

**KURAKLIK STRESİNİN HAŞHAŞ (*Papaver somniferum* L.)  
TOHUMU ÇİMLENMESİ ÜZERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

**ALİHAN PEKER**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN  
PROF. DR. HÜSEYİN GÜNGÖR**

**DÜZCE, 2025**

**T.C.**  
**DÜZCE ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**KURAKLIK STRESİNİN HAŞHAŞ (*Papaver somniferum L.*) TOHUMU**

**ÇİMLENMESİ ÜZERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

Alihan PEKER tarafından hazırlanan tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Düzce Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Tez Danışmanı**

Prof. Dr. Hüseyin GÜNGÖR

Düzce Üniversitesi

**Jüri Üyeleri**

Prof. Dr. Hüseyin GÜNGÖR

Düzce Üniversitesi

Prof. Dr. Ziya DUMLUPINAR

Kahramanmaraş

Sütçü İmam Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Fikret BUDAK

Düzce Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 20/05/2025

## BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

20 Mayıs 2025

Alihan PEKER

## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans öğrenimim süresince ve bu tezin hazırlanmasında gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli hocalarım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Sam MOKHTARZADEH ve Sayın Prof. Dr. Hüseyin GÜNGÖR'e en içten dileklerle teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen sevgili aileme ve çalışma arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

**20 Mayıs 2025**

**Alihan PEKER**

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa No

ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	viii
KISALTMALAR.....	ix
ÖZET .....	x
ABSTRACT .....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. MATERYAL VE YÖNTEM .....	4
2.1. YÖNTEM .....	4
2.1.1. Çimlenme Yüzdesi .....	4
2.1.2. Ortalama Çimlenme Süresi .....	4
2.1.3. Çimlenme İndeksi .....	5
2.1.4.Çimlenme Stres Tolerans İndeksi.....	5
2.1.5. Sürgün Uzunluğu.....	5
2.1.6. Sürgün Yaş Ağırlığı.....	5
2.1.7.Sürgün Kuru Ağırlığı.....	5
2.2. VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	5
3. KAYNAK ÖZETLERİ .....	7
4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....	12
4.1. ÇİMLENME YÜZDESİ .....	12
4. 2. SÜRGÜN UZUNLUĞU.....	13
4.3. SÜRGÜN YAŞ AĞIRLIĞI .....	15
4.4. SÜRGÜN KURU AĞIRLIĞI .....	17
4.5. ÇİMLENME İNDEKSİ.....	18
4.6. ORTALAMA ÇİMLENME SÜRESİ.....	20
4.7. ÇİMLENME STRES TOLERANS İNDEKSİ.....	21
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	23
6. KAYNAKLAR.....	25

**ÖZGEÇMİŞ..... 30**



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa No

Şekil 2.1. Ekimden 4.gün sonundaki Haşhaş tohumlarının çimlenme durumu (Orijinal Fotoğraf).....	6
Şekil 2.2. Ekimden 14.gün sonundaki Haşhaş tohumlarının çimlenme durumu (Orijinal Fotoğraf).....	6
Şekil 4.1. Çimlenme yüzdesine ait ortalama değerler grafiği.....	13
Şekil 4.2. Sürgün uzunluğuna ait ortalama değerler grafiği.....	15
Şekil 4.3. Sürgün yaş ağırlığına ait ortalama değerler grafiği.....	16
Şekil 4.4. Sürgün kuru ağırlığına ait ortalama değerler grafiği.....	18
Şekil 4.5. Çimlenme indeksine ait ortalama değerler grafiği.....	19
Şekil 4.6. Ortalama çimlenme süresine ait ortalama değerler grafiği.....	21
Şekil 4.7. Çimlenme stres tolerans indeksine ait ortalama değerler grafiği.....	22



## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa No

Çizelge 4.1. Çimlenme yüzdesine ilişkin varyans analiz tablosu.....	12
Çizelge 4.1. Haşhaş bitkisinde farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen çimlenme oranları (%).....	12
Çizelge 4.2. Sürgün uzunluğuna ilişkin varyans analiz tablosu.....	14
Çizelge 4.3. Haşhaş bitkisinde farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen sürgün uzunlukları (cm).....	14
Çizelge 4.5. Sürgün yaş ağırlığına ait varyans analiz tablosu.....	15
Çizelge 4.6. Haşhaş bitkisinde farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen sürgün yaş ağırlıkları (mg/bitki).....	16
Çizelge 4.7. Sürgün kuru ağırlığına ait varyans analiz tablosu.....	17
Çizelge 4.8. Haşhaş bitkisinde farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen sürgün kuru ağırlıkları (mg/bitki).....	17
Çizelge 4.9. Çimlenme indeksine ait varyans analiz tablosu.....	18
Çizelge 4.10. Haşhaş bitkisinde farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen Çimlenme İndeksi.....	19
Çizelge 4.11. Ortalama çimlenme süresine ait varyans analiz tablosu.....	20
Çizelge 4.12. Haşhaş bitkisinde farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen ortalama çimlenme süresi (gün).....	20
Çizelge 4.13. Çimlenme stres tolerans indeksine ait varyans analiz tablosu.....	21
Çizelge 4.14. Haşhaş bitkisinde farklı kuraklık düzeylerinde belirlene Çimlenme Stres Tolerans İndeksi.....	22

## KISALTMALAR

Çİ	Çimlenme İndeksi
ÇSTİ	Çimlenme Stres Tolerans İndeksi
ÇY	Çimlenme Yüzdesi
ISTA	Uluslararası Tohum Test Birliği
KÖ	Kök Uzunluğu
L	Litre
ml	Mililitre
OÇS	Ortalama Çimlenme Süresi
PEG	Polietilen Glikol
SKU	Sürgün Kuru Ağırlığı
SU	Sürgün Uzunluğu
SYA	Sürgün Yaş Ağırlığı

## ÖZET

### KURAKLIK STRESİNİN HAŞHAŞ (*Papaver somniferum* L.) TOHUMU ÇİMLENMESİ ÜZERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Alihan PEKER

Düzce Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi  
Danışman: Prof. Dr. Hüseyin GÜNGÖR

Mayıs 2025, 29 sayfa

*Papaver somniferum* L. (haşhaş) bitkisi Papaveraceae familyasına ait tıbbi ve aromatik bitkilerden biridir. İçeriğindeki morfin tıpta ciddi anlamda önemli bir bileşendir. Küresel ısınma ve beraberinde iklim değişikliği sonucunda oluşan kuraklık tüm tarım ürünleri gibi haşhaş bitkisi için de önemli bir sorundur. Bu araştırmada kuraklık stresinin haşhaş tohumlarının çimlenmesi üzerinde etkileri incelenmiştir. Deneme 2024 yılında Düzce Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Laboratuvarında, tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yapılmıştır. Haşhaş tohumlarına kuraklık stresi uygulamak için polyethylene glycol'un (PEG-6000) 4 (15,30,45,60 g/L) farklı konsantrasyonu kullanılmış olup elde edilen bulgular kontrol faktörüyle kıyaslanmıştır. Denemede çimlenme yüzdesi ortalamasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar görülmezken, sürgün yaş ağırlığı, sürgün kuru ağırlığı, çimlenme indeksi, sürgün uzunluğu, ortalama çimlenme süresi ve çimlenme stres tolerans indeksi özellikleri açısından istatistiksel olarak önemli farklılıklar görülmüştür. Ne var ki kuraklık stresinin artmasıyla birlikte değerlerin hepsinde düşüş olduğu gözlemlenmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Haşhaş, Kuraklık, *Papaver somniferum*, Polyethylene Glycol

## ABSTRACT

### DETERMINING THE EFFECT OF DROUGHT STRESS ON POPPY

#### *(Papaver somniferum L.)* SEED GERMINATION

Alihan PEKER

Düzce University

Graduate School, Department of Field Crops

Master's Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Hüseyin GÜNGÖR

May 2025, 29 pages

*Papaver somniferum* L. (poppy) plant is one of the medicinal and aromatic plants belonging to the Papaveraceae family. The morphine contained in it is a highly significant compound in medicine. Global warming and the resulting climate change, which causes drought, are significant issues for the poppy plant, as they are for all agricultural crops. This study examines the effects of drought stress on the germination of poppy seeds. The experiment was conducted in 2024 in the Field Crops Department Laboratory of the Faculty of Agriculture at Düzce University, with a randomized block design and three replications. To apply drought stress to the poppy seeds, polyethylene glycol (PEG-6000) was used at four different concentrations (15, 30, 45, 60 g/L), and the results were compared with the control factor. In the experiment, no statistically significant differences were observed in the average germination percentage. However, statistically significant differences were found in terms of shoot fresh weight, shoot dry weight, germination index, shoot length, mean germination time, and germination stress tolerance index. It was observed that all values decreased as drought stress increased.

**Keywords:** Poppy, Drought, *Papaver somiferum*, Polyethylene Glycol

# 1. GİRİŞ

Dünyadaki bitki türü sayısının yaklaşık olarak 750 bin ile 1 milyon arasında olduğu tahmin edilmektedir. Bu bitkilerin 500 000'i isimlendirilmiş ve gruplandırılmış durumdadır. Tıbbi amaçlarla kullanılan bitkilerin sayısı ise eski çağlardan beri sürekli olarak artmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), bazı yayınlara dayanarak yaptığı araştırmada, yaklaşık 20 000 bitkinin tıbbi amaçlarla kullanıldığını ortaya koymuştur. Türkiye'de doğal olarak yetişen 12.000 türden ise sadece 1000'i tedavide kullanılmakta ve ticareti yapılmaktadır.

Son yıllarda Türkiye'de tıbbi ve aromatik bitkilerin kültürü üzerine yapılan araştırmalar önem kazanmıştır ve bazı bitkilerin yetiştirme teknikleri belirlenmiştir. Bugün, dünya pazarları ve ilaç sanayisi, yüksek standartlara sahip ürünler talep etmektedir, bu da etken madde miktarı ve kalitesi açısından önemli bir kriterdir. Tıbbi ve aromatik bitkiler, özelliklerine bağlı olarak geniş bir kullanım alanına sahiptirler. Tıbbi bitkiler halk hekimliği, beslenme, eczacılık, kozmetik ve vücut bakımı gibi alanlarda kullanılırken, aromatik bitkiler güzel koku ve tat verme özellikleri nedeniyle gıda, kozmetik ve parfümeri sektörlerinde geniş bir kullanım alanı bulmaktadır. Tıbbi bitkilerin önemi hem ekonomik hem de insan sağlığı açısından göz önüne alındığında belirginleşmektedir (Ceylan, 1995).

