



T.C.  
KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI

**TEF [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter] BİTKİSİ  
TOHUMLARININ *IN VITRO* VE *EX VITRO*  
ŞARTLARDA ÇİMLENDİRİLMESİ**

**Elif AKYILDIZ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**KIRŞEHİR / 2019**



T.C.  
KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI

**TEF [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter] BİTKİSİ  
TOHUMLARININ *IN VITRO* VE *EX VITRO*  
ŞARTLARDA ÇİMLENDİRİLMESİ**

**Elif AKYILDIZ**

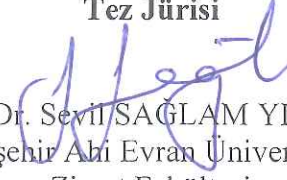
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DANIŞMAN**  
Doç. Dr. Sevil SAĞLAM YILMAZ

**KIRŞEHİR / 2019**

“Tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter] Bitkisi Tohumlarının *In Vitro* ve *Ex Vitro* Şartlarda Çimlendirilmesi” adlı bu çalışma, 30.10.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

**Tez Jürisi**

  
Doç. Dr. Sevil SAĞLAM YILMAZ  
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi  
Ziraat Fakültesi

  
Prof. Dr. Khalid Mahmood KHAWAR  
Ankara Üniversitesi  
Ziraat Fakültesi

  
Dr. Öğretim Üyesi Bahadır ALTUN  
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi  
Ziraat Fakültesi

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu; Ayrıca, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Elif AKYILDIZ



20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi’nin aboneli olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.



## ÖNSÖZ

Tez konusunun belirlenmesinden tezin son aşamasına gelene kadar bana yol gösteren, değerli bilgilerini paylaşan, değerli vakitlerini ayırarak bana destek olan ve yardımlarını esirgemeyen, her türlü kaynak temininde bana yardımcı olan danışman hocam Doç. Dr. Sevil SAĞLAM YILMAZ'a ve jüri üyesi hocalarıma Prof. Dr. Khalid Mahmood KHAWAR ve Dr. Öğr. Üyesi Bahadır ALTUN hocama teşekkürlerimi içtenlikle sunarım.

Toprak analizi için yardımlarını esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Ahu Alev ABACI BAYAR hocama teşekkür ederim.

İstatistiksel analizler aşamasında eğitici ve öğretici bilgi ve yardımlarından dolayı sayın hocam Arş. Gör. Dr. Aslı AKILLI'ya teşekkür ederim.

Desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen değerli arkadaşlarım Ziraat Mühendisi Elif DOĞAN ÇINAR'a, Ziraat Yüksek Mühendisi Songül KUTLU'ya, Ziraat Mühendisi Onur KUŞAN'a teşekkürlerimi sunuyorum.

Her zaman yardımlarını ve hoş görülerini esirgemeyen 'Ays Kitchen' ailesi üyelerine sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Son olarak; sevgili aileme, bu yaşıma kadar bana vermiş oldukları maddi ve manevi destekleri için sonsuz sevgi ve minnetlerimi sunuyorum.

16.10.2019

Elif AKYILDIZ

# İÇİNDEKİLER

	Sayfa	No
ÖNSÖZ .....		iv
İÇİNDEKİLER .....		v
ŞEKİL LİSTESİ .....		vii
TABLO LİSTESİ .....		ix
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ .....		x
ÖZET .....		xi
ABSTRACT .....		xii
<b>1. GİRİŞ .....</b>		<b>1</b>
1.1. Amaç .....		6
1.2. Önem .....		6
<b>2. GENEL KISIMLAR .....</b>		<b>7</b>
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM .....</b>		<b>14</b>
3.1. Materyal .....		14
3.1.1. Araştırma Yeri .....		14
3.1.2. Bitkisel Materyal ve Özellikleri .....		14
3.1.3. <i>In vitro</i> Şartlarda Kullanılan Büyüme Ortamları .....		15
3.1.4. Çalışmada Kullanılan Toprağın Özellikleri .....		16
3.1.5. <i>In vitro</i> ve <i>Ex vitro</i> Şartlarda Çimlenme ve Morfolojik Özelliklerin Belirlenmesi .....		16
3.1.6. Yetiştirme Ortamının Özellikleri .....		18
3.2. Yöntem .....		18
3.2.1. Tohumların Canlılık Testi .....		18
3.2.2. Sterilizasyon Şartları .....		19
3.2.2.1. Araştırmada Kullanılan Laboratuvar Malzemelerinin Sterilizasyonu .....		19
3.2.2.2. Çalışma Ortamının Sterilizasyonu .....		20
3.2.2.3. Tohumların Yüzeysel Sterilizasyonu .....		20
3.2.3. Tohumların <i>Ex vitro</i> Çimlendirilmesi .....		20
3.2.4. Toprak Hazırlığı ve Tohumların Ekimi .....		21
3.2.5. Bakım İşlemleri .....		21
3.2.6. İstatistiksel Analizler .....		21
<b>4. BULGULAR .....</b>		<b>22</b>
4.1. Tohumların Canlılık Testi .....		22
4.2. Tohumların Yüzeysel Sterilizasyonuna İlişkin Bulgular .....		23
4.3. <i>In vitro</i> ve <i>Ex vitro</i> Şartlarda Çimlendirmesi .....		25
4.3.1. Çimlendirme Süresine İlişkin Bulgular .....		25
4.3.2. Çimlenme Hızı ve Çimlenme Gücüne İlişkin Bulgular .....		26
4.4. <i>In vitro</i> ve <i>Ex vitro</i> Şartlarda Morfolojik Özelliklere İlişkin Bulgular .....		27
4.4.1. Bitki Boyu .....		27
4.4.2. Yaprak Sayısı .....		32
4.4.3. Kardeş (sap) Sayısı .....		33
4.4.4. Başaklanma Süresine ve Başak Boyuna İlişkin Bulgular .....		34
4.5. Aklimatizasyon .....		36
4.6. Çalışmada Kullanılan Toprak Analizine İlişkin Bulgular .....		38
<b>5. TARTIŞMA VE SONUÇ .....</b>		<b>39</b>

<b>KAYNAKLAR</b> .....	<b>42</b>
<b>EKLER</b> .....	<b>47</b>
Ek 1. Çalışmada Kullanılan Toprak Analizi Sonucu (Ekim ve Dikim Öncesi) .....	47
Ek 2. <i>In vitro</i> (MS) Şartlarda Çalışma Sonrası Toprak Analizi Sonucu .....	48
Ek 3. <i>In vitro</i> (% 5 agar ile katılaştırılmış ortam) Şartlarda Çalışma Sonrası Toprak Analizi Sonucu .....	49
Ek 4. <i>Ex vitro</i> Şartlarda Çalışma Sonrası Toprak Analizi Sonucu .....	50
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>51</b>





## ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 1.1. Tef Bitkisinin Genel Bir Görüntüsü .....	1
Şekil 3.1. Çalışmada Kullanılan Tef Tohumlarına Ait Görüntü .....	14
Şekil 3.2. Uygulamalarda Tohumların Ekiminden Sonra Çimlenmeye Bırakılan Yetiştirme Ortamları (a. Çalışmada kullanılan iklim dolabı, b. Çalışmada kullanılan iklim odası) .....	18
Şekil 3.3. Çalışmada Kullanılan Cihaz ve Malzemelerin Görüntüleri (a. cam petri kabı, b. Magenta kabı, c. otoklav, d. etüv, e. laminar hava akımlı steril biyogüvenlik kabini) .....	19
Şekil 4.1. TTC Solüsyonunda 24 saat Bekleyen ve Kırmızıya Boyanan Tef Bitkisi Tohumları .....	22
Şekil 4.2. Tef Bitkisi Tohumlarının Sterilizasyonu .....	23
Şekil 4.3. Bir Aylık Tef Bitkisi Görüntüsü (a). MS ortamına ait görüntü, (b). Üç gün karanlıkta bekletilen+MS ortamına ait görüntüsü, (c). % 5 agar ile katılaştırılmış ortamına ait görüntüsü, (d). Üç gün karanlıkta bekletilen+% 5 agar ile katılaştırılmış ortamına ait görüntüsü, (e). Direkt toprağa kültüre alınmış tohumlara ait görüntüsü, (f). 24 saat hidropriming+ekime uygulamasına ait görüntüsü .....	28
Şekil 4.4. İki Aylık Tef Bitkisi Görüntüsü (a). MS ortamına ait görüntü, (b). Üç gün karanlıkta bekletilen+MS ortamına ait görüntüsü, (c). % 5 agar ile katılaştırılmış ortamına ait görüntüsü, (d). Üç gün karanlıkta bekletilen+% 5 agar ile katılaştırılmış ortamına ait görüntüsü, (e). Direkt toprağa kültüre alınmış tohumlara ait görüntüsü, (f). 24 saat hidropriming+ekime uygulamasına ait görüntüsü .....	29
Şekil 4.5. Üç Aylık Tef Bitkisi Görüntüsü (a). MS ortamına ait görüntü, (b). üç gün karanlıkta bekletilen+MS ortamına ait görüntüsü, (c). % 5 agar ile katılaştırılmış ortamına ait görüntüsü, (d). Üç gün karanlıkta bekletilen+% 5 agar ile katılaştırılmış ortamına ait görüntüsü, (e). Direkt toprağa kültüre alınmış tohumlara ait görüntüsü, (f). 24 saat hidropriming+ekime uygulamasına ait görüntüsü .....	30

<b>Şekil 4.6.</b> Dört Aylık Tef Bitkisi Görüntüsü (a). MS ortamına ait görüntü, (b). Üç gün karanlıkta bekletilen+MS ortamına ait görüntüsü, (c). % 5 agar ile katılaştırılmış ortamına ait görüntüsü, (d). Üç gün karanlıkta bekletilen+% 5 agar ile katılaştırılmış ortamına ait görüntüsü, (e). Direkt toprağa kültüre alınmış tohumlara ait görüntüsü, (f). 24 saat hidropriming+ekime uygulamasına ait görüntüsü .....	31
<b>Şekil 4.7.</b> Uygulamaların Başaklarına Ait Görüntüler (a). <i>Ex vitro</i> da direkt culture alınmış tohumların başağına ait bir görüntü (b). 24 saat hidropriming+ekim den elde edilen bitkilerin başağına ait bir görüntü (c). MS ortama kültüre alınmış tohumların başağına ait bir görüntü (d). Üç gün karanlıkta bekletilen+MS başağına ait bir görüntü (e). % 5 agar ile katılaştırılmış ortamda kültüre alınmış tohumların başağına ait bir görüntü (f). Üç gün karanlıkta bekletilen+MS ortamında gelişen bitkilerin başağına ait bir görüntü .....	35
<b>Şekil 4.8.</b> Aklimatizasyon Çalışmalarına Ait Görüntü (a). <i>In vitro</i> uygulamaların dış ortama alıştırımadan önce bitkilerdeki ortamı temizlemek için köklerinin yıkanması (b). <i>Ex vitro</i> ortama tohumların ekimi (c). Şaşırtmaya alınan bitkilerin adaptasyonlarına ait görüntü .....	37

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa No

<b>Tablo 1.1.</b> Tef tanelerinin 100 gram tohum içerisindeki % kuru ağırlık cinsinden besin değerlerinin diğer tahıllarla karşılaştırması .....	3
<b>Tablo 3.1.</b> MS besin ortamında bulunan mineral maddeler ve konsantrasyonları .....	15
<b>Tablo 3.2.</b> Çalışmada kullanılan toprağın özellikleri .....	16
<b>Tablo 4.1.</b> Tef bitkisi tohumlarının farklı muamelelerde MS0 ve % 5 agar ile katılaştırılmış ortamlarında çimlenmesine ait varyans analizi sonuçları .....	24
<b>Tablo 4.2.</b> Tef bitkisi tohumlarının farklı muamelelerde MS0 ve % 5 agar ile katılaştırılmış ortamlarında çimlenme oranlarına ilişkin Duncan Analizi sonuçları .....	24
<b>Tablo 4.3.</b> Tef bitkisinde <i>in vitro</i> ve <i>ex vitro</i> şartlarda çimlenme için uygulanan ortamlar .....	25
<b>Tablo 4.4.</b> <i>In vitro</i> ve <i>ex vitro</i> şartlarda farklı ortamlardaki çimlenme süresi (h) verileri .....	25
<b>Tablo 4.5.</b> <i>In vitro</i> ve <i>ex vitro</i> şartlarda çimlenme hızı (gün) ve çimlenme gücü (gün)'ne ait tek yönlü varyans analizi sonuçları yer almaktadır .....	26
<b>Tablo 4.6.</b> <i>In vitro</i> ve <i>ex vitro</i> şartlarda çimlenme hızı (gün) ve çimlenme gücü (gün)'ne ilişkin Duncan analizi sonuçları .....	26
<b>Tablo 4.7.</b> <i>In vitro</i> ve <i>ex vitro</i> şartlarda bitki boyu (cm) ait dört aylık veriler .....	27
<b>Tablo 4.8.</b> <i>In vitro</i> ve <i>ex vitro</i> şartlarda yaprak sayısına (adet) ait dört aylık veriler .....	32
<b>Tablo 4.9.</b> <i>In vitro</i> ve <i>ex vitro</i> şartlarda kardeş (sap) sayısına (adet) ait dört aylık veriler .....	33
<b>Tablo 4.10.</b> <i>In vitro</i> ve <i>ex vitro</i> şartlarda başaklanma süresi ve başak boyuna ait veriler .....	34
<b>Tablo 4.11.</b> Çalışmada kullanılan toprak analizine ilişkin bulgular .....	38

## SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
%	:Yüzde
Cm	:Santimetre
Da	:Dekar
f	:Frekans
g	:Gram
h	:Saat
kg	:Kilogram
L	:Litre
MI	:Mililitre
°C	:Santigrat derece

<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
ACC	:Aminosiklopropan-1-karboksilik asit
ADF	:Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif
ASA	:Asetil Salisilik Asit
BA	:Benzil Adenin
ETOH	:Etil Alkol
FAO	:Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Organizasyonu
GA <sub>3</sub>	:Giberellik Asit
IAA	:Indol-3-Asetik asit
ISTA	:Uluslararası Tohum Test Birliği
K <sub>2</sub> O	:Potasyum Oksit
KNO <sub>3</sub>	:Potasyum Nitrat
MEJA	:Metil Jasmonat
MS	:Murashige ve Skoog
NAA	:Naftalin Asetik Asit
NaCl	:Sodyum Klorür
NaOCl	:Sodyum Hipoklorit
NDF	:Deterjanda Çözülmeyen Lif
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	:Fosfor Pentaoksit
PEG	:Polietilen Glikol
SPSS	:Statistical Packag for the Social Sciences
TTC	:Trifenil Tetrazolium Klorür
USDA	:Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

## TEF [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter] BİTKİSİ TOHUMLARININ IN VITRO VE EX VITRO ŞARTLARDA ÇİMLENDİRİLMESİ

Elif AKYILDIZ

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı

**Danışman: Doç. Dr. Sevil SAĞLAM YILMAZ**

Alternatif tahıl olarak üretilen tef (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter) bitkisinin tohumları çalışmamızda materyal olarak kullanılmıştır. Çalışmanın amacı *in vitro* ve *ex vitro* şartlarda tef bitkisinde çimlenme günü, çimlenme hızı, çimlenme gücü, bitki boyu, yaprak sayısı, kardeş sayısı, başaklanma günü ve başak boyu parametrelerin incelenmesi olmuştur. *In vitro* çimlendirmede dört farklı uygulama (MS ortamı, üç gün karanlıkta bekletilen+MS ortamı, % 5 agar ile katılaştırılmış ortamı, üç gün karanlıkta bekletilen+% 5 agar ile katılaştırılmış ortamı); *ex vitro* çimlendirmede ise iki farklı uygulama (direkt toprağa ekim, 24 saat hidropriming+ekim) denenmiştir. Sonuç olarak, en erken çimlenme *ex vitro* şartlarda 10 saat süre ile 24 saat hidropriming+ekimde gerçekleşmiştir. En hızlı çimlenme dördüncü gün sonunda üç gün karanlıkta bekletilen+% 5 agar ile katılaştırılmış ortamında gözlemlenmiştir. Çimlenme gücü ise en fazla sekizinci gün sonunda 24 saat hidropriming+ekim uygulamasından elde edilmiştir. Dört aylık gözlemler sonunda ise, en uzun bitki boyu (30.70 cm) MS ortamında (*in vitro* şartlarda), en fazla yaprak sayısı (5.9 adet) ve en fazla kardeş sayısı (3.25 adet) ise % 5 agar ile katılaştırılmış ortamında gözlemlenmiştir. En erken başaklanma süresi 104 gün ve en uzun başak boyu 15.7 cm ile *ex vitro* şartlarda direkt toprağa ekilen tohumlarda gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçlar tef bitkisinin ticari üretim için büyük önem arz etmektedir.

Ekim 2019, 51 Sayfa.

**Anahtar Kelimeler:** *Eragrostif tef*, *In vitro*, *Ex vitro*, Çimlenme, Başaklanma

## ABSTRACT

### MASTER THESIS

## GERMINATION OF TEF [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter] SEEDS ON *IN VITRO* AND *EX VITRO* CONDITIONS

Elif AKYILDIZ

Kırsehir Ahi Evran University

Institute of Science and Technology

Department of Agricultural Biotechnology

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Sevil SAĞLAM YILMAZ

The seeds of tef (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter), which are produced as alternative cereals, were used as material in this study. The aim of this study was to investigate the germination day, germination speed, germination power, plant height, number of leaves, number of sibling, spike day and spike length in tef *in vitro* and *ex vitro* conditions. *In vitro* germination was carried out on four different media (MS medium, three days of dark pretreatment + MS medium, a medium solidified with 5 % agar, three days of dark pretreatment + a medium solidified with 5 % agar); *Ex vitro* germination was carried out in two different ways (direct sowing in soil, seed hydropriming for one day followed by sowing) The aim of this study was to investigate the germination day, germination speed, germination power, plant height, number of leaves, number of sibling, spike day and spike length in tef grown under *in vitro* and *ex vitro* conditions. The earliest germination occurred in *ex vitro* conditions on seeds that were kept in water for 10 h a day. The fastest germination was observed at the end of the fourth day in dark pretreatment + a medium solidified with 5 % agar water for three days. Germination power was obtained from hydropriming + planting one day at the end of the eighth day. At the end of the four-month observations, the longest plant length (30.70 cm) was observed on MS medium (*in vitro* conditions), the maximum number of leaves (5.9) and the maximum number of sibling (3.25) were observed on a medium solidified with 5 % agar. The earliest observation of spike was 104 days and the longest spike length was 15.7 cm. The results obtained are of great importance for the commercial production of the tef plant.

October 2019, 51 Pages.

