlu duman solüsyonlarının çimlenme oranı ve hızını teşvik ettiğini yüksek konsantrasyonlu solüsyonların ise toksik etki yaptığını vurgulamışlardır. [42] çalışmasında çimlenme oranının duman solüsyonu konsantrasyonlarına paralel bir artış gösterdiği, çimlenme hızının ise düşüş gösterdiğini bildirmiştir. Bazı araştırmacılar ise [33, 38] duman solüsyonları ve bileşenlerinin çimlenme üzerine etki etmediği ancak fide büyümesi üzerine iyileştirici bir etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir. [12] ise yaptığı çalışmada duman solüsyonu ile yapılan priming uygulaması uzadıkça tohumların çimlenme oranında ve canlılıklarında düşüş gözlediğini de belirtmiştir.

## **5.2. Saksı Denemesi**

Saksı ortamında yürütülen çalışmada çok yıllık çim, kamışsı yumak ve çayır salkım otunun fide büyümesi üzerine buğday samanından elde edilmiş altı farklı duman solüsyonun etkisi incelenmiştir. Bu denemede incelenen özelliklerden kök boyu her üç türde de tüm konsantrasyonların kontrol işleminden yüksek olduğu ve genellikle konsantrasyon oranının artması ile paralel bir artış olduğu tespit edilmiştir. Sürgün boyu özelliğinde ise duman solüsyonlarının etkileri farklılık göstermiştir. Çok yıllık çim ve çayır salkım otu fidelerinde sürgün boyu kök boyunda olduğu gibi tüm duman solüsyonları oranlarında kontrolden yüksek ve paralel bir artış göstermiştir. Ancak

çayır salkım otunda sürgün boyu kontrol işleminde en yüksek değere sahip olmuş ve özellikle en düşük konsantrasyon olan %0.5'lik duman solüsyonunda en düşük değere ulaşmıştır. Bu durum fide özellikleri üzerine duman solüsyonlarının tür bazında etki ettiği ve her türde farklı sonuçlar ve farklı oranların etkili olduğu sonucunu doğurmaktadır. Nitekim çok sayıda tür ile çalışan bazı araştırmacılarda [37, 43, 45, 46] benzer sonuca varmışlardır.

Genel olarak bitkilerin sürgün kuru ağırlığı ve kök kuru ağırlığını düşük konsantrasyonlu duman solüsyonlarının teşvik ettiği fakat yüksek konsantrasyonların ters etki yaparak kuru madde üretimini düşürdüğü saptanmıştır. Nitekim yapılmış benzer çalışmalardan [14] incelediği bitkilerde duman solüsyonlarının kök gelişimini teşvik ettiği ve [12, 42] fide büyümesi üzerine solüsyonun oldukça etkili olduğunu, [28, 12, 29, 32] fide gücü ve büyümesine etki ettiğini, [29, 12] en yüksek konsantrasyon hariç diğer solüsyonların fide ağırlığını artırdığını, [31] sürgün boyu, kök boyu ve ağırlıklarını teşvik ettiği ortaya koymuşlardır. Yine çalışmamıza benzer bir araştırmada [46] inceledikleri birçok bitki türünde fide boyunun yüksek konsantrasyonlarda tüm bitkiler için toksik etki yaptığı ve düşük konsantrasyonların fide büyümesinin teşvik ettiği sonucuna ulaşmışlardır.

Yürütülen birçok çalışmada duman solüsyonlarından elde edilmiş butenolidin direk uygulaması yapılmış ve çimlenme oranı, çimlenme hızı ve fide ağırlığını önemli derecede ve olumlu yönde etkilemiştir [ 30, 31, 32].

Sonuç olarak buğday samanından hazırlanmış duman solüsyonun çok yıllık çim, kamışsı yumak ve çayır salkım otunda çimlenme ve fide gelişimi üzerine olumlu ve olumsuz etkilerinin bulunduğu belirlenmiştir. Bu etkiler tür ve çeşitlere göre farklılık göstermekle birlikte, kullanılan duman solüsyonu oranları da farklılıkların oluşmasına neden olmaktadır. İlaveten duman solüsyonunu hazırlamada kullanılan bitki türü solüsyon içeriğinin kimyasal yapısı üzerine etkili olması ve bu etkinin türlerde farklılık göstermesi de diğer bir neden olarak verilebilir.