Türkiye, çeşitli iklim ve ekolojik koşulları ile zengin bitki örtüsüne sahip olduğundan, hem doğal olarak toplanan hem de yetiştirilen tıbbi ve aromatik bitkiler açısından önemli bir ekonomik potansiyele sahiptir. Ülkedeki tıbbi ve aromatik bitkilerin çoğu doğada yetişirken, bir kısmı da kültüre alınmıştır. Ancak, kültüre alınan tıbbi bitkilerin üretimi, diğer kültür bitkilerine göre daha sınırlı alanlarda yapılmaktadır (Daneshian, 2010). Bunlardan bir tanesi de hem tıbbi hem de gıda olarak kullanılan haşhaş (*Papaver somniferum* L.) bitkisidir.

Haşhaş (*Papaver somniferum* L.), Papaver cinsine ait bir bitki türü olup gelincikgiller (Papaveraceae) familyasından gelmektedir. Bu bitki, genellikle ılıman iklimlerde ve orta derecede yağış alan bölgelerde yetişmeyi tercih eder. Doğu Akdeniz anavatanı olarak kabul edilen haşhaş, Hindistan ve Anadolu'da uzun bir süredir tarımı yapılmaktadır.

Haşhaş, bir yağ bitkisi olmasının yanı sıra ülkemizde sağlık amaçlı yetiştirilmektedir. İlk kez insanlar, bu bitkinin özsuğunu bebeklerin rahat uyumasını sağlamak için mamalarına karıştırarak kullanmışlardır. Zamanla, haşhaş kapsülünden elde edilen afyon sakızı büyük bir değer kazanmıştır. Afyon ve afyon sakızından elde edilen diğer alkaloidler, tıpta sakinleştirici ve ağrı kesici olarak geniş bir kullanım alanına sahiptir. Tohumlarında bulunan yağ, haşhaş yetiştirilen bölgelerde önemli bir kullanım alanı bulmaktadır. Bu tohumlar, yemeklik olarak tüketildiği gibi, yarı kuruyan yağlar oldukları için boya sanayisi, sabun üretimi ve diğer endüstriyel alanlarda da kullanılmaktadır (İncekara, 1964). Latince’de, "Papaver" kelimesi gelincik bitkisini, "somniferum" ise uyku verici ve rüya gördürücü anlamına gelmektedir. Haşhaş bitkisinin kapsülünden afyon adı verilen uyuşturucu elde edilirken, tohumlarından ise haşhaş yağı üretimi yapılır. Bitkinin meyvesi olan kapsül, içerisinde birçok tohum barındırır. Haşhaş yağı, tohumların %40-45’ini oluşturarak kaliteli, bitkisel bir yağ türüdür. Tohumlardan yağ çıkarıldıktan sonra kalan küspe, hayvan yemi olarak kullanılarak hayvanların sütündeki yağ oranını artırabilir. Ayrıca, meyve kabuğundan 20 kadar alkaloid elde edilir ki bunlar morfin, kodein, narkotin, papaverin gibi uyuşturucu özellik gösteren maddelerdir; tıpta ise ağrı kesici ve uyku verici olarak kullanılırlar.

Tarımsal üretim bölgelerinde karşılaşılan su noksanlığı, toprakların verimliliğini olumsuz yönde etkileyerek bitki üretimini kısıtlayan önemli bir sorundur. Yerküre yüzeyinin yaklaşık 134 milyon km<sup>2</sup>’sini karalar oluşturmaktadır. Bu karaların yaklaşık 70 milyon km<sup>2</sup>’si işlenebilir olmasına karşın tarım yapılan yalnızca 15 milyon km<sup>2</sup> kadar alan bulunmaktadır. Tarımda kullanılan alanların çoğunda ise belli başlı zorluklar yaşanmaktadır. Bunlardan biri ise kuraklıktır.

Dünya genelinde yaşanan iklim değişikliği sebebi ile ülkemizin de bulunduğu geniş bölgelerde kuraklık riski oluşmaktadır. İklim bilimcileri bu konuda sürekli uyarılar yapmaktadır. Türkiye’de yılda 4,5-5 milyon hektar tarım arazisine düşen yağış miktarı 400 mm’nin altındadır. Yenilenebilir su kaynakları tamamıyla geliştirilse bile, tarım alanlarının tamamının sulanması için yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle, tarım arazilerinin önemli bir bölümünde kuru tarım uygulamalarının zorunlu hale gelmesi kaçınılmazdır. Ayrıca, dünya genelinde ve ülkemizde periyodik olarak yaşanan kurak dönemler, tarımsal üretimde önemli verim kayıplarına neden olmaktadır. Bu sebeple, kurak dönemlerde ve kurak alanlarda kuraklığa dayanıklı bitkilerin kullanılması,

kuraklıkla m¼cadelede alınacak ¼nlemler arasında yer almaktadır. Dolayısıyla kuraklığa dayanımı bilinen bitkilerin haricinde, kuraklığın yoğun yaşıandığı b¼lgeler için tarımı yapılabilecek yeni bitkileri keşfetmek elzemdir.

Bu alışma, kuraklık stresinin haşhaş (*Papaver somniferum* L.) tohumlarının çimlenme ve erken fide gelişimi ¼zerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır.



## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Denemedeki bitki materyali, Afyon Bölgesi'ne ait Mavi Yerel Çeşidi (çiçekleri mavi olduğu için bu adla anılmaktadır) TMO'dan deneme amacıyla temin edilmiştir. Araştırma, Tarla Bitkileri Bölümü Laboratuvarında 2024 yılında, tesadüf parselleri deneme planı uyarınca üç tekerrürlü olarak yapılmış ve bu deneyde, kontrol ile birlikte dört farklı polyethylene glycol (PEG 6000) konsantrasyonu (kuraklık stresi oluşturmak amacıyla 0 (saf su), 15, 30, 45 ve 60 g/l oranlarında PEG) kullanılmıştır. Araştırma, Papaveraceae familyasından *Papaver somniferum* L. (Haşhaş) tohumlarının çimlenme ve erken fide gelişimi üzerindeki etkilerini incelemektedir. Çalışmaya başlamadan önce, tohumlar sterilizasyon işlemine tabi tutulmuştur. Sterilizasyon işlemi sırasında tohumlar, %5'lik çamaşır suyu çözeltisinde 7 dakika bekletilmiş, ardından üç kez distile suyla yıkanarak temizlenmiştir (Jabeen ve Ahmad, 2012). Çimlenme testleri, petri kapları ve kurutma kâğıdı arasında, 20±1°C sıcaklıkta karanlık bir inkübatörde gerçekleştirilmiş ve her bir tekerrürde 20 tohum kullanılmıştır. Her iki günde bir, kağıtlar değiştirilip 10 ml çözeltisi eklenerek tohumların çimlenme süreci izlenmiştir. Ayrıca, tohumlar günlük olarak sayılmış ve 2 mm kök uzunluğuna ulaşan tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiştir. Çimlenme testleri, ISTA (2023) kriterlerine göre haşhaş için belirlenen 14 günlük süre boyunca devam edilmiştir.

### 2.1. YÖNTEM

#### 2.1.1. Çimlenme Yüzdesi (%)

Çimlenme yüzdesi, 14. günde çimlenen tohumların sayısının toplam tohum sayısına oranlanması sonucunda bulunmuştur.

#### 2.1.2. Ortalama Çimlenme Süresi (OÇS-gün)

Ortalama çimlenme süresi aşağıdaki formüle göre ISTA (2023)'ya göre gün olarak hesap edilmiştir.

$$OÇS = (\sum Dn) / \sum n$$

Formülde, n sayım günündeki çimlenen tohum sayısını, D sayım yapılan gün sayısını

göstermektedir.

### 2.1.3. Çimlenme İndeksi

$\text{Çİ} = (10 \times n_1 + 9 \times n_2 + \dots + 1 \times n_{10}) / (\text{toplam çimlenme gün sayısı} \times \text{çimlenmede kullanılan tohum sayısı})$  formülü ile hesaplanmıştır (Mares ve Mrva, 2001).

### 2.1.4. Çimlenme Stres Tolerans İndeksi

Aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (Ahmad vd., 2009).

Formülde,  $nd_1$ ,  $nd_2$ ,  $nd_3$  ve  $nd_4$  sırasıyla 2, 4, 6 ve 8. günlerdeki çimlenen tohum sayısını göstermektedir.

$$\text{ÇSTİ} = \frac{\text{Stres koşullarındaki tohumlarda } nd_1 (1,00) + nd_2 (0,75) + nd_3 (0,50) + nd_4 (0,25)}{\text{Kontrol koşullarındaki tohumlarda } nd_1 (1,00) + nd_2 (0,75) + nd_3 (0,50) + nd_4 (0,25)} \times 100$$

### 2.1.5. Sürgün Uzunluğu (cm)

Çalışmanın 14. gününde on adet fidenin sürgün uzunluğunun ölçülmesiyle belirlenmiştir.

