

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



BEZELYE (*Pisum* L.) TÜRLERİNDE TOHUM BÖCEĞİNE (*Callosobruchus chinensis* L.) DAYANIKLILIK İÇİN SELEKSİYON

Azime ESEN

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARLA BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS

TEMMUZ 2018

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



BEZELYE (*Pisum* L.) TÜRLERİNDE TOHUM BÖCEĞİNE (*Callosobruchus chinensis* L.) DAYANIKLILIK İÇİN SELEKSİYON

Azime ESEN

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARLA BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS

TEMMUZ 2018

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

BEZELYE (*Pisum* L.) TÜRLERİNDE TOHUM BÖCEĞİNE (*Callosobruchus chinensis* L.) DAYANIKLILIK İÇİN SELEKSİYON

Azime ESEN

TARLA BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS

Bu tez Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından FYL-2017-2123 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEMMUZ 2018

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BEZELYE (*Pisum L.*) TÜRLERİNDE TOHUM BÖCEĞİNE (*Callosobruchus chinensis L.*) DAYANIKLILIK İÇİN SELEKSİYON

Azime ESEN

TARLA BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

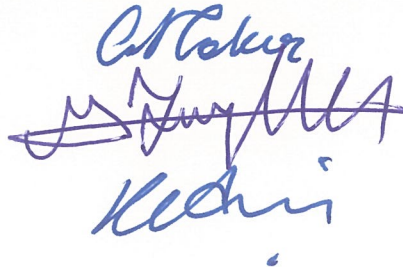
YÜKSEK LİSANS

Bu tez 24/06./2018... tarihinde jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Cengiz TOKER

Prof. Dr. Ahmet ZEYBEK

Doç. Dr. Hüseyin ÇANCI



ÖZET

BEZELYE (*Pisum L.*) TÜRLERİNDE TOHUM BÖCEĞİNE (*Callosobruchus chinensis L.*) DAYANIKLILIK İÇİN SELEKSİYON

Azime ESEN

Yüksek Lisans Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Cengiz TOKER

Temmuz 2018, sayfa 28

Depolama esnasında bazı tohum böcekleri bezelye (*Pisum sativum L.*) tohumlarına zarar vermekte, sonuçta danenin kalitesini ve kantitesini azaltmaktadır. Tohum böcekleri arasında en önemlilerinden biri *Callosobruchus chinensis L.* türüdür ve tohum böceğinin en etkin kontrol yöntemlerinden biri dayanıklı çeşit seçmektir. Bu çalışmanın amacı, depolama koşulları altında tohum böceğine dayanıklılık için *Pisum L.* cinsinden genotipleri taramak ve dayanıklıların seçilmesidir. Araştırmada *P. sativum L.* türüne ait ACP 11 ve ACP 15 genotipleri, *P. elatius M. Bieb'*den iki genotip (AWP 442, AWP 449), *P. fulvum Sibth. ve Sm.'e* ait iki genotip (AWP 600, AWP 601) ve *P. abyssinicum A. Braun'un* bir genotipi (ACP 100), laboratuvar koşullarında baklagil böceğine karşı dayanıklılık için hem serbest seçim (free-choice) hem de tercih edilmeyen (no-choice) test yöntemleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Dayanıklılık, tohum başına düşen ortalama yumurta sayısı, tohum başına delik sayısı, hasarlı tohum oranı (%) ve tohum ağırlık kaybı (%) ile yumurtlama oranları ölçülerek değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, *P. fulvum'un* her iki genotipi, *P. elatius ve P. sativum'dan* birer genotipte, her iki testte de herhangi bir ergin ortaya çıkışını gösteren böcek deliğine rastlanılmamıştır. Ek olarak, bu genotiplerin tohumlarında ağırlık kaybı olmadığı gözlenmiştir. ACP 11 (*P. sativum*), saklama koşulları altında insektisit kullanılmadan sağlıklı yiyecekler için önerilebilirken, *P. elatius ve P. fulvum'dan* oluşan yabancı türler dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi için ıslah çalışmalarında kullanılabilen kanısına varılmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: *Pisum sativum, Pisum elatius, Pisum fulvum, tohum böceği, Callosobruchus chinensis*

JÜRİ: Prof. Dr. Cengiz TOKER

Prof. Dr. Ahmet ZEYBEK

Doç. Dr. Hüseyin ÇANCI

ABSTRACT
SELECTION OF ACCESSIONS IN THE GENUS *Pisum* L. FOR RESISTANCE
AGAINST PULSE BEETLE (*Callosobruchus chinensis* L.)

Azime ESEN

MSc Thesis in Department of Field Crop

Supervisor: Prof. Dr. Cengiz TOKER

July 2018; paper 28

Seeds of pea (*Pisum sativum* L.) are damaged by some seed beetles during storage resulting in quality and quantity. Pulse beetle (*Callosobruchus chinensis* L.) is one of the most important seed beetles, and one of the best options to control of pulse beetle is selection for resistant cultivars. The aim of the present study was to screen and select of accessions in the genus *Pisum* L. for resistance to pulse beetle under storage conditions. Seeds of four *Pisum* species including two accessions each of *P. sativum* L. (ACP 11, ACP 15), *P. elatius* M. Bieb. (AWP 442, AWP 449), *P. fulvum* Sibth. & Sm. (AWP 600, AWP 601) and one accession of *P. abyssinicum* A. Braun. (ACP 100) were evaluated using both free-choice and no-choice test methods for resistance to pulse beetle under laboratory conditions. Resistance was evaluated by measuring oviposition by the seed beetles (number of eggs per seed), adult emergence (number of holes per seed), damaged seed rate and seed weight loss (%). According to the results, two accessions of *P. fulvum*, one accession each of *P. elatius* and *P. sativum* had no holes in both tests indicating that no adult emergence occurred. In addition, no seed weight loss occurred in the seeds of these accessions. *P. sativum* (ACP 11) could be suggested for healthy food without the use of insecticides under storage conditions, whereas wild species consisting of *P. elatius* and *P. fulvum* could be used in breeding studies for the improvement of resistant cultivars.

KEYWORDS: *Pisum sativum*, *Pisum elatius*, *Pisum fulvum*, pulse beetle, *Callosobruchus chinensis*

COMMITTEE: Prof. Dr. Cengiz TOKER

Prof. Dr. Ahmet ZEYBEK

Assoc. Prof. Dr. Hüseyin ÇANCI

ÖNSÖZ

Araştırma çalışmalarında yol gösteren ve yardımını esirgemeyen tez danışmanım sayın Prof. Dr. Cengiz TOKER'e sonsuz teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım. Ayrıca, tezimin konu olarak seçilmesinden böceklerin tarafıma verilmesine kadar tezimi yönlendiren eş-danışman hocam Dr. Öğretim Üyesi sayın Cengiz İKTEN hocama da çok teşekkür ederim.

Bilindiği üzere depolama koşullarında tohum böceklerinin zararları yaygın görülmektedir. Bu durum uygun koşullarda kayıpları önemli ölçüde arttırmaktadır. Tohum böceklerinden biri baklagil türlerinde zarar veren *Callosobruchus chinensis* L. türüdür. Baklagil tohum böceği bazı kimyasallar ile kontrol edilebilmektedir. Fakat tohumlar direk insan beslemesinde ve hayvan beslemesinde kullanıldığı için kimyasal (insektisit ile) mücadele sağlık açısından olumsuz sonuçlar teşkil etmektedir. Depolamadaki bu zararı ortadan kaldırmak ve insektisit kullanmadan daha sağlıklı tohumlar elde etmek için böcek dayanıklılığı çalışmalarına önem verilmesi zorunludur. Bezelye cinsinde (*Pisum* L.) baklagil tohum böceğine karşı dayanıklı genotiplerinin bulunması konusunda sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır. Dayanıklı olarak belirlenen tür ve genotiplere erişim bazen mümkün olmamaktadır. Bu tez çalışmasında baklagil tohum böceğine dayanıklı genotip bulmak için dört bezelye taksonunda kontrollü koşullarda araştırma yapılmıştır. Dayanıklı genotiplerin bulunması insan sağlığı açısından önemli bir adımdır. Dayanıklı genotiplerin bulunması halinde kimyasal kullanılmadan daha sağlıklı bezelye tohumlarının tüketiciye ulaştırılması mümkün olacaktır. Tez kapsamında baklagil tohum böceklerine karşı dayanıklı genotipler bulunmuştur.

Tezimi hazırlamamda yardımlarını esirgemeyen başta Araş. Gör. Hatice SARI ve Araş. Gör. Duygu SARI YOL hocalarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Son olarak benden manevi yardımlarını hiç eksik etmeyen başta annem Nebahat ESEN ve babam Osman ESEN olmak üzere tüm aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
AKADEMİK BEYAN	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	3
2.1. <i>Pisum</i> L.Cinsinin Sistematığı.....	3
2.2. <i>Pisum</i> L.'nin Morfolojisi.....	3
2.2.1. Kök	3
2.2.2. Gövde.....	3
2.2.3. Yaprak.....	3
2.2.4. Çiçek	4
2.2.5. Bakla ve taneleri	4
2.3. Bezelyenin İklim ve Toprak İstekleri.....	4
2.3.1. İklim istekleri ve ekim zamanı	4
2.3.2. Toprak istekleri	5
2.4. <i>Callosobruchus chinensis</i> L. Tohum Böceğinin Sistematığı	5
2.4.1. <i>C. chinensis</i> L.'nin yumurtaları	6
2.4.2. <i>C.chinensis</i> L.'nin larvası	6
2.4.3. <i>C. chinensis</i> L.'nin erginleri	7
2.4.4. <i>C. chinensis</i> L.'nin yol açtığı zararlar.....	7
2.5. <i>C. chinensis</i> L.'nin Dünya Yayılış Alanları	8
2.6. Bezelye'de Yapılan Böcek Dayanıklılığı Çalışmaları	9
3. MATERYAL VE METOT	11
3.1. Bezelye Türleri ve Genotipleri.....	11
3.2. Böcek Materyal ve Muhafazası.....	11
3.3. Laboratuvar Koşulları Altında Dayanıklılık Testleri	13
3.3.1. Serbest seçim testi (free-choice).....	13

3.3.2. Seçim şansı olmayan test (no-choice).....	13
3.4. Veri Toplama ve Analizleri.....	13
4. BULGULAR.....	15
4.1. Tohum Böceğinin Yumurta Sayıları	15
4.2. Yetişkin Böceklerin Ortaya Çıkması (Tohumlarda Oluşan Delik Sayıları).....	15
4.3. Bezelye Genotiplerinde Tohum Ağırlık Kaybı	17
4.4. Bezelye Genotiplerinde Tohum Zararı Oranları	17
4.5. Temel Bileşenler Analiz (PCA) Sonuçları	18
4.6. Korelasyon Analizleri	19
5. TARTIŞMA	21
6. SONUÇLAR	23
7. KAYNAKLAR	24
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “ Bezelye (*Pisum L.*) türlerinde tohum böceğine (*Callosobruchus chinensis L.*) dayanıklılık için seleksiyon ” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

Tarih 29/05/2018

Azime ESEN

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

%	: yüzde
° C	: santigrat derece
♀	: dişi birey
♂	: erkek birey
cm	: santimetre
gr	: gram
ha	: hektar
kg	: kilogram
mm	: milimetre
P	: fosfor
r	: korelasyon katsayısı
RH	: nispi nem
S	: kükürt