**Keywords:** *Eragrostis tef*, *In vitro*, *Ex vitro*, Germination, Earing

## 1. GİRİŞ

*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter bitkisi (Şekil 1.1) günümüzde Etiyopya ve Eritre'ye tekabül eden Afrika Boynuzu'nda ortaya doğal olarak yetişmektedir (Jones ve diğ., 1978). Etiyopya halkının çoğu için temel besin maddesi olarak tüketilen bir tahıl ürünüdür. Aynı zamanda hayvan beslemesinde kullanılan önemli bir yem kaynağıdır. Tef bitkisi diyet lifleri, elzem aminoasitleri içeren protein, B6, B1 vitaminleri ve fosfor, demir, magnezyum, çinko mineralleri bakımından çok zengin bir tahıl olup bünyesinde gluten içermemektedir. Gluten içermeyen diğer tahıl ürünleri gibi çölyak hastaları için önemli bir yere sahiptir. Bu yüzden ABD'ye girişi sağlanmıştır (Miller, 2008).

Bu bölgede minik tohumları ve hayvanların beslemesi için yetiştirilmektedir (Assefa ve diğ., 2011). İklim koşullarına ve yetiştirildiği ortama hızlı bir şekilde uyum sağlayarak, üretimi yapılan diğer tahıllara alternatif olabilecek şekilde üretilmekte ve tüketilmektedir.



**Şekil 1.1.** Tef Bitkisinin Genel Bir Görüntüsü (Anonim, 2019)

2010 - 11 yıllarında Etiyopya koşullarında 2.8 milyon ha alanda tef bitkisi tarımı yapılmış ve 3.5 milyon ton tane üretim elde edilmiş ve dekara tane veriminin 126 kg olduğu bildirilmiştir (Fufa ve diğ., 2011). Ayrıca, 2015 - 16 yıllarında ise üretim azalmış ve 1.22 tona düşmüştür (FAO, 2018). Türkiye de tef bitkisinin 2018 yılında Eskişehir'de küçük çaplı yetiştiriciliğinin yapıldığı ve 50 dönümden yaklaşık 8 ton verim alındığı kaydedilmiştir (Anonim, 2019).

Dünyada en fazla yetiştiriciliğin anavatanı olan Etiyopya'da yapılmaktadır. Etiyopya'nın ötesinde, Eritre, ABD, Hollanda ve İsrail gibi ülkeler, tahıl ürünü olarak küçük alanlarda tef bitkisi üretmektedir (Spaenij-Dekking, 2005). Öte yandan Güney Afrika, Hindistan, Pakistan, Avustralya, Uganda, Kenya ve Mozambik gibi ülkelerde de bir yem veya mera mahsulü olarak tef yetiştirilmektedir (Assefa ve diğ., 2011).

Tef, yazlık bir bitki olmakla beraber, diğer tahıllar ile karşılaştırıldığında kuraklık stresinden su oranı fazla olan topraklara kadar birçok yetiştirme koşullarına, çok farklı iklim ve toprak şartlarına adapte olabildiği görülmektedir (Bekele ve diğ., 1995). Tef toprak sıcaklığının minimum 19 °C olduğu durumlarda iyi bir çimlenme ve büyüme göstermektedir (Evert ve diğ., 2009). En fazla 1800-2100 metre yüksekliklerde, büyüme sezonunda 450-550 mm yağış miktarına ve 10-27 °C sıcaklığa sahip bölgelerde yetişir. Tef tohumlarının 1000 tane ağırlığı 0.3 ile 0.4 gr arasında değişmektedir. Kabuk rengi süt beyazından koyu kahverengiye kadar değişen bitkide en yaygın tohum renkleri beyaz, süt beyazı, açık kahverengi ve koyu kahverengidir (Ketema, 1993). Tohum taneleri uzun oval biçimli olup 1.1-1.2 mm uzunluğunda ve 0.6 mm genişliğindedir (Kreitschitz ve diğ., 2009). Tohumlar genellikle iyi işlenmiş toprak yüzeyine 1-2 cm derinliğe ekilmektedir. Bir buğdaygil bitkisi olan tef toprak, iklim ve yetiştirme şartlarına göre değişmekle birlikte tarla koşullarında 4-8 cm arasında derinlere inebilen, morfolojik olarak zayıf saçak kök sistemine sahiptir (Assefa ve diğ., 2011; Ebba, 1969). Gövde çoğunlukla dik gelişmekte ancak zayıf bir gövde yapısına sahip olan bitkide boylanmaya bağlı olarak yatma durumu gözlenmektedir (Assefa ve diğ., 2011). Bitki boyu 25 - 135 cm arasında değişmekte (Ketema, 1997) ve 35-45 gün içinde yem bitkisi olarak hasat edilebilirken, bitki hasadı 90-100 gün içinde yapılmaktadır ve bu özelliği ile ikinci ürün olarak çok avantajlıdır (Üke, 2016).

Tef diğer tahıllarla karşılaştırıldığında gerek bitki ve gerekse tane olarak bitki hastalıklarına karşı kısmen toleranslı olarak kabul edilmektedir (Cheverton and Chapman, 1989; Stallknecht ve diğ., 1993).

Tef, allotetraploid ( $2n=4x=40$ ) bir bitki olup *Poaceae* familyası, *Chloridoideae* (*Eragrostoideae*) alt familyası, *Eragrostidae* takımındadır (Assefa ve diğ., 2011). Besinsel değeri açısından bir buğdaygil bitkisidir. Bu türlerden tek ve çok yıllık olanlar mevcuttur (Conert, 1992).



Tefin kültürü yapılan bitki türlerinden en yakın ilişkili olduğu bitki türü olarak parmak darısı (*Eleusine coracana*) gösterilirken, alt familya olarak en yakın ilişkili kültür bitkileri olarak sorgum (*Sorghum bicolor*) ve mısır (*Zea mays*) gösterilmektedir. Ortolog genler kullanılarak yapılan dizi analizi sonuçları ve filogenetik çalışmalar ise tef'e en yakın bitki türlerinin cin darı (*Setaria italica*) ve sorgum (*Sorghum bicolor*) olduğunu göstermiştir (Cannarozzi ve diğ., 2014).

Tef, Etiyopya'da diyet ve kültür için yüksek öneme sahip çok amaçlı bir üründür (Ketema, 1997; National Research Council, 1996). Etiyopya'da, tef günlük protein alımının üçte ikisini sağlar (FAO, 2018). Sadece insan beslenmesi için değil, aynı zamanda hayvancılık için yem veya inşaat malzemesi olarak da önemlidir (Ketema, 1997; FAO, 2018). Tef mayalı, kabarık bir gözleme olan eniera hazırlamak için kullanılan ana bileşendir. Yemekler sırasında, genellikle et veya öğütülmüş bakliyat ile yenilmektedir. Ayrıca,, tef bitkisi bira gibi farklı alkollü içeceklerin hazırlanmasında, yüksek mineral içeriğinden dolayı bebek maması üretiminde kullanılmaktadır (Ketema, 1997). Etiyopya'da tef bitkisi, yerel tahıl depolama tesislerinin duvarlarını sıvamak için çamurla karıştırılarak inşaat malzemesi olarakta kullanılmaktadır (Ketema, 1997; FAO, 2018).

Tablo 1.1.'de tef bitkisi diğer tahıl ürünleri ile karşılaştırılmıştır. Çizelgede belirtildiği gibi 100 gram tohum içerisinde % 13.3 protein, % 2.4 yağ ve % 1.8 şeker bulunmaktadır.

**Tablo 1.1.** Tef tanelerinin 100 gram tohum içerisindeki % kuru ağırlık cinsinden besin değerlerinin diğer tahıllarla karşılaştırması

Bitki	Su	Protein	Yağ	K.hidrat	Lif	Şeker
Tef	8.8	13.3	2.4	73.1	8.0	1.8
Mısır	10.4	9.4	4.7	74.3	7.3	0.6
Çeltik	9.4	7.5	3.2	76.3	3.6	0.7
Sorgum	12.4	10.6	3.5	72.1	6.7	2.5
Buğday	13.1	12.6	1.5	71.2	12.2	0.4
Arpa	9.6	12.5	2.3	73.5	17.3	0.8
Çavdar	10.6	10.3	1.6	75.9	15.1	1.0

Kaynak: USDA, 2016

Tohum dağılımı ve çimlenme, türün ortamla uyumu için büyük öneme sahip olan üreme döngüsü evreleridir (Navarro and Guitian, 2003). Bitki hayatının başlangıç safhası olan çimlenme, tohumda büyümenin başlaması ve yedek besin maddelerinin embriyo büyümesinde kullanılmak üzere harekete geçerek, embriyonun tohum kabuğundan dışarı çıkması olayıdır (Çelik ve diğ., 1995). Değişen çevresel şartlara adaptasyonun bir sonucu olarak her tür, çimlenme için belirli koşullara ihtiyaç duyar (Harper ve diğ., 1970;

Stebbins, 1971). Çimlenme için gereken koşullar iç ve dış koşullar olmak üzere iki bölümde toplamak mümkündür. İç koşul, tohumun oluşum ve yapı bakımından gelişebilme yeteneğinde olmasıdır. Tohum dormansi çeşitli içsel faktörler örneğin embriyoda oluşan faktörler, bitkide oluşan anatomik ve biyokimyasal faktörler (kabuk ve engelleyiciler) ile çevresel faktörler örneğin yüksek veya düşük sıcaklık, olumsuz fotoperiyot, ekilen ortamda düşük su potansiyeli, uygulanan kimyasal engelleyiciler vb. tarafından kontrol edilmektedir (Karakurt ve diğ., 2010; Khan, 1977). İçsel olarak gelişimini her bitki türü ve türün farklı bireylerinin çimlenme hususunda verdikleri tepkilerde çeşitli varyasyonlar görülmektedir. Tohumda embriyo ve endospermin gelişmiş olmasına ve çimlenme ile ilgili tüm şartların sağlanmış olmasına rağmen bazen çimlenme olayı gözlenmez. Bitki tohumu içsel veya dışsal tüm bu faktörlerle optimum düzeyde uyum içinde olduğunda çimlenme de en iyi şekilde gerçekleşmektedir. Tohumun çimlenebilmesi için, uygun dış koşulların bulunması gereklidir. Ortamın her türlü etmenini kapsayan dış koşullar ise, başta su olmak üzere sıcaklık, ışık ve havanın oksijenidir.

Birçok bitkide tohum olgunluğa ulaştığında testa suya karşı geçirgen değildir. Örneğin baklagil tohumları su geçirgenliğini önlemek için mumsu tabaka oluşturmaktadır (Mayer and Poljakoff-Mayber 1963). Başarılı bir tohum çimlenmesi periyodu için gerekli bazı dış unsurlar vardır. Bunlardan en önemlileri su, sıcaklık, oksijen ve ışıktır. Su, hem hücrelerin canlılıklarını sürdürmesi açısından hem de organizmada çeşitli reaksiyonların gerçekleşmesi için çok önemli bir bileşiktir. Çimlenmenin başlayabilmesi için öncelikle tohumun su alıp şişmesi gerekir. Su olmadan tohumun endosperminde, perisperminde ve embriyosunda depo edilmiş besin maddeleri mobil şekle dönüşemez (Fenner, 1985). Tohumun su içeriği artınca, kabukta karbondioksit ve oksijen geçirgenliği son derece artar. Tohum su almaya başlar başlamaz, tohumda meydana gelen ilk değişim solunum oranındaki artıştır; sonrası ise sırasıyla depo maddelerinin yıkımı, yıkılan ürünlerin embriyoya taşınması ve oluşan hidroliz ürünlerini kullanarak embriyonun yeni metabolik ürünleri sentezlemesiyle içeriğinde meydana gelen değişimdir (Mayer and Poljakoff-Mayber, 1989). Toprakta tarla kapasitesinde veya buna yakın miktarda suyun bulunması çimlenme olayının optimum seviyede gerçekleştirilmesine neden olur. Ancak bazı durumlarda bitkiler çimlenme için kalıcı solma noktası yakınlarında su gereksinimi gösterirler (Doneen and Macgillivray, 1943). Ayrıca, çimlenme sırasında gereken su miktarı ile fidecik oluşuktan sonra gerekli su miktarı arasında büyük farklılıklar vardır. Bazı bitkilerde çimlenme sırasında % 5 oranında olan su içeriği fidecik oluşumu ile birlikte % 90'lara ulaşmaktadır.

Sıcaklık, tohum çimlenmesi ve çimlenme süresinin düzenlenmesinde çok önemli bir faktördür. Tohumun dormansinin kırılmasında da sıcaklığın önemli rolü vardır (Totterdell and Roberts, 1979). Sıcaklık arttıkça çimlenme oranı da artar. Ilıman bölgelerde yetişen bitkilerde optimum çimlenme sıcaklıkları 24-30 °C arasında olmakla beraber, 4-5 °C den 40 °C ye kadar çimlenme olayı görülebilmektedir. Ayrıca, bu ılıman bölge bitkilerinin bazılarında dormansinin kırılması için 3-4 °C lik bir soğuk uygulaması gerekli olabilmektedir (Hartmann ve diğ., 1990). Bazı türlerde aşırı yüksek veya aşırı düşük sıcaklıklar dormansinin kırılmasını ve tohumun çimlenmesini sağlamaktadır.

Işık, bazı bitki türlerinde dormansiyi uyarıcı etki yaptığı halde bazılarında ise engellemektedir. Eskiden bilim adamlarının bir kısmı ışığın çimlenme üzerinde etkisi olmadığına bir kısmı ise ışığın çimlenmeyi olumsuz yönde etkilediğini bitkilerin karanlıkta daha iyi çimlenme gösterdiğine inanmaktaydı. Fizyoloji biliminde kaydedilen ilerlemeler sonucu yapılan çalışmalar ile bu kanının yanlış olduğu ortaya çıkarılmıştır. Günümüzdeki bilgiler doğrultusunda ışığın bitkilerde iki farklı etki yarattığını bilinmektedir. Kimi bitki türlerinde ışık varlığında çimlenme olumlu yönde etkilenirken kimi türlerde ise olumsuz yönde etkilenmektedir (Karakurt ve diğ., 2010). Ayrıca,, yapılan çalışmalar ışığın niteliğinin de çimlenme üzerinde etkili olduğunu göstermiştir. Örneğin marul bitkisi üzerine yapılan çalışmalarda kırmızı ve kızılötesi ışınların çimlenmede farklı sonuçların meydana geldiği ifade edilmiştir. Bir süre suda bekletilen marul tohumları kırmızı ışığa maruz bırakıldığında çimlenmede artış olduğu görülmüştür (Georghiou ve diğ., 1983). Yapılan birçok çalışmada ise beyaz ışığın çimlenmede önemli ölçüde etkili olduğu bildirilmiştir (Cisneros-Lindig and Zedler, 2001). Yine bu çalışmalar sonucunda tohumların ışığa gösterdiği tepkinin kimyasal açıdan aktif bir pigment olan fitokrom sayesinde ortaya çıktığı görülmüştür.

*In vitro* teknikler kullanılarak kontrollü koşullarda gerçekleştirilen çimlendirme çalışmaları bu anlamda etkili bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmalarda, öncelikle yapılması gerekenin türün çimlenme özellikleri ile ilgili ayrıntıların ortaya konması olduğu önerilmektedir. Bitki doku kültürü çalışmaları canlı bitkiden alınan hücre, doku, organ (örn; tohum) gibi kısımların yapay besi ortamında ve aseptik koşullarda kültüre alınmaları ile olmaktadır. Bitki doku kültürleri, genetiksel iyileştirme çalışmalarında büyük bir önem arz etmektedir (Karagöz ve diğ., 2010). Günümüzde kaybolmakta olan türlerin korunmasında ve çoğaltılmasında mikroçoğaltım, anter (polen) veya ovül kültürleri, *in vitro* dölllenme, somatik embriyogenez, protoplast füzyonu (somatik melez eldesi), kallus kültürlerinden indirekt rejenerasyon, sentetik tohum üretimi ve *in vitro* tohum

çimlendirilmesi gibi doku kültürü ile ilgili yöntemler araştırmacılar tarafından yoğun bir şekilde kullanılmaktadır (Çapan, 2006). Doku kültüründe en uygun eksplant kaynağını, daha önceden steril edilmiş tohumlardan elde edilen steril fideler oluşturur. Bu şekilde elde edilen eksplantların sterilizasyona ihtiyacı olmamakta ve yüzey sterilizasyonu işleminin zararlı etkilerinden sakınılmaktadır. Tohumların sterilizasyonu tohum kabuğu varlığından dolayı kolayca sağlanabilmekte ve böylece *in vitro* çalışmalarda yararlanabilecek çok sayıda steril bitki elde edilebilmektedir. Ayrıca, uzun süreli *ex situ* çimlenme denemelerinde kontaminasyon, çimlenme yüzdesini düşürmektedir. Oysaki *in vitro* şartlarda uygun bir sterilizasyon prosedürü oluşturulmuş tohumların kullanıldığı çimlenme denemelerinde bu risk oldukça azalmaktadır.

Bitki doku kültürü çalışmalarında kullanılan materyal ister tam bir bitki, ister bir organ veya doku isterse de bir hücre olsun kullanılan yönteme göre değişmektedir. Birçok yapay besi ortamı kullanılabilen ve kullanılan yapay besi ortamlarında bitkilerin ihtiyacına yönelik olarak birçok bileşen bulunmaktadır. Bunlardan en önemli olan su, makro elementler (azot, fosfor, magnezyum vb.), mikro elementler (demir, bor, bakır vb.), vitaminler (nikotik asit, tiamin vb.), şekerler (sakkaroz, glikoz vb.), jel yapıcı madde (agar, gelrite, fitagel, isubgol vb.), amino asitler (glisin, arginin vb.), doğal besin maddeleri (hindistan cevizi sütü vb.) ve bitki büyüme düzenleyicileridir (oksin, sitokinin, giberellik asit vb.) dir. *In vitro* koşullarda dormansi kırmak ve tohum çimlendirilmesi için genel olarak agar ile katılaştırılmış şeker içerikli MS besi ortamı kullanılmaktadır (Stewart and Kane, 2006).

### **1.1. Amaç**

Çalışmanın amacı, *in vitro* ve *ex vitro* şartlarda farklı uygulamalar ile Tef (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter) bitkisinde çimlenme süresi, çimlenme hızı, çimlenme gücü, bitki boyu, yaprak sayısı, kardeş (sap) sayısı, başaklanma günü ve başak boyu parametrelerinin incelenmesidir.

### **1.2. Önem**

Tarımsal önemi her geçen gün artmakta olan tef bitkisi içerdiği besin öğeleri ve özellikle gluten içermemesi bakımından son derece önemli alternatif bir tahıldır. Tef bitkisinin *in vitro* ve *ex vitro* şartlarda çimlenme ve başaklanma durumlarının gözlemlendiği bu çalışma, ülkemiz için bitkinin öneminin anlaşılması, ekiminin yaygınlaşması ve bu konuda çalışma yapacaklara bir ön ışık tutması bakımından önem arz etmektedir.