### 2.1.6. Sürgün Yaş Ağırlığı (mg/bitki)

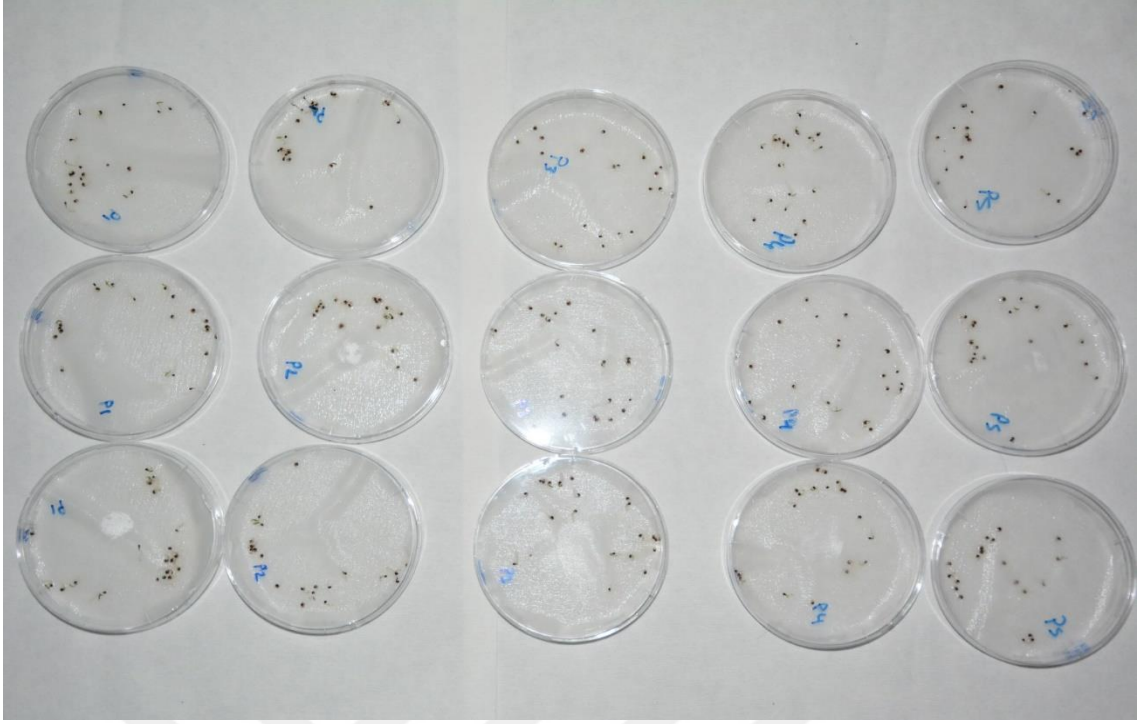
Çalışmanın 14. gününde on adet sürgünün ağırlığı, hassas terazide tartılmış ve elde edilen değerler oranlanarak mg/bitki cinsinden hesaplanmıştır.

### 2.1.7. Sürgün Kuru Ağırlığı (mg/bitki)

Sürgün yaş ağırlığı belirlenen on adet fideye sürgünler 70°C'de 48 saat süreyle fırında kurutulmuş, ardından hassas terazide tartılarak mg/bitki cinsinden ağırlıkları hesaplanmıştır.

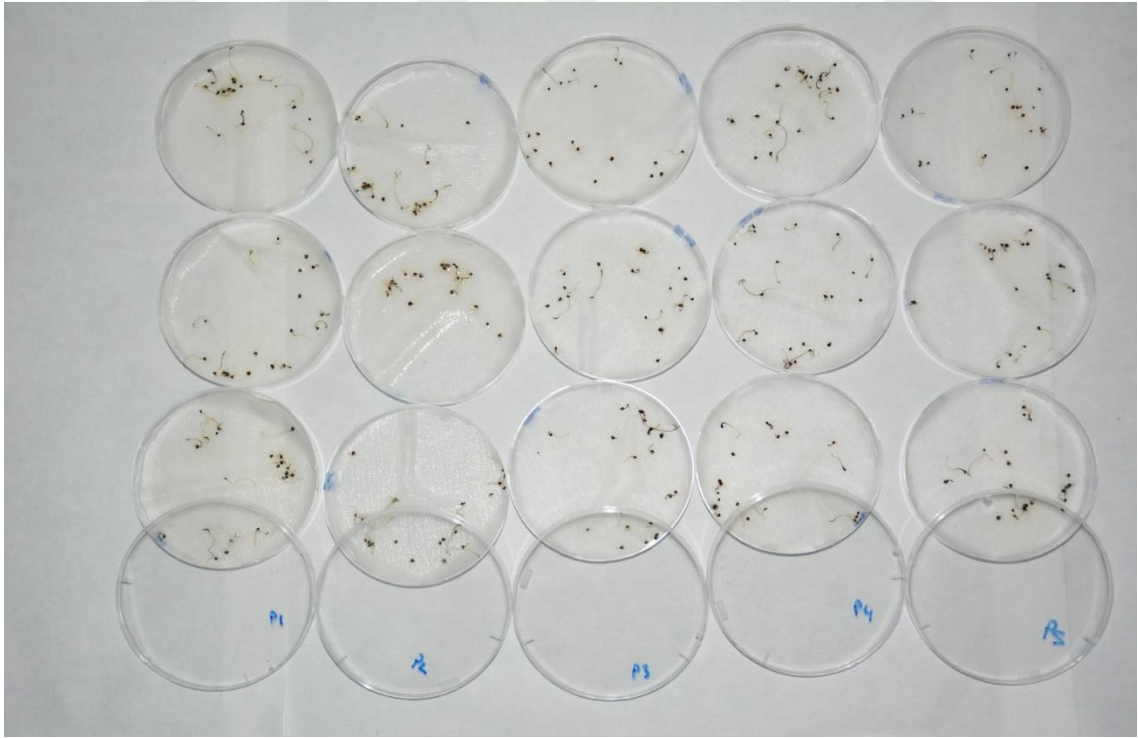
## 2.2. VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Elde edilen bulguların istatistiksel olarak değerlendirilmesi amacıyla varyans analizi SPSS paket programı kullanılarak yapılmıştır. Uygulamalar arasındaki farkların önemlilik düzeylerini belirlemek amacıyla LSD testi uygulanmıştır.



Şekil 2.1. Ekimden 4.gün sonundaki Haşhaş tohumlarının çimlenme durumu

(Orijinal Fotoğraf)



Şekil 2.2. Ekimden 14.gün sonundaki Haşhaş tohumlarının çimlenme durumu

(Orijinal Fotoğraf)

### 3. KAYNAK ÖZETLERİ

Haşhaş bitkisi ve diğer bazı bitkilerin kuraklık stresi etkilerini inceleyen bazı çalışmalar yapılmıştır.

Okçu vd., (2005), bezelye türlerinde (Bolero, Sprinter ve Utrillo) yaptıkları araştırmada, kuraklık stresi altında; çimlenme yüzdesi, ortalama çimlenme süresi, kök ve sürgün uzunluğu, fide yaş ve kuru ağırlıklarının düşüş gösterdiği kaydedilmiştir.

Berg ve Zeng (2006), Güney Afrika yerli çimleri üzerinde polietilenglikol-6000 ile kuraklık stresi uygulamış ve bu uygulamanın sürgün uzunluğu ile çimlenme yüzdesini belirgin şekilde azalttığını belirtmişlerdir. Ayrıca, kök uzunluğunda başlangıçta bir artış gözlemlenirken, daha sonra bu uzunluğun azaldığı tespit edilmiştir.

Gopal ve Iwama (2007), in vitro koşullarda yetiştirilen patates genotiplerinin kuraklık dayanıklılığını değerlendirmek amacıyla, MS ortamına farklı dozlarda sorbitol veya polietilen glikol ekleyerek sürgün ve kök gelişimlerini incelemişlerdir. Çalışmalarının sonuçlarına göre, 0.2 M sorbitol ve 0.003 M PEG uygulanan IWA-1, IWA-3 ve IWA-5 genotiplerinde, kök uzunluğu, kök hacmi ve kökteki kuru ağırlığın daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Gürbüz vd., (2009), PEG-6000 ile kuraklık stresi uygulanan farklı büyüklükteki nohut tohumlarında çimlenme yüzdesi, çimlenme süresi ve çimlenme indeksinin düştüğünü bildirmişlerdir.

Ahmad vd., (2009), ayçiçeği bitkisine uygulanan PEG 6000 ile kuraklık stresi altındaki örneklerde, stres tolerans endekslerinin su stresiyle ters orantılı olduğunu gözlemlemişlerdir.

Wani vd., (2010) Hindistan'da gerçekleştirdikleri çalışmada, PAU 201 ve PR 116 çeltik çeşitlerinin tohum çimlenmesini, çeşitli PEG dozları içeren MS ortamında incelemişlerdir. PEG seviyelerinin artışıyla bitki rejenerasyonunun azaldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, tüm çeşitlerde PEG kaynaklı stresin benzer bir etki gösterdiği ifade edilmiştir.

Khodarahmpour (2011), melez mısır çeşitlerinde PEG uygulayarak yaptığı çalışmada, kuraklık stresinin çimlenme oranını azalttığını ve çimlenme süresini uzattığını gözlemlemiştir.

Priyanka vd., (2011), fasulye genotiplerinde çimlenme ve sürgün verme aşamalarında polietilen glikolün farklı konsantrasyonlarını uygulamışlardır. Neticede, %5 PEG uygulamasıyla çimlenmenin önemli derecede yüksek olduğu; %15 polietilen glikol uygulamasında ise fidelerde solgunluk gözlemlendiği rapor edilmiştir.

Rouhi vd., (2011), buğdaygil yem bitkileri (koyun yumağı, kamışsı yumak, kılıcsız brom, yüksek otlak ayrığı) üzerinde kuraklık stresinin çimlenme oranı, çimlenme hızı, fide boyu ve ağırlığı üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla PEG-6000'ın farklı dozlarını uygulamışlardır. Çalışma sonuçlarına göre, tüm incelenen özelliklerde bir azalma gözlemlenmiştir.

Can (2013), pamuk genotiplerine PEG 6000 uygulayarak bazı çeşitlerin kuraklığa toleranslı olduğunu, bazılarının ise daha belirgin yanıtlar verdiğini ve bazı çeşitlerin aktif bir direnç mekanizması geliştirdiğini ortaya koymuştur.

Balkan ve Gençtan (2013), 8 farklı ekmeklik buğday çeşidine polietilen glikolün 4 farklı konsantrasyonunu uygulayarak kuraklık stresinin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Yüksek dozlarda PEG içeren ortamlarda hiçbir çeşitte çimlenme gözlemlenmemiştir. Osmotik stresin artmasıyla birlikte, tohum çimlenme yüzdesi, kök ve sürgün boyu, kök yaş ağırlığı, herba yaş ağırlığı ve herba kuru ağırlığı gibi özelliklerde belirgin bir azalma yaşandığı tespit edilmiştir.

Toosi vd., (2014), hardal tohumları üzerinde yaptıkları çalışmada, farklı dozlarda PEG ile oluşturulan kuraklık stresinin çimlenmeyi önemli ölçüde etkilediğini rapor etmişlerdir. Deneme sonucunda, polietilen glikol ile uygulanan kuraklık stresi arttıkça fidelerin hipokotil boylarında azalma gözlemlenmiş ve fide büyümesi tamamen durmuştur.