## KAYNAKLAR

1. Almansouri, M., Kinet, J.M. and Lutts., S. Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *Plant and Soil*, 231: 243-254, 2001.
2. Atış, İ., Bazı silajlık sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) çeşitlerinin çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine tuz stresinin etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 6 (2):58-67, 2011.
3. Nonogaki, H., Bassel, G.W., Bewley, J.D. Germination-still a mystery. *Plant Science*, 179 (6): 574-581, 2010.
4. Yari, L., Aghaalikhani, M, Khazaei., F. Effect of Seed priming duration and temperature on seed germination behavior of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *ARNP Journal of Agricultural and Biological Science*. 5(1): 5-8, 2010.
5. Karakurt, Halil., Aslantaş, Rafet., , Eşitken, Ahmet., Tohum Çimlenmesi ve Bitki Büyümesi Üzerinde Etkili Olan Çevresel Faktörler ve Bazı Ön Uygulamalar U. Ü. ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ, 2010, Cilt 24, Sayı 2, 115-128 (Journal of Agricultural Faculty of Uludag University), 2010.
6. Govindaraj, M., Masilamani, P., Alex, Albert V. and Bhaskaran, M. Plant derived smoke stimulation for seed germination and enhancement of crop growth: A review. *Agricultural Reviews*, 37 (2) 2016 : 87-100, 2016.
7. Pennacchio, M., Jefferson, L. V. and Havens, K. Where there's smoke, there's germination. *The Illinois Steward*. 16: 24-28, 2007.
8. Jefferson, L. V., Pennacchio, M., Havens, K., Forsberg, B., Sollenberger, D. and Ault, J. Ex situ germination responses of Midwestern USA prairie species to plant-derived smoke. *Am. Midl. Nat.* 159: 251-256, 2008.
9. Lindon, H. L. and Menges., E., Effects of smoke on seed germination of twenty species of fire-prone habitats in Florida. *Castanea*, 73: 106-110, 2008.
10. De Lange, J.H., Boucher, C., Autecological studies on *Audouinia capitata* (*Bruniaceae*). I. Plant-derived smoke as a seed germination cue. *South African Journal of Botany* 56: 700-703, 1990.
11. Dixon, K.W., Merritt D.J., Flematti G.R., Ghisalberti E.L. Karrikinolide – a phytoreactive compound derived from smoke with applications in horticulture, Ecological Restoration and Agriculture. *Acta Hort.* 813, 155-170, 2009.

12. Sparg, S.G., Kulkarni, M.G., Van Staden, J., Aerosol smoke and smoke-water stimulation of seedling vigor of a commercial maize cultivar. *Crop Science* 46, 1336–1340, 2006.
13. Senaratna, T., Dixon, K., Bunn, E., Touchell, D., Smoke-saturated water promotes somatic embryogenesis in geranium. *Plant Growth Regulation* 28, 95–99, 1999.
14. Taylor, J.L.S., Van Staden, J., Root initiation in *Vigna radiata* (L) Wilczek hypocotyl cuttings is stimulated by smoke-derived extracts, *J. Plant Growth Regul* () 18 (3): 165-168, 1996.
15. Keeley, J.E., Smoke-induced flowering in the fire-lily *Cyrtanthus ventricosus*. *South African Journal of Botany* 59, 638–639, 1993.
16. Flematti, G.R., Ghisalberti, E.L., Dixon, K.W., Trengove, R.D., A compound from smoke that promotes seed germination. *Science* 305, 977, 2004.
17. Van Staden, J., Jäger, A.K., Light, M.E., Burger, B.V., Isolation of the major germination cue from plant-derived smoke. *South African Journal of Botany* 70, 654–659, 2004.
18. Gardner, M.J., Dalling, K.J., Light, M.E., Jäger, A.K. and van Staden, J. Does smoke substitute for red light in the germination of light-sensitive lettuce seeds by affecting gibberellin metabolism?. *South African Journal of Botany*, 67; 636-640, 2001.
19. Drewes, F.E., Smith, M.T. and van Staden, J., The effect of a plant-derived smoke extract in the germination of light sensitive lettuce seed. *Plant Growth Regulator*, 16; 205-209, 1995.
20. Zeng, R.S., Mallik, A.U. and Luo, S.M. *Allelopathy in Sustainable Agriculture and Forestry*. New York: Springer Press, 2008.
21. Brown, N.A.C., Seed germination in the fynbos fire ephemeral, *Syncarpha vestita* (L.) B.Nord. is promoted by smoke, aqueous extracts of smoke and charred wood derived from burning the ericoid-leaved shrub *Passerina vulgaris* Thoday. *International Journal Wildland Fire*, 3 (4); 203-206, 1993.
22. Baxter, B.J.M., Van Staden, J., Granger, J.E. and Brown, N.A.C., Plant-derived smoke and smoke extracts stimulate seed germination of the fire-climax grass *Themeda triandra* Forssk. *Environmental and Experimental Botany*, 34 (2); 217-223, 1994.
23. Açıkgöz, E., *Çim Alanlar Yapım ve Bakım Tekniği*, Çevre Ltd. Şti. Yayınları, No:4, Bursa, 203s. 1994.

