

Bazı Yem Bezelyesi eşitlerinin Farklı Abiyotik Stres Faktörlerine Karşı  
Tepkilerinin Belirlenmesi

Gülçin Küçüközcü

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Haziran 2020

Determination of responses to different abiotic stress factors in some  
varieties of forage peas

Gülçin Küçüközcü

**MASTER OF SCIENCE THESIS**

Department of Field Crops

June 2020

Bazı Yem Bezelyesi Çeşitlerinin Farklı Abiyotik Stres Faktörlerine Karşı  
Tepkilerinin Belirlenmesi

Gülçin Küçüközcü

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca  
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı  
Çayır Mera ve Yem Bitkileri Bilim Dalında  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Olarak Hazırlanmıştır.

Danışman: Doç. Dr. Süleyman Avcı

Haziran 2020



## ETİK BEYAN

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Doç. Dr. Süleyman Avcı danışmanlığında hazırlamış olduğum ‘Bazı Yem Bezelyesi Çeşitlerinin Farklı Abiyotik Stres Faktörlerine Karşı Tepkilerinin Belirlenmesi’ başlıklı YÜKSEK LİSANS tezimin özgün bir çalışma olduğunu; tez çalışmamın tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallarına uygun davrandığımı; tezimde verdiğim bilgileri, verileri akademik ve bilimsel etik ilke ve kurallara uygun olarak elde ettiğimi; tez çalışmamda yararlandığım eserlerin tümüne atıf yaptığımı ve kaynak gösterdiğimi ve bilgi, belge ve sonuçları bilimsel etik ilke ve kurallara göre sunduğumu beyan ederim. 03/06/2020

Gülçin Küçüközçü

## ÖZET

Bu çalışma, farklı abiyotik stres faktörleri altında bazı yem bezelyesi çeşitlerinin (Töre, Taşkent, Özkaynak, Ulubatlı, Ürünlü ve Gölyazı) çimlenme ve erken fide gelişim özelliklerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmalar, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Deneme Alanı ve Tarla Bitkileri Bölümü Laboratuvarında yürütülmüştür. Araştırmada, yem bezelyesi çeşitlerinin tarla koşullarında farklı ekim zamanlarında (1 Ekim, 15 Ekim ve 1 Kasım) düşük sıcaklık şartlarına karşı gösterdiği tepkiler belirlenmiştir. Ayrıca, bu çeşitlerin kontrollü koşullarda düşük sıcaklık (10, 15 ve 20 °C), tuz (0, 5, 10, 15 ve 20 dS/m) ve kuraklık (0, -2 ve -4 bar) streslerine karşı tepkileri değerlendirilmiştir. Tarla koşullarında yapılan düşük sıcaklık çalışmalarında; sağ kalım oranı, fide boyu, boğum sayısı, SPAD değeri, kuru madde oranı ve yaprak nispi su içeriği gibi özellikler incelenmiştir. Kontrollü koşullarda laboratuvar ortamında yapılan çalışmalarda ise çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi, fide uzunluğu, yaş ağırlık ve kuru ağırlık gibi özellikler araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, erken ekim özellikle Ulubatlı ve Gölyazı gibi beyaz çiçekli çeşitlerin sağkalım oranlarını diğerlerinden daha fazla olumsuz etkilemiştir. Sağ kalım oranı, bitki boyu ve boğum sayısı ile negatif, SPAD değeri ve yaprak nispi su içeriği ile pozitif korelasyon göstermiştir. Tarla ve laboratuvar ortamlarında yapılan çalışmalar birlikte ele alındığında, bu bulgular Töre gibi mor çiçekli çeşitlerin düşük sıcaklıkları beyaz çiçeklilerden daha iyi tolere ettiğini göstermektedir. Tuz stresi çalışmalarında, genel olarak çimlenme oranı, süresi ve fide uzunluğu açısından Töre çeşidi yüksek değerlere sahiptir. Gölyazı çeşidi yavaş çimlenmesi ve kısa fidelerine rağmen çimlenme oranı bakımından yüksek grupta yer alması, yüksek yaş ve kuru ağırlığa sahip olması nedeniyle tuzlu koşullarda ümit var bir çeşit olabilir. Kuraklık stresinde, tuz stresinde olduğu gibi Töre çeşidi çimlenme oranı, süresi ve fide uzunluğu bakımından ön plana çıkmıştır. Genel olarak, bu üç stres faktörü altında yem bezelyesi çeşitlerinin çimlenme ve erken fide özellikleri açısından durumları değerlendirildiğinde; mor çiçekli grup içerisinde yer alan Töre çeşidi üstün özellikler göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yem bezelyesi, tuzluluk, kuraklık, düşük sıcaklık

## SUMMARY

This study was performed to determine the germination and early seedling growth characteristics of some forage pea cultivars (Töre, Taşkent, Özkaynak, Ulubatlı, Ürünlü and Gölyazı) under different abiotic stress factors. The studies were carried out in Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, Experimental Area and Laboratory of Department of Field Crops. In the research, the response of forage pea cultivars to low temperature conditions at different sowing dates (1 October, 15 October and 1 November) were determined in field conditions. In addition, the responses of these cultivars to low temperature (10, 15 and 20°C), salt (0, 5, 10, 15 and 20 dS / m) and drought (0, -2 and -4 bar) stresses were evaluated under controlled conditions. In low temperature studies in field conditions; characteristics such as survival rate, seedling length, number of nodes, SPAD value, dry matter rate and leaf relative water content were investigated. In studies carried out under controlled conditions in a laboratory, characteristics such as germination percentage, mean germination time, seedling length, fresh and dry weights were examined. According to the results, early sowing affected negatively the survival rates of white-flowered cultivars, especially Ulubatlı and Gölyazı, more than others. Survival rate correlated negatively with seedling length and number of nodes but correlated positively with SPAD value and leaf relative water content. Taken together, such findings suggest that purple-flowered cultivars like Töre tolerate low temperatures better than white-flowered ones. In salt stress, Töre had high values in terms of germination, mean germination time and seedling length. Despite its slow germination and short seedlings, Gölyazı can be a promising cultivar in salty conditions due to its high germination percentage, fresh and dry weights. Drought stress resulted in similar to salt stress and Töre indicated high values in terms of germination percentage, mean germination time and seedling length. In general, Töre within purple-flowered cultivars showed superior characteristics at germination and early seedling stages under these three stress factors.

**Keywords:** Forage pea, salinity, drought, low temperature

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmamın her aşamasında değerli katkı ve eleştirileriyle yol gösteren, sonsuz sabırla beni çalışmaya teşvik eden danışmanım sayın Doç. Dr. Süleyman Avcı'ya, önemli yorum ve değerlendirmeleriyle katkıda bulunan sayın Prof. Dr. Mehmet Demir Kaya'ya ve saygı değer jüri üyelerime, çalışmam süresince her zaman yanımda olan canım ailem'e içtenlikle teşekkür ederim.



## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	<b>vi</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>vii</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>viii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>ix</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>xi</b>
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	<b>xii</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>xv</b>
<b>1. GİRİŞ VE AMAÇ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ</b> .....	<b>7</b>
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	<b>17</b>
3.1. Materyal.....	17
3.1.1. Araştırma yeri ve iklim özellikleri.....	17
3.2. Yöntem.....	18
3.2.1. Düşük sıcaklık testleri.....	18
3.2.1.1. <u>Tarla koşullarında düşük sıcaklık stresi testleri</u> .....	18
3.2.1.2. <u>Laboratuvar koşullarında düşük sıcaklık stresi testleri</u> .....	19
3.2.2. Tuz ve kuraklık testleri.....	19
3.3. Deneme Planı ve Verilerin Analizi.....	21
<b>4. BULGULAR VE TARTIŞMA</b> .....	<b>22</b>
4.1. Düşük Sıcaklık Testleri.....	22
4.1.1. Tarla koşullarında düşük sıcaklık testleri.....	22
4.1.1.1. <u>Sağ kalım oranı</u> .....	22
4.1.1.2. <u>Bitki boyu</u> .....	24
4.1.1.3. <u>Boğum sayısı</u> .....	26
4.1.1.4. <u>Klorofil miktarı (SPAD)</u> .....	28
4.1.1.5. <u>Kuru madde miktarı</u> .....	29
4.1.1.6. <u>Yaprak nispi su içeriği (%)</u> .....	31
4.1.1.7. <u>Sağ kalım oranı ve bazı fide özellikleri arasındaki korelasyon</u> .....	33

## İÇİNDEKİLER (Devam)

	<b><u>Sayfa</u></b>
4.1.2. Laboratuvar koşullarında düşük sıcaklık testleri.....	34
4.1.2.1. <u>Çimlenme oranı</u> .....	34
4.1.2.2. <u>Ortalama çimlenme süresi (OÇS)</u> .....	35
4.1.2.3. <u>Fide uzunluğu</u> .....	36
4.1.2.4. <u>Fide yaş ağırlığı</u> .....	38
4.1.2.5. <u>Fide kuru ağırlığı</u> .....	39
4.2. Tuz Testleri.....	41
4.2.1. Çimlenme oranı.....	44
4.2.2. Ortalama çimlenme süresi (OÇS).....	45
4.2.3. Fide uzunluğu.....	46
4.2.4. Fide yaş ağırlığı.....	48
4.2.5. Fide kuru ağırlığı.....	49
4.3. Kuraklık Testleri.....	51
4.3.1. Çimlenme oranı.....	51
4.3.2. Ortalama çimlenme süresi (OÇS).....	54
4.3.3. Fide uzunluğu.....	55
4.3.4. Fide yaş ağırlığı.....	56
4.3.5. Fide kuru ağırlığı.....	58
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>60</b>
<b>KAYNAKLAR DİZİNİ.....</b>	<b>62</b>

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.1. 1 Ekim tarihinde ekilen bazı yem bezelyesi çeşitlerinde kışa dayanıklı ve hassas çeşitlerin kış öncesi ve sonrası görünümü.....	24
4.2. Farklı tuz dozlarında (Kontrol, 5, 10, 15 ve 20 dS/m) Töre, Ulubatlı ve Ürünlü yem bezelyesi çeşitlerinin çimlenme denemesinden görüntü.....	42
4.3. Farklı tuz dozlarında (Kontrol, 5, 10, 15 ve 20 dS/m) Gölyazı, Taşkent ve Özkaynak yem bezelyesi çeşitlerinin çimlenme denemesinden görüntü.....	43
4.4. Farklı kuraklık stresi (Kontrol, -2 bar ve -4 bar) koşullarında Töre, Ulubatlı ve Ürünlü yem bezelyesi çeşitlerinin çimlenme denemesinden görüntü.....	52
4.5. Farklı kuraklık stresi (Kontrol, -2 bar ve -4 bar) koşullarında Gölyazı, Taşkent ve Özkaynak yem bezelyesi çeşitlerinin çimlenme denemesinden görüntü.....	53

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. Deneme alanındaki maksimum, minimum ve ortalama sıcaklıklardaki değişiklikler ve eğilimler.....	17
4.1. Farklı ekim zamanlarında ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin sağ kalım oranlarına ilişkin varyans analiz sonuçları.....	22
4.2. Farklı ekim zamanlarında ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin sağ kalım oranlarına ait ortalama değerler.....	23
4.3. Farklı ekim zamanlarında ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin bitki boylarına ilişkin varyans analiz sonuçları.....	25
4.4. Farklı ekim zamanlarında ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin bitki boylarına ait ortalama değerler.....	25
4.5. Farklı ekim zamanlarında ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin boğum sayılarına ilişkin varyans analiz sonuçları.....	27
4.6. Farklı ekim zamanlarında ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin boğum sayılarına ait ortalama değerler.....	27
4.7. Farklı ekim zamanlarında ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin klorofil miktarlarına ilişkin varyans analiz sonuçları.....	28
4.8. Farklı ekim zamanlarında ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin klorofil miktarlarına ait ortalama değerler.....	29
4.9. Farklı ekim zamanlarında ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin kuru madde miktarına ilişkin varyans analiz sonuçları.....	30
4.10. Farklı ekim zamanlarında ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin kuru madde miktarına ait ortalama değerler.....	30
4.11. Farklı ekim zamanlarında ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin yaprak nispi su içeriğine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	31
4.12. Farklı ekim zamanlarında ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin yaprak nispi su içeriğine (%) ait ortalama değerler.....	32
4.13. Tarla koşullarında ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin incelenen özellikleri arasındaki korelasyon değerleri.....	33

## ÇİZELGELER DİZİNİ (Devam)

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.14. Farklı sıcaklık uygulamalarında çimlendirilen yem bezelyesi çeşitlerinin çimlenme oranına ilişkin varyans analiz sonuçları.....	34
4.15. Farklı sıcaklık uygulamalarında çimlendirilen yem bezelyesi çeşitlerinin çimlenme oranlarına ilişkin ortalama değerler.....	35
4.16. Farklı sıcaklık uygulamalarında çimlendirilen yem bezelyesi çeşitlerinin ortalama çimlenme süresine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	35
4.17. Farklı sıcaklık uygulamalarında çimlendirilen yem bezelyesi çeşitlerinin ortalama çimlenme süresi değerleri.....	36
4.18. Farklı sıcaklık uygulamalarında çimlendirilen yem bezelyesi çeşitlerinin fide uzunluğuna ilişkin varyans analiz sonuçları.....	37
4.19. Farklı sıcaklık uygulamalarında çimlendirilen yem bezelyesi çeşitlerinin fide uzunluk değerleri.....	37
4.20. Farklı sıcaklık uygulamalarında çimlendirilen yem bezelyesi çeşitlerinin fide yaş ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları.....	38
4.21. Farklı sıcaklık uygulamalarında çimlendirilen yem bezelyesi çeşitlerinin fide yaş ağırlık değerleri.....	39
4.22. Farklı sıcaklık uygulamalarında çimlendirilen yem bezelyesi çeşitlerinin fide kuru ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları.....	40
4.23. Farklı sıcaklık uygulamalarında çimlendirilen yem bezelyesi çeşitlerinin fide kuru ağırlık değerleri.....	40
4.24. Farklı tuz dozlarında çimlendirilen yem bezelyesi çeşitlerinin çimlenme oranına ilişkin varyans analiz sonuçları.....	44
4.25. Farklı tuz dozlarında çimlendirilen yem bezelyesi çeşitlerinin çimlenme oranı değerleri.....	44
4.26. Farklı tuz dozlarında çimlendirilen yem bezelyesi çeşitlerinin ortalama çimlenme süresine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	45
4.27. Farklı tuz dozlarında çimlendirilen yem bezelyesi çeşitlerinin ortalama çimlenme süresi değerleri.....	46

## ÇİZELGELER DİZİNİ (Devam)

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.28. Farklı tuz dozlarında çimlendirilen yem bezelyesi çeşitlerinin fide uzunluğuna ilişkin varyans analiz sonuçları.....	47
4.29. Farklı tuz dozlarında çimlendirilen yem bezelyesi çeşitlerinin fide uzunluk değerleri.....	47
4.30. Farklı tuz dozlarında çimlendirilen yem bezelyesi çeşitlerinin yaş ağırlık değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	48
4.31. Farklı tuz dozlarında çimlendirilen yem bezelyesi çeşitlerinin yaş ağırlık değerleri.	49
4.32. Farklı tuz dozlarında çimlendirilen yem bezelyesi çeşitlerinin kuru ağırlık değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	50
4.33. Farklı tuz dozlarında çimlendirilen yem bezelyesi çeşitlerinin kuru ağırlık değerleri.....	50
4.34. Farklı kuraklık streslerinde yem bezelyesi çeşitlerinin çimlenme yüzdesine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	51
4.35. Farklı kuraklık streslerinde yem bezelyesi çeşitlerinin çimlenme yüzdesi değerleri..	53
4.36. Farklı kuraklık streslerinde yem bezelyesi çeşitlerinin ortalama çimlenme süresine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	54
4.37. Farklı kuraklık streslerinde yem bezelyesi çeşitlerinin ortalama çimlenme süreleri..	55
4.38. Farklı kuraklık streslerinde yem bezelyesi çeşitlerinin fide uzunluğuna ilişkin varyans analiz sonuçları.....	55
4.39. Farklı kuraklık streslerinde yem bezelyesi çeşitlerinin fide uzunluğu değerleri.....	56
4.40. Farklı kuraklık streslerinde yem bezelyesi çeşitlerinin fide yaş ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları.....	57
4.41. Farklı kuraklık streslerinde yem bezelyesi çeşitlerinin fide yaş ağırlık miktarına ilişkin değerler.....	57
4.42. Farklı kuraklık streslerinde yem bezelyesi çeşitlerinin fide kuru ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları.....	58
4.43. Farklı kuraklık streslerinde yem bezelyesi çeşitlerinin fide kuru ağırlık miktarına ilişkin değerler.....	59

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
KOH	Potasyum hidroksid
LT <sub>50</sub>	populasyonun %50'sinin ölümü için gereken süre (Letal süre)
NaCl	Solyum klorür
KCl	Potasyum klorür
Atm	Atmosfer basıncı birimi
Bar	Atmosfer basıncı birimi
Ca	Kalsiyum
Mg	Magnezyum
Cu	Bakır
Zn	Çinko
Mn	Manganez
Na	Sodyum
O <sub>2</sub>	Oksijen
µM	mikrometre
K	Potasyum
Σ	Toplam sembolü
°C	Santigrat derece
°	Derece
%	Yüzde
p	İstatistiksel olasılık değeri
<	Küçüktür
≤	Küçük eşit
>	Büyüktür
≥	Büyük eşit

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (Devam)

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
MDHAR	Monode Hidroaskarbat Redüktaz
PHGPX	Fosfolipid Hidroperoksid Glutasyon Peroksidaz
DHAR	Dehidroascarbate Dedüktaz
DSİ	Devlet Su İşleri
PEG	Polyethylene Glycole
OÇS	Ortalama Çimlenme Süresi
ABA	Absisik Asid
APX	Askorbat Peroksidaz
SOD	Superoksit Dümutaz
CAT	Katalaz
POD	Peroksidaz
NMR	Nükleer Manyetik Rezonans spektroskopisi
MGT	Ortalama Çimlenme Süresi
MPa	Megapascal basınç
EC	Electric Conductivity (Elektirik İletkenliği)
QB	non-reducing centres
CV.	Değişim Katsayısı
GR	Glutasyon Redüktaz
TR	Türkiye
JA	Jasmonik Asit
D	Sayım gününde çimlenen tohum sayısı
F	F değeri
ppm.	parts per million (milyonda bir)
spp.	species
ds/m	desisimens/metre
mm	milimetre
mg	miligram
kg	kilogram



**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (Devam)**

<b><u>Kısaltmalar</u></b>	<b><u>Açıklama</u></b>
ha	hektar alan
da	dekar alan
cm	santimetre
ml	mililitre
öd.	önemli değil
ns.	nonsignificant
cv.	cultivated variety
vd.	ve diğerleri
s.	sayfa
p.	page
n	sayım yapılan gün sayısı
g	gram

## 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Bitkisel üretimde optimum verim bitkinin ihtiyaç duyduğu en uygun şartlarda yetiştirilmesiyle sağlanır. Ancak, çevrede devamlı veya ara sıra bir ya da birden çok biyotik (patojenler, böcekler, mikroorganizmalar...) ve abiyotik (soğuk, tuz, kuraklık) stres faktörleri bitkilerin metabolizmasını, büyümesini, gelişmesini durdurarak veya yavaşlatarak, bitkisel üretimi olumsuz yönde etkileyebilir (Yılmaz vd., 2011). Bitkisel üretimde ürün kaybının temel sebepleri abiyotik streslerdir ve ekonomik önemi fazla olan tarımsal ürünlerin ortalama üretimini yaklaşık %50 düşürmektedir (Mahajan ve Tuteja, 2005).

Dünyada kullanılabilir tarım alanları stres etmenlerine göre sınıflandırıldığında %26 kuraklık stresi, %20 mineral stresi, %15 ile soğuk ve don stresi takip etmektedir (Blum ve Jordan, 1985; Erdoğan Bayram, 2018). Bunların haricindeki diğer streslerin tamamı %29'luk bir paya sahipken, sadece %10'luk bir alan herhangi bir stres etmeni ile karşı karşıya kalmamaktadır (Blum ve Jordan, 1985).

Dünya tarımında, ekilebilir alanlar içinde %15'lik pay ile üretimi sınırlandıran stres faktörlerinden biri soğuk stresidir (Blum ve Jordan, 1985). Bitkiler için çok düşük sıcaklıklar bitkinin çimlenmesini, büyümesini ve gelişmesini, üreme organları ve hasat sonrası depolama süresi olmak üzere bitkilerin yaşamsal döngüsü üzerinde etken bir çevresel faktördür. Bitkilerin bu stres faktörlerine maruz kalmaları, onların genetik potansiyellerine ulaşmalarını engeller ve ürün verimliliklerini sınırlar. Dünyada verim düşüklüğünün temel nedeni olan abiyotik stresler, ürünlerin ortalama verimini %50 ya da daha fazla düşürmektedir (Turan ve Ekmekçi, 2008).

Her bitkinin normal büyüme ve gelişim gösterebilmesi için, belirli bir optimum sıcaklık derecesi vardır ve bu sıcaklık derecesinin altında soğuktan zarar görür. Ayrıca, belirli sıcaklık koşulları bir bitki için optimum olurken, diğer bitki için strese neden olabilmektedir (Mahajan ve Tuteja, 2005). Soğuk stresinden etkilenmelerine göre bitkiler 3 gruba ayrılırlar; Soğuğa hassas olanlar ( $p > 15^{\circ}\text{C}$ ), soğuğa toleranslı fakat dona duyarlı olanlar ( $0^{\circ}\text{C} < p < 15^{\circ}\text{C}$ ), donmaya toleranslı ( $p < 0^{\circ}\text{C}$ ) olanlar. Soğuk ve donma streslerinin

doğası farklıdır. Soğuk stresi hücreler üzerine düşük sıcaklığın doğrudan etkisidir. Donma ise dolaylı olarak rol oynar, hücreleri buz oluşumu ile zarara uğratar (Pearce, 1999). Donma derecesinin altındaki düşük sıcaklıklarda meydana gelen soğuk zararı, bitkinin soğuğa maruz kalmasıyla tetiklenen fizyolojik değişikliklerdir. Bu değişiklikler birincil (primer) ve ikincil (sekonder) zarar olarak ikiye ayrılabilir. Birincil zarar, bitkide fonksiyon bozukluğuna neden olan ilk hızlı tepkidir. Ancak, bu fonksiyon bozukluğu geri dönüşümlü olup, sıcaklığın normal koşullara yükselmesi sonucunda kolayca düzelebilir. İkincil zarar ise birincil zararın bir sonucu olarak ortaya çıkan fonksiyon bozukluklarıdır. Bununla beraber, karakteristik soğuk zararının görsel belirtileri, ikincil soğuk zararından kaynaklanmaktadır (Rab ve Saltveit, 1996).

Bitkilerde meydana gelen soğuk zararı belirtileri; soğuğa maruz kalma süresine, bitki genotipi ve gelişim evresine, soğukla temas eden bitki dokusuna (yaprak, kök, çiçek), çevresel koşullara (su, rüzgar ve ışık) bağlı olarak değişir (Saltveit ve Morris, 1990). Genel olarak bu belirtiler; bitki büyüme hızının azalması, yaprak genişliğinin azalması, hücrelerin kendi kendini tahrip etmesi ve yaşlanmanın artması, hücre ölümleri, klorofil kaybı nedeniyle kloroz oluşumu, hücre zar yapılarının bozulmasıyla hücresel bütünlüğün bozulması ve negroz oluşumu olarak özetlenebilir (Saltveit ve Morris, 1990; Kratsch ve Wise, 2000; Mahajan ve Tuteja, 2005). Soğukun bitkiler üzerindeki en olumsuz etkisi hücre zarı zedelenmesine yol açmasıdır. Bu zarar büyük ölçüde dehidrasyon nedeniyle meydana gelmektedir. Hücre zarı lipidlerinin içeriği bitkinin soğuk duyarlılığında ya da toleransında büyük önem taşımaktadır (Mahajan ve Tuteja, 2005). Soğuk stresinde ilk ve en şiddetli etkilenen organel; kloroplasttır. Tipik olarak soğuk zararının belirtileri kloroplast şişmesi, tilakoyidlerin biçim değiştirmesi ve şişmesi, nişasta granüllerinin boyutunda ve sayısında azalma ve kloroplast zarından periferik retikulum denilen küçük çıkıntılarının oluşumudur (Kratsch ve Wise, 2000). Kloroplast şişmesine yol açan ve osmotik olarak aktif olan ajanlar nişasta ile ilişkilidir. Nişasta, soğuk stresi sırasında çözünür şekere dönüştürülür. Dolayısıyla yapraktaki çözünür şeker soğuk stresinde artma eğiliminde bulunur (Nayyar vd., 2006).

Dünya genelinde tarımsal üretim alanlarında toprakların verimliliğini olumsuz yönde etkileyen, ürün verimini sınırlandıran önemli bir diğer stres faktörü de tuz stresidir. Tarım yapılan alanların %20'sinde tuz stresini yaşamaktadır ve bu oranın 2050 yılında

%50'ye çıkması beklenmektedir (Kang vd., 2010; Tiryaki, 2018). Toprak tuzluluğu çoğunlukla yağış miktarı az, yüksek sıcaklık derecelerine sahip olan kurak ve yarı kurak bölgelerde ortaya çıkmakta ve böyle alanlarda ciddi verim kayıplarına neden olmaktadır (Munns ve Termaat, 1986, Umezawa vd., 2000). Tuzluluk çalışmalarında çeşitlerin tuza tepkilerinin belirlenmesinde bitkinin gelişme dönemleri karşılaştırılır ve genellikle çimlenme ve fide gelişimleri üzerinde durulmaktadır (Ghoulam ve Fares, 2001; Kara vd., 2010; Van Hoorn vd., 2001). Fazla tuzlu topraklarda tohumların çimlenme döneminde rastlanan bu olumsuzlukların esas nedeni tohum kabuğunun içerisine su alımının engellenmesidir (Coons vd., 1990; Mansour, 1994). Ayrıca tuzlu topraklarda yetiştirilen bitkilerde görülen toksik etki ve bitki iyon dengesindeki bozulmalar, bitkide besin alımı ve besin taşınmasında problemler, fotosentez ve solunum gibi fizyolojik işlevlerin zarar gördüğünü gösterir (Levitt, 1980; Aydınşakir vd., 2012).

Ülkemiz topraklarının yaklaşık %2'sinde (1,518 722 ha.), tarım arazilerinin ise %4'ünde (837,405 ha.) tuzluluk problemi vardır (Karaoğlu ve Yalçın, 2018). Başka bir deyişle çorak araziler toplam işlenen arazilerin %5,48 (27,699 003 ha)'ine eşdeğer büyüklüktedir. Toplamda çorak arazilerin %74'ü tuzlu, %25,5'i tuzlu-alkali ve %0,5'i alkali topraklardan oluşmaktadır (Anonim, 1980; Karaoğlu ve Yalçın, 2018).