Budaklı Çarpıcı ve Erdel (2015), bazı yonca çeşitlerinin çimlenme evresindeki kuraklık stresine karşı toleranslarını incelemişlerdir. Çalışmada, dört değişik kuraklık stresi uygulanmıştır. Sonuç olarak, çimlenme oranı, fide ve kök uzunluğu gibi özellikler, polietilen glikolün yüksek dozlarına karşı olumsuz bir tepki verdiği gözlemlenmiştir.

Bilgili (2016), bazı ekmeklik buğday çeşitleri üzerinde yapılan PEG 6000 dozu denemesinde, çimlenme ve çıkış yüzdesi, sürgün uzunluğu, kök uzunluğu, fide yaş ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığı gibi özelliklerde belirgin bir azalma tespit etmiştir.

Ghiyasi ve Amirnia (2016), PEG dozlarının lavanta tohumlarının çimlenme ve fide büyümesi üzerindeki sonuçlarını araştırmışlardır. Denemede, osmotik potansiyelin

düşmesiyle birlikte çimlenme yüzdesinde bir azalma gözlemlenmiş, ayrıca kuraklık seviyesinin artmasıyla birlikte bitki ve kök boylarında da azalma görülmüştür.

Afkari (2016), fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) üzerinde yaptığı çalışmada, kuraklık stresi ve priming uygulamalarının çimlenme bileşenleri ile antioksidan enzimler üzerinde önemli etkiler yarattığını tespit etmiştir. Uygulanan kuraklık stresi, çimlenme yüzdesi, çimlenme hızı, kökçük uzunluğu ve fide uzunluğunda azalmaya neden olurken, süperoksit dismutaz, glutatyon peroksidaz, katalaz ve askorbat peroksidaz enzimlerinin aktivitesinde artış gözlemlenmiştir. Ayrıca, %1 potasyum nitrat ön uygulamasının fesleğen tohumlarının çimlenme parametrelerini iyileştirdiği, antioksidan enzim aktivitesini artırarak fesleğenin kuraklık stresine karşı toleransını güçlendirdiği belirtilmiştir.

Yeler (2016), çavdara uygulanan PEG 6000 dozunun artmasıyla birlikte incelenen bütün özellikleri olumsuz yönde etkilediğini tespit etmiştir.

Benlioğlu (2017), makarnalık buğday üzerinde yapılan PEG 6000 denemesinde, kuraklık seviyesinin artmasıyla tüm özelliklerde bir azalma meydana geldiğini ifade etmiştir.

Davoodnia vd., (2017), dört Papaver türünün kuraklık ve tuzluluk stresinin morfolojik ve biyokimyasal özelliklerinin değerlendirilmesi çalışması, tuzluluk ve kuraklık stresi altında aşırı metabolitlerin bol olduğu, stres toleransı ile doğrulanmış bir dengeye sahip olduğu ve kuraklık stresi altında metabolitlerin tuzluluktan daha yüksek olduğunu belirtmiştir.

Khafagy vd., (2017), PEG-6000 ile kuraklık stresi uygulayarak arpa danelerindeki çimlenme ve sürgün gelişme aşamasını incelemişlerdir. Araştırmada, 4 farklı kuraklık stresi seviyesini (%0, %10, %20 ve %30 PEG 6000) kullanmışlardır. PEG konsantrasyonlarının artırılmasının, çimlenme ve fide büyüme özellikleri üzerinde önemli ölçüde olumsuz etkiler yarattığı tespit edilmiştir.

Gheidary vd., (2017), tuzluluğun ve kuraklığın *Lathyrus sativus* (mürdümük) tohum çimlenmesi ve sürgün gelişimi üzerinde etkilerini incelemişlerdir. PEG -6000 kullanılan denemede, kuraklık streslerinin çimlenme yüzdesi ile kök ve kökçük boyunu kısalttığını tespit etmişlerdir.

Mohammed (2017), tıbbi ve aromatik bitkilerde polietilen glikol kullanarak su stresi koşulları uygulamıştır. Uygulama sonucunda, su stresinin artmasıyla birlikte çimlenme

hızı ve çimlenme yüzdesinde düşüş gözlemlenmiştir. Ek olarak, -8 bar su stresi şartlarında hiçbir çeşitte çimlenmeye rastlanmamıştır.

Saçak (2019), buğday çeşitlerine yapılan uygulamalarda PEG 6000'nin tohuma uygulanmasının ardından olumsuz gelişmelerin gözlemlendiğini belirtmiştir.

Ashraf vd., (2021), polietilen glikol ile oluşan kuraklık stresinin fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) ve balkabağı (*Cucurbita pepo* L.) tohumlarının bazı çimlenme parametreleri üzerinde etkilerini tespit etmek için bir çalışma yapmışlardır. Araştırmada, fesleğen tohumları sekiz günde 1,5 cm kök uzunluğuna ulaşamazken, balkabağı tohumları maksimum kök uzunluğuna yaklaşık yedi günde ulaşmıştır. Fesleğen tohumlarının kuraklığa oldukça hassas olduğu ve %2,5'lik polietilen glikol çözeltisi ile çimlenme gözlemlenmediği belirtilmiş, oysa balkabağı çekirdeği iyi çimlenme göstermiştir. PEG uygulamasının balkabağında çimlenmeyi %25 oranında azalttığı, fesleğende ise çimlenmenin %75 oranında azaldığı ve iyi çimlenme gözlemlenmediği rapor edilmiştir.

Barickman vd., (2021), fesleğenin erken dönem ve geç dönem gelişimi aşamasında genel morfolojik gelişme modellerini ihtiva eden 4 farklı gelişme koşulu (2 su uygulaması ve 2 seviyeli karbondioksit uygulaması) üzerinde bir deney gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada, 2 su uygulaması ve 2 seviyeli karbondioksit uygulamasının, kuraklık stresi sonucu sürgün ve kök sistemlerinin morfolojik yapıları üzerinde kontrol grubuyla kıyaslandığında büyük ölçüde tesirli olduğu gözlemlenmiştir. Bununla beraber, fesleğenin morfofizyolojik özelliklerinin kuraklık stresi ile bastırılmasının sonraki büyüme aşamalarında erken aşamalara kıyasla daha belirgin olduğu belirtilmiş ve yüksek karbondioksit uygulamasıyla işlenmiş bitkilerin kuru kütle yüzdesinin %55 oranında arttığı, bu durumun kuraklık stresinin negatif etkilerini hafifletmede önemli bir rol oynadığı rapor edilmiştir.

Kundrátová vd., (2021), Haşhaş bitkilerinde çimlenmenin ilk haftasında kuraklık stresine tepkinin transkriptomik ve proteomik analizi çalışmasında, transkriptomik ve proteomik manzaralar, haşhaşın strese karşı en savunmasız olduğu çimlenmenin erken aşamalarında *Papaver somniferum*'da farklı biyolojik düzeylerde kuraklığa tepki ve adaptasyon mekanizmalarının ayrıntılı bir görünümünü sağladığını tespit etmiştir.

Zulfiqar vd., (2021), tatlı fesleğen (*Ocimum basilicum*) üzerinde kendi başına veya kombinlenerek uygulanan Trehaloz (Tre) ve salisilik asidin (SA) büyüme, fotosentez ve

antioksidan tepkileri üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla bir saksı deneyi gerçekleştirmişlerdir. Araştırmada, kuraklık stresine maruz kalan fesleğen bitkileri, 30 mM Tre ve/veya 1 mM SA ile muamele edilerek veya edilmeden %60 veya %100 tarla kapasitesine kadar sulanmıştır. Sonuçlar, kuraklık stresinin bitkinin büyümesini, fizyolojik parametrelerini ve antioksidan tepkilerini negatif şekilde etkilediğini ortaya koymuştur. Tre uygulaması, salisilik asitle kıyaslandığında, kuraklığın negatif sonuçlarını daha fazla azaltmıştır. Ayrıca, Tre ve SA'nın birlikte uygulanmasının, kuraklık stresi altındaki bitkilerin su kullanım verimliliğini artırdığı ve malondialdehit miktarını azalttığı bildirilmiştir.

Sevindik vd., (2022), farklı oranlarda polietilen glikol solüsyonu uygulayarak kuraklık stresinin fesleğen bitkisinin stoma kapanması, morfolojik yapısı, kimyasal bileşimi ve uçucu bileşik profili üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Kontrol grubunda gözlemlenmiş maksimum fide ve kök uzunlukları, %15 PEG uygulamasında elde edilmiştir. Artan kuraklık ile stoma açıklığı arasında ters bir orantı olduğunu kaydetmişlerdir. Fesleğen yapraklarından salınan uçucu bileşiklerin miktarı, uygulanan kuraklık stresinin artan oranı ile birlikte artmış ve baskın uçucuların aroma profili değişmiştir. En yoğun bulunan kimyasal grup terpenler olup, PEG uygulaması ile bu bileşiklerin önemli derecede arttığı belirtilmiştir.

Hacan (2023), fesleğen genotiplerinin abiyotik stres koşullarına karşı farklı tepkiler verdiğini belirtmiştir. Çalışma sonucunda, Elâzığ ve Denizli popülasyonlarının kuraklık streslerine çimlenme ve sürgün gelişim aşamalarında daha toleranslı oldukları tespit edilmiştir.

## 4.BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. ÇİMLENME YÜZDESİ (%)

Yapılan deneme sonucu elde edilen çimlenme yüzdesi değerlerinin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1’de belirtilmiştir. Çizelge 4.1’de görüldüğü gibi varyans analiz sonucuna göre farklı PEG dozları arasında çimlenme yüzdesi bakımından istatistikî olarak fark çıkmamıştır.

Çizelge 4.4. Çimlenme yüzdesine ilişkin varyans analiz tablosu.