## 2. GENEL KISIMLAR

Nadgauda ve diğ. (1997), *Bambusa arundinacea'nin* fide eksplantlarını, MS sıvı besin ortamında kültüre almıştır, MS ortamı sukroz (% 2), hindistan cevizi suyu (% 5) ve 6-benzilaminopurin (2.2 mM) ile takviye edilmiştir. Yaklaşık 3–6 ay içinde kültürlerden gelişen sürgünler üzerinde % 70 çiçeklenme izlenmiştir. Çalışmalarında *in vitro* ve *ex vitro* çiçeklenme arasında bir karşılaştırma yapılmıştır. Karşılaştırma sonucu *in vitro* koşullarda gelişen çiçekler *ex vitro* çiçeklere göre daha küçük bir yapıya sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, *ex vitro* çiçeklenmede tozlanmanın sabah saatlerinde olduğunu gözlemlemiştir. *İn vitro* çiçeklenmede, bazı çiçekler *ex vitro* emsallerinde olduğu gibi açıldığı, bazılarının açılmadığını, polen ile anterlerin kısmen açılan lemma ve palea yapraklarının ucundan dışarı taşıdığını gözlemlemiştir. *Ex vitro* ve *in vitro* şartlarda çiçeklerde polen verimliliğini sırasıyla yaklaşık % 93 ve % 31 olarak kaydetmiştir. Çalışmalar elektron mikroskopunda taranarak incelenmiştir. *İn vitro* da polen duvarı gelişiminde bazı tutarsızlıklar görülmüştür.

Mekbib (1997), dört farklı tef bitkisi tohumunu (Ada, Deschager, Gommadie, Zuccariagina) *in vitro* ortamda kültüre alınarak, bir haftalık tef bitkisi fide eksplantları 0, 1, 2.5, 5, 10 mg dicamba, % 2 sukroz ve % 0.8 agar ile desteklemiş MS ortamına kültüre almıştır. Karanlık ortama bırakılan uygulamalarda kültürlenmiş yaprağın değişim tepkisi (embriyojenik kallus / direkt embriyo oluşumu) verileri kallus oluşumu, yaprak tabanından uzaklaştıkça azalmıştır. Bununla birlikte, birkaç eksplantta, örneğin gelişmemiş yaprağın yaprak ucunda kallus oluşumu elde ederek tüm genotiplerin aynı şekilde yanıt verdiğini bildirmiş ve hasat zamanına kadar bitkilerin gelişimini sağlamıştır.

Dayan (2006), *T. Turcica* bitkisi yetişen beş popülasyondan birisi olan Eber popülasyonundaki tohumlar çimlenme deneyleri ve mikroçoğaltım için kullanmıştır. *T. turcica* tohumları MS ortamına kültüre almadan önce stratifikasyon ve/veya konsantre sülfürik, hidroklorik ve nitrik asit kullanarak kimyasal stratifikasyon işlemine tabi tutmuştur. 90 dk. sülfürik asit muamelesi ile % 100 ve hızlı (3.6 gün) çimlenme için ideal bulunmuştur. *In vitro* fidelerden temin edilen kotiledon, epikotil ve kök eksplantlar değişik konsantrasyonlarda (0.5, 1, 2, 4 ve 8 mg/L) NAA veya 2.4-D bulunduran temel MS ortamlara transfer edilmiştir. % 100 kallus oluşumu için 2 mg/L NAA ve 2.4-D ortamı kullanılmıştır. Elde edilen sürgünler NAA içeren ortamda köklendirilmiştir.

Kurt (2006), *Centaurea zeybekii* Wagenitz'nin *in vitro* çimlenmesi ve mikroçoğaltımı üzerine çalışmasında türün kapitullarından çıkarılan tohumlar ile (aken meyve) farklı *in vitro* çimlendirme ortamlarının; GA<sub>3</sub> ile ışığın ve sıcaklığın çimlenme üzerine etkisini araştırmıştır. Bu denemelerde *Centaurea zeybekii* tohumlarının optimum *in vitro* çimlenme koşullarının belirlenmesi ve çimlenen fideliklerin dış ortamlara aktararak alıştırılmaları yapılmıştır. Sonuç olarak *C. zeybekii* türünün *in vitro* elde edilmiş steril fide yapraklarının eksplant olarak kullanılması ile direkt adventif sürgün rejenerasyonu için 1 mg/L KIN takviyeli MS ortamının eksplant başına en yüksek sürgün sayısı ve maksimum sürgün boyu açısından en iyi ortam olduğunu belirtilmiştir. Koltuk altı meristemler ve adventif sürgün oluşumu denemelerinden elde edilen sürgünler stok kültürden keserek köklendirmek amacıyla 0.5, 1, 2 ve 5 mg/L IAA, IBA, NAA içeren MS ve ½ × MS ortamlarına alınmıştır. MS ve ½ × MS ortamları arasında köklenme açısından belirgin bir farklılık görülmemiştir. Ancak son derece düşük sayı da kökler elde edilmiştir ve sürgünlerinden yalnız % 15'i 0.5 mg/L IBA ilaveli ortamlarda köklendirilebilmiştir. Kademeli bir şekilde aktararak aklimatize edilmiştir.

Büyükçingil (2007), sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) tohumlarının, düşük sıcaklıktaki (14 °C) çimlenme performanslarını artıracak priming uygulamaları ile priming çözeltilisine ilave edilecek bazı bitki hormonlarının çimlenme ve fide çıkış performansları üzerine olan etkilerini belirlemeyi çalışmıştır. Tohumlar farklı konsantrasyonlardaki polietilen glikol NaCl, KNO<sub>3</sub>, Gliserol ya da borik asit ile 1, 2 ya da 3 gün süre ile 25 °C'de muamele edilmişlerdir. Priming işlemini takiben, çimlendirme testleri, 14 °C'ye ayarlı iklim dolabında karanlıkta gerçekleştirilmiştir. Hormon etkilerinin belirlenmesi amacıyla farklı konsantrasyonlardaki MeJA, ACC, BA, ASA, GA<sub>3</sub> ya da bu bitki hormonlarının en düşük dozlarının ikili kombinasyonlarını içeren PEG 300 g L<sup>-1</sup> ile 2 gün süre ile prime edilen tohumlar daha sonra çimlenme ve çıkış denemesine alınmışlardır. Sonuç olarak, sorgum tohumlarının 300 g L<sup>-1</sup> PEG içerisinde 2 gün süre ile 25 °C prime edilmelerinin tohumların çimlenme performansını artırdığını, bitki hormonlarının tek başlarına ya da ikili kombinasyonlar halinde priming solüsyonuna ilave edilmelerinin sorgumun düşük sıcaklıktaki çimlenme ve çıkış performanslarının artırılmasında etkili bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir.

Ayan (2008), sorgum genotiplerinin verim, tarımsal karakterler ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yaptığı araştırmasını, Muratlı/Tekirdağ ve Ahmetbey/Kırklareli olmak üzere 2 lokasyonda düzenlemiştir. Araştırmada silajlık sorgum çeşitlerinde yeşil ot verimleri açısından en yüksek verim 1321.87 (kg/da) ile Ahmetbey lokasyonunda DSM 14-007 çeşidinden elde edilmiştir. Tane sorgum için erkenciliğin belirlenmesinde önemli bir kriter olan çiçeklenme gün sayısında en düşük sonuç ise her iki lokasyonda da 70 çiçeklenme gün sayısı ile 1-520 çeşidi vermiştir. Salkım ağırlığı verimi açısından çeşitler incelendiğinde her iki lokasyonda da 7-502 çeşidi ilk sırada yer almıştır. Dane sorgumda parsel verimi ortalamaları arasında Yeniceçiftlik lokasyonunda çeşitler arasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir. Bandırma lokasyonunda ise en yüksek verimi 9-159 çeşidi 1385 kg/da olarak vermiştir. En düşük parsel verimi ise 1200 kg/da ile 8-758 çeşidinden alınmıştır.

Kaya (2008), çalışmasında, tohum uygulamalarıyla tohumun yağ asitleri dağılımındaki değişimler ile tohum kalitesi arasındaki ilişkileri ortaya koymak amacıyla yapılan araştırmaları yapılmıştır.

Tuğay (2009), araştırmasında slajlık sorgum (Rox), sorgum sudan otu (Bovital) ve süpürge darısı (Populasyon) çeşitleriyle toprak işlemeli ve işlemez uygulamaların ikinci ürün sorgumun (*Sorghum ssp.*) verim ve kalitesine etkisini belirlemektedir. Araştırma sonuçlarına göre, bitki boyu, Kuru Madde Verimi, Bitkide ADF (Asit Deterjan Fiber) Oranı ve Bitkide NDF (Notral Deterjan Fiber) Oranı istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Araştırmada en yüksek değerler bitki boyunda 104.3 cm ile sorgum sudan otu (Bovital) çeşidinde toprak işlemez uygulama ile süpürge darısı populasyonda toprak işlemeli uygulamada bulunmuştur. Toprak işlemeli uygulamada ADF oranı % 39.9 ve NDF oranı % 73.7 ile sorgum sudan otu (Bovital) çeşidinde en yüksek bulunmuştur. Sonuç olarak en yüksek kuru madde verimi hem toprak işlemeli uygulamalarda hem de toprak işlemez uygulamalarda sorgum sudan otu melezinde bulunmuştur (Bovital: 1544.8 kg/da).

Karataş (2011), ikinci ürün sorgum çeşitlerinde farklı biçim devrelerinin verim ve kalite üzerine etkilerini araştırmak amacıyla çalışmasını Çukurova bölgesinde yürütmüştür. Üç farklı gelişim devresinde (süt olum, hamur olum, tam olum) hasat yapılmıştır. Farklı biçim devrelerinin bitki boyu, salkım boyu, yeşil ot verimi, yaş yaprak-sap-salkım verimleri, kuru

yaprak-sap ve salkım verimleri, yaprak- sap ve salkımda ham protein oranları üzerine etkileri belirlenmiştir. Biçim zamanı ilerledikçe hasıl verim, yaş yaprak, kuru yaprak-sap verimleri, ve bitki boyu artarken; yaş sap-salkım, kuru salkım ve yaprak-sap-salkım ham protein oranlarında düşüşler görülmüştür. Bu araştırma sonucunda; ele alınan özellikler irdelendiğinde Çukurova bölgesinde silajlık sorgum çeşitlerinin hamur olum döneminde biçilmesinin uygun olduğu sonucuna varmıştır.

Bahçeci (2012), *Scrophularia depauperata* Boiss.Syn: *S. variegata* Bieb. subsp. *depauperata* (Boiss) (LC) türünün tohum çimlenmesi ve ortaya çıkan *in vitro* fidelerin gelişimi üzerine agar (A),  $\frac{1}{2} \times$  MS (YMS) ve  $1 \times$  MS (TMS) olmak üzere üç farklı besi ortamı; 20 °C ve 25 °C olmak üzere iki farklı sıcaklık değeri; 16/8 (aydınlık/karanlık) ve karanlık olmak üzere iki farklı ışık uygulamasının etkilerini araştırmıştır. En iyi çimlenme 14.Günün sonunda % 71.25 çimlenme yüzdesi ile 25 °C sıcaklıkta, 16/8 (aydınlık/karanlık) fotoperiyodunda ve A besi ortamında olduğu görülmüştür. Tohumların çimlenmesiyle gelişen bitkicikler yine aynı şartlardaki A, YMS ve TMS ortamlarına aktarılmışlardır. 28 günlük fidelerde yapılan morfolojik ölçümlerde (fide kök-gövde uzunluğu ile fide taze ve kuru ağırlığı) en iyi bitkicik gelişiminin TMS'de gözlemlendiği belirlenmiştir. *In vitro* gelişen 3,5 aylık fideler bahçe toprağında sera şartlarına aktarılmış ve % 62 oranında canlılık göstermişlerdir.

Oruç (2012), *Verbascum lydiium* var. *lydiium* tohumlarının *in vitro* şartlarda çimlenme ve çimlenen tohumlardan gelişen fidelerin gelişim yeteneklerini araştırmıştır. Bu amaçla tohumların çimlenmesi ve ortaya çıkan fidelerin gelişimi için farklı besi ortamları (8 g/l agar ile katılaştırılmış  $\frac{1}{2}$  ve  $1 \times$  MS ortamı ile farklı koşullarda denenmiştir. Tohumlar, ikinci haftanın sonunda en yüksek oranda (% 84) agar ile katılaştırılmış ortamda, 25 °C sıcaklık ve 16/8 ışık fotoperiyotta çimlenmiştir. En iyi fide gelişimi 25 °C sıcaklık ve aydınlıkta, ancak besi ortamı olarak  $1 \times$  MS ortamda tespit edilmiştir. Yaklaşık 6 aylık fideler bitki toprağı içeren kültür kaplarına şaşırtılmıştır. Elde edilen sonuçlarına göre % 67 bitki alıştırma izlenmiştir.

Ebrahim Pour Mokhtarı (2014), araştırmasını; tarla ve laboratuvar koşullarında, iki lokasyon olarak yürüttüğü çalışmasında materyal olarak; Sugar Grazer II ve Digestivo çeşitlerini kullanmıştır. Priming (ön uygulaması) olarak tohumluklara (yaşlandırılmış ve yaşlandırılmamış) 6 farklı kimyasal (putresin, jasmonik asid, kinetin, KNO<sub>3</sub>, salsilik asid ve kontrol) uygulanmıştır. Araştırma sonucunda çıkış günü sayısı (% 50) 10-12 gün ile en



erken, Sugar Grazer II çeşidinin yaşlandırılmamış tohumlarından ve KNO<sub>3</sub> uygulamasında, çiçeklenme gün sayısı (% 50) 73-75 gün ile Sugar Grazer II çeşidinin yaşlandırılmamış tohumları ve KNO<sub>3</sub> uygulamasında saptanmıştır. En yüksek bin tane ağırlığı (24.99 g), Digestivo çeşidinin yaşlandırılmış tohumlarında, salisilik asit uygulaması sonucunda, bitki başına salkım tane ağırlığı açısından en yüksek sonuç (78.21 g), Digestivo çeşidinin yaşlandırılmamış tohumlarından ve KNO<sub>3</sub> uygulaması sonucunda saptanmıştır. Birim alan tane verimi açısından en yüksek sonuç (694.91 kg/da) Sugar Grazer II çeşidinin yaşlandırılmış tohumlarından ve salisilik asit uygulaması sonucunda belirlenmiştir. Hektolitre ağırlığı 76.10 kg/hL ile, Digestivo çeşidinin yaşlandırılmamış tohumlarından ve KNO<sub>3</sub> uygulaması sonucunda, protein açısından en yüksek protein oranı (% 15.07), Digestivo çeşidinin yaşlandırılmamış tohumlarından ve KNO<sub>3</sub> uygulaması sonucunda belirlenmiştir. Sonuç olarak melez sorgum çeşitlerinde priming materyali olarak salisilik asit, KNO<sub>3</sub> ve jasmonik asit uygulamalarının etkili olarak kullanılabileceği ifade edilebilir.

Sang-Hoon ve diğ. (2015), iki tef bitkisi çeşidinin (Tiffany ve Zümrüt) yem kalitesini ve özelliklerini değerlendirmek amacıyla yürüttükleri çalışmada, çeşitler arasında yem verimi ve kalitesi bakımından, Tiffany çeşidinde belirgin biçimde daha yüksek yem ve kalite parametreleri bulunan çeşitlilik gözlenmiştir. Optimal kallus indüksiyonunu ve bitki rejenerasyonunu belirlemek için optimize edilmiş kültür ortamı kullanılarak deneyler yapmışlardır. Kallus indüksiyonu ve bitki rejenerasyonu, Tiffany çeşidinde daha yüksek gözlemlenmiştir.

Benlioğlu ve Özkan (2015), bitki materyali olarak; Aydanhanım, Bulbul-89 ve Tarm-92 iki sıralı arpa çeşitlerini kullanmışlardır. Tuz stresi için NaCl'nin 5 dozu (3, 6, 9, 12 ve 15 g/l) ve kontrol grubu olarak da saf su (0 g/l) uygulanmıştır. Çalışmanın 4. gününde çimlenmiş olan tohumlar sayılarak "Çimlenme Hızı" ve 8. günde ikinci sayım ve diğer ölçümler yapılarak çimlenme gücü, kök uzunluğu, sürgün uzunluğu, yaş ve kuru ağırlık parametreleri belirlenmiştir. Alınan sonuçlara göre çeşitler, çimlenme gücü, kök uzunluğu, sürgün uzunluğu ve kuru ağırlık parametreleri istatistiki anlamda önemli bulunmuştur. Bununla birlikte; tuz dozları için incelenen tüm parametreler ve çeşit x tuz interaksyonları için ise; kök uzunluğu, yaş ve kuru ağırlık parametrelerinin de istatistiksel olarak önemli çıktığı belirlenmiştir. İncelenen tüm parametrelerde Tarm-92 çeşidinin diğer çeşitlere göre tuza toleransının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Üke (2016), farklı hasat zamanlarının kinoa ve tef bitkilerin ot verimi ve ot kalitesi üzerine etkilerini incelediği çalışmasını kinoa ve tef bitkileri tesadüf blokları deneme desenine göre beş tekrarlamalı olarak mayıs ayında ekmiştir. Bitkiler çiçeklenme öncesi, çiçeklenme ve tohum bağlama dönemi olmak üzere 3 dönemde hasat edilerek yeşil ve kuru ot verimleri belirlenmiştir. Kuru ottan alınan örnekler öğütülerek kimyasal analizleri yapılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre hem kinoa hem de tef bitkisinde hasat zamanının ilerlemesiyle yeşil ve kuru ot verimlerinde, asitte çözünmeyen lif (ADF) ve nötrde çözünmeyen lif (NDF) oranlarında artış gözlemlenmiştir. Bununla birlikte hasat zamanının ilerlemesiyle ham kül, ham protein, ham yağ, toplam fenolik ve antiradikal kapasitede azalmalar tespit etmiştir.

Daba (2017), araştırmasında tefin besleyici, sosyo-ekonomik ve kültürel değerlerine odaklanmaktadır. Besin bileşimleri için sırasıyla beyaz ve kırmızı kahverengi çeşitlerini temsil eden iki ayrı tef çeşidi, kuncho ve key-tef'i analiz etmiştir. Bu çalışmada iki çeşidin besinsel bileşimi, anahtar mineralinin (kırmızı çeşit) çoğu mineral ve temel amino asitlerde kunchodan (beyaz çeşit) üstün olduğunu doğrulamıştır. Sürdürülebilir tef üretiminin sağlanması, verimliliğini arttırmayı, verimli iç kullanımı ve uluslararası piyasa değerlerini desteklemeyi gerektirir.