Kısaltmalar

ANOVA	: Varyans Analizi
DMRT	: Duncan'ın Çoklu Karşılaştırma Testi
FAO	: Food and Agriculture Organizations
PCA	: Temel Bileşenler Analizi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. <i>C. chinensis</i> L.'nin yumurtalarının tohum üzerinde görüntüsü	6
Şekil 2.2. <i>C. chinensis</i> böceğinin larvası	7
Şekil 2.3. <i>C. chinensis</i> böceğinin dişi ve erkek ergin bireyleri.....	7
Şekil 2.4. <i>C. chinensis</i> L. böceğinin bezelye tanesindeki zararı	8
Şekil 2.5. <i>C. chinensis</i> L. böceğinin yayılış alanları.....	9
Şekil 4.1. <i>Pisum</i> L. genotiplerinde serbest seçim testi (free-choice) ve seçim şansı olmayan testte (no-choice) elde edilen yumurta sayıları	15
Şekil 4.2. <i>Pisum</i> L. genotiplerinde serbest seçim testi (free-choice) ve seçim şansı olmayan testte (no-choice) elde edilen delik sayıları	16
Şekil 4.3. <i>Pisum</i> L. genotiplerinde serbest seçim testi (free-choice) ve seçim şansı olmayan testte (no-choice) elde edilen ağırlık kayıpları	16
Şekil 4.4. <i>Pisum</i> L. genotiplerinde serbest seçim testi (free-choice) ve seçim şansı olmayan testte (no-choice) elde edilen tohum zarar oranları	17
Şekil 4.5. <i>Pisum</i> L. cinsine ait bezelye genotipleri için temel bileşenler analizi (PCA)	19

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. <i>Pisum</i> L. cinsinin sistematığı	3
Çizelge 2.2. Tohum böceği (<i>C. chinensis</i> L.) nin sistematığı	5
Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan <i>Pisum</i> L. tohumlarının karakteristik özellikleri	12
Çizelge 4.5. Temel bileşenler analizinin temel dağılımları	18
Çizelge 4.6. Dayanıklılık kriterlerinin temel bileşen dağılımları	18
Çizelge 4.7. <i>Pisum</i> L. genotiplerinin temel bileşen dağılımları.....	18
Çizelge 4.6. Çalışmaya ait değerlendirme kriterleri ve genotiplerin karakteristik özelliklerinin korelasyonu	20

1. GİRİŞ

Pisum L. cinsi son zamanlarda *Pisum sativum* subsp. *sativum* L., *Pisum sativum* subsp. *abyssinicum* A. Braun., *Pisum sativum* subsp. *elatus* M. Bieb. and *Pisum fulvum* Sibth. ve Sm. olmak üzere dört farklı tür ve alttürlerine ayrılmıştır (Smykal vd. 2015). *P. sativum* subsp. *sativum* var. *sativum* (bahçe bezelyesi) *P. sativum* subsp. *sativum* var. *arvense* (tarla bezelyesi) ve *P. sativum* subsp. *abyssinicum* dekoko veya Habeş (Abyssinian) bezelyesi olarak adlandırılırken, bu türlerin tarımı yapılmaktadır. *P. elatus* ve *P. fulvum* yabani türleridir (Smykal vd. 2015; Ladizinsky ve Abbo 2015; Gebreslassie ve Abraha 2016). Tarımı yapılan bezelye, dünyadaki önemli serin mevsim baklagillerindedir ve önemli bir protein kaynağıdır. Diğer baklagiller gibi, bezelye de havadaki serbest azotu *Rhizobium leguminosarum* bv. *leguminosarum* bakterileriyle toprağa bağlar. *Rhizobium* bakterileri 51-71 kg/ha kadar toprağa azot bağlamaktadır (Jensen 1996; Nielsen vd. 2001) ve ekim nöbetinde çok önemli bir yere sahiptir (Nielsen vd. 2001). Tarımı yapılan bezelyenin kuru taneleri, taze yeşil tane ve baklaları insan beslenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra, kuru daneleri ve hasat sonrası samanı hayvan yemi olarakta kullanılmaktadır (Davies 1993). Bezelye 2016 yılı rakamlarına göre 7.5 milyon hektarlık bir ekim alanından 14.3 milyon ton kuru tane ve 19.9 milyon ton taze sebze olarak üretilmiştir. Kuru ve taze verimleri sırasıyla 1884 kg/ha ve 7677 kg/ha olarak verilmiştir. Kanada, Çin, Rusya ve ABD dünya bezelye üretiminde ilk sıralarda yer almaktadırlar (FAOSTAT 2018).

Birçok canlı ve cansız stres faktörleri bezelyede önemli verim kayıplarına neden olmaktadır (Muehlbauer vd. 1993; Kraft ve Kaiser 1993; Duan vd. 2014; Tokar ve Mutlu 2011). Bezelyede verim kayıplarına neden olan en önemli canlı stres faktörlerinden biri de tohum böcekleridir (Coleoptera: Bruchidae). Bazı tohum böceği türleri bezelye tohumlarının depolama sırasında miktar ve beslenme kalitesinde düşüşe neden olmaktadır (Smith 1990; Clement vd. 2002). Bruchidae'nin hayat döngüsünde larva, kuluçkadan çıktıktan sonra bezelyenin tohumlarını deler ve tohum içinde beslenir. Larvaların gelişmesi, tohumda başlar ve yeni bir konukçu bulmak ve tekrar hasara neden olmak için ergin olarak ortaya çıkmasıyla tamamlanmaktadır (Tuda vd. 2004). *Callosobruchus chinensis* L., nohut (Sharma vd. 2013; Raghuwanshi vd. 2016; Eker vd. 2018), maş fasulyesi (Liu vd. 1998; Lee vd. 2000; Maharjan vd. 2018), bakla (Podoler ve Applebaltm 1968) ve bezelye (Bhagwat vd. 1995; Singh vd. 2001; Umrao ve Verma 2002; Duan vd. 2014; Sharma vd. 2016) gibi pek çok baklagil bitkisine depolama koşullarında zarar veren saldırgan bir böcek türüdür. Bu türün larvaları, konukçu olarak çeşitli kuru baklagil tohumlarını kullanmaktadır. Dişiler yumurtalarını doğrudan bezelye tohumlarının yüzeyine bırakmaktadır. Her dişi, yumurtlama döneminde 90 kadar yumurta bırakabilmektedir (Varma ve Anadi 2010). Yumurtalardan genellikle 3-5 gün sonra larvalar çıkar ve larvalar tohumda delik oluşturarak tohumdaki çenekler (kotiledonlar) ile beslenmektedirler. Erginler, kuluçkadan yaklaşık 30 gün sonra dairesel bir delik açarak çıkış yapmaktadır Erginler, pupadan sonra yaklaşık iki hafta kadar yaşayabilirler (Varma ve Anadi 2010; Neog 2012).

Böcek bazı fümigant ve pestisitler, biyolojik ve kültürel uygulamalar ile kontrol edilebilmesine rağmen, pestisit tohumlar üzerinde kalarak insan sağlığını tehdit etmekte ve çimlenme oranlarında azalmaya neden olmaktadır (Shaheen ve Khaliq 2005; Sharma vd. 2007). Dayanıklı çeşitlerin kullanımı, bu böceği kontrol etmek için etkili, sağlıklı ve düşük maliyetli bir yoldur. Dayanıklı çeşitler, çiftçiler için pestisitlerin, biyolojik ve

kültürel uygulamaların kullanılması gibi diğer haşere kontrol yöntemlerinden daha faydalı olmaktadır. Son zamanlarda yürütülen ulusal ve uluslararası çalışmalar, hastalık ve zararlıları kontrol etmede önemli bir rol oynayan dayanıklı bitki çeşitlerini geliştirmeyi amaçlayan araştırmalara odaklanmıştır (Brewer ve Horber 1984; Shaheen vd. 2006). Bu nedenle, çeşitli baklagil türlerine karşı dayanıklı birçok baklagil türünün tohumlarını değerlendirmek için bazı çalışmalar yapılmıştır (Bhagwat vd. 1995; Umrao ve Verma 2002; Shaheen vd. 2006; Erler vd. 2009; Rajasri ve Rao 2012; Sarwar 2012; Duan vd. 2014; Sharma vd. 2016; Raghuwanshi vd. 2016; Eker vd. 2018). Ek olarak, bazı bezelyeler de tohum böceklerine karşı dayanıklılık için test edilmiştir, ancak dayanıklı kaynakları yeterli değildir (Bhagwat vd. 1995; Singh vd. 2001; Umrao ve Verma 2002; Duan vd. 2014; Sharma vd. 2016). Bununla birlikte, *Pisum* cinsindeki yabani türler, tohum böceğine karşı dayanıklılık açısından değerlendirilmemiş ve tarımı yapılan bezelye genotipleri ile karşılaştırılmamıştır. Bu tezin amacı *P. sativum*, *P. abyssinicum*, *P. elatius* ve *P. fulvum* bezelye türlerinde *C. chinensis* L. tohum böceğine karşı dayanıklılığı değerlendirerek, dayanıklı genotipleri seçmektir.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. *Pisum L.* Cinsinin Sistematigi

Bezelye cinsi (*Pisum L.*) Çizelge 2.1.'deki gibi sınıflandırılmaktadır (Smartt 1990; Smykal vd. 2015).

Çizelge 2.1. *Pisum L.* cinsinin sistematigi

Takım:	Fabales
Familya:	Fabaceae (Leguminosae)
Alt familya:	Fabaoideae
Oymak:	Fabeae Alef
Cins:	<i>Pisum</i>
Tür:	<i>Pisum sativum L.</i>

Kromozom (2n=2x):14

(Smart 1990; Smykal vd. 2015)

2.2. *Pisum L.*'nin Morfolojisi

2.2.1.Kök

Bezelye yanlara doğru yayılan kazık kök sistemine sahiptir. Kökleri genelde 50-120 cm derinlere inebilmektedir. 70-80 cm toprak derinliğinde, topraktaki su ve minerallerden faydalanılabilmektedirler. Toprağın ilk 20 cm' lik kısmında köklerin % 80'i bulunur ve bu kökler 50-75 cm enine gelişme göstermektedir. Kök gelişimi çiçeklenme zamanında zayıflamaya başlar. Bitki köklerinde havadaki serbest azotu toprağa bağlamaya yardımcı *Rhizobium leguminosarum* bakterileri bulunmaktadır. Bu *R. leguminosarum* bakterileri bitki köklerinde nodüller oluşturarak toprağa azot bağlamaktadırlar (Özdemir 2006).

2.2.2. Gövde

Bezelyenin bitki boyu 30-150 cm arasında değişir. Bitki boyunun değişiminde bitkinin genetik özelliği ve iklim koşulları önemli rol oynamaktadır. Bitki fide dönemindeyken ilk iki boğumu vejetatif aksamı oluştururken diğer boğumları ise generatif aksamı oluşturmaktadır. Bitki boyu bodur, yarı-bodur ve sırik olabilir. Bezelye yaprak sonlarındaki sülükleri ile tırmanıcı bir yapıya sahiptir. Gövdenin içi boştur. Sırik olan çeşitlerde, gövdenin dik durabilmesi için desteğe ihtiyaçları vardır (Smykal vd. 2012).

2.2.3. Yaprak

Bezelye bitkisi çimlendikten sonra kotiledon yaprakları toprak yüzeyine çıkamaz yani hypogeal çimlenme gösterir. Kulakçıklar yaprak sapının dala birleştiği

yerde karşılıklı iki tanedir ve yaprakçıklara göre daha büyüktür. Bu kulakçıkların ortasında yaprak eksenini vardır. Asıl yapraklar olan bileşik yapraklar 4-6 adet yaprakçıktan oluşur ve yaprak sapı sülükle son bulur. Yaprakçıkların kenarları dişli yapıda, yeşil veya mavimsi yeşil renkte, tüysüz ve damarları çok belirgin olmayan fenotipik özelliklere sahiptirler (Özdemir 2006).