Oransal bir değer kabul edilen tuza dayanım, bitkinin yetiştiği kültürel koşullara bağlı olarak değişiklik gösterir. Tuza dayanımını tahmin etmek, bitkinin tuza tepkisini etkileyen birçok faktörün varlığından dolayı zordur. Tuza dayanım; bitki türü, toprak, su ve çevresel değişkenlere bağlıdır. Bununla birlikte bitkilerin büyüme hızına ve gelişmesine sadece tuz miktarının değil, aynı zamanda tuzluluk tipinin de etkisi olduğu ifade edilmiştir (Strogonov, 1965). Bitkilere göre farklılık gösteren tuzluluk ve alkalilik stresine tolerans sınırları pek çok faktörün etkisi altındadır. Ayrıca yaşanan stres seviyesine bağlı olarak da büyüme ve verimde düşüşler görülebilir (Mishra ve Tyagi, 1996). Çoğu otsu bitki türünde yapraklarda oluşan tuz zararı belirtileri, odunsu türdekiler kadar açık değildir (Sönmez, 2003). Bu yüzden tuzdan etkilenen bitkiler genellikle normal görünebilir. Tuz stresinin etkisi bazen de kurak koşulların oluşturduğu etkilere benzer sonuçlar oluşturabilir. (Strogonov, 1965; Bernstein, 1963).

Tuz stresi aynı zamanda baklagillerde nodül sayısı ve fikse edilen azot miktarında önemli gerilemelere neden olur. Tuz, özellikle köklerde rhizobial koloni oluşumunu ve erken bakteri enfeksiyonu süreçlerini olumsuz yönde etkilemektedir (Zahran, 2001; Zahran ve Sprent, 1986). Gelişim evrelerinde tuz stresine maruz kalan baklagillerde N fiksasyonu, tuz stresine karşı büyük bir duyarlılık göstermektedir (Boukhatem vd., 2012; Zahran ve Sprent, 1986).

Üretimi sınırlandıran bir diğer stres faktörü kuraklık stresi; genel anlamda meteorolojik bir olgu olup, yağışın mevsim normallerinin çok altında olduğu koşullarda ortaya çıkan ve toprağın sahip olduğu suyu en az seviyelere indirerek ciddi hidrolojik dengesizliklere yol açan, bitki gelişimini ve verimini olumsuz yönde etkileyen yağışsız ya da az yağışlı dönemdir (Kozłowski ve Pallardy, 1997; Özel vd., 2016). Ancak yağışsız dönemin kuraklık etkisi toprağın su tutma kapasitesine ve buharlaşma hızına bağlıdır (Kozłowski ve Pallardy, 1997). Kuraklık dünya tarım alanlarının büyük bir bölümünde bitkisel üretimi sınırlandıran en önemli faktördür. Nüfus artışı ve iklim değişiklikleri gibi global problemler, dünya yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının hızla azalmasına neden olmuştur. Yeraltı ve yerüstü su potansiyeli açısından yeterli miktarda kaliteli su bulunamaması, tarımda düşük kaliteli su kullanımını zorunlu hale getirmiştir (Kutlar ve Çiftçi, 2008). Bu durum bitkisel üretimde verim düşüklüğü, toprak yapısının bozulması ve tuzlanma gibi temel bazı sorunlara neden olmuştur. Bitki, ekim başlangıcından, hasat edilene kadar geçen süre içerisinde kuraklığa maruz kalabilir ancak kuraklık stresi altında büyüme ve gelişimini tamamlamış olan bitkiler, kuraklığa maruz kalmadan gelişimini tamamlamış olan bitkilere göre daha küçük hacme sahiptirler (Tiryaki, 2016; Liu ve Stützel, 2004).

Kuraklık stresi bitkilerde birçok fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler olaylara yol açmaktadır (Blum ve Jordan, 1985). Bitki su noksanlığına karşı ilk olarak hücre büyümesini azaltmaktadır (Taiz vd., 2015). Turgor basıncı azalır, bitki dokuları arasındaki su dengesi bozulur (Levitt, 1980). Buna bağlı olarak da fotosentez pigmentlerinde hasara yol açarak klorofil miktarında azalmalar meydana gelir. Bununla beraber ABA miktarını artırarak sitokinin ve gibberellik asit miktarındaki azalmayla tepe organlarının gelişmemesi ve kökün uzamasına neden olur (Özel vd., 2016). Strese giren bitki büyüyemezse hücre çeperi sentezinde gerileme meydana gelir. Bitki dokularında protein oranının azalmasıyla

çeperde mekanik bozulmalar ortaya çıkar (Livne ve Vaadia, 1965; Cummins, 1973; Hsiao, 1973; Aharoni vd., 1977).

Bitki gelişiminin en kritik aşamalarından olan tohum çimlenmesi ve fide gelişim dönemlerinde görülen abiyotik stresler verimlik ve kaliteyi önemli derecede etkiler. Yanlış sulama ve yetiştirme teknikleri ile monokültürel uygulamalar kurak ve yarı kurak bölgelerde topraktaki tuz konsantrasyonunun zaman içerisinde artmasına, yeterli önlemlerin alınmaması durumunda ise bu alanların elden çıkmasına neden olmaktadır. Toprak üst tabakasında artan yüksek tuz konsantrasyonu iyi bir bitki örtüsünün oluşmasını engellemekte özellikle direkt tohum ekimi ile üretilen birçok tarla bitkisinin yetiştiriciliğini sınırlandırarak büyük ekonomik kayıplara neden olabilmektedir (Qadir vd., 2014). Bu durum bitkilerin ileriki gelişme dönemlerinde karşılaşacakları biyotik stres etmenlerine karşı hassasiyetlerinin de artmasına neden olmaktadır (Croser vd., 2003).

Bitkiler için ekim dönemi, iklim koşulları (yağış miktarı, sıcaklık, nem) ve toprak koşulları oldukça önemlidir. Öyle ki bitkiler bu özelliklerin herhangi birinin eksikliğinde strese girer ve çoğu zaman morfolojik olarak gösterir. Ancak çeşitlerin dayanımları adaptasyon sağladığı çevreye göre değişebilir. Dolayısıyla her bitki türü, her cins, her çeşit aynı tepkiyi aynı zamanda aynı miktarda gösteremeyebilir.

Bitkiler âlemi içinde geniş bir yer kaplayan baklagil yem bitkileri hem ot hem tanede içerdikleri protein nedeniyle hayvanlar için yararlı bir besin kaynağıdır. Bu familya içerisinde yer alan yem bezelyesi (*Pisum arvense* L.)'nin gerek hayvan beslenmesi gerekse toprak ıslahı yönünden ekim nöbetlerine eklenmesi faydalı olacaktır. Yem bezelyesi ülkemizde farklı iklim ve toprak koşullarında hemen hemen her bölgeye adapte olmuş, yeşil ot, kuru ot ve silaj için üretimi yapılan iyi bir serin iklim yem bitkisidir. Yetiştiriciliğinde fazla azotlu gübre kullanılmaması, dengeli ve yüksek verimi, ekim nöbetlerine eklendiğinde kendinden sonra gelecek bitkiye toprakta önemli miktarda azot bırakarak besleyici, temiz bir anız bırakması, otu ve tohumunun her çiftlik hayvanı için protein bakımından zengin, besleyici ve lezzetli bir yem olduğundan üreticilere tavsiye edilebilmektedir.

Yem bezelyesinin verimliliği abiyotik streslerle başa çıkma kabiliyetine bağlıdır. Bu nedenle stres faktörlerine karşı çeşitlerin gösterdikleri tepkilerin belirlenmesi büyük önem arz eder. Bu çalışmanın amacı; bazı yem bezelyesi çeşitlerinin farklı abiyotik stres koşullarına (kuraklık, soğuk, tuz) gösterdiği tepkilerin belirlenmesidir.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Rodriguez vd. (1992) tarafından yapılan bir araştırmada, farklı bezelye çeşitleri ve ıslah hatlarının osmoregulasyon kabiliyetleri arasındaki ilişkiyi büyütme odasında ve kurak koşullarda tarla şartlarında araştırmışlardır. -1,5 MPa'lık osmotik potansiyelde nispi su içeriği osmoregulasyonun bir göstergesi olarak kullanılmıştır. Verim ve ozmotik uyum arasında doğrusal bir ilişki olduğu ( $R = 0,70$  ve  $R = 0,92$ ), ancak kuraklık stresinin az olduğu yağışlı bir yılda aynı ilişkinin olmadığı tespit edilmiştir.

Yordanov vd. (1996) tarafından yapılan çalışmada, bezelye (*Pisum sativum* L., cv. Ran 1) bitkilerinde 96 saatlik soğuk uygulamalarının fotosentetik kapasite üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu bitkiler düşük sıcaklıkta büyüme sırasında fotosentetik oranlarını değiştirebildiği ve hayatta kalmak için ihtiyaçlara göre ayarlayabildiği bildirilmiştir. Düşük sıcaklık uygulamalarının avantajları fotosentetik  $O_2$  ve “QB non-reducing centres” değerlendirmeleri sonucunda açıkça ortaya koyulmuştur. Fotosentetik oranların ve floresans parametrelerinin analizine göre, soğuk uygulamaları bezelye bitkilerini donmaya karşı daha dirençli hale getirmiştir. Bezelye bitkileri için aktif fotosentezin sıfırın altındaki sıcaklıklarda sürdürülmesi bu bitkilerin sıklıkla erken ilkbaharda bu koşullara maruz kalmasından dolayı sağ kalım için çok önemlidir.

Hernández vd. (2000) yaptıkları çalışmada, iki farklı *Pisum sativum* L. eřitini kullanarak, uzun süreli (15 gün) NaCl (70mM) uygulamalarının yaprak askorbat-glutasyon döngüsü enzimlerinin aktivitesi ve ekspresyonu, süperoksit dismutaz izozimleri ve mRNA'ları üzerindeki etkilerini değerlendirmiş, askorbat ve glutasyon içerikleriyle ilişkilendirmişlerdir. Antioksidan sistemin sitosolik bileşenleri için zenginleştirilmiş yüksek hızlı süpernatın (özünür) fraksiyonları kullanılmıştır. NaCl'ye toleranslı Granada eřitinden elde edilen bu fraksiyonda, askorbat peroksidaz (APX), glutasyon redüktaz (GR), monodehidroaskorbat redüktaz (MDHAR), Mn-süperoksit dismutaz (Mn-SOD) ve dehidroaskorbate redüktaz (DHAR) aktiviteleri artarken, CuZn-SOD aktivitesi sabit kalmıştır. NaCl'ye duyarlı bitkilerde (Challis çeşitinde), tuzluluk APX, MDHAR ve GR aktivitelerinde önemli değişiklikler yapmamıştır. Challis'te sadece DHAR aktivitesi indüklenirken, özünür CuZn-SOD aktivitesi yaklaşık %35 oranında azalmıştır. Toplam



askorbat ve glutatyon içeriği her iki çeşitte azalmıştır, ancak NaCl'ye duyarlı bitkilerde düşüş daha fazla olmuştur. İki çeşit arasındaki bu fark, bu enzimlerin bazılarının transkript seviyelerinin incelenmesiyle daha da belirgin hale gelmiştir. Mitokondriyal Mn-SOD, kloroplastik CuZn-SOD ve fosfolipid hidroperoksit glutatyon peroksidaz (PHGPX), sitozolik GR ve APX için transkript seviyeleri NaCl-toleranslı çeşitlerde kuvvetli bir şekilde artarken, NaCl-duyarlı çeşitlerde bir değişim olmamıştır. Bu verilere göre antioksidan savunmasının uyarılmasında bezelyelerin uzun süreli tuz stresine tolerans mekanizmasının en az bir bileşeni olduğunu göstermektedir.

Sincik vd. (2004) yaptıkları çalışmada; 10 bezelye hattının 3 farklı düşük sıcaklık (2, 5, 10 ve 20 °C kontrol olmak üzere) derecesi altında çimlenme, çıkış ve fide gelişim özelliklerini değerlendirmişlerdir. Tüm hatlarda en yüksek çimlenme ve çıkış 10 °C ve daha sonra 20 °C olmuştur. Sıcaklığın düşmesi çimlenme ve çıkışı geciktirmiş ve en erken çimlenme 20 °C gerçekleşmiştir. GT50 ve ET50 değerleri (% 50 çimlenme veya çıkış) 20 °C'de en kısa ve 5 °C'de en uzun olarak hesaplanmıştır. Düşük sıcaklık, özellikle 5 °C, hem üst büyüme hem de kök gelişiminde, verimde ve bireysel fide ağırlığında net bir azalmaya neden olmuştur. 216 gün boyunca 2 °C'de tohumların çimlenmediği ancak bu süreden sonra 20 °C'ye transfer edildiğinde bazı hatların tohumlarında çıkış olduğu belirlenmiştir. Bezelye hatlarında 20 °C ve/veya 10 °C'deki çimlenme ve çıkışın, yaprak tipi, tohum veya çiçek rengiyle ilgili olmadığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte, kırmızı çiçekli ve soğuğa dayanıklı hatlar 5 °C'de daha iyi çimlenme ve çıkış göstermiş ve tohumları da 2 °C'de yaklaşık 8 ay boyunca canlı kalmıştır. Soğuğa dayanıklı, mor çiçekli ve küçük tohumlu hatlar daha küçük fideler üretmiş ve yavaş büyüme göstermiştir. Tohum ağırlığı, uygulanan tüm sıcaklık derecelerinde fidelerin üst ve kök gelişimi, toplam yaş ağırlığı, verim ve günlük büyüme oranları ile pozitif ve anlamlı korelasyon göstermiştir.

Okçu vd. (2005) yaptıkları çalışmada, sodyum klorür ve PEG 6000 (polyethylene glycole 6000) kullanarak -2, -4, -6 ve -8 bar su tutma gücüne sahip solüsyonlarda tuz ve kuraklığın üç bezelye çeşidinin (Bolero, Sprinter ve Utrillo) çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkisini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda; çimlenme yüzdesi, ortalama çimlenme zamanı, kök ve sürgün uzunluğu, fide yaş ve kuru ağırlıkları üzerinde NaCl ve PEG dozlarının çeşitler üzerinde istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Ayrıca, elde edilen diğer bazı veriler arasında da önemli ilişkiler tespit edilmiştir.

Ahmad ve Jhon (2005) yaptıkları araştırmada, tuzluluk düzeyinin bezelye bitkilerinde (*Pisum sativum* L. cv. EC 33866) bazı fizyo-biyokimyasal parametreler üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Bitkilere kum kùltüründe 30 gün boyunca 50, 100, 150 ve 200 mM NaCl olmak üzere dört farklı tuz uygulaması yapılmış ve fizyolojik tepkiler ölçülmüştür. Yüksek NaCl konsantrasyonları, yaprakların ve köklerin taze ve kuru ağırlığı gibi büyüme parametrelerinde büyük bir azalmaya neden olurken, yaprak sayısı daha az etkilenmiştir. Bu değişiklikler, nispi su içeriği ve K konsantrasyonların'daki bir düşüşle ilişkilendirilmiştir. Prolin ve şeker içeriğinin arttığı, ancak nitrat redüktaz aktivitesi ve klorofilin yapraklarda azaldığı bulunmuştur. Ozmotik uyumla ilgili organik çözünen madde birikiminin önemi tartışılmıştır.

Charlton vd. (2008) yaptıkları araştırmada, kuraklık stresi koşullarında bezelye (*Pisum sativum* L.) yaprak metabolomiklerini nükleer manyetik rezonans spektroskopisi (1D ve 2D NMR) ile değerlendirmişlerdir. Kurak koşullarda yüksek konsantrasyonlar'da bulunan metabolomiklerden bazılarının (Malat) tarlada yetiştirilen bitkilerde 5 kat daha yüksek konsantrasyonlar'da bulunduğu ölçülmüştür. Bu tür değişikliklerin hem bitki performansı hem de ürün son kullanımı üzerinde etkisi olduğu düşünölmektedir.

Ahmad vd. (2008) yaptıkları araştırmada, aktive edilmiş oksijen türlerinin NaCl stresinden kaynaklanan hasar mekanizmasına dahil edilme olasılığı EC 33866 ve Puget bezelye (*Pisum sativum* L.) çeşitlerinin yapraklarında gözlemişlerdir. Lipid peroksidasyon seviyesi, süperoksit dismutaz (SOD, EC 1.15.1.1), askorbat peroksidaz (APX, EC 1.11.1.11), glutatyon redüktaz (GR, EC 1.6.4.2), dihidroaskorbat redüktaz (DHAR, 1.8.5.1) enzim aktiviteleri üzerinde durulmuştur. EC 33866 çeşitinde Puget'ten daha yüksek klorofil stabilitesi tespit edilmiştir. Puget'te tuz konsantrasyonu arttığı Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> düzeylerinde anlamlı bir birikim meydana geldiği bildirilmiştir. Her iki çeşitte de K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> ve Mg<sup>2+</sup> seviyelerinde düşüş kaydedilmiştir, ancak Puget çeşidi EC 33866'ya göre daha fazla azalma göstermiştir. Tuz stresi bezelye çeşitlerinde lipid peroksidasyon oranını arttırmıştır. Her iki çeşitte de SOD ve APX tüm konsantrasyonlar'da artmış, ancak artış EC 33866'da Puget'ten daha fazla olmuştur. Her iki çeşitte de GR ve DHAR, 150 mM NaCl'da artmış, ancak 200 mM'de NaCl düşüşü gözlenmiştir. DHAR ve GR' deki düşüş, Puget'te EC 33866 çeşitine göre daha belirgin olduğu tespit edilmiştir.

Acar vd. (2011) yaptıkları araştırmada, farklı konsantrasyonlarda tuz içeren Half Hoagland çözeltilisi (0, 25, 50, 100 mM NaCl) ile sulanan bezelye (*Pisum sativum* L.)' de tuz konsantrasyonlarının gövde ve kök bağıl nem içeriğine, klorofil miktarına, kök ve gövde gelişimine etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda; farklı konsantrasyonlardaki tuzun bezelyenin gövde ve kök uzunluğuna, gövde / kök uzunluk oranına, yeşil gövde ağırlığına, yeşil gövde / kök ağırlığı oranına, kuru gövde / kök ağırlık oranına ve bağıl su içeriğine etkisi istatistiki bakımından önemli bulunmuş ve elde edilen diğer bazı veriler arasında da önemli ikili ilişkiler tespit edilmiştir.

Bilgili vd. (2011) yaptıkları araştırmada, yaygın fiğ (*Vicia sativa* cv. Uludağ), yem bezelyesi (*Pisum sativum* cv. Kirazlı) ve kanola (*Brassica napus* cv. Bristol) arasında en fazla tuza toleranslı türün belirlenmesi amacıyla bu çalışmayı yürütmüşlerdir. Dört tuz konsantrasyonu (0, 50, 100 ve 150 mM NaCl) kullanılarak tuzluluğun fideler üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Fideler, 45 gün boyunca tuzluluk stresine maruz bırakıldıktan sonra fide yüksekliği, kök uzunluğu, sürgün ve kök kuru ağırlığı, fide başına yaprak sayısı, fide başına yaprak alanı ve sürgünlerin ve köklerin Na, K ve Ca içeriği belirlenmiştir. Ek olarak, K / Na ve Ca / Na oranları hesaplanmıştır. Tüm türler için, tuz muameleleri sürgünlerin ve köklerin birçok özelliğini önemli ölçüde değiştirmiştir. Örneğin, artan tuz konsantrasyonların'da kök ve sürgünlerin Na içeriği artmış, K ve Ca içeriği azalmıştır. Ayrıca, araştırma sonuçları yem bezelyesinin Kirazlı çeşidinin, diğer çeşitlerden daha fazla tuz stresine karşı dirençli olduğunu ve 100 mM'den az NaCl içeren tuzlu topraklarda ekilebileceğini ortaya koymuştur.

Pandolfi vd. (2012) yaptıkları araştırmada, bezelye (*Pisum sativum* L.) fideleri yarı kuvvetli Hoagland çözeltilisi içinde büyütölmüş ve 1 hafta süreyle 0, 10, 25 mM NaCl ve %2,5 PEG 6000'e maruz bırakılmıştır (Ön işlem). Daha sonra bitkiler, 2 hafta boyunca 0 ve 80 mM NaCl'ye maruz bırakılmıştır (Ana işlem). Kontrol bitkileri, NaCl içermeyen yarı kuvvetli Hoagland çözeltilisi içinde tutulmuştur. Ön işlemlerin büyüme üzerinde olumsuz etkisi olmadığı ve 10 mM NaCl ile ön işlemden geçirilmiş bitkilerin, kontrol bitkilerine eşit biyokütle birikimi sağladığı görölmüştür. Tuz aklimasyonunun faydalı etkisi, köklerde birincil olan K<sup>+</sup> sızıntısının ve Na<sup>+</sup> birikiminin önlenmesinde de belirgin olmuş ve fizyolojik süreçlerde ana rol oynadığı öne sürölmüştür. %2,5 PEG 6000 uygulamasının, tuz toleransının arttırılmasında tuz kadar etkili olmadığı ve aklimasyonun ozmotik bir stres

bileşeninden ziyade iyonlara özgü olarak ortaya çıktığı belirlenmiştir. Ayrıca tuz uygulanmış bitkilerin ksileminde K/Na oranında bir artış kaydedilmiştir. Bu çalışma, tuza hassas *Pisum sativum* türlerinin kısa süreli tuza maruz kalmasının, bitkilerin şiddetli tuz koşullarına dayanmalarını sağlayan bir dizi fizyolojik düzenlemeyi harekete geçirdiğini ortaya koymaktadır.

Shahid vd. (2012) yaptıkları araştırmada, bezelye bitkilerinin tuz stresine erken büyüme aşamasında duyarlılığını belirlemek için 30 bezelye genotipi (*Pisum sativum*), beş farklı tuzluluk seviyesinde (0, 2.5, 5.0, 7.5 ve 10 dS m<sup>-1</sup> NaCl) ince kum içeren tepsielerde büyütülmüştür. Hoagland, temel besin çözeltisi olarak kullanılmıştır. Tuz stresi, çimlenme (%), çıkış (%), kök ve sürgün yaş ağırlığı, kök ve sürgün kuru ağırlığı, kök ve sürgün uzunluğu ve yaprak inorganik osmolitlerini (K<sup>+</sup> ve Ca<sup>2+</sup>) önemli ölçüde azaltmıştır. Yaprak Na<sup>+</sup> içeriği tüm genotiplerde artarken, toleranslı genotipler tuzlu koşullar altında en düşük yaprak Na<sup>+</sup> içeriğini sergilemiştir. Yapraklarda yüksek Na<sup>+</sup> birikimi, genotiplerin tuz stresine karşı hassas olduğunu, yüksek K<sup>+</sup> / Na<sup>+</sup> ve Ca<sup>2+</sup> / Na<sup>+</sup> oranı ise toleranslı olduğunu göstermektedir. Kontrol ile karşılaştırıldığında, ilave edilen tüm tuzluluk seviyeleri yukarıda belirtilen özellikler üzerinde zararlı bir etki yaratmış, ancak yüksek tuz stresi (7.5 ve 10 dS m<sup>-1</sup>) test edilmiş genotipte önemli değişikliklere neden olmuştur. Kök / sürgün kuru ağırlığı ile yaprak K<sup>+</sup> / Na<sup>+</sup> ve Ca<sup>2+</sup> / Na<sup>+</sup> oranları arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur.

Leonforte vd. (2012) tarafından yapılan bu çalışmada, tarla bezelyesinde sodyum klorürün (NaCl) toksik etkilerine toleransın artırılması için kullanılabilecek olan ebeveyn germplazmalarının tanımlanması için yapılmıştır. Tuzluluk kaynaklı toksisite belirtileri, bitki büyüme hızının, boyunun, sürgün ve kök kuru maddesinin azalması ve bitki yetiştirme ucunda artan Na<sup>+</sup> konsantrasyonuyla yakından ilişkili olmuştur. Tuzluluk toleransı için önemli ölçüde değişen 7 bezelye genotipi, sulama muameleleri kullanılarak uygulanan artan NaCl tuzluluk seviyeleri altında zaman içinde bir dizi semptom gelişimi ve büyüme yanıtı göstermiştir. Erken büyüme evrelerinde yüksek tuzluluk toleransı gösteren ATR1836 genotipi, daha sonraki gelişme dönemlerinde, düşük biyokütle azalması, azalmış semptom gelişimi ve bitki dokusunda Na<sup>+</sup> birikimi oranına dayanarak da ön plana çıkmıştır. Tuz toleransı olan ATR1836 genotipi ile hassas Kasper genotipi arasında

çaprazlama sonucunda elde edilen döllerde nispeten daha yüksek bir tuz toleransı gözlenmiştir.

Jovanović vd. (2013) yaptıkları araştırmada, 2011 yılında soyağacı seçimi ile geliştirilen yeni bir bezelye çeşidi NS MRAZ'ı bu çalışmada kullanmışlardır. İki haftalık bitkiler, 7 ve 10 gün boyunca sulamayı keserek kuraklık stresine maruz bırakılmış ve bir gün boyunca tekrar sulanmıştır. Stres etkileri, nispi su içeriği (RWC), lipid peroksidasyonu ve reaktif oksijen türlerinin (ROS) biriktirilmesiyle gözlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, su içeriği kaybının bezelye bitkilerinde ROS birikimini ve lipid peroksidasyonunu kuvvetle indüklediği ortaya koyulmuştur.

Naz vd. (2014) yaptıkları araştırmada, tuz stresi altında büyütülen *Pisum sativum*'a KCl ve KOH olarak makro besleyicilerle ön işlem yapmanın etkilerini araştırmak için bu çalışmayı yapmışlardır. Tohumlar 250 ve 500 ppm KCl ve KOH çözeltileriyle muamele edildikten sonra farklı konsantrasyonlar'da (0 mM, 40 mM, 60 mM ve 80 mM) NaCl uygulaması yapılmıştır. NaCl, KCl ve KOH'nin çimlenme yüzdesi, fide sürgün uzunluğu, fide kök uzunluğu, fide taze ve kuru biyokütlesi üzerindeki etkileri gözlenmiştir. Çimlenme ve fide büyümesinin (sürgün uzunluğu, kök uzunluğu, taze ve kuru biyokütlesi) tuz koşullarında azalma gösterdiği tespit edilmiştir. 250 ve 500 ppm KCl ve KOH uygulamaları, tuzlu ve tuzlu olmayan koşullar altında yukarıda belirtilen parametrelerde iyileşme göstermiştir.