Geren ve diğ. (2018), çalışmasında farklı sıra arası uzaklarının tef bitkisinin verimliliği üzerindeki etkisini değerlendirdiği çalışmasında, bitki materyali olarak "Dessie" isimli tef tohumunu kullanmıştır. Deneme 3 tekrarlamalı olarak kurulmuş olup, dört farklı sıra arası uzaklığı (17.5, 35.0, 52.5 ve 70.0 cm) uygulanmıştır. Çalışmada; hasattaki bitki sayısı, bitki boyu, hasat indeksi, toplam tane ve kuru madde (KM) verimi, ham protein (HP) oranı, asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) ve nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF) gibi özellikler incelenmiştir. Sonuçlar; sıra arası uzaklıklar arasında yukarıda belirtilen özellikler üzerine önemli farklar bulunduğunu göstermiştir. Yetiştirme mevsimi süresince bitki üzerinde, tane ve ot üretimi için sırasıyla iki ve üç hasat yapılmıştır. Sıra arası uzaklığın azalmasıyla toplam tane ve KM verimleri yükselmiştir. Dar sıralar, geniş sıralara kıyasla daha yüksek yem kalitesi sağlamıştır. Yöre koşullarında tef bitkisinden yüksek tane ve ot verimi sağlamak için 17.5 cm sıra arası uzaklığı tavsiye edilebilir.

Tsegaye ve diğ. (2018), teften izole edilen bakteriyel endofitlerin karakterizasyonu ve tanımlanması konusundaki çalışması, tef tohumlarından elde edilen bakteriyel endofitleri taramak, tanımlamak ve karakterize etmek için yapılmıştır.

Gürün (2018), çalışmasını farklı fosfor seviyelerinin yaz otu (Dessie çeşidi) bitkisinde tane verimi ve bazı verim özellikleri üzerine etkilerini saptamak amacıyla yürütmüştür. Denemede beş farklı fosfor (0, 5, 10, 15, 20 kg P da<sup>-1</sup>) seviyesi içeren toprağa yaz otu fideleri dikilmiştir. Sonuçlar, fosfor uygulamaların incelenen tüm özellikler üzerinde önemli etkilerinin olduğunu göstermiştir. Yüksek fosfor dozu uygulamaları, kontrol uygulamasına göre tane verimini yükseltmiştir. Bu sonuçlar, dekara 10 kg fosfor uygulamasının, İzmir'de, yaz otunun tane verimini yükselten en iyi gübre seviyesi olduğunu ortaya koymuştur.

Sarı ve Tiryaki (2018), ülkemiz için önemli bir tarımsal potansiyele sahip olabilecek tef bitkisinin birçok yönü ile ele alınarak tanıtılmasını amaçlamaktadırlar. Tef bitkisi ile ilgili genel bir çalışma yapmışlardır. Sonuç olarak yeni bilimsel çalışmalar bitkinin daha fazla tanınmasına ve öneminin giderek artmasına neden olmaktadır.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Araştırma Yeri

Çalışma, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü Bitkisel Biyoteknoloji Laboratuvarı'nda yürütülmüştür.

##### 3.1.2. Bitkisel Materyal ve Özellikleri

*Eragrostif tef* bitkisi *Poaceae* familyası, *Chloridoideae* (*Eragrostoideae*) alt familyası, *Eragrostidae* takımı, *Eragrostis* cinsine dâhildir (Mahdavi ve diğ., 2018). Çalışmamızda materyal olarak *E. tef* tohumları kullanılmış ve tohumlar “*Yayla Gurme*” markası adı altında satılan Yayla Agro Gıda Sanayi ve Nakliyat A.Ş. firmasından temin edilmiştir. Firma Etiyopya'dan gelen tohumları Şubat 2018 tarihinde paketlemiş ve satışa sunmuştur. Alınan tohumlar (Şekil 3.1.) üç renge sahip olduğundan dolayı içlerinde beyaz ve siyah olanlar ayırt edilmiş kahverengi ve sağlıklı olanlar seçilerek tohumların 1000 tane ağırlığı hesaplanmış ve 0.3106 gr olarak kaydedilmiştir. Çalışma materyali olarak kullanılmak üzere oda sıcaklığında cam şişelerde güneş almayan bir rafta muhafaza edilmiştir.



**Şekil 3.1.** Çalışmada Kullanılan Tef Tohumlarına Ait Görüntü

### 3.1.3. *In vitro* Şartlarda Kullanılan Büyüme Ortamları

*In vitro* çimlenme denemesinde iki farklı ortam kullanılmış ve bu ortamlar iki farklı şekilde iklim dolabında bekletilmiştir. 10 adet tohumun bulunan 25 tekerrürlü Magenta kapları kullanılmıştır. Çimlenme denemelerinde ortam olarak % 0.5 (w/v) agar içeren katılaştırılmış agar (A), ortamı ile MS (Murashige-Skoog, 1962) ortamı, şeker ve agar ile katılaştırılmış ortam (Tablo 3.1.) kullanılmıştır.

**Tablo 3.1.** MS besin ortamında bulunan mineral maddeler ve konsantrasyonları (Murashige ve Skoog, 1962).

MakroElementler		MikroElementler		Vitaminler	
Ortamda Bulunan maddeler	Kons. (mg l <sup>-1</sup> )	Ortamda Bulunan Maddeler	Kons. (mg l <sup>-1</sup> )	Ortamda Bulunan maddeler	Kons. (mg l <sup>-1</sup> )
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	1650.0	KI	0.8	Myo-Inositol	100.0
KNO <sub>3</sub>	1900.0	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	6.2	Nicotinic Acid	0.5
CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	440.0	MnSO <sub>4</sub> .4H <sub>2</sub> O	22.3	Pyrotinic Acid	0.5
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	370.0	ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	8.6	Thiamine-HCl	0.1
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	170.0	Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	0.2	Glycine	2.0
		CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	0.0		
		CoCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	0.0		
		FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	27.8		
		Na <sub>2</sub> EDTA.2H <sub>2</sub> O	37.25		

### 3.1.4. Çalışmada Kullanılan Toprağın Özellikleri

Çalışmada kullanılan toprak, Ankara'nın Gölbaşı ilçesinden temin edilerek, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Merkezi Araştırma ve Uygulama Laboratuvarı bünyesinde yer alan Toprak Analiz Laboratuvarı'nda fiziksel ve kimyasal analize tabi tutulmuş ve elde edilen sonuçlar Tablo 3.2.'de verilmiştir (Ek 1.).

**Tablo 3.2.** Çalışmada kullanılan toprağın özellikleri

Analiz Tipi	Sonuç	Durumu
Potasyum (K <sub>2</sub> O) Kg/da	109.3	Yüksek
Fosfor(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) Kg/da	6.1	Orta
Kireç (%)	10.8	Orta Kireçli
Organik Madde (%)	1.9	Az
Toplam Tuz (%)	0.0	Tuzsuz
pH	8.3	Hafif Alkali
Saturasyon (%)	68.2	Killi Tınlı

### 3.1.5. *In vitro* ve *Ex vitro* Şartlarda Çimlenme ve Morfolojik Özelliklerin Belirlenmesi

Tef bitkisi tohumlarının *in vitro* ve *ex vitro* şartlarda çimlenmesi ve morfolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla dört tanesi *in vitro*'da iki tanesi *ex vitro* koşullarda olmak üzere toplam altı farklı uygulama yapılmıştır. *In vitro* şartlarda denenmiş olan uygulamalar sırasıyla aşağıda verilmiştir.

1. Tohumlar sterilizasyondan sonra % 5 agar ile katılaştırılmış ortamı içeren alüminyum folyo ile kaplanmış Magentalarına kültüre üç gün boyunca karanlıkta bekletilmiştir. Tohum kültüre alınmış Magentaları daha sonra 16/8 h ışık/karanlık fotoperiyota alınmıştır. Bu işlem için her Magentada 10'er adet tohum olacak şekilde toplam 25 Magenta'ya ekim yapılmıştır. Toplam 250 tohum çimlendirilmiştir.

2. Tohumlar sterilizasyondan sonra MS ortama kültüre alınarak Magentalar alüminyum folyoya sarılarak üç gün boyunca karanlıkta bekletilmiş daha sonra 16/8 h ışık/karanlık fotoperiyota alınmıştır. Bu işlem için her Magentada 10 er adet tohum olacak şekilde toplam 25 Magenta'ya ekim yapılmıştır. Toplam 250 tohum çimlendirilmiştir.
3. 16/8 ışık/karanlık fotoperiyot altında % 5 agar ile katılaştırılmış ortama kültüre alınmıştır. Bu işlem için her Magentada 10 er adet tohum olacak şekilde toplam 25 Magenta'ya ekim yapılmıştır. Toplam 250 tohum çimlendirilmiştir.
4. 16/8 ışık/ karanlık fotoperiyot-MS ortama kültüre alınması. Bu işlem için her Magentada 10er adet tohum olacak şekilde toplam 25 Magenta'ya ekim yapılmıştır. Toplam 250 tohum çimlendirilmiştir.

*Ex vitro* şartlarda denenmiş olan uygulamalar ise sırasıyla;

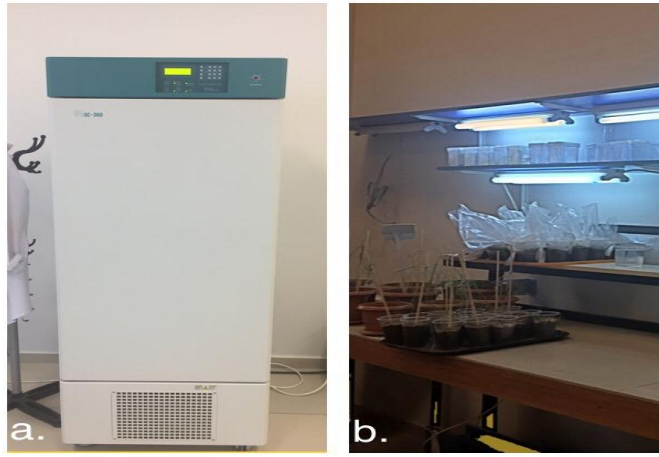
1. Tohumlar 24 saat suda bekletilerek hidropriming muamele yapılmış ardından 250 adet tohum 45x20x20 cm ebatlarında toprak içeren 1 adet plastik kaba ekilmiştir.
2. Her hangi muamele yapmadan 250 adet tohum 45x20x20 cm ebatlarında toprak içeren 1 adet plastik kaba ekilmiştir.

Denemeler kapsamında aşağıdaki özellikler incelenmiştir.

- Çimlenme Süresi: *In vitro* ve *ex vitro* ortamlara ekim yapıldıktan sonra çimlenmenin görüldüğü ilk gündür.
- Çimlenme Hızı: *In vitro* ve *ex vitro* ortamlara ekim yapıldıktan dört gün sonra çimlenmiş olan tohumların sayısıdır.
- Çimlenme Gücü: *In vitro* ve *ex vitro* ortamlara ekimin yapıldığı sekizinci gün çimlenmiş olan tohumların sayısıdır.
- Bitki Boyu: Çimlenmiş olan bitkilerin birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü ayın sonunda toprak üstündeki bitki aksamının toprak seviyesi ile sürgün ucu arasında kalan mesafenin cm cinsinden değeridir.
- Yaprak Sayısı: Çimlenmiş olan bitkilerin birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü ayın sonunda bitki saplarındaki yaprak sayısıdır.
- Kardeşlenme Sayısı: Çimlenmiş olan bitkilerin birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü ayın sonunda saksıdaki tüm bitki saplarının sayısıdır.
- Başaklanma Günü: *In vitro* ve *ex vitro* ortamlara ekim yapıldıktan sonra çimlenmiş olan bitkilerde başakların görüldüğü ilk tarihtir.

### 3.1.6. Yetiştirme Ortamının Özellikleri

*In vitro* uygulamasında tohumlar MS ortama ve % 5 agar ile katılaştırılmış ortamına alınarak çimlendirilmiştir. Ekimi yapılan tohumlar  $24\pm 1$  °C'de 16 saat ışık, 8 saat karanlık fotoperiyodunda iklim dolabında çimlendirilmiştir. *Ex vitro* uygulamasında ise ekilen tohumlar ve aklimitazyona alınan bitkicikler beyaz floresan ışığında 16 saat ışık, 8 saat karanlık fotoperiyodunda  $24\pm 1$  °C'de iklim odasında tutulmuştur ( Şekil 3.2.).



**Şekil 3.2.** Uygulamalarda Tohumların Ekiminden Sonra Çimlenmeye Bırakılan Yetiştirme Ortamları (a. Çalışmada kullanılan iklim dolabı, b. Çalışmada kullanılan iklim odası)

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Tohumlara Canlılık Testi

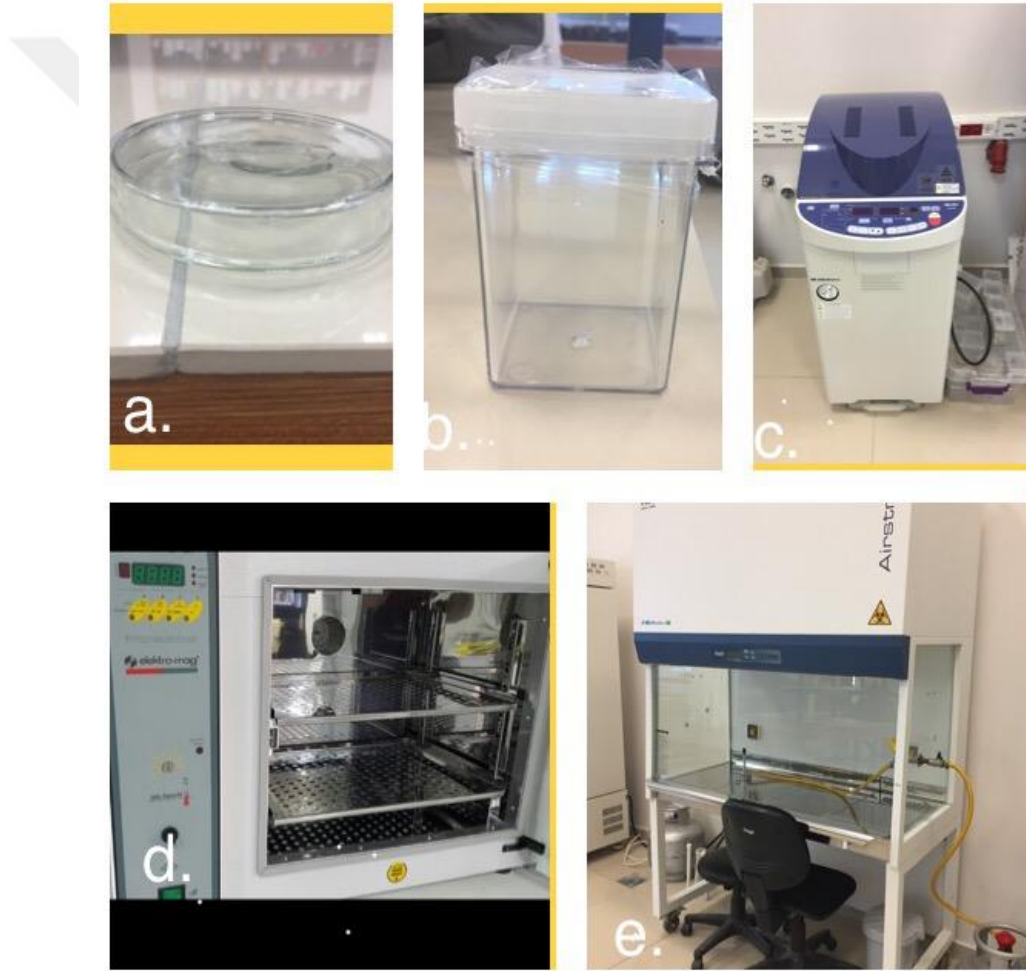
Bu testte tohumların canlılıkları 2,3,5 trifeniltetrazolium klorür (TTC) çözeltisi ile muameleleri sonucu kırmızı renk alıp almamaları ile belirlenmektedir ve araştırmacılar genellikle % 0.1-% 1.0 konsantrasyonlarının yaygın olarak kullanıldığını bildirilmişlerdir (Kurt, 2006). Bu amaç doğrultusunda % 0.1'lik TTC çözeltisi hazırlanmıştır. Sayılmış olan 100 adet tohum falkon tüpe aktarılmış üzerine % 0.1'lik TTC çözeltisi eklenerek 24 saat bekletilmiştir.



### 3.2.2. Sterilizasyon Şartları

#### 3.2.2.1. Araştırmada Kullanılan Laboratuvar Malzemelerinin Sterilizasyonu

Sterilizasyon aşamaları ve bütün doku kültürü işlemleri laminar hava akımlı steril biyogüvenlik kabini biyogüvenlik kabini içinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan cam petri kutuları ve kurutma kağıtları 160 °C’de 1.5 saat etüv içerisinde steril edilmiştir. Kullanılan plastik Magenta kapları, beherler ve diğer boş cam malzemeler ağızları kapatılarak ve alüminyum folyo ile sarılarak otoklav içerisinde yerleştirilip 105 kPa basınç 121 °C’de 20 dk steril edilmiştir. Çalışmada kullanılan cihaz ve malzemeler Şekil 3.3.’de verilmiştir.



Şekil 3.3. Çalışmada Kullanılan Cihaz ve Malzemelerin Görüntüleri (a. cam petri kabı, b. Magenta kabı, c. otoklav, d. etüv, e. laminar hava akımlı steril biyogüvenlik kabini)

### 3.2.2.2. Çalışma Ortamının Sterilizasyonu

Bütün *in vitro* çalışmaların içerisinde gerçekleştiği laminar hava akımlı steril çalışma biyogüvenlik kabininin içi ve dışı çalışmaya başlamadan önce olası kontaminasyonu engellemek için % 70'lik etil alkol (EtOH) ile silinmiştir.

### 3.2.2.3. Tohumların Yüzey Sterilizasyonu

Tef bitkisi tohumlarının yüzey sterilizasyonu, literatür taraması sonucunda dört farklı tohum sterilizasyon protokolü geliştirilerek yapılmıştır. Sterilizasyon laminar hava akımlı steril biyogüvenlik kabini biyogüvenlik kabini içerisinde daha önceden steril edilmiş olan cam beher, kurutma kağıdı, bisturi ve pens kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan tohum yüzey sterilizasyonu protokolleri aşağıdaki gibidir:

1. Tohumlar ilk önce 3 dk. % 70'lik etil alkolde (Alkomed % 96) tutuldu. Daha sonra 10 dk. % 10'luk NaOCl'de (ace markalı ticari çamaşır suyu) bekletildi. Ardından 1'er dk. 3 kez durulama yapıldı.
2. Tohumlar ilk önce 3 dk. boyunca % 70'lik etil alkolde tutuldu. Daha sonra 20 dk. % 5'lik sodyum hipokloritte (NaOCl) asıl sterilizasyon işlemine tabi tutuldu. 1'er dk. 3 kez durulama yapıldı.
3. Tohumlar ilk önce 5 dk. boyunca % 70'lik etil alkolde tutuldu. 1'er dk. 3 kez durulama yapıldı.
4. Tohumlar ilk önce 5 dk. boyunca % 70'lik etil alkolde tutuldu. 20 dk. % 10'luk sodyum hipokloritte (NaOCl) asıl sterilizasyon işlemine tabi tutuldu. 1'er dk. 3 kez durulama yapıldı.