2.2.4. Çiçek

Bezelyenin çiçekleri salkım şeklindedir. Yaprak koltuklarından çıkan bu salkımların her birinden 1-3 tane çiçek çıkar. Çanak yaprakların oluşturduğu kaliks yaklaşık 1 cm uzunluğunda dişli, şişkin ve geriye kıvrılmış bir yapıya sahiptir. Taç yapraklar genelde beyaz, pembe, leylak renkli, bazı yabancı formları da turuncu renklidir. Kanatçıkları ve kayıkçıkları vardır. Bunlar içeriye doğru dönüktürler. Stamenler diadelphus formunda olup, ayrı olan stamen diğerlerinden daha uzundur. Çiçeklenme ana gövdede olup aşağıdan yukarıya doğru ve gündüz güneşli saatte gerçekleşir. Kendine döllen bir bitkidir (Özdemir 2006).

2.2.5. Bakla ve taneleri

Bezelye bitkisinin yaprak koltuklarından çıkan her bir salkımda 1-2 nadiren 3 bakla bulunur. Baklanın içerisinde 2-10 tane tohum bulunur. Tohumlar baklaya plasenta ile bağlıdır. Baklanın rengi hasat döneminden önce yeşil renkte, hasat dönemine yaklaştıkça açık sarıdan kahverengiye kadar renk değişimi gözlenir. Hasat olgunluğuna gelen bakla her iki tarafından çatlar. Bakla büyüklükleri 3.6-12.4 cm arasında değişmektedir (Özdemir 2006).

Bezelye tohumu köşeli veya yuvarlak, kırışık veya düzgün yüzeyle, krem, yeşil, kahverengi, siyah veya benekli ve küçük veya büyük tohumlardan oluşur. Düz tohumluların nişasta oranı yüksek, kırışık tohumluların ise şeker oranı yüksektir. Düz tohumluların nişasta oranı %45 iken, kırışık tohumluların nişasta oranı %34'tür. Bezelyenin 100-tane ağırlığı 15-25 gr'dır. Bezelye taneleri % 20-30 protein, karbonhidratlarca zengin, kalsiyum, demir, fosforca zengin ve çeşitli vitaminleri bulundurması yönünden iyi bir bitkisel protein kaynağıdır (Akçin 1988).

2.3. Bezelyenin İklim ve Toprak İstekleri

2.3.1. İklim istekleri ve ekim zamanı

Bezelye ılıman ve serin iklim bitkisidir. Kuraklık, yüksek ve düşük sıcaklıklar yetiştirilmesini sınırlandırır. Çiçeklenme ve bakla bağlama dönemlerinde düşük sıcaklıklara oldukça hassastır. Ancak genç fide döneminde düşük sıcaklıkları ve hafif donları tolere edebilmektedir. Malhotra ve Saxena (1992) tarafından yapılan bir çalışmaya göre, bazı bezelye genotiplerinin -8.8 ° C sıcaklığa dayanabildiği ve başka bir çalışmada ise -10 ° C' den sonra bitkilerin öldüğü bildirilmektedir (Keating vd. 1985). Aynı

zamanda çiçeklenme ve bakla bağlama döneminde de yüksek sıcaklık olması ve kurak geçmesi verimi önemli ölçüde düşürmektedir (Ney vd. 1994). Erken ekimi yapılan ve erken çiçeklenip olgunlaşan çeşitlerin kullanılması verimi arttırmaktadır (Dumoulin vd. 1996). Bezelyenin çimlenme döneminde 2-10 ° C, çiçeklenme döneminde 15 ° C ve olgunlaşma döneminde 20-25 ° C sıcaklığa ihtiyacı vardır. Bezelye yıllık yağışı 800-1000 mm olan, yağışın vejetasyon süresine düzenli dağıldığı yerlerde iyi sonuç verir. Bunun sonucunda tane yavaş olgunlaşır ve tanenin yüksek kalitede olmasını sağlar (Şehirli 1988). Bezelye kışları ılık geçen yani ülkemizde kıyı bölgelerde kışlık (sonbahar), soğuk bölgelerde ise ilkbahar döneminde ekilir. Bezelyenin su tüketimi fazladır. Bu yüzden yağışın yeterli olmadığı yerlerde sulanması gereklidir (Özdemir 2006).

2.3.2. Toprak istekleri

Bezelye, drene edilmiş kumlu-tınlı topraklarda iyi gelişme gösterir. Toprağa organik ve humus takviyesi bezelyenin verimini artırır. Bezelye, en düşük pH'ı 5.2 olan ve hafif asidik-nötral pH'lı toprakları tercih etmektedir. Tohum yatağı hazırlığı doğrudan verimi etkilediği için çok önemlidir. İlkbaharda ekimi yapılacak olan toprak sonbaharda derin sürülerek hazırlığı yapılmalıdır. Toprağın çok sıkıştırılmış ya da kesekli olmaması gerekir. Toprak iyi hazırlanmaz ise yapılan ekimlerde çıkış yeterli ve eş zamanlı olmaz. Ayrıca bitkinin kök gelişimi olumsuz etkilenir (Özdemir 2006).

2.4. *Callosobruchus chinensis* L. Tohum Böceğinin Sistematığı

Callosobruchus chinensis L. tohum böceği Çizelge 2.2.'deki gibi sınıflandırılmaktadır (CABI 2018).

Çizelge 2.2. Tohum böceği (*C. chinensis* L.) nin sistematığı

Alem:	Metazoa
Şube:	Arthropoda
Alt şube:	Uniramia
Sınıf:	Insecta
Takım:	Coleoptera
Familya:	Bruchidae
Cins:	<i>Callosobruchus</i>
Tür:	<i>Callosobruchus chinensis</i> L.

2.4.1. *C. chinensis* L.'nin yumurtaları

C. chinensis L. böceğinin yumurtaları, baklagil tohumlarının yüzeyine yapışık halde bulunmaktadır. Oval, yassı tabanları düzgün kubbeli bir yapıya sahiptir (Şekil 2.1). Dişiler yumurtalarını tarlada doğrudan baklalarına veya depoda tohum yüzeylerine bırakarak zarara neden olmaktadır.



Şekil 2.1. *C. chinensis* L.'nin yumurtalarının tohum üzerinde görüntüsü

2.4.2. *C. chinensis* L.'nin larvası

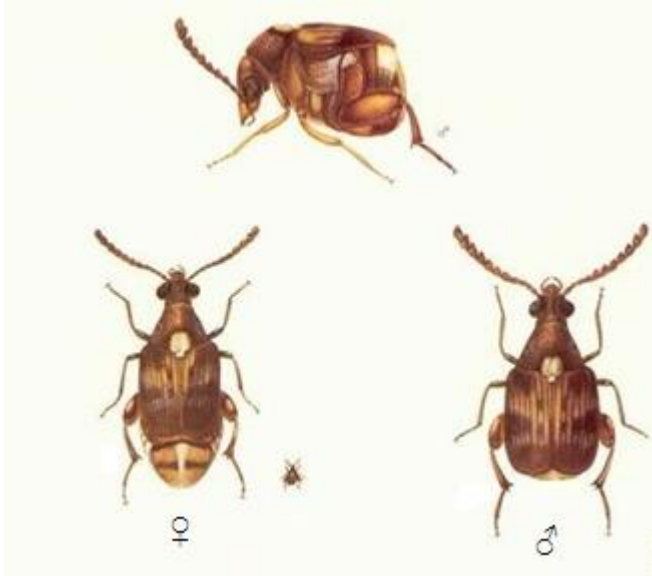
Yumurtadan çıkan larvalar tohum içerisine girdikten sonra gelişimini tohumda tamamlamaktadırlar (Messina 1991). Yumurtanın dış kabuğu şeffaf görüntüsünü kaybederek matlaşmakta ya da larvaların dışkısının dolmasından dolayı alacalı bir renk halini almaktadır (Beck ve Blumer 2007). Dişi böcek yumurta bıraktıktan sonra, larva 1-3 gün içerisinde yumurtadan çıkıp tohum içerisine girmekte (Şekil 2.2) ve tohumun nişasta deposu olan kotiledonlarda beslenmeye ve büyümeye başlamaktadır. Çıkış yapan erginler beslenme davranışını göstermemektedir. Bütün besin ve enerji kaynağını larva dönemindeki beslenmeleri ile karşılamaktadır.



Şekil 2.2. *C. chinensis* böceğinin larvası

2.4.3. *C. chinensis* L.'nin erginleri

C. chinensis erginleri 2.0-3.5 mm boylarındadırlar. Erginlerin antenleri erkek bireylerde pektinat yapıdadır ve dişi bireylerin ise tırtıklı yapıdadır. Elitralarında soluk kahverengi ve arka kısımlarında daha koyu renklerde lekeler bulunmaktadır. *C. chinensis* diğer *Callosobruchus* türleri ile ortak bir özellik olarak, her arka femurun ventral tarafında bir çift farklı çıkıntıya (iç ve dış) sahiptir ve her bir sırtın, apikal ucuna yakın bir dişe sahiptir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. *C. chinensis* böceğinin dişi ve erkek ergin bireyleri

2.4.4. *C. chinensis* L.'nin yol açtığı zararlar

Bruchidae familyası yemeklik baklagillerde meydana getirdiği zarar nedeni ile yüzyıllardır tanınmaktadır. Dişi ergin böcekler yumurtalarını bezelye tanesi üzerine bırakırlar. Larvalar yumurtlamadan 5-6 gün sonra çıkarlar ve tohumun kotiledon kısmından beslenirler. Larvalardan erginler bezelye tanesinde yuvarlak delikler açarak tane içerisinden dışarıya çıkar (Şekil 2.4). Larva döneminde tohumdan beslenildiği için ağırlık kaybına neden olmaktadır. Bu zarar doğrudan kaynağın tüketilmesinin yanında

ticari malların kalitesinin düşmesi veya depolanmış tohumlarda çimlenme oranının azalması ile de ikincil zarara neden olmaktadır.

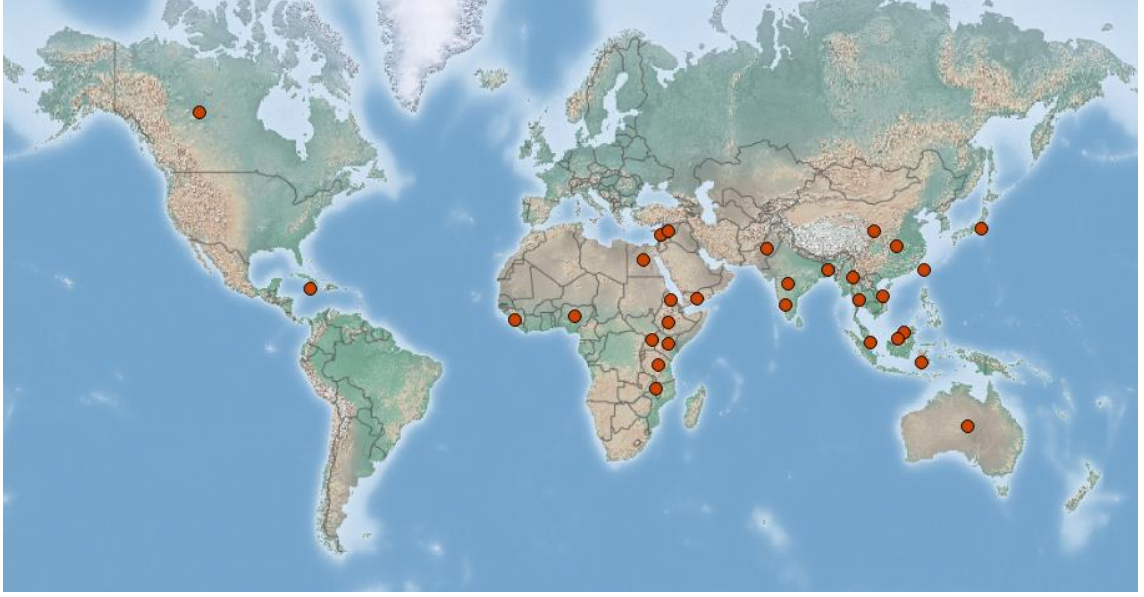
Callosobruchus cinsi yaklaşık olarak 20 tür içerir. *Callosobruchus* türleri baklagil zararlılarından olup börülce (*Vigna unguiculata* (L.) Walp., fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.), soya fasulyesi (*Glycine max* (L.) Merr., bakla (*Vicia faba* L.), bezelye (*Pisum sativum* L.), nohut (*Cicer arietinum* L.), mercimek (*Lens culinaris* Medik), güvercin bezelyesi (*Cajanus cajan* L.) ve yer fıstığı (*Arachis hypogaea* L.) gibi bitki türlerini içeren 35 baklagil türünde zarar meydana getirmektedir (Ajayi ve Lale 2000; Somta vd. 2006).



