



**YONCANIN (*Medicago sativa* L.) FİDE GELİŞİMİ VE BAZI  
KİMYASAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE BİTKİSEL  
KAYNAKLI DUMAN SOLÜSYONLARININ ETKİSİ**

**ÖMER ÇOBAN**

**YÜKSEK LİSANS**

**TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

**2021**

T.C.  
YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
TARLA BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS

**YONCANIN (*Medicago sativa* L.) FİDE GELİŞİMİ VE BAZI  
KİMYASAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE BİTKİSEL  
KAYNAKLI DUMAN SOLÜSYONLARININ ETKİSİ**

ÖMER ÇOBAN

Tez Danışmanı

Prof. Dr. UĞUR BAŞARAN

YOZGAT - 2021

Her hakkı saklıdır

## TEZ BEYANI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan eder, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

ÖMER ÇOBAN

09/02/2021

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS

#### YONCANIN (*Medicago sativa* L.) FİDE GELİŞİMİ VE BAZI KİMYASAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE BİTKİSEL KAYNAKLI DUMAN SOLÜSYONLARININ ETKİSİ

ÖMER ÇOBAN

YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARLA BİKTİLERİ ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI: Prof. Dr. Uğur BAŞARAN

Çalışma, yonca (*Medicago sativa* L.) bitkisinin fide gelişimi ve kimyasal içeriği üzerine farklı bitkilerden elde edilmiş duman solüsyonlarının etkisini incelemek amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla doğal ortamdan toplanmış kantaron (*Hypericum heterophyllum* L.), sığır kuyruğu (*Verbascum thapsus* L.) ve sarı taş yoncası (*Melilotus officinalis* L.) ile üç farklı duman solüsyonu hazırlanmıştır. Hazırlanan stok solüsyonlar saf su ile sulandırılarak 5 farklı konsantrasyonda (% 10, 20, 40, 80 ve 100) ayarlanmış ve kontrol olarak da saf su kullanılmıştır. Üç tekerrür olarak kurulan deneme saksılara eşit miktarda yonca tohumu ekildikten sonra ilk sulama hazırlanan solüsyonlar ile yapılmıştır. Deneme sonunda yonca fidelerinde bitki boyu, klorofil içeriği, yağ ve kuru ağırlık, ADF, NDF, protein ve mineral madde içerikleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda, duman solüsyonlarının yoncanın kimyasal içeriği ve verimi üzerine etki ettiği ancak bu etkinin solüsyon kaynağı ve konsantrasyonuna bağlı olarak değiştiği ortaya çıkmıştır.

2021, 28 SAYFA

**ANAHTAR KELİMELER:** Duman solüsyonu, Yonca, Protein, Fide gelişimi

## ABSTRACT

### MASTER THESIS

#### EFFECT OF PLANT-DERIVED SMOKE SOLUTIONS ON SEEDLING GROWTH AND SOME CHEMICAL TRAITS OF ALFALFA (*Medicago sativa* L.)

ÖMER ÇOBAN

YOZGAT BOZOK UNIVERSITY  
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

DEPARTMENT OF FIELD CROPS

SUPERVISOR: Prof. Dr. Uğur BAŞARAN

The study was carried out to examine the effect of smoke solutions obtained from different plants on seedling growth and feed quality of alfalfa (*Medicago sativa* L.). For this purpose, three different smoke solutions were prepared with centaury (*Hypericum heterophyllum* L.), bovine tail (*Verbascum thapsus* L.) and yellow stone clover (*Melilotus officinalis* L.) collected from natural environment. The stock solutions prepared were diluted with distilled water and adjusted at 5 different concentrations (10, 20, 40, 80 and 100%) and pure water was used as a control. After planting equal amounts of alfalfa seeds in the pots set in three replications, the first irrigation was done with the prepared solutions. At the end of the experiment, plant height, chlorophyll content, wet and dry weight, ADF, NDF, protein and mineral substance contents were examined in alfalfa seedlings. As a result of the study, it was revealed that smoke solutions affect the chemical content and yield of alfalfa, but this effect changes depending on the solution source and concentration.

2021, 28 PAGE

**KEYWORDS:** Smoke solution, Alfalfa, Protein, Seedling growth

## ÖNSÖZ

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 teşekkürlerimi sunarım.

ÖMER ÇOBAN

09/02/2021

## İÇİNDEKİLER

TEZ BEYANI.....	vi
ÖZET .....	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ .....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
TABLolarINLIStESİ .....	viii
ŞEKİLLERLIStESİ .....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	x
1. GİRİŞ .....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	12
4. BULGULAR.....	14
4.1. Bitki Boyu ve Klorofil İçeriği .....	14
4.2. Yaş ve Kuru Ağırlık .....	15
4.3. Asit Deterjan Lif (ADF) ve Nötr Deterjan Lif (NDF) İçeriği .....	17
4.4. Kalsiyum (Ca) ve Potasyum (K) İçeriği.....	18
4.5. Magnezyum (Mg) ve Fosfor (P) İçeriği .....	19
4.6. Protein İçeriği.....	19
5. TARTIŞMA .....	21
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	23
KAYNAKLAR .....	24
ÖZGEÇMİŞ .....	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>

## TABLolarINLİSTESİ

Tablo 1. Duman solüsyonu uygulamalarının Yonca ( <i>Medicago sativa L.</i> )'ın bitki boyu (cm) ve klorofil içeriğine (spad) etkisi. ....	14
Tablo 2. Duman solüsyonu uygulamalarının Yonca ( <i>Medicago sativa L.</i> )'ın yaş ve kuru ağırlığına (g) etkisi. ....	16
Tablo 3. Duman solüsyonu uygulamalarının Yonca ( <i>Medicago sativa L.</i> )'nın ADF ve NDF içeriğine (%) etkisi. ....	18
Tablo 4. Duman solüsyonu uygulamalarının Yonca ( <i>Medicago sativa L.</i> )'ın Ca ve K içeriğine (%) etkisi. ....	18
Tablo 5. Duman solüsyonu uygulamalarının Yonca ( <i>Medicago sativa L.</i> )'ın Mg ve P içeriğine (%) etkisi.....	19
Tablo 6. Duman solüsyonu uygulamalarının Yonca ( <i>Medicago sativa L.</i> )'ın protein içeriğine (%) etkisi. ....	20

## ŞEKİLLERLİSTESİ

Şekil 1. Yonca ( <i>Medicago sativa</i> L.) fidelerinin bitki boyu üzerine farklı duman solüsyonlarının etkisi. ....	15
Şekil 2. Yonca ( <i>Medicago sativa</i> L.) fidelerinin yağ ağırlığı üzerine farklı duman solüsyonlarının etkisi. ....	17
Şekil 3. Yonca ( <i>Medicago sativa</i> L.) fidelerinin kuru ağırlığı üzerine farklı duman solüsyonlarının etkisi. ....	17
Şekil 4. Yonca ( <i>Medicago sativa</i> L.) fidelerinin protein içeriği üzerine farklı duman solüsyonlarının etkisi. ....	20



## **SİMGELER VE KISALTMALAR**

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklamalar</b>
<b>ADF</b>	Asit Deterjan Lif
<b>Ca</b>	Kalsiyum
<b>cm</b>	Santimetre
<b>°C</b>	Derece
<b>da</b>	Dekar
<b>g</b>	Gram
<b>K</b>	Potasyum
<b>kg</b>	Kilogram
<b>L</b>	Litre
<b>Mg</b>	Magnezyum
<b>mm</b>	Milimetre
<b>N</b>	Azot
<b>NDF</b>	Nötr Deterjan Lif
<b>P</b>	Fosfor

## 1. GİRİŞ

Yonca, tüm dünyada ve ülkemizde en fazla ekilen baklagil yem bitkilerinden birisidir. Yapısında bol miktarda vitamin, mineral ve protein olması hayvanlar için lezzetli ve besleyici bir yem oluşturur. Yonca yeşil ve kuru ot üretiminin yanı sıra silo yemi, pelet yem, yonca unu, yer örtüsü (erozyona karşı) ve yeşil gübre olarak da değerlendirilmektedir. Uzun ömürlü yem bitkisi olan yoncanın, bir vejetasyon dönemi içerisinde birden fazla biçime imkan sağlaması nedeniyle birim alanda ot verimi yüksek olmaktadır (Radovic ve ark., 2009). Ayrıca yonca toprağı en ekonomik şekilde değerlendiren yem bitkilerinden olduğu için, biçildikten sonra yeniden ve kuvvetli şekilde yeni sürgün geliştirme özelliğine sahiptir. Adaptasyon yeteneğinin yüksek olması da farklı iklim ve toprak şartlarında yetişebilmesine imkan sağlamaktadır (Avcioğlu ve ark., 2009). Bu sebeplerle yonca yem bitkilerinin kraliçesi olarak adlandırılmaktadır.

Çok yıllık bir bitki olan yonca, iyi hazırlanmış bir tarlada uzun yıllar az bir masrafla ot üretilebilir. Bununla birlikte, yoncada çimlenme, çıkış ve özellikle fidelerin zayıf oluşu verim ve kaliteyi sınırlayan temel faktörlerdendir. Bu konuyla ilgili Rashidi ve ark. (2010) ekilen tohumların yaklaşık %50-60'ının fide oluşturduğunu ve oluşan bu fidelerden de %60-80'inin ilk kıştan sonra hayatını kaybettiklerini bildirmişlerdir bilinmektedir. Fidelerin zayıf olması yoncanın soğuğa ve kurağa dayanıksız olmasına, sulama gibi yetiştiricilik şartlarından kolay zarar görmesine neden olmakta, yabancı otlarla mücadeleyi zorlaştırmakta ve yeniden büyümeyi olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle, fide oluşumu ve büyümesinin teşvik edilmesi ile hem yonca tesisinde önemli bir sorun olan ilk yıl verim düşüklüğünün engellenmesi hem de devam eden yıllarda verim ve kalite artışı sağlanabilir.