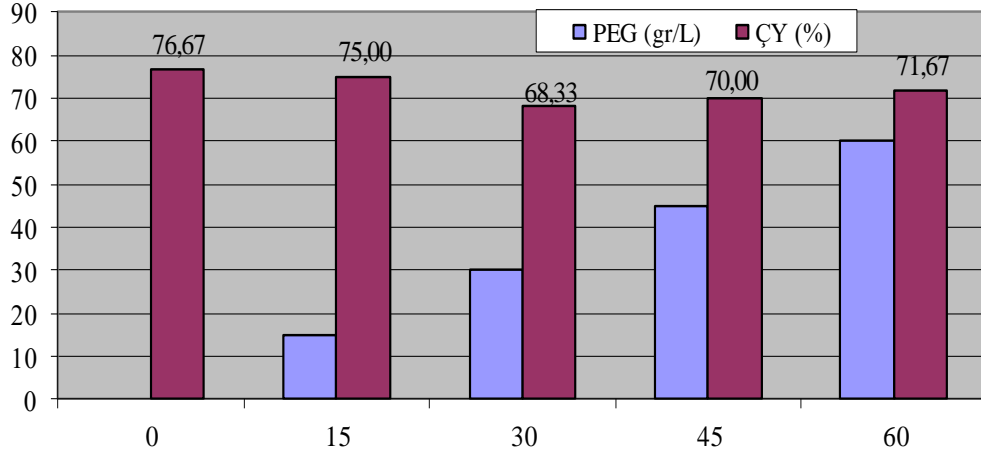
VK	SD	Çimlenme Yüzdesi (%)	
		KO	F
Genel	14		
PEG	4	35,833	0,7167 öd
Hata	10	50	
C.V. (%)		9,78	

öd: Önemli değil

Çizelge 4.2’de görüldüğü gibi, çimlenme yüzdesi %68,33-76,67 arasında değişim göstermiştir. En yüksek çimlenme yüzdesi %76,67 ile kontrol uygulamasından elde edilmiş, en düşük çimlenme yüzdesi ise %68,33 ile 30 g/L PEG uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.5. Haşhaş bitkisinde farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen çimlenme oranları (%).

PEG (g/L)	Çimlenme Yüzdesi (%)
0	76,67
15	75,00
30	68,33
45	70,00
60	71,67
Ortalama	72,33



Şekil 4.3. Çimlenme yüzdesine (%) ait ortalama değerler grafiği.

Çalışmada elde edilen sonuçlar farklı PEG dozlarının haşhaş tohumlarının çimlenmesi üzerinde farklı sonuçlar meydana getirdiğini göstermiştir. Kontrol (PEG 0) dozunda çimlenme en yüksek oranda olurken PEG 30 g/L dozunda ise en düşük oranda çimlenme saptanmıştır. PEG 60 g/L dozunda ise çimlenme oranı PEG kontrol dozuna göre düşük olmasına rağmen PEG 30 ve PEG 45 g/L dozuna göre daha yüksek oranda kaydedilmiştir (Şekil 4.1). Farklı bitki türlerine ait yapılan çalışmalarda, Yılmaz ve Kısakürek (2021), *Lolium perenne* L. çeşitlerinin artan kuraklık stresi düzeylerinden olumsuz etkilendiğini ve en yüksek çimlenme oranını %97,5 ile -0.4 MPa kuraklık stresi uygulamasından, en düşük çimlenme oranını ise %51,5 ile -0.8 MPa kuraklık stresi uygulamasından tespit etmiştir. Tüm çeşitlerde -1.2 ve -1.6 MPa kuraklık stresi uygulamalarında çimlenmenin meydana gelmediğini tespit etmişlerdir. Çiftçi ve Açıkbaş (2023), yaygın fiğ (*Vicia sativa* L.) çeşitlerinde kuraklık stresinin çimlenme yüzdesi üzerine olan etkisinin %10 PEG seviyesinde düşmeye başladığını tespit etmişlerdir. Kozan (2021), kuraklık stresinin bazı buğdaygil yem bitkilerinde PEG konsantrasyonları arttıkça çimlenme oranlarının düştüğünü ve -8 bar seviyesinde ise bazı türlerde çimlenme olmadığını, aynı zamanda, -10 bar seviyesinde ise tüm çeşitlerin çimlenemediğini tespit etmiştir.

#### 4.2. SÜRGÜN UZUNLUĞU (cm)

Denemede haşhaş tohumuna farklı dozlarda ozmotik basınç uygulanarak yapılan çalışmada, sürgün uzunluğuna ilişkin değerler üzerinde yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3'de, farklı PEG dozlarına ait ortalama değerler ve farklılık

gruplandırmaları Çizelge 4.4’de sürgün uzunluklarına (cm) ait ortalama değerler grafiği ise Şekil 4.2.’de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Sürgün uzunluğuna ilişkin varyans analiz tablosu.

VK	SD	Sürgün Uzunluğu (cm)	
		KO	F
Genel	14		
PEG	4	0,3476	32,59**
Hata	10		
C.V. (%)		18,3	

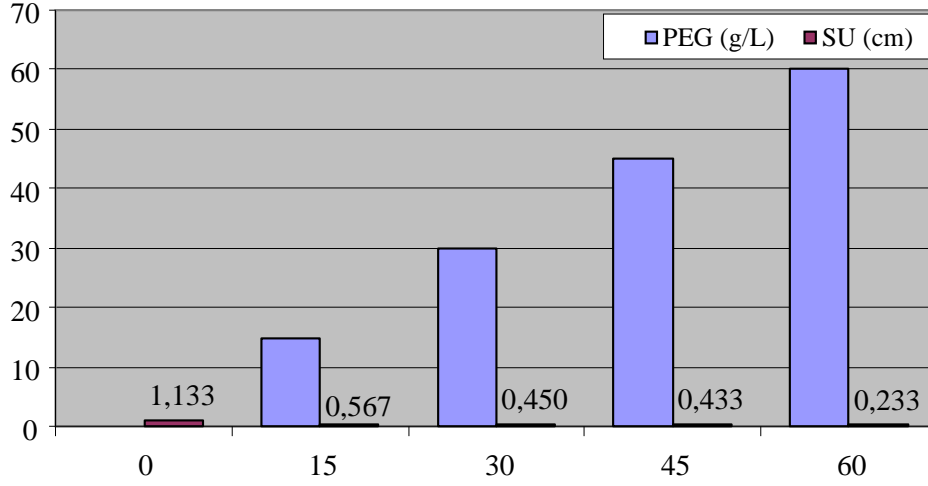
\*\* :  $p < 0.01$  düzeyinde önemlidir.

Farklı PEG dozları sürgün uzunluğu açısından istatistiki olarak  $P < 0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur.

Farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen sürgün uzunluğu değerleri ve oluşan gruplar Çizelge 4.4’de verilmiştir. Sürgün uzunluğu değerleri 0,233 cm ile 1,133 cm arasında değişim göstermiştir. En yüksek sürgün uzunluğu kontrol dozunda (1.133 cm) tespit edilirken en düşük sürgün uzunluğu (0,233 cm) ise PEG 60 dozunda ölçülmüştür. PEG dozlarının artmasıyla sürgün uzunluklarında azalmalar tespit edilmiştir (Şekil 4.2).

Çizelge 4.7. Haşhaş bitkisinde farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen sürgün uzunlukları (cm).

PEG (g/L)	Sürgün Uzunluğu
0	1,133 a
15	0,567 b
30	0,450 b
45	0,433 b
60	0,233 c
Ortalama	0,56



Şekil 4.4. Sürgün uzunluğuna (cm) ait ortalama değerler grafiği.

Farklı türlerde yapılan çalışmalarda, sürgün uzunlukları kuraklık stresine bağlı olarak farklılık gösterdiği diğer araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Budaklı Çarpıcı ve Erdel, 2015; Aslan ve Atış, 2018; Yılmaz vd., 2022).

#### 4.3. SÜRGÜN YAŞ AĞIRLIĞI (mg/bitki)

Çalışmada elde edilen sürgün yaş ağırlığı verilerinin varyans analiz sonuçları çizelge 4.5'te verilmiştir. Çizelge 4.5'e göre PEG dozları arasında sürgün yaş ağırlıkları bakımından istatistiksel olarak önemli derecede farklılık görülmüştür.

Çizelge 4.5. Sürgün yaş ağırlığına ait varyans analiz tablosu.

VK	SD	Sürgün Yaş Ağırlığı (mg/bitki)	
		KO	F
Genel	14		
PEG	4	2,0843	19,914**
Hata	10	1,0467	
C.V. (%)		4,39	

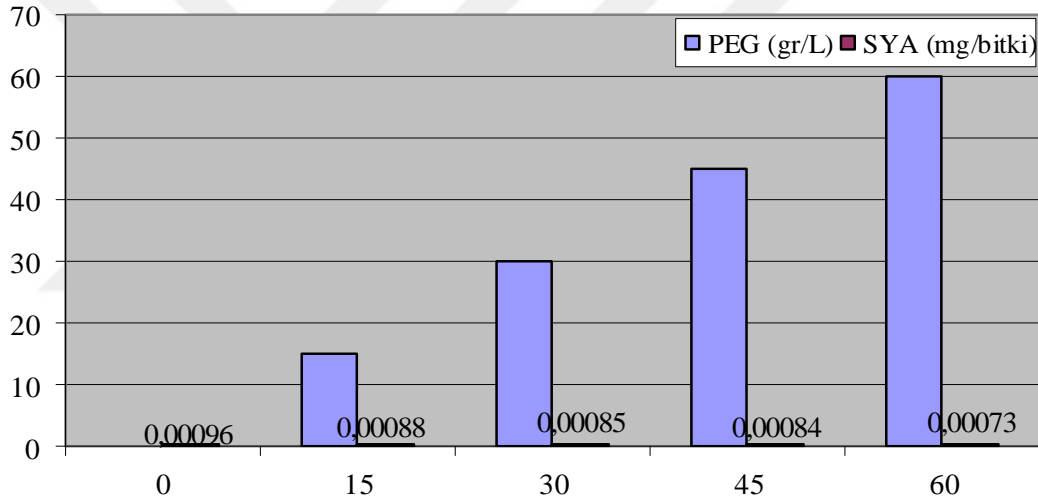
\*\* :  $p < 0.01$  düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.6.'ya göre kontrol dozundan sonra her PEG dozu artışının ardından sürgün yaş ağırlıklarında minimal da olsa düşüşler meydana gelmiştir. En fazla gelen sürgün yaş ağırlığı kontrol dozunda olurken (0,00096 g) sürgün yaş ağırlığı en düşük gelen doz ise PEG 60 dozu olmuştur (0,00073 g). Elde edilen verilerin ortalaması ise 0,00085 g olarak tespit edilmiştir.

Sürgün yaş ağırlığına (mg/bitki) ait ortalama değerler grafiği ise Şekil 4.3.'de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Haşhaş bitkisinde farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen sürgün yaş ağırlıkları (mg/bitki).

PEG (g/L)	Sürgün Yaş Ağırlığı (mg/bitki)
0	0,00096 a
15	0,00088 b
30	0,00085 b
45	0,00084 b
60	0,00073 c
Ortalama	0,00085



Şekil 4.3. Sürgün yaş ağırlığına ait ortalama değerler grafiği.

