

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
TARLA BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI



**EKİM ÖNCESİ TOHUM UYGULAMALARININ VE
ÇİMLENME-ÇIKIŞ DÖNEMİNDEKİ ÜŞÜME STRESİNİN
FASULYE (*Phaseolus vulgaris*)'DE BAZI TARIMSAL
KARAKTERLER VE TANE VERİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Yüksek Lisans Tezi

Tuba ÖZTÜRKOĞLU

Danışman

Prof. Dr. Erkut PEKŞEN

SAMSUN
2021

TEZ KABUL VE ONAYI

Tuba ÖZTÜRKOĞLU tarafından, Prof. Dr. Erkut PEKŞEN danışmanlığında hazırlanan “Ekim Öncesi Tohum Uygulamalarının ve Çimlenme-Çıkış Dönemindeki Üşüme Stresinin Fasulye (*Phaseolus vulgaris*)’de Bazı Tarımsal Karakterler ve Tane Verimi Üzerine Etkileri” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 25.2.2021 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı Adı Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	İmza	Sonuç
Başkan	Prof. Dr. Nuri YILMAZ Ordu Üniversitesi Tarla Bitkileri Anabilim Dalı		<input checked="" type="checkbox"/>
			Kabul
			<input type="checkbox"/>
			Ret
Üye (Danışman)	Prof. Dr. Erkut PEKŞEN Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tarla Bitkileri Anabilim Dalı		<input checked="" type="checkbox"/>
			Kabul
			<input type="checkbox"/>
			Ret
Üye	Prof. Dr. Hatice BOZOĞLU Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tarla Bitkileri Anabilim Dalı		<input checked="" type="checkbox"/>
			Kabul
			<input type="checkbox"/>
			Ret

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

ONAY

... / ... / ...

Prof. Dr. Ali BOLAT
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım Yüksek Lisans tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

İmza
19 /01 / 2021
Tuba ÖZTÜRKOĞLU

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı: Ekim Öncesi Tohum Uygulamalarının ve Çimlenme-Çıkış Dönemindeki Üşüme Stresinin Fasulye (*Phaseolus vulgaris*)'de Bazı Tarımsal Karakterler ve Tane Verimi Üzerine Etkileri

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 19 OCAK 2021 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 10

Tek kaynak oranı : % 2 çıkmıştır.

İmza
19 /01 / 2021
Prof. Dr. Erkut PEKŞEN

ÖZET

EKİM ÖNCESİ TOHUM UYGULAMALARININ ve ÇİMLENME-ÇIKIŞ DÖNEMİNDEKİ ÜŞÜME STRESİNİN FASULYE (*Phaseolus vulgaris*)’DE BAZI TARIMSAL KARAKTERLER ve TANE VERİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Tuba ÖZTÜRKOĞLU

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Yüksek Lisans, Şubat/20201

Danışman: Prof. Dr. Erkut PEKŞEN

Bu çalışma, ekimden önce tohumları saf su (hidropriming : HP) ve CaCl₂'nin %1, 1.5 ve 2'lik dozları ile ön-uygulama (priming) işlemine tabi tutulan ve çimlenme-çıkış döneminde üşüme stresine maruz kalan Yunus 90 ve Göynük-98 fasulye çeşitlerinin bazı tarımsal karakterler ve tane verimi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışma şansa bağlı parseller deneme desenine göre 4 tekrarlamalı ve faktöriyel olarak Temmuz-Ekim 2019 döneminde yürütülmüştür. Bir grup bitki üşüme stresine maruz bırakılmadan tamamıyla açık havada dış ortam koşullarında yetiştirilirken, üşüme stresine maruz bırakılacak bitkiler çimlenme ve çıkış sürecinde kontrollü koşullara sahip bitki büyütme odasında 15° C/15°C (gündüz/gece) sıcaklık derecelerinde 10 gün boyunca üşüme stresine maruz bırakılmış, daha sonra açık hava koşullarına alınarak yetiştirilmeye devam edilmiştir. Her iki grupta da hiçbir ön işlem yapılmadan doğrudan ekilen tohumlar kontrol uygulaması olarak kabul edilmişlerdir. Saksı denemeleri kuru tohum hasadına kadar devam ettirilmiş ve iki fasulye çeşidinin de üşüme stresine tepkilerini belirlemek amacıyla bitki boyu (cm), ilk bakla yüksekliği (cm), bitkide bakla sayısı (adet/bitki), bakla boyu (cm), ortalama tohum ağırlığı (g/tohum), tohum uzunluğu (cm), tohum genişliği (cm), bitki başına tohum sayısı (adet/bitki), kök ve sap kuru ağırlığı (g/bitki), bitki başına biyolojik verimi (g/bitki), yaprak SPAD değerleri, bitki başına verim (g/bitki) ve hasat indeksi (%) tespit edilmiştir. Fasulyede bitki başına tane verimine etkileri bakımından uygulamalar arasında önemli (p<0.05) derecede farklılıklar tespit edilmiş, CaCl₂ 'nin %1'lik uygulaması hariç, HP dahil tüm uygulamalar kontrole göre bitki başına tane verimini önemli derecede artırmıştır. Çimlenme-çıkış döneminde ortaya çıkan üşüme stresi, bitki başına veriminin, normal koşullarda yetiştirilen bitkiledikine göre önemli derecede azalmasına (%24.96) neden olmuştur.

Anahtar Sözcükler: Üşüme stresi, ön-uygulama, priming, fasulye, stres

ABSTRACT

THE EFFECTS OF PRE-PLANTING SEED APPLICATIONS AND CHILL STRESS DURING GROWING-OUTPUT ON SOME AGRICULTURAL CHARACTERS AND GRAIN YIELD IN BEAN (*Phaseolus vulgaris*)

Tuba ÖZTÜRKOĞLU

Ondokuz Mayıs University

Institute of Graduate Studies

Department of Field Crops

Master, February/2021

Supervisor: Prof. Dr. Erkut PEKŞEN

This study was conducted to determine the effects of Yunus 90 and Göynük-98 bean varieties, which were subjected to pre-treatment with distilled water (hydropriming) and CaCl₂ doses (1, 1.5 and 2%) and also exposed chilling stress during germination-seedling emergence period before planting, on seedling cultivation, grain yield and some agricultural characters. The study was carried out in the growing period of 2018-2019 (June-October) with 4 replications and factorial according to the plot of chance design. Control plants were grown in greenhouse conditions at an average temperature of 22 °C / 16 °C (day/night) without being exposed to chilling stress, while plants to be exposed to chill stress were grown at 15 °C in a controlled plant growth room. Pot experiments continued until dry seed harvest and characteristics were determined in order to determine the response of both bean varieties to chill stress. For this purpose, plant height (cm), first pod height (cm), number of pods per plant (pieces), pod height (cm), seed weight (gr), seed length (cm), seed width, number of seeds per plant (units), root and stem dry weight (g/plant), yield per plant (g), biological yield per plant (g), leaf chlorophyll content (SPAD value) and harvest index (%) were determined. Analysis of variance was performed in terms of the traits examined in the mentioned varieties after harvest. It has been determined that the pretreatment process has significant effects on seedling growth and grain yield in plants exposed to chilling stress. The chill stress application caused an increase in the grain yield of the stress application (7.47 g/plant) as a result of the effect of the pre-application compared to the grain yield (3.50 g/plant) obtained in the control applications. Practice has shown that bean seedlings stimulate various growth directions. Therefore, it can be concluded that CaCl₂ pretreatment can reduce the negative effects of chilling stress in beans. Chilling stress occurred in germination-seedling emergence caused significant decrease in seed yield per plant (24.96%) when compared to seed yield obtained from plants growth under unstressed conditions.

Keywords: Chill stress, pre-treatment, priming, bean, stress

ÖN SÖZ VE TEŞEKKÜR

Lisansüstü eğitimim süresince akademik çalışmalarında beni bilgi ve tecrübeleriyle destekleyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Erkut PEKŞEN'e teşekkür eder, saygılar sunarım. Çalışmalarım süresince yardımcı olan ve destekleyen Prof. Dr. Aysun PEKŞEN'e ve laboratuvarını bana açan sayın hocam Prof. Dr. Orhan KURT'a ve ekibine teşekkür ederim.

Buralara gelmemi sağlayan, her daim yardımlarını eksik etmeyen, maddi ve manevi destekçim olan canım ailem babam ve annem Mustafa, Hatice ÖZTÜRKOĞLU'na, her zaman yol gösteren abilerim Ahmet ve Gökhan ÖZTÜRKOĞLU'na, her zaman yanımda olan kıymetli ablalarım Fatma ÇETİNKAYA ve Songül ÖZTÜRKOĞLU'na, çalışmalarım esnasında bana destek olan tüm değerli dostlarıma ve bana çalışmalarında yardımcı olan lisans öğrencisi arkadaşlarıma sonsuz minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

Tuba ÖZTÜRKOĞLU

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iii
ABSTRACT.....	iv
ÖN SÖZ VE TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
TABLolar DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	16
3.1. Araştırma Yerinin İklim Özellikleri.....	16
3.2. Araştırmada Kullanılan Toprağın Özellikleri.....	16
3.3. Materyal	17
3.4. Yöntem.....	18
3.4.1. Tohum Ön-uygulamaları (Priming).....	18
3.4.2. Denemenin Kurulması ve Yürütülmesi.....	19
3.4.3. Ekim ve Bakım.....	20
3.4.4. Hasat ve Harman	21
3.4.5. Yapılan Gözlem ve Ölçümler.....	22
3.4.5.1. Bitki Boyu (cm).....	22
3.4.5.2. İlk Bakla Yüksekliği (cm).....	22
3.4.5.3. Bitkide Bakla Sayısı (bakla/bitki).....	22
3.4.5.4. Bakla Boyu (cm).....	22
3.4.5.5. Ortalama Tohum Ağırlığı (g/tohum).....	22
3.4.5.6. Tohum Uzunluğu (cm).....	22
3.4.5.7. Tohum Genişliği (cm).....	23
3.4.5.8. Bitki Başına Tohum Sayısı (adet/bitki).....	23
3.4.5.9. Kök Kuru Ağırlığı (g).....	23
3.4.5.10. Sap Kuru Ağırlığı (g).....	23
3.4.5.11. Bitki Başına Biyolojik Verim (g).....	23
3.4.5.12. Yaprak Klorofil İçeriği (SPAD).....	23
3.4.5.13. Bitki Başına Verimi (g/bitki).....	24
3.4.5.14. Hasat İndeksi (%).....	24
3.4.6. İstatistiksel Değerlendirme	24
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	25
4.1. Agronomik ve Fizyolojik Özellikler	25
4.1.1. Bitki Boyu (cm).....	25
4.1.2. İlk Bakla Yüksekliği (cm)	26
4.1.3. Bitkide Bakla Sayısı (adet/bitki)	28
4.1.4. Bakla Boyu (cm)	29
4.1.5. Ortalama Tohum Ağırlığı (g/tohum).....	30
4.1.6. Tohum Uzunluğu (cm).....	32
4.1.7. Tohum Genişliği (cm).....	32
4.1.8. Bitki Başına Tohum Sayısı (adet/bitki).....	34
4.1.9. Kök Kuru Ağırlığı (g/bitki).....	35
4.1.10. Sap Kuru Ağırlık (g/bitki).....	36
4.1.11. Bitki Başına Biyolojik Verim (g/bitki).....	37
4.1.12. Fasulye Yapraklarının 10 Gün Üşüme Stresi Uygulandıktan Sonraki SPAD Değerleri	39

4.1.13. Fasulye Yapraklarının Üşüme Stresi Uygulaması Sona Erdikten 5 Gün Sonraki SPAD Değerleri.....	40
4.1.14. Bitki Başına Verim (g/bitki)	41
4.1.15. Hasat İndeksi (%)	43
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	46
KAYNAKLAR.....	49
ÖZGEÇMİŞ	59



SİMGELER VE KISALTMALAR

SİMGELER

CaCl ₂	Kalsiyum klorür
µmol/m	Mikromol/metrekaire
µs/cm	Mikrosiemens/santimetre

KISALTMALAR

Ç	Çeşit
F	Cetvel değeri
G	Göynük-98
HP	Hidropriming
K	Kontrol
N	Stressiz koşullar
P	Priming
S	Stres faktörü
SD	Serbestlik derecesi
SPAD	Soil Plant Analysis Development
ÜS	Üşüme stresi
VK	Varyasyon kaynakları
Y	Yunus-90

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1.	Denemede kullanılan Yunus-90 (a) ve Göynük-98 (b) fasulye çeşitleri.....	18
Şekil 3.2.	Fasulye tohumlarına CaCl ₂ (%1, 1.5 ve 2) çözeltisi ile tohum ön uygulama (a) ve oda sıcaklığında kurutma işlemi (b)	18
Şekil 3.3.	Ekim yapıldıktan sonra açık hava koşullarında (a) ve kontrollü büyütme odasında üşüme stresi altında (b) tohum çimlenme ve fide çıkışlarını takip etmek için hazırlanan saksılar	19
Şekil 3.4.	Çimlenme ve çıkış döneminde kontrollü koşullara sahip bitki büyütme odasında üşüme stresi (ÜS) uygulanan (a) ve çimlenme ve çıkış dönemlerini açık hava koşullarında (b) tamamlayan fasulye bitkileri.....	19
Şekil 3.5.	Çimlenme ve çıkış döneminde üşüme stresi uygulandıktan sonra açık hava koşullarına çıkarılan (sağda) ve bu dönemi tamamıyla açık alanda geçiren bitkilerin (solda) birlikte görünümü.....	20
Şekil 3.6.	Denemede kullanılmak üzere elenmiş toprak (a) ve yanmış çiftlik gübresi (b).....	20
Şekil 3.7.	Ekim sonrasında saksıların sulanması	21
Şekil 3.8.	Tohum hasat olgunluğuna gelmiş fasulye bitkileri	21
Şekil 3.9.	Fasulyede bitki boyu ve ilk bakla yüksekliğinin ölçümü	22
Şekil 3.10.	Klorofilmetre ile fasulye yapraklarında SPAD değerlerinin ölçülmesi	24

TABLolar DİZİNİ

Tablo 4.1.	Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl_2 ile yapılan priming uygulamalarının bitki boyu (cm) üzerine etkileri.....	25
Tablo 4.2.	Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl_2 ile yapılan priming uygulamalarının ilk bakla yüksekliği (cm) üzerine etkileri	27
Tablo 4.3.	Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl_2 ile yapılan priming uygulamalarının bitkide bakla sayısı (adet/bitki) üzerine etkileri	28
Tablo 4.4.	Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl_2 ile yapılan priming uygulamalarının bakla boyu (cm) üzerine etkileri	29
Tablo 4.5.	Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl_2 ile yapılan priming uygulamalarının bakla boyuna (cm) ait stres faktörü x priming interaksiyon ortalamaları.....	30
Tablo 4. 6.	Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl_2 ile yapılan priming uygulamalarının ortalama tohum ağırlığı (g/tohum) üzerine etkileri	31
Tablo 4.7.	Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl_2 ile yapılan priming uygulamalarının tohum uzunluğu (cm) üzerine etkileri.....	32
Tablo 4. 8.	Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl_2 ile yapılan priming uygulamalarının tohum genişliği (cm) üzerine etkileri	33
Tablo 4.9.	Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl_2 ile yapılan priming uygulamalarının bitki başına tohum sayısı (adet/bitki) üzerine etkileri	34
Tablo 4.10.	Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl_2 ile yapılan priming uygulamalarının bitki başına tohum sayısına (adet/bitki) ait stres faktörü x priming interaksiyon ortalamaları.....	35
Tablo 4.11.	Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl_2 ile yapılan priming uygulamalarının kök kuru ağırlığı (g/bitki) üzerine etkileri.....	36
Tablo 4.12.	Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl_2 ile yapılan priming uygulamalarının sap kuru ağırlığı (g/bitki) üzerine etkileri	37
Tablo 4.13.	Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl_2 ile yapılan priming uygulamalarının bitki başına biyolojik verim (g/bitki) üzerine etkileri	38
Tablo 4.14.	Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl_2 ile yapılan priming uygulamalarının bitki başına biyolojik verimine (g/bitki) ait stres faktörü x priming interaksiyon ortalamaları.....	39
Tablo 4.15.	Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl_2 ile yapılan priming uygulamalarının fasulye yapraklarının 10 gün üşüme stresi uygulandıktan hemen sonraki SPAD değerleri üzerine etkileri	40
Tablo 4.16.	Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl_2 ile yapılan priming uygulamalarının fasulye yapraklarının üşüme stresi uygulaması sona erdikten 5 gün sonraki SPAD değerleri üzerine etkileri	41
Tablo 4.17.	Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl_2 ile yapılan priming uygulamalarının bitki başına verim (g/bitki) üzerine etkileri.....	42

Tablo 4.18.	Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl_2 ile yapılan priming uygulamalarının bitki başına verime (g/bitki) ait stres faktörü x priming interaksiyon ortalamaları.....	43
Tablo 4.19.	Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl_2 ile yapılan priming uygulamalarının hasat indeksi (%) üzerine etkileri.....	44
Tablo 4.20.	Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl_2 ile yapılan priming uygulamalarının hasat indeksine (%) ait stres faktörü x priming interaksiyon ortalamaları.....	44



1. GİRİŞ

Dünyada gıda krizi tehdidi, insan nüfusundaki hızlı ve büyük artışa bağlı olarak artan tüketim nedeniyle ortaya çıkmıştır. Gelişmekte olan ülkeler başta olmak üzere yüksek miktarda büyüme oranının etkisiyle 7.6 milyar olan mevcut dünya nüfusunun 21. yüzyılın ortalarında 9,6 milyara ulaşması beklenmektedir. Artan nüfusu beslemek için yaklaşık olarak %70 daha fazla gıdaya ihtiyaç duyulmaktadır (Varshney vd., 2013). 2005 yılından itibaren, dünya buğday ve pirinç stokları, küresel tüketimin yaklaşık %30'una karşılık gelen güvenlik seviyelerinin altındaki derecelere düşmüştür. Bu korkutucu durum, gıda sıkıntısı çekmeden tarımsal üretimin artırılması için alternatifler arayan sivil toplum kuruluşlarının genel bir endişesi haline gelmiştir (Fritsche-Neto and Borem, 2012). Tarım bölgelerinde bitkisel üretimi etkileyen en önemli faktörler küresel ısınma, iklim değişikliği gibi iklimsel etkenler başta olmak üzere çeşitli stres faktörleri, büyüme ve gelişmeyi olumsuz yönde etkileyerek, ürünün büyüme ve gelişmesinde kayıplara hatta ölüme dahi neden olabilmektedir (Anonim, 2011).

Bitkinin çevresel dengesini değiştiren bir kaç abiyotik ve biyotik stres faktörü vardır (Epstein vd., 1980). Sürdürülebilir besin üretimi ve ürün verimliliği açısından tehdit oluşturan en önemli abiyotik stres faktörleri kuraklık, tuzluluk ve sıcaklıkta yaşanan farklardır (Lyons, 1973). Bitki büyümesi ve gelişimi, çeşitli çevresel faktörlerden etkilenerek düşük verimlilikle sonuçlanabilir.

Tarım ve gıda güvenliği bakımından başlıca tehditler arasında küresel ısınmanın tarım üzerindeki olumsuz etkisi olmakla birlikte dünyadaki farklı ürün çeşitlerini de bu durum etkilemektedir (Hatfield vd., 2011; Lobell vd., 2011). Nitekim tarımın gerek dünyada gerekse Türkiye’de, bugün ve gelecekte çok önemli ve doldurulamaz bir yeri bulunmakta, teknolojinin gelişimine paralel olarak tarımsal ürün çeşitliliği artmakta ve mekanizasyon açısından da önemli gelişmeler ortaya çıkmaktadır (Anonymous, 2009).

Bitkisel proteinin kaynağı olan yemelik baklagiller hem dünyada hem de ülkemizde beslenme bakımından oldukça önemli yere sahiptir. Tahıl tanelerinde olduğu gibi yemelik baklagiller de uzun süre bozulmadan saklanabilmeleri, nakliyelerinin kolay olması ve hayvansal kaynaklı proteinlere göre daha ucuz protein kaynağı olmaları gibi önemli avantajlara sahiptirler.

Dünyada insan beslenmesindeki bitkisel proteinlerin %33 ve karbonhidratların %7'sinin, hayvan beslenmesindeki proteinlerin ise %38 ve karbonhidratların %5'inin yemeklik baklagillerden sağlandığı belirtilmektedir (Adak vd., 2010). Sap ve samanlarındaki protein oranları, tahıllarda bulunan protein oranlarının iki katına yakın olmasından dolayı hayvan beslenmesinde kaba yem ve kesif yem ihtiyacının karşılanmasında baklagiller önemli bir yere sahiptir (Bolat, 2018). Tane baklagiller tek başına insan beslenmesinde protein bakımından %33 oranında katkıda bulunmaktadır. Yemeklik baklagiller dünyada iki milyardan fazla insan için protein kaynağı olmaktadır (Anonim, 2019). Yemeklik tane baklagiller; diğer bitkisel ürünlere nazaran düşük yağ, yüksek protein, yüksek oranda vitamin ve mineral içermektedir. Fasulyenin protein miktarı ortalama %22 iken, hektar başına ortalama tane verimi 700 kg ve bazı koşullarda 2000-3000 kg civarında olabilmektedir (Gepts, 2001).

Baklagiller, *Rhizobium* bakterileri ile ortak yaşam kurarak atmosferik azotu toprağa bağlayabilmektedir. Bitki köklerinde, baklagillere özgü nodozitelerde biriktirilen ve bakteriler tarafından dönüştürülen azot, bitkinin ihtiyacı için kullanılmakla birlikte, hasat sonrası kalıntıların parçalanması sonucu toprakta organik madde olarak biriktirmektedir. Baklagiller derinlere inen kökleri aracılığı ile toprağın sıkışmasını önlerken topraktaki oksijen miktarının da artmasını sağlamaktadır. Derine inen kazık köklerinin toprağa karışması sonucunda da toprağın organik madde miktarına katkıda bulunmaktadır (Anonim, 2018).

Baklagiller Fabaceae familyasına ait olup yaklaşık 700 cins ve 18.000-20.000 türü bulunmaktadır. İklim isteklerine göre serin ve sıcak iklim yemeklik baklagiller olarak iki gruba ayrılırlar (Toker ve Yadav, 2010). Serin iklim yemeklik baklagilleri arasında bakla (*Vicia faba*), mercimek (*Lens culinaris*), bezelye (*Pisum sativum*), nohut (*Cicer arietinum*), mürdümük (*Lathyrus sativus*) ve lupin (acı bakla) (*Lupinus spp.*) bulunur (Yadav vd., 2010). Sıcak iklim yemeklik baklagilleri arasında, özellikle sıcak ve nemli koşullarda yetiştirilen börülce (*Vigna unguiculata*), güvercin bezelye (*Cajanus cajan*), maş fasulyesi (*Vigna radiata var. Radiata*), tane fasulye (*Phaseolus spp.*) ve siyah mercimek (*Vigna mungo*) bulunmaktadır (Singh ve Singh, 2011). Başlıca tüketilen tane baklagiller, dünya çapındaki tüketimlerine göre, sırayla fasulye (*Phaseolus spp.*), bezelye, nohut, bakla, güvercin bezelye, maş fasulyesi, börülce ve mercimektir (Anonim, 2019). Fasulye (*Phaseolus vulgaris*) baklagiller

(*Fabaceae*) familyasının *Phaseolus* cinsinden ve Orta Amerika kökenli tek yıllık otsu bir bitkidir.