Mani (2015) yaptığı araştırmada, tuz stresinin büyüme, fotosentez hızı, stoma iletkenliği, terleme hızı ve klorofil içerikleri üzerindeki etkilerini incelemek için 10 bezelye (Asgrow, Jumbo, Lincoln, Merveille de Kelvedon, Purser, Rajao Torpe, Rondo, Snajor Kosep Korai, Wando ve Yerel varyete) genotipi kullanmıştır. Farklı genotiplerdeki bezelye tohumları, büyüme ortamı olarak ince kum içeren saksılarda yetiştirilmiştir. Çimlenmeden 30 gün sonra, bitkiler 0, 25, 50 ve 75 mM NaCl altında tuz stresine maruz bırakılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, tuzluluk arttıkça bitki büyümesi önemli ölçüde azalmıştır. Bir haftalık tuz uygulamasının ardından, tüm genotiplerde tuzluluk arttıkça, fotosentez hızı, terleme hızı ve bitkinin klorofil içeriği belirgin şekilde azalmıştır. Bununla birlikte Na iyonlarının birikmesi, Na/K oranını değiştirmiş ve artan tuz stresiyile artmıştır ve bu durumun ise fotosentezin biyoenerjetik süreçlerini etkilediği ortaya koyulmuştur. Farklı

çeşitler arasında, yerel varyete, Lincoln ve Merveille de Kelvedon tuza karşı toleranslı bulunurken, Purser ve Rajai Torpe tuzluluğa duyarlı davranış göstermiştir. Toleranslı genotipler, yüksek bitki kuru maddesinin, daha az yaprak Na konsantrasyonunun korunmasında başarılıyken, toleranslı olmayan genotipler, tuz ortamında yüksek konsantrasyonda yaprak potasyum içeriği sergilemişlerdir.

Şentürk ve Sivritepe (2015) yaptıkları araştırmada, Dual ve Spring bezelye çeşitlerinde tohum çimlenmesi ve fide gelişiminin ilk aşamalarında tuza toleranslarının artırılması amacıyla, NaCl ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamalarının kullanım olanaklarını araştırmışlardır. Çalışmada, normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi sonuçlarının yanı sıra fide kuru ağırlıkları, tolerans oranı ve tolerans indeksi sonuçları ozmotik koşullandırma uygulamalarının her iki bezelye çeşidinde de tuza toleransın artırılmasında etkili olduğu belirlenmiştir. Ancak, ozmotik koşullandırma uygulamaları ile kazanılmış olan tuza tolerans yeteneğinin geriye kurutma uygulamaları ile kısmen azaldığı tespit edilmiştir. Tuza tolerans bakımından bezelye çeşitleri arasında önemli bir farklılık olmamasına rağmen, ozmotik koşullandırma uygulaması sonucunda, Dual çeşidinin Spring çeşidine oranla daha fazla tolerans yeteneği kazandığı tespit edilmiştir.

Zhang vd. (2016) yaptığı araştırmada, serin mevsim bitkisi olarak bezelye (*Pisum sativum* L.) vejetatif aşamada dona tahammül edebilir, ancak üreme aşamasında donma stresi meydana geldiğinde zarar görebilir. Soğuğa dayanıklı bezelye çeşitlerinin geliştirilmesi, sabit verim ve kışlık bezelye ekim alanlarının genişlemesi için önemlidir. Doğal düşük sıcaklık koşullarında 3672 bezelye germplazmı değerlendirilmiş ve bunlar yüksek direnç (214), orta direnç (835) veya duyarlı (2623) olarak sınıflandırılmıştır. Yüksek ve orta derecede dirençli genotipler ertesi yıl tekrar test edilmiştir. Kışlık üretim bölgesinden gelen genotiplerin, bahar üretim bölgesinden gelen genotiplerden daha fazla soğuk tolerans gösterdiği tespit edilmiştir. Soğuk tolerans düzeyleri yüksek olan hatlar, bezelye soğuk toleransı ıslah çalışmalarında genetik kaynak olarak önerilmiştir.

Homer vd. (2016) tarafından yapılan bu çalışmanın amacı, gelecekteki ıslah programları için kışa dayanıklı bezelye hatlarının belirlenmesidir. Bitki materyali, yerel çeşitler, elit kışlık çeşitler, seçilmiş hatlar ve çeşitli kontroller olmak üzere 58 hattan

meydana gelmiştir. Yirmi beşi hem tarla hem de laboratuvar koşullarında, geri kalanı ise sadece tarla koşullarında test edilmiştir. Tarla denemeleri 2014 sonbaharında Ankara'nın Haymana ve Sivas'ın Ulaş ilçelerinde kurulmuştur. Kışa dayanıklılık, hayatta kalma oranı olarak değerlendirilmiştir. Türkiye yerel hatlarından 79404 TR (%88,6), TR 79407 (%88,5) ve TR 80194 (%84,8) üç kontrol grubu olarak kullanılan Taşkent (%90,0), Özkaynak (%85,0) ve Melrose (%94,7) çeşitleriyle karşılaştırılabilir hayatta kalma yüzdelerine sahip çıkmıştır. Laboratuvarda, donma testinden üç hafta sonra -12°C ve -16°C'de hiçbir bitki hayatta kalmamıştır. -8°C'de ise, kış genotipleri arasında farklı sağ kalım sağlamıştır.

Petrovic vd. (2016) yaptıkları araştırmada, bezelye tohumu çimlenmesi ve fide büyümesinin fide gelişimi sırasında tuz toksisitesi ve ozmotik etki ile inhibe edilmediğinin belirlenmesi ve ayrıca bu streslere cevap olarak hassas fide büyüme parametrelerinin tanımlanması amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlara dayanarak, bezelyenin çimlenme ve erken embriyo büyümesi sırasında tuz stresini su stresinden daha fazla tolere ettiği gösterilmiştir. İncelenen çeşitler, tohum çimlenmesine kıyasla büyüme parametreleri söz konusu olduğunda her iki abiyotik strese duyarlılık göstermişlerdir.

Ateş (2016) yaptığı araştırmada, D-Mannitol'un neden olduğu kuraklık stresinin tohum çimlenmesi ve erken gelişim döneminde 4 İran üçgülü (S, Y, AY, KR) ve dört yem bezelye genotipi (Töre, Ateş, 16-K ve 16) üzerindeki etkisini incelemek amacıyla çalışma yapmışlardır. İran üçgülü tohumları -1,2 MPa ve -2,4 MPa D-mannitolde çimlenmezken, yem bezelye genotiplerinin tohumları -2,4 MPa D-mannitolde çimlenme göstermemiştir. Hem yem bezelyesi ve hem de İran üçgülü genotiplerinde son çimlenme yüzdeleri, sürgün ve kök uzunlukları, kök ve sürgün taze ağırlıkları, sürgün ve kök kuru ağırlıkları, sürgün ve kökün nispi su içeriği, sürgün ve kökün tolerans indeksleri ve etkileşimleri farklı ozmotik (kuraklık) stres koşullarından etkilenmiştir. Yem bezelyesi çeşitlerinde Töre ve Ateş ve İran üçgülü genotiplerinden Y ve S'nin çimlenme oranı, sürgün ve kök uzunlukları, yaş ve kuru ağırlıkları diğer genotiplere göre daha yüksek bulunmuştur.

Karaköy vd. (2016) yaptıkları araştırmada, ülkemizin farklı bölgelerinden toplanmış olan toplam 130 adet yerel bezelye genotipi ile 4 ticari çeşidi Sivas ekolojik koşullarında kışa dayanıklılık düzeylerinin saptanması amacı ekmişlerdir. Araştırmada;

soğuğa dayanıklılık (1-5), bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, bitkide bakla sayısı, bitkide tane sayısı, 100 tane ağırlığı ve tane verimi gibi agronomik ve morfolojik özellikler incelenmiştir. İstanbul, Kars, Diyarbakır, Bolu ve Sivas orijinli toplam 5 adet bezelye yerel genotipi soğuğa yüksek düzeyde dayanıklı, Adıyaman, Elazığ, Kastamonu, Malatya, Sakarya, Tokat, Afyon, Bingöl, Konya, Karaman, Van, Hakkari ve Şırnak orijinli bezelye genotiplerinin ise soğuğa dayanıklı oldukları saptanmıştır. Denizli, Edirne, Kırklareli, Manisa, Kahramanmaraş, Giresun, Ordu orijinli bezelye genotipleri ve Ulubatlı, Kirazlı bezelye çeşitleri soğuğa orta düzeyde toleranslı oldukları belirlenmiştir. Karina ve Jof çeşitleri soğuğa tolerans gösterememiş ve tüm bitkiler ölmüştür.

Özel vd. (2016) tarafından yapılan bu çalışmada, kışlık yem bitkisi olarak yaygın şekilde üretilen Macar fiği (*Vicia pannonica* Crantz) ve yem bezelyesi (*Pisum arvense* L.)'nin farklı sulama seviyelerindeki (%100, %75, %50 ve %25 tarla kapasitesi) bazı morfolojik ve fizyolojik özellikleri ele alınmıştır. Sonuçta, Macar fiği ve yem bezelyesi yetiştiriciliğinde topraktaki yararlı su %75 tarla kapasitesine indiğinde sulama yapılması ve kuraklık stresi varlığında yem bezelyesi yetiştiriciliğinin tercih edilmesi uygun görülmüştür.

El-Esawi vd. (2018) yaptıkları çalışmada, Nain Ordinaire ve Elatius 3 isimli bezelye çeşidinin yüksek tuzluluk stresine tepkisini incelemişlerdir. Yüksek tuzluluk oranı (150 mM NaCl), Nain Ordinaire yapraklarındaki fotosentetik pigmentlerin içeriğini belirgin olmayan bir seviyede hafifçe düşürmüştü, ancak Elatius 3 yapraklarındaki pigment içerikleri, yüksek tuzluluk oranı ile önemli ölçüde azalmıştır. Yüksek tuz koşullarında antioksidan enzim (APX - askorbat peroksidaz; CAT - katalaz; ve POD - peroksidaz) aktiviteleri, Nain Ordinaire çeşidinde belirgin bir şekilde artarken, Elatius 3 çeşidinde lindenin oranında anlamlı bir değişiklik olmamıştır.

Tekin (2018) bu çalışmada, soğuk stresine dayanıklı bezelye genotiplerini belirlemiştir. Ayrıca soğuk stresine karşı bitkiler tarafından oluşturulan biyokimyasal veya fiziksel savunma mekanizmaları ortaya koyulmuştur. Sonuç olarak, soğuk stresinin bezelye genotiplerinin yapraklarındaki enzim aktiviteleri üzerine etkileri ele alındığında; genotipler içerisinde en dayanıklı olarak 3031 x Granger ve 3055 x Melrose genotipleri ön plana



çıkmiş ve bu genotiplerin daha sonra yapılacak olan soğuşa dayanıklılık ıslah çalışmalarında kullanılabileceğini bildirmiştir.

Bezirganoglu vd. (2018), 31 farklı bezelye genotipinin soğuk stres altında tepkilerini test etmişlerdir. Bezelye bitkileri, denemelerden 10 gün önce sıcaklık kontrollü bir serada (25/15 ° C) ekilmiştir. Soğuşa dayanıklı ve soğuşa duyarlı hatlar ve çeşitler farklı termal analiz değerleri kullanılarak seçilmiştir. Ek olarak, antioksidan enzimlerin (askorbat peroksidaz, katalaz ve süperoksit dismutaz) aktivitesindeki değişiklikler, serbest prolin içeriği ve bunların soğuk dirençle LT<sub>50</sub> ile ilişkisi araştırılmıştır. Soğuk uygulaması prolin içeriğini kontrol uygulamalarına göre yavaş yavaş artırmıştır. Soğuk uygulaması aynı zamanda, APX, SOD ve CAT aktivitelerini de artırmıştır. Enzim aktiviteleri ile soğuk direnci arasındaki en yüksek korelasyon, 19 ıslah hattının yapraklarının SOD, APX ve CAT değerlerlerinde gözlenmiştir. Sonuçlarımız LT<sub>50</sub>'nin soğuk aklimasyonda prolin içeriği ve antioksidan enzim aktiviteleri ile yakından ilişkili olduğunu göstermiştir.

Demirkol vd. (2019) yaptıkları bu çalışmayı, yem bezelyesi genotipinin tuzluluğa toleransını saptamak amacıyla yürütmüştür. NaCl dozları olarak 0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270 ve 300 mM kullanılmıştır. Çalışmada, çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi, radikula ve plumula uzunluğu, radikula ve plumula taze ağırlığı ile radikula ve plumula kuru ağırlığı incelenmiştir. Tuz stresi tüm parametrelerde istatistiki olarak anlamlı bir farka sebep olmuştur. Sonuç olarak, çalışılan genotipin 90 mM'nin altındaki tuz dozlarına dayanıklı olduğu tespit edilmiştir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Bu araştırmada materyal olarak üç adet mor çiçekli (Töre, Taşkent ve Özkaynak) ve üç adette beyaz çiçekli (Ulubatlı, Ürünlü ve Gölyazı) yem bezelyesi (*Pisum sativum* var. *arvense* L. Poir.) çeşitleri kullanılmıştır. Tuzluluk çalışmalarında tuz stresi oluşturmak için sodyum klorür (NaCl) ve kuraklık stresi oluşturmak için ise polietilen glikol (PEG 6000) kullanılmıştır. Tarla ve laboratuvar çalışmaları Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Deneme Tarlaları ve Tarla Bitkileri Laboratuvarında yürütülmüştür.

##### 3.1.1. Araştırma yeri ve iklim özellikleri

Yem bezelyesi çeşitlerinin soğuk stresine karşı tepkilerini belirlemek amacıyla farklı ekim zamanlarında tarla koşullarında ekim yapılmıştır. Denemenin kurulduğu alanın Ekim 2018 ve Mart 2019 ayları arasındaki ortalama, minimum ve maksimum sıcaklık değerleri çizelge 3.1’de verilmiştir. Bu çizelgeye göre sıcaklıklar ekimden ocak aynaya kadar düşmüş sonrasında yükselmiştir. En düşük sıcaklık değeri -13,5 ile Ocak 2019’da ölçülmüştür.

Çizelge 3.1. Deneme alanındaki maksimum, minimum ve ortalama sıcaklıklardaki değişiklikler ve eğilimler.

Aylar	Sıcaklıklar		
	Ortalama	Minimum	Maksimum
<b>Ekim 2018</b>	13,3	-1,3	26,5
<b>Kasım 2018</b>	7,6	-3,8	24,9
<b>Aralık 2018</b>	2,3	-8,3	10,4
<b>Ocak 2019</b>	1,2	-13,5	12,8
<b>şubat 2019</b>	3,4	-8,6	15,4
<b>Mart 2019</b>	6,3	-6,8	22,2

\*Tüm veriler T.C. Devlet Meteoroloji Servisi tarafından sağlanmıştır.

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Düşük Sıcaklık Testleri

#### 3.2.1.1. Tarla koşullarında düşük sıcaklık stresi testleri

Yem bezelyesi çeşitleri, tarla koşullarında düşük sıcaklık testleri için 1 Ekim, 15 Ekim ve 1 Kasım olmak üzere 3 farklı ekim tarihinde tarlaya ekilmiştir. Her çeşit 4 sıra olacak şekilde her sraya 50 tohum bırakılmıştır. Sıra arası ve sıra üzeri mesafe 30 x 4 cm olarak ayarlanmıştır. Ekim derinliği ise 3 cm'dir. Tohumların çimlenmesi için yeteri kadar yağmurlama ile sulama yapılmıştır. Yabancı ot mücadelesi gerektiğinde çapa kullanılarak ve el ile yapılmıştır. Çeşitlerin tarla koşullarında düşük sıcaklık stresi karşısında tepkisini belirlemek amacıyla tarla ve laboratuvar koşullarında yapılan gözlem ve ölçümler aşağıda verilmiştir.

- a) Sağ kalım oranı (%): Çeşitlerin farklı ekim zamanlarında soğuğa karşı toleransını belirlemek için ilk donlar başlamadan her sırada çıkış yapan bitki sayısı alınmış ve kış sonrası 8 Mart 2019 tarihinde hayatta kalanlar kaydedilmiştir. Elde edilen bu rakamlar üzerinden sağ kalım oranı (3.1) hesaplanmıştır.

$$\text{Sağ kalım oranı}(\%) = 100 - \left( \text{Kış öncesi sayım} - \frac{\text{Kış sonrası sayım}}{\text{Kış öncesi sayım}} * 100 \right) \quad (3.1)$$

- b) Bitki boyu: Her sıradan rastgele seçilmiş 5 bitkide toprak yüzeyinden bitkinin en uç kısmına kadar olan kısım cetvel yardımıyla ölçülmüş ve cm cinsinden kaydedilmiştir.

- c) Boğum sayısı: tesadüfi olarak seçilmiş 5 bitkide toprak yüzeyinde sap üzerindeki boğumlar adet olarak kaydedilmiştir.

- d) Klorofil içeriği: her sıradan tesadüfi olarak alınan 5 yaprak çifti üzerinde spad metre (SPAD 502 Plus Chlorophyll Meter) ile klorofil miktarı belirlenmiştir.

- e) Kuru madde miktarı (%): 5 bitki üzerinde yapılan yaş ve kuru ağırlık ölçümleri sonrası hesaplanmıştır (3.2).

$$\text{Kuru madde miktarı} = \left( \frac{\text{Kuru ağırlık}}{\text{Yaş ağırlık}} \right) * 100 \quad (3.2)$$

f) Yaprak nispi su miktarı: 5 adet bitkiden alınan yaprak örneklerinin yaş ağırlıkları tartılmıştır. Daha sonra bu örnekler turgor oranını belirlemek amacıyla 10°C’ de 24 saat bekletilmiş ve hafifçe kurularak tekrar tartılmıştır. Aynı örnekler 80°C’lik fırında 24 saat kurutularak kuru ağırlıkları tespit edilmiştir. Örneklerden elde edilen yaş ağırlık, kuru ağırlık ve turgor miktarları üzerinden aşağıdaki formül kullanılarak yaprak nispi su miktarı hesaplanmıştır (3.3).

$$Yaprak\ nispi\ su\ miktarı = \frac{Yaş\ ağırlık - Kuru\ ağırlık}{Turgor\ ağırlığı - Kuru\ ağırlık} * 100 \quad (3.3)$$

### **3.2.1.2. Laboratuvar koşullarında düşük sıcaklık stresi testleri**

Yem bezelyesi çeşitlerinin düşük sıcaklıkta çimlenme performanslarını belirlemek amacıyla Hampton ve TeKrony (1995)’e göre serin ve soğuk testleri uygulanmıştır. Soğuk testte yem bezelyesi çeşitlerine ait tohumlar 10°C sıcaklıkta 7 gün bekletildikten sonra 25°C’ye aktarılmış ve 14. gün sonunda çimlenen tohumlar sayılarak çimlenme yüzdeleri belirlenmiştir. Serin testte ise tohumlar 15°C sıcaklıktaki tamamen karanlık inkübatör içinde 14 gün bekletilmiş ve çimlenen tohumlar sayılarak çimlenme yüzdesi belirlenmiştir. Çimlendirme çalışmaları ve fide ölçümleri tuz ve kuraklık stresine benzer şekilde yapılmıştır.

### **3.2.2. Tuz ve Kuraklık Testleri**

Tuzluluk stresi oluşturmak için sodyum klorür (NaCl) konsantrasyonları 5, 10, 15 ve 20 dS/m elektriksel iletkenliğe sahip olacak şekilde WTW 3.15i model EC metre yardımıyla ayarlanmıştır. Araştırmada kuraklık stresi oluşturmak amacıyla PEG 6000 (Polietilen glikol 6000 mol.w.) Michel ve Kaufmann (1973)’ın bildirdiği şekilde -2 ve -4 su tutma potansiyeline ayarlanan kuraklık şiddetleri hazırlanmıştır. Her iki denemede de kontrol olarak distile su kullanılmıştır.

Laboratuvar koşullarında çimlendirme çalışmaları 20×20 cm boyutlarında olan üç adet kurutma kâğıdı arasında yapılmıştır. Tuz ve kuraklık testleri için tohumlar 20±1°C

sıcaklıkta çimlendirmeye alınmıştır. Çimlendirme çalışmaları tamamen karanlık inkübatörde, 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 50 adet tohum olacak şekilde yapılmıştır. Her tekerrürde bir kağıt için uygun test solüsyonundan 7 ml eklenmiş ve buharlaşmayı engellemek için ağzı kilitli plastik torbalara konulmuştur. Her iki günde bir, kâğıtlar değiştirilerek tekrar 7 ml solüsyon eklenmiştir. Tohumlar her gün sayılmış ve 2 mm kökçük uzunluğuna sahip tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiştir. Çimlenme denemeleri ISTA (2018)'e göre yem bezelyesi için belirlenen 7 gün boyunca sürdürülmüştür.

Laboratuvar çalışmaları sonucu yapılan ölçüm ve gözlemler aşağıda verilmiştir.

a) Çimlenme yüzdesi (%): Yedinci günde çimlenen tohumların sayısı toplam tohum sayısına oranlanarak yüzde (%) cinsinden belirlenmiştir.

b) Ortalama çimlenme süresi (gün): Çimlenme süresinde her gün sayılan tohum sayılarına bağlı olarak ISTA (2018)'ya göre aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (3.4). Formülde, D sayım günündeki çimlenen tohum sayısını, n sayım yapılan gün sayısını göstermektedir.

$$O\dot{C}S = \sum(Dn) / \sum n \quad (3.4)$$

c) Fide uzunluğu (cm): Her tekerrürden 9. günde tesadüfen seçilen on adet fidenin boyu cetvelle ölçülerek cm olarak belirlenmiştir.

d) Fide yaş ağırlığı (mg/bitki): Her tekerrürden 9. günde tesadüfen seçilen on adet fidenin ağırlığı 0,001 g hassas terazide tartılmış ve oranlanarak mg/bitki olarak hesaplanmıştır.

e) Fide kuru ağırlığı (mg/bitki): Her tekerrürden tesadüfen seçilen 10 fidenin yaş ağırlığı belirlendikten sonra 70°C'de 48 saat süreyle fırında kurutulmuş, hassas terazide tartılmış ve mg/bitki olarak belirlenmiştir.

### 3.3. Deneme Planı ve Verilerin Analizi

Araştırmada, soğuk stresi için tarla denemeleri tesadüf parsellerinde bölünmüş parseller deneme desenine göre dört tekrarlı olarak kurulmuştur. Ana parselleri ekim zamanları ve alt parselleri yem bezelyesi çeşitleri oluşturmuştur. Laboratuvar ortamında kurulan soğuk, tuz ve kuraklık stresi çalışmaları iki faktörlü tesadüf parselleri deneme deseninde 4 tekrarlı olarak planlanmıştır. Birinci faktörleri sıcaklık, tuz ve kuraklık uygulamaları, ikinci faktörü ise yem bezelyesi çeşitleri oluşturmuştur. Elde edilen veriler MSTAT-C paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Yüzde değerler açı değerlerine (arcsin transformasyon) çevrildikten sonra analiz edilmiş, ancak çizelgelerde gerçek değerler verilmiştir. Uygulamalar arasındaki farklılıkların önem düzeylerini belirleyebilmek amacıyla Duncan testi kullanılmıştır (Düzgüneş vd., 1987).

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışma, bazı yem bezelyesi çeşitlerinin düşük sıcaklık, kuraklık ve tuz gibi abiyotik stres faktörlerine karşı gösterdikleri tepkileri belirlemek amacıyla yapılmıştır. İncelenen stres faktörleri laboratuvar koşullarında sağlanmıştır. Ayrıca, düşük sıcaklık testleri için tarla koşullarında çıkış denemesi kurulmuştur. Yem bezelyesi çeşitlerinde yapılan stres çalışmaları sırasıyla düşük sıcaklık, tuz ve kuraklık olarak aşağıda verilmiştir.

### 4.1. Düşük Sıcaklık Testleri

#### 4.1.1. Tarla koşullarında düşük sıcaklık testleri

##### 4.1.1.1. Sağ kalım oranı

1 Ekim, 15 Ekim, 1 Kasım 2018 tarihlerinde üç ekim zamanında ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin kış öncesinde ve sonrasında sayımı yapılarak sağ kalım oranları belirlenmiştir. Bu çeşitler Şekil 4.1’de görüldüğü gibi ekim zamanlarına göre düşük sıcaklık stresine farklı tepkiler göstermiştir.

Yem bezelyesi çeşitlerinde farklı ekim zamanlarında meydana gelen sağ kalım oranlarına ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.1’de verilmiştir. Bu çizelgeye göre çeşit, ekim zamanı ve çeşit × ekim zamanı interaksiyonunun sağ kalım oranına etkisi %1 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.1: Farklı ekim zamanlarında ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin sağ kalım oranlarına ilişkin varyans analiz sonuçları.

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Çeşit (A)	5	1,127 076	225,415	4,800*
Hata 1	18	845,316	46,962	
Ekim zamanı (B)	2	2,006 390	1,003 195	18,083*
A x B	10	3,147 226	314,723	5,673*
Hata 2	36	1,997 179	55,477	
Genel	71	9,123 187		
<b>CV (%) = 8,67</b>				

\* $p \leq 0.01$ ; hata sınırları içinde istatistiksel olarak önemli

Çeşit, ekim zaman ve bunların interaksiyonlarına ait ortalama değerler çizelge 4.2’de verilmiştir. Çeşitlere göre sağ kalım oranı %87,9-%98,2 aralığında değişim göstermiştir. En yüksek ve en düşük sağ kalım oranları sırasıyla Töre ve Ulubatlı çeşitlerinde gözlemlenmiştir. Yüksek değerler bakımından Töre ile Taşkent, Özkaynak, Ürünlü ve Gölyazı çeşitleri ve düşük değerler bakımından Ulubatlı ve Gölyazı çeşitleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur. Erken ekim tarihi geç ekim tarihlerine göre hayatta kalma oranını olumsuz etkilemiştir. Çeşit × ekim zamanı interaksiyonunun sağ kalım oranına etkisine bağlı olarak değerler %69,5-%100,0 arası değişkenlik göstermiştir. Ulubatlı ve Gölyazı çeşitleri ilk ekim tarihinde diğer çeşitlere göre daha düşük oranda canlı kalmışlardır.

Çizelge 4.2. Farklı ekim zamanlarında ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin sağ kalım oranlarına ait ortalama değerler (%)

Çeşitler	Ekim zamanları			
	1 Ekim	15 Ekim	1 Kasım	Ort.
<b>Töre</b>	98,5 <sup>a*</sup>	97,5 <sup>a</sup>	98,5 <sup>a</sup>	98,2 <sup>a</sup>
<b>Taşkent</b>	92,5 <sup>a</sup>	100,0 <sup>a</sup>	100,0 <sup>a</sup>	97,5 <sup>a</sup>
<b>Özkaynak</b>	99,0 <sup>a</sup>	93,0 <sup>a</sup>	99,0 <sup>a</sup>	97,0 <sup>a</sup>
<b>Ulubatlı</b>	69,5 <sup>b</sup>	96,0 <sup>a</sup>	98,0 <sup>a</sup>	87,9 <sup>b</sup>
<b>Ürünlü</b>	95,5 <sup>a</sup>	100,0 <sup>a</sup>	94,0 <sup>a</sup>	96,5 <sup>a</sup>
<b>Gölyazı</b>	77,5 <sup>b</sup>	100,0 <sup>a</sup>	98,0 <sup>a</sup>	91,8 <sup>ab</sup>
<b>Ort.</b>	88,8 <sup>b</sup>	97,8 <sup>a</sup>	97,9 <sup>a</sup>	

\*Aynı satırda ve sütunda benzer harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre  $p \leq 0.01$  hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklı değildir.