24. Brown, N.A.C., Promotion of germination of fynbos seeds by plant-derived smoke. *Nem Phytologist*, 123; 575-583, 1994.
25. Baxter, B.J.M., Granger, J.E. and Van Staden, J. Plant-derived smoke and seed germination: is all smoke good smoke? That is the burning question. *South African Journal of Botany*, 61(5); 275-277, 1995.
26. Jäger, A.K., Light, M.E. and van Staden, J. Effects of source of plant material and temprature on the production of smoke extracts that promote germination of light-sensitive lettuce seeds. *Environmental and Experimental Botany*, 36; 421-429, 1996.
27. Roche, S., Koch, J.M. and Dixon, K.W. Smoke enhanced seed germination for mine rehabilitation in the southwest of western Ausralia. *Restoration Ecology*, 5 (3); 191-203, 1997a.
28. Sparg, S.G., Kulkarni, M.G., Light, M.E. and van Staden, J. Improving seedling vigour of indigenous medicinal plants with smoke. *Bioresour. Technol.* 96; 1323-1330, 2005.
29. Jain, N., Kulkarni, M.G. ve van Staden, J., A butenolide, isolated from smoke, can overcome the detrimental weffects of extreme tepratures during tomato seed germination. *Plant Growth Regulator*, 49; 263-267, 2006.
30. Daws, M.I., Davies, J., Pritchard, H.W., Brown, N.A.C. and van Staden, J. butenolide from plant-derived smoke enhances germination and seedling growth of arable weed species. *Plant Growth Regulation*, 51; 73-82, 2007.
31. Kulkarni, M.G., Ascough, G.D. and van Staden, J., Effects of foliar applicatyions of smoke-water and a smoke-isolated butenolide on seedling growth of okra and tomato. *HortScience*, 42 (1); 179-182, 2007.
32. Stevens, J.C., Merritt, D.J., Flematti, G.R., Ghisalberti, E.L. and Dixon, K.W., Seed germiantion of agricultural weeds is promoted by the butenolide 3- methyl-2H-furo[2,3-c]pyran-2-one under laboratory and field conditions. *Plant Soil*, 298; 113-124, 2007.
33. Commander, L.E., Merritt, D.J., Rokich, D.P., Flematti, G.R. and Dixon, K.W., Seed germiantion of *Solanum* spp. (*Solanaceae*) for use in rehabilitation and commercial industries. *Australian Journal of Botany*, 56; 333-341, 2008.
34. Ghebrehiwot, H.M., Kulkarni, M.G., Kirkman, K.P. and van Staden, J. Smokewater and a smoke-isolated butenolide improve germination and seedling vigour of *Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter under high temperature and low osmotic potential. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 194 (4); 270-277, 2008.