Şekil 2.4. *C. chinensis* L. böceğinin bezelye tanesindeki zararı

2.5. *C. chinensis* L.'nin Dünya Yayılış Alanları

Callosobruchus chinensis türü Hindistan, Karnataka, Endonezya, Japonya, Lübnan, Malezya, Pakistan, Singapur, Suriye, Tayvan, Tayland, Vietnam, Yemen, Mısır, Eritre, Etiyopya, Kenya, Malawi, Nijerya, Tanzanya, Uganda, Kanada, Jamaika, Avustralya gibi ülkelerde mevcuttur ve çoğunda yaygın olarak bulunmaktadır (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. *C. chinensis* L. böceğinin yayılış alanları

2.6. Bezelye’de Yapılan Böcek Dayanıklılığı Çalışmaları

Bezelyede *C. chinensis* böceğine karşı dayanıklılık çalışmalarının sınırlı olması nedeniyle yine bezelyede zarara neden olan *B. pisorum* ve *C. maculatus* böcekleri ile yapılan önemli dayanıklılık ve seleksiyon çalışmalarının bir kısmının özetleri aşağıda sunulmuştur.

Eker vd. (2018), nohut (*Cicer* L.) cinsinden bazı türlerin *C. chinensis*’e karşı dayanıklılık taramasını yapmıştır ve araştırma sonuçlarına göre koyu renkli tohumlarda oluşan zararın, beyaz renkli tohumlara göre daha az olduğunu ve önemli ölçüde daha düşük yumurtlama oranlarına sahip olduklarını bildirmişlerdir.

Aznar-Fernan vd. (2017), bezelye böceğini (*B. pisorum* L.) *Pisum sativum* ssp. *elatius*, *Pisum fulvum*, *Pisum abyssinicum*, türlerinin birkaç genotipinde, genotipler arası dayanıklılık ve genotip x çevre interaksiyonunu değerlendirmişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre, en umut verici genotip, hem bakla hem de tohum seviyelerinde dayanıklılık gösteren *Pisum sativum* ssp. *syriacum* türüne ait genotip olduğunu bildirmişlerdir.

B. pisorum L., Avrupa’da tarımı yapılan bezelyenin en zorlu böcek problemlerinden biridir. Dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi, çevre koruma açısından çok önemli olmaktadır. Bu nedenle, *B. pisorum* a dayanıklılık için beş adet bezelye çeşidinin tohumlarının hasar ve kimyasal bileşimleri araştırılmıştır. Fosfor (P) içeriği yüksek olan çeşitlerin daha düşük seviyede hasara sahip olduğu sonucu çıkarılmıştır (Nikolova 2016).

Duan vd. (2014), teste tabi tutulan *P. sativum* çeşitlerinden sadece üç tanesinin *C. chinensis* 'e karşı tamamen dirençli veya toleranslı bulunduğunu bildirmişlerdir.

Singh vd. (2001) tarafından 20 *P. sativum* genotipi *C. chinensis* 'e karşı direnç açısından değerlendirilmiş ve KPMR 186 ve Rachna genotipleri orta derecede dayanıklı bulunmuştur.

Farklı oranlarda fosfor (P) ve kükürt (S) uygulamasının *B. pisorum* tarafından kimyasal bileşim ve tohum istilası düzeyine etkisi, tarla koşullarında üç bezelye (*P. sativum* L.) çeşidi kullanılarak incelenmiştir. Hem protein hem de fitik asit içeriği ile *B. pisorum* istilasında lineer bir korelasyon gözlenmiştir. Sonuçlar, daha fazla fitat ve protein içeriğinin, bezelye tohumlarındaki *Bruchus* istila riskini azalttığını gösterdiğini bildirilmiştir (Marzo vd. 1997).

Bhagwat vd. (1995), laboratuvar koşullarında *P. sativum*'un 30 genotipini dayanıklılık için incelemiştir ve sadece JP Batri-Br-3 ve JP-Br-4 genotiplerinin *C. chinensis* 'e dirençli olduğunu bildirmiştir.

Horne ve Bailey (1991), Arazi denemelerinde, bezelyede *B. pisorum* L. etkinliğini ve zarar düzeylerini deperlendirmek için insektisit uygulamaları yapmışlardır. Uygulamalar sonucu yine genotiplerde % 8-10 düzeyinde zarar yaptıklarını gözlemlemiştir.

Teotia ve Singh (1966), *C. chinensis* 'in gelişim ve yumurtlama oranlarını farklı tohum şekillerine sahip bazı çeşitler üzerinde test etmişlerdir. Pürüzsüz tohum şekline sahip çeşitlerin, yumurtlama için daha fazla tercih edildiği görülmüştür.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Bezelye Türleri ve Genotipleri

Bu çalışmada, dört *Pisum* taksonunun tohumları, *P. sativum* L.'nin iki genotipi (ACP 11 ve ACP 15), *P. elatius*'un iki genotipi (AWP 442 ve AWP 449), *P. fulvum*'un iki genotipi (AWP 600) ve AWP 601) ve *P. abyssinicum*'un (ACP 100) bir genotipi, *C. chinensis* L.'e karşı dayanıklılık için, laboratuvar koşullarında hem free-choice (serbest seçim) hem de no-choice (tercih edilmeyen) test yöntemleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Teste tabi tutulmadan önce, tüm genotipler inkübatörde 26 ± 2 ° C'de ve % 65 ± 5 nispi nemde (RH) iki gün boyunca tutulmuştur. ACP ve AWP gibi genotip isimlerinin sırasıyla Akdeniz Üniversitesi tarımı yapılan (kültür) bezelye ve Akdeniz Üniversitesi yabancı bezelye anlamına gelen İngilizce kısaltmalarından gelmektedir. Çalışmada kullanılan bezelye türleri ve genotiplerine ait karakteristik özellikler Çizelge 3.1.'de sunulmuştur.

3.2. Böcek Materyal ve Muhafazası

Bu çalışmada kullanılan böcek materyali, Akdeniz Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü'nde yaklaşık 2 yıl sürdürülen *C. chinensis* L. laboratuvar kültüründen sağlanmıştır (Antalya, Türkiye). Böcek yetiştirme, tam karanlıkta 26 ± 2 ° C ve % 65 ± 5 bağıl nemde en çok tercih edilen konukçu olan hassas bezelye (*P. elatius*) tohumları ile yapılmıştır. Belirli bir yaştaki böceğin taze yetişkinlerini elde etmek için, yumurta içeren tohumlar çok sayıda bezelye tohumu içeren temiz kavanozlara yerleştirilmiştir. Kavanozlar her gün kontrol edilerek ve araştırmada kullanılmak üzere tohum böceklerinin yetişkin bireyleri toplanmıştır.

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan *Pisum L.* tohumlarının karakteristik özellikleri

<i>Pisum türleri</i>	<i>Genotipler</i>	<i>100-tane ağırlığı (g)</i>	<i>Tohum şekilleri</i>	<i>Tohum renkleri</i>
<i>P. sativum</i> 	ACP 11	28.2	Düz	Sarı-yeşil
	ACP 15	32.1	Buruşuk	Boz kahverengi
<i>P. elatius</i> 	AWP 442	9.8	Düz	Koyu yeşil boz
	AWP 449	10.6	Düz	Yeşil
<i>P. fulvum</i> 	AWP 600	5.4	Düz	Siyah
	AWP 601	4.6	Düz	Kahverengi
<i>P. abyssinicum</i> 	ACP 100	21.9	Buruşuk	Kahverengi boz

3.3. Laboratuvar Koşulları Altında Dayanıklılık Testleri

3.3.1. Serbest seçim testi (free-choice)

Laboratuvar koşulları altında, bezelye genotipleri, iki test yöntemi (serbest seçim ve seçim dışı) kullanılarak tohum böceğine karşı dayanıklılık açısından test edilmişlerdir. Yöntemler daha önce Raina (1971) ve Dahms (1972) tarafından açıklanmış ve daha sonra Erler vd. (2009) ve Eker vd. (2018) tarafından detaylandırılmıştır. Serbest seçim testinde, tüm genotipler 20 litrelik dikdörtgen cam kafeslerde tohum böceğinin serbest yumurta bırakılmalarına izin verilmiştir. Kafeslerin bir tarafı böceklerin hava dolaşımını sağlamak için ince bir tül ile kaplanmıştır. Her biri ayrı ayrı olacak şekilde on tane bezelye tohumu içeren yedi petri kabı cam kafeslere yerleştirilmiştir. Toplam 140 tane böcek (70♀ ve 70♂) her bir kafese serbest bırakılmıştır. Her kafes bir tekerrür olarak kabul edilmiştir. Her test için üç tekerrür yapılmıştır. Yetişkin böceklerin bir hafta boyunca yumurtlamasına izin verilmiş ve sonra böcekler kafeslerden toplanmıştır. Her bir petri kabındaki tohumların üzerindeki yumurtalar, bir stereo-mikroskop altında (25x) kontrol edilmiş ve her bir genotip için ayrı ayrı kayıt altına alınmıştır. Kafesler, 30 gün boyunca yetişkin böceklerin ortaya çıkması için günlük olarak kontrol edilmiştir. Çıkışları gözlenen yetişkin böceklerin sayıları kayıt altına alınarak kafeslerden dışarı çıkarılmıştır. Yetişkin böcek çıkışları sonlanana kadar sayımlara devam edilmiştir. Ergin çıkışları tamamlandıktan sonra her genotipe ait tohumlarda, tohum ağırlık kayıpları (%), tohum zararı (%) hesaplanmıştır.

3.3.2. Seçim şansı olmayan test (no-choice)

Seçme şansı olmayan testte, her bir genotipin tohumları ayrı bir cam kavanoza (1 litre) yerleştirilmiştir ve her bir genotip için on tohum kullanılmıştır. Tohum böceğinin on çifti (10♀ ve 10♂) her kavanoza salınmıştır. Daha sonra kavanozlar böceklerin kaçmasını önlemek için üzerleri ince bir tül ile örtülmüştür. Böceklerle, uygun bir konukçu seçiminde herhangi bir seçenek verilmemiş ve sadece bir genotipin tohumları üzerinde beslenmek zorunda kalmışlardır. Her kavanoz bir tekerrür olarak kabul edilmiştir. Her bir genotip değerlendirilmesi üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Yumurtlama için bir haftalık beklemenin ardından, yetişkin böcekler kavanozlardan dikkatli bir şekilde çıkarılmıştır. Daha sonra serbest seçim testinde olduğu gibi aynı prosedürler izlenmiştir. Hem serbest seçim hem de seçim şansı olmayan testler, Ağustos-Eylül 2017 ve Aralık-Ocak 2018 arasında takip eden bir böcek kültürü döngüsünde iki kez tekrarlanmıştır.