Bu çalışmada yem bezelyesi çeşitlerinin ekim zamanlarına göre hayatta kalma oranları farklılık göstermiştir. Mor çiçekli çeşitlerin, beyaz çiçekli olanlara göre soğuğa dayanımının daha yüksek olduğu söylenebilir. Bazı çeşitlerde Erzurum şartlarında Tan ve Kadioğlu (2014) tarafından yapılan çalışmada bulgularımıza benzer şekilde Özkaynak, Töre ve Taşkent çeşitlerinin kışı en az zararlı atlatan çeşitler olduğu ancak bulgularımızın aksine geç ekimin don ve soğuk zararını arttırdığı tespit etmişlerdir. Karaköy vd. (2016)’nin yaptığı çalışmada ise farklı bölgelerden toplanan bezelye genotiplerinin farklı düzeyde soğuğa karşı dayanım gösterdiği tespit edilmiştir. Geren ve Alan (2012)’nin bulgularına göre erken ekimlerin bezelyede vejetasyon yüksekliğini olumsuz etkilediği belirlenmiştir.





Şekil 4.1. 1 Ekim tarihinde ekilen bazı yem bezelyesi çeşitlerinde kışa dayanıklı ve hassas çeşitlerin kış öncesi ve sonrası görünümü. A, C: Özkaynak ve Gölyazı çeşitlerinin çıkış görüntüsü. B, D: Özkaynak ve Gölyazı çeşitlerinin kış sonrası görüntüsü.

#### 4.1.1.2. Bitki boyu

Bazı yem bezelyesi çeşitlerinde farklı ekim zamanlarında meydana gelen bitki boyuna ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.3’de verilmiştir. Bu varyans analiz sonuçlarına göre çeşit, ekim zamanı ve çeşit  $\times$  ekim zamanı interaksiyonunun bitki boyuna etkisi %1 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.3: Farklı ekim zamanlarında ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin bitki boylarına ilişkin varyans analiz sonuçları.

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
<b>Çeşit (A)</b>	5	128,367	25,673	25,278*
<b>Hata 1</b>	15	15,234	1,016	
<b>Ekim zamanı (B)</b>	2	633,356	316,678	283,299*
<b>A x B</b>	10	129,662	12,966	11,600*
<b>Hata 2</b>	36	40,242	1,118	
<b>Genel</b>	71	955,715		
<b>CV (%) = 16,02</b>				

\* $p \leq 0.01$ ; hata sınırları içinde istatistiksel olarak önemli

Bazı yem bezelyesi çeşitlerinin farklı ekim zamanlarında ekilmesiyle oluşan bitki boylarına ilişkin ortalama değerler çizelge 4.4'de verilmiştir. Ekim zamanı geciktikçe bitki boyu azalmıştır. En yüksek bitki boyu 1 Ekim ve en düşük bitki boyu ise 1 Kasım tarihinde görülmüştür. Yem bezelyesi çeşitlerinin bitki boyuna ait değerler 5,10-8,55 cm aralığında değişim göstermiştir. En yüksek bitki boyu Ulubatlı çeşidinde ve en düşük bitki boyu ise Taşkent çeşidinden ölçülmüştür. En yüksek değerler bakımından Ulubatlı ve Gölyazı, en düşük değerler bakımından ise Taşkent, Özkaynak ve Ürünlü çeşitleri istatistiki olarak farklılık göstermemiştir.

Çizelge 4.4. Farklı ekim zamanlarında ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin bitki boylarına ait ortalama değerler (cm)

Çeşitler	Ekim zamanları			
	1 Ekim	15 Ekim	1 Kasım	Ort.
<b>Töre</b>	10,67 <sup>c*</sup>	7,55 <sup>ef</sup>	2,25 <sup>j</sup>	6,82 <sup>b</sup>
<b>Taşkent</b>	7,02 <sup>fg</sup>	5,00 <sup>hi</sup>	3,27 <sup>j</sup>	5,10 <sup>c</sup>
<b>Özkaynak</b>	8,20 <sup>d-e</sup>	5,10 <sup>hi</sup>	2,95 <sup>j</sup>	5,41 <sup>c</sup>
<b>Ulubatlı</b>	12,27 <sup>b</sup>	9,75 <sup>cd</sup>	3,62 <sup>ij</sup>	8,55 <sup>a</sup>
<b>Ürünlü</b>	9,07 <sup>de</sup>	4,92 <sup>hi</sup>	3,12 <sup>j</sup>	5,70 <sup>c</sup>
<b>Gölyazı</b>	15,15 <sup>a</sup>	5,60 <sup>gh</sup>	3,70 <sup>ij</sup>	8,15 <sup>a</sup>
<b>Ort.</b>	10,40 <sup>a</sup>	6,32 <sup>b</sup>	3,15 <sup>c</sup>	

\*Aynı satırda ve sütunda benzer harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre  $p \leq 0.01$  hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklı değildir.

Çeşit  $\times$  ekim zamanı interaksiyonunun bitki boyuna etkisine bağlı olarak değerler 2,25-15,15 cm arasında değişkenlik göstermiştir (Çizelge 4.4). En yüksek bitki boyu 1 Ekim tarihinde ekilen Gölyazı çeşidinin ve en düşük bitki boyu ise 1 Kasım tarihinde ekilen Töre çeşidinden elde edilmiştir. En düşük bitki boyu değerleri bakımından 1 Kasım

tarihinde ekilen tüm yem bezelyesi çeşitleri arasında istatistiki açıdan bir farklılık oluşmamıştır.

Van koşullarında Gündoğdu (2006) tarafından bezelye için en uygun ekim zamanını tespit etmek için yapılan çalışmada; bezelye çeşitleri 4 farklı ekim zamanında (10 Ekim, 24 Ekim, 7 Kasım, 15 Nisan) ekilmiştir. Sonuç olarak, çalışmamızı benzer şekilde en yüksek bitki boyu ikinci ekim zamanından elde edilirken en düşük bitki boyu dördüncü ekim zamanında gelişen bitkilerden ölçülmüştür. Hatların bitki boyuna etkisi ise önemsiz bulunmuştur. Geren ve Alan (2012), bezelyede vejetasyon yüksekliği üzerine çeşit, ekim zamanı faktörlerinin ve çeşit-ekim zamanının önemli etkilerde bulunduğunu bildirmiştir. Vejetasyon yüksekliği bakımından en yüksek değer 66,2 cm ile 22 Kasım'da ekilen Utrillo çeşidinde, en düşük değer ise 43,4 cm ile 26 Ekim'de ekilen Durango çeşidinden elde edilmiştir. Tan ve Kadioğlu (2014)'nin Erzurum koşullarında yaptıkları çalışmada; yem bezelyesi çeşitleri arasında en uzun boylusunun 142 cm ile Töre olduğu ve Kirazlı ve Özkaynak çeşitlerinin bitki boyları bakımından istatistiksel olarak yüksek grupta yer aldığı belirlenmiştir.

#### **4.1.1.3. Boğum sayısı**

Bazı yem bezelyesi çeşitlerinde farklı ekim zamanlarında meydana gelen boğum sayısına ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.5'de verilmiştir. Bu varyans analiz sonuçlarına göre boğum sayısına ekim zamanı (%1) ve çeşit × ekim zamanı interaksiyonunun (%5) etkisi önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.5. Farklı ekim zamanlarında ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin boğum sayılarına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Çeşit (A)	5	1,772	0,354	1,580
Hata 1	15	3,364	0,224	
Ekim zamanı (B)	2	80,573	40,287	116,088**
AxB	10	8,320	0,832	2,397*
Hata 2	36	12,493	0,347	
Genel	71	111,955		
<b>CV (%)= 13,70</b>				

\* $p \leq 0.05$  hata sınırları içinde istatistiksel olarak önemli

\*\* $p \leq 0.01$  hata sınırları içinde istatistiksel olarak önemli

Bazı yem bezelyesi çeşitlerinin farklı ekim zamanlarında ekilmesiyle oluşan boğum sayılarına ait ortalama değerler çizelge 4.6'da verilmiştir. Ekim zamanı geciktikçe bitki boyuna benzer şekilde boğum sayısı da azalmıştır. En fazla boğum sayısı ortalaması 5,55 adet ile 1 Ekim ve en az boğum sayısı 2,97 adet ile 1 Kasım tarihinde sayılmıştır. Çeşitler arasında boğum sayısı bakımından fark olmamakla birlikte 4,11–4,58 adet aralığında bir değişim görülmüştür.

Çizelge 4.6. Farklı ekim zamanlarında ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin boğum sayılarına ait ortalama değerler (adet)

Çeşitler	Ekim zamanları			Ort.
	1 Ekim	15 Ekim	1 Kasım	
Töre	5,55 <sup>b*</sup>	4,70 <sup>b-d</sup>	2,80 <sup>f</sup>	4,35
Taşkent	5,20 <sup>bc</sup>	4,40 <sup>cd</sup>	3,15 <sup>ef</sup>	4,25
Özkaynak	5,30 <sup>bc</sup>	4,15 <sup>d</sup>	3,15 <sup>ef</sup>	4,20
Ulubath	5,40 <sup>b</sup>	5,30 <sup>bc</sup>	3,05 <sup>ef</sup>	4,58
Ürünlü	5,40 <sup>b</sup>	4,20 <sup>d</sup>	2,75 <sup>f</sup>	4,11
Gölyazı	6,50 <sup>a</sup>	3,90 <sup>de</sup>	2,95 <sup>f</sup>	4,45
Ort.	5,55 <sup>a</sup>	4,44 <sup>b</sup>	2,97 <sup>c</sup>	

\*Aynı satırda ve sütunda benzer harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre  $p \leq 0.05$  hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklı değildir.

Çeşit  $\times$  ekim zamanı interaksiyonunun boğum sayısına etkisi açısından çizelge 4.6 incelendiğinde; minimum ve maksimum değerler 2,75-6,50 arasında değişiklik göstermiştir. En fazla boğum sayısı, 1 Ekim tarihinde ekilen Gölyazı çeşidinden elde edilmiştir. En az boğum sayısı ise 1 Kasım tarihinde ekilen Ürünlü çeşidinde gözlemlenmiştir. Ayrıca, bu değer ile 1 Kasım tarihinde ekilen diğer yem bezelyesi çeşitlerinin boğum sayısı arasında istatistiki olarak bir fark oluşmamıştır.

Bulgularımıza benzer şekilde Gündoğdu (2006)'ın yaptıkları çalışmada; yem bezelyesinde en fazla boğum sayısına sahip hatlarının üçüncü ekim döneminde (7 Kasım), en az boğum sayısına sahip hatlarında dördüncü ekim döneminde (15 Nisan) elde edildiği bildirilmiştir. Annicchiarico ve Iannucci (2007), kışın sıcaklığın en düşük olduğu dönemde bitkilerin 4-5 yapraklı ve rozet formunda olmasının soğuk zararını azalttığını tespit etmişlerdir. Geren ve Alan (2012)'e göre bezelyede en fazla yaprak sayısı 22 Kasım'da ve en düşük yaprak sayısının da 25 Aralık'ta ekilen çeşitlerde sayıldığı belirlenmiştir.

#### 4.1.1.4. Klorofil miktarı (SPAD)

Bazı yem bezelyesi çeşitlerinde farklı ekim zamanlarında meydana gelen klorofil miktarına ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.7'de verilmiştir. Bu varyans analiz sonuçlarına göre çeşit, ekim zamanı ve çeşit × ekim zamanı interaksyonunun klorofil miktarına etkisi %1 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.7. Farklı ekim zamanlarında ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin klorofil miktarlarına ilişkin varyans analiz sonuçları.

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
<b>Çeşit (A)</b>	5	869,167	173,833	26,162*
<b>Hata 1</b>	18	119,599	6,644	
<b>Ekim zamanı (B)</b>	2	3,478 920	1,739 460	210,994*
<b>AxB</b>	10	392,783	39,278	4,764*
<b>Hata 2</b>	36	296,788	8,244	
<b>Genel</b>	71	5,157 257		
<b>CV (%)= 7,33</b>				

\*p≤0.01 hata sınırları içinde istatistiksel olarak önemli

Bazı yem bezelyesi çeşitlerinin farklı ekim zamanlarında ekilmesiyle oluşan klorofil miktarına ait ortalama değerler çizelge 4.8'de verilmiştir. Çizelgeden anlaşılabilceği gibi ekim zamanına göre klorofil miktarında artışlar görülmüştür. En fazla klorofil miktarı 1 Kasım tarihinde 56,07 olarak ve en az klorofil miktarı ortalaması 39,09 ile 1 Ekim tarihinde ölçülmüştür. Çeşitler arasında klorofil miktarı 40,65-51,07 değerleri arasında değişiklik göstermektedir. En fazla klorofil miktarı Taşkent ve Özkaynak çeşitlerinde gözlemlenirken, en az klorofil miktarı da Ulubatlı çeşidinde görülmektedir.

Çizelge 4.8. Farklı ekim zamanlarında ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin klorofil miktarlarına ait ortalama değerler.

Çeşitler	Ekim zamanları			Ort.
	1 Ekim	15 Ekim	1 Kasım	
<b>Töre</b>	38,97 <sup>fg*</sup>	45,47 <sup>e</sup>	58,15 <sup>ab</sup>	47,53 <sup>b</sup>
<b>Taşkent</b>	46,35 <sup>e</sup>	51,35 <sup>cd</sup>	55,52 <sup>ab</sup>	51,07 <sup>a</sup>
<b>Özkaynak</b>	46,12 <sup>e</sup>	47,47 <sup>de</sup>	58,87 <sup>ab</sup>	50,82 <sup>a</sup>
<b>Ulubathı</b>	32,85 <sup>h</sup>	40,15 <sup>f</sup>	48,97 <sup>de</sup>	40,65 <sup>c</sup>
<b>Ürünlü</b>	35,55 <sup>gh</sup>	47,21 <sup>e</sup>	55,32 <sup>bc</sup>	46,02 <sup>b</sup>
<b>Gölyazı</b>	34,70 <sup>h</sup>	47,21 <sup>e</sup>	59,57 <sup>a</sup>	47,16 <sup>b</sup>
<b>Ort.</b>	39,09 <sup>c</sup>	46,47 <sup>b</sup>	56,07 <sup>a</sup>	

\*Aynı satırda ve sütunda benzer harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre  $p \leq 0.01$  hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklı değildir.

Çeşit  $\times$  ekim zamanı interaksiyonunun klorofil miktarına etkisi açısından çizelge 4.8 incelendiğinde; minimum ve maksimum SPAD değerleri 32,85-59,57 arasında değişkenlik göstermiştir. En fazla klorofil miktarı, 1 Kasım tarihinde ekilen Gölyazı çeşidinden elde edilmiştir. En az klorofil miktarı ise 1 Ekim tarihinde ekilen Ulubathı çeşidinde gözlemlenmiştir.

Klorofil içeriği bir bitkinin büyüme durumunun önemli bir göstergesidir (Pavlović vd. 2014). Klorofil içeriği yüksek olan Özkaynak ve Taşkent çeşitleri soğuğa dayanım bakımından iyi değerler göstermiştir. Wang vd. (2016)'e göre donma stresi altındaki bitkilerin SPAD değerleri donma hasarını ölçmek için iyi bir metriktir. Homer vd. (2016) Ankara; Haymana ve Sivas; Ulaş ilçelerinde kurdukları deneme ile bazı yem bezelyesi çeşitlerinde soğuk stresi ile ilgili bir araştırma yapmıştır. Bu araştırma sonucunda bulgularımızı destekler nitelikte soğuk stresine en toleranslı ve klorofil miktarı en fazla çeşitlerin Taşkent (%90 toleranslı) ve Özkaynak (%85 toleranslı) olduğu bildirilmiştir.

#### **4.1.1.5. Kuru madde miktarı**

Yem bezelyesinde kuru madde miktarına çeşit ve ekim zamanının etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.9'da verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre çeşit ve çeşit  $\times$  ekim zamanı interaksiyonunun kuru madde oranına etkisi %1 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.9. Farklı ekim zamanlarında ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin kuru madde miktarına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
<b>Çeşit (A)</b>	5	125,916	25,183	16,174*
<b>Hata 1</b>	18	28,026	1,557	
<b>Ekim zamanı (B)</b>	2	5,979	2,990	1,456
<b>AxB</b>	10	72,530	7,253	3,534*
<b>Hata 2</b>	36	73,894	2,053	
<b>Genel</b>	71	306,345		
<b>CV (%)= 13,82</b>				

\* $p \leq 0.01$  hata sınırları içinde istatistiksel olarak önemli

Bazı yem bezelyesi çeşitlerinin farklı ekim zamanlarında ekilmesiyle oluşan kuru madde oranına ait ortalama değerler çizelge 4.10'da verilmiştir. Ekim zamanının kuru madde oranına etkisi önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte, kuru madde miktarı %17,55-18,41 aralığında değişim göstermiştir. En yüksek kuru madde oranı %20,79 ile Taşkent çeşidinde belirlenmiştir. Bu değer ile Özkaynak çeşidinden elde edilen kuru madde oranı (%19,39) arasında istatistiki olarak bir fark oluşmamıştır. En düşük kuru madde oranı (%15,12) Ulubatlı çeşidinde ölçülmekle birlikte bu değer ile Töre, Ürünlü ve Gölyazı çeşitlerinden elde edilen kuru madde oranları arasında istatistiki olarak bir fark oluşmamıştır.

Çizelge 4.10. Farklı ekim zamanlarında ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin kuru madde miktarına ait ortalama değerler.

Çeşitler	Ekim zamanları			Ort.
	1 Ekim	15 Ekim	1 Kasım	
<b>Töre</b>	16,32 <sup>e-g*</sup>	16,47 <sup>e-g</sup>	18,30 <sup>c-e</sup>	17,03 <sup>b</sup>
<b>Taşkent</b>	19,70 <sup>bc</sup>	24,65 <sup>a</sup>	18,02 <sup>c-e</sup>	20,79 <sup>a</sup>
<b>Özkaynak</b>	21,55 <sup>b</sup>	18,55 <sup>cd</sup>	18,07 <sup>c-e</sup>	19,39 <sup>a</sup>
<b>Ulubatlı</b>	15,50 <sup>fg</sup>	15,12 <sup>g</sup>	15,55 <sup>fg</sup>	15,39 <sup>b</sup>
<b>Ürünlü</b>	15,65 <sup>fg</sup>	17,84 <sup>c-e</sup>	17,52 <sup>d-f</sup>	17,00 <sup>b</sup>
<b>Gölyazı</b>	16,57 <sup>d-g</sup>	17,84 <sup>c-e</sup>	18,00 <sup>c-e</sup>	17,47 <sup>b</sup>
<b>Ort.</b>	17,55	18,41	17,57	

\*Aynı satırda ve sütunda benzer harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre  $p \leq 0.01$  hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklı değildir.

Çizelge 4.10'dan anlaşıldığı gibi kuru madde miktarına çeşit  $\times$  ekim zamanı interaksiyonunun etkisine ait değerler %15,12-%24,65 aralığında değişim göstermiştir. En

fazla ortalama kuru madde miktarı 15 Ekim’de ekilen Taşkent çeşidinden, en az ortalama kuru madde miktarı ise aynı tarihte ekilen Ulubatlı çeşidinden elde edilmiştir.

Farklı ekim tarihleri, incelenen bezelye çeşitlerinde verim unsurları üzerinde önemli bir etki oluşturmamıştır. Önder ve Ceyhan (2001) ile Tan ve Kadioğlu (2014)’nın bildirdiğine göre bezelyesi çeşitlerinde kuru madde ve tohum veriminin erken ekim dönemlerinde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan Geren ve Alan (2012) yaptıkları çalışmada, 5 farklı ekim zamanında (26 Ekim, 9 Kasım, 22 Kasım, 6 Aralık ve 25 Aralık) yem bezelyesi çeşitleri arasında kuru madde miktarı yönünden önemli bir farklılık görülmemekle birlikte en fazla verim ve kuru madde miktarını üçüncü ekim dönemi olan 22 Kasım tarihinde elde edildiğini bildirmişlerdir.

#### **4.1.1.6. Yaprak nispi su içeriği (%)**

Yem bezelyesinde çeşit ve ekim zamanının yaprak nispi su içeriğine etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11’de verilmiştir. Varyans analiz tablosuna göre çeşit ve çeşit × ekim zamanı interaksiyonunun yaprak nispi su içeriğine etkisi %5 oranında önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.11. Farklı ekim zamanlarında ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin yaprak nispi su içeriğine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
<b>Çeşit (A)</b>	5	681,730	136,346	3,367*
<b>Hata 1</b>	18	669,197	37,178	
<b>Ekim zamanı (B)</b>	2	64,021	32,011	0,856
<b>AxB</b>	10	941,023	94,102	2,515*
<b>Hata 2</b>	36	1,346 761	37,410	
<b>Genel</b>	71	3,702 732		
<b>CV (%) = 13,05</b>				

\*p≤0.05 hata sınırları içinde istatistiksel olarak önemli

Bazı yem bezelyesi çeşitlerinin farklı ekim zamanlarında ekilmesiyle oluşan yaprak nispi su içeriğine ait ortalama değerler çizelge 4.12’de verilmiştir. Ekim zamanının yaprak nispi su içeriğine önemli bir etkisi olmamıştır. Bununla birlikte, yaprak nispi su içeriği



değerleri çeşitlere göre %73,33-%85,57 aralığında değişim göstermiştir. En yüksek değer Töre ve en düşük değer Gölyazı çeşidinde kaydedilmiştir. Yüksek değerler bakımından Töre, Özkaynak ve Ulubatlı, düşük değerler bakımından ise Gölyazı, Ürünlü, Ulubatlı ve Taşkent çeşitleri arasında istatistiki olarak bir fark oluşmamıştır.

Çizelge 4.12. Farklı ekim zamanlarında ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin yaprak nispi su içeriğine (%) ait ortalama değerler

Çeşitler	Ekim zamanları			
	1 Ekim	15 Ekim	1 Kasım	Ort.
<b>Töre</b>	85,27 <sup>ab*</sup>	85,27 <sup>ab</sup>	86,17 <sup>ab</sup>	85,57 <sup>a</sup>
<b>Taşkent</b>	82,72 <sup>a-d</sup>	61,82 <sup>g</sup>	78,30 <sup>b-e</sup>	74,28 <sup>bc</sup>
<b>Özkaynak</b>	76,35 <sup>c-f</sup>	87,22 <sup>a</sup>	81,35 <sup>a-e</sup>	81,67 <sup>ab</sup>
<b>Ulubatlı</b>	81,60 <sup>a-e</sup>	82,95 <sup>a-d</sup>	74,75 <sup>d-f</sup>	79,76 <sup>a-c</sup>
<b>Ürünlü</b>	84,25 <sup>a-c</sup>	78,67 <sup>a-e</sup>	69,50 <sup>fg</sup>	77,47 <sup>bc</sup>
<b>Gölyazı</b>	68,22 <sup>fg</sup>	78,67 <sup>a-e</sup>	73,10 <sup>ef</sup>	73,33 <sup>c</sup>
<b>Ort.</b>	79,73	79,10	77,19	

\*Aynı satırda ve sütunda benzer harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre  $p \leq 0.05$  hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklı değildir.

Çeşit  $\times$  ekim zamanı interaksiyonuna göre yaprak nispi su içeriği %61,82-%87,22 aralığında değişim göstermiştir (Çizelge 4.12). En düşük değer 15 Ekim tarihinde ekilen Taşkent çeşidinde ve en yüksek değer 15 Ekim tarihinde ekilen Özkaynak çeşidinde ölçülmüştür.

Yaprak su içeriği su stresini belirlemede yaygın olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte, bu çalışmada düşük sıcaklık stresinin çeşitler üzerindeki etkisini ortaya koymak için kullanılmıştır. Hao vd. (2009)'ın yaptığı çalışmada, Guava bitkisinde soğuk uygulamalarıyla birlikte büyüme ve nispi su içeriği azalırken, antosiyan birikiminin arttığı bildirilmiştir. Balestrasse vd. (2010)'nin soyada yaptığı çalışmada; düşük konsantrasyonlarda (5-10  $\mu$ M) 5-aminolevulinic acid uygulamasının muamele edilmemiş bitkilere kıyasla soğuk stresine karşı önemli bir koruma sağlayarak, klorofil içeriğini ve nispi su içeriğini arttırdığını belirlemişlerdir.

#### **4.1.1.7. Sağ kalım oranı ve bazı fide özellikleri arasındaki korelasyon**

Tarla koşullarından incelenen yem bezelyesine ait sağ kalım oranı ve bazı fide özellikleri arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla korelasyon analizi yapılmıştır (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Tarla koşullarında ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin incelenen özellikleri arasındaki korelasyon değerleri.

<b>Karakterler</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>1. Sağ kalım</b>	1,000					
<b>2. Fide uzunluğu</b>	-0,484**	1,000				
<b>3. Boğum sayısı</b>	-0,412**	0,896**	1,000			
<b>4. SPAD değeri</b>	0,299**	-0,855**	-0,774**	1,000		
<b>5. Kuru madde oranı</b>	-0,052 <sup>öd</sup>	-0,266*	-0,046 <sup>öd</sup>	0,376**	1,000	
<b>6. Yaprak nispi su içeriği</b>	0,250*	0,032 <sup>öd</sup>	0,017 <sup>öd</sup>	-0,471**	-0,471**	1,000

\*:  $p \leq 0.05$  hata sınırları içinde istatistiksel olarak önemli.

\*\* :  $p \leq 0.01$  hata sınırları içinde istatistiksel olarak önemli.

öd: önemli değil.

Çizelge 4.13’de görüldüğü gibi sağ kalım oranı ile SPAD değeri ve yaprak nispi su içeriği arasında pozitif bir korelasyon tespit edilmiştir. Ayrıca, sağ kalım oranı ile SPAD değeri arasında yaprak nispi su içeriğinden daha yakın bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Öte yandan yapılan bu analiz sağ kalma oranı ile fide uzunluğu ve boğum sayısı arasında güçlü negatif bir korelasyon olduğunu göstermiştir. Bitki boyu ve boğum sayısı arttıkça sağ kalım oranı azalmıştır.