Fasulye Amerika'nın keşfinden sonra İspanyollar tarafından Avrupa'ya getirilmiş daha sonra buradan da Asya'ya geçirilerek yetiştirilmeye başlanmıştır. Türkiye de ise fasulye tarımının diğer yemeklik baklagillerden sonra başladığı ve yaklaşık 200 yıldan beri kültürünün yapıldığı tahmin edilmektedir (Kaya, 2011).

Dünyada en fazla yetiştiriciliği yapılan yemeklik tane baklagil bitkisi olan fasulyenin tarımı ılıman kuşakta olup deniz seviyesinden 2.000 m yüksekliklere kadar yetişebilmektedir. Çok soğuk olan yüksek bölgelerde ve çok sıcak olan nemli ovalarda iyi yetişmemektedir. Dona toleransı olmayan fasulye bitkisi 0 °C ve altındaki sıcaklıklarda çok fazla zarar görmektedir. Verim bakımından genellikle ılıman bölgelerde az, tropik bölgelerde ise daha yüksek olup ılıman bölgelerde ancak sıcak mevsimde yetiştirilebilmektedir (Şehirli, 1988). Dünya üzerinde yayılışını belirleyen en önemli etkenlerden biri sıcaklıktır. Fasulye tohumu 20-25 °C'de iyi çimlenmekte, 15 °C'nin altında çimlenme yavaşlamakta, 10 °C'nin altında ve 35 °C'nin üstünde ise çimlenme çok az olmakta veya hiç olmamaktadır. Yani fasulye tohumları çimlenme ve çıkış için minimum 15.5 °C ve optimum 25-26 °C sıcaklığa ihtiyaç duymaktadır (Scully and Waines, 1987). Sıcaklık, çeşitli çevre koşullarında ürün büyümesinde en önemli belirleyicilerinden biridir ve fasulye verimini sınırlayabilir.

Abiyotik stres faktörlerinden biri olan üşüme stresi, üzerinde çalışılan stres faktörlerindedir (Bruggemann vd., 1995; Saltveit, 2001). Üşüme stresi, tohum çimlenmesi, protoplazmik hareket, solunum, fotosentez, morfoloji, su taşınımı, membran stabilitesi, tohum kalitesi, hormon ve metabolitlerin düzenlenmesi gibi çeşitli morfolojik ve fizyolojik özellikleri olumsuz yönde etkilemektedir (Chen vd., 1982; Wahid vd., 2007; Torabi vd., 2016). Sıcaklık farklarıyla oluşan stres morfolojiyi ve tüm hayati süreçleri bozabilir ve ayrıca enzimlerin, proteinlerin ve hormonların işleyişini de etkileyebilir (Kumar vd., 2011).

Abiyotik stresler, bitkilerde bitki büyümesini, üretkenliği ve verimi olumsuz yönde etkileyen bir dizi morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler değişikliklere neden olan etkiler oluşturur (Bita and Gerats, 2013). Bitkiler, fotosentez, solunum, azot fiksasyonu, üreme ve oksidatif metabolizma gibi fizyolojik fonksiyonları içeren abiyotik streslerin çoklu etkilerini yaşarlar (Iba, 2002; Farooq

vd., 2009). Soğuk hava bitkilerin gelişimini, verimini ve yayılımını kısıtlayan en önemli abiyotik faktörlerden biridir. Düşük sıcaklık toleransına sahip bitkiler, üşüme stresine bağlı hasarlara karşı farklı mekanizmalar geliştirerek çimlenme sağlayabilirler. Fasulye, çok önemli bir baklagil ürünüdür ve çok çeşitli iklim koşullarında yaygın olarak yetiştirilmektedir. Ekim zamanı, ürün gelişiminin farklı aşamalarında yaşanan sıcaklığa bağlı olarak farklılık gösterebilir (Kumari vd., 2018). Dolayısıyla, fasulyenin büyümesi, gelişmesi ve adaptasyonu için en önemli çevresel faktör sıcaklıktır.

Bitkiler, stres faktörleriyle başa çıkmak için karmaşık bir metabolik aktivite kullanırlar (Rasmussen vd., 2013). Bitkiler hücre zarlarındaki fiziksel değişiklikler ve bazı çözünebilir kimyasal değişiklikler gibi düşük sıcaklığa tolerans sağlamak için farklı mekanizmalara sahiptir (Aslantaş vd., 2010). *Phaseoleae* familyasına ait baklagiller çoğunlukla ılıman iklimlerde yetişirler (Gentry, 1969). Genel olarak, serin iklim yemeklik baklagilleri sıcak iklim baklagillerine oranla sıcaklığa karşı daha duyarlıdır.

Tohuma uygulanabilen bazı işlemler, oluşacak stres koşullarında bitkiye stresle başa çıkabilme kabiliyeti kazandırabilir. Bunların başında da tohuma ekimden önce uygulanarak tohumu ekime hazır hale getirmeye yarayan ön-uygulama işlemleridir. Priming (ön-uygulama) adı verilen bu işlem ekimden önce uygulanan bir tohum iyileştirme ve canlandırma tekniğidir ve özellikle tuzluluk, kuraklık ve sıcaklık stresleri gibi abiyotik stres koşullarında çimlenme ve fide oluşturma oranını ve yüzdesini artırabilir (Sedghi vd., 2010). Tohumların yalnızca su ya da farklı osmotik çözeltilerde belirli bir süre bekletilmeleri şeklinde gerçekleştirilen ekim öncesi tohum uygulamaları (priming), fide çıkışlarını hızlandırması ve çıkış oranını artırması, verimi artırması, eş zamanlı ve tekdüze fide çıkışını sağlanması bakımından oldukça etkili bir yöntem olarak değerlendirilmektedir (Parera and Cantliffe, 1994).

Ön-uygulama işleminde, tohumlar su alır ve imbibisyona (su emme eğrisinde ikinci aşama) ilerler daha sonra tohumlar yeniden kurutulur ve ekim zamanına kadar uygun koşullarda (düşük sıcaklık ve nem) saklanır (McDonald, 1999). Ön-uygulama, tohumda çimlenme için gerekli olan metabolik aktiviteyi başlatacak, ancak kök çıkışına olanak tanımayacak seviyedeki kontrollü su alımı olarak tanımlanmaktadır (Heydecker and Gibbins, 1978). Ön-uygulamadan sonra yapılan işleme göre tohumlar yıkanır ve hemen ardından kurutulur. Kurutulmuş tohumlar hemen

ekilebildiği gibi, ekim zamanına kadar depolanabilir ve depolandıktan sonra ekildiklerinde ise hiçbir tohum uygulaması yapılmamış tohumlara kıyasla daha hızlı ve üniform çıkış gösterebilmektedirler.

Ön-uygulama işlemi tohumda bulunan depo maddelerinin parçalanmasını sağlayan enzimleri aktiveleştirerek depo maddelerinin optimum şekilde kullanımını sağlamaktadır (Demir vd., 1994). Tohumların ekim öncesi uygulama işlemlerine tabi tutulması değişik tuzlarla (KNO_3 , K_3PO_4 , $MgSO_4$, vb.), bitki büyüme düzenleyicilerinden (GA_3 , kinetin, vb.) yararlanılarak hazırlanan çözeltiler ile (osmo-priming) muamele edilerek ve hydro-priming olarak bilinen tohumların su içerisine bastırılması gibi yöntemler ile de gerçekleştirilebilmektedir (Kulkarni ve Eshanna, 1988; Paul ve Choudhury, 1991; Harris vd., 1999; Capron vd., 2000; Chiu vd., 2002; Şanlı, 2007).

Tohum hazırlama, bitkilerde tohum kalitesinin iyileştirilmesi ve stres toleransı için en etkili ve uygun maliyetli yöntemlerden biridir (Paparella vd., 2015). Tarla bitkilerinde tohum muameleleri ve tohum mikro element içeriklerinin artırılması sayesinde tohumların çimlenme güçlerinin artmasının yanında verimde artışlar da sağlanabilmektedir (Welch, 1986; Rengel ve Graham, 1995; Yılmaz vd., 1998). Çabuk ve eş zamanlı çıkış gerçekleştirebilmek, daha fazla verim elde etmek ve yüksek dayanıklılık sağlamak için bazı sebze ve çiçeklerde (Parera ve Cantliffe, 1994; Bruggink vd., 1999) ve tarla bitkilerinde (Basra vd., 1988; Hartz ve Caprile, 1995; Harris vd., 1999; Harris vd., 2001; Musa vd., 2001; Giri ve Schillinger, 2003; Murungu vd., 2004) bu uygulamalar kullanılabilir görünmektedir.

Tohum hazırlamada dikkat edilmesi gereken noktalardan biri, uygulama süresinin her tohum çeşidi ve türler için değişiklik göstermesi, her ürün için sürenin ayrı olması ve hesaplanması gerekliliğidir (Harris 2006). Ön uygulama süresinin aşılması, kökün zarar görmesine yol açar, tohumun çimlenmeye başlaması ekim sırasında olumsuz etkilere sebep olur. Tohumlar ön uygulama sırasında gereğinden fazla suda bırakılır veya düzgün yüzey kurutulması yapılmazsa çürür (Harris 2006). Aynı durum erken ekimle toprağa bırakılan ve su alarak çimlenmeye başlayan tohumların ihtiyaç duyduğu diğer şartların olmaması durumunda da oluşur. Toprak altında su alıp çimlenmeye başlayan tohumlar abiyotik streslere maruz kalırsa, istenilen çıkışı gösteremez veya verimde düşüşler meydana gelir.

Ekim zamanının gecikmesi bitki büyüme ve gelişme döneminde bitkinin ışık ve sıcaklıktan yararlanamamasına ve verim kayıplarının ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Sıcaklık bitkinin büyüme ve gelişmesini ayrıca bitki gelişme durumu ve zamanlamasını oldukça etkilemektedir (Baytorun vd., 1993). Ancak sonbaharın ilk donları ve ilkbaharın son donları dikkate alındığında, fasulyenin soğuk zararına uğramadan gelişebileceği dönemin oldukça kısa olduğu görülmektedir. Bitki yetiştirme süresi kısa olan yerlerde, fasulye ekiminde ortaya çıkan bir kaç günlük gecikme veya erken ekim, fasulye bitkilerinin ilk veya son donlardan fazla miktarda zarar görmesine sebep olmaktadır. İlkbaharda düşük toprak sıcaklığı fasulyede çimlenme hızını yavaşlatarak çıkışlarda gecikmelere sebep olmaktadır.

Düşük sıcaklık sonucu oluşan üşüme stresi bitkisel üretim için büyük bir endişe kaynağıdır. Üşüme stresi altında bitki yetiştiriciliğindeki yüksek verimin devamlılığını sağlayacak yaklaşımlar önemli tarımsal hedeflerin başında gelmektedir. Bu çalışma, üşüme stresinin fasulye çeşitlerinde bazı tarımsal karakterler ve tane verimi üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.)'de ön-uygulama (priming) işleminin etkilerinin değerlendirilmesi adına, Yunus 90 ve Göynük-98 çeşitleri ile üşüme stresi altındaki etkilerin belirlenmesi konusu çalışılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Düşük sıcaklıklara duyarlı bir ürün olarak kabul edilen fasulye bitkisi ılıman bölgelerde, ilkbahar döneminde ekildiğinde, bakla oluşumunu azaltır ve bitki büyümesinde ve gelişmesinde bazı önemli durgunluklar gözlenir. Fasulye tohumları 15 °C'nin altında zayıf bir şekilde çimlenir (Kotowski, 1926). Çimlenmesi yavaş olan fasulyelerin büyümesinin de daha yavaş olması muhtemeldir (Kooistra, 1971). Bu nedenle, fasulye ekimlerini daha sıcak iklimlerde yapmak veya tohumun daha iyi bir şekilde çimlenmesi için toprak ılık olana kadar ekimi geciktirmek gerekir (Hardwick, 1972).

Rikin vd. (1976) çalışmalarında üşüme stresine hassas olan bitkileri birkaç saat süreyle düşük sıcaklığa (0-10 °C) maruz bırakmışlar ve ilk gözlemledikleri belirtilerde sap ve yaprakların turgorunu kaybettiği ve bunu takiben yaprak dokularının kurduğunu ve öldüğünü bildirmişlerdir. Hassas bitkilerde üşüme stresinin neden olduğu solma ve kurumalar ise kök sisteminden yeşil aksama gelen su miktarındaki azalmanın, başka bir deyişle, köklerin hidrolik iletkenliğinin kaybolmasının bir sonucudur ifadelerine yer vermişlerdir.

Ön-uygulamanın (priming) etkisi; su alımı ile hücrelerin metabolik aktivasyonunu sağlamaktadır (Burgass and Powell, 1984). Geliştirilmiş tohum canlandırma teknikleri çimlenme süresini azaltmak, eş zamanlı çimlenme sağlamak ve daha iyi ürün elde etmek için uygulanırken birçok üründe normal olarak veya stres koşullarında da kullanılmaktadır (Bradford, 1986).

Tohumlara ekim öncesi ön uygulamanın etkileri, hücrelerin ozmotik ayarlanması (Bradford, 1986) ve cereyan eden bir takım biyokimyasal ve fizyolojik olaylar sonucunda tohumların çimlenme potansiyelinin ilerletilmesi ile ilişkilendirilmektedir (Khan, 1992). Ön-uygulama sırasında kimyasalların, NPK benzeri besin maddelerinin ve hormonların (Cycocel: CCC, GA: Giberalic asit ve 2,4-D) ilavesi (Khan, 1992) uygulamaların etkinliğini artırarak fide gelişiminin hızlanmasını sağlamaktadır (Parera vd., 1993).

Sing and Amritphale (1993), soya fasulyesi tohumlarına ön-uygulama yapmak için benziladenini ve GA₃ kullanmışlardır. Elde edilen sonuçlar yapay ve doğal olarak yaşlı tohumlarda canlılık artışı olduğunu göstermiştir.

Parera and Cantfille (1994), kullanılan bitki türü, ortam sıcaklığı, ön uygulamanın süresi, tohum ön uygulamasında kullanılan maddelerin su potansiyeli, tohum gücü, dehidrasyonu ve tohum depolama ortamının koşulları ile tohum ön uygulamasından elde edilecek başarı arasında çok yakın ilişki olduğunu bildirmiştir.

Wang vd. (1996), Kanada'da soya ve mısır tohumlarına 8 saat boyunca GA3 ve kinetin uygulayarak yaptıkları çalışmalarında düşük sıcaklıklarda fide çıkışını artırmayı amaçlamışlardır. Hava sıcaklıklarının yüksek, toprak sıcaklığının 10 °C olduğu durumda iki bitkide de çok yavaş fide gelişiminin olduğunu, tohumlara GA3 ve kinetin uygulandığında düşük toprak sıcaklıklarında çimlenme ve çıkış oranının arttığını tespit etmişlerdir. Çalışma sonucunda, 100 ppm GA3 dozunun en uygun doz olduğu ve GA3 ün düşük toprak sıcaklığında Kinetine göre daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Wortmann vd. (1998), yaptıkları araştırmada Latin Amerika ve Afrika'daki mevcut fasulye sahalarının analizine dayanarak fasulyenin 0 °C'nin altındaki sıcaklıklarda gelişiminin durduğu, 13.6 °C'nin altındaki veya 25.6 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda ise büyümesinin belirgin bir şekilde azaldığını, 17.5-23.1 °C arasındaki sıcaklıklarda ise optimum gelişme gösterdiğini belirtmişlerdir.

Harris vd. (1999), nohut, çeltik ve mısır ile yarı kurak bölgelerde yapılan tarla denemelerinde, tohumların su ile ön uygulamaya tabi tutulduklarında çıkışların ve çiçeklenmenin daha erken gerçekleştiğini, daha derin köklerin oluştuğunu ve yüksek verim elde edildiğini ifade etmişlerdir. Ön-uygulama yapılmış ürünlerin daha hızlı ve daha eşit ortaya çıktığını, daha güçlü fide çıkışını sağladığını, daha erken çiçek olgunlaşması sağladığını ve ön-uygulama yapılmamış bitkilere göre daha iyi verim alındığının sonucuna varmışlardır. Ek olarak, ön-uygulama, çiftçi alanında kabul edildiğinde yüksek getiri sağlayabilen düşük riskli bir teknoloji olduğunu belirtmişlerdir.

Seppanen, (2000) sıcak iklim bitkileri üzerine yaptığı çalışmalar sonucunda bitkilerin 0-15 °C arasındaki düşük sıcaklığa maruz kaldıkları zaman, fizyolojik değişikliklerin oluşacağını belirtmiştir. 0-15 °C arasında değişen sıcaklıklar birçok bitki türü için üşüme stresi oluşturur ve gelişme dönemi boyunca önemli derecelerde ürün kaybına neden olabilmektedir (Allen and Ort, 2001).

Harris vd. (2001), Zimbabwe ve Hindistan'da üretici koşullarında yaptıkları çalışmada, ekimden bir önceki gece boyunca su ile ıslattıkları sorgum, mısır ve nohut tohumlarını kullanmışlardır. Bu uygulamayı yapan üreticilerin genelde daha hızlı ve daha güçlü fide çıkışı sağladıkları, kuraklığa toleransın arttığı, daha düzenli bitki tesisinin gerçekleştiği, çiçeklenme ve hasadın daha erken olduğu ve yüksek tane verimi elde edildiği belirlenmiştir.

Bangladeş'te Mung fasulyesi üzerinde yapılan çalışmada, 50, 100 ve 200 ppm konsantrasyonların da GA3 ile tohum ön uygulaması yapılmıştır. Çalışma sonucunda 50 ppm GA3 dozunun toplam kuru madde verimini, yaprak alanı indeksini ve bitki gelişimini, 200 ppm dozunun ise nisbi büyüme oranı ve net asimilasyon miktarını artırdığı tespit edilmiştir (Hoque vd., 2002),

Kaur vd. (2002a), NaCl ve PEG uygulayarak nohutta tuz ve kuraklık stresi oluşturmuş, tohumlara 24 saat sürecince %4 lük mannitol ve suda bekletme işlemlerini uygulamışlardır. Tohum uygulamalarının, kuraklık stresi koşullarında uygulama yapılmayan işleme göre fide gelişiminde artış sağladığını, toplam ağırlıkta 2-3 kat, kök ve gövde uzunluğunda 3-4 kat artış meydana getirdiğini tespit etmişlerdir. Tohum uygulamalarının invertaz, amilaz ve sukrozun sentezlenme aktivitesini artırarak fide gelişimi sırasında daha fazla glukoz temin edilmesini sağladığını belirtmişlerdir.

Kaur vd. (2002b), Hindistan'da sulanan koşullarda, 24 saat boyunca mannitol (%4) ve su içerisinde bekletilen nohut ile yaptıkları tarla denemesi sonucunda, tohum uygulamalarının nohutta fide ağırlığında 2 kat ve fide uzunluğunda da % 17'lik bir artış sağladığını belirlemişlerdir. Aynı çalışmada, kontrol uygulamasında 17 adet olan bitkide bakla sayısının, mannitol (%4) uygulamasında 38 adet ve suda bekletme uygulamasında da 39 adet olarak belirlendiği bildirilmiştir.

Brezilya'da yapılan bir çalışmada, soya tohumları 8 saat boyunca 50 ppm GA3 çözeltisinde ön uygulamaya tabi tutulmuştur. Uygulamanın başlangıçta fide çıkışını ve ilk köklerin oluşumunu azalttığı, ancak zamana bağlı olarak kök gelişimindeki olumsuz etkinin kaybolduğu belirlenmiştir. GA3 uygulamasında ekim yapıldıktan 15 gün sonra çıkış gösteren fidelerin sayısında azalma görülmüş, bitkiler daha kısa boylu kalmış, gövde çapında, boğum sayısında, yaprak alanında ve kuru madde veriminde azalmalar olduğu tespit edilmiştir. GA3 (100 ppm) bitki yapraklarına

püskürtüldüğünde ise anılan bu özelliklerin tümünde artış olduğu belirlenmiştir (Leite vd., 2003).

Bitkiler, düşük sıcaklıkla oluşan stres kaynaklı hasarlara ve fide çıkışlarına karşı farklı mekanizmalar geliştirir veya düşük sıcaklığa tolerans sağlar. Bitkiler, membranlarındaki algılama mekanizmaları sayesinde sıcaklıktaki hafif değişimleri dahi tespit edebilmektedir (Wise vd., 2004). Soğuk iklimlerde, fidanların ilk büyüme gösterdiği dönemlerde sıcaklıklar sıklıkla 15 °C'nin altına düşmektedir ve bu düşük sıcaklıklar fide büyümesini ve gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir (Elkoca vd., 2005). Genel olarak üşüme stresi sonucu oluşan hasar belirtileri; bitki büyüme hızının ve yaprak genişliğinin azalması, hücresel otolizin ve yaşlanmanın artması, hücre ölümleri ve ışıktaki fotooksidasyon sonucu (klorofilin kaybı nedeniyle) klorozis oluşumudur. Ayrıca hücre zar yapılarının bozulması ve bunun sonucu olarak hücresel bütünlüğün bozulması, protoplazmik akışın en az düzeye inmesi ve nekrozis (doku ölümü) olarak özetlenebilir (Kratsch and Wise, 2000; Mahajan and Tuteja, 2005).

Düşük sıcaklık, fasulyenin büyümesi, gelişimi ve adaptasyonu için önemli bir çevresel faktör olup ilkbaharda düşük toprak sıcaklıkları çıkış, fide büyümesi ve hassas fasulye bitkilerinin gelişimini olumsuz yönde etkiler (Elkoca vd., 2011).

Ekizce ve Adak (2005) Ankara koşullarında zamanında ve gecikmeli olarak yapılan nohut ekiminde, tohum uygulamalarının (kuru ve ıslatılmış soğuklama uygulaması, tohumların su ile ıslatılması) çıkış ve tane verimine etkileri incelenmiştir. Çalışma sonucunda, ekim zamanındaki gecikmeye bağlı olarak tane veriminin azaldığı, ön uygulamalarda ise genelde çıkış sürelerinin kısaldığını, bitki başına tane sayısı ve tane veriminin arttığı tespit edilmiştir.

Ekim yapılmadan önce nohut tohumlarının su ve mannitol (%4) çözeltisi ile muamele edilmesinin kontrol uygulamasına göre bitki başına tohum verimini ve tohum sayısında artış meydana getirdiği belirlenmiştir. Kontrol uygulamasında 3.86 g olarak belirlenen bitki başına ortalama tane verimi, su ve mannitol ile ön uygulama işlemlerinde sırasıyla 5.47 ve 6.86 g olarak bulunmuş ve kontrol uygulamasına göre % 41 ve %77 oranında artış göstermiştir (Kaur vd., 2005).