3.4. Veri Toplama ve Analizleri

Tohum böceğine karşı dayanıklılık, hem serbest seçim hem de seçim şansı olmayan testlerde, tohumlara bırakılan yumurta sayısı, böcek çıkışları (tohumlarda ortaya çıkan delikler), hasarlı tohum oranları ve her bir genotipte tohum ağırlık kayıpları ölçülerek değerlendirilmiştir. Tohum böceği tarafından tohumlara verilen hasar, ortaya çıkan erişkinler tarafından tohuma yapılan yuvarlak çıkış delikleriyle belirlenmiştir. Hem serbest seçim hem de seçim şansı olmayan testlerde, tohum hasarı, her bir genotip için hasar gören tohumların yüzdesi olarak ifade edilmiştir. Hasarın oran yüzdesi, Khattak vd. (1995) tarafından açıklanan formül kullanılarak belirlenmiştir.

$$\text{Hasar oranı (\%)} = (\text{Zarar gören tohum sayısı} / \text{Toplam tohum sayısı}) \times 100$$

Tohum hasarının yüzdesi Weigand ve Tahhan (1990) ve Singh vd. (1998) tarafından belirlenen ve bazı modifikasyonlarla (Eker vd. 2018) aşağıdaki gibi belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, % 0 = tamamen dayanıklı veya bağışık (delik gözlemlenmemiş), % 1-9 = dayanıklı, % 10-69 = orta dayanıklı, % 70-99 = yüksek dayanıklı, % 100 = tamamen dayanıklı olarak değerlendirilmiştir.

Her bir bezelye genotip tohumlarında tohum böceğinin neden olduğu ağırlık kaybını belirlemek için, testlerden önce tohumların (n_2) başlangıç ağırlığı ve testlerden sonra hasarlı tohumların (n_1) ağırlığı aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Khattak vd. 1995):

$$\text{Toplam kayıp (\%)} = n_2 - n_1 / n_2 \times 100$$

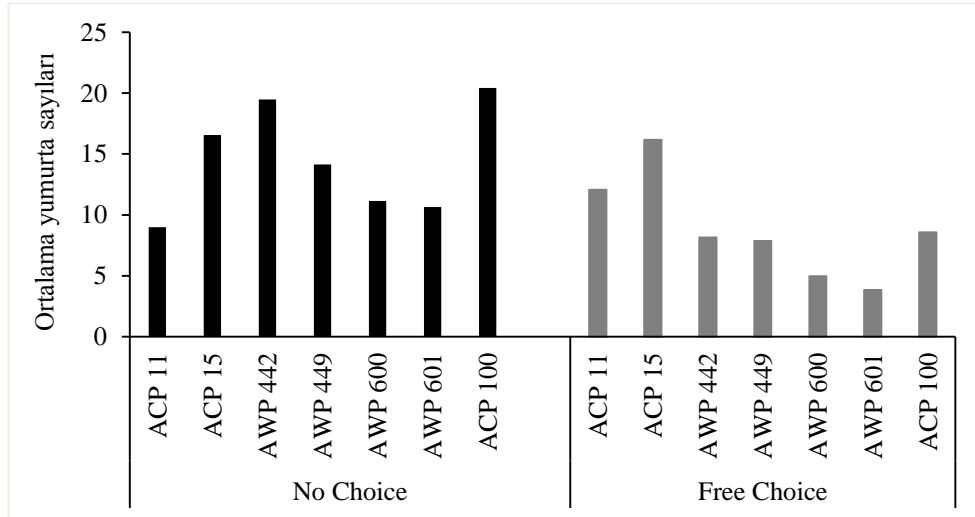
Her iki testteki farklı parametrelere ait veriler, SPSS 22 yazılımı kullanılarak varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Her bir parametre için, varyasyonlar arasındaki anlamlı farklar Duncan'ın Çoklu Karşılaştırma Testi (DMRT) kullanılarak belirlenmiştir. Olasılık değeri $P \leq 0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Dayanıklılık ölçütü olarak kullanılan dört parametreye dayalı olarak genotip dağılımlarını belirlemek için Temel Bileşenler Analizi (PCA), XLSTAT 2018 programında yapılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Tohum Böceğinin Yumurta Sayıları

Yumurta sayımından elde edilen sonuçlar, her iki testte de genotipler arasında anlamlı bir fark elde edilmemiştir (Şekil 4.1). Bezelye tohumlarındaki yumurta sayıları her genotip için Şekil 4.1’de sunulmuştur. Serbest seçim testinde, tarımı yapılan tür (*P. sativum*) genellikle diğer bezelye türlerine göre daha fazla yumurtlanma oranına sahiptir. Genotiplerden, ACP 15 tohum başına 16.17 yumurta ile en yüksek yumurtlanma oranına sahip genotip olarak belirlenmiştir. Bunu diğer genotipler, sırasıyla ACP 11 ve ACP 100 (12.07 ve 8.57 yumurta/tohum) izlemiştir. *P. elatius* genotipleri, böcek tarafından yumurtlama için en çok tercih edilen ikinci bezelye türüdür. *P. elatius* genotiplerinin yumurta sayısı AWP 442 için 8.14 yumurta ve AWP 449 için 7.87 yumurta olarak sayılmıştır. En düşük yumurta sayısı, *P. fulvum* genotiplerine ait olup, AWP 601 ile AWP 600 genotipleri sırasıyla tohum başına 4.97 yumurta ve 3.84 yumurta sayılmıştır.

Seçim şansı olmayan test sonuçlarına göre, ACP 100 genotipi, en yüksek yumurtlanma oranına 20.44 yumurta/tohum ile sahip genotip olarak belirlenmiştir. En fazla yumurtlama oranına sahip ikinci genotip *P. elatius* türüne ait AWP 442 (19.47 yumurta / tohum) olmuştur. Ardından ACP 15 (16.57 yumurta / tohum) gelmektedir. *P. elatius* türüne ait AWP 449 genotipi 14.14 yumurta/tohum olarak belirlenmiştir. *P. fulvum* türüne ait iki genotipteki (AWP 600 ve AWP 601) yumurta sayıları sırasıyla, 11.14 ve 10.64 olarak bulunmuştur. ACP 11 genotipi ise tohum başına 9.0 yumurta ile en düşük yumurtlanma oranına sahiptir (Şekil 4.1).

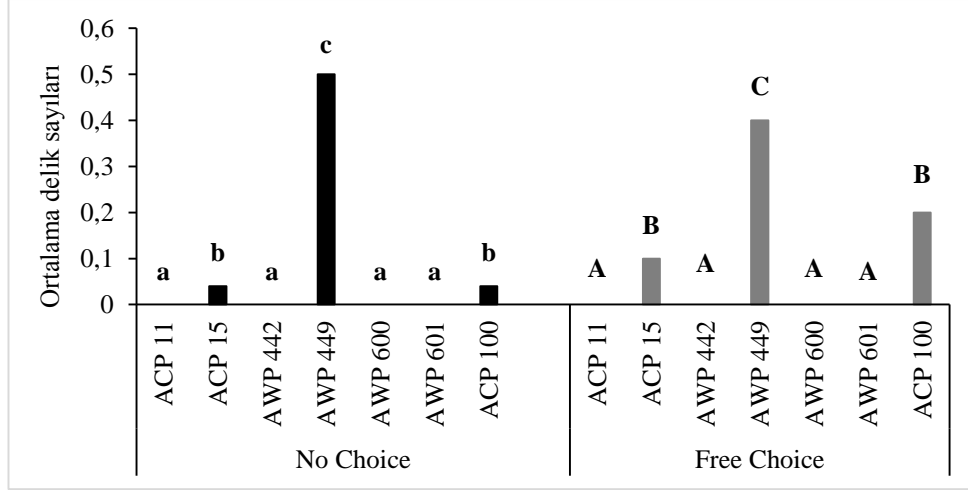


Şekil 4.1. *Pisum* L. genotiplerinde serbest seçim testi (free-choice) ve seçim şansı olmayan testte (no-choice) elde edilen yumurta sayıları

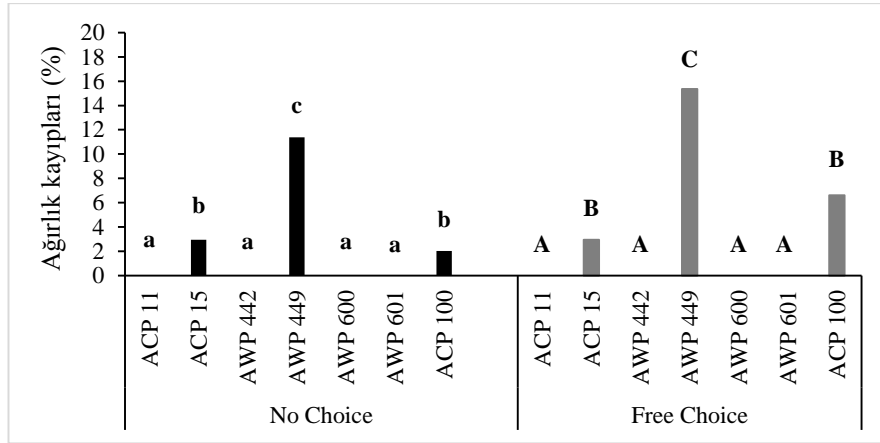
4.2. Yetişkin Böceklerin Ortaya Çıkması (Tohumlarda Oluşan Delik Sayıları)

Hem serbest seçim testinde hem de seçim şansı olmayan testte, en fazla yetişkin ortaya çıkışı, *P. elatius* türüne ait AWP 449 genotipinde meydana gelmiştir. Serbest seçim testinde tohum başına 0.4 delik sayısına ve seçim şansı olmayan testte ise tohum başına 0.5 delik meydana gelmiştir. Dayanıklılık testlerinde yine sırasıyla, ACP 15 (0.1

ve 0.04) ve ACP 100 (0.2 ve 0.04) genotipleri gelmektedir (Şekil 4.2). Her iki testte, *P. fulvum*'un iki genotipi, AWP 601 ve AWP 600'de hiçbir yetişkin böcek ortaya çıkmamıştır. Bu iki genotipe ilaveten, ACP 11 ve AWP 442 genotiplerinin de hem serbest seçim hem de seçim şansı olmayan testlerdeki tohumlar da delik meydana gelmemiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. *Pisum L.* genotiplerinde serbest seçim testi (free-choice) ve seçim şansı olmayan testte (no-choice) elde edilen delik sayıları (Duncan testi ile yapılan genotipler arası karşılaştırmada küçük harfler seçim şansı olmayan testin sonuçlarını, büyük harfler ile gösterilenler serbest seçim testindeki sonuçları temsil etmektedir)