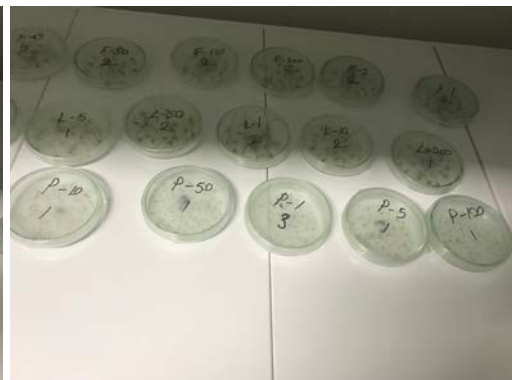
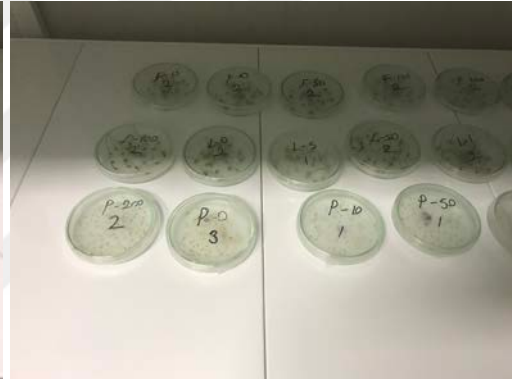
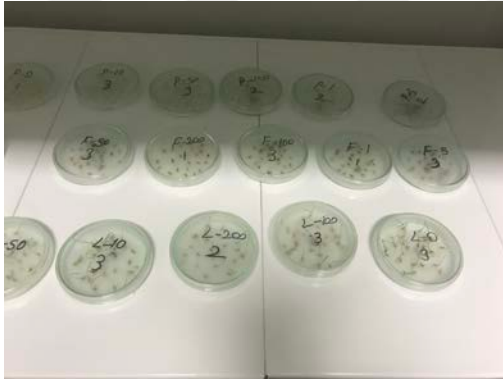
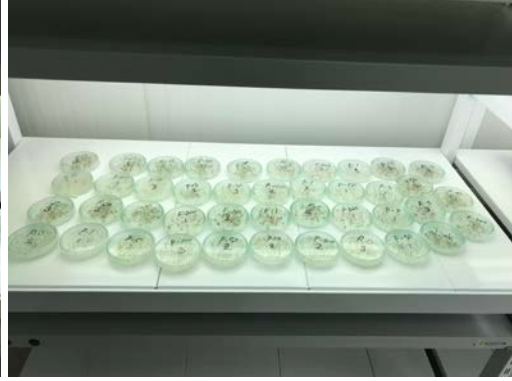
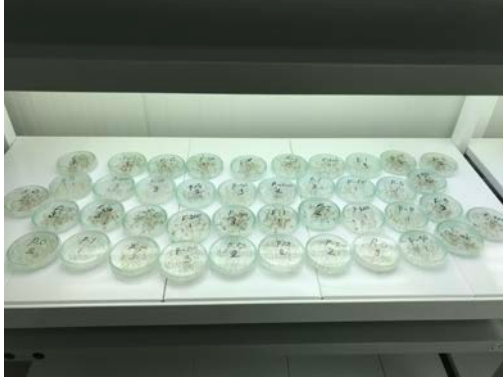
35. Jain, N., Ascough, G.D. and Van Staden, J. A smoke-derived butenolide alleviates HgCl<sub>2</sub> and ZnCl<sub>2</sub> inhibition of water uptake during germination and subsequent growth of tomato- Possible involvement of aquaporins. *Journal of Plant Physiology*, 165 (13); 1422-1427, 2008.
36. Demir, I., Light, M.E., Van Staden, J., Kenanoğlu, B.B. and Celikkol, T. Improving seedling growth of unaged and aged aubergine seeds with smoked-derived butenolide. *Seed Science & Technology*, 37; 255-260, 2009.
37. Moreria, B., Tormo, J., Estrelles, E. and Pausas., J.G. Disentangling the role of heat and smoke as germination cues in Mediterranean Basin flora. *Annals of Botany*, 105 (4); 627-635, 2010.
38. Downes, K.S., Lamont, B.B., Light, M.E. and 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(2); 381-384, 2010.
39. Kepczynski, J., Cembrowska, D. and Van Staden J. Releasing primary dormancy in *Avena fatua* L. caryopses by smoke-derived butenolide. *Plant Growth Regulation*, 62; 85-91, 2010.
40. Kulkarni, M.G., Ascough, G.D., Verschaeve, L., Baeten, K., Arruda, M.P. and van Staden, J., Effect of smoke-water and a smoke-isolated butenolide on the growth and genotoxicity of commercial onion. *Scientia Horticulturae*, 124 (4); 434-439, 2010.
41. Long, R.L., Williams, K., Griffiths E.M., Flematti, G.R., Merritt, D.J., Stevens, J.C., Turner, S.R., Powles, S.B. and Dixon K.W., Prior hydration of *Brassica tournefortii* seeds reduces the stimulatory effect of karrikinolide on germination and increases seed sensitivity to abscisic acid. *Annals of Botany*, 105; 1063-1070, 2010.
42. J.Chumpookam, H.L.Lin., and C.C. Shiesh, Effect of Smoke-water on Seed Germination and Seedling Growth of Papaya (*Carica papaya* cv. TainungNo. 2). *HORTSCIENCE* 47(6):741–744, 2012.
43. Andrea, Mojzes. and Tibor, Kalapos., Plant-derived smoke stimulates germination of fourv herbaceous species common in temperate regions of Europe. *Plant Ecol* 215:411–415, 2014.