Yılmaz vd., (2022) serin iklim buğdaygillerinden; Lolium, Poa, Agrostis ve Festuca cinslerine ait 10 çeşidin çimlenme döneminde kuraklık stresine dayanıklılığını tespit etmek için yaptıkları çalışmada artan ozmotik basıncın neticesi olarak sürgün yaş ağırlıklarında önemli düşüşler olduğunu belirtmişler ayrıca, Akyürek (2020), egzotik sebze türleri üzerinde yaptığı çalışmada sürgün yaş ağırlıklarında azalma görüldüğünü kaydetmiştir. Dolgun ve Aydoğan Çifci (2018), yaptıkları Maestrale, Meram, Levante makarnalık buğday çeşitlerinde farklı kuraklık stresi seviyelerinin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkilerini incelemek üzerine yaptıkları çalışmada kuraklık stresine bağlı sürgün yaş ağırlıklarında düşüşler tespit etmişlerdir.

#### 4.4. SÜRGÜN KURU AĞIRLIĞI (mg/bitki)

Haşhaş tohumlarının sürgün kuru ağırlığı üzerine PEG dozlarının etkisi, Çizelge 4.7’de yer alan varyans analiz sonuçlarına göre istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.7. Sürgün kuru ağırlığına ait varyans analiz tablosu.

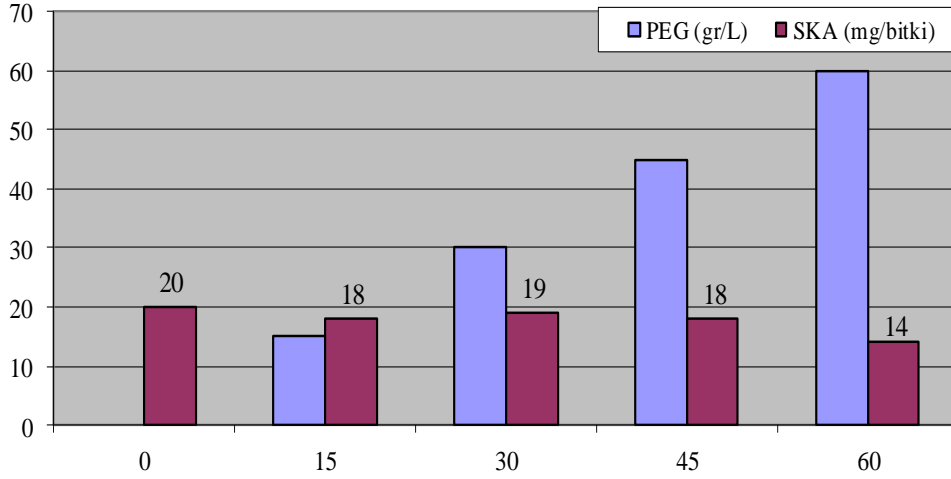
VK	SD	Sürgün Kuru Ağırlığı (mg/Bitki)	
		KO	F
Genel	14		
PEG	4	1,393	23,22**
Hata	10	0,00000000006	
C.V. (%)			4,35

\*\* : p<0.01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.8’e göre sürgün kuru ağırlığı bakımından kontrol faktörü ağırlık olarak en ağır veri olarak görülürken (0,00020 mg/bitki) PEG dozu her artış gösterdiğinde kuraklık stresine bağlı olarak sürgün kuru ağırlıklarında düşüş gözlenmiştir ağırlık olarak en düşük gelen ise PEG 60 dozu (0,00014 mg/bitki) olarak ölçülmüştür. Sürgün kuru ağırlığına (mg/Bitki) ait ortalama değerler grafiği ise Şekil 4.4.’de verilmiştir

Çizelge 4.8. Haşhaş bitkisinde farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen sürgün kuru ağırlıkları (mg/bitki).

PEG (g/L)	Sürgün Kuru Ağırlığı (mg/bitki)
0	0,00020 a
15	0,00018 b
30	0,00019 ab
45	0,00018 b
60	0,00014 c
Ortalama	0,00018



Şekil 4.4. Sürgün kuru ağırlığına ait ortalama değerler grafiği.

Hellal vd., (2018) PEG kaynaklı kuraklık stresinin mısır arpa çeşitlerinin moleküler ve biyokimyasal bileşenleri ve fide büyümesi üzerindeki etkisi adlı çalışmalarında %0, %5, %10 ve %20 polietilen glikol-6000 (PEG) uyguladıkları çeşitlerin sürgün kuru ağırlıklarının sırasıyla 6,58, 2,21, 0,51, 0,09 olarak kaydettikleri veriler kuraklık stresinin sürgün kuru ağırlığını önemli derecede azalttığını göstermektedir. Ayrıca Altaf vd., (2021) ekmeklik buğday çeşitleri üzerine yaptıkları kuraklık stresi çalışması, çalışmamızı destekler niteliktedir.

#### 4.5. ÇİMLENME İNDEKSİ

Haşhaş tohumlarının çimlenme indeksi üzerine PEG dozlarının etkisi, Çizelge 4.9’da yer alan varyans analiz sonuçlarına göre istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.9. Çimlenme indeksine ait varyans analiz tablosu.

VK	SD	Çimlenme İndeksi	
		KO	F
Genel	14		
PEG	4	0,125	3,8026*
Hata	10	0,033	
C.V. (%)			9,67

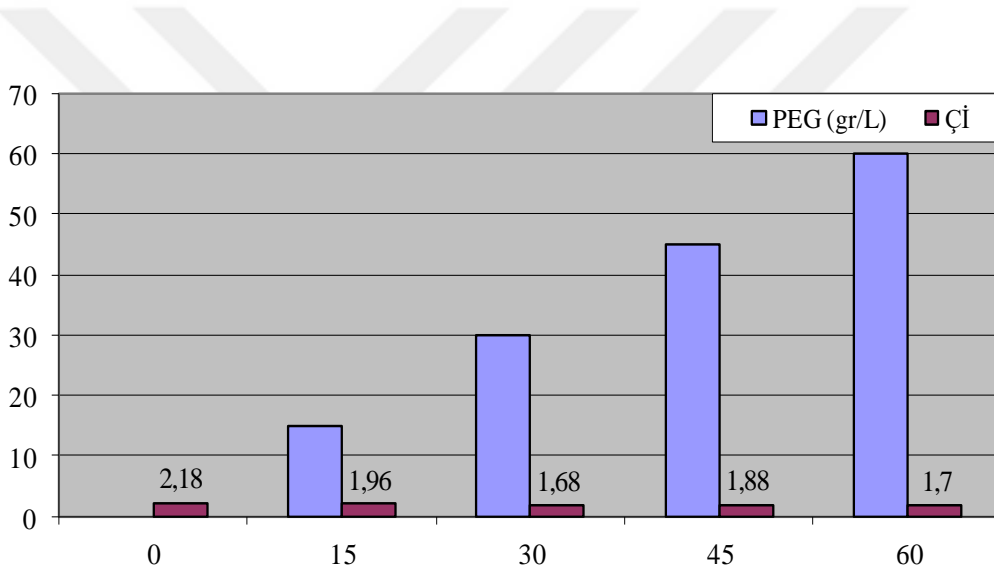
\*: p<0.05 düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.10’ye göre karabuğday tohumlarının en düşük çimlenme indeksi 1,70 olarak 60 g/L PEG içeren ortamda görülürken, en çok tohum çimlenme indeksi ise

2,18 olarak kontrol faktöründe belirlenmiştir. Çimlenme indeksine ait ortalama değerler grafiği ise Şekil 4.5.'de verilmiştir

Çizelge 4.10. Haşhaş bitkisinde farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen Çimlenme İndeksi.

PEG (g/L)	Çimlenme İndeksi
0	2,18 a
15	1,96 ab
30	1,68 b
45	1,88 ab
60	1,70 b
Ortalama	1,88



Şekil 4.5. Çimlenme indeksine ait ortalama değerler grafiği.

Queiroz vd., (2019) mısır ve sorgum üzerine yaptıkları çalışmada -0; -0.2; -0.4; ve -0.8 bar PEG uygulanan mısır çeşitlerinin çimlenme indekslerinin düştüğünü belirtmişlerdir.

Ghanifathi vd., (2011) 12 ekmeçlik buğday genotipinin çimlenmesi ve fide büyümesi üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmanın neticesindeki bulgular çalışmamızla tutarlılık göstermiştir.

#### 4.6. ORTALAMA ÇİMLENME SÜRESİ (gün)

Haşhaş tohumlarının ortalama çimlenme süresi üzerine PEG dozlarının etkisi, Çizelge 4.11’de yer alan varyans analiz sonuçlarına göre istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.11. Ortalama çimlenme süresine ait varyans analiz tablosu.

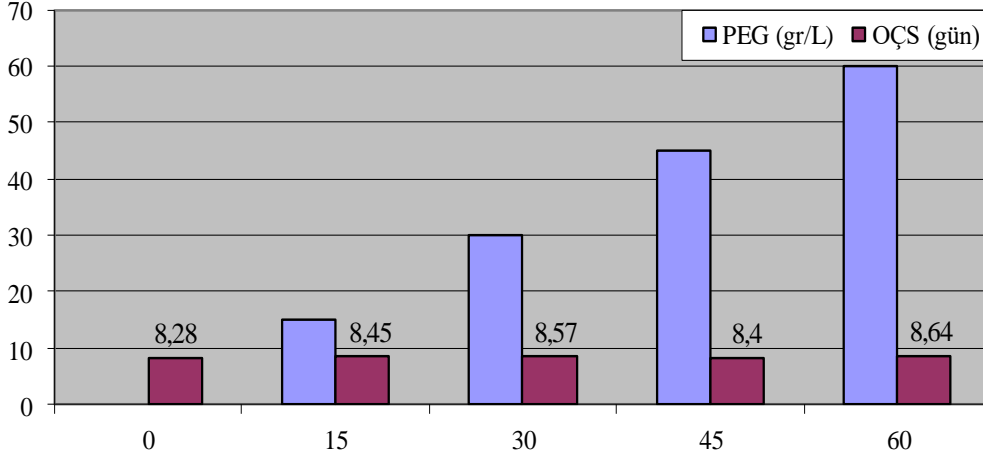
VK	SD	Ortalama Çimlenme Süresi (gün)	
		KO	F
Genel	14		
PEG	4	0,0617	3,8082*
Hata	10	0,160	
C.V. (%)			4,72

\*:  $p < 0.05$  düzeyinde önemlidir

Bunun sonucu olarak çizelge 4.12’e göre haşhaş tohumlarının en erken ortalama çimlenme süresi 8,28 gün olarak kontrol faktöründe görülürken, en uzun ortalama çimlenme süresi 8,64 gün olarak 60 g/L PEG içeren ortamda gözlemlenmiştir. Ortalama çimlenme süresine (gün) ait ortalama değerler grafiği ise Şekil 4.6.’da verilmiştir. Şekilde görüldüğü üzere ortalama çimlenme süresi seviyelerinde birbirlerine yakınlık görülmektedir.