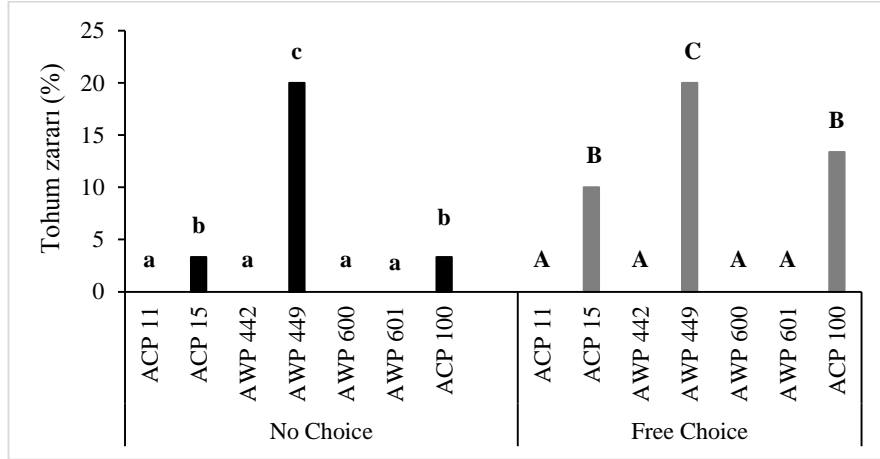
Şekil 4.3. *Pisum L.* genotiplerinde serbest seçim testi (free-choice) ve seçim şansı olmayan testte (no-choice) elde edilen ağırlık kayıpları (Duncan testi ile yapılan genotipler arası karşılaştırmada küçük harfler seçim şansı olmayan testin sonuçlarını, büyük harfler ile gösterilenler serbest seçim testindeki sonuçları temsil etmektedir)

4.3. Bezelye Genotiplerinde Tohum Ağırlık Kaybı

Seçim şansı olmayan dayanıklılık testinde en yüksek tohum ağırlık kaybına sahip genotip %15.35 oran ile *P. elatius* türüne ait olan AWP 449 olmuştur. Serbest seçim dayanıklılık testinde en yüksek tohum ağırlık kaybı (% 11.39) yine AWP 449 genotipinde olmuştur. En yüksek ikinci tohum ağırlık kaybı % 6.60 ve % 2.02 ile ACP 100 genotipinde gerçekleşmiştir ve bunu ACP 15 genotipi (% 2.29 ve % 2.96) takip etmiştir (Şekil 4.3). Diğer dört genotipte (AWP 600, AWP 601, AWP 442 ve ACP 11) ise hiç ergin çıkışı olmadığından tohumlarında ağırlık kaybı olmamıştır.

4.4. Bezelye Genotiplerinde Tohum Zarar Oranları

C. chinensis böceğine karşı dayanıklılık testlerine tabi tutulan bezelye genotiplerinin tohumlarındaki zarar oranları, hem serbest seçim hem de seçim şansı olmayan testte, tohumlardaki erişkin çıkış delik sayılarına paralel olmuştur (Şekil 4.4). En yüksek tohum zararı *P. elatius* genotipinde, her iki testte de %20 ile AWP 449'da meydana gelmiştir. ACP 15 ve ACP 100, serbest seçim testinde aynı tohum hasar oranına (% 3.34) sahipken, seçim şansı olmayan testte ACP 100 genotipindeki zarar oranı % 6,60, ACP 15 genotipinden % 2.96'lık bir değer ile biraz daha fazla olmuştur. Genotipler tohum hasar oranlarına göre kategorize edildiğinde, AWP 449, ACP 100 ve ACP 15 genotipleri, tohum hasar oranlarının % 10-69 arasında olmasından dolayı orta derecede duyarlı (hassas) olarak değerlendirilmiştir (Şekil 4.4). *P. fulvum*'un (AWP 601 ve AWP 600) her iki genotipinde, düşük yumurtlama oranlarına sahip olmaları ve tohum zararı meydana gelmediği için *C. chinensis* 'e karşı tamamen dayanıklı oldukları gözlenmiştir. ACP 11 ve AWP 442 genotipleri ise çok yüksek oranda yumurtlanma oranlarına sahip olmalarına rağmen, % 0'lık tohum hasarı ile *C. chinensis*'e karşı dayanıklı bulunmuşlardır (Şekil 4.1 ve 4.4).



Şekil 4.4. *Pisum* L. genotiplerinde serbest seçim testi (free-choice) ve seçim şansı olmayan testte (no-choice) elde edilen tohum zarar oranları (Duncan testi ile yapılan genotipler arası karşılaştırmada küçük harfler seçim şansı olmayan testin sonuçlarını, büyük harfler ile gösterilenler serbest seçim testindeki sonuçları temsil etmektedir) $P < 0.05$

4.5. Temel Bileşenler Analiz (PCA) Sonuçları

Temel Bileşenler Analiz sonuçlarında, Çizelge 4.5’de görüldüğü gibi iki temel bileşene ayrılmıştır. PCA’da öz değeri (Eigenvalue değeri) 1 ve üzeri olanlar farklı bir gruba ayrılmaktadır. Birinci bileşen 2,9 öz değerine, ikinci bileşen ise 1,0 öz değerine sahiptir. Bu iki değer toplam varyasyonun % 99,2’sinin açıklamaktadır (Çizelge 4.6). Birinci bileşeni açıklayan dayanıklılık kriterleri ortalama delik sayısı, ağırlık kaybı (%) ve tohum zararı (%) olurken, ikinci bileşeni sadece ortalama yumurta sayıları açıklamaktadır (Çizelge 4.6). Birinci bileşende dayanıklılık kriterlerini en geniş varyasyonla açıklayan AWP 449 genotipi %58,83 büyük bir oranla temsil etmektedir. İkinci bileşende bulunan ortalama yumurta sayısını ise ACP 15 genotipi %52,01 ile temsil etmektedir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.5. Temel bileşenler analizinin temel dağılımları

PCA dağılım değerleri	F1	F2
Eigenvalue (Öz değer)	2,9	1,0
Variability %(Değişkenlik)	74,1	25,0
Cumulative % (Toplam)	74,1	99,2

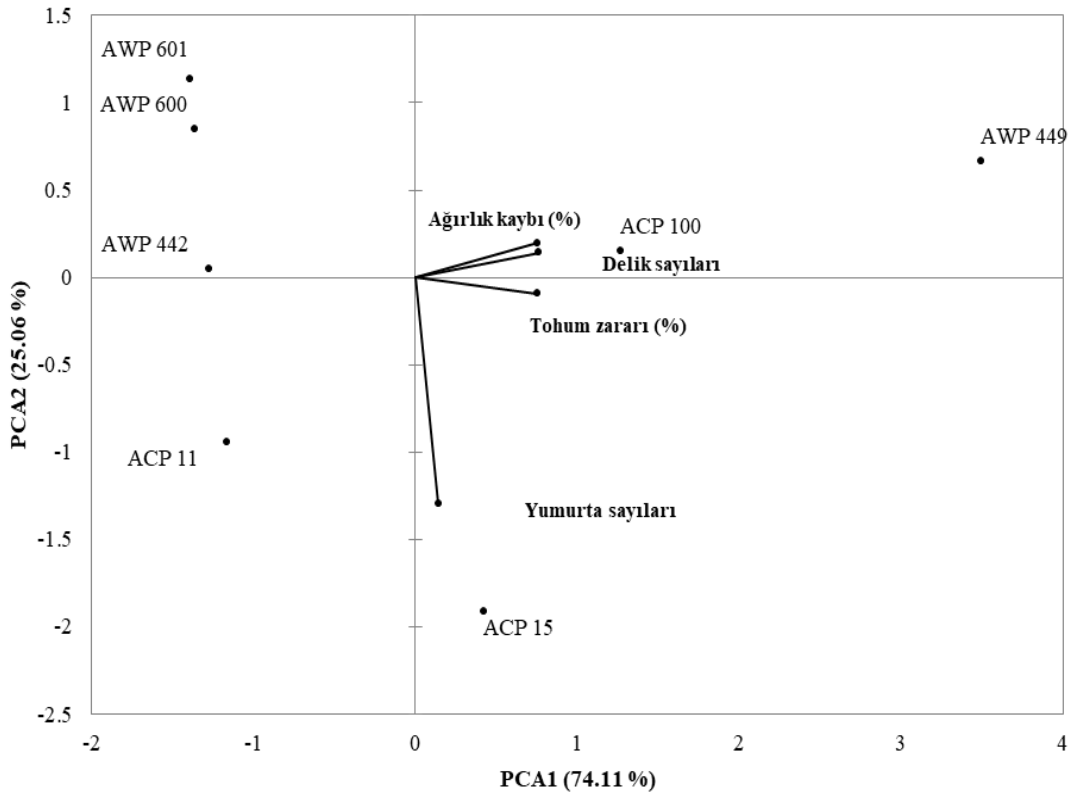
Çizelge 4.6. Dayanıklılık kriterlerinin temel bileşen dağılımları

Dayanıklılık kriterleri	F1	F2
Ortalama yumurta sayısı	0,035	0,964
Ortalama delik sayısı	0,987	0,011
Ağırlık kaybı (%)	0,967	0,022
Tohum zararı (%)	0,975	0,005

Çizelge 4.7. *Pisum L.* genotiplerinin temel bileşen dağılımları

Genotip	F1	F2
ACP 11	6,50	12,66
ACP 15	0,87	52,01
AWP 442	7,79	0,03
AWP 449	58,83	6,30
AWP 600	8,92	10,29
AWP 500	9,34	18,36
ACP 100	7,72	0,34

Parametrelerden elde edilen verilerin ortalamalarına göre yapılan PCA analizinden elde edilen sonuçlara göre, ölçülen her dayanıklılık kriterleriyle alakalı genotipler birbiriyle yakından ilişkilendirilmiş ve aynı grupta ortaya çıktıkları gözlemlenmiştir. Tüm dayanıklılık parametreleri birlikte ele alındığında, *P. fulvum* türüne ait genotipler AWP 601 ve AWP 600'de herhangi bir zarar meydana gelmediğinden parametrelerden en uzak yere konumlanmışlardır. Bu genotipleri, *C. chinensis*'in genotiplere verdiği zarar bakımından ACP 11 ve AWP 442 izlemiştir. AWP 449 ve ACP 100 genotiplerinde tohum zararları diğer genotiplere göre daha fazla olduğundan parametrelerle aynı yerde konumlanmışlardır (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. *Pisum L.* cinsine ait bezelye genotipleri için temel bileşenler analizi (PCA) Her nokta bir genotipi temsil etmektedir

4.6. Korelasyon Analizleri

Genotiplerde yeşil tohum rengi ile tohum başına ortalama delik sayısı ($r = 0.866$ **), ağırlık kaybı ($r = 0.902$ **) ve tohum zararı ($r = 0.736$ **) istatistiki olarak çok önemli ilişkili özellikler olarak bulunmuştur. Ayrıca, tohum başına ortalama delik sayısı ağırlık kaybı ile ($r = 0.997$ **) ve tohum zararı ($r = 0.968$ **) ile istatistiki olarak çok önemli olduğu bulunmuştur. Tohum zararı ve ağırlık kaybı arasında yine çok anlamlı bir ilişki bulunmaktadır ($r = 0.946$ **) (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Çalışmaya ait değerlendirme kriterleri ve genotiplerin karakteristik özelliklerinin korelasyonu

Özellikler	TŞ-Düz	TŞ-Buruşuk	TR-Siyah	TR-Kahverengi	TR-Boz	TR-Yeşil	TR-Sarı	Yumurta sayısı	Delik sayısı	Ağırlık kaybı
TŞ-Düz										
TŞ-Buruşuk	-1.000									
TR-Siyah	0.258	-0.258								
TR-Kahverengi	0.258	-0.258	-0.167							
TR-Boz	-0.730	0.730	-0.354	-0.354						
TR-Yeşil	0.258	-0.258	-0.167	-0.167	-0.354					
TR-Sarı	0.258	-0.258	-0.167	-0.167	-0.354	-0.167				
Yumurta sayısı	-0.581	0.581	-0.403	-0.522	0.481	-0.098	0.343			
Delik sayısı	-0.224	0.224	-0.289	-0.289	0.000	0.866**	-0.289	0.082		
Ağırlık kaybı	-0.145	0.145	-0.272	-0.272	-0.060	0.902**	-0.272	0.041	0.997**	
Tohum zararı	-0.454	0.454	-0.331	-0.331	0.181	0.736**	-0.331	0.249	0.968**	0.946**

TŞ: Tohum şekli, TR: Tohum rengi, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$.