44. Y. Abu, Priming Seeds in Aqueous Smoke Solutions Improves Germination of *Agropyron dasystachyum*, *Dactylis glomerata*, *Elymus angustus*, *Elymus junceus*, and *Festuca hallii*, A Thesis Submitted to the College of Graduate Studies and Research in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Masters of Science in the Department of Plant Sciences University of Saskatchewan Saskatoon, 2014.
  
45. Aslam. Muhammad Mudasar., Jamil, Muhammad., Khaton, Amna., Salah E. El Hendawy, Nasser A. Al-Suhaibani, Shakirullah Khan Shakir, Ijaz Malook and Shafiq Ur Rehman, Does Weeds-derived Smoke Improve Plant Growth of Wheat, *Journal of Bio-Molecular Sciences (JBMS)* (2015) 3(2): 86-96, 2015.
  
46. Y. Abu., J.T. Romo, Y. Bai, and B. Coulman. Priming seeds in aqueous smoke solutions to improve seed germination and biomass production of perennial forage species. *Can. J. Plant Sci.* 96: 551–563, 2016.
  
47. Lei, Ren., Yuguang, Bai., Smoke originating from different plants has various effects on germination and seedling growth of species in Fescue Prairie. *Botany*, Vol. 94, No. 12 : pp. 1141-1150, 2016.
  
48. Elnaz, Zaki., Mehdi, Abedi., Effects Of Smoke And Heat Treatments On Germination Of *Stipa Caucasica*, *Festuca Valesiaca* And *Poa Densa*, *Rangeland Winter* , Volume 10, Number 4; Page(s) 474 To 481, 2017.
  
49. M, Abedi., E. Zaki., R. Erfanzadeh., A. Naqinezhad, Germination patterns of the scrublands in response to smoke: The role of functional groups and the effect of smoke treatment method. *South African Journal of Botany* 115 (2018) 231–236, 2018.
  
50. Ghebrehiwot, H.M., Kulkarni, G.M., Kirkman, K. P., Van Staden, J., Smoke Solutions and Temperature Influence the Germination and Seedling Growth of South African Mesic Grassland Species, *Rangeland Ecology & Management*, 62(6): 572-578, 2009.