Çizelge 4.12. Haşhaş bitkisinde farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen ortalama çimlenme süresi (gün).

PEG (g/L)	Ortalama Çimlenme Süresi (gün)
0	8,28 c
15	8,45 abc
30	8,57 ab
45	8,40 bc
60	8,64 a
Ortalama	8,47



Şekil 4.6. Ortalama çimlenme süresine ait ortalama değerler grafiği.

Buna karşın Qayyum vd., (2011) ekmeklik buğday genotipleri üzerine yaptıkları çalışmada kuraklık stresine bağlı ortalama çimlenme süresi artan ozmotik stresle arttığını belirtmişlerdir. Yurgiden (2019), ise yaptığı çalışmada çörek otu genotipleri -0, -2, -4, ve -6 bar kuraklık stresine maruz bırakılmış ve kuraklık stresinin neticesinde çörekotu genotiplerinin hepsinde ortalama çimlenme süresinin uzadığını belirtmiştir.

#### 4.7. ÇİMLENME STRES TOLERANS İNDEKSİ

Haşhaş tohumlarının çimlenme stres tolerans indeksi üzerine PEG dozlarının etkisi, Çizelge 4.13'te yer alan varyans analiz sonuçlarına göre %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.13. Çimlenme stres tolerans indeksine ait varyans analiz tablosu.

VK	SD	Çimlenme Stres Tolerans İndeksi	
		KO	F
Genel	14		
PEG	4	366,532	8,196**
Hata	10	44,721	
C.V. (%)		7,96	

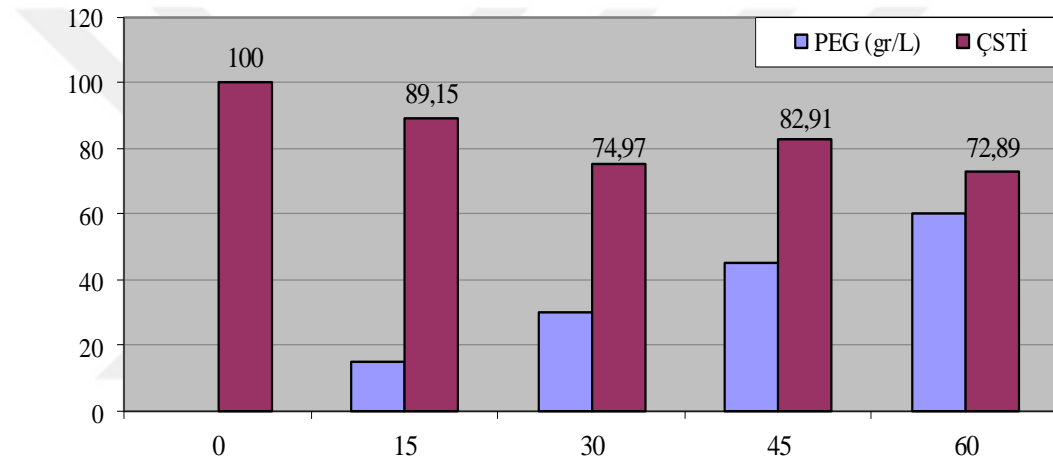
\*\* :  $p < 0.01$  düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.14'e göre haşhaş tohumlarının en az çimlenme stres tolerans indeksi 72,89 olarak 60 g/L PEG içeren ortamda ve en fazla çimlenme stres tolerans indeksi 100 g/L olarak kontrol faktöründe gözlemlenmiştir. Çimlenme stres tolerans indeksine ait

ortalama değerler grafiği ise Şekil 4.7’de verilmiştir

Çizelge 4.14.Haşhaş bitkisinde farklı kuraklık dőzeylerinde belirlene Çimlenme Stres Tolerans İndeksi.

PEG (g/L)	Çimlenme Stres Tolerans İndeksi
0	100 a
15	89,15 ab
30	74,97 c
45	82,91 bc
60	72,89 c
Ortalama	83,99



Şekil 4.7. Çimlenme stres tolerans indeksine ait ortalama değerler grafiği.

Ahmad vd., (2009) Őimlenme dőnemi %5, %10, %15, ve %20 PEG konsantrasyonu ile kuraklık stresine maruz kalan ayćićeęi tohumlarının Őimlenme stres tolerans indeksinde azalma tespit etmiŐlerdir. Saima vd., (2018) maŐ fasulyesi üzerine yaptıkları ćalıŐmada %5 ve %10 PEG ićeren solősyon uygulanması sonucunda maŐ fasulyesi ćeŐitlerinin kuraklıęa baęlı Őimlenme stres toleransı indeksinin dőŐtőęünü kaydetmiŐtir.

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Dünyanın nüfus artış hızının artmasıyla tarımda yüksek verim günden güne önemini arttırmaktadır. Tarımda yüksek verimliliği sınırlayan en büyük etkenlerden biri de kuraklıktır. Tıbbi ve aromatik bitkiler gerek insanların hayat kalitelerini arttırmak gerekse de tıp alanında kullanılmasıyla insanlar için tarımın içine önemli bir yer kaplamaktadır. Tıbbi ve aromatik bitkilerin verimliliğini artırmak ve ürün kalitesini yükseltmek için kuraklıkla mücadele etmek önemlidir. Bunun için kuraklığın en etkili olduğu dönem olan çimlenme döneminde kuraklığın çimlenmeye olan etkilerinin ortaya konulması gerekmektedir.

Araştırmada kuraklık stresinin haşhaş bitkisinin çimlenme dönemindeki etkisi araştırılmıştır ve haşhaş tohumlarının çimlenme oranları incelendiğinde, en düşük oranın 30 g/L PEG içeren ortamda, en yüksek oranın ise kontrol ortamında gözlemlendiği tespit edilmiştir. Kontrol faktöründen 30 g/L PEG dozuna kadar çimlenme yüzdesinde düşüş görülmüş, 45 g/L ve 60 g/L PEG içeren ortamlarda çimlenme yüzdesindeki düşüş devam etmesine rağmen 30 g/l dozunda daha düşük bir çimlenme yüzdesi elde edilmiştir. Ayrıca yüksek kuraklık seviyelerinde çimlenebilen haşhaş tohumlarının daha kurak koşullarda çimlenebileceği tespit edilmiştir. Haşhaşın sürgün uzunluğu yönünden kontrol faktöründeki numunelerin ortalaması en fazla ve 60 g/L PEG içeren numunelerin ortalaması en kısa sürgün uzunlukları olarak tespit edilmiştir. Sürgün yaş ağırlığı açısından kontrol faktörü en ağır ve 60 g/L PEG içeren grubun en hafif grup içerisinde yer aldıkları tespit edilmiştir. Sürgün kuru ağırlığı açısından kontrol faktörü en ağır ve 60 g/L PEG içeren grubun ise en hafif grup içerisinde yer aldıkları tespit edilmiştir. Haşhaş tohumlarının en az çimlenme indeksi ise 30 g/L PEG ihtiva eden ortamda görülürken, en fazla tohum çimlenme indeksi kontrol faktöründe tespit edilmiştir. Ayrıca haşhaş tohumlarının en hızlı ortalama çimlenme süresi kontrol faktöründe görülürken, en yavaş ortalama çimlenme süresi 60 g/L PEG ihtiva eden ortamda gözlemlenmiştir. Haşhaş tohumlarının çimlenme stresine en düşük toleransı 60 g/L PEG içeren ortamda, en yüksek toleransı ise kontrol koşullarında gözlemlenmiştir.

Görüldüğü üzere kuraklığın haşhaş tohumu çimlenme özellikleri üzerinde gözle görülür bir tesiri vardır. Bu bitkinin kurak bölge koşullarında yetiştirildiğinde çimlenme özelliklerinin farklı reaksiyonlar gösterebileceği görülmüştür. Netice

olarak kuraklığa hassas olan haşhaş bitkisi, erken gelişim döneminde daha yüksek seviyelerdeki kuraklıklara tolerans gösterebileceği gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçların haşhaş yetiştirilmesi ve ıslah çalışmalarında kullanılması önerilmektedir.