Yangın kendiliğinde ya da insanların etkisiyle oluşan ve doğal yaşamın devamlılığında, rekabetinde ve ekosistemin oluşumunda etkili bir etmendir. Organik materyallerin yanması sonucu ortaya çıkan ısı ve külün bitki gelişimi üzerinde etkisi olmakta ve yanan materyalin özelliğı, miktarı ve yanma süresi ve yangının sıklığına bağlı olarak bu etki değişmektedir. Dumanı emdirilmiş su düzeneğı ile elde edilen duman solüsyonu, insanlar, hayvanlar ve mikroorganizmalar üzerine zararlı etkiler gösterdiği buna karşılık çimlenme ve bitki gelişimi üzerinde olumlu etkileri olduğu tahmin edilmektedir.

Duman içerisindeki bileşenlerin çimlenmeyi teşvik ettiği ilk defa De Lange ve Boucher (1990) tarafından ortaya konmuş ve daha sonra yapılan birçok çalışmada dumanın dormansinin kırılmasında önemli rolü olduğu tespit edilmiştir (Renzi ve ark., 2016). Bu amaçla yapılan çalışmalarda duman solüsyonu içerisinde 3500'dan fazla değişik kimyasal madde bulunduğu belirlenmiştir. Duman solüsyonları genelde yangınlardan esinlenerek yapılmıştır. Oluşan orman yangınları sonucunda görülen erken ve hızlı çimlenme ayrıca erken vejetasyon oluşumu çalışmalara ön ayak olmuştur. Duman solüsyonu bitkilerde; çimlenme, fide gelişimi ve verimi, kimyasal strese dayanıklılık, enzim aktivitesini artırma, somatik embriyogenesis, köklenme, çiçeklenme, meyve oluşumunu teşvik ettiği tespit edilmiştir. Dumanın biyoaktif bileşenleri üzerinde yapılan çalışmalarda butenoloid (3-methyl-2Hfuro[2,3-c]pyran-2-one) çimlenme üzerine etkili madde olarak tanımlanmış ve daha sonra butenoloidin birçok türün tohumlarında çimlenme ve fide gelişimini iyileştirdiği belirlenmiştir

Duman solüsyonlarının bu olumlu etkileri yanında kullanılan materyale, bitki türüne ve uygulanan solüsyonun konsantrasyonuna göre çimlenmeyi engelleyici etkisi de bulunmaktadır. Bu durum dumanın bitki metabolizması ile etkili bir şekilde etkileşime giren bazı kimyasal özelliklere sahip olduğunun bir göstergesidir. Duman solüsyonu sadece çimlenmeyi arttırmakla kalmaz aynı zamanda fide kuvvetini de artırır. Duman solüsyonlarının hazırlanmasında bir dizi bitki materyali kullanılabilir. Bu da tarımsal işlemler sonucu oluşan bitki atıklarının olumlu yönde kullanılmasını sağlar. Bu bitki artıkları tarımsal işlemleri zorlaştırmakta ve maliyeti arttırmaktadır. Duman solüsyonlarının çok az bir kısmı geniş tarımsal alanlara hitap edeceğinden işçilik ve ekstra masrafların artması söz konusu değildir. Tam aksine tohum maliyetinde düşüşü sağlayacak, verimde ve kalitede artışı teşvik edeceğinden tarımsal açıdan çok büyük kar elde etmeyi sağlayacaktır.

Duman çimlenme, köklenme, çiçek uyarma, meyve ve tane verimi ve besin kompozisyonu, yabancı ot kontrolünü ve patojen kontrolünü artırır. Duman solüsyonu ile yetiştirilen bitkiler ekim yapılan alanı daha çabuk ve homojen kapatacağından yabancı ot çıkışının önüne geçilmiş olacaktır. Aynı şekilde bitkinin erken büyümesini teşvik ederek yabancı ot ve hastalıklarla rekabet gücünü arttıracaktır.

Yoncada fide gelişiminin teşvik edilmesi amacıyla planlanan çalışmada üç farklı bitkiden (kantaron, sığırkuyruğu, taş yoncası) elde edilmiş duman solüsyonlarının yonca fidelerinde verim ve kimyasal içerikleri incelenmiştir.



## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

Büyüme ve yenilenme döngüsünün bir parçası olan yangınlar, günümüzde hala doğal felaketler arasında yer almaktadır. Günümüzde pek çok orman, yabancı otların yayılması ve onların oluşturduğu yangınlardan dolayı gittikçe tahrip olmakta ve tükenmektedir. Ancak doğal oluşan yangınlar yaşlı orman örtüsünün ve sık çalılıkların yenilenmesini sağlamakta, süksesyonla ormanlar oluşmaktadır (Arslantürk, 2007). Yenileyici özelliğinden dolayı, biomas artışında önemli rolü bulunmaktadır. Bazı ekosistemler, yangının bu yenileyici özelliğine bağlı olarak değişmekte ve yenilenmektedir. Doğadaki yangınlar bu etkileriyle doğal ekosistemlerin devamlılığında kritik bir role sahiptir ve bu tip ekosistemlerde bitkiler uzun zaman içerisinde yangına bağlı yaşam stratejileri geliştirmişlerdir (Bose ve ark., 2020). Örneğin, otlak yangınlarının otların ve çimenlerin gelişimine olumlu yönde etkisi bulunmaktadır. Yangın esnasında oluşan şiddetli sıcaklık, kozaları açmaya zorlayarak tohumların toprağa düşmesini sağlamaktadır. Böylece, küllerle beslenen toprak doğal gübre vazifesi görerek birçok bitkinin çiçeklenmesini ve meyve vermesini sağlamaktadır. Ayrıca yangın sırasında oluşan sıcaklık, tohumları harekete geçirerek çimlenmeyi başlatmaktadır (Arslantürk, 2007). Ancak araştırmalarda tohum çimlenmesi üzerine kuru ısı uygulamalarının etkisiz olduğu, buna karşın nemli ısı uygulamalarının bazı tohum türlerinde çimlenme oranı ve toplam çimlenmeyi olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir (Cushwa ve ark., 1968).

Bu anlamda yangın ve beraberinde oluşan duman bir çok bitki türünün çimlenmesini teşvik eden etkili bir ekolojik faktördür (Crosti ve ark., 2006). Bu ateşin fiziksel ve kimyasal etkisinin ürünüdür ve nitekim bu alanda özellikle dumanın etkili olduğu, hem kuru dumanın hem de duman çözeltisinin çimlenme üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir (Van Staden ve ark., 2000). Avustralya'nın doğal meralarında bulunan bitkilerde yapılan çalışmalarda duman çok sayıda türde çimlenmeyi arttırmıştır (Dixon ve ark., 1995; Baskin ve Baskin, 1998). Bitkilerin yakılmasıyla elde edilen dumanın 1200'ün üzerinde bitki türünde çimlenmeyi geliştirdiği belirlenmiştir (Dixon ve ark., 2009; Staden ve ark., 2008). Dumanın çimlenme yanında fide gelişimi üzerinde de etkili olduğu yine ekonomik değeri yüksek, çok sayıda tarla ve bahçe bitkisi üzerinde ortaya konmuştur (Sparg ve ark., 2006; Ghebrehiwot ve ark., 2009; Kulkarni ve ark., 2011;

Başaran ve ark., 2019). Bu sonuçlar duman ve duman çözeltilisi uygulamalarının farklı bitkilerin gelişimini ve verimini arttırmada etkili olabileceğini göstermektedir (Elsadek ve Yousef 2019).

Dumanın olumlu etkisi yonca üzerinde de gösterilmiş ve 45 dakika dumana maruz bırakıldığında yonca kontrole oranla %151 daha yüksek büyüme performansı sergilemiştir ve bu bakımdan dumanın yoncada çimlenmeyi teşvik etmek için iyi bir alternatif olabileceği bildirilmiştir (Hong ve Kang, 2011).

Duman solüsyonlarının olumlu etkileri çoğunlukla düşük dozlarda oluşmakta ve yüksek dozlar toksik veya olumsuz sonuçlar doğurmaktadır (De Lange ve Boucher, 1993; Kulkarni ve ark., (2007;). Mürdümük üzerinde yapılan farklı bir çalışmada da duman solüsyonun fide gelişimi ve protein içeriğini olumlu ve önemli düzeyde etkilediği ancak bu etkinin doza bağlı olduğu düşük ve dozlarda olumsuz sonuçların tespit edildiği orta düzeydeki dozların ise teşvik edici olduğu bildirilmiştir (Başaran ve ark., 2019).

Bununla birlikte dumanın farklı bitkiler üzerindeki etkisi ve etkinin dumanın elde edildiği kaynağa bağlı değişip değişmedi konusunda hala bilinmeyenler vardır. Üç farklı kaynaktan (yumak ağırlıklı mera karışımı, yonca ve buğday samanı) elde edilen duman solüsyonunun farklı dozlarıyla ön işleme tabi tutulduklarında, mera bitkilerinin tepkilerinin solüsyonun kaynağı ve dozuna göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir (Ren ve Bai, 2016). Aynı çalışmada yonca kaynaklı solüsyonun diğer kaynaklara kıyasla çok daha etkili ve aynı zamanda da değişken etkileri olduğunda tespit edilmiştir.

Ergan (2017), yangına yüksek oranda bağımlı olan türleri tespit amaçlı yaptığı çalışmada, yangına dair uyarılar kullanarak bitkilerin çimlenmesini incelemiştir. Bu amaçla, 94 taksona ait tohumlara 1:1, 1:10, 1:100 olmak üzere farklı konsantrasyonlardaki sıvı dumana maruz bırakmıştır. Çimlendirme deneyleri sonucunda, duman uygulamalarının çimlenmeyi teşvik ettiğini gözlemlemiştir (Ergan, 2017).

Özbek (2019), buğday samanından elde edilen duman solüsyonlarının *Lolium perenne* L., *Festuca arundinacea* Schreb ve *Poa pratensis* L. türlerinin çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkisini araştırmıştır. Çalışmanın sonucunda, türlerin duman solüsyonuna farklı düzeylerde tepki verdiğini, duman solüsyonu uygulamalarının çimlenme ve fide gelişimine petri ortamında olumsuz etkide bulunduğu ancak saksı

ortamında, konsantrasyonuna bağlı olarak olumlu etkide bulunduğunu, yüksek dozda duman solüsyonu uygulamalarının toksik etki gösterdiğini tespit etmiştir (Özbek, 2019).