Tohumlar MS besin ortamı ve % 5 agar ile katılaştırılmış ortamına ekilmiş ve bir hafta sonunda elde edilen çimlenme oranlarına ilişkin verileri alınmıştır.

### 3.2.3. Tohumların *Ex Vitro* Çimlendirilmesi

Tohumların *ex vitro* çimlenme uygulanmasında iki farklı yöntem kullanılmıştır. Doğrudan ekim ve 24 saat hidropriming muameleden sonra ekimi yapılmıştır Her iki uygulamada tohumları toprak yüzeyine konulmuş 12 cm yüksekliğinin de 45 × 20 cm'lik plastik kaplara sıra arası 2 cm olacak şekilde her uygulama için toplam 250 adet tohum ekilmiştir.

#### **3.2.4. Toprak Hazırlığı ve Tohumların Ekimi**

İnce elenmiş toprakla doldurulmuş plastik kaplardaki toprağa 2 cm derinliğe ekim yapılmıştır. Ekimi tohum yatağı sırtlarına elle yapılmıştır. Tohum ekiminde toprak-tohum temasını artıracak baskılama işleminin yapılması iyi bir tohum çimlenmesi ve iyi bir bitki örtüsünün oluşması için önemlidir o yüzden ekimden sonra toprak bastırılmıştır.

#### **3.2.5. Bakım işlemleri**

İklim odasının nemi ve derecesi taşınabilir nem ve sıcaklık ölçerle 5 - 6 günde bir ölçülmüş ve nem azalışında Magenta kaplarının içlerine su konularak odanın nem dengesi sağlanmaya çalışılmıştır. Bitkiler beyaz floresan ışığında 16 saat ışık 8 saat karanlık fotoperiyodunda tutulduğundan dolayı 5 günde bir, pH: 7.3 Na: 155 Ca: 114 Mg: 46.2 özelliklerine sahip çeşme suyu ile sulanmıştır (Atabey, 2015). Saksı içinde çıkan yabancı otlar elle temizlenmiş, büyüyen bitkilerin yatmalarını engellemek amacıyla ekim kabının belirli yerlerine çubuklar sokularak her çubuğa 15 bitki gelecek şekilde saplanmış ve ip yardımıyla bitkiler çubuklara bağlanmıştır.

#### **3.2.6. İstatistiksel Analizler**

Tez çalışmasında, hem *in vitro* hem de *ex vitro* denemeleri tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. İncelenen uygulamaları arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılığın çimlenme hızı, çimlenme gücü, yaprak sayısı, ve sterilizasyon protokolü ortalamaları arasındaki farklılık tek yönlü varyans analizi ile F testi yaparak değerlendirilmiştir. Tek yönlü varyans analizi kapsamında istatistiksel açıdan önemli bulunan farklılıkların önem seviyesi belirlemek için Duncan testi kullanılmıştır. Analizler “SPSS for Windows 25” istatistiksel paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Mendeş, 2012).

## 4. BULGULAR

### 4.1. Tohumların Canlılık Testi

Tohum canlılığının belirlenmesinde kullanılan çok sayıda test bulunmaktadır. Ancak, çimlendirme testi ve tetrazolium testi dünya çapında tohum laboratuvarlarında en çok kullanılan canlılık testleridir. Bu konuda 20. yüzyılın ilk çeyreğinden itibaren çalışmalarını sürdüren, dünya çapındaki tek kuruluş Uluslararası Tohum Test Birliği (ISTA)'dir (ISTA, 2018). ISTA, tohumların çimlenebilmeleri için canlı olmaları gerektiğini ve bu canlılığının belirlenmesi için değişik testler uygulanabileceğini belirtmiştir. Bunlardan biri olan tetrazolium testi, tohumdaki respirasyon enzimlerinin aktivitesine bağlı olarak, canlı tohumları cansız tohumlardan ayıran biyokimyasal bir testtir. Testin uygulanması sırasında tohumların su almasıyla dehidrogenaz enziminin aktivitesi artar, bu da hidrojen iyonlarının salınımına yol açar. Salınan hidrojen iyonları renksiz tetrazolium tuz çözeltisini, formazan adı verilen kimyasal bileşiğe indirger. Formazan solunum yapan canlı hücreleri kırmızı renge boyar, cansız hücreler ise renk almaz (Hartman ve Kester, 1983). Tohumların canlılığa tohumdaki dokuların boyanmasına göre karar verilmektedir. Şubat 2018 yılında ticari olarak paketlenen tef bitkisi tohumlarına laboratuvar koşullarında tetrazolium testi uygulanmış ve tohumların (195/250 adet tohum) veya %78 oranında kırmızıya boyandığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.1).



**Şekil 4.1.** TTC Solüsyonunda 24 saat Bekleyen ve Kırmızıya Boyanan Tef Bitkisi Tohumları

#### 4.2. Tohumların Yüzeysel Sterilizasyonuna İlişkin Bulgular

Doku kültürü çalışmalarında; kullanılan bitki kısımlarının yüzeysel olarak temizlenebilmesi için gerekli olan uygun dezenfektan türleri, konsantrasyonları ve kullanım süreleri birbirinden farklılık göstermektedir. Bu nedenle, bir sterilizasyon çalışmasında amaç en etkili ve en düşük seviyede dezenfektan dozunun belirlenmesidir. Yüzeysel sterilizasyonunda hidrojen peroksit, civa, gümüş nitrat, antibiyotikler, biyositler, sodyum hipoklorit yaygın olarak kullanılmaktadır (Babaoğlu, 2002).

Kahverengi tef bitkisi tohumları yüzeysel sterilizasyonuna tabi tutulmuştur. Literatür taraması sonucu dört farklı tohum sterilizasyon protokolü geliştirilmiş ve sterilizasyon laminar flow kabini içerisinde cam beher, mikro pipet, mikro pipet ucu, kurutma kağıdı, bisturi ve pens kullanılarak yapılmıştır. Tohumlar MS besin ortamı ve % 5 agar ile katılaştırılmış ortamına kültüre alınmıştır ve bir hafta sonunda çimlenme oranlarına ilişkin veriler elde edilmiştir. Şekil 4.2.'de tef bitkisi tohumlarının yüzeysel sterilizasyonuna ait görüntü verilmiştir.



Şekil 4.2. Tef Bitkisi Tohumlarının Sterilizasyonu

MS ve % 5 agar ile katılaştırılmış ortamlarına ilişkin çimlenme oranlarına ait varyans analizi sonuçları Tablo 4.1.'de verilmiştir.

**Tablo 4.1.** Tef bitkisi tohumlarının farklı muamelelerde MS içeren ve içermeyen % 5 agar ile katılaştırılmış ortamlarında çimlenmesine ait varyans analizi sonuçları

V.K.	MS Ortamı			% 5 Agar ile Katılaştırılmış Ortamı	
	S.D.	K.O.	F	K.O.	F
Muamele	3	1862.0	6.2*	1629.6	39.1*
Hata	32	299.3		41.6	
Genel Toplam	35				

\*  $p < 0.05$  düzeyinde önemlidir.

Tablo. 4.1.'de görüldüğü gibi çimlenme oranları bakımından muameleler arasında 0.05 düzeyinde farklılık gözlemlenmiştir. Bu farklılığın önem düzeyini belirlemek amacıyla yapılan Duncan test sonuçları Tablo 4.2.'de verilmiştir.

**Tablo 4.2.** Tef bitkisi tohumlarının farklı muamelelerde MS içeren ve içermeyen % 5 agar ile katılaştırılmış ortamlarında çimlenme oranlarına ilişkin Duncan testi analizi sonuçları

Muamele No	Muameleler				MS Ortamı*	% 5 Agar ile Katılaştırılmış Ortam *
	Etanol ile Muamelesi		Çamaşır Suyu ile Sterilizasyonu			
	Süre (dk.)	Etanol dozu (%)	Süre (dk.)	NaOCl dozu (%)		
1	3	70	10	10	48.8bc	71.1a
2	3	70	20	5	33.3c	42.2c
3	5	70	-	-	66.6a	66.6a
4	5	70	20	10	58.8ab	51.1b

\* Aynı sütünde farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasında LSD testine göre 0.5 düzeyinde önemli farklılığı izlenmiştir

Tablo 4.2.'de görüldüğü gibi MS ortamında % 33.3-66.6 oranlarında çimlenme meydana gelmiş olup, en yüksek çimlenme oranı % 66.6 ile yalnızca etanol ile muamele edilmiş yapıldığı üçüncü protokolden elde edilmiştir. % 5 agar ile katılaştırılmış ortamında ise, % 42.2-71.1 oranlarında çimlenme meydana gelmiş olup, en yüksek çimlenme oranı 3 dk % 70 etanol muamelesi ile 10 dk. % 10 NaOCl çözeltilisinin kullanıldığı birinci protokolden elde edilmiştir.

### 4.3. *In Vitro* ve *Ex Vitro* Şartlarda Çimlendirmesi

Tef bitkisi tohumlarının *in vitro* ve *ex vitro* koşullarda çimlenme uygulamaları toplam altı farklı şekilde aşağıdaki gibi kurulmuştur (Tablo 4.3.) .

**Tablo 4.3.** Tef bitkisinde *in vitro* ve *ex vitro* koşullarda çimlenme için uygulanan ortamlar

Sıra No	Uygulamalar	
	<i>In Vitro</i>	<i>Ex Vitro</i>
1	% 5 agar ile katılaştırılmış MS ortamı	Direkt Toprağa Ekim
2	Üç Gün Karanlıkta bekletilen+MS ortamı	24 saat Hidropriming den sonra Ekim
3	% 5 agar ile katılaştırılmış ortam	-
4	Üç Gün Karanlıkta bekletilen+ % 5 agar ile katılaştırılmış ortam	-

Çimlenme süresi, çimlenme hızı ve çimlenme gücüne ilişkin bulgular aşağıdaki gibidir.

#### 4.3.1. Çimlenme Süresine İlişkin Bulgular

*In vitro* ve *ex vitro* koşullara kültüre alınmış tohumların çimlenme sürelerinde farklılıklar gözlemlenmiştir. Gözlemlenen çimlenme süresine (h) ilişkin bulgular, Tablo 4.4.'de verilmiştir.

**Tablo 4.4.** *In vitro* ve *ex vitro* şartlarda farklı ortamlardaki çimlenme süresi (saat) verileri

Muamele	Çimlenme süresi
<i>In vitro</i> koşullarda MS ortamı	24 saat 39'
<i>In vitro</i> koşullarda Üç Gün Karanlıkta bekletilen+MS	24 saat 54'
<i>In vitro</i> koşullarda % 5 Agar ile Katılaştırılmış Ortamı	17 saat 46'
<i>In vitro</i> koşullarda Üç Gün Karanlıkta bekletilen+% 5 Agar ile Katılaştırılmış	17 saat 56'
<i>In vivo</i> koşullarda Direkt Toprağa Ekim	77 saat
<i>Ex vitro</i> koşullarda 24 saat Hidropriming + Ekim	10 saat

Tablo 4.4 'de görüldüğü üzere *in vitro* ve *ex vitro* koşullarda ortamlarda çimlenme sürelerinde farklılıklar gözlemlenmiştir. En uzun çimlenme 77 saat süre ile *ex vitro* koşullarda direkt ekim yapılan tohumlarda gözlemlenirken en kısa çimlenme 10 saat süre ile 24 saat hidropriming+ekim muamele sonucu elde edilmiştir.

#### 4.3.2. Çimlenme Hızı ve Çimlenme Gücüne İlişkin Bulgular

*In vitro* ve *ex vitro* koşullarda farklı ortamlara kültüre alınmış tohumlarda farklı muameleler sonucu bitki sayımı yapılarak elde edilen verilerin dördüncü gün sonunda hesaplanan bitki sayısı çimlenme hızı, sekizinci gün sonunda hesaplanan bitki sayısı çimlenme gücü olarak kaydedilmiştir. Elde edilen veriler Tablo 4.5’ te verilmiştir.

**Tablo 4.5.** *In vitro* ve *ex vitro* koşullarda çimlenme hızı (gün) ve çimlenme gücü’ne ait tek yönlü varyans analizi sonuçları

		Çimlenme Hızı		Çimlenme Gücü	
V.K.	S.D.	K.O.	F	K.O.	F
Muamele	5	1057.0	18.9	2326.0	142.8*
Hata	144	55.7		16.2	
Genel Toplam	149				

\*  $p < 0.05$  düzeyinde önemlidir.

Analiz sonuçları uygulamaların ortalamaları arasında çimlenme hızı ve çimlenme gücü bakımından Duncan testi açısından 0.05 düzeyinde önemli bir farklılığın bulunduğunu göstermektedir.

**Tablo 4.6.** *In vitro* ve *ex vitro* koşullarda çimlenme hızı (gün) ve çimlenme gücü (gün)’ne ilişkin Duncan Analizi sonuçları

Uygulamalar		Çimlenme Hızı (%)*	Çimlenme Gücü (%)*
<i>In vitro</i>	MS	26.0c	32.0d
	Üç Gün Karanlıkta bekletilen+MS Ortamı	24.8c	31.2d
	% 5 Agar ile Katılaştırılmış Ortamı	32.8b	38.4c
	Üç Gün Karanlıkta bekletilen+% 5 Agar ile Katılaştırılmış Ortamı	40.4a	47.2b
	<i>Ex vitro</i>	Direkt Toprağa Ekim	34.4b
	24 saat Hidropriming+Ekim	39.2a	52.8a

\*  $p < 0.05$  düzeyinde önemlidir.



Duncan testi sonuçları incelendiğinde; en yüksek çimlenme hızı oranı üç gün karanlıkta bekletilen+% 5 agar ile katılaştırılmış ortamında gözlemlenirken en düşük çimlenme hızı oranı MS ortamında gözlemlenmiştir. Ayrıca, üç gün karanlıkta bekletilen+MS ortamı ile MS ortamında, % 5 agar ile katılaştırılmış ortamında ve direkt toprağa kültüre alınmış tohumlar ve üç gün karanlıkta bekletilen+% 5 agar ile katılaştırılmış ortamı ile 24 saat hidropriming+ kültüre alınmış ortamlardan elde edilen sonuçlar bir grupta toplanmıştır. Aynı grupta yer aldıkları için aralarında çimlenme hızı bakımından istatistiksel bir farklılığa rastlanmamıştır.

Tablo 4.6.'da en yüksek çimlenme gücü oranınının 24 saat hidropriming+kültüre alınmış tohumlarına ait olduğu, en düşük çimlenme gücü yüzdesi ise üç gün karanlıkta bekletilen+MS ortamına ait olduğu gözlemlenmiştir. MS ortamı ile üç gün karanlıkta bekletilen+MS ortamı ve 24 saat hidropriming+ kültüre alınması ile direkt toprağa kültüre alınmış tohumlar aynı grupta yer aldıkları için aralarında çimlenme gücü bakımından istatistiksel bir farklılığı rastlanmamıştır.

#### 4.4. *In vitro* ve *Ex vitro* Koşullarda Morfolojik Özelliklere İlişkin Bulgular

##### 4.4.1. Bitki Boyu

*In vitro* ve *ex vitro* koşullarda farklı ortamlara kültüre alınmış tohumlardan elde edilen bitkilerin dört ay boyunca her ay bitki boyları ölçülmüş ve veriler kaydedilmiştir. Bir aylık, iki aylık, üç aylık ve dört aylık bitkilere ait görüntüler sırası ile Şekil 4.3., Şekil 4.4., Şekil 4.5. ve Şekil 4.6.'da verilmiştir. Elde edilen veriler tek yönlü varyans analizine tabi tutulmuştur. Bulgular Tablo 4.7'de verilmiştir.

**Tablo 4.7.** *In vitro* ve *ex vitro* şartlarda bitki boyu (cm) ait dört aylık veriler

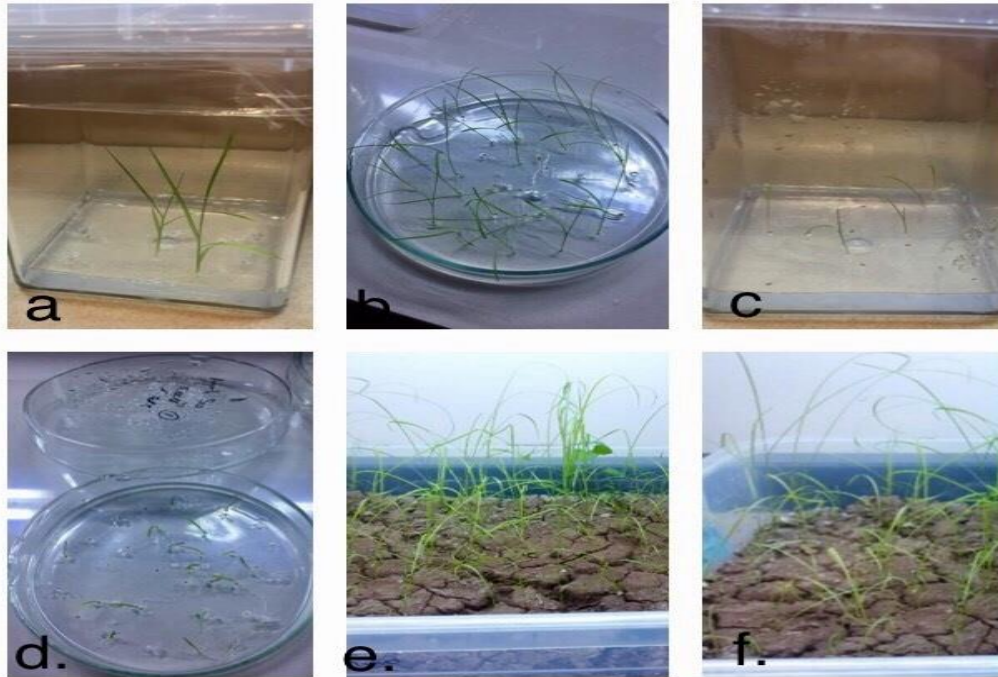
Uygulama	1	2	3	4
MS ortamı	3.2c	12.5c	25.6a	30.7a
Uç Gün Karanlıkta Bekletilen +MS				
Ortam	4.6b	12.7c	24.2a	29.3a
% 5 Agar ile Katılaştırılmış Ortam	1.4d	6.6d	19.0b	25.4d
Uç Gün Karanlıkta Bekletilen+				
% 5 Agar ile Katılaştırılmış	1.3d	6.6d	19.2b	26.5c
Direkt Toprağa Ekim	6.9a	15.2a	23.8c	27.1b
24 Saat Hidropriming+Ekim	6.5a	13.4b	21.8c	25.6d

\*Aynı satırda farklı küçük harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ( $p < 0.05$ ).