Balestrasse vd. (2010)’nin yaptığı çalışmada; soya bitkisine düşük oranlarda (5–10  $\mu\text{M}$ ) 5-aminolevulinic asit uygulamasının klorofil ve yaprak nispi su içeriğini arttırdığı ve bu durumun ise soyada soğuk stresine karşı önemli bir koruma sağladığını bildirmişlerdir. Homer vd. (2016)’nin yaptığı çalışmada yüksek klorofil içeriğine sahip Taşkent ve Özkaynak çeşitlerinin soğuğa daha yüksek oranda toleranslı olduğu belirlenmiştir. Tanaka ve Nakano (2019)’nun yaptıkları çalışmada ise geç ekimlerin SPAD değerini arttırdığı bildirilmiştir.

## 4.1.2. Laboratuvar koşullarında düşük sıcaklık testleri

### 4.1.2.1. Çimlenme oranı

Düşük sıcaklık uygulamalarının yem bezelyesi tohumlarında çimlenme oranına etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.14'da verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre çimlenme oranı üzerine çeşit ve çeşit × sıcaklık interaksiyonunun etkisi %1 ve sıcaklık uygulamasının etkisi %5 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.14. Farklı sıcaklık uygulamalarında çimlendirilen yem bezelyesi çeşitlerinin çimlenme oranına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Çeşit (A)	5	822,619	164,524	7,00**
Sıcaklık (B)	2	168,887	84,444	3,59*
AxB	10	714,758	71,476	3,04**
Hata	54	1,268 570	23,492	
Genel	71	2,974 830		

\*\*p≤0.01 hata sınırları içinde istatistiksel olarak önemli

\*p≤0.05 hata sınırları içinde istatistiksel olarak önemli

Yem bezelyesi tohumlarının farklı sıcaklıklarda çimlendirilmesi sonucu elde edilen ortalama değerler çizelge 4.15'de gösterilmiştir. Bu değerlere göre çeşitlerin çimlenme oranları %81,83 ile %92,83 arasında değişmiştir. En yüksek çimlenme oranı Gölyazı ve en düşük çimlenme oranı Ulubatlı çeşidinde tespit edilmiştir. Sıcaklığa bağlı olarak çimlenme oranları değişkenlik göstermiştir. En yüksek çimlenme oranı %90,16 ile kontrol uygulamasında ve en düşük değer %87,16 ile 10 °C uygulamasından elde edilmiştir. Ayrıca, kontrol ve 15 °C uygulaması arasında çimlenme oranı bakımından istatistiki olarak bir fark oluşmamıştır.

Çeşit × sıcaklık interaksiyonuna bağlı olarak en yüksek çimlenme oranı (%97,50) 15°C'de çimlendirilen Gölyazı tohumları ve en düşük çimlenme oranı (%77,00) aynı soğuk uygulamasında Ulubatlı çeşidinde belirlenmiştir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. Farklı sıcaklık uygulamalarında çimlendirilen yem bezelyesi çeşitlerinin çimlenme oranlarına ilişkin ortalama değerler

Çeşitler	Sıcaklık			Ort.
	20°C (Kontrol)	15°C	10°C	
<b>Töre</b>	93,00 <sup>a-d*</sup>	90,00 <sup>b-e</sup>	93,50 <sup>a-d</sup>	92,16 <sup>ab</sup>
<b>Taşkent</b>	95,00 <sup>a-c</sup>	90,00 <sup>b-e</sup>	87,00 <sup>d-f</sup>	90,66 <sup>ab</sup>
<b>Özkaynak</b>	88,00 <sup>c-e</sup>	92,50 <sup>a-d</sup>	87,00 <sup>c-e</sup>	89,16 <sup>ab</sup>
<b>Ulubatlı</b>	83,50 <sup>ef</sup>	77,00 <sup>f</sup>	85,00 <sup>d-f</sup>	81,83 <sup>c</sup>
<b>Ürünlü</b>	85,50 <sup>d-f</sup>	90,50 <sup>a-d</sup>	85,50 <sup>d-f</sup>	87,16 <sup>b</sup>
<b>Gölyazı</b>	96,00 <sup>ab</sup>	97,50 <sup>a</sup>	85,00 <sup>d-f</sup>	92,83 <sup>a</sup>
<b>Ort.</b>	90,16 <sup>a</sup>	89,58 <sup>a</sup>	87,16 <sup>b</sup>	

\*Aynı satırda ve sütunda benzer harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre  $p \leq 0.05$  hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklı değildir.

Çimlenme baz sıcaklığı, sıklıkla vejetatif ve generatif gelişim için gerekli baz sıcaklıklardan farklılık göstermektedir (White ve Montes, 1993). Bezelyenin tohumların sahip olduğu mitokondriyal performansa bağlı olarak buz üzerinde (0°C'de) bile çimlenme kabiliyetine sahiptir (Macherel vd. 2006). Yaptığımız çalışmaya benzer şekilde, Sincik vd. (2004) ve Çaçan vd. (2014) bezelye genotiplerin sıcaklık arttıkça çimlenme ve çıkış hızlarının da doğru orantılı olarak arttığını bildirmişlerdir.

#### **4.1.2.2. Ortalama çimlenme süresi (OCS)**

Yem bezelyesi çeşitlerinin farklı sıcaklık uygulamaları altında çimlendirilmesi sonucu oluşan ortalama çimlenme sürelerine ait varyans analiz sonuçları çizelge 4.16'da verilmiştir. Çizelgeye göre çeşit, sıcaklık ve çeşit × sıcaklık interaksiyonunun OCS üzerine etkileri %1 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.16. Farklı sıcaklık uygulamalarında çimlendirilen yem bezelyesi çeşitlerinin ortalama çimlenme süresine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
<b>Çeşit (A)</b>	5	8,774	1,755	38,853*
<b>Sıcaklık (B)</b>	2	66,939	33,469	741,050*
<b>AxB</b>	10	2,186	0,219	4,840*
<b>Hata</b>	54	2,439	0,045	
<b>Genel</b>	71	80,338		

\* $p \leq 0.01$  hata sınırları içinde istatistiksel olarak önemli

Yem bezelyesi tohumlarının farklı sıcaklıklarda çimlendirilmesi sonucu meydana gelen OÇS değerleri çizelge 4.17’de verilmiştir. En hızlı çimlenme gösteren çeşit 3,38 gün ile Özkaynak olup bu çeşit ile Töre ve Gölyazı çeşitleri arasında OÇS değeri bakımından istatistiki bir fark oluşmamıştır. En yavaş çimlenen çeşit ise 4,43 gün ile Ulubatlı olmuştur. Sıcaklığın düşmesi ortalama çimlenme süresini uzatmıştır. En hızlı çimlenme 2,62 gün ile kontrol uygulamasında ve en yavaş çimlenme 4,95 gün ile 10°C’de elde edilmiştir.

Çizelge 4.17. Farklı sıcaklık uygulamalarında çimlendirilen yem bezelyesi çeşitlerinin ortalama çimlenme süresi değerleri

Çeşitler	Sıcaklık			Ort.
	20°C (Kontrol)	15°C	10°C	
<b>Töre</b>	2,38 <sup>g*</sup>	3,13 <sup>e</sup>	4,80 <sup>b</sup>	3,44 <sup>cd</sup>
<b>Taşkent</b>	2,71 <sup>g</sup>	3,74 <sup>d</sup>	4,62 <sup>b</sup>	3,69 <sup>b</sup>
<b>Özkaynak</b>	2,36 <sup>g</sup>	3,14 <sup>e</sup>	4,65 <sup>b</sup>	3,38 <sup>d</sup>
<b>Ulubatlı</b>	3,04 <sup>ef</sup>	4,13 <sup>c</sup>	6,12 <sup>a</sup>	4,43 <sup>a</sup>
<b>Ürünü</b>	2,71 <sup>fg</sup>	3,39 <sup>e</sup>	4,79 <sup>b</sup>	3,63 <sup>bc</sup>
<b>Gölyazı</b>	2,52 <sup>g</sup>	3,38 <sup>e</sup>	4,74 <sup>b</sup>	3,55 <sup>b-d</sup>
<b>Ort.</b>	2,62 <sup>c</sup>	3,49 <sup>b</sup>	4,95 <sup>a</sup>	

\*Aynı satırda ve sütunda benzer harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre  $p \leq 0.05$  hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklı değildir.

Çeşit  $\times$  sıcaklık interaksiyonu açısından çizelge 4.17 değerlendirildiğinde; OÇS değerleri 2,36 ile 6,12 gün arasında değişim göstermiştir. En hızlı çimlenme süresi 20°C’de Özkaynak çeşidinde ve en yavaş çimlenme 10°C’de Ulubatlı çeşidinde kaydedilmiştir.

Sincik vd. (2004), tarla bezelyesinde sıcaklığın düşmesiyle çimlenme ve çıkışın geciktiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada, Özkaynak ve Töre gibi mor çiçekli çeşitlerin daha hızlı çimlendiği belirlenmiştir. Raveneau vd. (2011) yaptığı çalışmada; bezelye tohumları çimlenme baz sıcaklığının -1,1°C olduğu ve kış genotiplerinin, bahar genotiplerine göre daha hızlı çimlendiğini bildirmişlerdir.

#### **4.1.2.3. Fide uzunluğu**

Bazı yem bezelyesi çeşitlerinde farklı sıcaklık uygulamalarının fide uzunluğuna etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.18’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde;

fide uzunluğu üzerine çeşitlerin ve sıcak uygulamalarının etkisi %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Çeşit × sıcaklık interaksyonu etkisinin ise önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.18. Farklı sıcaklık uygulamalarında çimlendirilen yem bezelyesi çeşitlerinin fide uzunluğuna ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Çeşit (A)	5	18,918	3,784	3,193*
Sıcaklık (B)	2	833,829	416,915	351,807*
AxB	10	13,827	1,383	1,167
Hata	54	63,994	1,185	
Genel	71	930,568		

\* $p \leq 0.01$  hata sınırları içinde istatistiksel olarak önemli

Yem bezelyesi çeşitlerine farklı sıcaklık uygulamaları sonucu oluşan fide uzunluğu ortalamaları çizelge 4.19’da verilmiştir. Çeşitlere göre fide uzunluğu 8,31-9,97 cm aralığında değişmiştir. En uzun fideler Töre çeşidinde ölçülürken, en kısa fideler Ulubatlı çeşidinde ölçülmüştür. Ortalama değerler incelendiğinde sıcaklık düştükçe fide uzunluğunun azaldığı gözlenmiştir. En uzun fideler 13,38 cm ile kontrol uygulamasında ve en kısa fideler 5,04 cm olarak 10°C uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.19. Farklı sıcaklık uygulamalarında çimlendirilen yem bezelyesi çeşitlerinin fide uzunluk değerleri (cm)

Çeşitler	Sıcaklık			
	20°C (Kontrol)	15°C	10°C	Ort.
Töre	14,55	9,97	5,38	9,97 <sup>a</sup>
Taşkent	14,20	9,07	4,86	9,37 <sup>a</sup>
Özkaynak	12,89	9,91	5,60	9,47 <sup>a</sup>
Ulubatlı	11,81	8,46	4,65	8,31 <sup>b</sup>
Ürünlü	13,34	8,48	5,03	8,95 <sup>ab</sup>
Gölyazı	13,46	9,98	4,73	9,39 <sup>a</sup>
Ort.	13,38 <sup>a*</sup>	9,31 <sup>b</sup>	5,04 <sup>c</sup>	

\*Aynı satırda ve sütunda benzer harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre  $p \leq 0.05$  hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklı değildir.

Çeşit × sıcaklık interaksyonunun fide uzunluğu üzerine etkisi önemsiz olmakla birlikte değerler 4,65-14,55 cm aralığında değişim göstermiştir (Çizelge 4.19). En düşük değer 10°C’de Ulubatlı ve en yüksek değer kontrol uygulamasında Töre çeşidinden elde edilmiştir. Bezelye üzerinde yapılan çalışmalar bulgularımızı destekler niteliktedir.

Sincik vd. (2004), tarla bezelyesinde özellikle 5°C’de hem toprak üstü hem de toprak altı organlarında ciddi bir azalmanın olduğunu belirlemişlerdir. Stavang vd. (2005)’nin çalışmasına göre bezelyede 13/21°C’lik (gece/gündüz sıcaklığı) sıcaklık kombinasyonu, 12 gün sonra sap uzamasını 21/13°C’ye kıyasla %30 oranında azaltmıştır. Raveneau vd. (2011)’nin yaptığı çalışmada ise bezelyede en uzun fideler 20°C’de elde edilmiş ve sıcaklığın düşmesiyle fide uzunluğu azalmıştır. Aynı araştırmacılar bezelyede uzama baz sıcaklığının genotiplere göre değişmekle birlikte 10-17°C aralığında olduğunu bildirmişlerdir.

#### **4.1.2.4. Fide yaş ağırlığı**

Denemede kullanılan yem bezelyesi çeşitlerinin farklı sıcaklık uygulamaları altında çimlendirilmesi sonucu oluşan fide yaş ağırlığı değerlerine ait varyans analiz sonuçları çizelge 4.20’de verilmiştir. Bu varyans analiz çizelgesi incelendiğinde, fide yaş ağırlığı üzerine çeşitlerin ve sıcaklık uygulamalarının etkisi sırasıyla %5 ve %1 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.20. Farklı sıcaklık uygulamalarında çimlendirilen yem bezelyesi çeşitlerinin fide yaş ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
<b>Çeşit (A)</b>	5	12,805 944	2,561 189	2,533*
<b>Sıcaklık (B)</b>	2	344,980 361	172,490 181	170,606**
<b>AxB</b>	10	15,776 306	1,577 631	1,560
<b>Hata</b>	54	54,596 500	1,011 046	
<b>Genel</b>	71	428,159 111		

\*\*p<0.01 hata sınırları içinde istatistiksel olarak önemli

\*p<0.05 hata sınırları içinde istatistiksel olarak önemli

Çeşitlere bağlı olarak fide yaş ağırlığı 145,17 ile 183,50 mg/bitki aralığında değişim göstermiştir (Çizelge 4.21). En yüksek fide yaş ağırlığı Gölyazı çeşidinde ölçülürken, bu değer ile Ürünlü çeşidinden elde edilen değerler arasında istatistiki olarak bir fark oluşmamıştır. En düşük fide ağırlığı ise Ulubatlı çeşidinde kaydedilmiştir. Yine bu değer ile de Töre, Ürünlü, Taşkent ve Özkaynak çeşitlerinden elde edilen değerler arasında önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Farklı sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak fide

yaş ağırlığı 71,04 – 240,58 mg/bitki aralığında değişmiştir. Sıcaklık düşüşüne bağlı olarak fide yaş ağırlığında da bir düşüş olmuştur. En yüksek değer kontrol ve en düşük değer 10°C uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.21. Farklı sıcaklık uygulamalarında çimlendirilen yem bezelyesi çeşitlerinin fide yaş ağırlık değerleri (mg/bitki)

Çeşitler	Sıcaklık			
	20°C (Kontrol)	15°C	10°C	Ort.
<b>Töre</b>	229,75	153,25	66,00	149,67 <sup>b</sup>
<b>Taşkent</b>	242,00	147,75	59,50	149,75 <sup>b</sup>
<b>Özkaynak</b>	206,25	155,50	81,00	147,58 <sup>b</sup>
<b>Ulubathı</b>	205,00	163,75	66,75	145,17 <sup>b</sup>
<b>Ürünlü</b>	263,50	149,75	74,75	162,67 <sup>ab</sup>
<b>Gölyazı</b>	297,00	175,25	78,25	183,50 <sup>a</sup>
<b>Ort.</b>	240,58 <sup>a*</sup>	173,25 <sup>b</sup>	71,04 <sup>c</sup>	

\*Aynı satırda ve sütunda benzer harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre  $p \leq 0.05$  hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklı değildir.

Çizelge 4.21'den anlaşılacağı gibi çeşit  $\times$  sıcaklık interaksiyonu önemli olmamakla birlikte fide yaş ağırlık minimum ve maksimum değerleri 59,50-297,00 mg/bitki arasında değişim göstermiştir. En yüksek değerler Gölyazı çeşidinin kontrol uygulamasında ve en düşük değerler Taşkent çeşidinin 10°C'de çimlendirilen tohumlarından elde edilmiştir.

Sıcaklık, fidelerin gelişme ve büyümesini önemli ölçüde etkilemektedir. Sincik vd. (2004) bazı bezelye hatları üzerinde düşük sıcaklığın etkilerini değerlendirdikleri çalışmalarında; toprak üstü ve altı organlarında toplam yaş ağırlığın sıcaklığın düşmesiyle azaldığını ve tüm sıcaklık uygulamalarında bezelye hatlarının toplam yaş ağırlığında farklılıkların olduğunu bildirmişlerdir.

#### 4.1.2.5. Fide kuru ağırlığı

Yem bezelyesi çeşitlerinin farklı sıcaklık uygulamalarında çimlendirilmesiyle elde edilen fide kuru ağırlığı değerlerine ait varyans analiz sonuçları çizelge 4.22'de verilmiştir.



Bu varyans analiz sonuçları incelendiğinde, fide kuru ağırlığı üzerine çeşit, sıcaklık uygulamaları ve çeşit × sıcaklık interaksiyonu etkisi %1 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.22. Farklı sıcaklık uygulamalarında çimlendirilen yem bezelyesi çeşitlerinin fide kuru ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Çeşit (A)	5	155,958	31,192	20,989*
Sıcaklık (B)	2	2,250 333	1,125 167	757,121*
AxB	10	95,333	9,533	6,415*
Hata	54	80,250	1,486	
Genel	71	2,581 875		

\* $p \leq 0.01$  hata sınırları içinde istatistiksel olarak önemli

Yem bezelye çeşitlerine göre fide kuru ağırlık değerleri 14,00-18,16 mg/bitki aralığında değişim göstermiştir (Çizelge 4.23). En yüksek değer Gölyazı ve en düşük değerlerin ise Taşkent ve Özkaynak çeşitlerinde olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık düşüşüne paralel olarak fide kuru ağırlık değerleri de azalmıştır. En yüksek değer (22,04 mg/bitki) kontrol uygulamasında ve en düşük değer (8,37 mg/bitki) de 10°C'de çimlendirilen yem bezelyesi tohumlarından elde edilmiştir.

Çizelge 4.23. Farklı sıcaklık uygulamalarında çimlendirilen yem bezelyesi çeşitlerinin fide kuru ağırlık değerleri (mg/bitki)

Çeşitler	Sıcaklık			Ort.
	20°C (Kontrol)	15°C	10°C	
Töre	20,25 <sup>cd</sup>	15,75 <sup>fg</sup>	8,00 <sup>i</sup>	14,66 <sup>cd</sup>
Taşkent	21,00 <sup>c</sup>	13,25 <sup>h</sup>	7,75 <sup>i</sup>	14,00 <sup>d</sup>
Özkaynak	18,50 <sup>de</sup>	14,75 <sup>gh</sup>	8,75 <sup>i</sup>	14,00 <sup>d</sup>
Ulubath	23,50 <sup>b</sup>	17,25 <sup>ef</sup>	8,25 <sup>i</sup>	16,33 <sup>b</sup>
Ürünlü	22,00 <sup>bc</sup>	16,00 <sup>fg</sup>	8,75 <sup>i</sup>	15,58 <sup>bc</sup>
Gölyazı	27,00 <sup>a</sup>	18,75 <sup>de</sup>	8,75 <sup>i</sup>	18,16 <sup>a</sup>
Ort.	22,04 <sup>a*</sup>	15,95 <sup>b</sup>	8,37 <sup>c</sup>	

\*Aynı satırda ve sütunda benzer harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre  $p \leq 0.05$  hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklı değildir.

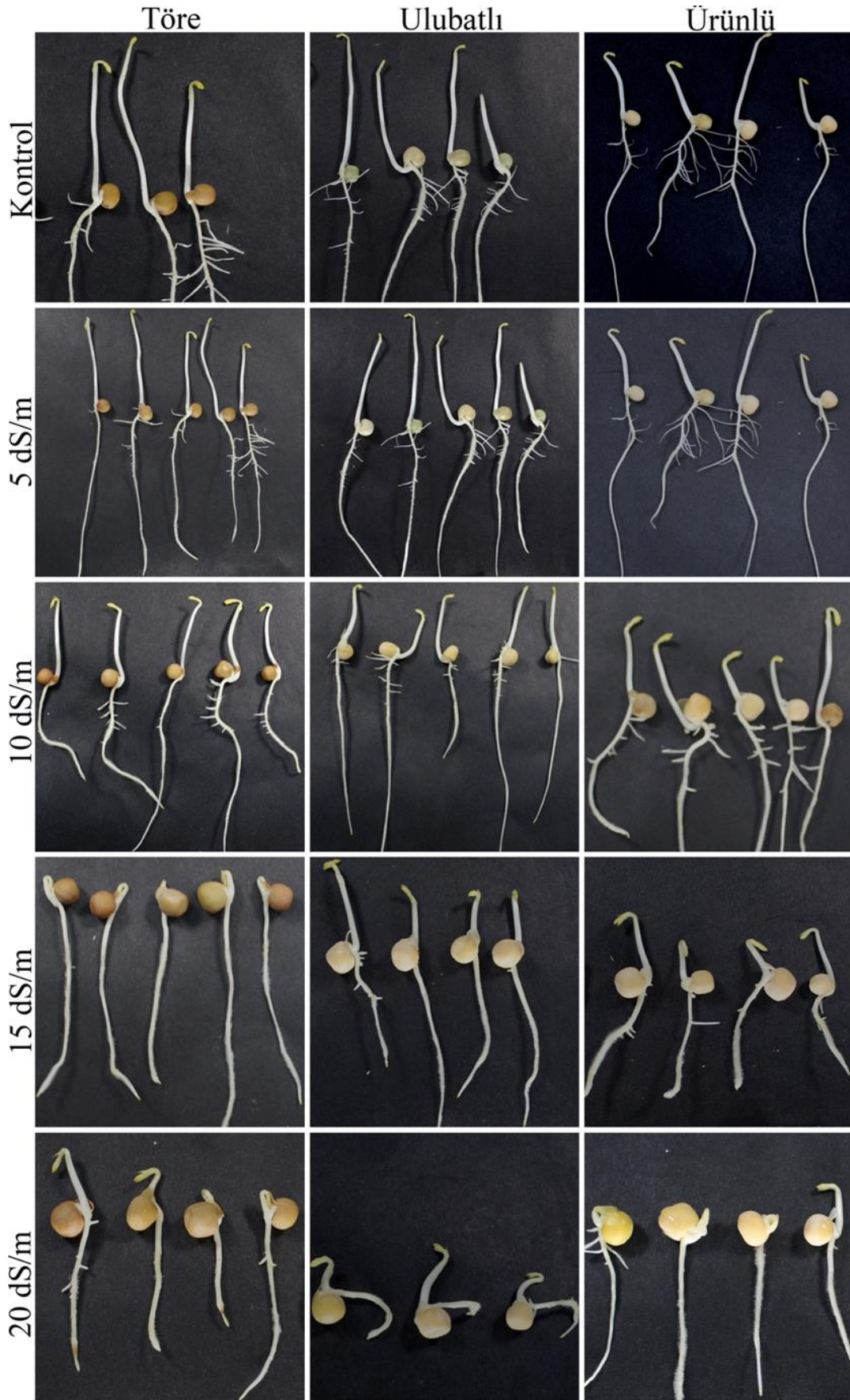
Çeşit × sıcaklık interaksiyonunun fide kuru ağırlığına etkisine ilişkin minimum ve maksimum değerler 7,75–27,00 mg/bitki arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.23). En yüksek fide kuru ağırlığı (27,00 mg/bitki) Gölyazı çeşidinin kontrol uygulamasında ve en

düşük değer (7,75 mg/bitki) Taşkent çeşidine ait tohumların 10°C'de çimlendirilmesi sonucunda elde edilmiştir.

Sıcaklık bitkisel üretimi etkileyen kritik bir faktördür. Aşırı sıcaklık tepkileri (soğuk veya sıcak) reaktif oksijende bir artışa bu da kloroplast miktarında azalmaya neden olarak kuru ağırlık kaybına yol açar (Soengas vd. 2018). Bourion vd. (2003)'e göre bezelye çeşitlerinin soğuk uygulamalarına bağlı olarak günlük kaybettikleri kuru ağırlığın değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Kaur vd. (2008), nohut (*Cicer arietinum* L.) bitkisinde düşük sıcaklıklarda vejetatif büyümedeki azalmaya bağlı olarak bitkinin toplam kuru ağırlığında bir azalmanın olduğunu bildirmişlerdir.

#### **4.2. Tuz Testleri**

Bazı yem bezelyesi çeşitlerine ait tohumların farklı tuz dozları altında çimlendirilmesi sonucu elde edilen sonuçlar farklılık göstermiştir. Tüm çeşitlerde tuz dozu arttıkça kök ve sürgün uzunluğunda bir azalma gözlenmektedir (Şekil 4.2 ve Şekil 4.3). Bununla birlikte, bu çeşitlerin farklı tuz dozlarına gösterdikleri tepkileri detaylı şekilde belirlemek amacıyla çimlenme ve fide özellikleri incelenmiştir. Her bir özellik için yapılan ölçümler aşağıda ayrı başlıklar halinde sunulmuştur.



Şekil 4.2. Farklı tuz dozlarında (Kontrol, 5, 10, 15 ve 20 dS/m) Töre, Ulubatlı ve Ürünli yem bezelyesi çeşitlerinin çimlenme denemesinden görüntü.



Şekil 4.3. Farklı tuz dozlarında (Kontrol, 5, 10, 15 ve 20 dS/m) Gölyazı, Taşkent ve Özkaynak yem bezelyesi çeşitlerinin çimlenme denemesinden görüntü.

#### 4.2.1. Çimlenme oranı

Farklı tuz dozları uygulanan yem bezelyesi tohumlarının çimlenme oranına ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.24’de gösterilmiştir. Bu varyans analiz sonuçlarına göre çimlenme oranı üzerine çeşit, tuz dozu ve çeşit × tuz dozu interaksyonunun etkisi %1 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.24. Farklı tuz dozlarında çimlendirilen yem bezelyesi çeşitlerinin çimlenme oranına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
<b>Çeşit (A)</b>	5	2,296 829	459,366	28,597*
<b>Tuz dozu (B)</b>	4	686,799	171,700	10,689*
<b>AxB</b>	20	1,329 425	66,471	4,138*
<b>Hata</b>	90	1,445 712	16,063	
<b>Genel</b>	119	5,758 765		

\* $p \leq 0.01$  hata sınırları içinde istatistiksel olarak önemli

Farklı tuz dozları altında en yüksek çimlenme oranına (%99,60) sahip çeşidin Töre olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.25). En yüksek değer bakımından Töre ile Gölyazı çeşitleri arasında istatistiki bir farklılık oluşmamıştır. En düşük çimlenme oranı (%94,50) Ulubatlı çeşidinde görülmüş ve bu çeşit ile Ürünü, Taşkent ve Özkaynak çeşitlerinin çimlenme oranları arasında önemli bir fark oluşmamıştır. Tuz dozları açısından çizelge 4.25 değerlendirildiğinde; kontrol (0), 5 dS/m ve 10 dS/m arasında çimlenme oranı bakımından önemli bir fark oluşmamıştır. En düşük çimlenme oranı %94,41 ile 20 dS/m dozunda elde edilirken bu değer ile 15 dS/m dozundan elde edilen değer (%95,33) arasında istatistiki bir fark oluşmamıştır.