Abu ve diğerleri (2013) yılında yaptığı çalışmada, bitki kaynaklı duman suyunun doğal ve evcilleştirilmiş 10 tür yem kaynağının çimlenmesi üzerindeki etkisini laboratuvar ortamında araştırmışlardır. Çalışmada, buğday samanı yavaşça yakılarak ve elde edilen duman fokurdatılıp suda dağıtılarak dumanlı su çözeltisi hazırlanmıştır. Yapılan çalışmanın sonucunda, dumanlı suyun *Astragalus cicer*'in çimlenmesi üzerinde nötr bir etkiye sahip olduğu, *Trifolium ambiguum*'un çimlenme yeteneğini azalttığı tespit edilmiştir. *Elymus angustus*, *Stipa comata*, *Festuca hallii*, *Stipa viridula*, *Dactylis glomerata*, *Agropyron dasystachyum* ve *Agropyron smithii*'nin çimlenmesine dumanlı su, ışık ile etkileşime girmiştir. Ayrıca, *Festuca hallii*, *Stipa viridula*, *Dactylis glomerata*, *Elymus junceus*, *Agropyron dasystachyum* ve *Agropyron smithii*'nin çimlendirme deneylerinde dumanlı su çözeltisi sıcaklık ile etkileşime girmiştir. Araştırmacılar, dumanlı suyun sıcaklık ve ışık ile etkileşime girmesinin çimlenmeyen tohumlarda çimlenmeyi uyarma özelliğiyle tohumların geniş sıcaklık aralıkları ve ışık koşullarında duman solüsyonlarına maruz bırakılarak çayırlar ve bozulmuş habitatların yapısı, kompozisyonu ve onarılmasında çarpıcı rol oynayacağı kanaatine varmıştır (Abu ve ark., 2013).

Günümüzde, doğal yangınların ekosisteme verdiği zararlar bertaraf edilerek yangınların yenileyici ve çimlendirme özelliğinden faydalanılabilmek amacıyla düşük şiddette kontrollü yangın uygulamaları yapılmaktadır. Kontrollü yangın uygulamaları, bazı çam topluluklarının alt kısımlarına başarılı bir şekilde uygulanabilmektedir. Ayrıca kontrollü yangınların çimenler ve çalılık alanlarda da uygulanabilirliği mevcuttur (Arslantürk, 2007).

Duman, yangın ve yangın sonrası çimlenme belirtilerinde yer alan önemli bir faktördür. Dumanın çimlenmeyi destekleyici rolü, ilk kez bir tehdit altındaki bir fynbos türü olan *Audouinia capitata* üzerine yapılan bir çalışmada vurgulanmıştır. Bu çalışma sayesinde duman, çiftçilerin sadece tahıl kurutma amaçlı uygulanmasına ilaveten fide gelişimi ve çimlenmede de kullanılabileceği anlaşılmıştır. Fide gelişimini ve çimlenmeyi destekleyici duman uygulamalarının, aerosol ve dumanlı su olarak iki türü mevcuttur. Aerosol yönteminde, yanan bitki materyalinden çıkan dumana tohumlar doğrudan

maruz bırakılmaktadır. Bu uygulamalarının en uygun yöntemlerinden biri, dumanlı su yöntemidir. Dumanlı su yönteminde, duman ekstraktları suya dağılmaktadır. Böylece, dumanda bulunan biyolojik olarak aktif bileşenler suya geçmektedir. Dumanlı su çözeltilisinin kullanılmasıyla, birçok türün tohumlarının çimlenme yeteneğinde belirgin bir artış meydana gelmektedir. Yanmış bitki materyalleri ve selülozdan elde edilen dumanlı suyun çimlenmeyi destekleyici ana aktif bileşiği, çok düşük konsantrasyonlarda (1ppb) bile etkili olan butenoliddir. Butenolid, daha sonra "karrikinolid" olarak adlandırılmıştır. Çimlenmeyi destekleyici bileşik olan karrikinolidlerin ardından, fide gelişimini destekleyici olarak duman ve dumana bağlı birçok bileşikten karrikinler sentezlenmiştir. Dumanın çeşitli tarım, bahçecilik ve ormancılık alanlarında uygulanmasının ardından tohumun çimlenmesini, fide büyümesini, çiçeklenmeyi iyileştirdiği tespit edilmiştir (Govindaraj ve ark., 2016).

Butenolidlerin çimlenmeye olan olumlu etkisinin keşfedilmesiyle, butenolid sentezleri (3-metil-2H-furo [2,3-c] piran-2-on) oluşturulmaya başlanmıştır. Dumandaki 3-metil-2H-furo [2,3-c] piran-2-on ile yapısal olarak ilişkili olan butenolidler bir dizi mikroorganizma tarafından üretilmektedir. Butenolid uygulamaları, tüm türler üzerinde etkili olmamasına rağmen tek tip bitki örtüsü oluşturulduğunda, çimlenme üzerine olumlu etkiye sahiptir (Light ve ark., 2009).

Goggin ve arkadaşları, çok çeşitli yabancı ot ve mahsullerin çimlenmesinde duman kökenli karrikinolid bileşiğinin olumlu yönde etkide bulunduğunu, ancak *L. rigidum*'un çimlenmesinde etkisiz olduğunu tespit etmiştir (Goggin ve ark., 2012).

Özüaydın, 2011 yılında biber, ateş çiçeği ve camgüzeli tohumlarında butenolid' in çimlenme, fide çıkışı ve fide gelişimi üzerindeki etkisinin incelemek amacıyla yaptığı araştırmada, Demre Sivrisi biber (*Capsicum annuum* L.), F1 Accent cam güzeli (*Impatiens walleriana*) ve Salvano ateş çiçeği (*Salvias splendens*) türlerini kâğıt arasında çimlendirmiştir. Yapılan çimlendirme denemesinde, deney grubunda butenolid, kontrol grubunda su fide gelişim ortamı olan torfa uygulanmış, oda sıcaklığında 24 saat boyunca ağzı kapalı olarak bekletilmiştir. Torfun sıvıyı emmesinden sonra ekim yapılmıştır. Çimlendirme denemeleri, 18°C sıcaklıkta ve 2 tekrarlı olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Biber tohumlarında butenolid uygulanarak yapılan çimlendirme deneyleri, istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bulunmuştur. Camgüzeli ve ateş çiçeği

tohumlarında yapılan çimlendirme deneylerinde bulgular farklılık göstermiştir. Yapılan fide testinde, biber tohumu, camgüzeli ve ateş çiçeği tohumlarının hepsinde butenolidle muamele edilen tohumlarda fide çıkışının daha hızlı gerçekleştiği tespit edilmiş, yaş ve kuru ağırlık bakımından daha gelişkin fideler elde edilmiştir. Her tohum grubunun katalaz aktivitesi, butenolle muamele edilen tohumlarda, kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmuştur. Butenolid uygulanan tohumlarla uygulanmayan tohumların askorbatperoksidaz ve süperoksitdismutaz aktiviteleri arasında, istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır (Özüaydın, 2011).

Ghebrehiwot ve arkadaşlarının *Eragrostis tef* tohumları üzerine yaptığı araştırmada, *Eragrostis tef* tohumlarına uygulanan bütenolid ve dumanlı su uygulamalarının, tohumun çimlenmesini olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir (Ghebrehiwot ve ark., 2008).

Stevens ve diğerlerinin 2007 yılında yaptığı çalışmada, 2–20 g/ha dozlarında uygulanan, dumanda bulunan doğal olarak oluşan bir kimyasalın (1- butenolid, 3-methi 12H-furo[2,3-c]piran-2-on) katma değere sahip yabancı otlardan *Avena fatua* L. (*Poaceae*), *Arctotheca calendula* (L.) Levyns (*Asteraceae*), *Brassica tournefortii* Gouan (*Brassicaceae*) ve *Raphanu sraphanistrum* L. (*Brassicaceae*) türlerinin fide gelişimini desteklediğini tespit etmiştir. Araştırmacılar ayrıca, *Sisymbrium orientale* L. (*Brassicaceae*), *Hordeum leporinum* Link (*Poaceae*) ve *Echium plantagineum* L. (*Boraginaceae*) türlerinin çimlenmesinde bütenolidin dumanlı suya kıyasla daha etkili olduğunu laboratuvar koşullarında bulmuşlardır. Farklı bölgelerden toplanan *B. Tournefortii* türlerinde yaptıkları çalışmalar sonucunda, butenolid uygulamalarıyla tohum çimlenmesi ve dormanside oluşan değişikliğin bölgeden bölgeye değiştiğini gözlemlemiştir (Stevens ve ark., 2007).

Renzi (2016), fiziksel dormansi oranının doğal seleksiyondan etkilendiğini, vahşi türlerin naturalize türlere göre daha fazla fiziksel dormansi oranına sahip olduğunu tespit etmiştir. (Renzi ve ark., 2016)

Abedi ve diğerlerinin 2018 yılında yaptığı araştırmada, Batı Asya'da bulunan habitatta farklı fonksiyonel grupta olan tohumların çimlenmesi üzerine farklı duman uygulamalarını analiz etmiştir. Yapılan çalışmada; yıllık otlar, çok yıllık otlar, yıllık

bitkiler, çok yıllık bitkiler ve baklagiller olarak beş farklı fonksiyonel grup seçilmiştir. Çalışmada, toprak tohum bankasından elde edilen tohumlar, hacimsel olarak 1:1000 ve 1:500 oranlarında dumanlı su çözeltisi ile 15 saniye veya 30 saniye aralıklarla uygulanan aerosol dumanına maruz bırakılarak dumandan kaynaklı fide oluşumu, seçilen beş ayrı fonksiyonel grupta tespit edilmeye çalışılmıştır. Her bir fonksiyonel grup, duman uygulamalarından farklı şekilde etkilenmiş ve duman muamelesine farklı şekilde tepki vermiştir. Çalışmanın sonucunda, yıllık tohumların dumanla uyarıldığı tespit edilmiştir. Tohumların aksine, çok yıllık otların çimlenmesinde, duman uygulamasına bağlı olarak azalma tespit edilmiş, çok yıllık çalılar ve baklagillerin çimlenmesinde, duman uygulamalarına bağlı olarak değişiklik gözlenmemiştir. Aerosol uygulamasının en yüksek dozu olan 30 dakika muamelenin ve en yüksek dumanlı su çözeltisi olan 1:500 konsantrasyonunun zararlı seviyelerde olmadığı ve çok yıllık otlara kıyasla fonksiyonel grupların çimlenmesinde maksimum seviyede sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Çalışma, yıllık türlerin duman muameleli çimlenmesinin, Batı Asya'da yangın sonrasında yeni türlerin oluşmasında önemli rol oynadığını göstermektedir. (Abedi ve ark., 2018).