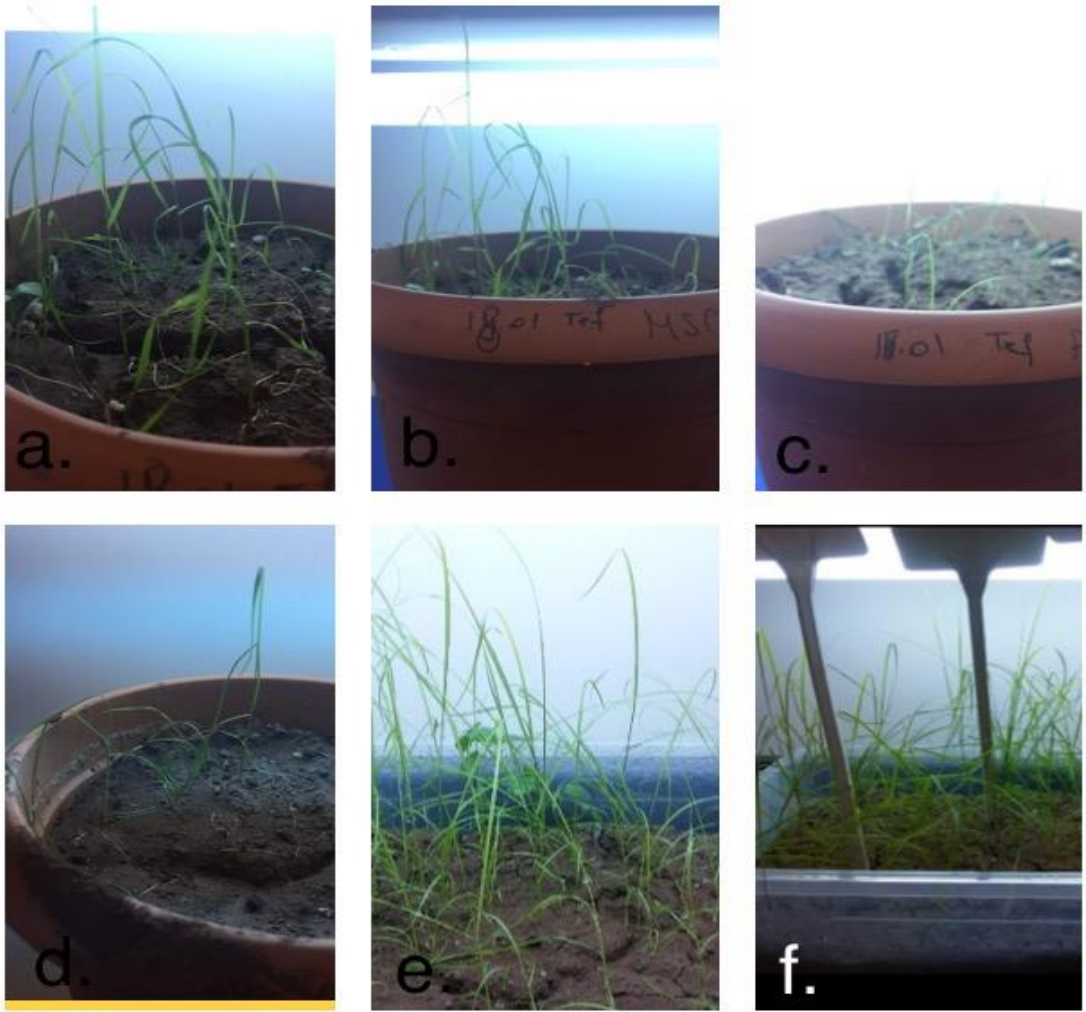
Tablo 4.7.'de tek yönlü varyans analizi sonuçlarına bakıldığında uygulamalar ve aylar arasında istatistiksel olarak 0.05 düzeyinde farklılık gözlemlenmiştir. Bitki boyu ortalamalarına bakıldığında birinci ay analizinde en uzun bitki boyu direkt toprağa ekim uygulamasında gözlemlenirken en kısa bitki boyu üç gün karanlıkta bekletilen+% 5 agar ile katılaştırılmış ortamına kültüre alınan tohumlardan elde edilmiştir.

İkinci ayın bitki boyu analizine bakıldığında en uzun bitki boyu direkt toprağa ekim uygulamasında gözlemlenirken en kısa bitki boyu üç gün karanlıkta bekletilen+% 5 agar ile katılaştırılmış ortamına kültüre alınan tohumlardan elde edilmiştir.

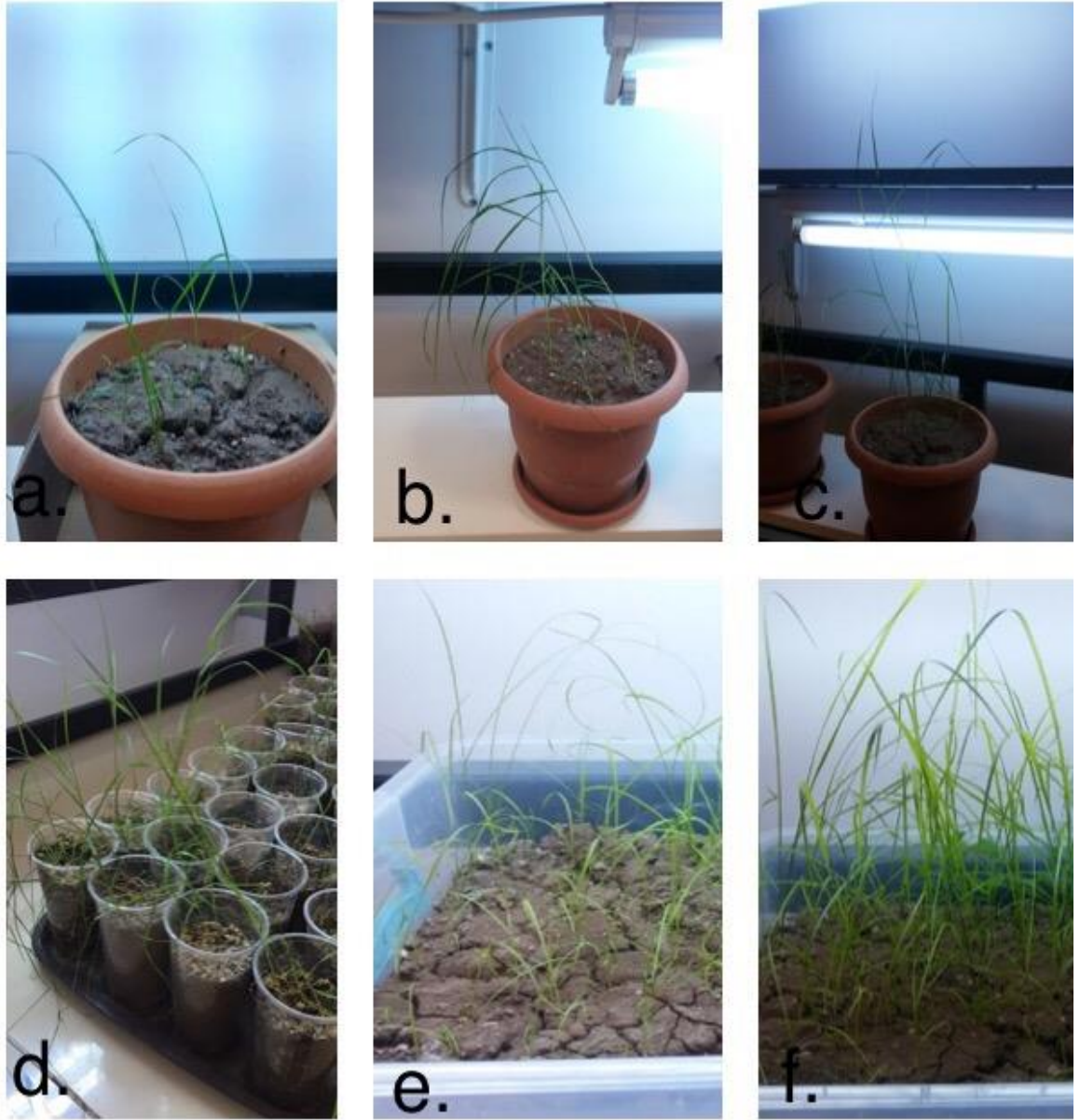
Üçüncü ay analizine bakıldığında en uzun bitki boyu MS ortamı uygulamasında gözlemlenirken en kısa bitki boyu % 5 agar ile katılaştırılmış ortamı uygulamasında gözlemlenmiştir. Dördüncü ay analiz sonuçlarına bakıldığında en uzun bitki boyu MS ortamı uygulamasında gözlemlenirken en kısa bitki boyu % 5 agar ile katılaştırılmış ortamı uygulamasında gözlemlenmiştir.



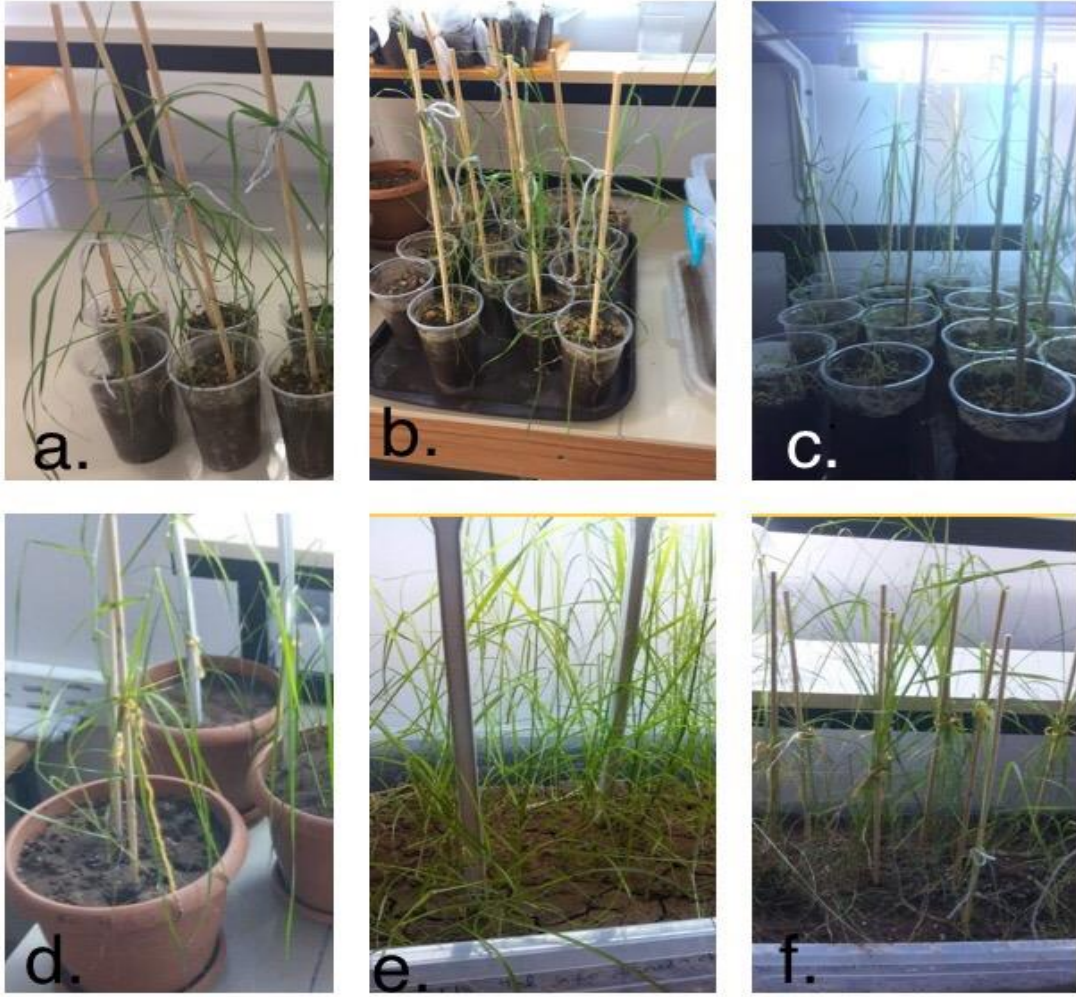
**Şekil 4.3.** Bir Aylık Tef Bitkisi Görüntüsü (a). MS ortamına ait görüntü, (b). Üç gün karanlıkta bekletilen+MS ortamına ait görüntüsü, (c). % 5 agar ile katılaştırılmış ortamına ait görüntüsü, (d). Üç gün karanlıkta bekletilen+% 5 agar ile katılaştırılmış ortamına ait görüntüsü, (e). Direkt toprağa kültüre alınmış tohumlara ait görüntüsü, (f). 24 saat hidropriming+ekime uygulamasına ait görüntüsü



**Şekil 4.4.** İki Aylık Tef Bitkisi Görüntüsü (a). MS ortamına ait görüntü, (b). Üç gün karanlıkta bekletilen+MS ortamına ait görüntüsü, (c). % 5 agar ile katılaştırılmış ortamına ait görüntüsü, (d). Üç gün karanlıkta bekletilen+% 5 agar ile katılaştırılmış ortamına ait görüntüsü, (e). Direkt toprağa kültüre alınmış tohumlara ait görüntüsü, (f). 24 saat hidropriming+ekime uygulamasına ait görüntüsü



**Şekil 4.5.** Üç Aylık Tef Bitkisi Görüntüsü (a). MS ortamına ait görüntü, (b). Üç gün karanlıkta bekletilen+MS ortamına ait görüntüsü, (c). % 5 agar ile katılaştırılmış ortamına ait görüntüsü, (d). Üç gün karanlıkta bekletilen+% 5 agar ile katılaştırılmış ortamına ait görüntüsü, (e). Direkt toprağa kültüre alınmış tohumlara ait görüntüsü, (f). 24 saat hidropriming+ekime uygulamasına ait görüntüsü



**Şekil 4.6.** Dört Aylık Tef Bitkisi Görüntüsü (a). MS ortamına ait görüntü, (b). Üç gün karanlıkta bekletilen+MS ortamına ait görüntüsü, (c). % 5 agar ile katılaştırılmış ortamına ait görüntüsü, (d). Üç gün karanlıkta bekletilen+% 5 agar ile katılaştırılmış ortamına ait görüntüsü, (e). Direkt toprağa kültüre alınmış tohumlara ait görüntüsü, (f) 24 saat hidropriming+ekime uygulamasına ait görüntüsü

#### 4.4.2. Yaprak Sayısı

*In vitro* ve *ex vitro* koşullarda farklı ortamlara kültüre alınmış tohumlardan elde edilen bitkilerin dört ay boyunca yaprak sayısı ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Elde edilen veriler tek yönlü tek yönlü varyans analizine tabi tutulmuş olup, bulgular Tablo 4.8'de verilmiştir.

**Tablo 4.8.** *In vitro* ve *ex vitro* koşullarda yaprak sayısına (adet) ait dört aylık veriler

Uygulama	1	2	3	4
MS ortamı	1.4c	2.5c	4.5c	4.8b
Uç Gün Karanlıkta Bekletilen +MS Ortam	1.5c	2.0e	4.5c	4.8b
% 5 Agar ile Katılaştırılmış Ortam	2.1a	3.0a	5.7a	5.9a
Uç Gün Karanlıkta Bekletilen+ % 5 Agar ile Katılaştırılmış	2.1a	2.7b	5.3b	5.6a
Direkt Toprağa Ekim	1.6b	2.2d	2.7e	2.7d
24 Saat Hidropriming+Ekim	1.7b	1.8f	3.0d	3.0c

\*Aynı satırda farklı küçük harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ( $p < 0.05$ ).

Tablo 4.8'de tek yönlü varyans analizi sonuçlarına bakıldığında uygulamalar ve aylar arasında 0.05 düzeyinde farklılık gözlemlenmiştir. Yaprak sayısı ortalamalarına bakıldığında birinci ay analizinde en fazla yaprak sayısı üç gün karanlıkta bekletilen+% 5 agar ile katılaştırılmış uygulamasında gözlemlenirken en az yaprak sayısı MS uygulamasında gözlemlenmiştir. İkinci ayın yaprak sayısı analizine bakıldığında en fazla yaprak sayısı % 5 agar ile katılaştırılmış uygulamasında gözlemlenirken en az yaprak sayısı 1 gün suda bekletilen tohum uygulamasında gözlemlenmiştir. Üçüncü ay analizine bakıldığında en fazla yaprak sayısı % 5 agar ile katılaştırılmış ortamında gözlemlenirken en az yaprak sayısı direkt toprağa ekim uygulamasında gözlemlenmiştir. Dördüncü ay analiz sonuçlarına bakıldığında en fazla yaprak sayısı % 5 agar ile katılaştırılmış ortamı uygulamasında gözlemlenirken en az yaprak sayısı direkt toprağa ekim uygulamasında gözlemlenmiştir.

#### 4.4.3. Kardeş (Sap) Sayısı

*In vitro* ve *ex vitro* koşullarda farklı ortamlara kültüre alınmış tohumlardan elde edilen bitkilerin dört ay boyunca yaprak sayısı ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Elde edilen veriler tek yönlü varyans analizine tabi tutulmuştur. Bulgular Tablo 4.9’da verilmiştir.

**Tablo 4.9.** *In vitro* ve *ex vitro* şartlarda kardeş (sap) sayısına (adet) ait dört aylık veriler

Uygulama	1	2	3	4
MS ortamı	1.0a	2.5a	2.8b	3.1b
Uç Gün Karanlıkta Bekletilen +MS Ortam	1.0a	2.3a	2.7c	2.9c
% 5 Agar ile Katılaştırılmış Ortam	1.0a	1.0b	3.1a	3.2a
Uç Gün Karanlıkta Bekletilen+ % 5 Agar ile Katılaştırılmış	1.0a	1.0b	2.7c	3.1b
Direkt Toprağa Ekim	1.0a	1.3c	2.0e	2.2d
24 Saat Hidropriming+Ekim	1.0a	1.4c	2.4d	2.8c

\*Aynı satırda farklı küçük harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ( $p<0.05$ ).

Tablo 4.9’da tek yönlü varyans analizi sonuçlarına bakıldığında uygulamalar ve aylar arasında 0.05 düzeyinde farklılık gözlemlenmiştir.

Kardeşlenme sayısı ortalamalarına bakıldığında birinci ay sonunda tüm uygulamalarından elde edilen verilere göre tüm uygulamalarda kardeşlenme gözlemlenmemiştir.