Çizelge 4.25. Farklı tuz dozlarında çimlendirilen yem bezelyesi çeşitlerinin çimlenme oranı değerleri (%)

Çeşitler	Tuz dozları (dS/m)					Ort.
	0 (Kontrol)	5	10	15	20	
<b>Töre</b>	100,0 <sup>a*</sup>	100,0 <sup>a</sup>	99,00 <sup>a-b</sup>	100,00 <sup>a</sup>	99,00 <sup>a-b</sup>	99,60 <sup>a</sup>
<b>Taşkent</b>	95,00 <sup>c-e</sup>	90,50 <sup>d-f</sup>	99,00 <sup>a-b</sup>	94,50 <sup>c-f</sup>	95,00 <sup>c-e</sup>	94,80 <sup>b</sup>
<b>Özkaynak</b>	96,50 <sup>c</sup>	95,00 <sup>c-e</sup>	95,50 <sup>c-e</sup>	95,00 <sup>c-e</sup>	93,50 <sup>c-f</sup>	95,10 <sup>b</sup>
<b>Ulubatlı</b>	99,50 <sup>a</sup>	99,00 <sup>a-b</sup>	95,50 <sup>c</sup>	89,50 <sup>e-f</sup>	89,00 <sup>f</sup>	94,50 <sup>b</sup>
<b>Ürünü</b>	96,50 <sup>c</sup>	94,50 <sup>c-f</sup>	96,50 <sup>b-c</sup>	96,00 <sup>c-d</sup>	92,50 <sup>c-f</sup>	95,20 <sup>b</sup>
<b>Gölyazı</b>	100,00 <sup>a</sup>	100,00 <sup>a</sup>	100,00 <sup>a</sup>	97,00 <sup>b-c</sup>	97,50 <sup>b-c</sup>	98,90 <sup>a</sup>
<b>Ort.</b>	97,91 <sup>a</sup>	96,50 <sup>a</sup>	97,58 <sup>a</sup>	95,33 <sup>b</sup>	94,41 <sup>b</sup>	

\*Aynı sütunda ve satırda benzer harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre  $p \leq 0.05$  hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklı değildir.

Çeşit × tuz dozu interaksyonuna göre çimlenme oranına %89,00-%100,00 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.25). Töre çeşidi en yüksek çimlenme oranına sahip çeşit olmakla birlikte tüm tuz dozlarında istatistiki olarak farklı olmayan sonuçlar göstermiştir. En düşük çimlenme oranının Ulubatlı çeşidinde olduğu belirlenmiş ve bu çeşitte 5 dS/m dozu sonrasında çimlenme oranı hızlı bir şekilde düşmüştür.

Okçu vd. (2005) ve Avcı vd. (2018)'nin yaptığı çalışmalarda çimlenme oranının bezelye genotiplerine göre farklılık gösterdiği ancak tuz dozlarına göre değişmediği tespit edilmiştir. Demirkol vd. (2019)'nin yem bezelyesinde tuz stresi ile ilgili yaptıkları çalışmada ise artan tuz dozlarına paralel olarak çimlenme oranında bir azalma meydana geldiği ve çimlenme oranında 90 mM dozu sonrasında önemli bir düşüş yaşandığı bildirilmiştir.

#### 4.2.2. Ortalama çimlenme süresi (OÇS)

Yem bezelyesi çeşitlerinin farklı NaCl dozu uygulamaları altında çimlendirilmesi sonucu oluşan ortalama çimlenme sürelerine ait varyans analiz sonuçları çizelge 4.26'da verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre çeşit, tuz dozu ve çeşit × tuz dozu interaksyonunun OÇS üzerine etkileri %1 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.26. Farklı tuz dozlarında çimlendirilen yem bezelyesi çeşitlerinin ortalama çimlenme süresine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
<b>Çeşit (A)</b>	5	1,568	0,314	7,270*
<b>Tuz dozu (B)</b>	4	7,025	1,756	40,702*
<b>AxB</b>	20	2,750	0,137	3,186*
<b>Hata</b>	90	3,883	0,043	
<b>Genel</b>	119	15,227		

\*p≤0.01 hata sınırları içinde istatistiksel olarak önemli

Yem bezelyesi tohumlarının farklı tuz dozlarında çimlendirilmesi sonucu meydana gelen OÇS değerleri çizelge 4.27'de verilmiştir. En hızlı çimlenme gösteren çeşit 2,85 gün ile Töre olup bu çeşit ile Ürünlü ve Özkaynak çeşitleri arasında OÇS değeri bakımından

istatistiki bir fark oluşmamıştır. En yavaş çimlenen çeşit ise 3,18 gün ile Gölyazı olup bu çeşit ile Ulubatlı çeşidi arasında OÇS değeri bakımından istatistiki bir fark oluşmamıştır. Tuz dozu artışı çeşitlerin ortalama çimlenme süresini uzatmıştır. En hızlı çimlenme 2,62 gün ile kontrol uygulamasında ve en yavaş çimlenme 3,35 gün ile 20 dS/m tuz dozu uygulanan çeşitlerden elde edilmiştir.

Çizelge 4.27. Farklı tuz dozlarında çimlendirilen yem bezelyesi çeşitlerinin ortalama çimlenme süresi değerleri (gün)

Çeşitler	Tuz dozları (dS/m)					
	0 (Kontrol)	5	10	15	20	Ort.
<b>Töre</b>	2,38 <sup>k*</sup>	2,66 <sup>+k</sup>	2,93 <sup>f-1</sup>	3,12 <sup>c-g</sup>	3,16 <sup>b-g</sup>	2,85 <sup>c</sup>
<b>Taşkent</b>	2,71 <sup>h-j</sup>	2,73 <sup>h-j</sup>	3,08 <sup>d-g</sup>	3,00 <sup>e-1</sup>	3,46 <sup>a-c</sup>	2,99 <sup>b</sup>
<b>Özkaynak</b>	2,36 <sup>k</sup>	2,85 <sup>g-1</sup>	2,98 <sup>e-1</sup>	3,16 <sup>b-g</sup>	3,56 <sup>a</sup>	2,98 <sup>bc</sup>
<b>Ulubatlı</b>	3,04 <sup>d-h</sup>	3,36 <sup>a-d</sup>	3,09 <sup>d-g</sup>	2,97 <sup>f-1</sup>	3,32 <sup>a-e</sup>	3,15 <sup>a</sup>
<b>Ürünlü</b>	2,71 <sup>h-j</sup>	2,89 <sup>g-1</sup>	3,00 <sup>e-1</sup>	3,09 <sup>d-g</sup>	3,14 <sup>b-g</sup>	2,96 <sup>bc</sup>
<b>Gölyazı</b>	2,52 <sup>jk</sup>	3,20 <sup>b-g</sup>	3,27 <sup>a-f</sup>	3,45 <sup>a-c</sup>	3,48 <sup>ab</sup>	3,18 <sup>a</sup>
<b>Ort.</b>	2,62 <sup>d</sup>	2,95 <sup>c</sup>	3,06 <sup>bc</sup>	3,13 <sup>b</sup>	3,35 <sup>a</sup>	

\*Aynı sütunda ve satırda benzer harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre  $p \leq 0.05$  hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklı değildir.

Çeşit  $\times$  tuz dozu interaksyonu açısından çizelge 4.27 değerlendirildiğinde; OÇS değerleri 2,36 ile 3,56 gün arasında değişim göstermiştir. En hızlı çimlenme süresi kontrol uygulamasında Özkaynak çeşidinde ve en yavaş çimlenme 20 dS/m'de yine aynı çeşitte kaydedilmiştir.

Tsegay ve Andargie (2018) ve Demirkol vd. (2019) tarafından bezelyede yapılan çalışmalarda bulgularımızı destekler nitelikte tuz dozları arttıkça ortalama çimlenme süresi uzamıştır. Ayrıca, Mercimek (Karaman ve Kaya 2017), yaygın fiğ (Ertekin vd. 2017) ve Macar fiğinde (Önal Aşçı ve Üney 2016) de benzer bulgular paylaşılmıştır.

#### 4.2.3. Fide uzunluğu

Bazı yem bezelyesi çeşitlerine farklı tuz dozu uygulamalarının fide uzunluğuna etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.28'de verilmiştir. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde; fide uzunluğu üzerine çeşit, tuz dozu ve çeşit  $\times$  tuz dozu interaksyonu etkisinin %1 seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.28. Farklı tuz dozlarında çimlendirilen yem bezelyesi çeşitlerinin fide uzunluğuna ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
<b>Çeşit (A)</b>	5	52,091	10,418	10,934*
<b>Tuz dozu (B)</b>	4	1,593 677	398,419	418,136*
<b>AxB</b>	20	163,827	8,191	8,597*
<b>Hata</b>	90	85,756	0,953	
<b>Genel</b>	119	1,895 350		

\* $p \leq 0.01$  hata sınırları içinde istatistiksel olarak önemli

Çeşitlere göre fide uzunluğu 8,18-9,93 cm aralığında değişmiştir (Çizelge 4.29). En uzun fideler Özkaynak çeşidinde ve en kısa fideler Gölyazı çeşidinde kaydedilmiştir. Bununla birlikte; fide uzunluğunda yüksek değerler bakımından Özkaynak çeşidiyle Töre, Taşkent ve Ulubatlı çeşitleri arasında önemli bir fark yoktur. Tuz dozu arttıkça fide uzunluğu azalmıştır. En uzun fideler 13,38 cm ile Kontrol uygulamasında ve en kısa fideler 4,02 cm ile 20 dS/m NaCl uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.29. Farklı tuz dozlarında çimlendirilen yem bezelyesi çeşitlerinin fide uzunluk değerleri (cm)

Çeşitler	Tuz dozları (dS/m)					Ort.
	0 (Kontrol)	5	10	15	20	
<b>Töre</b>	14,55 <sup>b*</sup>	14,16 <sup>bc</sup>	9,66 <sup>fg</sup>	6,77 <sup>ij</sup>	4,01 <sup>l</sup>	9,83 <sup>a</sup>
<b>Taşkent</b>	14,20 <sup>bc</sup>	14,12 <sup>bc</sup>	8,68 <sup>gh</sup>	5,89 <sup>i-k</sup>	3,61 <sup>l</sup>	9,30 <sup>a</sup>
<b>Özkaynak</b>	12,89 <sup>cd</sup>	16,04 <sup>a</sup>	9,45 <sup>fg</sup>	7,28 <sup>hi</sup>	3,98 <sup>l</sup>	9,93 <sup>a</sup>
<b>Ulubatlı</b>	11,81 <sup>de</sup>	14,20 <sup>bc</sup>	10,95 <sup>ef</sup>	6,68 <sup>ij</sup>	3,76 <sup>l</sup>	9,48 <sup>a</sup>
<b>Ürünlü</b>	13,34 <sup>bc</sup>	9,42 <sup>fg</sup>	9,92 <sup>fg</sup>	5,17 <sup>kl</sup>	4,40 <sup>kl</sup>	8,45 <sup>b</sup>
<b>Gölyazı</b>	13,46 <sup>bc</sup>	9,06 <sup>g</sup>	8,45 <sup>gh</sup>	5,60 <sup>jk</sup>	4,35 <sup>kl</sup>	8,18 <sup>b</sup>
<b>Ort.</b>	13,38 <sup>a</sup>	12,83 <sup>a</sup>	9,52 <sup>b</sup>	6,23 <sup>c</sup>	4,02 <sup>d</sup>	

\*Aynı sütunda ve satırda benzer harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre  $p \leq 0.05$  hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklı değildir.

Çeşit  $\times$  tuz dozu interaksiyonunun fide uzunluğu üzerine etkisine bağlı olarak minimum ve maksimum değerler 3,61-16,04 cm aralığında değişim göstermiştir (Çizelge 4.29). En yüksek ve düşük değerler sırasıyla 5 dS/m tuz dozunda Özkaynak ve 20 dS/m tuz dozunda Taşkent çeşitlerinden elde edilmiştir.

Avcı vd. (2018)'nin yem bezelyesi çeşitleriyle yaptıkları çalışmada; tuz uygulamalarının olumsuz etkilerinin köklerde 5 dS/m ve sürgünlerde 10 dS/m dozlarında başladığı bildirilmiştir. Demirkol vd. (2019)'nin yem bezelyesi üzerinde yürüttükleri



tuzluluk çalışmasında ise tuzluluğun kök uzunluğu üzerine etkileri kontrole kıyasla 120 mM'de, sürgün uzunluğunda ise 150 mM'de başlamıştır. Özkurt vd. (2018), Türkiye'de yetiştiriciliği yapılan bazı yonca (*Medicago sativa* L.) çeşitlerinin tuzluluğa toleranslarını belirlemek amacıyla yürüttükleri araştırmada on sekiz yonca çeşidi ve 3 tuz konsantrasyonu (100 mM, 200 mM ve 300 mM) kullanmışlardır. Araştırma sonucunda artan tuz konsantrasyonunun fide gelişimini önemli derecede kısıtladığı belirlenmiştir.

#### 4.2.4. Fide yaş ağırlığı

Yem bezelyesi çeşitlerinin farklı tuz dozları altında çimlendirilmesi sonucu oluşan fide yaş ağırlığı değerlerine ait varyans analiz sonuçları çizelge 4.30'da verilmiştir. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde, fide yaş ağırlığı üzerine çeşit, tuz dozu ve çeşit × tuz dozu interaksiyonunun etkisi %1 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.30. Farklı tuz dozlarında çimlendirilen yem bezelyesi çeşitlerinin yaş ağırlık değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
<b>Çeşit (A)</b>	5	12,262 740	2,452 548	14,286*
<b>Tuz dozu (B)</b>	4	515,410 500	128,852 625	750,583*
<b>AxB</b>	20	28,696 228	1,434 811	8,358*
<b>Hata</b>	90	15,450 298	171,670	
<b>Genel</b>	119	571,819 766		

\* $p \leq 0.01$  hata sınırları içinde istatistiksel olarak önemli

Çeşitlere bağlı olarak fide yaş ağırlığı 132,06-161,16 mg/bitki aralığında değişim göstermiştir (Çizelge 4.31). En yüksek fide yaş ağırlığı Gölyazı çeşidinde ölçülürken, bu değer ile Ulubatlı çeşidinden elde edilen değerler arasında istatistiki olarak bir fark oluşmamıştır. En düşük fide ağırlığı ise Taşkent çeşidinden elde edilirken bu değer ile Töre ve Ürünlü çeşitlerinden elde edilen değerler arasında istatistiki bir fark oluşmamıştır. Farklı tuz dozlarına bağlı olarak fide yaş ağırlığı 67,37-249,21 mg/bitki aralığında değişmiştir. Tuz dozu arttıkça fide yaş ağırlığı düşmüştür. En yüksek değer kontrol ve en düşük değer 20 dS/m tuz dozu uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.31. Farklı tuz dozlarında çimlendirilen yem bezelyesi çeşitlerinin yaş ağırlık değerleri (mg/bitki)

Çeşitler	Tuz dozları (dS/m)					Ort.
	0 (Kontrol)	5	10	15	20	
<b>Töre</b>	229,75 <sup>d*</sup>	184,15 <sup>g</sup>	145,02 <sup>i</sup>	76,77 <sup>m-o</sup>	58,75 <sup>o</sup>	138,89 <sup>bc</sup>
<b>Taşkent</b>	242,00 <sup>cd</sup>	171,45 <sup>gh</sup>	117,55 <sup>jk</sup>	73,80 <sup>no</sup>	55,47 <sup>o</sup>	132,06 <sup>c</sup>
<b>Özkaynak</b>	206,25 <sup>ef</sup>	209,28 <sup>e</sup>	148,85 <sup>i</sup>	89,22 <sup>l-n</sup>	58,27 <sup>o</sup>	142,37 <sup>b</sup>
<b>Ulubath</b>	256,75 <sup>bc</sup>	188,38 <sup>fg</sup>	152,75 <sup>hi</sup>	96,90 <sup>lm</sup>	75,90 <sup>m-o</sup>	154,14 <sup>a</sup>
<b>Ürünlü</b>	263,50 <sup>b</sup>	133,15 <sup>ij</sup>	135,75 <sup>ij</sup>	80,70 <sup>mn</sup>	73,37 <sup>no</sup>	137,30 <sup>bc</sup>
<b>Gölyazı</b>	297,00 <sup>a</sup>	188,65 <sup>fg</sup>	134,42 <sup>ij</sup>	103,25 <sup>kl</sup>	82,50 <sup>mn</sup>	161,16 <sup>a</sup>
<b>Ort.</b>	249,21 <sup>a</sup>	179,18 <sup>b</sup>	139,06 <sup>c</sup>	86,77 <sup>d</sup>	67,37 <sup>e</sup>	

\*Aynı sütunda ve satırda benzer harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre  $p \leq 0.05$  hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklı değildir.

Çizelge 4.31 incelendiğinde; çeşit  $\times$  tuz dozu interaksyonunun etkisiyle fide yaş ağırlık değerleri 55,47-297,00 mg/bitki arasında değişim göstermiştir. En yüksek değerler Gölyazı çeşidinin kontrol uygulamasında ve en düşük değerler Taşkent çeşidinin 20 dS/m tuz dozu uygulamasından elde edilmiştir.

Yaptığımız çalışmayı destekler nitelikte Avcı vd. (2018) ve Demirkol vd. (2019) uygulanan tuz dozlarına bağlı olarak yem bezelyesinde fide yaş ağırlığının azaldığını bildirmişlerdir. Ayrıca, Arslan ve Aydınoglu (2018)'nin mürdümükte ve Önal Aşçı ve Üney (2016)'in macar fiğinde yaptığı çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

#### 4.2.5. Fide kuru ağırlık

Yem bezelyesi çeşitlerinin farklı tuz dozları altında çimlendirilmesi sonucu elde edilen fide kuru ağırlığı değerlerine ait varyans analiz sonuçları çizelge 4.32'de verilmiştir. Bu varyans analiz sonuçları incelendiğinde, fide kuru ağırlığı üzerine çeşit, tuz dozu ve çeşit  $\times$  tuz dozu interaksyonunun etkisi %1 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.32. Farklı tuz dozlarında çimlendirilen yem bezelyesi çeşitlerinin kuru ağırlık değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
<b>Çeşit (A)</b>	5	192,508	38,502	19,886*
<b>Tuz dozu (B)</b>	4	2,838 172	709,543	366,478*
<b>AxB</b>	20	160,758	8,038	4,152*
<b>Hata</b>	90	174,250	1,936	
<b>Genel</b>	119	3,365 688		

\* $p \leq 0.01$  hata sınırları içinde istatistiksel olarak önemli

Yem bezelyesi çeşitlerine göre fide kuru ağırlığı 13,03-16,70 mg/bitki aralığında değişim göstermiştir (Çizelge 4.33). En yüksek değer Gölyazı çeşidinde ölçülmüştür. En düşük değer ise Taşkent çeşidinde ölçülmekle beraber bu çeşit fide kuru ağırlığı bakımından Töre ve Özkaynak çeşitlerinden istatistiki olarak farklı değildir. Çeşitlere uygulanan NaCl dozlarına bakıldığında en yüksek ortalama 22,04 mg/bitki ile kontrol dozu uygulamasından elde edilirken en düşük değer 8,58 mg/bitki ile 20 dS/m NaCl dozu uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.33. Farklı tuz dozlarında çimlendirilen yem bezelyesi çeşitlerinin kuru ağırlık değerleri (mg/bitki)

Çeşitler	Tuz dozları (dS/m)					Ort.
	0 (Kontrol)	5	10	15	20	
<b>Töre</b>	20,25 <sup>c-e*</sup>	16,10 <sup>f</sup>	14,22 <sup>f-h</sup>	8,37 <sup>n-q</sup>	7,62 <sup>o-q</sup>	13,31 <sup>cd</sup>
<b>Taşkent</b>	21,00 <sup>cd</sup>	15,92 <sup>f</sup>	12,42 <sup>h-j</sup>	8,80 <sup>m-q</sup>	7,02 <sup>q</sup>	13,03 <sup>d</sup>
<b>Özkaynak</b>	18,50 <sup>e</sup>	18,92 <sup>de</sup>	14,82 <sup>fg</sup>	10,27 <sup>j-n</sup>	7,15 <sup>p-q</sup>	13,93 <sup>cd</sup>
<b>Ulubatlı</b>	23,50 <sup>b</sup>	18,37 <sup>e</sup>	14,55 <sup>f-h</sup>	10,97 <sup>j-m</sup>	9,55 <sup>k-o</sup>	15,39 <sup>b</sup>
<b>Ürünü</b>	22,00 <sup>bc</sup>	14,67 <sup>fg</sup>	13,32 <sup>g-i</sup>	11,12 <sup>j-l</sup>	9,30 <sup>l-p</sup>	14,08 <sup>c</sup>
<b>Gölyazı</b>	27,00 <sup>a</sup>	19,67 <sup>de</sup>	14,25 <sup>f-h</sup>	11,70 <sup>i-k</sup>	10,87 <sup>j-m</sup>	16,70 <sup>a</sup>
<b>Ort.</b>	22,04 <sup>a</sup>	17,27 <sup>b</sup>	13,93 <sup>c</sup>	10,20 <sup>d</sup>	8,58 <sup>e</sup>	

\*Aynı sütunda ve satırda benzer harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre  $p \leq 0.05$  hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklı değildir.

Çeşit  $\times$  tuz dozu interaksyonunun fide kuru ağırlık üzerine etkisine bağlı olarak değerler 7,02-27,00 mg/bitki aralığında değişim göstermiştir. (Çizelge 4.33). En yüksek değer Gölyazı çeşidinin kontrol uygulamasından elde edilirken en düşük değer Taşkent çeşidine uygulanan 20 dS/m NaCl dozunda elde edilmiştir.

*Pisum sativum* var. *abyssinicum* türü üzerinde tuzlu koşullarda yapılan priming çalışmasında tohumlara tuz stresi altında priming uygulanmadığında kuru ağırlığının

olumsuz etkilendiği belirlenmiştir (Tsegay ve Andargie 2018). Aynı şekilde, (Demirkol vd. 2019) yaptığı çalışmada ortamda bulunan 30 mM NaCl, bezelyede radikula yaş ve kuru ağırlığını olumlu etkilediği ancak tuz dozunun artmasıyla birlikte incelenen özelliklerin olumsuz etkilendiği bildirilmiştir.

### 4.3. Kuraklık Testleri

Kurak stresi oluşturmak amacıyla polyetilen glikolün (PEG 6000) farklı dozları kullanılarak yem bezelyesi çeşitlerinin çimlenme üzerindeki etkileri incelenmiştir. Artan kuraklık şiddeti, yem bezelyesi çeşitlerinin kök ve sürgünlerinde olumsuz etkiye neden olmuştur (Şekil 4.4 ve Şekil 4.5). Farklı kuraklık şiddetlerinde meydana gelen bu etkileri belirlemek amacıyla incelenen özelliklere ait sonuçlar ayrı başlıklar altında açıklanmıştır.