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada, dört farklı *Pisum* L. taksonuna ait yedi farklı bezelye genotipin tohumları, *C. chinensis*'e dayanıklılığı, serbest seçim ve seçim şansı olmayan test yöntemleri ile değerlendirilmiştir. Genotiplerin tohumlarındaki *C. chinensis* tarafından bırakılan yumurtaların ortalama sayısı, serbest seçim testinde 3.84'ten 16.17'ye ve seçim şansı olmayan testte tohum başına 9'dan 20.44 yumurtaya kadar değişmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, laboratuvar koşullarında taranan tüm bezelye genotiplerinin, *C. chinensis*'e karşı dayanıklılık parametrelerinde, delik sayıları, tohum zararı ve ağırlık kayıplarında genotipler arasında önemli farklılıklar olduğu ortaya çıkmıştır. Benzer şekilde Duan vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada, *C. chinensis*'e karşı test edilen *Pisum sativum* çeşitlerinden sadece üç çeşidin *C. chinensis*'e karşı tamamen dirençli veya toleranslı bulunduğunu bildirmişlerdir. Bu çeşitlerin % 12'sinin dirençli olduğu, % 82'sinin duyarlı ve oldukça duyarlı olduğu bildirilmiştir. Bhagwat vd. (1995), laboratuvar koşullarında *P. sativum*'un 30 genotipini incelemiş ve sadece JP Batri-Br-3 ve JP-Br-4'ün *C. chinensis*'e dirençli olduğunu bildirmişlerdir.

Singh vd. (2001) tarafından yürütülen araştırmada, 20 *P. sativum* genotipi *C. chinensis*'e karşı direnç açısından değerlendirilmiş ve KPMR 186 ve Rachna genotipleri orta derecede duyarlı bulunmuştur. Teotia ve Singh (1966), *C. chinensis*'in gelişim ve yumurtlama oranlarını farklı tohum şekillerine sahip genotipler üzerinde test etmişlerdir. Pürüzsüz tohum şekline sahip genotiplerin, yumurtlama için daha fazla tercih edildiği görülmüştür. Mevcut tez çalışması sonuçlarının, böceğin yumurtlama tercihi açısından bu bulgulara paralel olduğu gözlemlenmiştir.

Böcek dayanıklılığı için bir diğer önemli nokta ise tohum renkleridir. Tez çalışmasında kullanılan *P. fulvum*'a ait genotiplerin tohum renkleri sırasıyla siyah ve kahverengi olup, bu genotiplerin sarı, boz renkli ve yeşil renkli tohumlara sahip genotiplere göre *C. chinensis* tarafından önemli oranda daha az yumurtlama oranlarına sahip olmasıdır. Bu çalışmada, yumurta sayısı, delik sayısı, ağırlık kaybı ve tohum zararı, yeşil tohum rengine sahip olanlar ile pozitif ($P < 0.01$), siyah ve kahverengi tohumlarla ise negatif ilişki göstermiştir (Çizelge 4.6). Benzer bulguları Duan vd. (2014)'de elde etmişlerdir. Son zamanlarda Eker vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada, nohutta *C. chinensis*'e karşı dayanıklılık taraması yapılmıştır ve araştırma sonuçlarına göre koyu renkli tohumlarda oluşan zararın, beyaz renkli tohumlara göre daha az olduğunu ve önemli ölçüde daha düşük yumurtlama oranlarına sahip olduklarını bildirmişlerdir. Bezelye genotiplerinin tohum rengindeki farklılıklar, özellikle siyah genotiplerin "göze hoş görünmeyen" tohumları, dişi bireylerin daha az tercih etmesine yol açtığı anlaşılmıştır. Bütün bu sonuçlar koyu tohumlara sahip bezelyelerin *C. chinensis*'e karşı daha az tercih edilmesinden dolayı daha dirençli olduğunu göstermektedir.

Tohum zarar oranlarını göz önünde bulundurarak, *P. fulvum* (AWP 601 ve AWP 600), *P. sativum* (ACP 11) ve *P. elatius* (AWP 442) genotiplerinin *C. chinensis*'e tamamen dirençli (tohumlarında delik görülmemiştir) olduğu bulunmuştur. AWP 449, ACP 100 ve ACP 15 genotipleri ise orta derecede duyarlı bulunmuştur. Bununla birlikte, genel olarak yumurtlama oranları ve tohum zarar oranları arasında bir korelasyon bulunmamıştır. Örneğin; ACP 11 ve AWP 442 genotipleri, *C. chinensis*'e karşı % 0'lık tohum hasarı ile dayanıklı bulunmuştur. Ancak ACP 11 ve AWP 442 genotiplerinin

tohum başına 12.07 ve 8.14 adet yumurta sayısı gibi yüksek oranda değerlere sahip oldukları saptanmıştır. AWP 449'un yukarıda belirtilen iki genotipe kıyasla daha düşük bir yumurtlama oranına (tohum başına 7.87 yumurta) sahip olmasına rağmen, % 20'lik bir tohum zararıyla orta derecede duyarlı olarak kategorize edilmiştir (Şekil 4.1).

C. chinensis'e karşı dayanıklılık testlerinde, yedi genotipten dört tanesinin dayanıklı olduğu belirlenmiştir. İki *P. fulvum* genotipi (AWP 601 ve AWP 600), hem en düşük yumurtlama oranına sahipken, hem de tohum zararı meydana gelmemiştir. *C. chinensis*'e karşı tamamen dayanıklı bulunmuşlardır. Bu iki genotipe ek olarak, ACP 11 (*P. sativum*) ve AWP 442 (*P. elatius*), çok yüksek oranda yumurtlama oranlarına sahip olmalarına rağmen, % 0'lık tohum zararı ile *C. chinensis*'e karşı dayanıklı oldukları bulunmuştur. *P. elatius* ve *P. fulvum*'un yabancı türleri tamamen dirençli olarak tanımlanmıştır. Yabancı türlerin dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi için ıslah çalışmalarında kullanılabilmesi kanısına varılmıştır. *P. elatius* ve *P. fulvum* tarımı yapılan bezelye ile mezelebilmektedir (Dogdu vd. 2017). *P. sativum* (ACP 11), depolama koşulları altında insektisit uygulaması yapılmadan, sağlıklı gıdalar için önerilebilir nitelikte bulunmuştur.

6. SONUÇLAR

Yapılan bu çalışmada dört taksona ait yedi bezelye genotipi tohumları kullanılarak *C. chinensis* böceğine karşı dayanıklılık değerlendirmesi yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda 4 genotip dayanıklı bulunmuştur. İki tanesi *P. fulvum*, bir tanesi *P. elatius* ve bir diğeri de *P. sativum* genotiplerinden oluşmaktadır. Değerlendirilen bütün özellikler bakımından en dayanıklı *P. fulvum*' a ait genotiplerdir. Çıkarılan sonuçlar aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir:

1- Çalışmada kullanılan açık renkli tohumlar, özellikle yeşil renkli tohumlar hassas, *P. fulvum*' a ait siyah ve kahverengi tohumlar açık renkli olanlara göre daha dayanıklıdır. Yeşil renkli tohumlarda delik sayısı, tohumdaki ağırlık kaybı ve tohum zararı ilişkileri çok önemli bulunmuştur.

2- Tohumlardaki delik sayısı arttıkça ağırlık kaybı da artmıştır ve ağırlık kaybı arttıkça daha fazla tohum zararı meydana gelmiştir. Bu özelliklerin tümü verim kriterleri için elzemdir.

3- İki *P. fulvum* genotipi olan AWP 601 ve AWP 600 tohumlarına *C. chinensis* böceği en az yumurta bırakmış ve bunlarda tohum zararı meydana gelmemiştir. *P. fulvum* böcek zararı olmadığından dolayı *C. chinensis* böceğine karşı tamamen dayanıklı bir türdür. *P. fulvum* türdeki dayanıklılıkta rol alan özellikler (genler) tarımı yapılan bezelye ile melezlenebildiği için tarımı yapılan bezelyeye aktarılabileceği kanısına varılmıştır. ACP 11 (*P. sativum*) ve AWP 442 (*P. elatius*) genotiplerinin tohumlarına *C. chinensis* böceği çok yüksek oranda yumurta bırakmasına rağmen %0'lık tohum zararı gözlenmiştir. Bu genotiplerin de dayanıklı oldukları gözlenmiştir. *Pisum L.*'in yabani türleri *P. elatius* ve *P. fulvum*'un tamamen dirençli olduğu ve dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi için ıslah çalışmalarında kullanılabileceği düşünülmektedir. *P. sativum* (ACP 11) ise intektisit uygulaması yapılmadan depolama koşullarında muhafaza edilebilecek özelliktedir.

7. KAYNAKLAR

- Ajayi, F.A. and N.E.S. Lale, 2000. Toxic and repellent effects of three edible spice oils on *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) infesting stored bambara groundnut, *Vigna subterranean* (L.) Verdcourt. *Ann. Borno*, 17/18: 239-246.
- Akçin, A. 1988. Yemeklik Dane Baklagiller. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: Ders Kitabı, Konya, 348 s.
- Anonymous: *Callosobruchus chinensis* (Chinese bruchid) file online <https://www.cabi.org/isc/datasheet/10986> (Son erişim tarihi 11.07.2018).
- Aznar-Fernandez, T., Carrillo-Perdomo, E., Flores, F., and Rubiales, D. 2018. Identification and multi-environment validation of resistance to pea weevil (*Bruchus pisorum*) in *Pisum* germplasm. *Journal of Pest Science* 91(2): 505-514.
- Beck, C.W. and Blumer, L.S. 2007. Bean beetles, *Callosobruchus maculatus*, a model system for inquiry-based undergraduate laboratories. In: O'Donnell, M.A. (Ed), Tested Studies for Laboratory Teaching. Proceedings of the 28th Workshop/Conference of the Association for Biology Laboratory Education (ABLE). pp. 274-83. Association for Biology Laboratory Education.
- Bhagwat, V.R., Bodhade, S.N., Aherkar, A.K. ve Narsinghan, V.G. 1995. Laboratory studies on the relative susceptibility of some pea (*Pisum sativum*) genotypes to pulse beetles, (*Callosobruchus chinensis* Linn). *Pestology* 19: 24-27.
- Brewer, I.N. and Horber, E. 1984. Evaluating resistance to *Callosobruchus chinensis* Linn. in different seed legumes. Proceeding of the third International working conference on stored product. Entomology, pp. 435- 443, 23-28, October, Kansas State University Manhattan, Kansas, U.S.A.
- Clement, S.L., Hardie, D.C., Elberson, L.R. 2002. Variation among accessions of *Pisum fulvum* for resistance to pea weevil. *Crop Science* 42: 2167-2173.
- Dahms, R.G. 1972. Techniques in the evaluation and development of host plant resistance. *Journal of Environmental Quality* 1: 254-259.
- Davies, D.R. 1993. The pea crop. In: Casey, R. and Davies, R.D. (Eds.), Peas genetics, molecular biology and biotechnology. CAB International, Wallingford, pp. 1-12.
- Doğdu, V., Çancı, H., Sari, H., Sari, D., Adak A. and Toker C. 2017. Transgressions in Reciprocal Interspecific Crosses between the Cultivated Pea and Its Wild Species. The 4th International Conference "Plant Genetics, Genomics, Bioinformatics and Biotechnology" (PlantGen2017), pp.24-24, 29 Mayıs-2 Haziran, Almaty, Kazakistan.
- Duan, C.X., Zhu, Z.D., Ren, G.X., Wang, X.M. and Li, D.D. 2014. Resistance of faba bean and pea germplasm to *Callosobruchus chinensis* (Coleoptera: Bruchidae) and its relationship with quality components. *Journal of Economic Entomology* 107: 1992-1999.
- Dumoulin, V.B., Denis, J.B., Henaut, I. L. and Eteve, G. 1996. Interpreting Yield Instability in Pea Using Genotypic and Environmental Covariates. *Crop Science*. 36: 1154-120.