Chumpookam ve arkadaşları, 2012 yılında dumanlı suyun papaya (*Carica papaya* cv. Tainung No. 2) üzerinde tohum çimlenmesi ve fide büyümesine etkisini ölçmek amacıyla kuru pirinç samanını (*Oryza sativa*) yakıp köpürterek dumanlı su çözeltisi hazırlamıştır. Hazırlanan dumanlı suyun tohumların anatomik yapısındaki değişiklikler, çimlenme ve fide büyümesi üzerindeki etkisini ölçmeyi amaçlamışlardır. Çimlenme deneylerinde kullanılmak üzere hacimsel olarak %0,1, %0,2, %1, %2, %3, %4, %5, %7 ve %10 konsantrasyonlarında dumanlı su çözeltileri hazırlamışlardır. Ekim işleminden 24 saat önce, farklı konsantrasyonlarda hazırlanan dumanlı su çözeltileriyle papaya tohumlarını ıslatmışlardır. Çimlendirme deneylerinin sonucunda, düşük konsantrasyonlardaki (%0.1 ve % 0.2) duman suyunun hem maksimum çimlenme oranını sağladığını hem de çimlenme süresini kısalttığını tespit etmişlerdir. Fide gelişimi deneylerinde, papaya bitkileri maruça dolu saksılara yerleştirilerek farklı konsantrasyonlarda hazırlanan dumanlı su çözeltileri ile beslenmiştir. Fide gelişimi deneylerinin sonucunda, papaya bitkisinin tüm büyüme parametrelerinin önemli ölçüde arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca, dumanlı suyun papaya bitkisinin kök ve filizlerindeki azot miktarını ve filizlerdeki magnezyum yüzdesini önemli ölçüde arttırdığını tespit

etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda, düşük konsantrasyonlardaki dumanlı suyun çimlenme kabiliyetini, klorofil gibi çoklu büyüme bileşenlerini; bütün konsantrasyonlarda uygulanan dumanlı suyun fide gücü indeksini arttırdığı sonucuna varılmıştır (Chumpookam ve ark., 2012).

Abu, (2014) yılında yaptığı çalışmada, 8 baklagil, 2 çimen ve *Lactuca sativa* dormant tohumlarında priming uygulanarak çimlenme ve fide gelişimini araştırmıştır. Buğday samanı (*Triticum aestivum*) veya yumak otu (*Festuca hallii*) ve distile sudan dumanlı su çözeltisi hazırlamıştır. Priming işleminde, 1/1000, 1/100, 1/10 ve 1/1 oranlarında hazırlanan dumanlı su çözeltileri kullanılmış ve tohumlar 24 saat karanlıkta bekletilmiştir. Priming işleminin ardından, tohumlar 20 ° C sıcaklık ve karanlık ortamda 7 gün süreyle bekletilerek kurutulmuştur. Tohumlar; 10 saat 0 °C'de, 25 saat 15° C'de 12 saat aydınlık / 12 saat karanlıkta veya 24 saat karanlıkta 49 gün inkübe edilmiştir. Çalışmanın kontrol grubu olarak, priming uygulanmayan tohumlar ve 0/1 dumanlı su çözeltisiyle priming uygulanmış tohumlar seçilmiştir. Çalışmada; dumanlı suyun konsantrasyonuna, dumanın tipine, ışığa, sıcaklığa ve diğer etkenlere bağlı olarak tohumların çimlenmesinin değişimi, istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bulunmuştur. *Astragalus cicer*, *Trifolium ambiguum*, *Hespero stipacomata*, *Stipa viridula*, ve *Pascopyrum smithii* türlerinin toplam çimlenmesinin, priming uygulamalarıyla değişmediği sonucuna varılmıştır. Priming uygulanan *Agropyron dasystachyum*, *Elymus junceus*, *Dactylis glomerata*, *Elymus angustus* ve *Festuca hallii* tohumlarında, ışık ve sıcaklığa bağlı olarak çimlenmenin sırasıyla %16, %20, %32, %49 ve %50 oranında arttığı tespit edilmiştir. Priming uygulamalarında, 2 günün ardından *Trifolium ambiguum*, *Lactuca sativa*, *Festuca hallii*, *Stipa viridula* türlerinde; 3 günün ardından *Elymus junceus* türlerinde; 4 günün ardından *Dactylis glomerata* türlerinde; 10 günün ardından *Hesperostipa comata*, türlerinde; 15 günün ardından *Pascopyrum smithii* türlerinde çimlenmeyi % 50 oranında azalttığı tespit edilmiştir. Priming uygulamalarının *Elymus angustus* ve *Hesperostipa comata* türlerinde sırasıyla % 28 ve % 100 oranında fide uzunluğunu arttırdığı ancak *Lactuca sativa*, *Festuca hallii* ve *Trifolium ambiguum* türlerinde azalttığı tespit edilmiştir. Priming uygulanan buğday samanlarından *Lactuca sativa* (% 83), *Elymus angustus* (% 52), ve *Hesperosti pacomata* (% 36) türleri, yumak otu samanlarına göre sırasıyla % 83, % 52 ve % 36 oranlarında daha uzun bulunmuştur. Priming uygulamalarının *Pascopyrum smithii*, *Elymus junceus*

ve *Agropyron dasystachyum* türlerinde fide boylarını sırasıyla %92, %100 ve %100 oranında arttırdığı ancak *Astragalus cicer*, *Trifolium biguam* ve *Dactylis glomerata* türlerinde fide boylarını sırasıyla %26, %55 ve %90 oranında azalttığı tespit edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, buğday samanı veya yumak otu kullanılarak elde edilen dumanlı su çözeltisiyle priming uygulamalarının *Agropyron dasystachyum*, *Dactylis glomerata*, *Elymus junceus*, *Elymus angustus*, ve *Festuca hallii* tohumlarında çimlenmeyi teşvik ettiği kanaatine varılmıştır (Abu, 2014).

Dumanın, dormansiyi kırmada kritik rolü bulunmaktadır. Birçok çalışma, akasya türlerinde yangının fide yoğunluğuna olumlu yönde etki ettiğini göstermiştir. Buna rağmen, yangının bu etkisinin fiziksel ve ısıya bağlı olduğu düşünülmekte ve iddia edilmektedir. Son araştırmalar, orman yangınları kaynaklı dumanların tohum çimlenmesini ve fide dayanıklılığını arttırdığını tespit etmiştir. Dumanın fide dayanıklılığı ve çimlendirmeyi arttırıcı etkisi, bitki dumanlarından izole edilen bütenolidin birçok bitki türünün çimlendirmesini hızlandırmasıyla onaylanmıştır. Akasya tohumları üzerinde yapılan araştırmada, akasya tohumlarından *A. hebeclada*, *A. mearnsii* ve *A. robusta* türlerinin çimlenmesinin bütenolid uygulamalarına olumlu yanıt verdiği tespit edilmiştir (Kulkarni ve ark., 2006).

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada materyali olarak yoncanın (*Medicago sativa* L.) “Kayseri” çeşidi kullanılmış ve yoncanın erken dönem gelişimi ve kimyasal içeriği üzerine bitkisel kaynaklı duman solüsyonlarının etkisi incelenmiştir.

**Duman solüsyonunun hazırlanması:** Duman solüsyonu kantaron (*Hypericum heterophyllum* L.), sığırkuyruğu (*Verbascum thapsus* L.) ve sarı taş yoncası (*Melilotus officinalis* L.) olmak üzere üç farklı kaynak yakılarak hazırlanmıştır. Yakmada kullanılan bütün bitkiler çiçeklenme dönemindeyken Yozgat Bozok Üniversitesi Erdoğan Akdağ Kampüsünden toplanmış, atmosfer koşullarında ve gölge ortamda kurutulmuştur. Yakma işlemi için Her bitkiden 4 kg örnek metal bir kaptaki yakılarak, oluşan duman vakum yardımıyla 4 L saf su içerisinde muhafaza edilmiştir. Bu işlem bitkiler tamamen yanana kadar devam etmiştir. Elde edilen solüsyonlar kaba filtre kağıdından süzülerek stok solüsyonlar oluşturulmuştur. Hazırlanan stok solüsyonlarından saf su yardımıyla 5 farklı (% 10, 20, 40, 80 ve 100) çözelti 3 tekerrürlü olarak hazırlanmıştır.