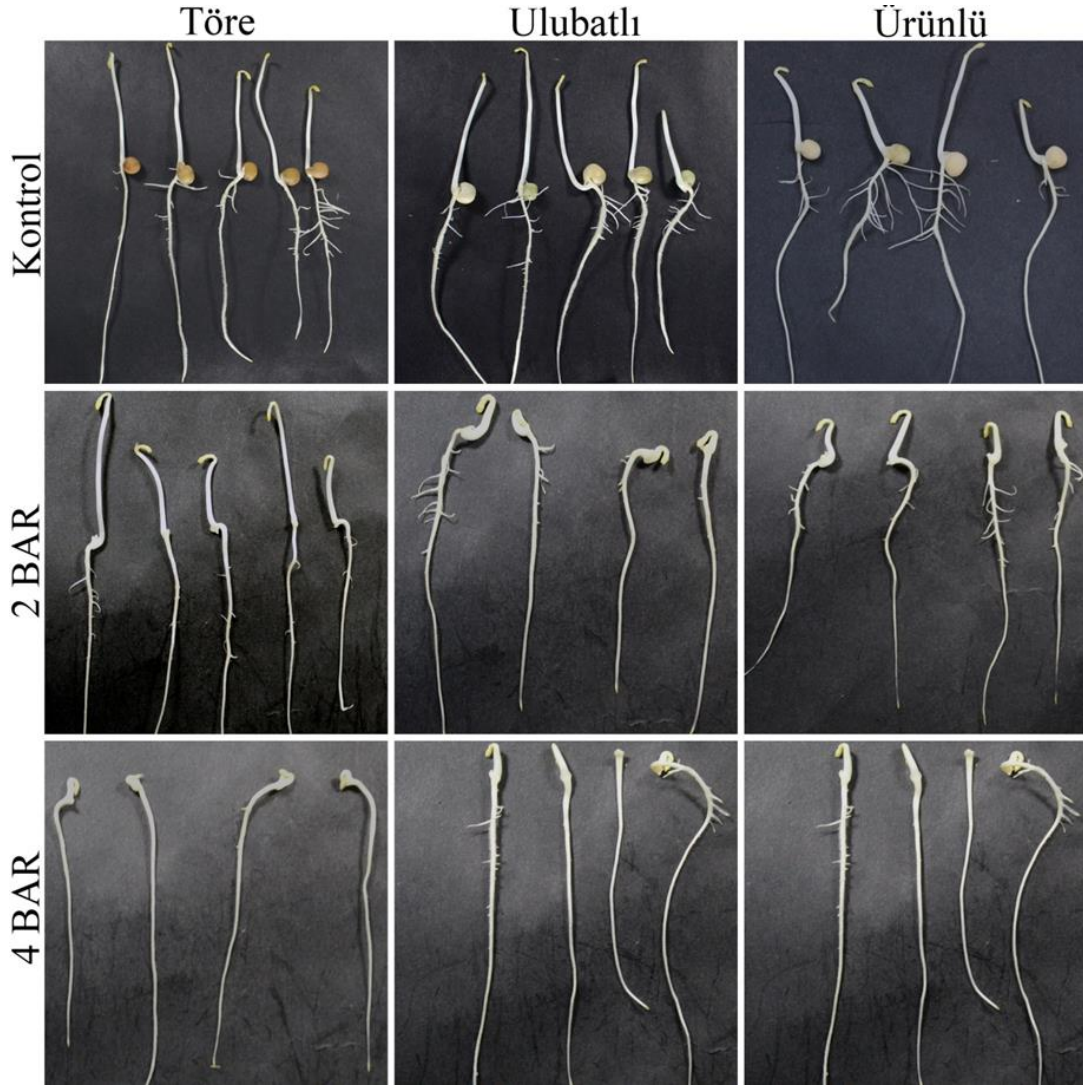
#### 4.3.1. Çimlenme oranı

Farklı kuraklık stresi altında yem bezelyesi çeşitlerinin çimlenme oranına ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.34'de verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre çimlenme oranı üzerine çeşit, kuraklık ve çeşit × kuraklık interaksiyonunun etkisi %1 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.34. Farklı kuraklık streslerinde yem bezelyesi çeşitlerinin çimlenme yüzdesine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
<b>Çeşit (A)</b>	5	2,987 407	597,481	29,367*
<b>Kuraklık (B)</b>	2	20,298 705	10,479 352	515,068*
<b>AxB</b>	10	2,976 587	297,659	14,630*
<b>Hata</b>	54	1,098 661	20,346	
<b>Genel</b>	71	28,021 360		

\*p≤0.01 hata sınırları içinde istatistiksel olarak önemli



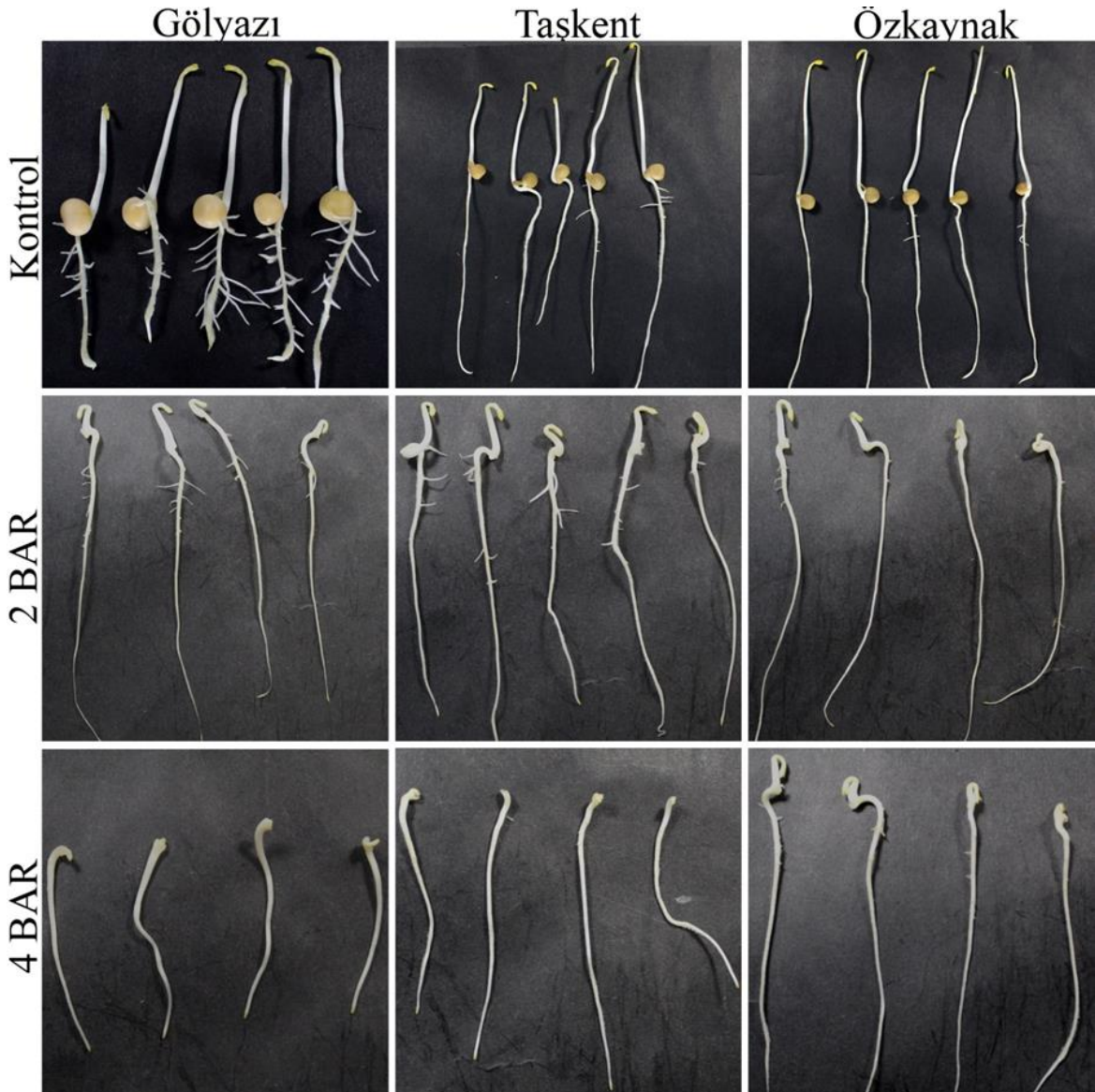
Şekil 4.4. Farklı kuraklık stresi (Kontrol, -2 bar ve -4 bar) koşullarında Töre, Ulubatlı ve Ürünlü yem bezelyesi çeşitlerinin çimlenme denemesinden görüntü.

Yem bezelyesi çeşitleri arasında en yüksek çimlenme oranı %97,50 ile Töre çeşidinde belirlenmiştir. (Çizelge 4.35). En düşük çimlenme oranına sahip çeşit ise %72,83 ile Gölyazıdır ve bu çeşit ile Ulubatlı arasında istatistiki olarak bir fark oluşmamıştır. Kuraklık stresin artmasıyla çimlenme oranı düşmüştür. En yüksek değer (%98,75) kontrol dozundan elde edilirken, en düşük değer (%52,91) -4 bar uygulamasından elde edilmiştir. Çeşit × kuraklık interaksiyonunun çimlenme oranına etkisi değerlendirildiğinde; minimum ve maksimum değerler %28,50-100,00 aralığında değişmektedir (Çizelge 4.35). En yüksek çimlenme oranları %100 ile Töre ve Gölyazı çeşitlerinin kontrol ve -2 bar uygulamalarından elde edilmiştir. En düşük çimlenme oranı ise %28,50 ile Gölyazı çeşidinin -4 bar uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.35. Farklı kuraklık streslerinde yem bezelyesi çeşitlerinin çimlenme yüzdesi değerleri (%)

Çeşitler	Kuraklık stresleri			Ort.
	Kontrol	-2 bar	-4 bar	
<b>Töre</b>	100,00 <sup>a*</sup>	100,00 <sup>a</sup>	92,50 <sup>de</sup>	97,50 <sup>a</sup>
<b>Taşkent</b>	98,50 <sup>a-c</sup>	99,00 <sup>ab</sup>	45,50 <sup>g</sup>	81,00 <sup>b</sup>
<b>Özkaynak</b>	98,00 <sup>a-c</sup>	97,00 <sup>b-d</sup>	45,50 <sup>g</sup>	80,16 <sup>bc</sup>
<b>Ulubath</b>	99,50 <sup>ab</sup>	93,00 <sup>de</sup>	38,50 <sup>gh</sup>	77,00 <sup>cd</sup>
<b>Ürnlü</b>	96,50 <sup>c-e</sup>	96,00 <sup>c-e</sup>	67,00 <sup>f</sup>	86,50 <sup>bc</sup>
<b>Gölyazı</b>	100,00 <sup>a</sup>	90,00 <sup>e</sup>	28,50 <sup>h</sup>	72,83 <sup>d</sup>
<b>Ort.</b>	98,75 <sup>a</sup>	95,83 <sup>b</sup>	52,91 <sup>c</sup>	

\*Aynı satırda ve sütunda benzer harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre  $p \leq 0.05$  hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklı değildir.



Şekil 4.5: Farklı kuraklık stresi (Kontrol, -2 bar ve -4 bar) koşullarında Gölyazı, Taşkent ve Özkaynak yem bezelyesi çeşitlerinin çimlenme denemesinden görüntü.

Okçu vd. (2005) ve Pereira vd. (2020)'nin bezelye genotipleri üzerinde yaptıkları çalışmada; PEG ile oluşturulan kuraklık stresinin çimlenmeyi olumsuz etkilediği bildirilmiştir. Mercimek genotiplerinde (Muscolo vd. 2013), mürdümük çeşitlerinde (Aslan ve Atış 2018) ve bazı yonca çeşitlerinde (Özkurt vd. 2018) yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

#### 4.3.2. Ortalama çimlenme süresi (OÇS)

Yem bezelyesi çeşitlerinde farklı kuraklık stresi uygulamalarıyla oluşan ortalama çimlenme sürelerine ait varyans analiz sonuçları çizelge 4.36'da verilmiştir. Bu varyans analiz sonuçlarına göre çeşit, kuraklık ve çeşit × kuraklık interaksiyonunun OÇS üzerine etkileri %1 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.36. Farklı kuraklık streslerinde yem bezelyesi çeşitlerinin ortalama çimlenme süresine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
<b>Çeşit (A)</b>	5	10,532	2,106	19,634*
<b>Kuraklık (B)</b>	2	136,125	68,062	634,390*
<b>AxB</b>	10	5,858	0,586	5,460*
<b>Hata</b>	54	5,794	0,107	
<b>Genel</b>	71	158,309		

\* $p \leq 0.01$  hata sınırları içinde istatistiksel olarak önemli

Yem bezelyesi tohumlarının farklı stresi uygulamalarında çimlendirilmesi sonucu meydana gelen OÇS değerleri çizelge 4.37'de verilmiştir. En hızlı çimlenme gösteren çeşit 3,56 gün ile Töre olmuştur. En yavaş çimlenen çeşit ise 4,73 gün ile Ulubatlı olup Gölyazı çeşidi ile OÇS değeri bakımından istatistiki fark oluşmamıştır. Kuraklık stresi arttıkça çeşitlerin ortalama çimlenme süresi uzamıştır. En hızlı çimlenme 2,62 gün ile kontrol uygulamasında ve en yavaş çimlenme 5,98 gün ile -4 bar PEG dozu uygulamasından elde edilmiştir. Çeşit × kuraklık interaksiyonu açısından çizelge 4.37 değerlendirildiğinde; OÇS değerleri 2,36 ile 6,52 gün arasında değişim göstermiştir. En hızlı çimlenme süresi kontrol uygulamasında Özkaynak çeşidinde ve en yavaş çimlenme -4 bar uygulamasında Ulubatlı çeşidinde kaydedilmiştir.

Çizelge 4.37. Farklı kuraklık streslerinde yem bezelyesi çeşitlerinin ortalama çimlenme süreleri (gün)

Çeşitler	Kuraklık stresi			
	Kontrol	-2 bar	-4 bar	Ort.
<b>Töre</b>	2,38 <sup>f*</sup>	3,05 <sup>e</sup>	5,26 <sup>b</sup>	3,56 <sup>c</sup>
<b>Taşkent</b>	2,71 <sup>ef</sup>	4,02 <sup>d</sup>	6,25 <sup>a</sup>	4,32 <sup>b</sup>
<b>Özkaynak</b>	2,36 <sup>f</sup>	3,84 <sup>d</sup>	6,15 <sup>a</sup>	4,12 <sup>b</sup>
<b>Ulubatlı</b>	3,04 <sup>e</sup>	4,65 <sup>c</sup>	6,52 <sup>a</sup>	4,73 <sup>a</sup>
<b>Ürünlü</b>	2,71 <sup>ef</sup>	4,18 <sup>cd</sup>	5,55 <sup>b</sup>	4,15 <sup>b</sup>
<b>Gölyazı</b>	2,52 <sup>f</sup>	5,18 <sup>b</sup>	6,17 <sup>a</sup>	4,62 <sup>a</sup>
<b>Ort.</b>	2,62 <sup>c</sup>	4,15 <sup>b</sup>	5,98 <sup>a</sup>	

\*Aynı sütunda ve satırda benzer harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre  $p \leq 0.05$  hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklı değildir.

Kuraklık stresine bağlı olarak ortalama çimlenme süresinin uzağını dair bulgularımız Okçu vd. (2005) ve Aslan ve Atış (2018) tarafından yapılan çalışmalara benzerlik göstermiştir.

#### 4.3.3. Fide uzunluğu

Bazı yem bezelyesi çeşitlerinde kuraklık stresinin fide uzunluğuna etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.38'de verilmiştir. Bu varyans analiz sonuçları incelendiğinde; fide uzunluğu üzerine çeşit ve kuraklık etkileri %1 ve çeşit  $\times$  kuraklık interaksiyonunun etkisi %5 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.38. Farklı kuraklık streslerinde yem bezelyesi çeşitlerinin fide uzunluğuna ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
<b>Çeşit (A)</b>	5	53,603	10,721	8,069**
<b>Kuraklık (B)</b>	2	800,015	400,008	301,091**
<b>AxB</b>	10	26,661	2,666	2,007*
<b>Hata</b>	54	71,740	1,329	
<b>Genel</b>	71	952,019		

\* $p \leq 0.05$  hata sınırları içinde istatistiksel olarak önemli

\*\* $p \leq 0.01$  hata sınırları içinde istatistiksel olarak önemli

Çeşitlere göre fide uzunluğu 7,91-10,74 cm aralığında değişmiştir (Çizelge 4.39). En uzun fideler Töre çeşidinde, en kısa fideler Ulubatlı çeşidinde kaydedilirken Ulubatlı



çeşidi ile Gölyazı ve Taşkent çeşitleri arasında fide uzunluğu bakımından istatistiki bir fark görülmemiştir. Kuraklık stresi arttıkça fide uzunluğu azalmıştır. En uzun fideler 13,38 cm ile kontrol dozu uygulamasından elde edilirken en kısa fideler 5,22 cm ile -4 bar uygulamasında kaydedilmiştir.

Çizelge 4.39. Farklı kuraklık streslerinde yem bezelyesi çeşitlerinin fide uzunluğu değerleri (cm)

Çeşitler	Kuraklık stresi			
	Kontrol	-2 bar	-4 bar	Ort.
<b>Töre</b>	14,55 <sup>a*</sup>	11,28 <sup>c</sup>	6,38 <sup>f</sup>	10,74 <sup>a</sup>
<b>Taşkent</b>	14,20 <sup>a</sup>	8,05 <sup>d-f</sup>	4,10 <sup>h</sup>	8,78 <sup>bc</sup>
<b>Özkaynak</b>	12,89 <sup>a-c</sup>	9,38 <sup>d</sup>	5,71 <sup>gh</sup>	9,33 <sup>b</sup>
<b>Ulubatlı</b>	11,81 <sup>bc</sup>	7,95 <sup>d-f</sup>	3,96 <sup>i</sup>	7,91 <sup>c</sup>
<b>Ürünlü</b>	13,34 <sup>ab</sup>	8,34 <sup>de</sup>	6,75 <sup>e-g</sup>	9,46 <sup>b</sup>
<b>Gölyazı</b>	13,46 <sup>ab</sup>	8,37 <sup>de</sup>	4,48 <sup>h</sup>	8,77 <sup>bc</sup>
<b>Ort.</b>	13,38 <sup>a</sup>	8,89 <sup>b</sup>	5,22 <sup>c</sup>	

\*Aynı sütunda ve satırda benzer harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre  $p \leq 0.05$  hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklı değildir.

Çeşit  $\times$  kuraklık interaksiyonuna bağlı olarak fide uzunluğu değerleri 3,96-14,55 cm arasında değişmiştir. En düşük değer Ulubatlı çeşidinin -4 bar ve en yüksek değer Töre çeşidinin kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Okçu vd. (2005) ve Petrovic vd. (2016) tarafından NaCl ve PEG kullanarak oluşturulan farklı osmatik basınç uygulamalarında artan dozların bezelye genotiplerinde kök ve sürgün uzunluğunu olumsuz etkilediği bildirilmiştir. Pereira vd. (2020)'nin yaptığı çalışmada ise bezelyede epikotil ve kök uzunluğundaki azalmanın ozmotik potansiyelin  $\leq -0.2$  MPa olduğu durumda meydana geldiği tespit edilmiştir.

#### 4.3.4. Fide yaş ağırlığı

Yem bezelyesi çeşitlerinin farklı kuraklık stresleri altında çimlendirilmesiyle oluşan fide yaş ağırlığı değerlerine ait varyans analiz sonuçları çizelge 4.40'da verilmiştir. Bu varyans analiz sonuçları incelendiğinde, fide yaş ağırlığı üzerine çeşit, kuraklık ve çeşit  $\times$  kuraklık interaksiyonunun etkisi %1 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.40. Farklı kuraklık streslerinde yem bezelyesi çeşitlerinin fide yaş ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
<b>Çeşit (A)</b>	5	7,627 735	1,525 547	9,388*
<b>Kuraklık (B)</b>	2	530,195 286	265,097 643	0,001*
<b>AxB</b>	10	14,626 956	1,462 696	9,001*
<b>Hata</b>	54	8,775 132	162,502	
<b>Genel</b>	71	561,225 109		

\* $p \leq 0.01$  hata sınırları içinde istatistiksel olarak önemli

Çeşitlere bağlı olarak fide yaş ağırlığı 115,91-145,70 mg/bitki aralığında değişim göstermiştir (Çizelge 4.41). En yüksek fide yaş ağırlığı Gölyazı çeşidinde ölçülmüş ve bu çeşit ile Ürünlü çeşidi arasında istatistiki olarak farklı oluşmamıştır. En düşük değer ise Özkaynak çeşidinde ölçülürken bu çeşit ile Taşkent çeşidi arasında istatistiki bir fark yoktur. Kuraklık stresine bağlı olarak fide yaş ağırlıkları 48,32-249,21 mg/bitki aralığında değişmiştir. Kuraklık stresi artışına bağlı olarak fide yaş ağırlığında düşüş kaydedilmiştir. En yüksek değer kontrol, en düşük değer ise -4 bar uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.41. Farklı kuraklık streslerinde yem bezelyesi çeşitlerinin fide yaş ağırlık miktarına ilişkin değerler (mg/bitki)

Çeşitler	Kuraklık stresi			
	Kontrol	-2 bar	-4 bar	Ort.
<b>Töre</b>	229,75 <sup>d*</sup>	111,40 <sup>f</sup>	51,05 <sup>hi</sup>	130,73 <sup>bc</sup>
<b>Taşkent</b>	242,00 <sup>cd</sup>	85,67 <sup>g</sup>	34,35 <sup>i</sup>	120,67 <sup>cd</sup>
<b>Özkaynak</b>	206,25 <sup>e</sup>	89,10 <sup>g</sup>	52,37 <sup>hi</sup>	115,91 <sup>d</sup>
<b>Ulubatlı</b>	256,75 <sup>bc</sup>	93,62 <sup>fg</sup>	46,42 <sup>hi</sup>	132,27 <sup>b</sup>
<b>Ürünlü</b>	263,50 <sup>b</sup>	97,95 <sup>fg</sup>	58,97 <sup>h</sup>	140,14 <sup>ab</sup>
<b>Gölyazı</b>	297,00 <sup>a</sup>	93,32 <sup>fg</sup>	46,77 <sup>hi</sup>	145,70 <sup>a</sup>
<b>Ort.</b>	249,21 <sup>a</sup>	95,17 <sup>b</sup>	48,32 <sup>c</sup>	

\*Aynı sütunda ve satırda benzer harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre  $p \leq 0.05$  hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklı değildir.

Çeşit  $\times$  kuraklık interaksiyonuna bağlı olarak fide yaş ağırlığı değerleri 34,35-297,00 mg/bitki arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.41). En yüksek ve düşük değerler sırasıyla Gölyazı çeşidinin kontrol ve Taşkent çeşidinin -4 bar uygulamalarından elde edilmiştir.

Okçu vd. (2005) ve Petrovic vd. (2016), NaCl ve PEG dozlarının artmasıyla azalan su potansiyeline bağlı olarak bezelye genotiplerinin fide yaş ağırlığında dikkat çekici bir azalmanın meydana geldiğini bildirmişlerdir.

#### 4.3.5. Fide kuru ağırlığı

Yem bezelyesi çeşitlerinin farklı kuraklık stresinde fide kuru ağırlığı değerlerine ait varyans analiz sonuçları çizelge 4.42’de verilmiştir. Bu varyans analiz sonuçları incelendiğinde, fide kuru ağırlığı üzerine çeşit, kuraklık ve çeşit × kuraklık interaksiyonunun etkisi %1 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.42. Farklı kuraklık streslerinde yem bezelyesi çeşitlerinin fide kuru ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
<b>Çeşit (A)</b>	5	90,578	18,116	11,720*
<b>Kuraklık (B)</b>	2	2,816 110	1,408 055	910,9*
<b>AxB</b>	10	119,825	11,982	7,752*
<b>Hata</b>	54	83,465	1,546	
<b>Genel</b>	71	3,109 978		

\* $p \leq 0.01$  hata sınırları içinde istatistiksel olarak önemli

Çeşitlerine göre fide kuru ağırlık değerleri 12,30-15,60 mg/bitki aralığında değişim göstermiştir (Çizelge 4.43). En yüksek fide kuru ağırlığı Gölyazı çeşidinden belirlenmiştir. En düşük fide kuru ağırlığı ise Taşkent çeşidinde kaydedilirken bu çeşit ile Özkaynak ve Töre çeşitleri arasında istatistiksel bir fark görülmemiştir. Farklı kuraklık uygulamalarına bağlı olarak fide kuru ağırlığı 7,15-22,04 mg/bitki aralığında değişmiştir. Kuraklık stresi artışına bağlı olarak fide kuru ağırlığında düşüş olmuştur. En yüksek değer kontrol, en düşük değer ise -4 bar uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.43. Farklı kuraklık streslerinde yem bezelyesi çeşitlerinin fide kuru ağırlık miktarına ilişkin değerler (mg/bitki)

Çeşitler	Kuraklık stresi			
	Kontrol	-2 bar	-4 bar	Ort.
<b>Töre</b>	20,25 <sup>cd*</sup>	12,17 <sup>e</sup>	7,50 <sup>f</sup>	13,30 <sup>bc</sup>
<b>Taşkent</b>	21,00 <sup>c</sup>	10,77 <sup>e</sup>	5,12 <sup>g</sup>	12,30 <sup>c</sup>
<b>Özkaynak</b>	18,50 <sup>d</sup>	11,22 <sup>e</sup>	7,30 <sup>f</sup>	12,34 <sup>c</sup>
<b>Ulubathı</b>	23,50 <sup>b</sup>	11,47 <sup>e</sup>	6,80 <sup>fg</sup>	13,92 <sup>b</sup>
<b>Ürünlü</b>	22,00 <sup>bc</sup>	10,85 <sup>e</sup>	8,70 <sup>f</sup>	13,85 <sup>b</sup>
<b>Gölyazı</b>	27,00 <sup>a</sup>	12,32 <sup>e</sup>	7,50 <sup>f</sup>	15,60 <sup>a</sup>
<b>Ort.</b>	22,04 <sup>a</sup>	11,47 <sup>b</sup>	7,15 <sup>c</sup>	

\*Aynı sütunda ve satırda benzer harfle gösterilen ortalamalar Duncan testine göre  $p \leq 0.05$  hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklı değildir.

Çeşit  $\times$  kuraklık interaksyonunun fide kuru ağırlığına etkisine ilişkin minimum ve maksimum değerler 5,12-27,00 mg/bitki arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.43). En yüksek ve düşük değerler sırasıyla Gölyazı çeşidinin kontrol ve Taşkent çeşidinin -4 bar uygulamalarından elde edilmiştir.

Okçu vd. (2005) ve Petrovic vd. (2016), artan osmatik basınca bağlı olarak bezelye genotiplerinde fide kuru ağırlığının azaldığını bildirmişlerdir. Pereira vd. (2020)'nin bezelye üzerinde yaptığı çalışmada epikotil kuru maddesi PEG ile oluşturulan ozmotik potansiyel  $\leq -0.8$  MPa'ya ulaştığında azalmıştır.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Farklı yem bezelyesi çeşitleri kullanılarak yapılan bu çalışma, çimlenme ve erken fide döneminde düşük sıcaklık, tuz ve kuraklık gibi abiyotik stres faktörlerine karşı yem bezelyesi çeşitlerinin gösterdikleri tepkileri belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Düşük sıcaklık çalışmaları hem tarla koşullarında hem de laboratuvar ortamında kontrollü koşullarda yürütülmüştür. Tarla koşullarında incelenen sağ kalım oranları ile boğum sayısı ve fide uzunluğu arasında negatif, klorofil ve yaprak nispi su içeriği arasında pozitif bir ilişki belirlenmiştir. Erken ekimde çeşitlerin fazla vejetatif aksam geliştirmeleri ve dolayısıyla bünyelerinde daha çok su bulundurmaları nedeniyle soğuktan daha çok etkilenmiş ve sağ kalım oranları düşmüştür. Klorofil ve yaprak nispi su içeriğindeki artışla birlikte çeşitlerin kışa dayanımı artmıştır. Çeşitlerin düşük sıcaklığa toleransını belirlemek için tarla koşullarında sağ kalım oranlarıyla kontrollü koşullarda fide uzunluğundan güvenilir sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre düşük sıcaklıklara en dayanıklı ve en hassas çeşitlerin sırasıyla Töre ve Ulubatlı olduğu söylenebilir. Ayrıca, genel olarak mor çiçekli çeşitlerin (Töre, Taşkent ve Özkaynak) beyaz çiçeklilere (Ulubatlı, Ürünlü ve Gölyazı) göre soğuk toleransı daha yüksektir. Eğer, Eskişehir koşullarında beyaz çiçekli çeşitler ekilecekse 15 Ekim'den sonra ekilmesi tavsiye edilebilir. Bununla birlikte, bu bölgede yem bezelyesi olarak hangi çeşitlerin ekileceğine verim unsurlarının da ele alındığı kapsamlı bir soğuk stresi çalışmasıyla karar verilebilir.

Tuz stresi çalışması kapsamında yem bezelyesi çeşitlerinin çimlenme özellikleri üzerine NaCl ile oluşturulan farklı tuz dozlarının etkisi araştırılmıştır. Çimlenme oranı bakımından tuzluluğa en toleranslı çeşitler Töre ve Gölyazı'dır. Ortalama çimlenme süresi en kısa olan çeşit Töre ve en uzun olan çeşit Gölyazıdır. Tuz dozlarının artmasıyla ortalama çimlenme süresi uzamıştır. Tuz stresi altında en uzun fideler Özkaynak çeşidinde ve en kısa fideler Gölyazı çeşidinde kaydedilmiştir. Bununla birlikte; fide uzunluğunda yüksek değerler bakımından Özkaynak çeşidiyle Töre, Taşkent ve Ulubatlı çeşitleri arasında önemli bir fark yoktur. Tuz dozundaki artışlar 10 dS/m sonrasında fide uzunluğunu olumsuz olarak etkilemeye başlamıştır. Fide yaş ve kuru ağırlık değerleri bakımından en yüksek değerler Gölyazı ve en düşük değerler Taşkent çeşitlerinde

kaydedilmiştir. Bununla birlikte, fide yaş ve kuru ağırlığı bakımından Töre, Özkaynak ve Ürünlü çeşitleri düşük grupta yer almıştır. Genel olarak sonuçlar değerlendirildiğinde çimlenme oranı, süresi ve fide uzunluğu açısından Töre çeşidinin tuzluluğu daha fazla tolere ettiği söylenebilir. Yine Gölyazı çeşidi yavaş çimlenmesi ve kısa fidelerine rağmen çimlenme oranı bakımından yüksek grupta yer alması, yüksek yaş ve kuru ağırlığa sahip olması nedeniyle tuzlu koşullarda ümit var bir çeşit olabilir. Kontrollü koşullarda yapılan bu çalışmayla çeşitlerin çimlenme özelliklerine bağlı olarak tuz stresine toleransları belirlenmiştir. Ancak kesin olarak bir sonuca varabilmek için bu çeşitlerin tarla koşullarında belirlenen tuz dozları altında ileri gelişim süreçleriyle birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir.