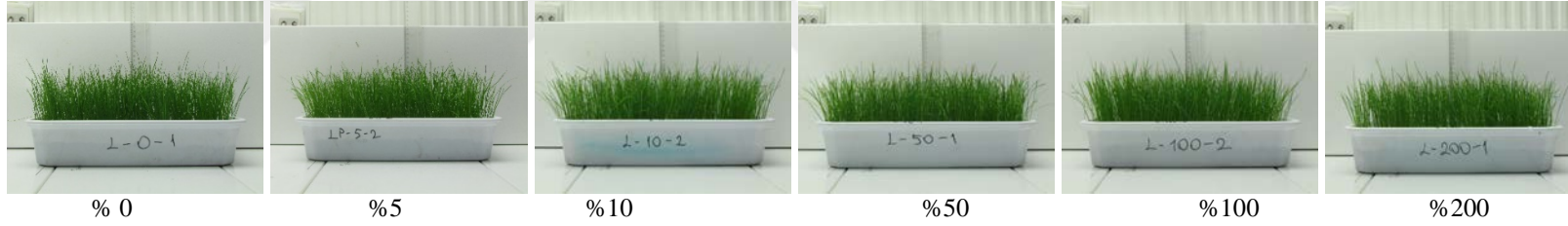
## EKLER

### EK-1.1 Petri denemesi

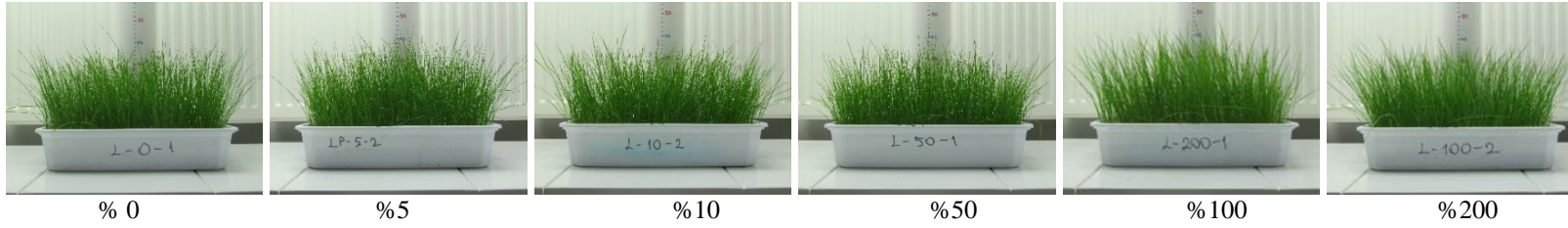


**EK-2.1** Farklı konsantrasyonlarda ki duman solüsyonlarının Saksı denemeleri

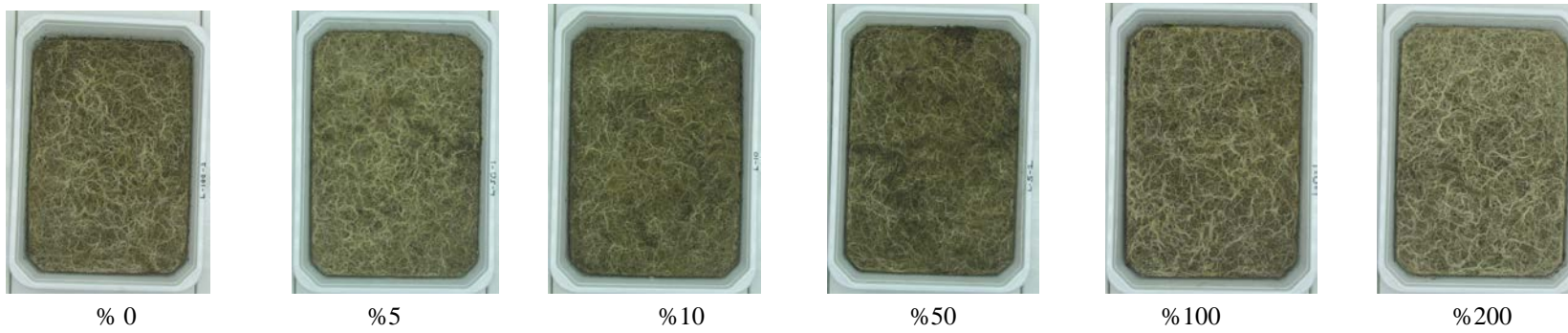
*Lolium perenne* 14. Gün



*Lolium perenne* 21. Gün

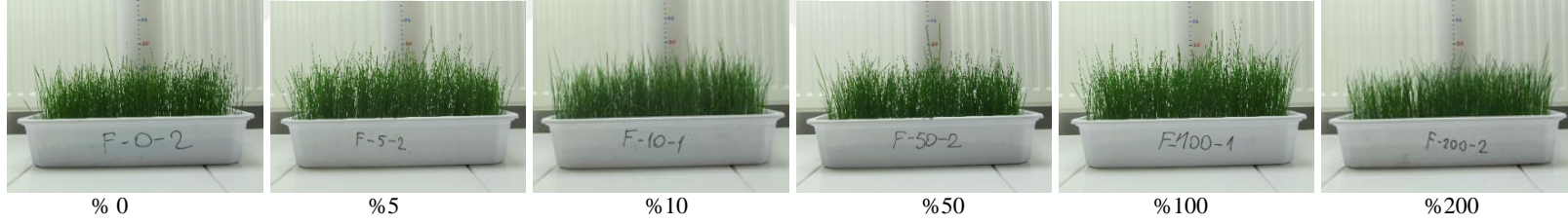


*Lolium perenne* 21. Gün kök gelişimi (hasat sonrası)