**Denemenin Kurulması:** Denemede yonca fide gelişimleri üzerine duman solüsyonlarının etkisi saksı ortamında incelenmiştir. Yetiştirme ortamı olarak bölgenin tarım toprağı kullanılmış, iyice kurutulup ezilen ve daha sonra 4 mm elekten geçirilmiş toprak 4 L saksılara doldurulmuştur. Her saksıya eşit miktarda tohum ekilmiştir ve çıkış sonrası 20 bitki/saksı olacak şekilde seyreltme işlemi yapılmıştır. Çalışma Bölünmüş Parseller Deneme Deseninde 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Ana işlemde solüsyon kaynağı (kantaron, sığırkuyruğu ve taş yoncası, alt işlemde ise solüsyon dozları (% 10, 20, 40, 80 ve 100) ele alınmış ve kontrol olarak saf su kullanılmıştır. Solüsyonlar ilk sulama suyu olarak ve saksılar tarla kapasitesine gelecek kadar uygulanmış, devam eden sulama şebeke suyuyla yapılmıştır. Devam eden sulama görsel tespitlere göre ve eşit miktarda olacak şekilde yapılmıştır. Deneme kontrollü koşullarda 16 saat aydınlık/8 saat karanlık, %70 oransal nem ve 25 °C’ de 21 gün boyunca devam etmiştir. Ekimden 21 gün sonra hasat edilen fidelerde aşağıdaki ölçüm ve gözlemler yapılmıştır.

**Bitki boyu (cm):** Her saksıda 5 bitkide toprak yüzeyi ile en uç nokta arası arasındaki gerçek uzunluğun cinsinden ölçülmesi ile hesaplanmıştır.

**Klorofil içeriği (SPAD):**Yaprağın göreceli içeriği 5 bitkide SPAD-502 klorofil ölçer (MinoltaCameraCo, Ltd, Osaka, Japonya) ile ölçülmüştür (Aras ve Keles 2019).

**Yaş ve kuru ağırlık (g):** İşleme ait saksıda bulunan tüm bitkiler toprak yüzeyinden biçilerek yağ ağırlık g cinsinden tespit edilmiştir. Daha sonra örnekler 60 °C'de sabit ağırlığa gelene kadar kurutma dolabında (etüv) kurutularak kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

**Ham protein, ADF (Asit çözücülerde çözünmeyen lif), NDF (Nötr çözücülerde çözünmeyen lif), Ca, Mg, P ve K oranları (%):**İşlemlere ait kurutulmuş örnekler ot değirmeni ile parçacık boyutu < 1 mm olacak şekilde öğütüldükten sonra, ham protein, ADF, NDF, Ca, Mg, P ve K oranları (%) Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS) (Foss 6500) cihazıyla IC – 0904-FE kalibrasyon programı kullanılarak belirlenmiştir (Başaran ve ark., 2019).

**Verilerin Değerlendirilmesi:** Elde edilen veriler Bölünmüş Parseller Deneme Desenine göre MSTAT-C istatistik programında varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar S\_DUNCAN çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.

## 4. BULGULAR

Kantaron (*Hypericum heterophyllum* L.), sığırkuyruğu (*Verbascum thapsus* L.) ve sarı taş yoncasından (*Melilotus officinalis* L.) elde edilmiş duman solüsyonları ve dozlarının yoncanın fide gelişimi üzerine etkilerinin incelendiği çalışma sonuçları özelliklere göre ayrı başlıklar halinde verilmiştir.

### 4.1. Bitki Boyu ve Klorofil İçeriği

Yirmi bir günlük yonca fidelerinde yapılan gözlemler neticesinde duman solüsyonu uygulamasının bitki boyu ve klorofil içeriği üzerinde etkili olduğu görülmüştür (Tablo 1.1). Buna göre bitki boyu üzerinde solüsyon dozu ( $p<0.01$ ) ve solüsyon kaynağı x doz etkileşimi ( $p<0.05$ ) önemli olmuştur. Solüsyon kaynakları arasında ise istatistiksel olarak farklılık meydana gelmemiştir. Klorofil içeriği ise solüsyon dozlarından önemli ( $p<0.05$ ) düzeyde etkilenmiştir (Tablo 1)

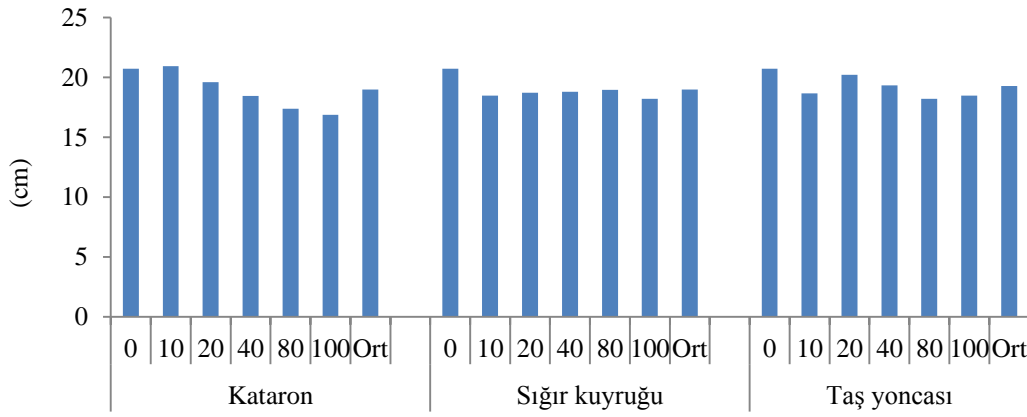
Tablo 1. Duman solüsyonu uygulamalarının Yonca (*Medicago sativa* L.)'ın bitki boyu (cm) ve klorofil içeriğine (spad) etkisi.

Dozlar	Bitki Boyu*				Klorofil			
	% Kantaron	Sığır kuyruğu	Taş yoncası	Ort**	Kantaron	Sığır kuyruğu	Taş yoncası	Ort*
0	20.74 ab	20.74 ab	20.74 ab	20.74 A	54.66	54.66	54.66	54.66 A
10	20.93 a	18.48 b-e	18.68 a-e	19.36 B	51.75	53.97	55.60	53.77AB
20	19.60 ad	18.72 a-e	20.22abc	19.51 B	57.78	55.72	54.94	56.15 A
40	18.45 b-e	18.81 a-e	19.33 a-d	18.86 BC	49.92	55.20	46.15	50.42 B
80	17.38 d-e	18.96 a-e	18.22cde	18.19 C	52.26	53.66	51.72	52.55AB
100	16.88 e	18.22 c-e	18.49 b-e	17.86 C	52.68	51.80	46.62	50.37 B
Ort	19.00	18.99	19.28	19.09	53.17	54.17	51.61	52.99

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

Yonca fidelerine duman solüsyonu uygulanması sonucunda kontrolün üzerinde bir bitki boyu elde edilememiştir. En uzun bitki boyu % 10 (20.93 cm) ve % 20 kantaron solüsyonundan elde edilirken kontrolle birlikte, % 20, 40 ve 80 sığırkuyruğu ve % 10, 20 ve 40 taş yoncası duman solüsyonları da istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. En kısa bitki boyu ise % 100 kantaron (16.88 cm) solüsyonundan elde edilmiştir. Dozlar ortalamasına göre en yüksek bitki boyu kontrolde belirlenmiş ve solüsyon dozlarındaki artışa paralel olarak bitki boyu da azalmıştır. En kısa bitki boyu en yüksek dozlarda (% 100)

80 ve 100) belirlenmiştir (Tablo 1). Fidelerin klorofil içeriği üzerinde solüsyon kaynağı ve kaynak x doz interaksyonu önemli düzeyde etki göstermezken, dozlar arasında önemli seviyede ( $p<0.05$ ) farklılık tespit edilmiştir. Fidelerin klorofil içeriği 46.15 (% 40 taş yoncası) ile 57.78 spad (% 20 kantaron) arasında değişmiştir. Dozlar incelendiğinde klorofil içeriği en yüksek kontrol, %10, 20 ve 80 dozlarından elde edilirken en düşük % 40 (50.42 spad) ve % 100 (50.37 spad) dozlarında belirlenmiştir (Tablo 1).



Şekil 1. Yonca (*Medicago sativa* L.) fidelerinin bitki boyu üzerine farklı duman solüsyonlarının etkisi.

Şekil 1’ de görüldüğü üzere kantaron kaynaklı solüsyonda, kontrole göre, % 10 dozunda görülen kısmi artış dışında doz artışına bağlı olarak bitki boyunda azalma belirlenmiştir. Sığırkuyruğu ve taş yoncası kaynaklı solüsyonlarda ise bitki boyu bütün dozlarda kontrolün altında olmuştur.

#### 4.2. Yaş ve Kuru Ağırlık

Duman solüsyonu uygulamaları yoncanın yaş ve kuru ağırlığı üzerinde önemli ( $p<0.05$ ,  $p<0.01$ ) değişimlere neden olmuştur (Tablo 2). Yoncanın yaş ağırlığı solüsyon kaynağına bağlı olarak farklılık göstermemiştir Ancak solüsyon kaynağı x doz interaksyonu ve doz yaş ağırlık üzerinde etkili ( $p<0.01$ ) olmuştur. Kontrolle kıyaslandığında duman solüsyonu uygulamaları yonca fidelerinin yaş ağırlığı üzerinde olumlu bir etki göstermemiş, üstelik yüksek dozlarda (>% 40) daha düşük ortalama değerlere yol açmıştır. Yoncanın kuru ağırlığı üzerinde ise solüsyon kaynağı, kaynak x

doz etkisi ve doz önemli düzeyde etkili olmuştur. Solüsyon kaynakları kıyaslandığında kantaron solüsyonunda kuru ağırlık önemli düzeyde düşük belirlenirken sığır kuyruğu ve taş yoncası solüsyonları arasında farklılık gözlenmemiştir.