Harris vd. (2005), yaptıkları çalışmada nohut ve buğday bitkilerinde toprağa uygulanan çinko sülfat, ön-uygulama ile kullanılan çinko sülfat ve su ile ön-uygulamanın etkisini bu bitkilerin verimi üzerinde araştırmışlardır. Toprağa eklenen

13 kg ha çinko sülfat sonucunda buğdayda ortalama 338 kg ha verim artışı görülmüş ayrıca su ile ön-uygulama da verim artışı her iki bitkide de izlenmiştir. Çinko sülfat (%0.4) uygulamasında buğdayda 615 kg/ha verim artışı saptanmıştır. Bu bulgulara göre, artışın yaklaşık yarısı ön-uygulamanın etkisi nedeniyle meydana gelirken, yarısı da tohuma sağlanmış olan çinko elementinin etkisi ile ortaya çıkmıştır. Nohut bitkisinde de çinko sülfat ön-uygulama nedeniyle %10-122 (ortalama %48) verim artışı elde edilmiştir.

Nayyar vd. (2005), yaptıkları çalışma sonucu erkek (polen, anterler) ve dişi (yumurtalık, stigma) organların parçalarının üreme biyolojisinde abiyotik strese karşı en hassas organlar olduğunu ifade etmişlerdir.

Elkoca vd. (2011), düşük sıcaklıkların fasulyenin üretimini sınırlandırması nedeniyle iyi çıkış yapabilen soğuğa toleranslı ve verimli genotipleri belirlemeye çalıştıkları araştırmalarında tarla şartlarında iki farklı tarihte (erken ve normal) 14 fasulye genotipini soğuğa karşı incelemişlerdir. Donlu ve serin havada renkli kabuklu genotiplerin beyaz kabuklu genotiplerden daha verimli olduğunu bulmuşlardır.

Neto vd. (2006), fasulye (*Phaseolus vulgaris*) tohum çimlenmesinin sıcaklık etkileri üzerine yaptıkları çalışmalarda başlıca 16, 18 ve 22 °C'de yetiştirilen fasulyenin çimlenmedeki gecikmesinin sıcaklık yükseldikçe azaldığını, çimlenmenin daha düşük sıcaklık seviyelerinde geciktiğini belirtmişlerdir.

Saikia vd. (2006), Doğu Hindistan'da ekim sonrasında yeterli bitki çıkışı sağlama sorununun yaşandığı alanlarda, tohumların su ile ön ıslatma (hidropriming) yapılmasının, buğdayda %50 oranında çıkışı sağlaması için gerekli olan süreyi 6 günden 2 güne kadar kısalttığını ve herhangi bir harcama gerekmeksizin tane veriminde %12 artış sağladığını belirtmişlerdir.

Bora ve Sarma (2006), bezelye bitkisine giberellik asit ve cycocel bileşikleri ile (10, 100, 250, 500, ve 1000 ppm dozlarında) ön-uygulama yapmışlardır. Sonuca göre, 250 ppm GA3 dozunda, kontrole göre tane verimi, bitki başına bakla sayısı ve protein miktarında artış görülmüştür. Ayrıca, 100 ve 250 ppm cycocel uygulamalarında, verim artışı ve bakla sayısında artış izlenmiştir. En yüksek protein miktarı ise 250 ppm cycocel dozundan elde edilmiştir.

Kaur vd. (2006), su ve mannitol (% 4) ile 25 ° C'de 12 saat süre ile tohum ön uygulamasının etkilerinin belirlenmesine yönelik yaptığı çalışmaya ilişkin üç yıllık

veriler, uygulama yapılmış tohumlardan elde edilen nodül sayısının ve ağırlığının uygulama yapılmamış tohumlara göre daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur.

Fasulye (*Phaseolus vulgaris L.*)’de üşüme stresi, bitkinin gelişimi üzerine oldukça önemli etki etmektedir. Üşüme stresi ürün verimini, kalitesini, hasat sonrası dayanıklılığını ve türlerin dağılımını sınırlayan çevresel streslerden biridir (Pearce, 1999; Chinnusamy vd., 2006).

Harris vd. (2007), %0.05 çinko sülfat ile 6 saat nohutta ve % 0.3 çinko sülfat ile 10 saat süreyle buğdayda yaptıkları tohum ön-uygulama çalışmalarında, tohumun çinko içeriği buğdayda 27-470 mg/kg ve nohutta 49-780 mg/kg olarak bulmuşlardır. Buğdayda, saf su ile uygulama yapıldığında, 2.28 ile 2.42 ha (%6) verim artışı görülürken, çinko ile uygulama sonucunda bu verim artışı 2.61 ha (%14) oranına kadar çıktığı gözlenmiştir. Çinko sülfat uygulamasında ise nohutta verim, 1.39-1.65 ha (% 19) oranında arttığı sonucuna varmışlardır.

Yoldaş ve Eşiyok (2007), farklı büyüme aşamalarında fasulye bitkilerinin toplam sıcaklık taleplerini belirlemek için İzmir Ödemiş koşullarında yaptıkları çalışmada, en yüksek verimin Temmuz başında ekimden elde edildiğini ve ekim zamanı sonbahara yaklaştığı zaman verimin azaldığını belirtmişlerdir.

Arif vd. (2008), Pakistan’da bir tarla denemesinde, soya fasulyesi tohumlarını 6, 12 ve 18 saat ön uygulamaya tabii tutmuşlardır. Ön-uygulama süresi daha uzun tutulduğunda verimde azalmalar gözlemlenmişlerdir. Ancak en yüksek tane verimini 6 saat süre ile uygulamada elde ettiklerini belirtmişlerdir.

Poshtmasari vd. (2008), fasulye tohumları üzerinde serada çinko sülfat (10, 20, 30 ve 40 mg çinko kg⁻¹ toprak) ön uygulama yaptıkları araştırmalarında, verim ve tohumun çinko elementi içeriği önemli ölçüde, protein oranı da az miktarda artış göstermiştir.

Düşük sıcaklık, çiçeklenme başlangıcını, polen canlılığını (çimlenme ve tüp büyümesini), stigma alıcılığını, ovül büyüklüğünü, ovül canlılığını, bitkide döllemeyi, tohum/meyve bağlamayı, tane dolumunu, tohum kompozisyonunu ve tohum kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir (Barnabas vd., 2008).

Fateh vd. (2012), nohut üzerinde saf su ve farklı bileşikler ile (KCl, ZnSO₄, CaCl₂ ve askorbat) ön-uygulama yaptıkları araştırmalarında, en yüksek tane verimini ZnSO₄, askorbat ve saf su uygulamalarında izlemişlerdir.

Sedghi vd. (2011), tohum canlılığı kaybının, çimlenme yüzdesinin de azalmasına neden olduğunu ve fitohormonlarla ön-uyulamanın, zayıf canlılık gösteren tohumları iyileştirdiğini ve canlandırdığını belirtmiştir.

Golezani vd. (2011), soya fasulyesi üzerindeki yaptıkları araştırmada, tohumlara KNO_3 ve KH_2PO_4 çözeltilerinde ön-uygulama yapmış ve tohumları araziye ekmişlerdir. Bitkide tohum sayısı, bitkide bakla sayısı ve tane veriminde KNO_3 ile ön-uygulama da artış görülmüştür. Buna karşılık, çimlenme zamanı ve fide çıkış yüzdesi her iki uygulamada, kontrole göre olumsuz yönde etkilenmiştir sonucuna varmışlardır.

Umair vd. (2011), maş fasulyesi tohumları üzerinde yaptıkları saf su, KH_2PO_4 , mannitol, PEG, sodyum molibdat dihidrat (Na_2MoO_4), ve salisilik asit çözeltileri ile ön-uygulama yaptıkları çalışmalarda, biyolojik verimi, tane verimi ve biyolojik nitrojen fiksasyonunu (protein göstergesi) incelemişlerdir. Tüm uygulamaların, biyolojik verimi (4001-5262) ve tane verimi (713-948 kg/ha) üzerinde pozitif etkileri bulunmuştur. Ayrıca, en yüksek (46.39 kg/ha) biyolojik nitrojen fiksasyonu, kontrole göre, KH_2PO_4 priming uygulamasında görülmüştür.

Gupta and Singh (2012), nohut üzerindeki yaptıkları priming araştırmalarında, tohumlara 8 saat saf su (hyropriming) uygulamışlardır. Bu tohumlardan elde edilen bitkilerin boyu, verim ve verim öğelerini incelemişlerdir. Adı geçen kriterler priming sonucunda kontrole göre pozitif olarak etkilenmiştir. Ayrıca bitki başına bakla sayısı, baklada tane sayısı ve tane verimi sırayla % 27, % 11.9 ve % 23.1 daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Issam vd. (2012), yaptıkları bir çalışmada, $CaCl_2$ ile tohum hazırlamanın, bakla fideleri üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmada etkili olduğunu bulmuşlardır.

Fasulyenin düşük sıcaklığa toleransını artırmak için, sıcaklığın çiçek üretimini, erkek üreme yapısını (polen ve anter), polen fonksiyonunu (polen çimlenmesi ve polen tüpü oluşumu) ve bakla dolumunda bitkinin nasıl etkilediğini daha iyi anlamak gerekmektedir (Devasirvatham vd., 2012).

Küresel ısınmaya bağlı olarak ortaya çıkan iklimsel değişiklikler, sürekli artış halinde olan dünya nüfusunun ileride de beslenme ve giyinme ihtiyacının karşılanabilmesi için yüksek sıcaklığa toleranslı genotiplerin yanı sıra düşük sıcaklığa toleranslı bitki genotiplerinin de geliştirilmesi gerekmektedir.

Rastin vd. (2013), fasulyede (*Phaseolus calcaratus*) iki kademeli olarak tohum ön-uygulama (priming) işlemi uygulamışlardır. İlk adımda, tohumları 14 saat boyunca saf suda bekletmişler ve kurutmuşlardır. İkinci adımda ise, kuruttukları tohumları ikiye parçaya ayırmış ve bir bölümüne saf su, %0.5 CaCl₂, 100 ppm KCl, 2H₂O, 50 ppm KH₂PO₄ ve 20 ppm GA₃ kullanarak tekrar priming uygulamak uygulamışlardır. Bu çözeltilerde 14 saat bekletilip kurutulan tohumlar, birinci aşamadan geriye kalan tohumlarla birlikte tarlaya ekilmiştir. Meydana gelen bitkilerde tohum verimi ve hasat indeksleri belirlenmiştir. Sadece saf su ile muamele edilen tohumlar, kontrol uygulamasına göre daha yüksek verim vermiştir. GA₃ ve KH₂PO₄ uygulamaları verimi önemli düzeyde etkilemiştir. Ancak birbiri ardına yapılan priming uygulamalarından elde edilen değerlerin çoğu değerlerin, tek aşamalı tohum ön uygulamalarından yüksekken, GA₃ ve KH₂PO₄ uygulamaları arasında bir farklılık görülmemiştir. İki kademeli tohum ön-uygulama sonucunda, KH₂PO₄ ile priming uygulamasında, en yüksek hasat indeksi değeri elde edilmiştir.

Rah Chamandi vd. (2013), soya fasulyesi tohumları üzerinde saf su, %0.02 çinko sülfat ve %0.4 potasyum nitrat ile priming yaptıkları araştırmalarında, en yüksek biyolojik verimi, çinko sülfat çözeltisi uygulamasında saptamışlardır.

Kalsiyum, çevresel stresler tarafından tetiklenen birçok savunma mekanizmasında merkezi bir rol oynamaktadır ve bitki toleransının elde edilmesi için kalsiyum iyonu (Ca²⁺) gereklidir (Delian vd., 2014; Nomura and Shiina 2014).

Chavan vd. (2014), soya tohumlarında hidropriming, CaCl₂.2H₂O (% 0.5), KCl (10 ppm) ve KH₂PO₄ (50 ppm) tohum ön uygulamaları sonrasında bir tarla denemesi yürütmüşlerdir. Araştırmacılar, çalışma sonucunda CaCl₂.2H₂O (% 0.5) uygulamasının diğer uygulamalara göre, bitki boyu, bitkide bakla sayısı, bitkide dal sayısı, bakla tohum sayısı ve tane verimini önemli derecede artırdığını belirlemişlerdir.

Valadkhan vd. (2015), nohutda çinko nano parçacıklarının (nano-demir şelat, nano-çinko, nano-kalsiyum (2 g/L) ve kontrol) yapraktan püskürtme ve tohum ön uygulaması şeklinde uygulamanın etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, Zn, Fe ve Ca nano parçacıklarının verim ve 100 tane ağırlığını önemli ölçüde artırdığını belirlemişlerdir.

Sakamoto and Suzuki, (2015), fasulye yetiştiriciliği üzerine yaptıkları çalışmada, çiçeklenme ve bakla gelişimi için optimum sıcaklık aralığının 20–25 °C

olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca, ≤ 10 °C altındaki sıcaklığın fasulye tohum verimi üzerinde zararlı etkilere neden olduğu sonucuna varmışlardır.

Kakon vd. (2017), fasulyede farklı ekim tarihleri ve sıcaklıkları üzerine araştırma yapmışlar ve minimum 11-18 °C'de maksimum 28-31 °C'de bitki yetiştirmişlerdir. Çalışma sonucunda sıcaklığın ve üşümenin bitkilerde çiçeklenme süresi, verim bileşenleri ve tohum verimi açısından olumsuz etkileri olduğunu belirtmişlerdir.

Langeroodi and Noora (2017), soya fasulyesi ile yaptıkları iki ayrı denemeden oluşan büyüme odası ve tarla koşullarındaki çalışmalarda, su stresinin çeşitli tohum hazırlamaları (hormonal hazırlama, osmopriming, halopriming ve hidropriming) ile çimlenme, biyokimyasal ve verim parametreleri üzerindeki olumsuz etkisinin azaltılmasındaki rolünü değerlendirmek istemişlerdir. Tohum hazırlama işlemleri, hem normal koşullarda hem de su stresi altında fizyolojik, biyokimyasal, verim ve verim parametrelerini iyileştirdiğini gözlemlemişlerdir.

Jisha and Puthur (2018), çalışmalarını üç maş fasulye (*Vigna radiata*) çeşidinin ozmotik stres tolerans potansiyeli üzerindeki hidropriming etkisini incelemek için yapmışlardır. Yapılan uygulamaların kuraklık ve tuzluluk stres tolerans potansiyelini iyileştirdiğini ve önemli ölçüde stres toleransını da bitkide sağladığını bildirmişlerdir.

Damalas vd. (2019), iki yıl boyunca yaptıkları laboratuvar ve saha çalışmalarında, bakla (*Vicia faba* L.) tohumlarını hidropriming uygulamalarına tabi tutmuşlar ve çimlenme hızının %16.2, çıkış hızlarının %20.7 ve fide canlılığı indeksinin de %13.4 oranında artış gösterdiğini gözlemlemişlerdir.

Nouairi vd. (2019), bakla tohumları üzerinde hidropriming ve CaCl₂ ile yaptıkları araştırmalarında, bakla (*Vicia faba* L.) fidelerinde kadmiyum kaynaklı kök genotoksisitesinin ve sitotoksisitenin kalsiyum klorür (CaCl₂) ile hafifletilmesi üzerine çalışmışlardır. Fasulye köklerinin meristem hücrelerinde hidropriming ve CaCl₂ uygulamalarının kadmiyum stresi altında, hazırlanmamış tohumların köklerinde mikronükleus (MN) oluşumuna ve kromozomal aberasyonlar (CA) indüksiyonuna ek olarak mitotik indeks (MI) azalmasına neden olmuştur. Yapılan uygulamalar genotoksik ve sitotoksik etkilerini zayıflatmıştır ifadelerine yer vermişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Kurupelit Kampüsü, Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümüne ait arazi, sera ve kontrollü koşullara sahip bitki büyütme odasında 2019 yılı Temmuz-Ekim ayları arasında saksı denemesi şeklinde yürütülmüştür.

3.1. Araştırma Yerinin İklim Özellikleri

Denemenin yürütüldüğü Temmuz-Ekim 2019 dönemine ve uzun yıllara ait iklim verileri Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1. Deneme yerine ait uzun yıllar ve toprağına ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler

Aylar	Ortalama Sıcaklık (°C)		Toplam Yağış Ortalaması (mm=kg/m ²)		Ortalama Nisbi Nem (%)	
	Uzun yıllar	2019	Uzun yıllar	2019	Uzun yıllar	2019
Nisan	11.30	11.68	58.70	66.30	78.00	73.37
Mayıs	15.50	17.05	51.50	67.10	79.00	81.53
Haziran	20.10	23.70	48.10	80.40	74.50	77.40
Temmuz	23.10	23.73	34.30	40.80	72.30	70.95
Ağustos	23.50	24.27	41.50	18.50	72.10	72.47
Eylül	20.20	21.34	51.50	27.10	73.60	71.75
Ekim	16.40	18.34	82.50	45.50	74.60	80.79

*Samsun Meteoroloji Bölge Müdürlüğü verileri uzun yıllar (1960-2019)

Denemenin yürütüldüğü dönem itibarı ile deneme yılı ve uzun yıllar ortalamalarına bakıldığında, ekim ayı ortalama sıcaklığı dışında aylık ortalama sıcaklıklar bakımından önemli bir farklılık olmadığı görülmektedir. Ekim ayında gerçekleşen ortalama sıcaklık değeri aynı ayın uzun yıllar ortalamasına göre yaklaşık 2 °C daha yüksek olmuştur. Bu durum denemenin tohum hasadı dönemine rastlaması nedeniyle olumsuz bir etki oluşturmamıştır (Tablo 3.1).

3.2. Araştırmada Kullanılan Toprağın Özellikleri

Denemede kullanılacak olan toprak hacim esasına göre 2:1 oranında bahçe toprağı: yanmış çiftlik gübresi karışımından hazırlanmıştır. Karışımından alınan örnekler Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Toprak, Bitki, Su Analiz Laboratuvarında analiz edilmiştir. Örneklere ait bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Tablo 3.2.’de verilmiştir. Kullanılan toprak killi tınlı yapıda, nötr reaksiyonlu, hafif tuzlu, kireçli, fosforca yeterli, potasyum içeriğı ve organik madde

oranı bakımından iyi düzeyde bulunmuştur.

Tablo 3.2. Deneme toprağına ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler

Özellikler	Analiz değeri	Anlamı
Kil (%)	35.8	
Silt (%)	27.2	Killi-tınlı
Kum (%)	29.4	
pH	7.04	Nötr
Elektriksel İletkenlik (dS/m)	0.02	Tuzsuz
Toplam Tuz (%)	1.86	Hafif tuzlu
Kireç (CaCO ₃) (%)	11.8	Kireçli
Fosfor (P ₂ O ₅) (kg/da)	8.67	Yeterli
Potasyum (K ₂ O) (kg/da)	72.84	İyi
Organik madde (%)	4.86	İyi

*Toprak analizleri Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Toprak, Bitki, Su Analiz Laboratuvarında analiz edilmiştir.

3.3. Materyal

Denemede incelenen faktörler ve seviyeleri aşağıda verildiğı gibidir.

Faktör	Seviye sayısı	Açıklaması
Çeşit (Ç)	2	Yunus-90, Göynük-98
Stres faktörü (S)	2	Üşüme stresi (ÜS): çimlenme çıkış döneminde 10 gün boyunca gündüz 15 °C /gece 15 °C sıcaklığa maruz bırakma, sonrasında üşüme stresi ve diğer streslerin hiçbiri olmaksızın normal dış ortam koşullarında yetiştirme Stressiz koşullar (N): ekimden itibaren üşüme stresi ve diğer streslerin hiçbiri olmaksızın normal dış ortam koşullarında yetiştirme
Tohum ön uygulamaları (P)	5	Kontrol*, saf su hidropriming (HP), CaCl ₂ (%1, 1.5, 2) ile priming

*Kontrol Uygulaması: Hem dış ortamda stressiz normal koşullarda (N) hem de çimlenme çıkış döneminde üşüme stresi (ÜS) uygulanan uygulamalarda, ekim öncesinde tohumların hiçbir ön uygulamaya tabi tutulmadan doğrudan ekildiğı uygulamalardır

Çalışmada, Türkiye’de ekimi yaygın olarak yapılan Yunus-90 ve Göynük-98 fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşitleri kullanılmıştır. Yunus 90: Geçit Kuşığı Tarımsal Araştırma Merkezi tarafından 1990 yılında tescil edilmiştir. Gelişmesi bodur ve dik olup tane tipi horoz ve beyaz renklidir. Bakteriyel ve virüs hastalıklarına toleranslıdır (Şekil 3.1a). Göynük-98: Geçit Kuşığı Tarımsal Araştırma Merkezi tarafından 1998 tarihinde tescil edilmiştir. Gelişmesi bodur ve dik olup çiçek rengi beyazdır. Tane tipi horoz ve rengi beyazdır. Bakteriyel ve virüs

hastalıklarına toleranslıdır (Şekil 3.1b) Anonymous (2021).



Şekil 3.1. Denemede kullanılan Yunus-90 (a) ve Göynük-98 (b) fasulye çeşitleri

3.4. Yöntem

3.4.1. Tohum Ön-uygulamaları (Priming)

Ekimden önce her doz için belirlenen miktarlarda tohum tartılmış, tohumlara saf su (hidropriming) ve farklı CaCl_2 dozları (%1, 1.5 ve 2'lik) ile ön-uygulama (priming) işlemleri yapılmıştır. Tohum ağırlığının çözelti hacmine oranı 1:5 (w/v) olacak şekilde ayarlama yapılmıştır (Farooq vd., 2006). Ön uygulamada kullanılan çözeltileri havalandırmak için akvaryum pompası kullanılmıştır. Tohumlar 6 saat boyunca (Mazibuko vd., 2004) farklı yoğunluklardaki çözeltiler içerisinde bekletilmiştir. Süre sonunda tohumlar, saf su ile birkaç kez durulandıktan sonra kurutma kağıtları ile yüzey kurulaması yapılmış, laboratuvarında oda sıcaklığında başlangıç ağırlıklarına gelinceye kadar 36 saat boyunca kurutulmuştur (Şekil 3.2). Kurutulan tohumlar ekimden hemen önce sodyum hipoklorit (NaClO) ile %0.2 oranında hazırlanan sulu çözeltide 2 dakika bekletilerek dezenfekte edildikten sonra saf su ile durulanmış ve ardından saksılara ekilmiştir.