İkinci ayın kardeşlenme sayısı analizine bakıldığında en fazla kardeşlenme MS ortamında gözlemlenirken en az kardeşlenme % 5 agar ile katılaştırılmış ortamında ve üç gün karanlıkta bekletilen+% 5 agar ile katılaştırılmış ortamı uygulamasında gözlemlenmiştir.

Üçüncü ay analizine bakıldığında en fazla kardeşlenme % 5 agar ile katılaştırılmış ortamında gözlenirken en az kardeşlenme direkt toprağa ekim uygulamasında gözlemlenmiştir.

Dördüncü ay analiz sonuçlarına bakıldığında en fazla kardeşlenme % 5 agar ile katılaştırılmış ortamı uygulamasında gözlemlenirken en az kardeşlenme direkt toprağa ekim uygulamasında gözlemlenmiştir.

#### 4.4.4. Başaklanma Süresi ve Başak Boyuna İlişkin Bulgular

*In vitro* ve *ex vitro* şartlarda farklı ortamlara ekilen tohumlardan elde edilen bitkilerde farklı zamanlarda başaklanma görülmüş ve görülen başakların boyları cetvel yardımıyla (cm) ölçülmüştür. Başaklanmaya ilişkin veriler Tablo 4.10'da verilmiştir.

**Tablo 4.10.** *In vitro* ve *ex vitro* şartlarda başaklanma süresi ve başak boyuna ait veriler

Parametreler	Uygulamalar					
	<i>In vitro</i>			<i>Ex vitro</i>		
	MS ortamı	Uç gün Karanlıkta Bekletilen +MS	% 5 Agar ile Katılaştırılmış Ortam	Uç Gün Karanlıkta Bekletilen +%5 Agar ile Katılaştırılmış Ortam	Direkt Toprağa Ekim	24 saat Hidropriming +Ekim
Başaklanma süresi (gün)	121	136	151	162	104	113
Başak Boyu (cm)	13.50	12.90	14.50	13.60	15.70	14.60

Tablo 4.10'da *in vitro* ve *ex vitro* koşullarda başaklanma süresi ve başak boyuna ait bulgulara bakıldığında en uzun başaklanma süresinin 162 gün ile üç gün karanlıkta bekletilen+% 5 agar ile katılaştırılmış ortamına ait olduğu, en kısa başaklanma süresinin ise 104 gün ile direkt toprağa kültüre alınmış tohumlara ait bitkilere ait olduğu gözlemlenmiştir.

Başak boyuna ait verilere (Şekil 4.7.) bakıldığında en uzun başak boyunun direkt toprağa kültüre alınmış tohumlara ait olduğu, en kısa başak boyunun ise üç gün karanlıkta bekletilen+MS ortamında alınmış tohumlarına ait bitkilerde olduğu gözlemlenmiştir.





**Şekil 4.7.** Uygulamaların Başaklarına Ait Görüntüler (a). *Ex vitro* da direkt kültüre alınmış tohumların başağına ait bir görüntü (b). 24 saat hidropriming+ekim den elde edilen bitkilerin başağına ait bir görüntü (c). MS ortama kültüre alınmış tohumların başağına ait bir görüntü (d). Üç gün karanlıkta bekletilen+MS başağına ait bir görüntü (e). % 5 agar ile katılaştırılmış ya kültüre alınmış tohumların başağına ait bir görüntü (f). Üç gün karanlıkta bekletilen+MS ortamında gelişen bitkilerin başağına ait bir görüntü

#### 4.5. Aklimatizasyon

*Ex vitro* ve *in vitro* ortama kültüre alınmış tohumların yaşamına devam eden, sağlıklı bireyler ile bu çalışma devam edilmiştir. Uygulamalara başlıklar halinde bakılacak olursa MS ortamına toplam 500 adet tohum kültüre alınmıştır. Bu tohumlardan 215 adet tohumda çimlenme görülmüş olup, sağlıklı bitkiler elde edilmiştir. Daha sonra elde edilen bitkiler 200 ml'lik pet bardaklarına toprak ile doldurulmuş ve şaşırtılmıştır. Bardakların ağızları buzdolap poşeti ile hava almayacak şekilde bağlanmıştır. Poşetlere bir hafta sonunda delikler açılmış ve beş gün sonunda poşetler çıkartılmıştır.

Aynı şekilde % 5 agar ile katılaştırılmış ortamına da toplam 500 tohum kültüre alınmıştır. Kültüre alınmış tohumlardan 216 adet tohumda çimlenme görülmüş olup, sağlıklı bitkiler elde edilmiştir. Daha sonra elde edilen bitkiler 200 ml'lik pet bardaklarına toprak ile doldurulmuş ve şaşırtılmıştır. Bardakların ağızları buzdolap poşeti ile hava almayacak şekilde bağlanmıştır. Poşetlere bir hafta sonunda delikler açılmış ve beş gün sonunda poşetler çıkartılmıştır.

*Ex vitro* ortamda ise hazırlanmış toprak yatağına toplam 500 adet tohum kültüre alınmıştır. 261 adet bitki elde edilmiştir (Şekil 4.8.).



**Şekil 4.8.** Aklimatizasyon Çalışmalarına Ait Görüntü (a). *In vitro* uygulamaların dış ortama alıştırmadan önce bitkilerdeki ortamı temizlemek için köklerinin yıkanması (b). *Ex vitro* ortama tohumların ekimi (c). Şaşırtmaya alınan bitkilerin adaptasyonlarına ait görüntü

#### 4.6. Çalışmada Kullanılan Toprak Analizine İlişkin Bulgular

*In vitro* ve *ex vitro* koşullara kültüre alınmış tohumların beş ay sonunda elde edilen toprakların analiz bulgularına ilişkin veriler Tablo 4.11. verilmiştir (Ek 2., Ek3., Ek4.).

**Tablo 4.11.** Çalışmada kullanılan toprak analizine ilişkin bulgular

Analiz Tipi	<i>In Vitro</i>						<i>Ex vitro</i>	
	Kontrol		MS Ortamı		% 5 agar ile katılaştırılmış ortamı		Sonuç	Durumu
	Sonuç	Durum	Sonuç	Durum	Sonuç	Durum		
Potasyum (K <sub>2</sub> O) Kg/da	109.3	Yüksek	789.3	Yüksek	1015.2	Yüksek	172.9	Yüksek
Fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) Kg/da	6.1	Orta	39.9	Çok Yüksek	75.3	Çok Yüksek	25.5	Çok Yüksek
Kireç (%)	10.8	Orta Kireçli	10.4	Orta Kireçli	10.2	Orta Kireçli	10.5	Orta Kireçli
Organik Madde (%)	1.9	Az	5.3	Yüksek	7.9	Yüksek	3.1	İyi
Toplam Tuz (%)	0.0	Tuzsuz	0.1	Tuzsuz	0.1	Tuzsuz	0.2	Hafif Tuzlu
pH	8.3	Hafif Alkali	7.9	Hafif Alkali	7.8	Hafif Alkali	7.7	Hafif Alkali
Saturasyon (%)	68.2	Killi Tınlı	84.7	Killi	108.9	Killi	78.1	Killi

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Tef üretimindeki artış, mahsul yönetiminin optimizasyonuna ve genetik gelişime bağlıdır. Temel ve uygulamalı araştırmaların gelişimine önemli katkı sağladığı pirinç ve buğday gibi uluslararası öneme sahip diğer mahsullerin aksine, tef çok az ilgi görmüştür. Ortalama 1-2 cm derinlikte ekildiğinde, tef hızla çimlenir. Bununla birlikte, başlangıçtaki büyüme iyi bir kök sistemi kuruluncaya kadar yavaştır (Stallknech ve diğ., 1993).

Çalışma, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü Bitkisel Biyoteknoloji Laboratuvar koşullarında yetiştirilen tef bitkisi *in vitro* ve *ex vitro* koşullarda çimlenmeleri sağlanmıştır. *In vitro* çimlenme için tohumlar; dört farklı muamele (MS, üç gün karanlıkta bekletilen+MS, % 5 agar ile katılaştırılmış ortama, üç gün karanlıkta bekletilen+% 5 agar ile katılaştırılmış ortama) uygulanmıştır. *Ex vitro* çimlenme için iki farklı muamele (direkt toprağa ekim, 24 saat hidropriming+ekimi) uygulanmıştır. Denemeden elde edilen bulgular topluca ele alındığında aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- Çimlenme süresi: En erken çimlenme 10 saat ile 24 saat hidropriming+ekim uygulamasında gözlemlenmiştir.
- Çimlenme hızı: Dördüncü gün sonunda 40.4 ile üç gün karanlıkta bekletilen+% 5 agar ile katılaştırılmış ortamında en fazla çimlenme gözlemlenmiştir.
- Çimlenme gücü: Sekizinci gün sonunda 52.8 ile 24 saat hidropriming+ekim uygulamasında en fazla çimlenme gözlemlenmiştir.
- Bitki boyu: Yapılan muamelelerde tef bitkisinde bir ve ikinci ayda sırası ile 6.9, 15.2 cm ile en uzun bitki boyu direkt toprağa kültüre alınmış tohumlarda, üç ve dördüncü ayda sırası ile 25.6, 30.7 cm ile MS ortamında gözlemlenmiştir.
- Yaprak sayısı: Yapılan muamelelerde tef bitkisinde birinci ayda 2.1 adet ile en fazla yaprak sayısı üç gün karanlıkta bekletilen+% 5 agar ile katılaştırılmış ortamı, iki, üç ve dördüncü ay sonunda sırası ile 3.0, 5.7, 5.9 adet ile en fazla yaprak sayısı % 5 agar ile katılaştırılmış ortamında gözlemlenmiştir.
- Kardeşlenme sayısı: Yapılan muamelelerde tef bitkisinde birinci ay sonunda hiç kardeşlenme görülmemişken ikinci ay sonunda en fazla kardeşlenme 2.5 ile MS ortamı, üçüncü ve dördüncü ayda sırası ile 3.1 ve 3.2 adet ile en fazla kardeşlenme % 5 agar ile katılaştırılmış ortamında görülmüştür.

- Başaklanma süresi: Başaklanma süresi *in vitro* koşullarda *ex vitro* koşullara göre daha uzun olmuştur (en erken başaklanma süresi 104 gün ile direkt toprağa ekim uygulamasında gözlemlenmiştir ve en geç başaklanma ise 162 gün ile üç gün karanlıkta bekletilen+% 5 agar ile katılaştırılmış ortamında izlenmiştir).

- Başak boyu: Başak boyuna ait verilere bakıldığında en uzun başak boyunun 15.7 ile direkt toprağa ekim uygulamasında olduğu, en kısa başak boyunun ise 12.9 ile üç gün karanlıkta bekletilen+MS ortamında olduğu gözlemlenmiştir.

Diğer bitkiler gibi tef üretimindeki artış, mahsul yönetiminin optimizasyonuna ve genetik gelişime bağlıdır. Temel ve uygulamalı araştırmaların gelişimine önemli katkı sağladığı pirinç ve buğday gibi uluslararası öneme sahip diğer mahsullerin aksine, tef çok az ilgi görmüştür.

Oruç (2012), *Verbascum lydiium var* tohumlarının *in vitro* şartlarda çimlenme ve çimlenen tohumlardan gelişen fidelerin gelişim yeteneklerini araştırmıştır. Bu amaçla tohumların çimlenmesi ve ortaya çıkan fidelerin gelişimi için farklı besi ortamları (8 g/l agar ile katılaştırılmış ½ ve 1× MS ortamı ile farklı koşullarda denenmiştir. En iyi fide gelişimi 25 °C sıcaklık ve aydınlıkta, ancak besi ortamı olarak 1 × MS ortamda tespit edilmiştir. Sang-Hoon ve diğ. (2015), iki tef otu çeşidinin (Tiffany ve Zümrüt) yem kalitesini ve özelliklerini değerlendirdikleri çalışmasını çeşitler arasında yem verimi ve kalitesi bakımından, Tiffany çeşidinde belirgin biçimde daha yüksek yem ve kalite parametreleri bulunan çeşitlilik gözlenmiştir. Geren ve diğ. (2018), çalışmasında farklı sıra arası uzaklarının tef bitkisinin verimliliği üzerindeki etkisini değerlendirdiği çalışmasında, bitki materyali olarak “Dessie” isimli tef tohumunu kullanmıştır. Dört farklı sıra arası mesafesi uygulanmıştır. Çalışmada; hasattaki bitki sayısı, bitki boyu, hasat indeksi, toplam tane ve kuru madde (KM) verimi, ham protein (HP) oranı, asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) ve nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF) gibi özellikler incelenmiştir. Tsegaye ve diğ. (2018), teften izole edilen bakteriyel endofitlerin karakterizasyonu ve tanımlanması konusundaki çalışmasında materyal olarak tef (*E. tef*) tohumlarını kullanmışlardır.

Bu çalışma, tef tohumlarından elde edilen bakteriyel endofitleri taramak, tanımlamak ve karakterize etmek için yapılmıştır. Sarı ve Tiryaki (2018), Tef bitkisi ile ilgili genel bir çalışma yapmışlardır. Sonuç olarak yeni bilimsel çalışmalar bitkinin daha fazla tanınmasına ve öneminin giderek artmasına neden olmaktadır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar yukarıda belirtilmiş çalışmalarıyla kısmen veya tamamen uyum sağlamaktadırlar.

## Öneriler

Yapılan bu tez çalışması sonucunda tef bitkisi ile ilgili altı adet uygulama yapılmıştır. En iyi sonuçlar toprakta direkt tohum ekim ve 24 saat hidropriming den sonra tohum ekim ile elde edilmiştir. *In vitro* koşullarda tohum çimlendirilmesi sonucu düşük oranda tohum çimlenmesi elde edilmiştir. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda tohum çimlenmesini artırmak için osmopriming muamelelerinin uygulanması önerilmektedir. Tef bitkisinin *in vitro* ve *ex vitro* şartlarda çimlenme ve başaklanma durumlarının gözlemlendiği bu çalışma, ülkemiz için bitkinin öneminin anlaşılması, ekiminin yaygınlaşması ve bu konuda çalışma yapacaklara bir ön ışık tutması bakımından önem arz etmektedir.



## KAYNAKLAR

Anonim, 2019, Erişim adresi: <https://www.flickr.com/search/?text=teff> Erişim Tarihi: 25.11.2019.

Anonim, 2019, Erişim adresi: <http://www.hurriyet.com.tr/teff-tahilini-turkiyede-ilk-kez-eskisehirde-u-40680226> Erişim Tarihi: 20.10.2019.

Assefa, K., Yu, JK., Zeid, M., Belay, G., Tefera, H., Sorrells, ME., 2011, Breeding tef (*Eragrostis tef* (Zucc.) trotter) Conventional and molecular approaches, *Plant Breeding*, 130, 1–9.

Atabey, 2015, Kırşehir İli Su Kaynakları-Potansiyeli ve Kalitesi ‘Türkiye’de illere göre su kaynakları-potansiyeli ve su kalitesi’.

Ayan, U., 2008, *Marmara Bölgesi’nde Yetiştirilen Silajlık (Sorghum bicolor moeneh) ve Tane Sorghum (Sorghum vulgare L.) Genotiplerinin Verim, Tarımsal Karakterler Ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Babaoğlu, M., (2002), Bitki Büyüme Düzenleyicileri Türkiye’deki Durum ve Sağlık Açısından Değerlendirmeler, Ders Notları, Selçuk Üni. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Bölümü, Konya.

Bahçeci, B., 2012, *Endemik Scrophularia Depauperata Subsp. Depauperata (Lc) Türü Tohumlarında In Vitro Çimlendirme Çalışması*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Bekele , E., Fido, RJ., Tatham, AS., Shewry, P., 1995, Heterogeneity and Polymorphism of Seed Proteins in Tef (*Eragrostis Tef*), *Hereditas*, 122, 67–72.

Benlioğlu, B. ve Özkan, U., 2015, Bazı Arpa Çeşitlerinin (*Hordeum vulgare* L.) Çimlenme Dönemlerinde Farklı Dozlardaki Tuz Stresine Tepkilerinin Belirlenmesi, *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 24 (2), 109-114.

Büyükçingil, Y., 2007, *Priming Uygulamasının Sorghum [Sorghum bicolor (L.) Moench] Tohumlarının Düşük Sıcaklıktaki Çimlenme ve Çıkış Performansı Üzerine Etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Cannarozzi, G., Plaza-Wüthrich, S., Esfeld, K., Larti, S., Wilson, YS., Girma D., de Castro, E., Chanyalew, S., Blösch, R., Farinelli L, Lyons E. 2014. Genome and transcriptome sequencing identifies breeding targets in the orphan crop tef (*Eragrostis tef*) *BMC genomics*, 15, 581.

Cheverton, MR., Chapman, GP., 1989, Ethiopian tef, A cereal confined to its centre of variability. In: Wickens GE, Haq N, Day P (eds.) *New Crops for Food and Industry*. Chapman and Hall, 235-238.

Cisneros-Lindig, and R., Zedler, J., 2001, Effect of light on seed germination in *Phalaris arundinacea* L. (reed canary grass), *Plant Ecology*. 155, 75.



Conert, HJ., 1992, *Eragrostoideae*, in Hegi G (Ed.) *Illustriert Flora von Mittel-Europa*. Band. I, Spermatophyta: Angiospermae: Monocotyledones 1(2) *Poaceae* (Parey Buchverlag, Berlin, 75–120.

Çapan, S., 2006, *Cucurbita pepo L. (Kabak) Bitkisi Embriyo Kültürlerinde Kromozom Sayısı Ve Mitoz Aktivitesinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Çelik, M., Çelik, H., YANMAZ, R., 1995, Genel Bahçe Bitkileri. Bahçe Bitkilerinin Çoğaltılması, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları*, No:4, 123-127.

Daba, T., 2017, Nutritional and Soio-Cultural Values of Tef (*Eragrostis tef*) in Ethiopia, *International Journal of Food Science and Nutrition*, 2 (3), 50-57.

Dayan, S., 2006, *Endemik ve Tehlike Altındaki Thermopsis Turcica (fabaceae) 'nın In vitro Çimlenmesi ve Mikroçoğaltımı*, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü.

Doneen, LN., Macgillivray, JH., 1943, Germination (emergence) of vegetableseed as affected by different soil moisture conditions, *Plant Physiology*, 18: 524-529.

Ebba, T., 1969, *Tef (Eragrostis tef). The Cultivation, Usage and Some of Its Known Diseases and Insect Pests. Part I*. Expt. Sta. Bull. No. 66. Haile Sellassie I Univesity (HSIU), College of Agriculture, Dire Dawa, Ethiopia.

Ebrahim Pour Mokhtari, N., 2014, *Sorgum Melezlerinde (Sorghum Bicolor L. Moench. x Sorghum Sudanense Staph.) Tohumluğa Yapılan Ön Uygulamaların (Priming) Verim ve Verim Ögelerine Etkisi*, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü.