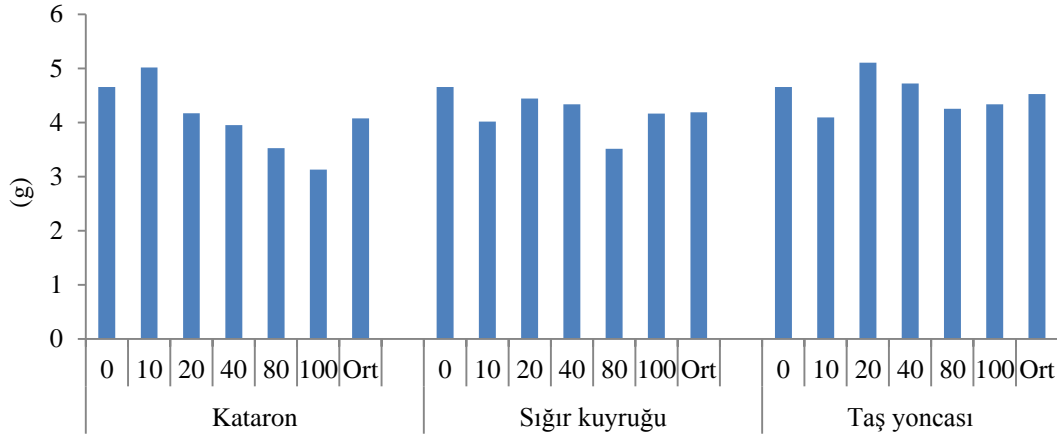
Ortalama olarak bütün dozlar kontrolden (0.96 g) daha düşük kuru ağırlığa neden olmuştur. Kuru ağırlıktaki azalma doz artışına paralel olmuş ve en düşük ortalama değer (0.74 g) % 100 konsantrasyonda tespit edilmiştir.

Tablo 2. Duman solüsyonu uygulamalarının Yonca (*Medicago sativa L.*)'in yaş ve kuru ağırlığına (g) etkisi.

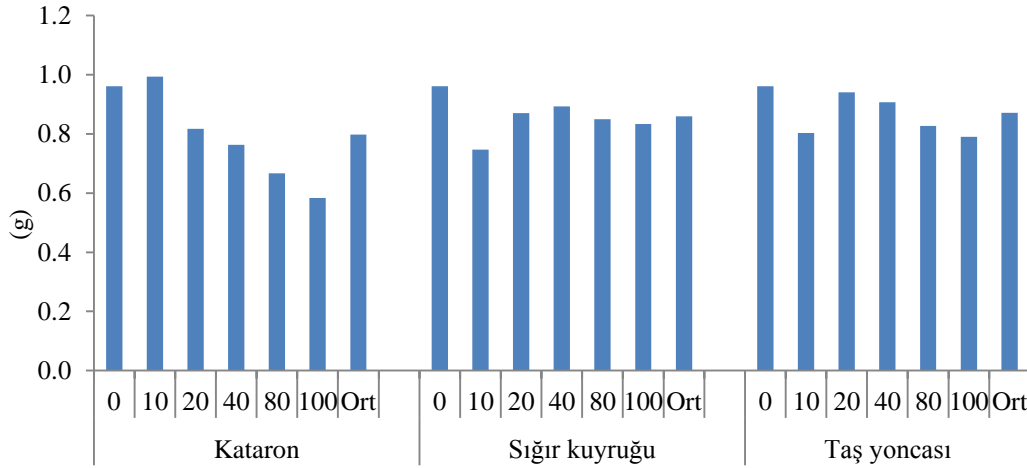
Dozlar %	Yaş Ağırlık**				Kuru Ağırlık**			
	Kantaro n	Sığır kuyruğu	Taş yoncası	Ort**	Kantaro n	Sığır kuyruğu	Taş yoncası	Ort**
0	4.65 abc	4.65 abc	4.65 abc	4.65 A	0.96 ab	0.96 ab	0.96 ab	0.96 A
10	5.01ab	4.02 b-e	4.09 a-e	4.37AB	0.99 a	0.75 de	0.80 b-e	0.85 BC
20	4.17 a-d	4.44 a-d	5.10 a	4.57 A	0.82 b-e	0.87 a-d	0.94 abc	0.88 B
40	3.95 cde	4.34 a-d	4.72 abc	4.33 ABC	0.76 de	0.89 a-d	0.91 a-d	0.85 BC
80	3.52 de	3.51 de	4.25 a-d	3.54 C	0.67 ef	0.85 a-d	0.83 a-e	0.78 CD
100	3.13 e	4.16 a-d	4.33 a-d	3.87 BC	0.58 f	0.83 a-d	0.79 cde	0.74 D
Ort*	4.07	4.18	4.53	4.22	0.80 B	0.86 A	0.87 A	0.84

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

Solüsyon kaynaklarının etkileri ayrı ayrı incelendiğinde, solüsyonların bireysel olarak yaş (Şekil 2) ve kuru ağırlık (Şekil 3) üzerindeki etkileri genel olarak benzer olmuştur. Kantaron solüsyonu uygulanan yoncanın yaş ve kuru ağırlığı % 10 dozda kontrolün üzerinde iken diğer dozlarda altında olmuş ve doza paralel azalma göstermiştir. Sığırkuyruğu solüsyonunda ise bütün dozda yaş ve kuru ağırlık kontrolden düşük olmuştur. Taş yoncası solüsyonu uygulanan işlemlerde, yaş ağırlıkta kontrole göre % 20 ve 40 dozlarda artış, diğer dozlarda düşüş gözlenmiştir. Kuru ağırlık açısından ise taş yoncası solüsyonu tüm dozlarda kontrolün altında yer almıştır.



Şekil 2. Yonca (*Medicago sativa* L.) fidelerinin yaş ağırlığı üzerine farklı duman solüsyonlarının etkisi.



Şekil 3. Yonca (*Medicago sativa* L.) fidelerinin kuru ağırlığı üzerine farklı duman solüsyonlarının etkisi.

#### 4.3. Asit Deterjan Lif (ADF) ve Nötr Deterjan Lif (NDF) İçeriği

Duman solüsyonu uygulanan yoncannın 21. günün sonunda ADF ve NDF içeriği uygulanan işlemler arasında önemli düzeyde farklılık göstermemiştir (Tablo 3). ADF içeriği solüsyon kaynakları bakımından % 13.27 (kantaron) ve 13.65 (sığırkuyruğu), dozlar bakımından ise % 13.03 (% 10 doz) ve 13.88 (% 20 doz) arasında değişim göstermiştir. NDF içeriği ise solüsyon kaynaklarına bağlı olarak ortalama % 31.55 (kantaron) ve 32.39 (sığırkuyruğu), dozlara bağlı olarak % 31.38 (kontrol) ve 32.95 (% 20 doz) arasında değişmiştir.

Tablo 3. Duman solüsyonu uygulamalarının Yonca (*Medicago sativa L.*)'nin ADF ve NDF içeriğine (%) etkisi.

Dozlar %	ADF				NDF			
	Kantaron	Sığır kuyruğu	Taş yoncası	Ort	Kantaron	Sığır kuyruğu	Taş yoncası	Ort
0	13.71	13.71	13.71	13.71	31.38	31.38	31.38	31.38
10	11.05	13.95	14.10	13.03	29.52	33.78	32.82	32.04
20	14.49	13.63	13.53	13.88	33.95	32.06	32.84	32.95
40	13.40	14.32	11.72	13.14	31.70	32.98	31.18	31.95
80	12.58	13.71	13.31	13.20	30.33	33.21	31.17	31.57
100	14.41	12.57	14.18	13.72	32.41	30.92	32.99	32.11
<i>Ort</i>	<i>13.27</i>	<i>13.65</i>	<i>13.42</i>	<i>13.45</i>	<i>31.55</i>	<i>32.39</i>	<i>32.06</i>	<i>32.00</i>

#### 4.4. Kalsiyum (Ca) ve Potasyum (K) İçeriği

Duman solüsyonu uygulamalarının yoncanın mineral içeriğine etkisine bakıldığında da işlemler arasında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. Yoncanın kalsiyum (Ca) ve potasyum (K) içeriği işlemler arasında benzer değerler sergilemiştir (Tablo 4). Solüsyon kaynakları incelendiğinde Ca içeriği ortalama %1.44 (taş yoncası) ile %1.48 (kantaron), K içeriği %4.23 (taş yoncası) ile %4.26 (kantaron) arasında olmuştur. Dozlara ait ortalama Ca içeriği ise %1.43 (kontrol) ile %1.48 (%20), K içeriği de %4.19 (kontrol ve %20) ile %4.28 (%10) arasında değişmiştir.

Tablo 4. Duman solüsyonu uygulamalarının Yonca (*Medicago sativa L.*)'nin Ca ve K içeriğine (%) etkisi.

Dozlar %	Ca (%)				K (%)			
	Kantaron	Sığır kuyruğu	Taş yoncası	Ort	Kantaron	Sığır kuyruğu	Taş yoncası	Ort
0	1.43	1.43	1.43	1.43	4.19	4.19	4.19	4.19
10	1.55	1.42	1.42	1.46	4.24	4.50	4.10	4.28
20	1.45	1.52	1.46	1.48	4.16	4.19	4.22	4.19
40	1.48	1.39	1.45	1.44	4.25	4.23	4.33	4.27
80	1.49	1.47	1.45	1.47	4.35	4.15	4.31	4.27
100	1.48	1.47	1.42	1.46	4.35	4.21	4.22	4.26
<i>Ort</i>	<i>1.48</i>	<i>1.45</i>	<i>1.44</i>	<i>1.46</i>	<i>4.26</i>	<i>4.25</i>	<i>4.23</i>	<i>4.24</i>

#### 4.5. Magnezyum (Mg) ve Fosfor (P) İçeriği

Magnezyum (Mg) ve fosfor (P) içeriği üzerinde uygulanan duman solüsyonu işlemlerinin etkisi önemli olmamıştır (Tablo 5). Solüsyon kaynaklarına ait ortalama Mg içeriği %39 – 41, P içeriği ise %45- 46 arasında belirlenmiştir. Dozlar ortalaması olarak ise Mg içeriği % 40 ile 41, P içeriği % 45 ile 47 arasında değişmiştir.

Tablo 5. Duman solüsyonu uygulamalarının Yonca (*Medicago sativa L.*)'ın Mg ve P içeriğine (%) etkisi.