Şekil 3.2. Fasulye tohumlarına CaCl_2 (%1, 1.5 ve 2) çözeltisi ile tohum ön uygulama (a) ve oda sıcaklığında kurutma işlemi (b)

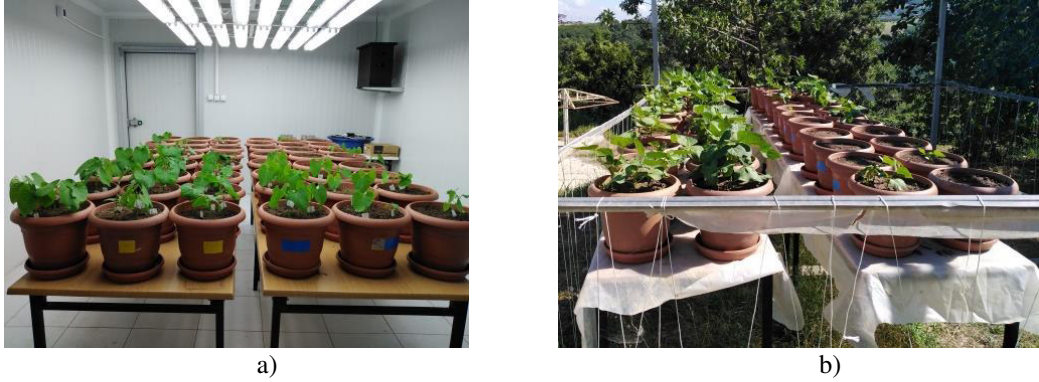
3.4.2. Denemenin Kurulması ve Yürütülmesi

Deneme, Tesadüf Parselleri deneme desenine göre faktöriyel ve 4 tekrarlamalı saksı denemesi şeklinde kurulmuş ve yürütülmüştür (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Ekim yapıldıktan sonra açık hava koşullarında (a) ve kontrollü büyütme odasında üşüme stresi altında (b) tohum çimlenme ve fide çıkışlarını takip etmek için hazırlanan saksılar

Üşüme stresi uygulanmayan bitkiler, ekimden hasat edilene kadar normal koşullar altında (N) açık havada hiçbir strese maruz bırakılmadan yetiştirilmiştir (Şekil 3.4b). Ekim sonrası çimlenme-çıkış döneminde üşüme stresi (ÜS) uygulanacak bitkiler ise 14 saat aydınlık/10 saat karanlık fotoperiyotta (gündüz/gece) 10 gün boyunca üşüme 15 °C/15 °C (gündüz/gece) stresine maruz bırakılmışlardır (Şekil 3.4a).



Şekil 3.4. Çimlenme ve çıkış döneminde kontrollü koşullara sahip bitki büyütme odasında üşüme stresi (ÜS) uygulanan (a) ve çimlenme ve çıkış dönemlerini açık hava koşullarında (b) tamamlayan fasulye bitkileri

Çimlenme-çıkış döneminde uygulanan 10 günlük üşüme stresi uygulamasının ardından, bu gruptaki bitkiler ekimden itibaren dış ortamda yani açık hava koşullarında yetiştirilen bitkilerle birlikte tohum hasadına kadar yan yana

yetiştirilmişlerdir (Şekil 3.5). Bu dönemde fasulye çeşitlerinin üşüme stresi tepkilerini belirlemek amacıyla bazı agronomik ve fizyolojik özellikler ile ilgili ölçümler yapılmıştır.



Şekil 3.5. Çimlenme ve çıkış döneminde üşüme stresi uygulandıktan sonra açık hava koşullarına çıkarılan (sağda) ve bu dönemi tamamıyla açık alanda geçiren bitkilerin (solda) birlikte görünümü

3.4.3. Ekim ve Bakım

Denemede kullanılan bahçe toprağı Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kurupelit Kampüsü arazisinden temin edilmiştir. Bahçe toprağı ve yanmış çiftlik gübresi 4 mm'lik elekten elendikten sonra karışım hazırlanmıştır. Bahçe toprağı ve çiftlik gübresi ile hazırlanan homojen karışım (1/2 v/v), 27 cm çapında ve 30 cm derinliğindeki 9 kg'lık saksılara doldurulmuştur (Şekil 3.6).



a)



b)

Şekil 3.6. Denemede kullanılmak üzere elenmiş toprak (a) ve yanmış çiftlik gübresi (b)

Ekim, 9 Temmuz 2019 tarihinde tohumlar toprak yüzeyinden yaklaşık 3 cm derinlikte ve eşit aralıkta olacak şekilde el ile gerçekleştirilmiştir. Her saksıya 6 adet tohum ekilmiştir. Ekimi takiben sulama yapılmıştır (Şekil 3.7.). Üşüme stresi

uygulanan ve uygulanmayan ortamlarda yetiştirilen bitkiler sabit bir zaman aralığı olmaksızın bitkilerin ihtiyacı doğrultusunda eşit miktarlarda sulama yapılarak, su stresine maruz bırakılmadan yetiştirilmiştir. Deneme saksılarındaki yabancı ot görüldükçe el ile yolunarak yabancı otların uzaklaştırılması sağlanmıştır.



Şekil 3.7. Ekim sonrasında saksıların sulanması

Ekim itibaren 70 gün sonra, çiçeklenme döneminde bazı bitkilerde pas hastalığı görülmüş, pasa karşı kimyasal mücadele yapılmıştır.

3.4.4. Hasat ve Harman

Hasat zamanının geldiğine bitkilerin gövde, yaprak ve meyvelerine bakılarak karar verilmiştir. Bitkilerdeki meyveler, yapraklar ve gövde tamamen saman sarısı renge geldiğinde (Şekil 3.8) tohum hasadı yapılmıştır. Hasat sonrasında harman yapmadan önce bitkiler bir süre daha açık havada kurutulmuştur.



Şekil 3.8. Tohum hasat olgunluğuna gelmiş fasulye bitkileri

3.4.5. Yapılan Gözlem ve Ölçümler

3.4.5.1. Bitki Boyu (cm)

Saksılardaki bütün bitkilerde, saksıların toprak yüzeyinden itibaren bitkinin en uç noktasına kadar olan dikey mesafe metre ile ölçülerek cm olarak belirlenmiştir.

3.4.5.2. İlk Bakla Yüksekliği (cm)

Saksılardaki bitkilerde toprak seviyesinden itibaren ilk meyvenin olduğu boğumun arasındaki dikey yükseklik metre ile ölçülerek cm olarak belirlenmiştir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Fasulyede bitki boyu ve ilk bakla yüksekliğinin ölçümü

3.4.5.3. Bitkide Bakla Sayısı (bakla/bitki)

Her saksı için hasat edilen bitkide bakla sayısı adet olarak sayılarak bitkide bakla sayısı (bakla/bitki) belirlenmiştir.

3.4.5.4. Bakla Boyu (cm)

Kuru olgunluk evresinde saksıdaki her bitkiden alınan baklaların boyları cetvel yardımı ile ölçülmüş ve ortalamaları alınmıştır.

3.4.5.5. Ortalama Tohum Ağırlığı (g/tohum)

Kuru olgunluk evresinde hasat edilen saksılardaki bitkilerin tane verimi bitkide tohum sayısına oranlanarak ortalama tohum ağırlığı g/tohum olarak belirlenmiştir.

3.4.5.6. Tohum Uzunluğu (cm)

Kuru tane hasat döneminde her saksı için bitkilerdeki tohum sayısı belirlendikten sonra bu tohumların uzunluğu kumpas yardımı ile ölçülmüştür.

3.4.5.7. Tohum Genişliği (cm)

Kuru tane hasat döneminde her saksı için bitkilerdeki tohum sayısı belirlendikten sonra bu tohumların genişliği kumpas yardımı ile ölçülmüştür.

3.4.5.8. Bitki Başına Tohum Sayısı (adet/bitki)

Kuru tane hasat döneminde her saksı için bitkilerdeki tohum sayısı belirlenmiş ve bitki sayısına oranlanarak bitki başına ortalama tohum sayısı (adet/bitki) hesaplanmıştır.

3.4.5.9. Kök Kuru Ağırlığı (g)

Kuru olgunluk evresinde topraktan dikkatlice sklerek hasat edilen bitkilerin kök kısımları topraklarından temizlenerek gövdelerinden ayrılıp tartılmış ve her saksı için tartımların ortalaması alınarak bitki başına kök kuru ağırlığı (g) belirlenmiştir.

3.4.5.10. Sap Kuru Ağırlığı (g)

Kuru olgunluk evresinde topraktan dikkatlice sklerek hasat edilen bitkilerin kök kısımları ve baklaları ayrılmış kuru gövdeleri tartılarak her saksı için ortalamalar alınmış ve sap kuru ağırlığı (g) olarak belirlenmiştir.

3.4.5.11. Bitki Başına Biyolojik Verim (g)

Kuru olgunluk evresinde hasat edilen saksılardaki bitkilerin ağırlıkları (gövde+bakla) alınarak saksı başına biyolojik verim (g) hesaplanmıştır.

3.4.5.12. Yaprak Klorofil İçeriği (SPAD)

Klorofil metre, bitki yaprağına kırmızı ve yakın kızıl ötesi bantlarda ışını göndererek geçirgenlik (transmisyon) değerinden yaprak klorofil miktarını hesaplayan elektro optik bir cihazdır. Bitki yaprağı ışınım kaynağı ile ışınım algılayıcı arasına yerleştirilir yaprağın diğer tarafına geçen ışınım miktarıyla yaprak içinde bulunan klorofil miktarı arasındaki ilişkiden yararlanarak yaprak klorofil içeriği hesaplaması yapılır ve ekranda gösterilir. Yaprak klorofil içeriği tayini (SPAD değeri) için uygulamaları temsil edecek şekilde seçilen yapraklarda taşınabilir özellikte CCM-200 (Opti-Sciences, ABD) klorofil metre ile ölçümler yapılmıştır (şekil 3.10). Her saksı için elde edilen ortalama SPAD değerleri kaydedilmiştir.



Şekil 3.10. Klorofilmetre ile fasulye yapraklarında SPAD değerlerinin ölçülmesi

3.4.5.13. Bitki Başına Verimi (g/bitki)

Kuru olgunluk evresinde her saksıdan hasat edilen bitkilere ait tohumlar tartılarak saksıda bulunan bitki sayısına oranlanmış ve bitki başına tane verimi g/bitki olarak hesaplanmıştır.

3.4.5.14. Hasat İndeksi (%)

Hasat indeksi (HI), kuru olgunluk evresinde hasat edilen bitkilerden elde edilen tane veriminin biyolojik verim (kökler hariç toprak üstü aksam ağırlığı) değerine bölünmesi ve elde edilen değer 100 ile çarpılması [$HI (\%) = (TA / BA) \times 100$] (TA: Tane verimi, BA: Biyolojik verim) sonucunda hesaplanmıştır (Yürür vd., 1981).

3.4.6. İstatistiksel Değerlendirme

Denemede yer alan uygulamaların incelenen özelliklere ait verileri SPSS programı kullanılarak Şansa Bağlı Parsellerde faktöriyel olarak analiz edilmiştir. Uygulanan işlemlerin incelenen özelliklere etkilerinin önemli olup olmadığını belirlemek için yapılan varyans analizi sonucunda, istatistiksel olarak önemlilik gösteren özelliklere ait ortalamalar LSD testi ile $p < 0.05$ önem seviyesine göre gruplandırılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Agronomik ve Fizyolojik Özellikler

4.1.1. Bitki Boyu (cm)

Üşüme stresi (ÜS) uygulanan ve uygulanmayan (N) fasulye çeşitlerinde bitki boyuna ait varyans analizi sonuçları, bitki boyuna ait ortalamalar ve LSD karşılaştırma grupları Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1. Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl₂ ile yapılan priming uygulamalarının bitki boyu (cm) üzerine etkileri

Çeşit(Ç)	Stres faktörü(S)	Priming (P)					ÇxS ort.	
		K	HP	CaCl ₂ %1	CaCl ₂ %1.5	CaCl ₂ %2		
Y	ÜS	40.10	38.28	39.15	33.89	35.67	37.42b	
	N	43.94	40.44	40.22	44.00	29.29	39.58b	
	ÇxP ort.	42.02	39.36	39.69	38.94	32.48	38.50	
G	ÜS	33.66	42.72	38.33	31.75	36.25	36.54b	
	N	46.86	48.00	42.92	42.50	45.18	45.09a	
	ÇxP ort.	40.25	45.36	40.63	37.13	40.71	40.82	
Priming ortalama		41.14a	42.36a	40.16ab	38.03ab	36.60b		
Stres faktörü ort.		ÜS		N				
		36.98b		42.34a				
		Önemlilik		LSD		Önemlilik		LSD
Ç	öd	-		ÇxS	*		3.69	
S	*	2.61		ÇxP	öd		-	
P	*	4.13		SxP	öd		-	
				ÇxSxP	öd		-	

ÜS: üşüme stresi, N: stressiz koşullar, K: kontrol, HP: hidropriming, *: P<0.05 düzeyde önemli, öd: önemli değil

Yunus 90 (Y) ve Göynük-98 (G) fasulye çeşitleri arasında bitki boyu bakımından önemli bir farklılık bulunmamıştır. Priming uygulamalarının fasulyede bitki boyuna etkileri bakımından uygulamalar arasında önemli (p<0.05) derecede farklılıklar tespit edilmiş, bitki boyu ortalamaları 36.60 cm ile 42.36 cm arasında değişmiştir. Yapılan çalışma sonucunda en yüksek bitki boyu ortalaması (42.36 cm) hidropriming (HP) uygulamasında, en düşük bitki boyu ortalaması (36.60 cm) CaCl₂ %2 uygulamasında ölçülmüştür. Bitki boyu ortalamaları, CaCl₂ %2 uygulaması hariç diğer priming uygulamalarında istatistiksel olarak birbirinden farksız ve CaCl₂ %2 uygulamasına ait bitki boyu ortalamasından önemli derecede yüksek olarak bulunmuştur. Soya fasulyesinde hidropriming, CaCl₂.2H₂O (% 0.5), KCl (10 ppm) ve KH₂PO₄ (50 ppm) tohum ön uygulamaları arasında, CaCl₂.2H₂O (% 0.5) uygulamasının diğer uygulamalara göre bitki boyunu önemli ölçüde artırdığı tespit edilmiştir (Chavan vd., 2014). Maitra vd. (1998), darıda tohum ön uygulamaları

olarak saf su, % 0.25 CaCl₂, 100 ppm, KH₂PO₄ ve 100 ppm Na₂HPO₄ çözeltilerini kullanarak yaptıkları araştırmalarında, tohum ön uygulamalarına ait bitki boyunun kontrol bitkilerine göre daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir.

Çimlenme ve çıkış döneminde üşüme stresine maruz kalan bitkilerde ölçülen bitki boyu (36.98 cm), dış ortam koşullarında yetiştirilen bitkilerdekine göre (42.34 cm) daha kısa olmuş (Tablo 4.1), üşüme stresi uygulaması bitki boyunun %5.57 oranında kısa kalmasına neden olmuştur.

Fasulyede bitki boyu üzerine araştırmacılar, çevre koşullarının önemli bir etkiye sahip olabileceğini bildirmişlerdir (Koinov ve Radkov, 1979). Fasulye üzerine yapılan çalışmalarda, Bozoğlu (1995)'nin Samsun koşullarında kuru fasulyede kalıtım derecelerinin belirlenmesi üzerine yaptığı çalışmada, bitki boyunu 31.48-81.71 cm, Önder ve Şentürk (1996)'ün Konya'da Yunus-90 bodur kuru fasulye çeşidinde farklı bitki sıklıklarının dane verimi üzerine etkileri çalışmasında bitki boyunu 43.5-51.7 cm, Pekşen ve Artık (2005), Samsun'da anti besinsel maddeler ve yemeklik tane baklagillerin besleyici değerleri üzerine yaptıkları çalışmada fasulyenin bitki boyunu 24.6-72.3 cm, Karabacak (2018) ise kuru fasulye çeşitlerinin agro-morfolojik özelliklerini araştırdıkları çalışmada fasulyede bitki boyunu 33.2-62.4 cm olarak değişen değerler arasında bulmuşlardır. Yapılan ekim zamanı denemelerinde Tam ve Toğay (2009) Van koşullarında farklı ekim zamanı uygulamalarının fasulyede verim ve verim öğelerine etkisini belirlemek için yaptıkları çalışmalarında bitki boyunu 24.78-28.53 cm olarak belirlemiş, en yüksek bitki boyları birinci ve ikinci ekim zamanından elde edilmiş, aralarında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır.

4.1.2. İlk Bakla Yüksekliği (cm)

Makineli hasatta özellikle hasat kayıplarını azaltabilmek amacıyla ilk baklaları yüksekten bağlayabilen çeşitler tercih edilmektedir. Çimlenme-çıkış döneminde üşüme stresi (ÜS) uygulamalarının fasulye çeşitlerinde ilk bakla yüksekliğine etkilerine ait varyans analizi sonuçları ve LSD karşılaştırma grupları Tablo 4.2'de, verilmiştir.

İlk bakla yüksekliği bakımından Yunus 90 (Y) ve Göynük-98 (G) fasulye çeşitleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Priming uygulamalarının ilk bakla yüksekliğine etkileri önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. CaCl₂ %1.5 ve %2 uygulamaları hariç diğer priming uygulamalarında belirlenen ilk bakla

yüksekliği ortalamaları istatistiksel olarak birbirinden farksız ve CaCl₂ %1.5 ve %2 uygulamalarına ait ilk bakla yüksekliği ortalamalarından önemli derecede yüksek olarak bulunmuştur. Çimlenme-çıkış döneminde üşüme stresine maruz kalan bitkilerde belirlenen ilk bakla yüksekliği, normal koşullarda yetiştirilen bitkilerdekinden farksız bulunmuştur (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl₂ ile yapılan priming uygulamalarının ilk bakla yüksekliği (cm) üzerine etkileri

Çeşit (Ç)	Stres faktörü (S)	Priming (P)					ÇxS ort.
		K	HP	CaCl ₂ %1	CaCl ₂ %1.5	CaCl ₂ %2	
Y	ÜS	25.54abc	21.32b-e	21.44b-e	18.02c-g	14.89efg	20.24
	N	27.81ab	24.94a-d	25.44a-d	19.72c-f	15.08efg	22.60
	ÇxP ort.	26.68a	23.13ab	23.44ab	18.88bcd	14.99d	21.42
G	ÜS	23.17a-d	20.00c-f	19.72c-f	11.50g	21.00b-e	19.07
	N	29.64a	18.00d-g	24.81a-d	19.00c-g	13.00fg	20.89
	ÇxP ort.	26.40a	19.00bcd	22.26abc	15.25d	17.00cd	19.98
Priming ortalama		26.54a	21.07b	22.85ab	17.06c	15.99c	
Stres faktörü ort.		ÜS 19.66	N 21.75				
	Önemlilik	LSD		Önemlilik	LSD		
Ç	öd	-		ÇxS	öd	-	
S	öd	-		ÇxP	*	5.31	
P	*	3.75		SxP	öd	-	
				ÇxSxP	*	7.51	

ÜS: üşüme stresi, N: stressiz koşullar, K: kontrol, HP: hidropriming, *: P<0.05 düzeyde önemli, öd: önemli değil

Tohum ön uygulama işlemlerine ait ilk bakla yüksekliği ortalamaları 15.99 cm ile 26.54 cm arasında değişmiştir. En yüksek ilk bakla yüksekliği ortalaması (26.54 cm) kontrol (K) uygulamasında, en düşük ilk bakla yüksekliği ortalaması ise (15.99 cm) CaCl₂ %2 uygulamasında belirlenmiştir.

Fasulye üzerinde yapılan çalışmalarda, Konya bölgesinde yetiştirilen kuru fasulye genotiplerinde Kahraman ve Önder (2009) ilk bakla yüksekliğini 4.60-20.25 cm, Düzdemiir ve Akdağ (2001), kuru fasulye gen kaynaklarının karakterizasyonu ile ilgili çalışmalarında ilk bakla yüksekliğini 9.9-23.9 cm, Erzincan ve Hınıs çevre koşullarında yetiştirdikleri kuru fasulye çalışmalarında Babagil vd. (2013) ilk bakla yüksekliğini 19.5 cm, Aydoğan (2017)'ın kuru fasulye hatlarında yaptıkları çalışmalarında ilk bakla yüksekliğini 12.1-17.6 cm arasında değişen değerlerde bulmuşlardır. Bulgularımız araştırmalarda bulunan sonuçlarla kıyaslandığında, stressiz koşullarda yetişen bitkilerde (21.75 cm) ilk bakla yüksekliği, bulunan değerlere kıyasla yüksek çıkmıştır.

4.1.3. Bitkide Bakla Sayısı (adet/bitki)

Bakla sayısı baklagillerde verime önemli etkileri olan özelliklerden birisidir. Çimlenme-çıkış döneminde üşüme stresi uygulamalarının bitkide bakla sayısına etkilerine ait varyans analizi sonuçları Tablo 4.3’de verilmiştir.

Yunus 90 (Y) ve Göynük-98 (G) fasulye çeşitleri arasında bitkide bakla sayısı bakımından önemli bir farklılık bulunmamıştır. Fasulyede bitkide bakla sayısına etkileri bakımından priming uygulamaları arasında önemli ($p<0.05$) derecede farklılıklar tespit edilmiştir. Kontrol (K) ve CaCl_2 %1 uygulamaları hariç diğer tüm priming uygulamalarında belirlenen bitkide bakla sayısı ortalamaları istatistiksel olarak birbirinden farksız ve daha yüksek bulunmuştur (Tablo 4.3)..

Tablo 4.3. Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl_2 ile yapılan priming uygulamalarının bitkide bakla sayısı (adet/bitki) üzerine etkileri

Çeşit(Ç)	Stres faktörü(S)	Priming (P)					ÇxS ort.
		K	HP	CaCl_2 %1	CaCl_2 %1.5	CaCl_2 %2	
Y	ÜS	3.92ef	6.83c-f	5.17def	6.67c-f	7.67b-e	6.05
	N	2.58f	6.39c-f	6.22c-f	12.33ab	12.42ab	7.99
	ÇxP ort.	3.25d	6.61bcd	5.70cd	9.50ab	10.04a	7.02
G	ÜS	6.02def	6.22c-f	5.11def	8.25b-e	9.25bcd	6.97
	N	5.53def	16.5a	6.14def	8.50b-e	11.00bc	9.53
	ÇxP ort.	5.78cd	11.36a	5.62cd	8.38abc	10.12a	8.25
Priming ortalama		4.51b	8.99a	5.66b	8.94a	10.08a	
Stres faktörü ort.		ÜS 6.51b	N 8.76a				
		Önemlilik	LSD	Önemlilik	LSD		
Ç	öd	-		ÇxS	öd	-	
S	*	1.52		ÇxP	*	3.39	
P	*	2.40		SxP	öd	-	
				ÇxSxP	*	4.80	

ÜS: üşüme stresi, N: stressiz koşullar, K: kontrol, HP: hidropriming, *: $P<0.05$ düzeyde önemli, öd: önemli değil

Çalışmamızda tohum ön uygulamalarına ait bitkide bakla sayısı değerleri 4.51 adet ile 10.08 adet arasında değişmiştir. En yüksek bitkide bakla sayısı ortalaması (10.08 adet) CaCl_2 %2 uygulamasında, en düşük değer ise (4.51 adet) kontrol (K) uygulamasında görülmüştür. Demir vd. (2016), besin elementleri ile tohum uygulaması, ekim zamanları ve kurutma hızının fasulye ve börülcede tohum kalitesine etkilerini incelediği çalışmasında, her iki deneme yılında da priming uygulamalarının fasulyede bitkide bakla sayısına etkileri önemsiz bulmuştur.