Evert, S., Staggenborg, S., 2009, Soil temperature and planting depth effects on tef emergence, *Journal of Agronomy and Crop Science*, 195, 232–236.

FAO, 2018, Food loss analysis: causes and solutions Case study on the tef value chain in the Federal Democratic Republic of Ethiopia, *Food and Agriculture Organization of the United Nations*.

Fenner, M., 1985, *Seed Ecology*. Chapman and Hall, London.

Fufa, B., Behute, B., Benesh, K., Simons, R. and Berhe, T., 2011, Strengthening the Tef Value Chain in Ethiopia, *Ethiopian Agricultural Transformation Agency (ATA)*, 305-307.

Georghiou, K., Psaras, G., Mitrakos, K., 1983, Lettuce endosperm structural changes during germination under different light, temperature, and hydration conditions, *Botanical Gazette*, pp. 207-211.

Geren, H., Kavut, Y., T., Kır, B., 2019, Söke Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Tef (*Eragrostis tef* (Zucc) Trotter) Bitkisinde Farklı Sıra Arası Uzaklarının Verim ve Bazı Verim Özellikleri Üzerine Etkisi, *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 56 (2), 231-239.

Gürün, A.S., 2018, *Farklı Fosfor Seviyelerinin Yaz otu (Eragrostis Tef (zucc.) trotter) 'nda*

*Tane Verimi ve Bazı Verim Özelliklerine Etkisi Üzerine Bir Ön Araştırma*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T., 1990, Plant propagation: Principles and practices, *Prentice-Hall*, Englewood Cliffs, N.J.

Hartman, H. T. ve Kester, D. E., 1983, Techniques of *In Vitro* Micropropagation in Plant Propagation Ch. 17.

Harper, J.L., Lovel, P.H., Moore, K.G. 1970, The shapes and sizes of Seeds, *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1, 327-356.

ISTA, 2018, International Rules for Seed Testing, Zurich, *American Journal of Plant Sciences*, Vol. 8, No.3.

Karagöz, A., Zencirci, N., Tan A., Taşkın, T., Köksel, H., Sürek, M., Toker, C., Özbek, K., 2010, *Bitki genetik kaynaklarının korunması ve kullanımı*, Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 155- 177.

Jones, B. M. G., Ponti, J., Tavassoli, A., Dixon, P. A., 1978, Relationships of the Ethiopian cereal tef (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter): evidence from morphology and chromosome number. *Annals of Botany*, 42(6), 1369-1373.

Karakurt, H., Aslantaş, R., Eşitken, A., 2010, Tohum Çimlenmesi ve Bitki Büyümesi Üzerinde Etkili Olan Çevresel Faktörler ve Bazı Ön Uygulamalar, *U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24 (2), 115-128.

Karataş, Z., 2011, *Çukurova Koşullarında II. Ürün Olarak Bazı Sorgum x Sudan Otu Melezi Çeşitlerinin Biçim Zamanının Hasıl Verim ve Kalite Unsurlarına Etkileri Üzerine Bir Araştırma*, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Kaya, G., 2008, Tohum Uygulamaları (Priming)'nın Tohum Yağ Asitleri Kompozisyonuna Etkisi ve Tohum Kalitesi ile İlişkisi, *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Derg.*, 17 (1-2).

Ketema S., 1993, Tef (*Eragrostis tef*), breeding, agronomy, genetic resources, utilization, and role in Ethiopian agriculture *Biodiversity International*, Vol. 12.

Ketema, S., 1997, Tef (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter) Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops, *Institute of plant genetics and crop plant research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy*. Vol. 12.

Khan, A.A., 1977, The Physiology and Biochemistry of Seed Dormancy and Germination, *Elsevier/ North Holland, New York/ Amsterdam*.

Kreitschitz, A., Tadele, Z., Gola, EM., 2009, Slime cells on the surface of *Eragrostis* seeds maintain a level of moisture around the grain to enhance germination. *Seed Science Research*, 19, 27-35.

Kurt, S., 2006, *Centaurea zeybekii* Wagenitz'nin *In vitro* Çimlenmesi ve Mikroçoğaltımı Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü.

Mayer, A. M. and Poljakoff, Mayber, A. 1989, Factors Affecting Germination. *The Germination of Seeds. Pergamon Press: New York, NY, 38-70.*

Mayer, A. M., Poljakoff-Mayber, A., 1963, The Germination of Seeds. *The Germination of Seeds.*

Mahdavi, Parastoo, and Erwin Bergmeier, 2018, "Distribution of C4 plants in sand habitats of different climatic regions." *Folia geobotanica* 53(2), 201-211.

Mekbib, F., Mantell, S. H., Wollaston, V. B., 1997, Callus Induction and *In Vitro* Regeneration of Tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter] from Leaf, *Journal Of Plant Physiology.*

Mendeş, M., 2012, *Uygulamalı Bilimler İçin İstatistik ve Araştırma Yöntemleri*, Kriter yayın evi, ISBN: 605-5863-999, 532.

Miller, D., 2008, Tef as Alternative summer crop, PhD Thesis, University of California, U.S.A. The University of Queensland, School of Agriculture and Food Sciences, Gatton Campus QLD, 4343, Australia.

Murashige, T. and Skoog, F., 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plantarum.*, 15; 473-497.

Nadgauda, R. S., John, C. K., Parasharami, V. A., Joshi M. S., 1997, A Comparison of *In Vitro* With *In vivo* Flowering in Bamboo: *Bambusa arundinacea*, *Plant Cell, Tissue and Organ Culture.*, 48: 181–188.

National Research Council, 1996, "Tef". *Lost Crops of Africa: Volume I: Grains. Lost Crops of Africa, National Academies Press. p. 222. ISBN 978-0-309-04990-0. Retrieved 18 July 2008.*

Navarro, L. and Guitian, J., 2003, Seed germination and seedling survival of two threatened endemic species of the northwest Iberian peninsula. *Biological Conservation* 109 (2003) 313-320.

Oruç, N., 2012, *Türkiye Endemiği Verbascum Lydium Var. Lydium Bitkisinin In vitro Çimlenmesi Üzerine Farklı Işık, Sıcaklık ve Besi Ortamlarının Etkileri ve Elde Edilen Bitkileri Doğaya Aktarma Çalışmaları*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Sang-Hoon, L., Dong-Gi, L., Ki-Won, L., 2015, Evaluation of Forage Production and Tissue Culture Efficiency of Two Tef Grass (*Eragrostis Tef*) Cultivars, *Research Journal of Biotechnology*, 10 (4), 305-80.

Sarı, U. ve Tiryaki, İ., 2017, Alternatif Tahıl: Eskinin Unutulmuş Yeni Bitkisi Tef (*Eragrostis tef* [Zucc.] Trotter), *KSÜ Tarım ve Doğa Derg.* 21 (3), 447-456.

Spaenij-Dekking, L., Kooy-Winkelaar, Y., Koning, F., 2005, The Ethiopian cereal tef in celiac disease, *N Engl J Med.* 353 (16), 1748-9.

Stallknecht, GF., Gilbertson, KM., Eckhoff, JL., 1993. Tef: Food Crop for Humans and Animals, *New crops.* Wiley, 5, 231–234.

Stebbins, G.L., 1971, Adaptive radiation of reproductive characteristics of Angiosperms II. Seeds and seedlings, *Annual Review of Ecology and Systematics* 2, 237-260.

Stewart, S. L. and Kane, M. E., 2006, Symbiotic seed germination of *Habenaria macroceratitis* (Orchidaceae), a rare Florida terrestrial orchid. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 86 (2), 159-167.

Totterdell, S. and Roberts, E. H., 1979., Effects of low temperatures on the loss of innate dormancy and the development of induced dormancy in seeds of *Rumex obtusifolius* L. and *Rumex crispus* L. *Plant, Cell & Environment*, 2 (2), 131-137.

Tuğay, M., 2009, *Toprak İşlemeli ve İşlemesiz Uygulamaların İkinci Ürün Sorgum'un (sorghum ssp.) Verim Ve Kalitesine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.



Tsegaye, Z., Assefa, F., Tefera, G., Gizaw, B., 2018, Characterization and Identification of Tef (*Eragrostis tef*) Seed Endophytic Bacterial Species and Evaluate their Effect on Plant Growth Promotion, *Plant Pathol Microbiol*, 9 (4), 438-44.

USDA, 2016, National Nutrient Data Base for Standard Reference, *Release* 28.

Üke, Ö., 2016, *Kinoa ve Tef Bitkilerinde Hasat Zamanının Ot Verim ve Kalitesi Üzerine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

# EKLER

## Ek 1. Çalışmada Kullanılan Toprak Analizi Sonucu (Ekim ve Dikim Öncesi)

**T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI**  
**Toprak Analiz Raporu**

Protokol No: 28  
İşletme Adı: ELİF AKYILDIZ  
İşletme T.C.: 10387121182

Laboratuvar Adı: AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ MERKEZİ ARAŞTIRMA VE UYGULAMA LABORATUVARI  
Laboratuvar No: 40.04

*Kontrol*


ANALİZ SONUÇLARI					
Arazi ve Ürün Bilgileri		Analiz Tipi	Sonuç	Durumu	Analiz Tarihi
İl	ANKARA	Potasyum (K <sub>2</sub> O) kg/da	109,3628	Yüksek	20/08/2019
İlçe	GÖLBAŞI	Fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) kg/da	6,183	Orta	20/08/2019
Köy	GÖLBAŞI	Kireç (%)	10,871	Orta Kireçli	20/08/2019
Ada/ Parsel	0/0	Organik Madde (%)	1,9839	Az	20/08/2019
Ürün		Toplam Tuz (%)	0,0137	Tuzsuz	20/08/2019
Tarım Şekli		pH	8,38	Hafif Alkali	20/08/2019
Derinlik		Saturasyon (%)	68,2	Killi Tınlı	20/08/2019

GÜBRE TAVSİYESİ			
EKİM GÜBRESİ		ÜST GÜBRE	
Fosforlu Gübre Tavsiyesi	Azotlu Gübre Tavsiyesi	Potasyumlu Gübre Tavsiyesi	Azotlu Gübre Tavsiyesi
kg/da	kg/da	kg/da	kg/da

Analiz yapılan numune tarafımızdan alınmamıştır. Numunenin alınış şekli laboratuvarımız sorumlu değildir. Analiz sonuçları yukarıda belirtilen numuneler için geçerlidir. Bu rapor, AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ MERKEZİ ARAŞTIRMA VE UYGULAMA LABORATUVARININ yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. İmzasız ve mühürlü raporlar geçersizdir.

Analiz Sorumlusu  
AHU ALEV ABACI BAYAN  
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ

Laboratuvar Sorumlusu  
MURAT ÇINARLI  
KİMYA

  
Karekod

PNR No : efb7f187-090e-4990-9c5c-91228dfcbb0  
Tarih / Saat : 21.08.2019 / 16:13

Sayfa No : 1  
Rapor No : 10.0018

## Ek 2. In vitro (MS) Şartlarda Çalışma Sonrası Toprak Analizi Sonucu



### T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI

#### Toprak Analiz Raporu



Protokol No: 27

İşletme Adı : ELİF AKYILDIZ

İşletme T.C.: 10387121182

Laboratuvar Adı : AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ MERKEZİ ARAŞTIRMA VE UYGULAMA LABORATUVARI

Laboratuvar No : 40.04

MS (2)

ANALİZ SONUÇLARI					
Arazi ve Ürün Bilgileri		Analiz Tipi	Sonuç	Durumu	Analiz Tarihi
İl	ANKARA	Potasyum (K <sub>2</sub> O) kg/da	789,3405	Yüksek	20/08/2019
İlçe	GÖLBAŞI	Fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) kg/da	39,9605	Çok Yüksek	20/08/2019
Köy	GÖLBAŞI	Kireç (%)	10,4084	Orta Kireçli	20/08/2019
Ada/ Parsel	0/0	Organik Madde (%)	5,3848	Yüksek	20/08/2019
Ürün		Toplam Tuz (%)	0,1371	Tuzsuz	20/08/2019
Tarım Şekli		pH	7,92	Hafif Alkali	20/08/2019
Derinlik		Saturasyon (%)	84,7	Killi	20/08/2019

GÜBRE TAVSİYESİ			
EKİM GÜBRESİ		ÜST GÜBRE	
Fosforlu Gübre Tavsiyesi	Azotlu Gübre Tavsiyesi	Potasyumlu Gübre Tavsiyesi	Azotlu Gübre Tavsiyesi
kg/da	kg/da	kg/da	kg/da

Analiz yapılan numune tarafımızdan alınmamıştır. Numunenin alınış şekli laboratuvarımız sorumlu değildir. Analiz sonuçları yukarıda belirtilen numune(ler) için geçerlidir. Bu rapor AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ MERKEZİ ARAŞTIRMA VE UYGULAMA LABORATUVARININ yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. İmzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.

Analiz Sorumlusu  
AHU ALEV ABACI BAYAN  
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ

Laboratuvar Sorumlusu  
Murat ÇINARLI  
KİMYA



Karekod

PNR No : 48d75986-f84d-4e64-ba7f-749d6bd60682

Tarih / Saat : 21.08.2019 / 16:18

Sayfa No : 1

Rapor No : 10.0018

### Ek 3. *In vitro* (% 5 agar ile katılaştırılmış ortam) Şartlarda Çalışma Sonrası Toprak Analizi Sonucu



## T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI

### Toprak Analiz Raporu



Protokol No: 29

İşletme Adı: ELİF AKYILDIZ

İşletme T.C.: 10387121182

Laboratuvar Adı: AHL EVRAN ÜNİVERSİTESİ MERKEZİ ARAŞTIRMA VE UYGULAMA LABORATUVARI

Laboratuvar No: 40.04

*Aparlı 20*

ANALİZ SONUÇLARI					
Arazi ve Ürün Bilgileri		Analiz Tipi	Sonuç	Durumu	Analiz Tarihi
İl	ANKARA	Potasyum (K <sub>2</sub> O) kg/da	1015,2968	Yüksek	20/08/2019
İlçe	GÖLBAŞI	Fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) kg/da	75,3983	Çok Yüksek	20/08/2019
Köy	GÖLBAŞI	Kireç (%)	10,2359	Orta Kireçli	20/08/2019
Ada/ Parsel	0/0	Organik Madde (%)	7,9354	Yüksek	20/08/2019
Ürün		Toplam Tuz (%)	0,1485	Tuzsuz	20/08/2019
Tarım Şekli		pH	7,8	Hafif Alkali	20/08/2019
Derinlik		Saturasyon (%)	108,9	Killi	20/08/2019

GÜBRE TAVSİYESİ			
EKİM GÜBRESİ		ÜST GÜBRE	
Fosforlu Gübre Tavsiyesi	Azotlu Gübre Tavsiyesi	Potasyumlu Gübre Tavsiyesi	Azotlu Gübre Tavsiyesi
kg/da	kg/da	kg/da	kg/da

Analizi yapılan numune tarafımızdan alınmamıştır. Numunenin alınış şekli laboratuvarımız sorumlu değildir. Analiz sonuçları yukarıda belirtilen numune(ler) için geçerlidir. Bu rapor AHL EVRAN ÜNİVERSİTESİ MERKEZİ ARAŞTIRMA VE UYGULAMA LABORATUVARININ yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. İmzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.

Analiz Sorumlusu  
AHU ALEV ABACI BAYAN  
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ

Laboratuvar Sorumlusu  
Mural ÇINARLI  
KİMYA



Karekod

PNR No : e97f3ba0-0704-4dff-b28b-ae5968e82b9d  
Tarih / Saat : 21.08.2019 / 16:15

Sayfa No : 1

Rapor No : 10.0018

## Ek 4. Ex vitro Şartlarda Çalışma Sonrası Toprak Analizi Sonucu



### T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI

#### Toprak Analiz Raporu



Protokol No: 26

Laboratuvar Adı : AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ MERKEZİ ARAŞTIRMA VE UYGULAMA LABORATUVARI

İşletme Adı :

Laboratuvar No : 40.04

İşletme T.C.:

ANALİZ SONUÇLARI					
Arazi ve Ürün Bilgileri		Analiz Tipi	Sonuç	Durumu	Analiz Tarihi
İl	ANKARA	Potasyum (K <sub>2</sub> O) kg/da	172,962	Yüksek	20/08/2019
İlçe	GÖLBAŞI	Fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) kg/da	25,5335	Çok Yüksek	20/08/2019
Köy	GÖLBAŞI	Kireç (%)	10,5923	Orta Kireçli	20/08/2019
Ada/ Parsel	0/0	Organik Madde (%)	3,1175	İyi	20/08/2019
Ürün		Toplam Tuz (%)	0,2304	Hafif Tuzlu	20/08/2019
Tarım Şekli		pH	7,74	Hafif Alkali	20/08/2019
Derinlik		Saturasyon (%)	78,1	Killi	20/08/2019

GÜBRE TAVSİYESİ			
EKİM GÜBRESİ		ÜST GÜBRE	
Fosforlu Gübre Tavsiyesi	Azotlu Gübre Tavsiyesi	Potasyumlu Gübre Tavsiyesi	Azotlu Gübre Tavsiyesi
kg/da	kg/da	kg/da	kg/da

Analizi yapılan numune tarafımızdan alınmamıştır. Numunenin alınış şekli laboratuvarımız sorumludur. Analiz sonuçları yukarıda belirtilen numune(ler) için geçerlidir. Bu rapor, AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ MERKEZİ ARAŞTIRMA VE UYGULAMA LABORATUVARININ yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. İmzasız ve mühürlü raporlar geçersizdir.

Analiz Sorumlusu  
AHU ALEV ABACI BAYAN  
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ

Laboratuvar Sorumlusu  
Murat ÇINARLI  
KİMYA



Karekod

PNR No : f15bfc1a-d23b-4362-a794-66f2a5f8d5e9

Tarih / Saat : 21.08.2019 / 16:04

Sayfa No : 1

Rapor No : 10.0018



## ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Elif AKYILDIZ
Doğum Yeri	Ankara
Doğum Tarihi	26.06.1992
Uyruğu	Türkiye Cumhuriyeti
E-posta Adresi	elf.akyldz@outlook.com

Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Fakülte	Ziraat Fakültesi
Bölümü	Tarımsal Biyoteknoloji
Mezuniyet Tarihi	2015

Yüksek Lisans	
Üniversite	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Tarımsal Biyoteknoloji
Programı	Tarımsal Biyoteknoloji
Mezuniyet Tarihi	Devam ediyor

Yayınlar	
Sağlam, S. ve Akyıldız, E., (2017), Biotechnology And Plants Used In Cancer Treatment, <i>International DNA Day and Genome Congress</i> , Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, IDDGC17-PP-139.	
Sağlam-Yılmaz, S. ve Akyıldız, E., (2018), Acı Kavun ( <i>Ecballium Elaterium</i> (L.) A. Rich.) Bitkisinde Kallus Kültürü Araştırmaları <i>Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi</i> , 11(2): 15-19.	