Dozlar %	Mg (%)				P (%)			
	Kantaron	Sığır kuyruğu	Taş yoncası	Ort	Kantaron	Sığır kuyruğu	Taş yoncası	Ort
0	0.41	0.41	0.41	0.41	0.45	0.45	0.45	0.45
10	0.40	0.40	0.39	0.40	0.46	0.47	0.46	0.46
20	0.41	0.42	0.41	0.41	0.45	0.45	0.47	0.46
40	0.40	0.39	0.41	0.40	0.45	0.46	0.46	0.46
80	0.41	0.42	0.40	0.41	0.46	0.47	0.45	0.46
100	0.41	0.41	0.40	0.40	0.47	0.46	0.47	0.47
Ort	0.41	0.41	0.40	0.41	0.46	0.46	0.46	0.46

#### 4.6. Protein İçeriği

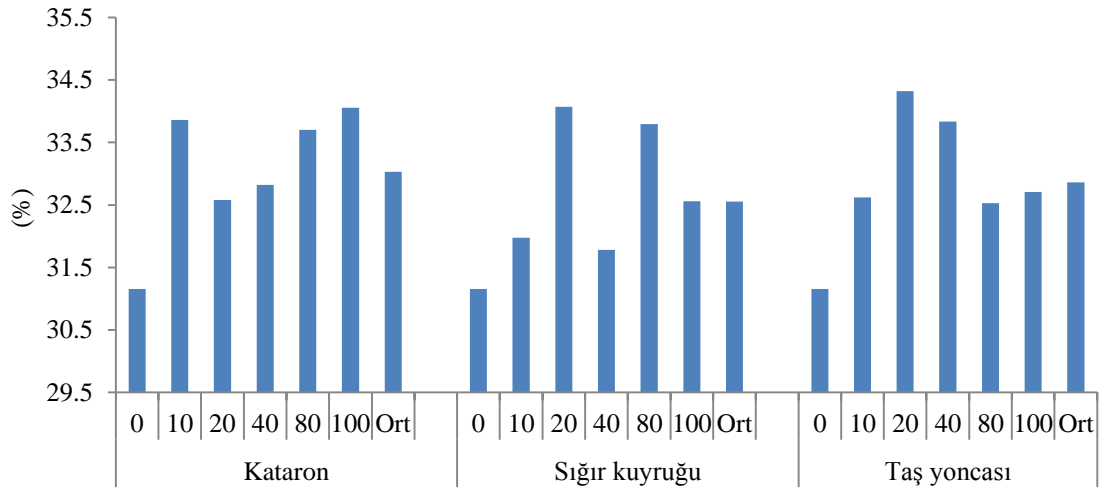
Mineral madde içeriklerinden farklı olarak, duman solüsyonu uygulamaları yoncanı protein içeriği üzerinde etkili, bu açıdan doz ve doz x solüsyon kaynağı interaksiyonu önemli ( $p<0.01$ ) olmuştur (Tablo 6). Ancak solüsyon kaynağı yoncanın protein içeriğinde önemli bir farklılığa neden olmamıştır. Ekimden 21 gün sonra hasat edilen yoncada protein içeriği solüsyon dozlarında ortalama olarak kontrolden (% 31.16) daha yüksek olmuştur. Bununla birlikte tüm solüsyon dozları protein içeriği açısından aynı grupta yer almıştır ve % 32.81 (% 40 doz) – 33.66 (% 20 doz) arasında değişen protein oranlarına sahip olmuşlardır.

Tablo 6. Duman solüsyonu uygulamalarının Yonca (*Medicago sativa L.*)'ın protein içeriğine (%) etkisi.

Dozlar (%)	Ham Protein (%)**			
	Kantaron	Sığır kuyruğu	Taş yoncası	Ort**
0	31.16 d	31.16 d	31.16 d	31.16 B
10	33.86 ab	31.98 cd	32.62 bcd	32.82 A
20	32.58 bcd	34.07 ab	34.32 a	33.66 A
40	32.82 abc	31.78 cd	33.84 ab	32.81 A
80	33.70 ab	33.79 ab	32.53 bcd	33.34 A
100	34.06 ab	32.56 bcd	32.71 a-d	33.11 A
Ort	33.03	32.56	32.86	32.82

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

Diğer taraftan solüsyon kaynakları bireysel olarak incelendiğinde benzer bir durum tespit edilmiştir. Nitekim kantaron, sığırkuyruğu ve taş yoncasından elde edilen duman solüsyonları tüm dozlarda kontrolün üzerinde protein içeriğine yol açmıştır (Şekil 4).



Şekil 4. Yonca (*Medicago sativa L.*) fidelerinin protein içeriği üzerine farklı duman solüsyonlarının etkisi.

## 5. TARTIŞMA

Mevcut çalışmada yoncanın fide gelişimi ve kimyasal içeriği üzerine bitkisel kaynaklı duman solüsyonlarının etkisi incelenmiştir. Üç farklı yabancı bitkinin yakılmasıyla elde edilmiş duman solüsyonlarının farklı konsantrasyonları kullanılmıştır.

Yonca bütün dünyada en fazla tarımı yapılan yem bitkisidir. Çok yıllık olması, uyum yeteneğinin yüksek olması yılda 10' a kadar varan sayıda biçilebilmesi, besleme değerinin yüksek oluşu yoncayı dünyanın birçok bölgesinde en fazla tercih edilen yem bitkisi haline getirmiştir (Barnes ve Sheaffer, 1995). Yoncadan beklenen faydaların elde edilmesi ve uzun ömürlü bir tesisi için ekim işlemi ve erken fide dönemi önemli bir paya sahiptir. Yonca küçük tohumlu bir bitki olması nedeniyle toprak hazırlığı ve ekim aşamalarında ciddi özen ister. Bunun yanında yavaş ve zayıf fide gelişimi bitkiyi erken dönemde oluşabilecek iklim ve yabancı ot kaynaklı olumsuzluklara karşı hassas hale getirmektedir. Bu itibarla yoncada hızlı çimlenme ve güçlü toprak altı ve üstü gelişime yönelik işlemlerin yonca tarımına önemli katkıları olacaktır. Bu durum sonbahar, ilkbahara ve yaz olmak üzere bütün dönemlerde yapılacak ekim için de geçerlidir.

Dumanın çimlenme ve fide gelişimin teşvik ettiği birçok kültür bitkisinde gösterilmiştir (Elsadek ve Yousef, 2019). Benzer şekilde doğadaki yangınlar çimlenmeyi teşvik edici etkileriyle doğal ekosistemlerin devamlılığında kritik bir role sahiptir ve yangınların hâkim olduğu ekosistemlerde bitkiler uzun zaman içerisinde yangına bağlı yaşam stratejileri geliştirmişlerdir (Bose ve ark., 2020). Bitkilerin yakılmasıyla elde edilen dumanın 1200'ün üzerinde bitki türünde çimlenmeyi geliştirdiği belirlenmiştir (Dixon ve ark., 2009). Dumanın olumlu etkisi yonca üzerinde de gösterilmiş ve 45 dakika dumana maruz bırakıldığında yonca kontrole oranla % 151 daha yüksek büyüme performansı sergilemiştir ve bu bakımdan dumanın yoncada çimlenmeyi teşvik etmek için iyi bir alternatif olabileceği bildirilmiştir (Hong ve Kang, 2011).

Bununla birlikte dumanın farklı bitkiler üzerindeki etkisi ve etkinin dumanın elde edildiği kaynağa bağlı değişip değişmedi konusunda hala bilinmeyenler vardır. Nitekim, üç farklı kaynaktan (yumak ağırlıklı mera karışımı, yonca ve buğday samanı) elde edilen duman solüsyonları ve bu solüsyonların farklı dozlarıyla ön işleme tabi tutulan mera bitkilerinde solüsyon etkisinin kaynak ve doza bağlı olarak değiştiği, sıcaklık ve ışığa da bağlı olduğu belirlenmiştir (Ren ve Bai, 2016). Aynı çalışmada yoncanın diğer kaynaklara kıyasla çok daha etkili ve değişken etkileri olduğunda tespit edilmiştir.

Duman solüsyonlarının olumlu etkileri çoğunlukla düşük dozlarda oluşmakta ve yüksek dozlarda olumsuz etkiler ortaya çıkmaktadır. (De Langeand Boucher, 1993).

Bu bağlamda mevcut çalışmanın sonuçları daha önce yapılan çalışmalarla kısmi uyum içerisindedir. Bu çalışmada da yüksek dozlarda duman solüsyonunun incelenen özellikleri olumsuz etkilediği ve solüsyon kaynağının önemli bir faktör olduğu görülmüştür. Düşük dozlarda (% 10 – 20) olumsuz etki görülmemiş ancak bu dozlarda da kontrole göre avantaj sağlanamamıştır. ADF, NDF ve mineral içeriği bakımından duman solüsyonu uygulamalarının önemli bir etkisi tespit edilmemiştir. Bu genel yapıdan farklı olarak protein içeriği üzerinde duman solüsyonu uygulamalarının olumlu etkileri gözlenmiştir. Protein içeriği bakımından solüsyon dozları arasındaki farklılık çok önemli olmuş ve ortalama olarak bütün dozlar kontrolden daha yüksek protein içeriği sergilemiştir. Ancak solüsyon dozları arasında farklılık gözlenmemiştir. Bu durum duman solüsyonunun N alımı veya protein sentezi üzerinde olumlu ve teşvik edici bir etkisinin olabileceğine işaret etmektedir. Chumpookam ve ark., (2012), çeltik samanından elde edilen duman solüsyonu farklı dozlarda (% 0.1, 0.2, 1, 2, 3, 4, 5, 7 ve 10) papayanın çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkilerini inceldikleri çalışmada, petri ortamında % 0.1 ve 0.2 dozlarında kontrole oranla çimlenmeyi teşvik ettiği, saksı ortamında ise bütün dozların büyüme parametrelerinde, klorofil miktarında, kök ve gövdenin azot içeriğinde önemli iyileşmelere neden olduğunu belirlemişlerdir.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada, genel solüsyon kaynağı olarak kullanılan bitki ve dozun etkisi önemli olmuştur. Olumlu etkiler özellikle düşük dozlarda görülmüş yüksek dozlar olumsuz yönde gelişmelere neden olmuştur. Daha önce yapılan çalışmalarda ele alınan doz ve solüsyon kaynağının bu tür çalışmalarda çok önemli olduğu vurgulanmaktadır. Kontrolle kıyaslandığında, solüsyon uygulamaları protein dışında incelenen özellikler üzerinde çok etkili olmamıştır. Bu durum kullanılan dozların yüksekliği ile ilişkili olabilir. Çalışmada, genel olarak kontrol işleminden daha iyi sonuçlar elde edilmiş olsa bile, % 10 dozunun ele alınan özellikler üzerine olumlu sonuçlar verdiği söylenebilir. Buna göre, çalışmamızda kullanılan %10 dozu dikkate alınarak, daha düşük konsantrasyonlarla yeni çalışmaların planlanması uygun olacaktır. Diğer taraftan solüsyonun hazırlanmasında kullanılan bitkilerin de (kantaron, sığır kuyruğu ve taş yoncası) yonca için uygun seçenekler olmadığı da ihtimal dahilindedir. Nitekim duman solüsyonunun etkisinde kaynağın önemli bir faktör olduğu yukarıda da bahsedildiği üzere daha önceki çalışmalarda da ortaya konmuştur. Yine özellikle bitki boyu, yaş ve kuru ağırlık ile protein içeriğinde kaynak x doz interaksiyonunun önemli olması, her kaynak ile ayrı ayrı, çok daha düşük dozları ve daha geniş doz yelpazesini içeren çalışmaların gerekliliğine işaret etmektedir. Bu taktirde daha ekili ve olumlu sonuçlara ulaşmak mümkün olabilir. Mevcut veriler ışında bu üç solüsyon kaynağını derecelendirmek gerekirse kaynaklar arasında kantaronun, dozlar arsında da %10 dozun en uygun seçenek olduğu söylenebilir.