Tamamen dış ortam koşullarında yetiştirilen bitkilerde belirlenen bitkide bakla sayısı ile karşılaştırıldığında, çimlenme-çıkış döneminde uygulanan üşüme stresi fasulyede bitki başına bakla sayısında önemli derecede azalmaya neden olmuştur

(Tablo 4.3).

Fasulye üzerinde yapılan çalışmalarda, bitkide bakla sayısına ait bulgularda Özçelik ve Gülümser (1988)'in bazı bodur fasulye çeşitlerinde verim ve bazı verim ögeleri üzerine yaptıkları araştırmada 8.30-12.20 adet, Ceyhan vd. (2009)'nin fasulye genotiplerinde bakla sayısını 12.3-32.0 adet, Sözen (2017), 11.80-35.06 adet, Bayburt koşullarında yerel fasulye çeşitleriyle yaptıkları çalışmada Girgel vd. (2018)'nin bitkide bakla sayısını 10.0-24.1 adet olarak değişen değerlerde belirlemişlerdir. Varankaya (2011), Yozgat çevre şartlarında yetiştirilen fasulye genotiplerinde bazı tarımsal özelliklerin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada bitkide bakla sayısını 7.45-18.33 adet arasında değişen değerlerde bildirmişlerdir. Bulgularımız araştırmalarda bulunan sonuçlarla kıyaslandığında, stressiz koşullarda yetişen bitkilerde (8.76 adet) bakla sayısı yukarıdaki çalışmalarda bulunan değerlere benzer çıkmıştır.

4.1.4. Bakla Boyu (cm)

Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme stresi uygulamalarının bitkide bakla boyuna etkilerine ait varyans analizi sonuçları ve LSD karşılaştırma grupları Tablo 4.4'de verilmiştir.

Tablo 4.4. Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl₂ ile yapılan priming uygulamalarının bakla boyu (cm) üzerine etkileri

Çeşit(Ç)	Stres faktörü(S)	Priming (P)					ÇxS ort.
		K	HP	CaCl ₂ %1	CaCl ₂ %1.5	CaCl ₂ %2	
Y	ÜS	8.36	9.00	9.36	8.40	8.97	8.81b
	N	9.51	11.58	10.27	10.27	9.91	10.30a
	ÇxP ort.	8.94	10.29	9.81	9.33	9.44	9.56
G	ÜS	10.18	9.61	10.95	9.07	11.41	10.24a
	N	9.06	9.64	8.55	10.24	9.12	9.32b
	ÇxP ort.	9.62	9.63	9.75	9.66	10.27	9.78
Priming ortalama		9.28	9.96	9.78	9.49	9.85	
Stres faktörü ort.		ÜS 9.53	N 9.82				
		Önemlilik	LSD			Önemlilik	LSD
Ç	öd	-		ÇxS	*	0.82	
S	öd	-		ÇxP	öd	-	
P	öd	-		SxP	*	1.30	
				ÇxSxP	öd	-	

ÜS: üşüme stresi, N: stressiz koşullar, K: kontrol, HP: hidropriming, *: P<0.05 düzeyde önemli, öd: önemli değil

Yunus 90 (Y) ve Göynük-98 (G) fasulye çeşitleri arasında bakla boyu bakımından önemli bir farklılık bulunmamıştır. Priming uygulamalarının fasulyede bakla boyuna etkileri bakımından önemli bir farklılık tespit edilmemiş, kontrol ve

priming uygulamalarına ait bakla boyu ortalamaları istatistiksel olarak birbirinden farksız bulunmuştur. Çimlenme-çıkış döneminde üşüme stresine maruz kalma (ÜST veya kalmamanın (N) fasulyede bakla boyu bakımından önemli bir farklılık oluşturmadığı belirlenmiştir (Tablo 4.4).

Bitkide bakla boyu değerleri 9.28 cm ile 9.96 cm arasında değişmiştir. Bakla boyuna ait bulgularda, Önder ve Sade (1996)'nin, Yunus-90 kuru fasulye çeşidinde yaptığı çalışmada 9.40 cm, Düzdemir (1998)'in kuru fasulye genotiplerinde verim ve diğer bazı özellikler üzerine yaptığı çalışmada 7.48-11.88 cm, Şehirli (1965)'nin fasulyenin morfolojik ve biyolojik vasıfları üzerinde yaptığı araştırmalarında 8.2-12.6 cm, Giresun ilinden toplanan yerel fasulye çeşitleri ile kurduğu çalışmada Atıcı (2013)'nin bakla boyunu 7.1-16.6 cm, Aydoğan (2017)'in fasulye hatlarında verim ve kalite çalışmaları sonucunda bakla boyunu 8.6-15.0 cm arasında değişen değerlerde olduğunu bildirmişlerdir.

Tablo 4.5'de verilen bakla boyuna ait stres faktörü x priming interaksiyon ortalamaları incelendiğinde, üşüme stresi altında CaCl₂ %1 uygulaması hariç, hem çimlenme-çıkış döneminde üşüme stresine maruz kalan hem de normal koşullarda yetiştirilen fasulye bitkilerinde bakla boyu kontrol uygulamasında sonuçlar diğer tüm uygulamalara kıyasla düşük bulunmuştur (Tablo 4.5).

Tablo 4.5. Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl₂ ile yapılan priming uygulamalarının bakla boyuna (cm) ait stres faktörü x priming interaksiyon ortalamaları

Stres faktörü (S)	Priming					Ortalama
	K	HP	CaCl ₂ %1	CaCl ₂ %1.5	CaCl ₂ %2	
ÜS	9.27bc*	9.30abc	10.15ab	8.73c	10.18ab	9.53
N	9.28bc	10.61a	9.41abc	10.25ab	9.52abc	9.81
Ortalama	9.28	9.96	9.78	9.49	9.85	

ÜS: üşüme stresi, N: stressiz koşullar, K: kontrol, HP: hidropriming, *: P<0.05 düzeyde önemli

4.1.5. Ortalama Tohum Ağırlığı (g/tohum)

Baklagillerde 100 tane ağırlığı verime önemli etkileri olan özelliklerden birisidir. Çalışmamızda uygulamaların her bir tekrarlamasından elde edilen tohum miktarları 4 x 100 adet tohum ağırlığını belirlemeye yetmediğinden, uygulamalara ait tohum ağırlıkları tohum sayısına oranlanarak ortalama tohum ağırlıkları belirlenmiştir. Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl₂ ile yapılan priming uygulamalarının bitkide tohum ağırlığına (g/tohum) etkilerine ait varyans analizi sonuçları ve LSD karşılaştırma grupları Tablo

4.6'da verilmiştir.

Yunus 90 (Y) ve Göynük-98 (G) fasulye çeşitleri arasında ortalama tohum ağırlığı bakımından genotipik farklılığa bağlı olarak önemli ($p<0.05$) derecede farklılık tespit edilmiştir. Fasulyede ortalama tohum ağırlığına etkileri bakımından denemede incelenen tohum ön uygulamaları arasında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir (Tablo 4.). Valadkhan vd. (2015), nohutda Zn, Fe ve Ca nano parçacıklarının 100 tane ağırlığını önemli ölçüde artırdığını belirlemiştir.

Tablo 4. 6. Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla $CaCl_2$ ile yapılan priming uygulamalarının ortalama tohum ağırlığı (g/tohum) üzerine etkileri

Çeşit(Ç)	Stres faktörü(S)	Priming (P)					ÇxS ort.
		K	HP	$CaCl_2$ %1	$CaCl_2$ %1.5	$CaCl_2$ %2	
Y	ÜS	0.42	0.39	0.41	0.39	0.33	0.39
	N	0.31	0.23	0.32	0.37	0.32	0.31
	ÇxP ort.	0.36	0.31	0.37	0.38	0.32	0.35b
G	ÜS	0.54	0.58	0.55	0.46	0.52	0.53
	N	0.44	0.41	0.41	0.41	0.51	0.44
	ÇxP ort.	0.49	0.50	0.48	0.43	0.52	0.48a
Priming ortalama		0.43	0.40	0.42	0.41	0.42	
Stres faktörü ort.		ÜS 0.46a	N 0.37b				
	Önemlilik	LSD		Önemlilik	LSD		
Ç	*	0.035		ÇxS	öd	-	
S	*	0.035		ÇxP	öd	-	
P	öd	-		SxP	öd	-	
				ÇxSxP	öd	-	

ÜS: üşüme stresi, N: stressiz koşullar, K: kontrol, HP: hidropriming, *: $P<0.05$ düzeyde önemli, öd: önemli değil

Çimlenme-çıkış döneminde üşüme stresine maruz kalan bitkilere ait ortalama tohum ağırlığı (0.46 g/tohum), tamamıyla stressiz normal koşullarda yetiştirilen bitkilerde belirlenen ortalama tohum ağırlığından (0.37 g/tohum) önemli derecede daha yüksek bulunmuştur (Tablo 4.6). Çimlenme-çıkış döneminde üşüme stresi uygulamasında bitki başına tohum sayısı stressiz (N) koşullarda yetiştirilen bitkilerdekine oranla önemli derecede azalmış (Tablo 4.9), bu az sayıdaki tohumun bitki tarafından daha iyi beslenmesi ve fazla besin maddesi biriktirilmesine bağlı olarak, üşüme stresi uygulamasında ortalama tohum ağırlığında önemli derecede artış meydana gelmiştir (Tablo 4.6).

Samsun koşullarında yetiştirilen fasulye genotiplerinde tohum verimi ve verim bileşenleri arasındaki ilişkiyi araştırmak için yapılan çalışmada, genotiplerin ortalamasında 0.39 g/tohum olarak bulunan ortalama tohum ağırlığı, 0.16-0.59 g/tohum deperleri arasında değişim göstermiştir (Pekşen ve Gülümser, 2005).

4.1.6. Tohum Uzunluğu (cm)

Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl₂ ile yapılan priming uygulamalarının tohum uzunluğu etkilerine ait varyans analizi ve LSD karşılaştırma grupları sonuçları Tablo 4.7’de verilmiştir.

Tablo 4.7. Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl₂ ile yapılan priming uygulamalarının tohum uzunluğu (cm) üzerine etkileri

Çeşit(Ç)	Stres faktörü(S)	Priming (P)					ÇxS ort.
		K	HP	CaCl ₂ %1	CaCl ₂ %1.5	CaCl ₂ %2	
Y	ÜS	0.34	0.33	0.36	0.37	0.41	0.36
	N	0.35	0.37	0.36	0.38	0.37	0.37
	ÇxP ort.	0.35	0.35	0.36	0.38	0.39	0.36a
		cd	cd	bc	ab	a	
G	ÜS	0.31	0.32	0.32	0.29	0.31	0.31
	N	0.36	0.35	0.33	0.31	0.33	0.33
	ÇxP ort.	0.34cd	0.33cd	0.32de	0.30e	0.32de	0.32b
Priming ortalama		0.34	0.34	0.34	0.34	0.35	
Stres faktörü ort.		ÜS	N				
		0.34b	0.35a				
	Önemlilik	LSD		Önemlilik	LSD		
Ç	*	0.01		ÇxS	öd	-	
S	*	0.01		ÇxP	*	0.03	
P	öd	-		SxP	öd	-	
				ÇxSxP	öd	-	

ÜS: üşüme stresi, N: stressiz koşullar, K: kontrol, HP: hidropriming, *: P<0.05 düzeyde önemli, öd: önemli değil

Yunus 90 (Y) fasulye çeşidine ait tohum boyu, Göynük-98 (G) fasulye çeşidinin tohum boyuna göre daha uzun ve önemli (p<0.05) derecede farklı olarak belirlenmiştir. Fasulyede tohum uzunluğu ekim öncesi tohum uygulamalarından etkilenmemiştir. Üşüme stresi uygulanan bitkilerden elde edilen tohum uzunluğu (0.34 cm), normal koşullarda belirlenen tohum uzunluğundan (0.35 cm) istatistiksel olarak farklı ve daha kısa bulunmuştur (Tablo 4.7).

Kuru fasulye gen kaynaklarının karakterizasyonu üzerine yapılan bir çalışmada, tohum uzunluğu değerlerinin 0.80-1.22 cm arasında olduğu belirlenmiştir (Düzdemir ve Akdağ, 2001).

4.1.7. Tohum Genişliği (cm)

Tablo 4.8’de çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl₂ ile yapılan priming uygulamalarının tohum genişliğine etkilerine ait varyans analiz sonuçları görülmektedir.

Tablo 4. 8. Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl₂ ile yapılan priming uygulamalarının tohum genişliği (cm) üzerine etkileri

Çeşit(C)	Stres faktörü(S)	Priming (P)					ÇxS ort.
		K	HP	CaCl ₂ %1	CaCl ₂ %1.5	CaCl ₂ %2	
Y	ÜS	0.17	0.20	0.21	0.20	0.17	0.19c
	N	0.23	0.24	0.27	0.29	0.25	0.26b
	ÇxP ort.	0.20f	0.22ef	0.24de	0.25cde	0.21f	0.22b
G	ÜS	0.28	0.27	0.27	0.24	0.24	0.26b
	N	0.32	0.30	0.30	0.30	0.27	0.30a
	ÇxP ort.	0.30a	0.29ab	0.28ab	0.27bc	0.26cd	0.28a
Priming ortalama		0.25a	0.25a	0.26a	0.26a	0.23b	
Stres faktörü ort.		ÜS 0.23b	N 0.28a				
	Önemlilik	LSD		Önemlilik	LSD		
Ç	*	0.01		ÇxS	*	0.02	
S	*	0.01		ÇxP	*	0.02	
P	*	0.02		SxP	öd	-	
				ÇxSxP	öd	-	

ÜS: üşüme stresi, N: stressiz koşullar, K: kontrol, HP: hidropriming, *: P<0.05 düzeyde önemli, öd: önemli değil

Denemede kullanılan fasulye çeşitleri arasında tohum genişliği bakımından önemli (p<0.05) derecede farklılıklar belirlenmiş, Göynük-90 (G) çeşidine ait tohumların daha geniş olduğu tespit edilmiştir. Priming uygulamalarının fasulyede tohum genişliğine etkileri bakımından uygulamalar arasında önemli (p<0.05) farklılıklar tespit edilmiştir. Ancak, CaCl₂ %2 uygulaması hariç tutulduğunda, HP de dahil olmak üzere tüm priming uygulamalarında belirlenen tohum genişliklerinin istatistiksel olarak birbirinden farksız olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.8).

Tohum ön uygulamalarına göre fasulyede tohum genişliği değerleri 0.23cm ile 0.25 cm arasında değişim göstermiştir. Escribano (1997), fasulye popülasyonlarının meyve ve tohum kalite özellikleri bakımından genetik çeşitliliği ortaya koymak için yaptığı çalışmada, tohum genişliğini 0.12-0.67 cm olarak belirlemiştir. Tohum ön uygulamalarının fasulyede, tohum genişliği üzerine olumlu etkileri olduğu görülmüştür.

Ekimden itibaren hasat dönemine kadar stressiz normal koşullar altında yetiştirilen fasulye bitkilerinde meydana gelen tohumların genişliğinin, çimlenme-çıkış döneminin 10 günlük kısmını üşüme stresi altında geçirenlere göre önemli derecede daha fazla olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.8).

4.1.8. Bitki Başına Tohum Sayısı (adet/bitki)

Çimlenme döneminde üşüme stresi uygulanan ve uygulanmayan fasulye çeşitlerinde bitki başına tohum sayısına ait varyans analizi sonuçları, ortalamalar ve LSD karşılaştırma grupları Tablo 4.9’da verilmiştir.

Yunus 90 ve Göynük-98 fasulye çeşitleri arasında bitki başına tohum sayısı bakımından önemli bir farklılık bulunmamıştır. Priming uygulamalarının fasulyede bitki başına tohum sayısına etkileri bakımından uygulamalar arasında önemli ($p<0.05$) derecede farklılıklar tespit edilmiştir. $CaCl_2$ ün %1.5 ve %2’lik uygulaması ile HP uygulaması, $CaCl_2$ %1 ve kontrol (K) uygulamasına ait bitki başına tohum sayısından önemli derecede yüksek bulunmuştur (Tablo 4.9).

Tablo 4.9. Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla $CaCl_2$ ile yapılan priming uygulamalarının bitki başına tohum sayısı (adet/bitki) üzerine etkileri

Çeşit(Ç)	Stres faktörü(S)	Priming (P)					ÇxS ort.
		K	HP	$CaCl_2$ %1	$CaCl_2$ %1.5	$CaCl_2$ %2	
Y	ÜS	6.11ef	10.28def	7.36ef	7.33ef	8.33ef	7.88
	N	4.80f	16.17b-e	11.94	28.00a	25.67ab	17.32
	ÇxP ort.	5.46	13.22	9.65	17.67	17.00	12.60
G	ÜS	11.87def	10.67def	14.33c-f	13.75def	14.25c-f	12.97
	N	7.64ef	27.50a	11.64def	24.50abc	20.50a-d	18.35
	ÇxP ort.	9.75	19.08	12.99	19.13	17.38	15.66
Priming ortalama		7.60c	16.15ab	11.32bc	18.40a	17.19a	
Stres faktörü ort.	ÜS						
	N	10.43b	17.84a				
	Önemlilik	LSD		Önemlilik	LSD		
Ç	öd	-		ÇxS	öd	-	
S	*	3.33		ÇxP	öd	-	
P	*	5.27		SxP	*	7.45	
				ÇxSxP	*	10.54	

ÜS: üşüme stresi, N: stressiz koşullar, K: kontrol, HP: hidropriming, *: $P<0.05$ düzeyde önemli, öd: önemli değil

Normal koşullarda yetiştirilen fasulye bitkileri, çimlenme döneminde üşüme stresi yaşayan bitkilere göre bitki başına daha fazla sayıda tohum meydana getirmişlerdir (Tablo 4.9 ve 4.10).

Stres faktörü x priming interaksyonuna ait bitki başına tohum sayısı ortalamaları incelendiğinde, bitki başına en yüksek sayıda tohumun açık alanda normal şartlar altında yetiştirilen bitkilerde $CaCl_2$ ’nin %1.5 ve 2 lik dozları ile HP uygulamalarından elde edilmiştir (Tablo 4.10).

Tablo 4.10. Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl₂ ile yapılan priming uygulamalarının bitki başına tohum sayısına (adet/bitki) ait stres faktörü x priming interaksiyon ortalamaları

Stres faktörü (S)	Priming					Ortalama
	K	HP	CaCl ₂ %1	CaCl ₂ %1.5	CaCl ₂ %2	
ÜS	8.99b*	10.47b	10.85b	10.54b	11.29b	10.43b*
N	6.22b	21.83a	11.79b	26.25a	23.08a	17.84a
Ortalama	7.60c*	16.15ab	11.32bc	18.40a	17.19a	

ÜS: üşüme stresi, N: stressiz koşullar, K: kontrol, HP: hidropriming, *: P<0.05 düzeyde önemli

Bitki başına tohum sayısı değerleri 7.60 adet ile 18.40 adet arasında değişmiştir. Yapılan çalışma sonucunda en yüksek bitki başına tohum sayısı (18.40 adet) CaCl₂ %1.5 uygulamasında, en düşük bitki başına tohum sayısı (7.60 adet) kontrol (K) uygulamasında ölçülmüştür.

Fasulye üzerine yapılan çalışmalarda, Geboloğlu ve Yazgan (1996) fasulye çeşidinde bitkide tohum sayısını 9.13-13.53 adet, Önder vd. (2014), kuru fasulyede tohum sayısını 12-26 adet, Akdağ ve Şahin (1994), Tokat şartlarında yetiştirilen kuru fasulye çeşitlerinde tohum sayısını 17.1-48.6 adet, Elkoca ve Çınar (2015) ise 8.3-11.4 adet olarak Pekşen ve Gülümser (2005), Samsun koşullarında yürüttükleri bir çalışmada 6 farklı fasulye genotipinde bitki başına tohum sayısının 9.20-78.0 değiştiğini, ortalama tohum sayısının ise 33.49 olduğunu belirlemişlerdir.

Fasulyede tohum ön uygulamanın etkilerini belirlemek amacıyla yapılmış çalışmada, bitki başına tohum sayısı 11.86-25.00 adet olarak bulunmuş (Rastin vd., 2013), bu değerler bizim bulgularımız ile (18.40 adet) benzerlik göstermiştir.

4.1.9. Kök Kuru Ağırlığı (g/bitki)

Tablo 4.11'de fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl₂ ile yapılan priming uygulamalarının kök kuru ağırlığı (g/bitki) üzerine etkilerine ait varyans analizi sonuçları görülmektedir.

Yunus 90 ve Göynük-98 fasulye çeşitleri arasında kök kuru ağırlık bakımından istatistiksel olarak bir fark bulunmazken, ekim öncesi tohum uygulamaları arasında önemli (p<0.05) derecede farklılıklar tespit edilmiştir. Kontrol uygulaması ile kıyaslandığında CaCl₂ %1 ve %2 uygulamalarının kök kuru ağırlıklarında azalma olduğu görülmektedir (Tablo 4.11). Fasulyede ekim sonrası çimlenme-çıkış döneminde ortaya çıkan üşüme stresi, açık alanda normal koşullarda yetiştirilmeye göre kök kuru ağırlığında %33.82 oranında ve önemli derecede azalmaya yol açmıştır (Tablo 4.11).

Tablo 4.11. Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl₂ ile yapılan priming uygulamalarının kök kuru ağırlığı (g/bitki) üzerine etkileri

Çeşit(Ç)	Stres faktörü(S)	Priming (P)					ÇxS ort.					
		K	HP	CaCl ₂ %1	CaCl ₂ %1.5	CaCl ₂ %2						
Y	ÜS	2.33	1.93	2.13	2.40	1.97	2.15					
	N	4.93	3.3.	3.90	2.50	2.00	3.33					
	ÇxP ort.	3.63	2.61	3.01	2.45	1.98	2.74					
G	ÜS	2.97	2.33	2.23	2.25	1.90	2.34					
	N	3.87	3.73	2.37	4.30	3.10	3.47					
	ÇxP ort.	3.42	3.03	2.30	3.28	2.50	2.90					
Priming ortalama		3.53a	2.83ab	2.66b	2.86ab	2.24b						
Stres faktörü ort.		<table border="1"> <thead> <tr> <th>ÜS</th> <th>N</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2.25b</td> <td>3.40a</td> </tr> </tbody> </table>		ÜS	N	2.25b	3.40a					
ÜS	N											
2.25b	3.40a											
		Önemlilik	LSD			Önemlilik	LSD					
Ç	öd	-		ÇxS	öd	-						
S	*	0.50		ÇxP	öd	-						
P	*	0.79		SxP	öd	-						
				ÇxSxP	öd	-						

ÜS: üşüme stresi, N: stressiz koşullar, K: kontrol, HP: hidropriming, *: P<0.05 düzeyde önemli, öd: önemli değil

Soğuğa dirençli bitkilerin yaprak apoplastından izole edilen bakterilerin fasulyede soğuk stresi toleransı üzerine etkileri araştırıldığı çalışmada fasulyede kök kuru ağırlığı 1.39-0.20 g (Tiryaki, 2015), kuraklık stresi altındaki fasulyede kök kuru ağırlığı 0.28-0.58 g arasında (Kılıçaslan vd., 2020) belirlenmiştir.