## 6. KAYNAKLAR

- Afkari, A. (2016). Kuraklık stresi koşullarında fesleğen bitkisinin (*Ocimum basilicum* L.) çimlenme göstergeleri ve bazı antioksidan enzimlerin aktivitesi üzerine tohum hazırlamanın etkisi. *Gelişim Biyolojisi*, 9(3), 33-44.
- Ahmad, S., Ahmad, R., Ashraf, M. Y., Ashraf, M., & Waraich, E. A. (2009). Sunflower (*Helianthus annuus* L.) response to drought stress at germination and seedling growth stages. *Pakistan Journal of Botany*, 41, 647-654.
- Akyürek, G. (2020). 'Bazı egzotik sebze türlerinin kuraklığa toleransının belirlenmesi'. Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, Türkiye.
- Altaf, A., Zhu, X., Zhu, M., Quan, M., Irshad, S., Xu, D., Aleem, M., Zhang, X., Gull, S., Li, F., Shah, A. Z., & Zada, A. (2021). Effects of environmental stresses (Heat, Salt, Waterlogging) on grain yield and associated traits of wheat under application of sulfur-coated urea. *Agronomy*, 11(11), 2340.
- Ashraf, Tahoor., Zargar, B., & Veres, S. (2021). Comparison between germinating parameters of basils (*Ocimum Basilicum* L.) and pumpkin (*Cucurbita Pepo* L.) under drought stress conditions. *Review on Agriculture and Rural Development*, 10(1-2), 100- 106.
- Aslan, H., & Atış, İ. (2018). Bazı yaygın mürdümük çeşitlerinde kuraklık stresinin çimlenme ve fide gelişimine etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(2), 218-231.
- Balkan, A., & Gençtan, T. (2013). Ekmeklik Buğdayda (*Triticum Aestivum* L.) Osmotik Stresin Çimlenme Ve Erken Fide Gelişimi Üzerine Etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(2), 44-52.
- Barickman, T.C., Adhikari, B., Sehgal, A., Walne, C. H., Reddy, K. R., & Gao, W. (2021). Drought and elevated carbon dioxide impact the morphophysiological profile of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Crops*, 1, 118-128.
- Benlioğlu, B. (2017). 'Makarnalık buğday (*Triticum durum* Desf.)'da kurağa toleranslı rejenerantların in vitro seleksiyonu.' Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Berg, L. V., & Zeng, Y. J. (2006). Response of South African indigenous grass species to drought stress induced by polyethylene glycol (PEG) 6000. *South African Journal of Botany*, 72, 284-286.
- Bilgili, D. (2016). ‘Bazı ekmeklik buğday genotiplerinde tuz ve kuraklık stresinin çimlenme ve fide gelişimine etkisi’, Yüksek Lisans Tezi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay, Türkiye.
- Budaklı Çarpıcı, E., & Erdel, B. (2015). Bazı yonca çeşitlerinde (*Medicago sativa* L.) kuraklık stresinin çimlenme özellikleri üzerine etkisi. *Derim*, 32(2), 201-210.
- Can, N. (2013). ‘Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) çeşitlerinde kuraklık stresi etkilerinin fizyolojik olarak incelenmesi’, Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa, Türkiye.
- Ceylan, A. (1995). *Tıbbi Bitkiler* (III.Basım) Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:312.
- Çiftçi H., & Açıkbaz, S. (2023). Kuraklık stresinin yaygın fiğ (*Vicia sativa* L.) çeşitlerinin çimlenme ve fide gelişimine etkisi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 10(3), 289-299.
- Daneshian, A. M. (2010). “Fesleğen (*Ocimum basilicum* L.)’ de farklı bitki sıklığı ve azot dozlarının verim, verim öğeleri, uçucu yağ oranı ve bileşenleri üzerine etkileri”, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Davoodnia, B., Ahmadi, J., & Fabriki-Ourang, S. (2017). Evaluation of drought and salinity stresses on morphological and biochemical characteristics in four species of Papaver. *Ecophytochemical journal of medicinal plants*, 2(5), 24-36.
- Dolgun, C., & Aydoğan Çiftçi, E. (2018). Farklı kuraklık stresi seviyelerinin makarnalık buğday çeşitlerinde çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(2), 99-109.
- Ghanifathi, T., Valizadeh, M., Shahryari, R., Shahbazi, H., & Mollasadeghi, V. (2011). Effect of drought stress on germination indices and seedling growth of 12 bread wheat genotypes. *Advances in Environmental Biology*, 5(6), 1034-1039
- Gheidary, S., Akhzari, D., & Pessarakli, M. (2017). Effects of salinity, drought, and priming treatments on seed germination and growth parameters of *Lathyrus*

*sativus* L. *Journal of Plant Nutrition*. 40(10), 1507-1514.

Ghiyasi, M., & Amirnia, R. (2016). Farklı fosfor dozlarının Sater Otu (*Satureja hortensis* L.) bitkisinde verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi, 3. *Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu*, (ss.32), Antalya, Türkiye.

Gopal, J. & Iwama, K. (2007). In vitro screening of potato against water-stress mediated through sorbitol and polyethylene glycol. *Plant cell reports*, 26(5), 693-700.

Gürbüz, A., Kaya, M., Türkan, A. D., Kaya, G., Kaya, M. D., & Çiftçi, C. Y. (2009). Bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinde tane iriliği ve kuraklık stresinin çimlenme özelliklerine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 22, 69-74.

Hacan M. (2023). 'Farklı Fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) genotiplerinin çimlenme özelliklerini etkileyen polietilen glikol dozlarının belirlenmesi', Yüksek Lisans Tezi, Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bingöl, Türkiye.

Hellal, F.A., El-Shabrawi, H.M., Abd El-Hady, M., Khatab, I.A., El-Sayed, S.A.A., & Chedly Abdelly. (2018). Influence of PEG induced drought stress on molecular and biochemical constituents and seedling growth of Egyptian barley cultivars, *Journal of genetic engineering and biotechnology*, 16(1), 203-212.

ISTA (2023). *Rules Proposals for the International Rules for Seed Testing 2023 Edition*. Erişim adresi: (<https://www.seedtest.org/api/rm/35T6F556FRKANC7/ogm22-05-rules-proposals-for-ista-2023-edition-1.pdf>.) (Erişim Tarihi: 10.04.2025)

İncekara, F. (1964). *Yağ Bitkileri*. Ege Üniversitesi Yayınları, No:83, İzmir.

Jabeen, N., & Ahmad, R. (2012). Improvement in growth and leaf water relation parameters of sunflower and safflower plants with foliar application of nutrient solutions under salt stress. *Pakistan Journal of Botany*., 44(4),1341-1345.

Khafagy, M. A., Mohamed, Z. A., Farouk, S., & Amrajaa, H. K. (2017). Effect of pre- treatment of barley grain on germination and seedling growth under drought stress. *Advances in Applied Sciences*, 2(3), 33-42.

- Khodarahmpour, Z. (2011). Effect of drought stress induced by polyethylene glycol (PEG) on germination indices in corn (*Zea mays* L.) hybrids. *African Journal of Biotechnology*, 10, 18222-18227.
- Kozan Y. (2021). 'Kuraklık stresinin bazı serin iklim çim alan buğdaygillerin çimlenme ve sürgün gelişimi üzerine etkileri', Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, Türkiye.
- Kundrátová, K., Bartas, M., Pečinka, P., Hejna, O., Rychlá, A., Čurn, V., & Červeň, J. (2021). Transcriptomic and proteomic analysis of drought stress response in opium poppy plants during the first week of germination. *Plants*, 10(9), 1878.
- Mares, D. J., & Mrva, K. (2001). Mapping quantitative trait loci associated with variation in grain dormancy in Australian wheat. *Australian Journal of Agricultural Research*, 52, 1257-1265.
- Mohammed, F. A. (2017). 'Kuraklık stresine karşı bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin tepkileri', Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu, Türkiye.
- Okçu, G., Kaya, M.D., & Atak, M. (2005). Effects of Salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 29, 237-242.
- Priyanka, S., Rizwan, M., Bhatt, KV., Mohapatra, T. ve Govind, S. (2011). In-vitro response of vigna aconitifolia to drought stress induced by PEG 6000. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 7(3), 108-121.
- Qayyum, A., Razzaq, A., Ahmad, M., & Jenks, M. A. (2011). Water stress causes differential effects on germination indices, total soluble sugar and proline content in wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. *African Journal of Biotechnology*, 10(64), 14038-14045.
- Queiroz, M.S., Oliveira, C.E., Steiner, F., Zuffo, A.M., Zoz, T., Vendruscolo, E.P., Silva, M.V., Mello, B., Cabra, R., & Menis, F.T. (2019). Drought stresses on seed germination and early growth of maize and sorghum. *Journal of Agricultural Science*, 11(2), 310-318.
- Rouhi, H. R., Sharifzadeh, F., & Aboutalebian, M. A. (2011). Seed priming improves the germination traits of Tall Fescue (*Festuca arundinacea*). *Notulae Scientia Biologicae.*, 3(2), 57-63.

- Saçak., E. (2019). 'Kuraklık stresinin farklı buğday çeşitlerinde çimlenme ve fide büyümesinde etkileri', Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, Türkiye.
- Saima, S., Li, G., & Wu, G. (2018). Effects of drought stress on hybrids of *Vigna radiata* at germination stage. *Acta Biologica Hungarica*, 69, 481-492.
- Sevindik, B., Sevindik, O., & Selli, S. (2022). Effect of drought stress induced by PEG 6000 on *Ocimum basilicum* L. aroma profile. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(6), e15948.
- Toosi, AF., Bakar, BB. & Azizi, M. (2014). Effect of drought stress by using PEG 6000 on germination and early seedling growth of Brassica juncea var. Ensabi. *Scientific Papers Series A Agronomy*, 57, 360-363.
- Wani, SH., Sofi, PA., Gosal, SS. & Singh, NB. (2010). In vitro screening of rice (*Oryza sativa* L.) callus for drought tolerance. *Communications in Biometry and Crop Science*, 5(2), 108-115.
- Yeler., E. E. (2016). 'Ozmotik kuraklık, GA3 ve putresin uygulamalarının çavdarda çimlenme, fide gelişimi ve mitotik indeks üzerine etkileri', Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, Türkiye.
- Yılmaz, M., Doğru, A., & Kozan, Y. (2022). Kuraklık stresinin bazı serin iklim çim alan buğdaygillerinin çimlenmesi ve sürgün gelişimi üzerine etkileri. *Journal of Agricultural Biotechnology*, 3(1), 1-10.
- Yılmaz M. B, & Kısakürek Ş. (2021). *Lolium perenne* L. çeşitlerinde kuraklık stresinin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 24(3), 529-538.
- Yurgiden, B. (2019). 'Farklı abiyotik stres koşullarında çörek otu genotiplerinin çimlenme ve çıkış performanslarının incelenmesi', Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Eskişehir, Türkiye.
- Zulfiqar, F., Chen, J., Finnegan, M. P., Younis, A., Nafees, M., Zorrig, W, & Hamed, K. M. (2021). Application of trehalose and salicylic acid mitigates drought stress in sweet basil and improves plant growth. *Plants*, 10(6), 1078.

# ÖZGEÇMİŞ

## KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı :Alihan PEKER

Yabancı Dili :İngilizce

## ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Ziraat Mühendisliği	Düzce Üniversitesi	2025
Lisans	Düzce Üniversitesi	Düzce Üniversitesi	2022
Lise	Açık Lise	Açık Lise	2018

## TEZDEN ÇIKAN YAYINLAR

Peker, A., Gedik, B., Güngör, H. (2025). St. Johs's Wort (*Hypericum perforatum L.*): Morpological Caharcteristics, Chemical Structure And Cultivation. *Isarc International Science and Artresearch Center* (ss. 244-258), Mardin, Türkiye.

## DİĞER YAYINLAR

Mokhtarzadeh, S., Peker, A., Ertunç, E., Çakır, M.F., Güngör, H. (2023). Tıbbi ve aromatik bitkiler konusuna genel bir bakış. *Düzce Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1(1), 1-7.