## KAYNAKLAR

- Abedi, M., Zaki, E., Erfanzadeh, R., Naqinezhad, A. (2018). 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*, 11, 231–236.
- Abu, Y. (2014). *Priming Seeds in Aqueous Smoke Solutions Improves Germination of Agropyron dasystachyum, Dactylis glomerata, Elymus angustus, Elymus junceus, and Festuca hallii*, A Thesis of Degree of Masters of Science in the Department of Plant Sciences, University of Saskatchewan Saskatoon.
- Arslantürk, N. (2007). *Yangının Vejetasyon Üzerine Etkisi* Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Botanik, 29, 141-153, Burdur.
- Avcıoğlu, R., Hatipoğlu, R., Karadağ, Y. (2009). *Yem bitkileri*. Buğdaygil Yem bitkileri ve Diğer Familyalardan Yem bitkileri, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, İzmir, 843, İzmir.
- Barnes, D.K. and Sheaffer, C.C. (1995). *Alfalfa*. In R.F Barnes, D.A. Miller, and C.J. Nelson (ed.) Forages. Vol.1: An introduction to Grassland Agriculture. Iowa State University, Press, Ames I A.
- Baskin, C.C. and Baskin J.M. (1998). *Seeds: Ecology, Biogeography and Evolution of Dormancy and Germination*. Academic Press, San Diego.
- Başaran, U., Çopur Doğrusöz, M., Gülümser, E., Mut, H. (2019). Using smoke solutions in grass pea (*Lathyrus sativus* L.) to improve germination and seedling growth and reduce toxic compound ODAP. *Turkish Journal of Agriculture Forestry*, 43: 518-526.
- Bolat, İ., Şensoy, H., Özer, D. (2016). Fiğ (*Viciasativa* L.) ve yonca (*Medicagosativa* L.) ekimi yapılan toprakların mikrobiyalbiyokütle C ve N içeriklerinin değerlendirilmesi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 66 (1), 244-255.
- Canlı, Ş. (2014), *Menemen ovası tarımsal su gereksinimi ve sulama sularının bitki, toprak ve sulama sistemleri açısından olası etkileri*, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 140s., Erzurum.
- Crosti, R., Ladd, P., Dixon, K., Piotto, B. (2006). Post-fire germination: the effect of smoke on seeds of selected species from the central Mediterranean basin. *Forest Ecology and Management*, 221: 306-312.
- De Lange, J.H. and Boucher, C. (1990). Aut ecological studies on *Audouinia capitata* (Bruniaceae). I. Plant-derived smoke as a seed germination cue. *South African Journal of Botany*, 56; 700-703.

- Demir, R. ve Düz, Z. (2008). Diyarbakır il sınırları içerisinde yayılış gösteren bazı yonca (*Medicago L.*) türlerinde ağır metal düzeylerinin belirlenmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10, 148-153
- Demirkaya, M, (2006). Polietilenglikol ile osmotik koşullandırma ve humidifikasyon uygulamalarının biber tohumlarının çimlenme hızı ve oranı üzerine etkileri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitü Dergisi*, 22 (1-2), 223-228.
- Dixon, K. W., Roche, S., Pate, J.S. (1995). The promotive effect of smoke derived from burnt native vegetation on seed germination of Western Australian plants. *Oecologia*, 101: 185–192
- Dixon, K., Merritt, D., Flematti, G., Ghisalberti, E. (2009). Karrikinolide—a phytoactive compound derived from smoke with applications in horticulture, ecological restoration and agriculture. *Acta Horticulturae*, 813, 155–170.
- Doorenbos J., Kassam, A.H., Bentvelsen, C.L.M., Branscheid, V., Plusje, J.M.G.A., Smith, M., Uittenbogaard, G.O., Van der val, H.K. (1986). *FAO Irrigation and drainage paper*, No: 33, Rome, Italy, 193 pp.
- Elsadek, M.A. and Yousef, E.A.A. (2019). Smoke-Water Enhances Germination and Seedling Growth of Four Horticultural Crops *Plants (Basel, Switzerland)*, 8(4), 104. doi:10.3390/plants8040104.
- Ercişli, S., Eşitken, A., Güleriyüz, M. (1999). The effect of vitamins on the seed germination of apricots. *Acta Horticulturae*, 488, 437-440.
- Esetlili, B. Ç. (2016). Farklı bünyeli topraklarda yetiştirilen ayçiçeği ve yonca bitkilerinin ağır metal absorpsiyonları. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53(3), 333–341.
- Ghebrehiwot, H.M., Kulkarni, G.M., Kirkman, K.P., Van Staden, J. (2009). Smoke Solutions and Temperature Influence the Germination and Seedling Growth of South African Mesic Grassland Species. *Rangeland Ecology & Management*, 62(6), 572-578.
- Hartmann, H.T., Kesterand, D.E., Davies, F.T. (1990). *Plant Propagation, Principles of Propagation by Seed*, 647 p.
- Hilhorst, H.W.M. and Karssen, C.M. (1992). Seed dormancy and germination: The Role of abscisic acid and gibberalins and the importance of hormone mutants. *Plant Growth Regulation*, 11: 225-238.
- Hong, E. and Kang, H. (2011). Effect of smoke and aspirin stimuli on the germination and growth of Alfalfa and Broccol. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 10(2),1918-1926.

- Karaömerlioğlu, B. (2011). *Medicago sativa L., Vicia sativa L. Bitkileri kullanılarak topraktan bor gideriminin araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Kaya, S. ve Özedengiz, A. (2013). Erzurum–Sakalı kesik ovası sulama suyu ihtiyacının bilgisayar programı kullanılarak belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 44(1), 33–41.
- Kulkarni, M.G., Light, M.E., Van Staden, J. (2011). Plant-derived smoke: old technology with possibilities for economic applications in agriculture and horticulture, *South African Journal of Botany*, 77, 972–979, <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2011.08.006>.
- Kulkarni, M.G., Ascough, G.D., Van Staden, J. (2007). Effects of foliar applications of smoke-water and a smoke-isolated butenolide on seedling growth of okra and tomato. *HortScience*, 42: 179- 182.
- Kulkarni, M.G., Ascough, G.D., Verschaeve, L., Baeten, K., Arruda, M.P., Vandvan Staden, J. (2010) Effect of smoke-water and a smoke-isolated butenolide on the growth and genotoxicity of commercial onion. *Scientia Horticulturae*, 124 (4), 434-439.
- Light, M.E., Burger, B.V., Van Staden, J. (2005). Formation of a seed germination promoter from carbon hydrates and amino acids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 (15), 5936-5942.
- Özbek, A. (2019). *Bitkisel kökenli duman solüsyonlarının yeşil alan bitkilerinin çimlenme ve fide gelişimine etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, Yozgat Bozok Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yozgat.
- Özüaydın, I. (2011), *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.
- Radovic, J., Sokolović, D., Marković, J. (2009). Alfalfa-Most Important Perennial Forage Legume in Animal Husbandry. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 25 (5-6), 465-475.
- Rashidi, M., Zand, B., Abbassi, S. (2010). Seeding rate effect on seed yield and yield components of Alfalfa (*Medicago sativa*). *Journal of Agricultural and Biological Science*. 5(3), 1990-6145.
- Ren, L. and Bai, Y.G. (2016). Smoke originated from different plants has various effects on germination and seedling growth of species in fescue prairie. *Botany* 94, 1141-1150.

- Renzi, J. P., Chantre, G. R., Cantamutto, M. A. (2016). Effect of water availability and seed source on physical dormancy break of *Vicia villosa* ssp. *Villosa*. *Seed Science Research*, 26, 254–263.
- Sparg, S.G., Kulkarni, M.G., Van Staden, J. (2006). Aerosol smoke and smoke-water stimulation of seedling vigor of a commercial maize cultivar. *Crop Science*, 46, 1336-1340.
- Stevens, J.C., Merritt, D.J., Flematti, G.R., Ghisalberti, E.L., Dixon, K.W. (2007). Seed germination 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.
- Uluocak, N. (1984). *Toprak koruması ve yem niteliği bakımından Türkiye'nin önemli doğal otlak bitkileri*, II Baklagiller, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 358, İstanbul.
- Van Staden, J., Brown, N.A.C., Jäger, A.K., Johnson, T.A. (2000). Smoke as a germination cue. *Plant Species Biology*, 15,167-178.
- Yamaguchi., S. and Kamiya, Y. (2002). Gibberalins and light-stimulated seed germination. *J. Plant Growth Regul*, 20.369-376.