4.1.10. Sap Kuru Ağırlık (g/bitki)

Sap kuru ağırlığı (g/bitki) bakımından fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl₂ ile yapılan priming uygulamalarının etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.12’de özetlenmiştir.

Denemede kullanılan fasulye çeşitlerinden Göynük-98’in Yunus-90’a göre daha yüksek sap kuru ağırlığına sahip olduğu tespit edilmiştir. Tohumların ekimden önce CaCl₂ ile muamele edilmelerinin, ekimi takip eden çimlenme döneminin üşüme stresi altında veya stressiz koşullarda geçmesinin fasulyede kök kuru ağırlığına bir etkisi olmamıştır (Tablo 4.12). Maitra vd. (1998), darıda saf su, % 0.25 CaCl₂, 100 ppm, KH₂PO₄ ve 100 ppm Na₂HPO₄ çözeltilerini kullanarak yaptıkları denelelerinde, kuru madde birikiminin tohum ön uygulaması yapılan işlemlerde kontrol bitkilerine göre daha fazla olduğunu belirlemişlerdir.

Tablo 4.12. Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl₂ ile yapılan priming uygulamalarının sap kuru ağırlığı (g/bitki) üzerine etkileri

Çeşit(Ç)	Stres faktörü(S)	Priming (P)					ÇxS ort.
		K	HP	CaCl ₂ %1	CaCl ₂ %1.5	CaCl ₂ %2	
Y	ÜS	11.89	12.66	13.16	12.53	10.76	12.20
	N	16.56	10.25	14.27	11.6	12.76	12.98
	ÇxP ort.	14.23	11.45	13.72	11.80	11.76	12.59b
G	ÜS	15.35	16.69	12.07	12.04	20.85	15.40
	N	18.84	15.46	13.80	16.11	12.33	15.31
	ÇxP ort.	17.10	16.08	12.94	14.07	16.59	15.35a
Priming ortalama		15.66	13.76	13.32	12.93	14.18	
Stres faktörü ort.		ÜS	N				
		13.80	14.14				
		Önemlilik	LSD	Önemlilik	LSD		
Ç	*	2.44	ÇxS	öd	-		
S	öd	-	ÇxP	öd	-		
P	öd	-	SxP	öd	-		
			ÇxSxP	öd	-		

ÜS: üşüme stresi, N: stressiz koşullar, K: kontrol, HP: hidropriming, *: P<0.05 düzeyde önemli, öd: önemli değil

Sap kuru ağırlık değerleri 12.93 g ile 15.66 g arasında değişmiştir. Sap kuru ağırlığına ait bulgularımız, Vuralın ve Müftüoğlu (2012) tarafından ön uygulama işlemi yapılan bakla çalışmasında buldukları 6.84-10.11 g/bitki arasında değişen sap kuru ağırlığı bulgularından yüksek çıkmıştır.

Tiryaki (2015), fasulyede sap kuru ağırlığını 2.79-0.31 g, Kılıçaslan vd. (2020) ise kuraklık stresi altındaki fasulyede sap kuru ağırlığı 0.47-1.17 g arasında belirlemişlerdir. Bulgularımız çalışmalarda bulunan sap kuru ağırlıkları değerlerinden yüksek bulunmuştur.

4.1.11. Bitki Başına Biyolojik Verim (g/bitki)

Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl₂ ile yapılan priming uygulamalarının bitki başına biyolojik verim (g/bitki) üzerine etkilerine ait varyans analizi sonuçları ve uygulamalara ait ortamlar (Tablo 4.13) de verilmiştir.

Yunus 90 (Y) ve Göynük-98 (G) fasulye çeşitleri biyolojik verim bakımından farklılık göstermiştir. Priming uygulamaları arasında CaCl₂'nin %2 ve % 1 dozları ile HP uygulamalarında bitki başına biyolojik verim değerlerin en yüksek değere sahip olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.13). Fasulye bitkisi çimlenme-çıkış döneminde üşüme stresi ile karşı karşıya geldiğinde, bitki başına biyolojik verim, stressiz koşullarda yetişen bitkilere oranlara önemli derecede azalmıştır (Tablo 4.13). Bu azalma %26.10 oranında gerçekleşmiştir.

Tablo 4.13. Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl₂ ile yapılan priming uygulamalarının bitki başına biyolojik verim (g/bitki) üzerine etkileri

Çeşit(Ç)	Stres faktörü(S)	Priming (P)					ÇxS ort.
		K	HP	CaCl ₂ %1	CaCl ₂ %1.5	CaCl ₂ %2	
Y	ÜS	5.83hi	8.45f-i	7.46ghi	6.62ghi	8.18ghi	7.30c
	N	4.89i	10.20e-i	9.59f-i	18.93a-d	16.45b-f	12.01b
	ÇxP ort.	5.36e	9.33cde	8.53de	12.77cd	12.32cd	9.66b
G	ÜS	11.37d-i	13.37c-h	14.03c-g	11.43d-i	21.15abc	14.27ab
	N	10.04e-i	25.22a	9.76f-i	18.10a-e	22.85ab	17.19a
	ÇxP ort.	10.71cde	19.29ab	11.90cd	14.76bc	22.00a	15.73a
Priming ortalama		8.03c	14.30a	10.21bc	13.77ab	17.16a	
Stres faktörü ort.		ÜS 10.79b	N 14.60a				
		Önemlilik	LSD	Önemlilik		LSD	
Ç	*	2.55		ÇxS	*	3.61	
S	*	2.55		ÇxP	*	5.70	
P	*	4.03		SxP	*	5.70	
				ÇxSxP	*	8.06	

ÜS: üşüme stresi, N: stressiz koşullar, K: kontrol, HP: hidropriming, *: P<0.05 düzeyde önemli, öd: önemli değil

Çalışmamızda tohum ön uygulamalarına göre bitki başına biyolojik verim değerleri 8.03 g ile 17.16 g arasında değişmiştir. En yüksek bitki başına biyolojik verim değeri (17.16 g) CaCl₂ %2 uygulamasında, en düşük değer (8.03 g) kontrol (K) uygulamasında belirlenmiştir.

Yapılan çalışmalarda, Akdağ ve Şahin (1994), Tokat şartlarında yetiştirilen kuru fasulye çeşitlerinde biyolojik verimi 18.0-26.6 g, Zirek (2015) bitki başına biyolojik verimi 5.93-9.12 g arasında değişen değerlerde bulmuşlardır ve bulgular araştırmamızda çıkan sonuçlar ile benzerlik göstermiştir.

Stres faktörü x priming interaksyonunun bitki başına biyolojik verime etkisinin istatistiksel olarak önemli (p<0.05) olduğu tespit edilmiştir.

En yüksek bitki başına biyolojik verim değerleri hem çimlenme-çıkış döneminde üşüme stresi varlığında hem de normal koşullarda CaCl₂'nin %2'lik uygulamasında, en düşük değerler ise her iki koşulda da kontrol uygulamalarından elde edilmiştir (Tablo 4.14). Bu veriler çalıştığımız CaCl₂ uygulamaları ile fasulyede düşük sıcaklık stresi toleransının artırıldığına katkı yapıldığına işaret etmektedir.

Tablo 4.14. Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl₂ ile yapılan priming uygulamalarının bitki başına biyolojik verimine (g/bitki) ait stres faktörü x priming interaksiyon ortalamaları

Stres faktörü (S)	Priming					Ortalama
	K	HP	CaCl ₂ %1	CaCl ₂ %1.5	CaCl ₂ %2	
ÜS	8.60c*	10.91bc	10.74bc	9.03bc	14.67ab	10.79b*
N	7.47c	17.70a	9.68bc	18.52a	19.65a	14.60a
Ortalama	8.03c*	14.30a	10.21bc	13.77ab	17.16a	

ÜS: üşüme stresi, N: stressiz koşullar, K: kontrol, HP: hidropriming, *: P<0.05 düzeyde önemli

4.1.12. Fasulye Yapraklarının 10 Gün Üşüme Stresi Uygulandıktan Sonraki SPAD Değerleri

Bitkilerde yaprak klorofil içeriği fotosentez ve dolaylı olarak da verim üzerinde etkileri olan özelliklerden birisidir. Toplamda 10 gün süren üşüme stresi uygulaması tamamlandıktan sonra çimlenme-çıkış döneminde üşüme stresi uygulanan ve uygulanmayan fasulye yapraklarında belirlenen SPAD değerleri için yapılan varyans analiz sonuçları ve LSD karşılaştırmaları Tablo 4.15'te verilmiştir.

Yunus 90 ve Göynük-98 fasulye çeşitlerine ait yapraklarının SPAD değerleri arasında önemli (p<0.05) derecede farklılıklar tespit edilmiştir. Yunus-90 çeşidinin yaprak SPAD değerleri Göynük-98 çeşidinkinden önemli derecede daha yüksek bulunmuştur. Priming uygulamalarının fasulye yapraklarının SPAD değerlerine etkisinin önemli (p<0.05) olduğu tespit edilmiş, CaCl₂ %2 uygulaması hariç diğer priming uygulamalarında belirlenen SPAD değerleri istatistiksel olarak birbirinden farksız ve CaCl₂ %2 uygulamasına ait SPAD değerinden önemli derecede yüksek olarak bulunmuştur (Tablo 4.15).

En yüksek SPAD değeri kontrol (K), en düşük değer ise CaCl₂ %2 uygulamasında ölçülmüştür. Stres uygulamasının sonlanmasını hemen takiben belirlenen SPAD değerleri, kontrol uygulaması hariç tutulduğunda ve normal koşullarda yetiştirilen bitki yapraklarının SPAD değerleri ile karşılaştırıldığında, tüm uygulamalarda üşüme stresi altında daha düşük değerler göstermiştir. Ekimden hasada kadar normal koşullarda yetiştirilen fasulye bitkilerinin yaprak SPAD değerleri çimlenme-çıkış dönemlerini üşüme stresi altında geçiren bitkilerdekenden önemli derecede daha yüksek bulunmuştur (Tablo 4.15).

Tablo 4.15. Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl₂ ile yapılan priming uygulamalarının fasulye yapraklarının 10 gün üşüme stresi uygulandıktan hemen sonraki SPAD değerleri üzerine etkileri

Çeşit(Ç)	Stres faktörü(S)	Priming (P)					ÇxS ort.
		K	HP	CaCl ₂ %1	CaCl ₂ %1.5	CaCl ₂ %2	
Y	ÜS	26.93	19.80	20.60	15.92	4.88	17.62
	N	39.42	28.57	27.26	22.64	15.06	26.59
	ÇxP ort.	33.18	24.18	23.93	19.28	9.96	22.11a
G	ÜS	15.41	12.96	7.70	9.62	9.14	10.97
	N	21.94	17.80	19.89	14.29	7.76	15.74
	ÇxP ort.	18.68	15.38	13.80	11.96	6.95	13.35b
Priming ortalama		25.93a	19.78b	18.86b	15.62b	8.46c	
Stres faktörü ort.		ÜS	N				
		14.30b	21.16a				
		Önemlilik	LSD	Önemlilik	LSD		
Ç	*	2.70		ÇxS	öd	-	
S	*	2.70		ÇxP	öd	-	
P	*	4.27		SxP	öd	-	
				ÇxSxP	öd	-	

ÜS: üşüme stresi, N: stressiz koşullar, K: kontrol, HP: hidropriming, *: P<0.05 düzeyde önemli, öd: önemli değil

Yaprak klorofil düzeyi bitki stresi ve yaşlanma ile doğrudan ilgilidir (Hendry ve ark., 1987). Çalışmamızda tohum ön uygulamalarına göre yaprak SPAD değerleri 8.46-25.93 arasında değişmektedir. Yaprak SPAD değerlerine ait bulgularımız, Yarış (2018)'in farklı sulama oranlarının fasulyede meydana getirdiği fizyolojik, morfolojik ve kimyasal değişikliklerini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmasında yaprak 38.35-51.04 arasında bulduğu SPAD değerlerinden, Keleş vd. (2015)'in fasulye yapraklarında 44.16-51.55 arasında belirlediği SPAD değerlerinden, Kahraman (2014)'in fasulye yapraklarında ölçtüğü 36.82-49.95 SPAD değerlerinden daha düşük bulunmuştur.

4.1.13. Fasulye Yapraklarının Üşüme Stresi Uygulaması Sona Erdikten 5 Gün Sonraki SPAD Değerleri

Üşüme stresi uygulandıktan sonra dış ortama alınan fasulye bitkilerinde yaprak SPAD değerlerinde bir değişim olup olmadığını tespit etmek için, üşüme stresi uygulamasına son verildikten 5 gün sonra belirlenen yaprak SPAD değerleri için yapılan varyans analiz sonuçları ve LSD karşılaştırmaları Tablo 4.16'da verilmiştir.

Yunus-90 ve Göynük-98 fasulye çeşitleri arasında yaprakların SPAD değerleri bakımından önemli (p<0.05) derecede farklılık tespit edilmiştir. Yunus-90 çeşidinin yaprak SPAD değerleri Göynük-98 çeşidinkinden daha yüksek bulunmuştur (Tablo 4.16). Stres uygulamasının bitiminden hemen sonra, üşüme stresi altında

uygulamalar için belirlenen SPAD değerleri, aradan 5 gün geçtikten sonra tekrar ölçüldüğünde, SPAD değerlerinin bir miktar yükseldikleri görülmüştür.

Tablo 4.16. Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl₂ ile yapılan priming uygulamalarının fasulye yapraklarının üşüme stresi uygulaması sona erdikten 5 gün sonraki SPAD değerleri üzerine etkileri

Çeşit(Ç)	Stres faktörü(S)	Priming (P)					ÇxS ort.
		K	HP	CaCl ₂ %1	CaCl ₂ %1.5	CaCl ₂ %2	
Y	ÜS	29.09	22.69	25.98	12.87	7.82	19.69
	N	36.10	27.88	38.17	21.37	18.96	28.49
	ÇxP ort.	32.59	25.28	32.08	17.12	13.39	24.09a
G	ÜS	14.38	14.08	7.21	8.18	8.62	10.50
	N	24.57	16.39	24.63	9.36	4.80	15.95
	ÇxP ort.	19.48	15.23	15.92	8.77	6.72	13.22b
Priming ortalama		26.04a	20.26a	24.00a	12.95b	10.05b	
Stres faktörü ort.		ÜS 15.09b	N 22.22a				
		Önemlilik	LSD		Önemlilik	LSD	
Ç	*	4.33		ÇxS	öd	-	
S	*	4.33		ÇxP	öd	-	
P	*	6.84		SxP	öd	-	
				ÇxSxP	öd	-	

ÜS: üşüme stresi, N: stressiz koşullar, K: kontrol, HP: hidropriming, *: P<0.05 düzeyde önemli, öd: önemli değil

Üşüme stresi uygulamasının sonlandırılmasından sonra geçen 5 günlük sürede HP ve CaCl₂ %1 lik uygulamalarına ait SPAD değerlerinin yükselerek kontrol uygulaması ile istatistiksel olarak aynı seviyeye geldiği görülmüştür (Tablo 4.16). Açık havada, stressiz normal şartlarda yetiştirilen fasulye bitkilerinin yaprak SPAD değerleri (22.22), çimlenme dönemini üşüme stresi altında geçirenlerinkine (15.09) kıyasla önemli derecede yüksek bulunmuştur. Priming uygulamalarında CaCl₂ oranındaki artışa bağlı olarak SPAD değerlerinde önemli derecede azalmalar meydana gelmiştir (Tablo 4.16).

Çalışmamızda tohum ön uygulamalarına göre yaprak SPAD değerleri 10.05-26.04 arasında bulunmuştur. Yapılan çalışmalarda, Mtua (2015)'ın fasulyede farklı miktarlarda fosfor ve tki-hümas uygulamalarını yaptıkları çalışmada bitki yapraklarının SPAD değeri 27.9-45.2 arasında. Erol vd. (2020)'nin silisyumun fasulyede tuz stresini azaltmadaki etkisi belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada bitki yapraklarının SPAD deperlerini 40.7-50.2 olarak ölçmüşlerdir.

4.1.14. Bitki Başına Verim (g/bitki)

Bitki başına verim bakımından çimlenme-çıkış döneminde üşüme stresi uygulanan fasulye çeşitleri için yapılan varyans analiz sonuçları ve LSD

karşılaştırmaları Tablo 4.17’de verilmiştir.

Yunus 90 ve Göynük-98 fasulye çeşitleri arasında bitki başına verim bakımından çok önemli ($p<0.05$) bir farklılık bulunmuştur. Göynük-98 fasulye çeşidinden, Yunus-90 çeşidine göre önemli derecede daha yüksek bitki tane verimi elde edilmiştir. Fasulyede bitki başına verime etkileri bakımından uygulamalar arasında önemli ($p<0.05$) derecede farklılıklar tespit edilmiş, $CaCl_2$ ’nin %1’lik uygulaması hariç, HP dahil tüm uygulamalar kontrole göre bitki başına verimi önemli derecede artırmıştır. En yüksek bitki başına verim (7.47 g) $CaCl_2$ ’nin %1.5 lik uygulamasında, en düşük bitki başına tane verim ise (3.50 g) kontrol uygulamasında belirlenmiştir (Tablo 4.17).

Tablo 4.17. Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla $CaCl_2$ ile yapılan priming uygulamalarının bitki başına verim (g/bitki) üzerine etkileri

Çeşit(Ç)	Stres faktörü(S)	Priming (P)					ÇxS ort.
		K	HP	$CaCl_2$ %1	$CaCl_2$ %1.5	$CaCl_2$ %2	
Y	ÜS	2.55fg	3.94c-g	3.14efg	2.87fg	3.09efg	3.12c
	N	1.45g	3.48d-g	3.84c-g	10.35ab	7.80a-d	5.39b
	ÇxP ort.	2.00d	3.71cd	3.49cd	6.62abc	5.45bc	4.25b
G	ÜS	6.63b-f	6.02b-g	8.22abc	6.58b-f	7.45a-e	6.98ab
	N	3.34d-g	11.68a	4.80c-g	10.05ab	10.52ab	8.08a
	ÇxP ort.	4.99cd	8.85a	6.51abc	8.32ab	8.99a	7.53a
Priming ortalama		3.50c	6.28ab	5.00bc	7.47a	7.22ab	
Stres faktörü ort.		ÜS 5.05b	N 6.73a				
		Önemlilik	LSD		Önemlilik	LSD	
Ç	*		1.45	ÇxS	*	2.04	
S	*		1.45	ÇxP	*	3.23	
P	*		2.28	SxP	*	3.23	
				ÇxSxP	*	4.56	

ÜS: üşüme stresi, N: stressiz koşullar, K: kontrol, HP: hidropriming, *: $P<0.05$ düzeyde önemli

Çimlenme-çıkış döneminde 15 °C’de 10 gün üşüme stresine maruz kalan bitkilere ait tane verimi, normal koşullarda yetiştirilen bitkilerden elde edilen tane verimine göre önemli derecede azalma göstermiştir. Bitki tane verimindeki bu azalışın %24.96 oranında olduğu belirlenmiştir. (Tablo 4.17). Normal yani stressiz koşullara kıyasla meydana gelen bu düşük verimin, fasulyede çimlenme-çıkış döneminde uygulanan üşüme stresinin bağlı olarak bitkide bakla sayısı (Tablo 4.3), ortalama tohum ağırlığı (Tablo 4.6), tohum uzunluğu ve genişliği (Tablo 4.7 ve 4.8), bitki başına tohum sayısı (Tablo 4.9), kök kuru ağırlığı ve bitki başına biyolojik verim (Tablo 4.11 ve 4.13) ve yaprakların SPAD değerlerinde (Tablo 4.15 ve 4.16) meydana getirdiği olumsuz etkilerden kaynaklanmaktadır.

Bitki başına verim bakımından stres faktörü x uygulama interaksyonu çok önemli bulunmuştur (Tablo 4.17 ve 4.18). En yüksek bitki başına verimler stressiz normal şartlarda CaCl₂ nin %1.5 ve 2'lik dozları ile HP uygulamalarında belirlenmiştir (Tablo 4.18).

Tablo 4.18. Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl₂ ile yapılan priming uygulamalarının bitki başına verime (g/bitki) ait stres faktörü x priming interaksiyon ortalamaları

Stres faktörü (S)	Priming					Ortalama
	K	HP	CaCl ₂ %1	CaCl ₂ %1.5	CaCl ₂ %2	
ÜS	4.59bcd*	4.98bcd	5.68bc	4.72bcd	5.27bcd	5.05b*
N	2.40d	7.58ab	4.32cd	10.20a	9.16a	6.73a
Ortalama	3.50c*	6.28ab	5.00bc	7.47a	7.22ab	

ÜS: üşüme stresi, N: stressiz koşullar, K: kontrol, HP: hidropriming, *: P<0.05 düzeyde önemli

Fasulyede bitki başına tane verimine ait bulgularımız, bitki başına verimin kuru fasulyen gen kaynaklarının karakterizasyonu konulu çalışmada 10.2-27.4 g (Düzdemir ve Akdağ, 2001), farklı ekim ve sııra alma yöntemlerinin tohumluk fasulyenin bazı tarımsal özelliklerine etkisinin belirlendiği çalışmada 2.71-4.92 g (Akbaş, 2016), Orta Kızılırmak Vadisi'nden toplanan yerel kuru fasulyede yaptıkları çalışmada 3.0-9.68 g arasında (Soğancı, 2017) değiştiğini bildiren çalışma sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Saf su, KCl, ZnSO₄, CaCl₂ ve askorbat ile nohutta yapılan tohum ön-uygulamaları arasında, en yüksek tane verimini ZnSO₄, askorbat ve saf su uygulamalarında belirlenmiştir (Fateh vd., 2012). Chavan vd. (2014), yaptıkları tarla denemesinde, soyada tohum ön uygulamaları arasında CaCl₂.2H₂O (% 0.5) uygulamasının diğerlerine göre tane verimini önemli derecede artırdığını tespit etmişlerdir.

4.1.15. Hasat İndeksi (%)

Çimlenme-çıkış döneminde üşüme stresi ve ekim öncesi tohum ön uygulamasına tabi tutulan fasulye çeşitlerinde hasat indeksine ait varyans analiz sonuçları, bu özelliğe ait ortalamalar ve LSD karşılaştırmaları Tablo 4.19'da verilmiştir.

Yunus-90 ve Göynük-98 fasulye çeşitleri arasında hasat indeksi bakımından önemli (p<0.05) bir farklılık olduğu tespit edilmiştir. Göynük-98 çeşidinde belirlenen hasat indeksi değeri (%47.83) Yunus-90 çeşidinden (%42.59) daha yüksek bulunmuştur. Priming uygulamalarının fasulyede hasat indeksine etkileri

bakımından uygulamalar arasında önemli farklılıklar tespit edilmiş, en yüksek hasat indeksi değerleri CaCl₂ %1.5 ve 1'lik uygulamalarından elde edilmiştir (Tablo 4.19). Fasulye bitkilerinin büyümelerinin çimlenme-çıkış dönemlerinde üşüme stresine maruz kalıp kalmamalarının hasat indeksi değerleri üzerinde etkisi olmadığı görülmüştür (Tablo 4.19).