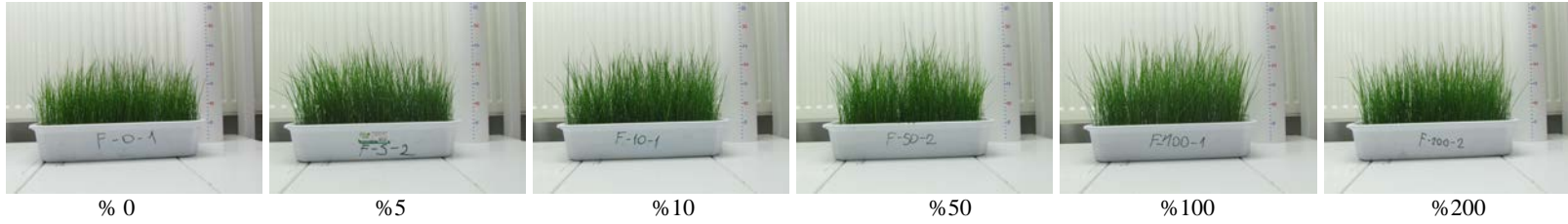


## EK-2.2 Farklı konsantrasyonlarda ki duman solüsyonlarının saksı denemeleri

### *Festuca arundinacea* Sch. 21. Gün

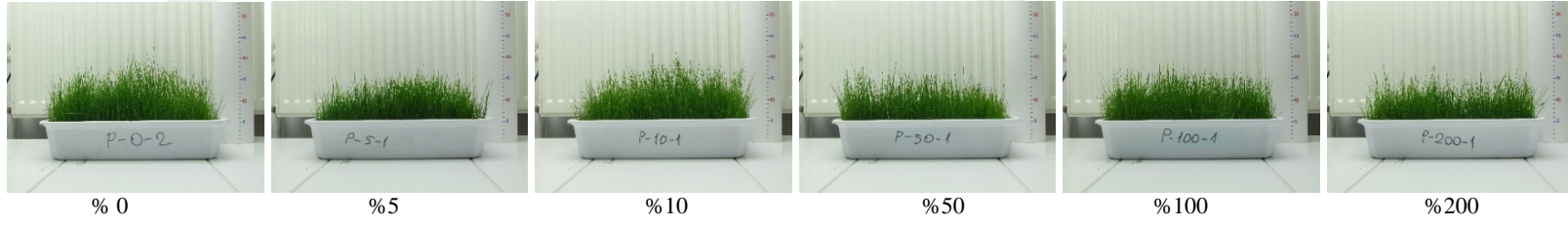


### *Festuca arundinacea* Sch. 28. Gün



### EK-2.3 Farklı konsantrasyonlarda ki duman solüsyonlarının saksı denemeleri

*Poa pratensis* L. 28. Gün



## ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Yozgat Sorgun’da doğan Ahmet ÖZBEK, ilk ve orta öğrenimini Yozgat Sorgun ilçesinde tamamlamıştır. 2008 yılında Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla bitkileri bölümünden mezun olmuştur.

2012 yılında yüksek lisans eğitimine Bozok Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim dalında başlamıştır. Prof. Dr. Uğur BAŞARAN danışmanlığında hazırladığı “**Bitkisel kökenli duman solüsyonlarının bazı yeşil alan bitkilerinin çimlenme ve fide gelişimine etkileri**” başlıklı teziyle 2019 yılında mezun olmuştur.

2010 yılından itibaren Sorgun İlçe Tarım ve Orman müdürlüğünde görev yapmakta olan Ahmet ÖZBEK evli ve iki çocuk babasıdır.

### **İletişim Bilgileri**

**Adres:** İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü Çay mahallesi İlyas ARSLAN bulvarı No:2  
Sorgun/YOZGAT

**Telefon:** 0542 460 70 66

**E-posta:** ahmetozbek\_66@hotmail.com