- Eker, T., Erler, F., Adak, A., Imrek, B., Guven, H., Tosun, H.S., Sari, D., Sari, H., Upadhyaya, H.D., Toker, C. and Ikten, C. 2018. Screening of chickpea accessions for resistance against the pulse beetle, *Callosobruchus chinensis* L. (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research* 76: 51-57.
- Erler, F., Ceylan, F., Erdemir, T. and Toker, C. 2009. Preliminary results on evaluation of chickpea, *Cicer arietinum*, genotypes for resistance to the pulse beetle, *Callosobruchus maculatus*. *Journal of Insect Science* 9:58 Available online: <http://www.insectscience.org/9.58>
- FAOSTAT 2018. Crop statistics <http://faostat.fao.org/site/> Accessed 05th March 2018.
- Gebreslassie, B. and Abraha, B. 2016. Distribution and Productivity of Dekoko (*Pisum sativum* var. *abyssinicum* A. Braun) in Ethiopia. *Global Journal of Science Frontier Research: Biological Science* 45-57.
- Hauggaard-Nielsen, H., Ambus, P. and Jensen, E.S. 2001. Interspecific competition, N use and interference with weeds in pea–barley intercropping. *Field Crops Research* 70: 101-109.
- Horne, J. and Bailey, P. 1991. *Bruchus pisorum* L. (Coleoptera, Bruchidae) control by a knockdown pyrethroid in field peas. *Crop Protection* 10 (1): 53-56.
- IBM Corp. Released 2013. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0. Armonk, NY: IBM Corp
- Jensen, E.S. 1996. Grain yield, symbiotic N₂ fixation and interspecific competition for inorganic N in pea-barley intercrops. *Plant and Soil* 182: 25-38.
- Keatinge, J.D.H., Cooper, P.J.M. and Hughes, G. 1985. potential of peas as a forage in the dryland cropping rotations of western Asia. Proceedings-Easter School in Agricultural Science, University of Nottingham. pp. 185-191.
- Khattak, S.U., Jan, K.Y., Hussain, N. and Khalil, K. 1995. Resistance of chickpea cultivars to pulse beetle, *Callosobruchus maculatus*. *Scientific Khyber* 8: 1-8.
- Kraft, J.M. and Kaiser, W.J. 1993. Screening for disease resistance in pea. In: Singh, K.B. and Saxena, M.C. (Eds.), *Breeding for Stress Tolerance in Cool-Season Food Legumes*. Wiley, Chichester, pp. 123–144.
- Ladizinsky, G. and Abbo, S. 2015. *The search for wild relatives of cool season legumes*. Springer.
- Lee, Y.H., Moon, J.K., Park, K.Y., Ku, J.H., Yun, H.T., Chung, W.K., Kim, S.D., Kim, H.S., Kim, D.H. and Chung, M.N. 2000. A new mungbean cultivar with bruchid resistance, Jangannogdu. *Korean J. Breed.* 32: 296-297.
- Liu, X.M., Jin, D.S., Cheng, X.Z., Wu, X.F. and Wang, S.H. 1998. Preliminary evaluation of mungbean germplasm for resistance to *Callosobruchus chinensis* L. *Crop Germplasm Res.* 2: 35-37.
- Maharjan, R., Yi, H., Kim, H., Yoon, Y., Jang, Y. and Bae, S. 2018. Mung bean (*Vigna radiata*) cultivars mediated oviposition preference and development of *Callosobruchus chinensis* (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae). *Applied Entomology and Zoology* 53: 55-66.

- Malhotra, R. S., Saxena, M. C., 1992. Dry Pea Improvement. Legume Program Annual Report for 1992. ICARDA. 252-257.
- Marzo, F., Aguirre, A., Castiella, M.V. and Alonso, R. 1997. Fertilization Effects of Phosphorus and Sulfur on Chemical Composition of Seeds of *Pisum sativum* L. and Relative Infestation by *Bruchus pisorum* L. *J. Agric. Food Chem*, 45 (5): 1829–1833.
- Messina, F.J. 1991. Life-history variation in a seed beetle: adult egg-laying vs. larval competition ability. *Oecologia* 85, 447–455.
- Muehlbauer, F.J., Kaiser, W.J. and Simon, C.J. 1993. Potential for wild species in cool season food legume breeding. *Euphytica* 73: 109-114.
- Neog, P. 2012. Studies on Adult Longevity of *Callosobruchus chinensis* (L.) Developing in Different Pulses. *International Journal of Bio-Resource and Stress Management* 3: 383-386.
- Ney, B., Duthion, C. and Turc, O., 1994. Phenological Response of Pea to Water Stress During Reproductive Development. *Crop Science*. 34: 141-146.
- Nikolova, I. M. 2016. Response of pea varieties to damage degree of pea weevil, *Bruchus pisorum* L. *Scientifica* 1-7
- Özdemir, S. 2016. Yemeklik Baklagiller, Hasad Yayıncılık, Ders kitabı İstanbul. ss. 144.
- Podoler, H. and Applebalm, S.W. 1968. Physiological aspects of host specificity in the Bruchidae V. Varietal differences in the resistance of *Vicia faba* L. to *Callosobruchus chinensis* L. *J. Stored Prod. Res.* 4: 9-11.
- Raghuwanshi, P.K., Sharma, S., Bele, M. and Kumar, D. 2016. Screening of certain gram genotypes against *Callosobruchus chinensis* L. (Coleoptera: Bruchidae). *Legume Research* 39: 651-653.
- Raina, A.K. 1971. Comparative resistance to three species of *Callosobruchus* in a strain of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Journal of Stored Products Research* 7: 213-216.
- Rajasri, M. and Rao, P.S. 2012. Neem formulation and sugar seed protectant against pulse beetle, *Callosobruchus chinensis* for long term storage of Bengalgram. *Int. J. Appl. Biol. Pharmaceut. Technol.* 3: 323-328.
- Sarwar, M. 2012. Assessment of resistance to the attack of bean beetle *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) in chickpea genotypes on the basis of various parameters during storage. *Songklanakarın Journal of Science and Technology* 34: 241-345.
- Shaheen, F.A. and Khaliq, A. 2005. Management of Pulse Beetle, *Callosobruchus chinensis* L. (Coleoptera: Bruchidae) in stored Chickpea using ashes, red soil powder and turpentine oil. *Pak. Entomol.* 27: 19-24.
- Shaheen, F.A., Khaliq, A. and Aslam, M. 2006. Resistance of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars against pulse beetle. *Pakistan Journal of Botany* 38: 12-37.
- Sharma, A., Singh, G., Sharma, S. and Sood, S. 2007. Combining ability and heterosis for pod yield and its related horticultural traits in garden pea (*Pisum sativum* L.) under mid-hill sub-temperate and high-hill dry-temperate conditions of Himachal Pradesh. *Indian J Genet.* 67(1): 47- 50.

- Sharma, R., Devi, R., Sharma, R.K. and Mehla, J.C. 2013. Efficacy of some botanicals against pulse beetle, *Callosobruchus chinensis* (L.) in chickpea. *Legume Res.* 36: 125-130.
- Sharma, R., Devi, R., Soni, A., Sharma, U., Yadav, S., Sharma, R. and Kumar, A. 2016. Growth and developmental responses of *Callosobruchus maculatus* (F.) on various pulses. *Legume Research* 39: 840-843.
- Singh, K.B., Ocampo, B. and Robertson, L.D. 1998. Diversity for abiotic and biotic stress resistance in the wild annual *Cicer* species. *Genetic Resources and Crop Evolution* 45: 9-17.
- Singh, R., Singh, B. and Verma, R.A. 2001. Screening of pea genotypes against pulse beetle. *Indian J. Ent.* 63: 55-59.
- Smartt, J. 1990. *Grain Legumes, Evolution and Genetic Resources*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 176-190.
- Smith, A.M. 1990. Pea weevil (*Bruchus pisorum* L.) and crop loss-implications for management. In *Bruchids and legumes: economics, ecology and coevolution*. Springer, Dordrecht, pp. 105-114.
- Smykal, P., Aubert, G., Burstin, J., Coyne, C.J., Ellis, N.T.H., Flavell, A.J., Ford, R., Hybl, M., Macas, J., Neumann, P., McPhee, K.E., Redden, R.J., Rubiales, D., Weller, J.L. and Warkentin, T.D. 2012. Pea (*Pisum sativum* L.) in the genomic era. *Agronomy* 2: 74-115.
- Smykal, P., Coyne, C.J., Ambrose, M.J., Maxted, N., Schaefer, H., Blair, M.W., Berger, J., Greene, S.L., Nelson, M.N., Besharat, N., Vymyslicky, T., Toker, C., Saxena, R.K., Roorkiwal, M., Pandey, M.K., Hu, J., Li, Y.H., Wang, L.X., Guo, Y., Qiu, L.J., Redden, R.J. and Varshney, R.K. 2015. Legume crops phylogeny and genetic diversity for science and breeding. *Critical Reviews in Plant Science* 34: 43-104.
- Somta, P., Talekar, N. S. and Srinives, P. 2006. Characterization of *Callosobruchus chinensis* (L.) resistance in *Vigna umbellata* (Thunb.) Ohwi & Ohashi. *Journal of Stored Products Research*, 42(3), 313-327.
- Şehirali, S. 1988. Yemeklik Dane Baklagiller, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1089, Ders kitabı: 314, Ankara. pp. 435
- Teotia, T.P.S. and Singh, V.S. 1966. The effect of host species on the oviposition, fecundity and development of *C. chinensis* Linn. (Bruchidae: Coleoptera). *Bull. Grain Tech.* 4: 3-10.
- Toker, C. and Mutlu, N. 2011. Breeding for abiotic stress. In: Pratap, A. and Kumar, J. (Eds.), *Biology and breeding of food legumes*. CAB International, Wallingford, UK, pp: 241–261.
- Tuda, M., Wasano, N., Kondo, N., Horng, S.B., Chou, L.Y. and Tateishi, Y. 2004. Habitat-related mtDNA polymorphism in the stored-bean pest *Callosobruchus chinensis* (Coleoptera: Bruchidae). *Bull. Entomol. Res.* 94: 75-80.
- Umrao, R.S. and Verma, R.A. 2002. Studies on correlation of physical factors and grain losses with infestation of the *Callosobruchus chinensis* on pea varieties. *Indian. J. Entomol.* 64: 283-287.

- Varma, S. and Anadi, P. 2010. Biology of Pulse Beetle (*Callosobruchus chinensis* Linn. Coleoptera: Bruchidae) and Their Management Through Botanicals on Stored Mung Grains in Allahabad Region. *Legume Research* 33: 38-41.
- Weigand, S. and Tahhan, O. 1990. Chickpea insect-pests in the Mediterranean zones and new approaches to their management. In: van Rheenen HA, Saxena MC (Eds.), Chickpea in the Nineties. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT). Patancheru, India, pp. 169–175.

ÖZGEÇMİŞ

AZİME ESEN

azimeesen@gmail.com



ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2015-2018	Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Antalya
Lisans 2011-2015	Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Antalya