Tablo 4.19. Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl₂ ile yapılan priming uygulamalarının hasat indeksi (%) üzerine etkileri

Çeşit(C)	Stres faktörü(S)	Priming (P)					ÇxS ort.
		K	HP	CaCl ₂ %1	CaCl ₂ %1.5	CaCl ₂ %2	
Y	ÜS	44.28a-d	47.40abc	40.94a-d	43.38a-d	37.79bcd	42.76
	N	30.78d	35.84bcd	41.89a-d	55.37a	48.24abc	42.43
	ÇxP ort.	37.53d	41.62cd	41.41	49.38abc	43.02bcd	42.59b
G	ÜS	56.77a	43.96a-d	55.67a	54.98a	34.89bcd	49.25
	N	33.05cd	46.95a-d	50.25ab	55.50a	46.23a-d	46.40
	ÇxP ort.	44.91a-d	45.46a-d	52.96ab	55.24a	40.56cd	47.83a
Priming ortalama		41.22b	43.54b	47.19ab	52.31a	41.79b	
Stres faktörü ort.		ÜS 46.01	N 44.41				
		Önemlilik	LSD			Önemlilik	LSD
Ç	*	5.12		ÇxS	öd	-	
S	öd	-		ÇxP	*	11.44	
P	*	8.09		SxP	*	11.44	
				ÇxSxP	*	16.18	

ÜS: üşüme stresi, N: stressiz koşullar, K: kontrol, HP: hidropriming, *: P<0.05 düzeyde önemli, öd: önemli değil

Hasat indeksine ait stres faktörü x priming interaksiyon ortalamalarına göz atıldığında hasat indeksi değerlerinin normal koşullarda kontrol uygulamasında en düşük (%31) ve yine normal koşullarda CaCl₂'nin %1.5 luk dozunda en yüksek olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.20).

Tablo 4.20. Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla CaCl₂ ile yapılan priming uygulamalarının hasat indeksine (%) ait stres faktörü x priming interaksiyon ortalamaları

Stres faktörü (S)	Priming					Ortalama
	K	HP	CaCl ₂ %1	CaCl ₂ %1.5	CaCl ₂ %2	
ÜS	50.53ab*	45.68abc	48.30ab	49.18ab	36.34cd	46.01
N	31.92d	41.40bcd	46.07abc	55.44a	47.24abc	44.41
Ortalama	41.22b*	43.54b	47.19ab	52.31a	41.79b	

ÜS: üşüme stresi, N: stressiz koşullar, K: kontrol, HP: hidropriming, *: P<0.05 düzeyde önemli

Hasat indeksi değerleri tohum ön uygulamalarına göre %41.22-%52.31 arasında değişmektedir (Tablo 4.19 ve 4.20). Hasat indeksine ait bulgularımız, kuru fasulye genotiplerinde verim ve diğer bazı özelliklerin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmada %21.05-%58.33 (Düzdemir, 1998), Ordu ekolojik koşullarında bazı kuru fasulye çeşit ve genotiplerinin verim, verim öğelerinin belirlenmesini konu alan

araştırmada %13.50-%45.33 (Özbekmez, 2015), fasulyede farklı ekim zamanlarının etkleri üzerine yapılan çalışmada %28.86-%35.05 (Kuyucuoğlu, 2015) değerleri arasında değiştiğinin bildirildiği çalışma sonularıdan daha yüksek bulunmuştur. Rastin vd. (2013) ise fasulyede (*Phaseolus calcaratus*) iki kademeli olarak tohum ön-uygulama (priming) işlemi uyguladıkları çalışmalarında hasat indeksini %43-%58 arasında bulmuşlardır.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, ekimden önce saf su (hyropriming) ve CaCl_2 (%1, 1.5 ve 2) dozları ile priming (ön-uygulama) uygulamasına tabii tutulan Yunus 90 ve Göynük-98 fasulye çeşitlerinde çimlenme-çıkış döneminde uygulanan üşüme stresinin bu çeşitlerde bazı tarımsal karakterler ve tane verimi üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kurupelit Kampüsü Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümüne ait kontrollü koşullara sahip bitki büyütme odasında ve açık havada dış ortam şartlarında 2019 Temmuz-Ekim döneminde yürütülmüştür. Çalışmada, Türkiye’de ekimi yaygın olarak yapılan Türkiye Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından tescil edilmiş Yunus 90 ve Göynük-98 çeşitleri materyal olarak kullanılmıştır.

Deneme, 2 fasulye çeşidi, 2 farklı stres koşulu (üşüme stresi (ÜŞ) ve stressiz normal koşullar (N)) ve 5 farklı tohum ön uygulamasının (kontrol, hidropriming, %1, 1.5 ve 2’lik CaCl_2 çözeltisi ile tokum ön uygulaması) şansa bağlı parseller deneme desenine göre faktöriyel şeklinde düzenlenerek 4 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Uygulanan işlemlerin incelenen özelliklere etkilerinin önemli olup olmadığını belirlemek için varyans analizi yapılmış, istatistiksel olarak önemlilik gösteren özelliklere ait ortalamalar arasındaki farkları karşılaştırmak için LSD testi (% 5’lik önem seviyesinde) kullanılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

Çalışma sonucunda, çimlenme-çıkış döneminde ortaya çıkan üşüme stresinin bitki boyu, bitkide bakla sayısı, ortalama tohum ağırlığı, tohum uzunluğu ve genişliği, bitki başına tohum sayısı, kök kuru ağırlığı ve yaprak SPAD değerleri üzerinde önemli derecede etkili olduğu ve kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında bu özellikler bakımından önemli derecede azalmalar meydana getirdiği belirlenmiştir.

Fasulye tohumlarına çimlenme-çıkış döneminde üşüme zararını önlemek amacıyla priming uygulaması ve dozları kullanılmıştır. Saf su (HP) uygulamasının bitki boyuna, bitkide bakla sayısına, tohum genişliğine, bitki başına tohum sayısına, bitki başına biyolojik verime, fasulye yapraklarının üşüme stresi uygulaması sona erdikten 5 gün sonraki yaprak SPAD değerine ve bitki başına verim değerlerine olumlu etkileri olduğu görülmüştür.

CaCl₂ %1 uygulamasının bitki boyuna, ilk bakla yüksekliğine, tohum genişliğine, fasulye yapraklarının üşüme stresi uygulaması sona erdikten 5 gün sonraki yaprak SPAD değerine ve hasat indeksine olumlu etkileri olmuştur.

CaCl₂ %1.5 uygulamasının bitki boyuna, bitkide bakla sayısına, tohum genişliğine, bitki başına tohum sayısına, kök kuru ağırlığına, bitki başına biyolojik verime, bitki başına verime ve hasat indeksine olumlu etkileri olmuştur.

CaCl₂ %2 uygulamasının ise bitkide bakla sayısına, bitki başına tohum sayısına, bitki başına biyolojik verime ve bitki başına verim değerlerine olumlu etkileri olduğu belirlenmiştir.

Fasulyede bitki başına tane verimine etkileri bakımından uygulamalar arasında önemli ($p < 0.05$) derecede farklılıklar tespit edilmiş, CaCl₂ 'nin %1'lik uygulaması hariç, HP de dahil olmak üzere tüm uygulamalar kontrol uygulamalarına göre bitki başına verimi önemli derecede artırmıştır. Bitki başına tane verimi dikkate alındığında, uygulamalar arasında başta CaCl₂'nin %1.5 ve 2 dozları (7.47 ve 7.22 g/bitki) olmak üzere saf su ile tohum ön uygulaması (HP) (6.28 g/bitki) yüksek verim elde etmek için önerilebilir. Fasulyede çimlenme-çıkış döneminde ortaya çıkan üşüme stresi, bitkide bakla sayısı (Tablo 4.3), ortalama tohum ağırlığı (Tablo 4.6), tohum uzunluğu ve genişliği (Tablo 4.7 ve 4.8), bitki başına tohum sayısı (Tablo 4.9), kök kuru ağırlığı ve bitki başına biyolojik verim (Tablo 4.11 ve 4.13) ve yaprakların SPAD değerlerinde (Tablo 4.15 ve 4.16) meydana getirdiği olumsuz etkilerden dolayı tane veriminde, stressiz normal koşullarda elde edilen verime göre önemli derecede daha düşük tane verimi alınmasına neden olmuştur.

En yüksek bitki başına biyolojik verim değerleri hem çimlenme-çıkış döneminde üşüme stresi varlığında hem de normal koşullarda CaCl₂'nin %2'lik uygulamasında, en düşük değerler ise her iki koşulda da kontrol uygulamalarından elde edilmiştir (Tablo 4.14).

Erken ekim sonucu oluşacak abiyotik stres koşullarında savunmasız kalacak tohum için hızlı çıkış oldukça önemlidir. Abiyotik ve biyotik streslerden kaçınmak, yüksek ürün oluşumu ve yüksek verim sağlamaktadır. Ön uygulama işlemi yapılan tohumlar tarlaya ekildiğinde çimlenme hızlanır, uygulama yapılmayan tohumlar ekildiği tarlada toprak nemini almaya başladığında bu durdurulamaz. Emilim aşaması boyunca su alımı devam eder, hem mekanik hem de biyo kimyasal

değişiklikler (embriyo büyümesi, solunum, protein sentezi vb.) meydana gelir ve tohum çimlenmeye başlar. Uygun koşullar oluşmamış toprakta çimlenmesi başlayan tohum strese maruz kalırsa istenilen çıkışı veya verimi sağlayamaz.

Düşük sıcaklık fasulye bitkisinde fide oluşum ve gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir. Dolayısıyla ekimin, toprak ve hava sıcaklığının daha yüksek olduğu tarihlere kadar geciktirilmesini mecburi kılmaktadır. Fakat, sonbaharın ilk donları ve ilkbaharın son donları dikkate alındığı zaman, fasulyenin soğuk ve don zararına uğramadan gelişebileceği dönem bir hayli kısa olmaktadır. Bu sebeple, sıcaklığın düşük olduğu erken ekimlerde yeterli fide oluşumu sağlamayı başaran ve fide gelişimi dönemindeki düşük sıcaklıklara nispeten dayanıklı genotiplerin seçilmesi, serin geçen bölgeler de fasulye tarımında ortaya çıkabilecek risklerin giderilmesi yönünden oldukça önemlidir. Ayrıca daha önce yapılmış araştırmaların da, çalışma sonuçlarımızın da ön uygulama işlemi ile stres koşullarında olumlu etkiler sağladığı görülmektedir. Bu sonuçlar, bizim bulgularımızı desteklemektedir (Tablo 4.17).

Yapılan çalışmanın sonucunda fasulyede ön uygulamaların hem tane verimi bakımından hem de biyolojik verim bakımından olumlu sonuçlar ortaya koyması sebebiyle üreticilere fayda sağlayacağı belirlenmiştir. Bitkilerde çimlenme-çıkış döneminde maruz kalınan üşüme stresinin olumsuz etkilerini gidermede tohum ön-uygulama (priming) işlemlerinin etkili olduğu, sadece saf su (hyropriming) uygulamasında dahi kontrol grubuna göre iki katına yakın oranda daha fazla verim alındığı belirlenmiştir. Çimlenme-çıkış döneminde ortaya çıkabilecek üşüme stresinden korunabilmek için, bitki tür ve çeşitlerine göre değişen tohum ön uygulama materyalinin ve uygulama şeklinin belirlenmesi ile birlikte, çimlenmelerini olumlu yönde etkileyen bazı ön-uygulamalar yapılması, bu konuda çalışmaların artırılması, yaygınlaştırılması ve pratikte uygulanmasının faydalı olacağı sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Adak, M.S., Güler, M. ve Kayan, N. (2010). Yemelik Baklagillerin Üretimini Artırma Olanakları. VII. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, ZMO Yayınları, Ankara.
- Akbaş, M. (2016). *Farklı ekim ve sırga alma yöntemlerinin tohumluk fasulyenin (Phaseolus vulgaris L.) bazı tarımsal özelliklerine etkisi*. Basılmamış Doktora tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Akdağ, C. ve Şahin, M. (1994). Tokat şartlarına uygun kuru fasulye çeşitlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(1): 101-111.
- Allen, D.J. and Ort, D.R. (2001). Impact of chilling temperatures on photosynthesis in warm-climate plants. *Trends in Plant Science* 6(1), 36-42.
- Anonim, (2011). Bitkilerde stres. Atatürk fen lisesi biyoloji ders notları. http://www.flora.com.tr/images/pdf/bitkilerde_stres.pdf. (Erişim tarihi: 29.04.2011)
- Anonim, (2018). Yemelik Tane Baklagiller Çalıştayı. Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana.
- Anonim, (2019). Tarım Ürünleri Raporu 2019, Tarım ve Orman Bakanlığı Kurumu. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr>
- Anonymous, (2009). FAO Production Year Book. Araştırma ve İncelemeler: 275. Rome <http://www.fao.org/> (Erişim tarihi: 22.03.2013)
- Anonymous, (2021). <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/gktaem/Menu/66/Kuru-Fasulye-Cesitleri>. (Erişim tarihi: 19.02.2021)
- Arif, M., Jan, M.T., Marwat, B.K. and Khan, A.M. (2008). Seed priming improves emergence and yield of soybean. *Pakistan Journal of Botany*, 40(3), 1169-77.
- Atıcı, F.Ö. (2013). *Giresun İlinden Toplanan Yerel Fasulye (Phaseolus vulgaris L.) Genotiplerinin Bazı Bitkisel Özellikleri İle Verim ve Verim Öğelerinin Belirlenmesi*. Basılmamış Doktora Tezi. Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, 63 s., Ordu.
- Aydoğan, C. (2017). İleri İspir kuru fasulye (Phaseolus vulgaris L.) hatlarında verim ve kalite çalışmaları. *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Erzurum*.
- Babagil, G.E., Tozlu, E. ve Dizikisa, T. (2013). Erzincan ve Hınıs ekolojik koşullarında yetiştirilen bazı kuru fasulye (Phaseolus vulgaris L.) genotiplerinin verim ve verim unsurlarının belirlenmesi." *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 42(1), 11-17.
- Barnabas, B., Jager, K. and Feher A. (2008). The effect of drought and heat stress on reproductive processes in cereals. *Plant, Cell & Environment*, 31(1), 11-38.
- Basra, A.S., Bedi, S. and Malik, C.P. (1988). Accelerated germination of maize seeds under chilling stress by osmotic priming and associated changes in embryo phospholipids. *Annals of Botany*, 61(5), 635-639.
- Bitá, C. and Gerats, T. (2013). Plant tolerance to high temperature in a changing environment: scientific fundamentals and production of heat stress-tolerant crops." *Frontiers in Plant Science*, 4, 273. doi: 10.3389/fpls.2013.00273.
- Bolat, B. (2018). Kuru Fasulye Ürün Raporu 2017 (Rapor No. 301). Tarımsal Ekonomi Ve Politika Geliştirme Enstitüsü, Ankara.

- Bora, R.K. and Sarma, C.M. (2006). Effect of gibberellic acid and cycocel on growth, yield and protein content of pea. *Asian Journal of Plant Science*.
- Bosque, C.M., Linares, S., El'ías, L.G. and Bressani, R. (1990). Technological and nutritional characteristics of 20 cultivars of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) II. Chemical characteristics and nutritional values of the grain. *Turrialba*, 40(1), 44-51.
- Bozoğlu, H. (1995). *Kuru fasulyede (Phaseolus vulgaris L) bazı tarımsal özelliklerinin genotip x çevre interaksiyonu ve kalıtım derecelerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma*. Basılmamış Doktora Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Bradford, K.J. (1986). Manipulation of seed water relation via osmotic priming to improve germination under stress conditions. *Horticultural Science*, 21(5). 1105-1111.
- Bruggemann, W., Dauborn, B., Klauke, S., Linger, P., Maas-Kantel, K., and Wenner, A. (1995). Chilling sensitivity of photosynthesis: ecophysiological studies in two *Lycopersicon* species of different chilling tolerance. *Acta Physiologiae Plantarum*, 17(2).
- Bruggink, G.T., Ooms, J.J.J. and Toorn, P. (1999). Induction of longevity in primed seeds. *Seed Science Research*, 9(1), 49-53.
- Burgass, R.W. and Powell A.A. (1984). Evidence for repair process in the invogation of seeds by hydration. *Annals Botany*, 53(5), 753-757.
- Capron, I., Corbineua, F., Dacher ,F., Job, C., Come, D. and Job, D. (2000). Sugarbeet seed priming: Effects of priming conditions on germination, solubilization of 11-s globulin and accumulation of LEA proteins. *Seed Science Resource*, 10(3), 243-254.
- Ceylan, E., Önder, M. ve Kahraman, A. (2009). Fasulye genotiplerinin bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 23(49), 67-73.
- Chavan, N.G., Bhujbal, G.B. and Manjare, M.R. (2014). Effect of seed priming on field performance and seed yield of soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] varieties. *Bioscan*, 9(1), 111-114.
- Chen, H.H., Shen, Z.Y. and Lee, P.H. (1982). Adaptability of crop plants to high temperature stress [Bean, potato, soybean, tomato, heat tolerance, viability tests]. *Crop Science (USA)*.
- Chinnusamy, V., Zhu, J. and Zhu, J.K. (2006), Gene regulation during cold acclimation in plants. *Physiol. Plantarum*, 126(1), 52-61.
- Chiu, K.Y., Chen, C.L. and Sung, J.M. (2002). Effect of priming temperature on storability of primed sh-2 sweet corn seed. *Crop Science*, 42(6), 1996-2003.
- Damalas, C.A., Koutroubas, S.D. and Fotiadis, S. (2019). Hydro-priming effects on seed germination and field performance of faba bean in spring sowing. *Agriculture*, 9(9), 201.
- Delian, E., Chira, A., Dulescu, L.B. and Chira, L. (2014). Calcium alleviates stress in plants: Insight into regulatory mechanisms. *AgroLife Sci. J.*, 3(2), 19-28.
- Demir, İ., Ellialtıoğlu, Ş. and Tıpırdamaz, R. (1994). The effect of different priming treatments on reparability of aged eggplant seeds. In *International Symposium on Agrotechnics and Storage of Vegetable and Ornamental Seeds* 362 (pp. 205-212).
- Devasirvatham, V., Tan D.K.Y., Gaur P.M., Raju T.N. and Trethowan R.M. (2012). High temperature tolerance in chickpea and its implications for plant improvement. *Crop and Pasture Science*, 63(5), 419-428.

- Drumm, T.D. Gray J.I. and Hosfield G.L. (1990). Variability in the saccharide, protein, phenolic acid and saponin contents of four market classes of edible dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal Science Food Agriculture*, 51(3), 285-297.
- Düzdemir, O. (1998). Kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinde verim ve diğer bazı özellikler üzerine bir araştırma. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, 65s, Tokat.
- Düzdemir, O. ve Akdağ, C. (2001). Türkiye kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) gen kaynaklarının karakterizasyonu. II: verim ve diğer bazı özellikler. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (1), 101-105.
- Ekizce, M. ve Adak, M.S. (2005). Nohutta normal ve geciktirilmiş ekimlerde tohumlara uygulanan işlemlerin çimlenme, çıkış ve verime etkileri. (Araştırma Sunusu Cilt I, S:285- 289). *Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, 5-9 Eylül 2005, Antalya*
- Elkoca, E. ve Çınar, T. (2015). Bazı kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin Erzurum ekolojik koşullarına adaptasyonu, tarımsal ve kalite özellikleri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 30(2), 141-153.
- Elkoca, E., Kantar, F., Eleman, G. ve Şat, İ. G. (2011). Tarla Şartlarında Soğuğa Dayanıklı Kuru Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinin Belirlenmesi/Determination of Cold Resistant Dry Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotypes Under Field Conditions. *Journal of the Faculty of Agriculture; Cilt 36, Sayı 1 (2005)*.
- Epstein, E. Norlyn, J.D., Rush, D.W., Kingsbury, R.W., Kelley, D.B., Cunningham, G.A., and Wrona A.F. (1980). Saline culture of crops: a genetic approach. *Science*, 210(4468), 399-404.
- Escribano, MR., Santalla, M. and Ron, AM. (1997). Genetic diversity in pod and seed quality traits of common bean populations from northwestern Spain. *Euphytica*, 93(1), 71-81.
- Farooq, M. Basra, S., Khalid, M., Tabassum, R. and Mahmood, T. (2006). Nutrient homeostasis, metabolism of reserves, and seedling vigor as affected by seed priming in coarse rice. *Botany*, 84(8), 1196-1202.
- Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D. and Basra, S.M.A. (2009). Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agronomy for Sustainable Sustainable agriculture*, 153-188.
- Fateh, H., Siosemardeh, A. and Karimpoor, M. (2012). Effects of seed priming and sowing date on antioxidant enzymes activity and yield of chickpea under dryland condition. *Technology of Plant Productions*, 10(2), 1-16.
- Fritsche-Neto, R. and Borém, A. (Eds.). (2012). *Plant breeding for abiotic stress tolerance*. Springer Science & Business Media.
- Gebologlu, N., Ece, A., and Yazgan, A. (1996, July). The Effects of Different Sowing Periods on the Agronomic Characteristics of Mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) in the Ecological Conditions of Tokat/Turkey. In *I Balkan Symposium On Vegetables and Potatoes 462* (pp. 259-266).
- Gentry, H.S. (1969). Origin of the common bean (*Phaseolus vulgaris*). *Econ. Bot.* 23(1), 55-69.
- Gepts, P. (2001). *Phaseolus vulgaris* (beans). *Encyclopedia of genetics*, 1444-1445.
- Ghassemi-Golezani, K., Farshbaf-Jafari, S., and Shafagh-Kolvanagh, J. (2011). Seed priming and field performance of soybean (*Glycine max* L.) in response to water limitation. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 39(2), 186-189.