Yem bezelyesi çeşitlerine uygulanan diğer bir diğer stres faktörü PEG 6000 kullanılarak oluşturulan kuraklıktır. Bu stres faktörü altında en yüksek ve en düşük çimlenme oranı gösteren çeşitler sırasıyla Töre ve Gölyazıdır. Kuraklık stresindeki artış çimlenme oranını olumsuz etkilemiştir. Ortalama çimlenme süresi en kısa çeşit Töre ve en uzun olan çeşitler Gölyazı ve Ulubatlıdır. Kuraklık stresinin artmasıyla çimlenme süresi uzamıştır. Kuraklık stresi altında en uzun fideler Töre ve en kısa olanlar Ulubatlı çeşidinde ölçülmüştür. Fide yaş ve kuru ağırlığı bakımından en iyi çeşitler Ürünlü ve Gölyazı, en kötü çeşitler Taşkent ve Özkaynaktır.

Genel olarak, bu üç stres faktörü altında yem bezelyesi çeşitlerinin çimlenme ve erken fide özellikleri açısından durumları değerlendirildiğinde; mor çiçekli grup içerisinde yer alan Töre çeşidi üstün özellikler göstermiştir. Yine bu stres koşulları altında en hassas çeşidin Ulubatlı olduğu söylenebilir. Çimlenme ve erken fide döneminde yapılan bu gözlemler ile yem bezelyesi çeşitlerinin ön seleksiyonu yapılmıştır. Bununla birlikte, tarla ve sera koşullarında bu çeşitlerin verim öğelerini de içine alacak detaylı çalışmalar ile daha kesin sonuçlara ulaşmak mümkün olacaktır.

## KAYNAKLAR DİZİNİ

- Acar, R., Yorgancılar, M., Atalay, E. Yaman, C., 2011, Farklı tuz uygulamalarının bezelyede (*Pisum sativum* L.) bağıl su içeriği, klorofil ve bitki gelişimine etkisi, Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(3): 42-46.
- Aharoni, N., Blumenfeit, A., Richmand, A.E., 1977, Hormonal activity in detached lettuce leaves as affected by leaf water content, Plant Physiology, 59(6): 1169-1173.
- Ahmad, P., Jhon, R., 2005, Effect of salt stress on growth and biochemical parameters of *Pisum sativum* L., Archives of Agronomy and Soil Science, 51(6): 665-672. DOI: 10.1080/03650340500274151
- Ahmad, P., Jhon, R., Sarwat, M., Umar, S., 2008, Responses of proline, lipid peroxidation and antioxidative enzymes in two varieties of *Pisum sativum* L. under salt stress, International Journal of Plant Production, 2(4): 353-366.
- Annicchiarico, P., Iannucci, A., 2007, Winter survival of pea, faba bean and white lupin cultivars in contrasting Italian locations and sowing times, and implications for selection, The Journal of Agricultural Science, 145(6): 611-622. DOI: 10.1017/s0021859607007289
- Anonim, 1980. Toprak Kaynakları İl Envanter Raporları. TOPRAKSU Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Arslan, M., Aydınoglu, B., 2018, Tuzluluk (NaCl) stresinin mürdümükte (*Lathyrus sativus* L.) çimlenme ve erken fide gelişme özelliklerine etkisi, Akademik Ziraat Dergisi, s.49-54. DOI: 10.29278/azd.440646
- 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.
- Ateş, 2016, Determining drought tolerance of new fodder pea and persian clover genotypes at the germination and early seedling stages, Fresenius Environmental Bulletin, 25(12A): 6020-6029.
- Avcı, S., Şahan, S., Kaya, M.D., 2018, Determination of salt-stress response in forage pea cultivars during germination and early seedling growth, 2nd International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies (ICAFOF), Çeşme/İzmir (Turkey), 2-5 April 2018, s: 88-94.
- Aydınşakir, K., Erdurmuş, C., Büyüктаş, D., Çakmakçı, S., 2012, Tuz (NaCl) stresinin bazı silajlık sorgum (*Sorghum bicolor* L.) çeşitlerinin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkileri, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 25(1): 47-52.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Balestrasse, K.B., Tomaro M.T., Batlle, A., Noriega G.O., 2010, The role of 5-aminolevulinic acid in the response to cold stress in soybean plants, *Phytochemistry*, 71(17-18): 2038-2045. DOI: 10.1016/j.phytochem.2010.07.012
- Bernstein, L., 1963, Osmotic Adjustment Of Plants To Saline Media. II. Dynamic Phase, *American Journal of Botany*, 50(4): 360-370. DOI: 10.1002/j.1537-2197.1963.tb07204.x
- Bezirganoglu, I., Uysal, P., Yiğit, O.R., 2018, Cold stress resistance and the antioxidant enzyme system in *Pisum sativum*. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 28(2): 561-567.
- Bilgili, U., Budaklı Çarpıcı, E., Aşık, B.B., Çelik, N., 2011, Root and shoot response of common vetch (*Vicia sativa* L.), forage pea (*Pisum sativum* L.) and canola (*Brassica napus* L.) to salt stress during early seedling growth stages. *Turkish Journal of Field Crops*, 16(1): 33-38.
- Blum, A., Jordan W.R., 1985, Breeding crop varieties for stress environments, *Critical Reviews in Plant Sciences*, 2(3): 199-238. DOI: 10.1080/07352688509382196
- Boukhatem, Z. F., Domergue, O., Bekki, A., Merabet, C., Sekkour, S., Bouazza, F., Duponnois, R., Lajudie, P., Galiana, A., 2012, Symbiotic characterization and diversity of rhizobia associated with native and introduced acacias in arid and semi-arid regions in Algeria, *FEMS Microbiology Ecology*, 80(3): 534-547. DOI: 10.1111/j.1574-6941.2012.01315.x
- Bourion, V., Lejeune-Henaut, I., Munier-Jolain, N., Salon, C., 2003, Cold acclimation of winter and spring peas: carbon partitioning as affected by light intensity, *European Journal of Agronomy*, 19(4): 535-548. DOI: 10.1016/s1161-0301(03)00003-0
- Charlton, A.J., Donarski, J.A., Harrison, M., Jones, S.A., Godward, J., Oehlschlager, S., Arques, J.L., Ambrose, M.K., Chinoy, C., Mullineaux, P.M., Domoney, C., 2008, Responses of the pea (*Pisum sativum* L.) leaf metabolome to drought stress assessed by nuclear magnetic resonance spectroscopy, *Metabolomics*, 4(4): 312-327. DOI: 10.1007/s11306-008-0128-0
- Coons, J.M., Kuehl, R.O., Simons, N.R., 1990, Tolerance of ten lettuce cultivars to high temperature combined with NaCl during germination, *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 115(6): 1004-1007. DOI: 10.21273/jashs.115.6.1004
- Croser, J.S., Clarke, H.J., Siddique, K.H.M., Khan, T.N., 2003, Low-Temperature stress: Implications for chickpea (*Cicer arietinum* L.) improvement, *Critical Reviews in Plant Sciences*, 22(2): 185-219. DOI: 10.1080/713610855



### KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Cummins, W.R., 1973, The metabolism of abscisic acid in relation to its reversible action on stomata in leaves of *Hordeum vulgare* L., *Planta*, 114(2): 159-167, DOI: 10.1007/bf00387473
- Çaçan, E., Aydın, A., Başbuğ, M., 2014, Korunan ve otlatılan iki farklı doğal alanın botanik kompozisyon açısından karşılaştırılması, *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(2): 1734-1741.
- Demirkol, G., Yılmaz, N., Önal Aşçı, Ö., 2019, Tuz stresinin yem bezelyesi (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) seçilmiş genotipinde çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkileri, *Kahramanmaraş Sütçü imam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(3): 354-359. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.455439
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F., 1987, Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik metodları-II), Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 1021, Ders Kitabı: s.295.
- El-Esawi, M., Al-Ghamdi, A., Ali, H., Alayafi, A., Witczak, J., Ahmad, M., 2018, Analysis of genetic variation and enhancement of salt tolerance in French pea (*Pisum Sativum* L.), *International Journal of Molecular Sciences* 19(8): 2433. DOI: 10.3390/ijms19082433
- Erdoğan Bayram, S., 2018, Su stresi ve bitkilerde su stresine bağlı fizyolojik değişimler, *Tralleis Elektronik Dergisi*, 3(2): 219-228.
- Ertekin, İ., Yılmaz Ş., Atak, M., Can, E., Çelikleş, N., 2017, Tuz stresinin bazı yaygın fiğ (*Vicia sativa* L.) çeşitlerinin çimlenmesi üzerine etkileri, *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(2): 10-18.
- Geren, H., Alan, Ö., 2012, Bezelyede (*Pisum sativum* L.) farklı ekim zamanlarının tane verimi ve diğer bazı tarımsal özellikler üzerine etkisi, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 49(2): 127-134.
- Ghoulam, C., Fares, K., 2001, Effect of salinity on seed germination and early seedling growth of sugar beet (*Beta vulgaris* L.), *Seed Science and Technology*, 29(2), 357-364.
- Gündoğdu, Y., 2006, Farklı ekim zamanı uygulamalarının bezelye (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.)'de verim ve verim öğelerinin etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Hampton, J.G., TeKrony, D.M., 1995, Handbook of vigour test methods, The International Seed Testing Association, Zurich (Switzerland).

### KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Hao, W., Arora, R., Yadav A.K., Joshee, N., 2009, Freezing tolerance and cold acclimation in Guava (*Psidium guajava* L.), HortScience, 44(5): 1258-1266. DOI: 10.21273/hortsci.44.5.1258
- Hernández, J.A., Jiménez, A., Mullineaux, P., Sevilla, F., 2000, Tolerance of pea (*Pisum sativum* L.) to long-term salt stress is associated with induction of antioxidant defences, Plant, Cell and Environment, 23(8): 853-862. DOI: 10.1046/j.1365-3040.2000.00602.x
- Homer, A., Şahin, M., Küçüközdemir, Ü., 2016, Evaluation of pea (*Pisum sativum* L.) germplasm for winter hardiness in Central Anatolia, Turkey, using field and controlled environment, Czech Journal of Genetics and Plant Breeding, 52(2): 55-63. DOI: 10.17221/186/2015-cjgpb
- Hsiao, T.C., 1973, Plant responses to water stress, Annual Review of Plant Physiology, 24(1): 519-570. DOI: 10.1146/annurev.pp.24.060173.002511
- ISTA, 2018, International rules for seed testing, International Seed Testing Association, Basserdorf, Switzerland.
- Jovanović, Z., Stanisavljevic, N., Mikic, A., Radovic, S., Maksimovic, V., 2013, The expression of drought responsive element binding protein related gene from pea (*Pisum sativum* L.) as affected by water stress, Australian Journal of Crop Science, 7(10): 1590-1596.
- Kang, J., Xie, W., Sun, Y., Yang, Q., Wu, M., 2010, Identification of genes induced by salt stress from *Medicago truncatula* L. seedlings. African Journal of Biotechnology, 9(45): 7589-7594.
- Kara, B., Uysal, N., 2010, Farklı tuzluluk (NaCl) konsantrasyonlarının buğdayın kök ve sürgün organlarının ilk gelişim aşamalarına etkisi, Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 25: 37-43.
- Karaköy, T., Demirbaş, A., Yörük, V., Toklu, F., Baloch, F.S., Ton, A., Anlarsa, A.E., Özkan, H., 2016, Sivas ekolojik koşullarında soğuğa dayanıklı bezelye (*Pisum sativum* ssp. *sativum* L. ve ssp. *arvense* L.) genotiplerinin belirlenmesi, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 25(1): 171. DOI: 10.21566/tarbitderg.280351
- Karaman, R., Kaya, M., 2017, Mercimeğe (*Lens esculanta* Moench) uygulanan farklı klor tuzu ve dozlarının kimi ilk gelişme özelliklerine etkisi, Tarım Bilimleri Dergisi, 23: 10-21.
- Karaoğlu, M., Yalçın A.M., 2018, Toprak tuzluluğu ve Iğdır Ovası örneği, Journal of Agriculture, 1(1): 27-41.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Kaur, G., Kumar, S., Nayyar, H., Upadhyaya, H.D., 2008, Cold stress injury during the pod-filling phase in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, DOI: 10.1111/j.1439-037x.2008.00336.x
- Kozłowski, T.T., Pallardy, S.G., 1997, Preface, *Growth Control in Woody Plants*, 11(13), DOI: 10.1016/b978-012424210-4/50000-0
- Kratsch, H.A., Wise, R.R., 2000, The ultrastructure of chilling stress, *Plant, Cell ve Environment*, 23(4): 337-350. DOI: 10.1046/j.1365-3040.2000.00560.x
- Kutlar Yaylalı, İ., Çiftçi, N., 2008, Tuzlu suların tarımda kullanımı ve domates yetiştiriciliğinde verime etkisi, *Konya Kapalı Havzası Yeraltı Suyu ve Kuraklık Konferansı Bildiriler Kitabı, D.S.İ. IV. Bölge Müdürlüğü*, 11-12 Eylül, s: 355-367.
- Leonforte, A., Forster, J.W., Redden, R.J., Nicolas, M.E., Salisbury, P.A., 2012, Sources of high tolerance to salinity in pea (*Pisum sativum* L.), *Euphytica*, 189(2): 203-216. DOI: 10.1007/s10681-012-0771-4
- Levitt, J., 1980, Responses of plants to environmental stresses, Volume II. Water, radiation, salt, and other stresses (No. Ed. 2), Academic Press..
- Liu, F., Stützel, H., 2004, Biomass partitioning, specific leaf area, and water use efficiency of vegetable amaranth (*Amaranthus* spp.) in response to drought stress, *Scientia Horticulturae*, 102(1): 15-27. DOI: 10.1016/j.scienta.2003.11.014
- Livne, A., Vaadia, Y., 1965, Stimulation of transpiration rate in barley leaves by kinetin and gibberellic acid, *Physiologia Plantarum*, 18(3): 658-664. DOI: 10.1111/j.1399-3054.1965.tb06926.x
- Macherel, D., Tolleter, D., Benamar, A., Stupnikova, İ., Borovskii, G., Jaquinod, M., Mangavel, C., Passirani, C., Saulnier, P., Goloubinoff, P., Avelange-Macherel, M-H., 2006, Function and stress tolerance of seed mitochondria, *Cryobiology*, 53(3): 371-372. DOI: 10.1016/j.cryobiol.2006.10.013
- Mani, F., 2015, Effect of salt stress on physiological attributes of pea (*Pisum sativum*). *International Journal of Agricultural Science and Research*, 5(1): 29-41.
- Mansour, M.M.F., 1994, Changes in growth, osmotic potential and cell permeability of wheat cultivars under salt stress, *Biologia Plantarum*, 36(3): 429-434. DOI: 10.1007/bf02920944
- Mahajan, S., Tuteja, N., 2005, Cold, salinity and drought stresses: An overview, *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 444(2): 139-158. DOI: 10.1016/j.abb.2005.10.018
- Michel, B.E., Kaufmann, M.R., 1973, The osmotic potential of polyethylene glycol 6000, *Plant Physiology*, 51(5): 914-916. DOI: 10.1104/pp.51.5.914

### KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Mishra, B., Tyagi, N.K. 1996, Highlights of research on crops and varieties for salt affected soils, Technical Bulletin Published by CSSRI, Karnal, p.1-28.
- Munns, R., Termaat A., 1986, Whole-Plant responses to salinity, Functional Plant Biology, 13(1): 143. DOI: 10.1071/pp9860143
- Muscolo, A., Sidari, M., Anastasi, U., Santonoceto, C., Maggio, A., 2013, Effect of PEG-induced drought stress on seed germination of four lentil genotypes, Journal of Plant Interactions, 9(1): 354–363. DOI: 10.1080/17429145.2013.835880
- Nayyar, H., Gupta, D., 2006, Differential sensitivity of C3 and C4 plants to water deficit stress: Association with oxidative stress and antioxidants, Environmental and Experimental Botany, 58(1-3): 106–113. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2005.06.021
- Naz, F., Gül, H., Hamayun, M., Sayyed, A., Sherwani, H., Sherwani, S.K., 2014, Effect of NaCl stress on *Pisum sativum* germination and seedling growth with the influence of seed priming with potassium (KCL and KOH), American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, 14 (11): 1304-1311. DOI: 10.5829/idosi.aej.2014.14.11.748
- 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(4): 237-242.
- Önal Aşçı, Ö., Üney, H., 2016, Farklı tuz yoğunluklarının Macar Fiğinde (*Vicia pannonica* Crantz) çimlenme ve bitki gelişimine etkisi, Akademik Ziraat Dergisi, 5(1): 29-34.
- Önder, M., Ceyhan, E., 2001, Orta Anadolu şartlarında farklı ekim zamanlarında ekilen bezelye (*Pisum sativum* L.) çeşitlerinde tane verimi ile bazı morfolojik özellikler arasındaki ilişkiler, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15(25), 173-183.
- Özel, S.D., Gökkuş, A., Alatürk, F., 2016, Farklı sulama seviyelerinin Macar Fiği (*Vicia pannonica* Crantz.) ve yem bezelyesinin (*Pisum arvense* L.) gelişimine Etkileri/Effects of Different Irrigation Levels on Growth of Hungarian Vetch (*Vicia pannonica* Crantz.) and Field Pea (*Pisum arvense* L.). Alinteri Ziraat Bilimler Dergisi, 30(1): 46-52.
- Özkurt, M., Saygılı, İ., Özdemir Dirik, K., 2018, Bazı Yonca (*Medicago sativa* L.) çeşitlerinin erken gelişme dönemindeki tuz toleransının belirlenmesi, International Journal of Agricultural and Natural Sciences, 1(3): 251-258.
- Pandolfi, C., Mancuso, S., Shabala, S., 2012, Physiology of acclimation to salinity stress in pea (*Pisum sativum*), Environmental and Experimental Botany, 84: 44-51. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2012.04.015

### KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Pavlović, D., Nikolić, B., Djurovic, S., Waisi, H., Andjelkovic, A., Marisavljevic, D., 2014, Chlorophyll as a measure of plant health: Agroecological aspects, *Pesticidi i fitomedicina*, 29(1): 21-34. DOI: 10.2298/pif1401021p
- Pearce, R.S., 1999, Molecular analysis of acclimation to cold, *Plant growth regulation*, 29(1-2): 47-76.
- Pereira, Isabella C., Catão, Hugo C.R.M., Caixeta, F., 2020, Seed physiological quality and seedling growth of pea under water and salt stress, *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 24(2): 95-100. DOI: 10.1590/1807-1929/agriambi.v24n2p95-100
- Petrovic, G., Jovicic, D., Nikolic, Z., Tamindzic, G., Ignjatov, M., Milosevic, D., Milosevic, B., 2016, Comparative study of drought and salt stress effects on germination and seedling growth of pea, *Genetika*, 48(1): 373-381. DOI: 10.2298/gensr1601373p
- Qadir, M., Quillerou, E., Nangia, V., Murtaza, G., Singh, M., Thomas, R.J., Drechsel, P., Noble, A.D., 2014, Economics of salt-induced land degradation and restoration, *Natural Resources Forum*, 38(4): 282–295. DOI: 10.1111/1477-8947.12054
- Rab, A., Saltveit, M.E., 1996, Differential chilling sensitivity in cucumber (*Cucumis sativus*) seedlings, *Physiologia Plantarum*, 96(3): 375-382. DOI: 10.1034/j.1399-3054.1996.960304.x
- Raveneau, M.P., Coste, F., Moreau-Valancogne, P., Lejeune-Hénaut, I., Durr, C., 2011, Pea and bean germination and seedling responses to temperature and water potential, *Seed Science Research*, 21(3): 205-213. DOI: 10.1017/s0960258511000067
- Rodriguez-Maribona, B., Tenorio, J.L., Conde, J.R., Ayerbe, L., 1992, Correlation between yield and osmotic adjustment of peas (*Pisum sativum* L.) under drought stress, *Field Crops Research*, 29(1): 15-22. DOI: 10.1016/0378-4290(92)90072-h
- Saltveit, M.E., Morris, L.L., 1990, Overview on chilling injury of horticultural crops. *Chilling injury of horticultural crops*, 1: 3-15.
- Shahid, M.A., Pervez, M.A., Balal, R.M., Abbas, T., Ayyub, C.M., Mattson, N.S., Riaz, A., Iqbal, Z., 2012, Screening of pea (*Pisum sativum* L.) genotypes for salt tolerance based on early growth stage attributes and leaf inorganic osmolytes, *Australian Journal of Crop Science*, 6(9): 1324-1331.
- Sincik, M., Bilgili, U., Uzun, A., Açıkgöz, E., 2004, Effect of low temperatures on the germination of different field pea genotypes, *Seed Science and Technology*, 32(2): 331-339. DOI: 10.15258/sst.2004.32.2.06

### KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Stavang, J.A., Lindgård, B., Erntsen, A., Lid, S.E., Moe, R., Olsen, J.E., 2005, Thermoperiodic stem elongation involves transcriptional regulation of gibberellin deactivation in pea, *Plant Physiology*, 138(4): 2344-2353. DOI: 10.1104/pp.105.063149
- Strogonov, B.P., 1965, Physiological basis of salt tolerance of plants, *Soil Science*, 99(5): 356. DOI: 10.1097/00010694-196505000-00018
- Soengas, P., Rodríguez, V.M., Velasco, P., Cartea, M.E., 2018, Effect of temperature stress on antioxidant defenses in *Brassica oleracea*. *ACS Omega*, 3(5): 5237–5243. DOI: 10.1021/acsomega.8b00242
- Sönmez, B. (2003). Türkiye Çoraklık Kontrol Rehberi. TC. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü, Teknik Yayın: (33).
- Şentürk, B., Sivritepe, H.Ö., 2015, Bezelye (*Pisum sativum* L.) Tohumlarında NaCl ile yapılan priming uygulamaları için en uygun protokolün belirlenmesi, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29(2): 95-105.
- Tan, M., Kadioğlu, S., 2014, Erzurum şartlarında farklı tarihlerde kışlık ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin verim ve bazı özellikleri, *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 27(1): 25-32.
- Tanaka, R., Nakano, H., 2019, Barley Yield response to nitrogen application under different weather conditions, *Scientific Reports*, 9(1): 8477. DOI: 10.1038/s41598-019-44876-y
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I.M., Murphy, A., 2015, *Plant physiology and development*, Sinauer Associates.
- Tekin, N.B., 2018, F2 populasyonundaki bezelye hatlarının soğuğa dayanıklılıklarının belirlenmesi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Tiryaki, İ., 2016, Yonyada (*Medicago sativa* L.) kuraklık stresi ve tolerantlık mekanizması, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 19(3): 296-304.
- Tiryaki, İ., 2018, Bazı tarla bitkilerin tuz stresine gösterdikleri adaptasyon mekanizmaları, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(5): 800-809. DOI: 10.18016/ksudobil.325374
- Tsegay, B.A., Andargie, M., 2018, Seed priming with gibberellic acid (GA3) alleviates salinity induced inhibition of germination and seedling growth of *Zea mays* L., *Pisum sativum* var. *abyssinicum* A. Braun and *Lathyrus sativus* L. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 21(3): 261–267. DOI: 10.1007/s12892-018-0043-0

### KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Turan, Ö., Ekmekçi, Y., 2008, Soğuk stresinin bitkiler üzerine etkileri ve tolerans mekanizmaları, *Anadolu University Journal of Sciences ve Technology*, 9(2): 177-198.
- Umezawa, T., Shimizu, K., Kato, M., Ueda, T., 2000, Enhancement of salt tolerance in soybean with NaCl pretreatment, *Physiologia Plantarum*, 110(1): 59-63. DOI: 10.1034/j.1399-3054.2000.110108.x
- Van Hoorn, J.W., Katerji, N., Hamdy, A., Mastrorilli, M., 2001, Effect of salinity on yield and nitrogen uptake of four grain legumes and on biological nitrogen contribution from the soil, *Agricultural Water Management*, 51(2): 87-98. DOI: 10.1016/s0378-3774(01)00114-7
- Wang, H., Huo, Z., Zhou, G., Liao, Q., Feng, H., ve Wu, L., 2016, Estimating leaf SPAD values of freeze-damaged winter wheat using continuous wavelet analysis, *Plant Physiology and Biochemistry*. 98: 39-45. DOI: 10.1016/j.plaphy.2015.10.032.
- White, J.W., Montes-R, C., 1993, The influence of temperature on seed germination in cultivars of common bean, *Journal of Experimental Botany*, 44(12): 1795-1800. DOI: 10.1093/jxb/44.12.1795
- Yılmaz, E., Tuna, A.L., Bürün, B., 2011, Bitkilerin tuz stresi etkilerine karşı geliştirdikleri tolerans stratejileri/Tolerance strategies developed by plants to the effects of salt stress, *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7(1): 47-66.
- Yordanov, I., Georgieva, K., Tsonev, T., Velikova, V., 1996, Effect of cold hardening on some photosynthetic characteristics of pea (*Pisum sativum* L., cv. RAN 1) plants, *Bulgarian Journal of Plant Physiology*, 22(1-2): 13-21.
- Zahran, H., 2001, Rhizobia from wild legumes: diversity, taxonomy, ecology, nitrogen fixation and biotechnology, *Journal of Biotechnology*, 91(2-3): 143-153. DOI: 10.1016/s0168-1656(01)00342-x
- Zahran, H.H., Sprent, J.I., 1986, Effects of sodium chloride and polyethylene glycol on root-hair infection and nodulation of *Vicia faba* L. plants by *Rhizobium leguminosarum*, *Planta*, 167(3): 303-309. DOI: 10.1007/bf00391332
- Zhang, X., Wan, S., Hao, J., Hu, J., Yang, T., Zong, X., 2016, Large-scale evaluation of pea (*Pisum sativum* L.) germplasm for cold tolerance in the field during winter in Qingdao, *The crop journal*, 4(5): 377-383.