- Girgel, Ü., Çokkızgın, A. ve Çölkesen, M. (2018). Bayburt koşullarında organik olarak yetiştirilen bazı yerel fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin bazı morfolojik ve agronomik özellikleri belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknolojik Dergisi*, 6(5), 530-535.
- Giri, G.S. and Schillinger, W.F. (2003). Seed priming winter wheat for germination, emergence, and yield. *Crop Science Society of America*, 43(6), 2135-2141.
- Gupta, V. and Singh, M. (2012). Effect of seed priming and fungicide treatment on chickpea (*Cicer arietinum*) sown at different sowing depths in kandi belt of low altitude sub-tropical zone of Jammu. *Applied Bio. Res.*, 14(2), 187-192.
- Hardwick, R.C. (1972). The emergence and early growth of French and runner beans (*Phaseolus vulgaris* L. and *Phaseolus coccineus* h.) sown on different dates. *Journal of Horticultural Science*, 47(3), 395-410.
- Harris, D. (2006). Development and testing of “On-Farm” seed priming. *Advances in Agronomy*, 90, 129-178.
- Harris, D., Joshi, A., Khan, P.A., Gothkar, P. and Sodhi, P.S. (1999). On-farm seed priming in semi-arid agriculture: development and evaluation in maize, rice and chickpea in India using participatory methods. *Experimental Agriculture*, 35(1), 15-29.
- Harris, D., Raghuwanshi, B.S., Gangwar, J.S., Sing, S.C., Joshi, K.D., Rashid, A. and Hollington, P.A. (2001). Participatory evaluation by farmers of on-farm seed priming in wheat in India, Nepal and Pakistan. *Experimental Agriculture*, 37(3), 403-415.
- Harris, D., Rashid, A., Miraj G., Arif, M. and Shah, H. (2007). ‘On-farm’ seed priming with zinc sulphate solution – A cost-effective way to increase the maize yields of resource-poor farmers. *Field Crops Research*, 10(2), 119-127.
- Harris, D., Rashid, A., Arif, M., and Yunas, M. (2005). Alleviating micronutrient deficiencies in alkaline soils of the North-West Frontier Province of Pakistan: on-farm seed priming with zinc in wheat and chickpea. *Micronutrients in South and South East Asia*, 143-151.
- Hartana, A. (1986). *Components of variability for seed protein of common bean (Phaseolus vulgaris L.)*. University of Wisconsin--Madison.
- Hartz, T.K. and Caprile, J. (1995). Germination of sh2 sweet corn following seed disinfestations, solid-matrix priming and microbial seed treatment. *Hortscience*, 30(7), 1400-1402.
- Hatfield, J.L., Boote, K.J., Kimball, B.A., Ziska, L.H., Izaurralde, R.C. and Ort, D. (2011). Climate impacts on agriculture: implications for crop production. *Agron Journey*, 103(2), 351-370.
- Hendry, G.A., Houghton, J.D. and Brown, S.B. (1987). Tansley review no. 11. The degradation of chlorophyll-a biological enigma. *New phytologist*, 255-302.
- Heydecker, W. and Gibbins, B.M. (1978). The'priming'of seeds.[Conference paper]. *Acta Horticulturae (Netherlands)*. no. 83.
- Nomura, H., and Shiina, T. (2014). Calcium signaling in plant endosymbiotic organelles: mechanism and role in physiology. *Molecular plant*, 7(7), 1094-1104.
- Hoque, M. and Haque, M.S. (2002). Effects of gibberellic acid (GA) on physiological contributing characters of mungbean (*Vigna radiata*.). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 5(4), 401-403.
- Hosfield, G.L., Uebersax, M.A. and Isleib, T.G. (1984). Seasonal and genotypic effects on yield and physico-chemical seed characteristics related to food quality in dry, edible beans. *Journal American Society Horticultural Science*, 109(2), 182-189.

- Iba, K. (2002). Acclimative response to temperature stress in higher plants: approaches of gene engineering for temperature tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 53(1), 225-245.
- Jisha, K.C. and Puthur, T.J. (2018). Seed hydropriming enhances osmotic stress tolerance potential in *Vigna radiata*. *Agricultural research*, 7(2), 145-151.
- Kahraman, A. (2014). *Ekim zamanlarının kuru fasulye genotiplerinde (Phaseolus vulgaris L.) verim, verim unsurları ve kalite özellikleri üzerine etkileri*. Basılmamış Doktora tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Kahraman, A. ve Önder, M. (2009). Konya bölgesinde yetiştirilen kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinde verim ve bazı verim öğelerinin belirlenmesi. *Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi*, 1, 309-313.
- Kakon, S.S., Khan, M.S.A., Choudhury, J.A., Ali, M.Z. and Aziz, M.A. (2017). Influence of sowing time based temperature on flowering and seed yield of french bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *SAARC Journal of Agriculture*, 15(1), 77-84.
- Karabacak, T. (2018). Kuru Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Çeşitlerinin Agro-morfolojik Özelliklerinin Araştırılması. Basılmamış Yüksek Lisans Tezi. KSÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, 26s, Kahramanmaraş.
- Kaur, S., Gupta, A.K. and Kaur, N. (2006). Effect of hydro-and osmopriming of chickpea (*Cicer arietinum* L.) seeds on enzymes of sucrose and nitrogen metabolism in nodules. *Plant Growth Regulation*, 49(2), 177-182.
- Kaur, S., Gupta, K. and Kaur, N. (2002a). Effect of osmo and hydropriming of chickpea seeds on seedling growth and carbohydrate metabolism under water deficit stress. *Plant Growth Regulation*, 37(1), 17-22.
- Kaur, S.A., Gupta, K. and Kaur, N. (2002b). Effect of osmo and hydropriming of chickpea seeds on the performance of crop in the field. *Int. Chickpea Pigeonpea Newslett.*, 9, 15-17.
- Kaur, S.A., Gupta, K. and Kaur, N. (2005). Seed priming increases crop yield possibly by modulating enzymes of sucrose metabolism in chickpea. *J. Agronomy & Crop Science*, 191(2), 81-87.
- Kaya, E. (2011). Erken Bitki Gelişme Aşamasında Kuraklık ve Tuzluluk Streslerine Tolerans Bakımından Fasulye Genotipinin Taranması. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, 212.
- Keleş, R., Bayrak, H. and Imriz, G. (2015). Determination of essential growing degree days amount for vegetation period in some dry bean varieties. In *2nd ICSAE 2015, International Conference on Sustainable Agriculture and Environment, September 30-October 03, 2015, Konya, Turkey. Proceedings book, volume I & II* (pp. 620-627). Selcuk University.
- Mtua, K.A. (2015). *Farklı miktarlarda fosfor ve TKİ-hümas uygulamalarının fasulye bitkisinin verimi ve kalitesi üzerine etkileri*. Basılmamış Doktora tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Khan, A.A. (1992). Preplant physiological seed conditioning. *Horticulture Review*, 13(1), 131-181.
- Kılıçaslan, S.C., Yıldırım, E., Ekinci, M. ve Kul, R. (2020). Kuraklık Stresinin Fasulyede Bitki Gelişimi, Bazı Fizyolojik ve Biyokimyasal Özellikler Üzerine Etkisi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 36(2), 264-273.
- Koinov, G., and Radkov, P. (1979). The effect of cultivar and ecological conditions on yield and quality of *Phaseolus vulgaris*. *Rasteniyev'dni Nauki.*, 16, (9/10), 5-16.

- Kooistra, E. (1971). Germination of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) at low temperatures. *Euphytica*, 20(2), 208-213.
- Kotowski, F. (1926). Temperature relations to germination of vegetable seed. *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 23(1), 176-184.
- Kratsch, H.A. and Wise, R.R. (2000). The ultrastructure of chilling stress. *Plant Cell Environ.*, 23(4), 337-350.
- Kulkarni, G. N. (1988). Effect of pre-soaking of corn seed on seed quality. *Seed Res*, 16, 37-40.
- Kumar, S., Kaur, R., Kaur, N., Bhandhari, K., Kaushal, N., Gupta, K., Bains, T.S. and Nayyar, H. (2011). Heat-stress induced inhibition in growth and chlorosis in mungbean (*Phaseolus aureus* Roxb.) is partly mitigated by ascorbic acid application and is related to reduction in oxidative stress. *Acta Physiol Plant*, 33(6), 2091-2101.
- Kumari, P., Singh, S. and Yadav, S. (2018). Analysis of thermotolerance behaviour of five chickpea genotypes at early growth stages. *Brazilian Journal of Botany*, 41(3), 551-565.
- Kuyucuoğlu, S. (2015). *Farklı ekim zamanlarının bazı şeker tipi fasulye genotiplerinde agronomik özellikler üzerine etkisi*. Basılmamış Doktora tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Langeroodi, A.R.S. and Noora, R. (2017). Seed priming improves the germination and field performance of soybean under drought stress. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 27(5), 1611-1621.
- Leite, V., Rosolem, C.A. and Rodrigues, J.D. (2003). Gibberellin and cytokinin effects on soybean growth. *Scientia Agricola*, 60(3), 537-541.
- Lobell, D.B., Schlenker, W. and Costa- Roberts, J. (2011). Climate trends and global crop production since 1980. *Science*, 333(6042), 616-620.
- Lyons, J.M. (1973). Chilling injury in plants. *Annual Review of Plant Physiology*, 24, 445-466.
- Mahajan, S. and Tuteja, N. (2005). Cold, salinity and drought stresses: an overview. *Archives of biochemistry and biophysics*, 444(2), 139-158.
- Maitra, S., Ghosh, D.C., Sounda, G., Jana, P.K. and Roy, D.K. (1998). Effect of seed treatment on growth and productivity of finger millet under rainfed lateritic belt of West Bengal. *Indian Agriculturist*, 42(1), 37-42.
- Mazibuko, T. G. and Modi, A. T. (2005). Comparison of osmopriming and seed coating with calcium salts for green bean performance under field conditions. II. Stand establishment, chlorophyll fluorescence and yield. *South African Journal of Plant and Soil*, 22(1), 16-21.
- Demir, İ.T.D. ve Hasanzadeh, M.Y.. (2016). *Besin elementleri ile tohum uygulaması, ekim tarihi ve kurutma hızının fasulye ve börölce tohumlarının kalitesine ve desikasyon toleransına etkisi*. Basılmamış Doktora tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı.
- Murungu, F.S., Chiduzza, C., Nyamugafata, P., Clark, L.J., Whalley, W.R. and Finch-Savage, W.E. (2004). Effects of 'on-farm seed priming' on consecutive daily sowing occasions on the emergence and growth of maize in semi-arid Zimbabwe. *Field Crops Research*, 89(1), 49-57.
- Musa, A.M., Harris D., Johansen C. and Kumar J. (2001). Short duration chickpea to replace fallow after Aman Rice: the role of on-farm seed priming in the high Barind Tract of Bangladesh. *Experimental Agriculture*, 37(4), 509-521.

- Nayyar, H., Bains, T. and Kumar, S. (2005). Low temperature induced floral abortion in chickpea: relationship to abscisic acid and cryoprotectants in reproductive organs. *Environmental and Experimental Botany*, 53(1), 39-47.
- Neto, N.B.M., Prioli, M. R., Gatti, A.B. and Cardoso, V.J.M. (2006). Temperature effects on seed germination in races of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Acta Scientiarum. Agronomy*, 28(2), 155-164.
- Nouairi, I., Jalali, K., Essid, S., Zribi, K. and Mhadhbi, H. (2019). Alleviation of cadmium-induced genotoxicity and cytotoxicity by calcium chloride in faba bean (*Vicia faba* L. var. *minor*) roots. *Physiol Mol Biol Plants*, 25(4), 921-931.
- Issam N., Kawther, M., Haythem, M. and Moez, J. (2012). Effects of CaCl₂ pretreatment on antioxidant enzyme and leaf lipid content of faba bean (*Vicia faba* L.) seedlings under cadmium stress. *Plant Growth Regul.*, 68(1), 37-47.
- Erol, O.R.A.L., Tunçtürk, R., Tunçtürk, M. ve Kulaz, H. (2020). Silisyumun Fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) Tuz (NaCl) Stresini Azaltmadaki Etkisi. *Kahramanmaraş Sütcü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(6), 1616-1625.
- Önder, M. ve Sade A. (1996). Yunus-90 Bodur kuru Fasulye Çeşidinde Farklı Bitki Sıklıklarının Dane Verimi ve Verim Unsurları Üzerine Etkileri. *SÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(11), 71-82.
- Önder, M. ve Şentürk D. (1996). Ekim zamanlarının bodur kuru fasulye çeşitlerinde dane ve protein verimi ile verim unsurlarına etkisi. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(3), 7-18.
- Önder, M., Kahraman A. and Ceyhan E. (2014). Response of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes to water shortage. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(Özel Sayı-1), 623-628.
- Özbekmez, Y. (2015). Ordu ekolojik koşullarında bazı kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşit ve genotiplerinin verim, verim öğeleri ile tohum ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi (Master's thesis, YAŞAR ÖZBEKMEZ).
- Özçelik, H. ve Gülümser, A. (1988). Bazı bodur fasulye (*P. Vulgaris* L.) çeşitlerinde verim ve bazı verim öğeleri üzerine bir araştırma. *Ondokuz Mayıs niversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3 (1), 99-108.
- Paparella, S., Araújo, S. S., Rossi, G., Wijayasinghe, M., Carbonera, D. and Balestrazzi, A. (2015). Seed priming: state of the art and new perspectives. *Plant cell reports*, 34(8), 1281-1293.
- Parera, C.A. and Cantliffe, D.J. (1994). Presowing seed priming. *Horticultural reviews*, 16(16), 109-141.
- Parera, C.A., Qiao P. and Cantliffe, D.J. (1993). "Enhanced celery germination at stress temperature via solid matrix priming." *Horticultural Science*, 28(1), 20-22.
- Paul, S.R. and Choudhury, A.K. (1991). *Effect of seed priming with potassium salts on growth and yield of wheat under rainfed condition* (No. REP-12307. CIMMYT.).
- Pearce, R.S. (1999). Molecular analysis of acclimation to cold. *Plant growth regulation*, 29(1), 47-76.
- Pekşen, E. ve Gülümser, A. (2005). Bazı Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinde Verim Ve Verim Unsurları Arasındaki İlişkiler Ve Path Analizi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(3), 82-87 .
- Pekşen, E. ve Artık, C. (2005). Anti besinsel maddeler ve yemeklik tane baklagillerin besleyici değerleri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(2), 110-120.

- Poshtmasari, H. K., Bahmanyar, M. A., Pirdashti, H., and Shad, M. A. (2008). Effects of Zn rates and application forms on protein and some micronutrients accumulation in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Pakistan journal of biological sciences: PJBS*, 11(7), 1042-1046.
- Rah Chamandi, H., Aboutalebian, M., Ahmadvand, G. and Jahedi, A. (2013). Effects of On-Farm Seed Priming and Sowing Date on Germination Properties and some Physiological Growth Indices of three Soybean Cultivars (*Glycine max* L.) in Hamedan. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 43(4), 715-728.
- Rasmussen, S., Barah P., Suarez-Rodriguez, M.C., Bressendorff, S., Friis, P. and Costantino, P. (2013). Transcriptome responses to combinations of stresses in Arabidopsis. *Plant Physiology*, 161(4), 1783-1794.
- Rastin, S., Madani, H. and Shoaie, S. (2013). Effect of seed priming on red bean (*Phaseolus calcaratus*) growth and yield. *Annals of Biological Research*, 4(2), 292-296.
- Rathod, S.P., Bellad S.B., Padil D.H. and Dodamani B.M. (2016). Effect Of Seed Priming on Growth and Productivity of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Under Rainfed Conditions of Karnataka. Agricultural Research Station, Gulbarga - 585 101, India.
- Rengel, Z. and Graham, R.D. (1995). Importance of seed Zn content for wheat grown on Zn-deficient soil II. Grain yield. *Plant Soil*, 173(2), 267-274.
- Rikin, A., Blumenfeld, A. and Richmond, A.E. (1976). Chilling resistance as affected by stressing environments and abscisic acid. *Botanical Gazette*, 137(4), 307-312.
- Saikia, T.P., Barman, B. and Ferrara, G.O. (2006). Participatory evaluation by farmers of on-farm seed priming in Wheat in Assam, India. *Aus. Soc. Agr*, 37(3), 403-415.
- Sakamoto, M. and Suzuki, T. (2015). Effect of root-zone temperature on growth and quality of hydroponically grown red leaf lettuce (*Lactuca sativa* L. cv. Red Wave). *American Journal of Plant Sciences*, 6(14), 2350.
- Saltveit, M.E. (2001). Chilling injury is reduced in cucumber and rice seedlings and in tomato pericarp discs by heat-shocks applied after chilling. *Postharvest Biology and Technology*, 21(2), 169-177.
- Scully, B. and Waines, J.G. (1987). Germination and Emergence Response of Common and Tepary Beans to Controlled Temperature 1. *Agronomy Journal*, 79(2), 287-291.
- Sedghi, M., Khomari S. and Amanpour-Balaneji, B. (2011). Effect of seed vigor and hormone priming on glyoxylate cycle enzymes activity in Persian silk tree (*Albizia julibrissin* Durazz.). *World Applied Sciences Journal*, 13(3), 541-544.
- Sedghi, M., Nemati, A. and Esmailpour, B. (2010). Effect of seed priming on germination and seedling growth of two medicinal plants under salinity. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 130-139.
- Seppanen, M. (2000). Characterization of freezing tolerance in *Solanum commersonii* (Dun.) with special reference to the relationship between freezing and oxidative stress.
- Sing, A.R. and Amritphale, D. (1993). Effects of dry permeated gibberellic acid and benzyladenine on germinability of soybean seeds during storage. *Seed science and technology*, 21(2), 351-357.
- Singh, S., Upadhyaya, H. D., Dronavalli, N. and Gowda, C.L.L. (2011). Identification and evaluation of chickpea germplasm for tolerance to heat stress. *Crop Science*, 51(5), 2079-2094.
- Soğancı, K. (2017). *Orta Kızılırmak Vadisi'nden toplanan yerel kuru fasulye (Phaseolus vulgaris L.) genotiplerine ait karakterler arası kanonik korelasyonun belirlenmesi.*

- Basılmamış Yüksek Lisans tezi. Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırşehir.
- Sözen, Ö. ve Karadavut, U. (2017). Farklı Lokasyonlarda Yetiştirilen Kuru Fasulye Genotiplerinin (*Phaseolus Vulgaris* L.) Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(4), 1205-1217.
- Şanlı, A. (2007). *Tohum Muameleleri ile Farklı Ekim Zamanlarının Nohut (Cicer arietinum L.)'un Verim ve Verim Unsurlarına Etkileri*. Basılmamış Yüksek Lisans Tezi. SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı 70s.
- Şanlı, A. ve Kaya, M. (2008). Tohum Uygulamaları ile Farklı Ekim Zamanlarının Nohut (*Cicer arietinum* L.)'un Bazı Agronomik Özellikler Üzerine Etkileri. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(2), 42-51.
- Şehirli, S. (1965). Türkiye'de yetiştirilen bodur fasulye çeşitlerinin tarla ziraati yönünden önemli başlıca morfolojik ve biyolojik vasıfları üzerinde araştırmalar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 474, Bilimsel.
- Şehirli, S. (1988). Yemeklik Tane Baklagiller. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: (1089, 314-345), Ankara.
- Tam, A. ve Toğay, N. (2009). *Van Koşullarında Farklı Ekim Zamanı Uygulamalarının Fasulye'de (Phaseolus vulgaris L.) Verim ve Verim Öğelerine Etkisi*. Basılmamış Doktora Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Tiryaki, D. (2015). *Soğuğa Dirençli Bitkilerin Yaprak Apoplastından İzole Edilen Bakterilerin Fasulyede (Phaseolus vulgaris L.) Soğuk Stresi Toleransı Üzerine Etkileri*. Basılmamış Yüksek Lisans tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü 25240, Erzurum.
- Toker, C. and Yadav, S.S. (2010). Legumes cultivars for stress environments. In *Climate Change and Management of Cool Season Grain Legume Crops* (pp. 351-376). Springer, Dordrecht.
- Torabi, B., Soltani, E., Archontoulis, S.V. and Rabii, A. (2016). Temperature and water potential effects on *Carthamus tinctorius* L. seed germination: measurements and modeling using hydrothermal and multiplicative approaches. *Brazilian Journal of Botany*, 39(2), 427-436.
- Uçar, Ö. ve Erman, M. (2020). Farklı Sıra Arası Mesafeleri, Tavuk Gübresi Dozları Ve Tohum Ön Uygulamalarının Nohut (*Cicer arietinum* L.)'Un Verim Ve Verim Özellikleri Üzerine Etkileri. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 4(4), 875-901.
- Umair, A., Ali, S., Hayat, R., Ansar, M. and Tareen, M. J. (2011). Evaluation of seed priming in mung bean (*Vigna radiata*) for yield, nodulation and biological nitrogen fixation under rainfed conditions. *African Journal of Biotechnology*, 10(79), 18122-18129.
- Valadkhan, M., Mohammadi, Kh. and Nezhad, M.K. (2015). Effect of priming and foliar application of nanoparticles on agronomic traits of chickpea. In *Biological Forum* (Vol. 7, No. 2, pp. 599-602). Research Trend.
- Varankaya, S. (2011). *Yozgat ekolojik şartlarında yetiştirilen fasulye (Phaseolus vulgaris L.) genotiplerinin bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi*. Basılmamış Doktora tez. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Varshney, R.K., Roorkiwal, M. and Nguyen, H. T. (2013). Legume genomics: from genomic resources to molecular breeding. *The Plant Genome*, 6(3).
- Vuralın, A. and Müftüoğlu, N.M. (2012). The effect of different doses Molybdenum applied to nitrogen content of broad bean (*Vicia faba* L.). *Journal of Ege University Faculty of Agriculture (Turkey)*.

- Wahid, A., Gelani, S., Ashraf, M. and Foolad, M.R. (2007). Heat tolerance in plants: an overview. *Environmental and experimental botany*, 61(3), 199-223.
- Wang, Q., Zhang, F. and Smith, D.L. (1996). Application of GA3 and kinetin to improve corn and soybean seedling emergence at low temperature. *Environmental and Experimental Botany*, 36(4), 377-383.
- Welch, R.M. (1986). Effects of nutrient deficiencies on seed production and quality. *Adv. Plant Nutr.*, 2, 205-247.
- Wise, R.R., Olson, A.J., Schrader, S.M., and Sharkey, T.D. (2004). Electron transport is the functional limitation of photosynthesis in field-grown Pima cotton plants at high temperature. *Plant, Cell & Environment*, 27(6), 717-724.
- Wortmann, C.S. (1998). *Atlas of common bean (Phaseolus vulgaris L.) production in Africa* (No. 297). CIAT.
- Yadav, S. S., McNeil, D. L., Redden, R., and Patil, S. A. (Eds.). (2010). *Climate change and management of cool season grain legume crops*. Springer Science & Business Media.
- Yarış, A. (2018). *Farklı sulama oranlarının taze fasulyede meydana getirdiği fizyolojik, morfolojik ve kimyasal değişikliklerinin belirlenmesi*. Basılmamış Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yılmaz, A., Ekiz, H., Gültekin, I., Torun, B., Barut, H., Karanlık, S., and Cakmak, I. (1998). Effect of seed zinc content on grain yield and zinc concentration of wheat grown in zinc-deficient calcareous soils. *Journal of Plant Nutrition*, 21(10), 2257-2264.
- Yoldaş, F. and Eşiyok, D. (2007). Effects of sowing dates and cultural treatments on growth, quality and yield of processing beans. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10(15), 2470-2474.
- Yürür, N., Tosun, O., Eser D. ve Geçit, H.H. (1981). Buğdayda anasap verimi ile bazı karakterler arasındaki ilişkiler. *Bilimsel Araştırma ve İncelemeler. AÜ Zir. Fak. Yayınları*, 755, 443.
- Zirek, İ. (2015). Türkiye’de tescil edilmiş bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşitlerinin verim ve bazı verim özelliklerinin belirlenmesi. *Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, 23s, Van.

