

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI



DÜŞÜK SICAKLIKLARIN BÖRÜLCE TOHUM BÖCEĞİ
(*Callosobruchus maculatus*, COLEOPTERA:
CHRYSOMELIDAE: BRUCHINAE)’NİN FARKLI
BİYOLOJİK DÖNEMLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Yüksek Lisans Tezi

Abdullah Okan Seçer

Danışman

Prof. Dr. Celal Tuncer

Bu tez çalışması Ondokuz Mayıs Üniversitesi tarafından PYO.ZRT.1904.23.013 proje numarası ile desteklenmiştir.

SAMSUN
2023

TEZ KABUL VE ONAYI

Abdullah Okan Seçer tarafından, Prof. Dr. Celal Tuncer danışmanlığında hazırlanan “DÜŞÜK SICAKLIKLARIN BÖRÜLCE TOHUM BÖCEĞİ (*Callosobruchus maculatus*, COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE: BRUCHINAE)’NİN FARKLI BİYOLOJİK DÖNEMLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ ” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 1.8.2023 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı Adı Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	Sonuç
Başkan	Prof. Dr. Celal TUNCER Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bitki Koruma Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret
Üye	Doç.Dr. İslam SARUHAN Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bitki Koruma Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret
Üye	Dr. Öğr. Üyesi İ.Oğuz ÖZDEMİR Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Bitki Koruma Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret

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

Prof. Dr. Ahmet TABAK
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.

Etik Kurul Gerekli mi?

Evet ☐ (Gerekli ise ekler kısmına ekleyiniz)

Hayır ☒

23 /06 / 2023

Abdullah Okan Seçer

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı: DÜŞÜK SICAKLIKLARIN BÖRÜLCE TOHUM BÖCEĞİ
(*Callosobruchus maculatus*, COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE:
BRUCHINAE)'NİN FARKLI BİYOLOJİK DÖNEMLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 23/06/2023 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 16

Tek kaynak oranı : % 2 çıkmıştır.

23 /06 / 2023

Prof. Dr. Celal Tuncer

ÖZET

DÜŞÜK SICAKLIKLARIN BÖRÜLCE TOHUM BÖCEĞİ (*Callosobruchus maculatus*, COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE: BRUCHINAE)'NİN FARKLI BİYOLOJİK DÖNEMLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ,

Abdullah Okan SEÇER
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Bitki Koruma Ana Bilim Dalı
Yüksek Lisans, Ağustos/2023
Danışman: Prof. Dr. Celal TUNCER

Börülce tohum böceği [*Callosobruchus maculatus* (F.), Coleoptera:Chrysomelidae: Bruchinae] başta börülce ve nohut olmak üzere depolanmış bazı baklagillerin önemli bir zararlısıdır. Yılda çok sayıda nesil veren bu zararlı hem tarla hem de depo koşullarında önemli oranda zarara neden olmaktadır. Zararlı ile depo koşullarında mücadele edebilmek için kimyasal mücadeleye alternatif yaklaşımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Düşük sıcaklıklardan yararlanmak bu yaklaşımlardan birisidir. Bu çalışmada, üç düşük sıcaklığın (-25 °C, -16 °C, +4 °C) zararlının yumurta, genç larva, olgun larva, pupa ve ergin dönemleri üzerine etkisi incelenmiştir. Zararlının farklı biyolojik dönemleri -25 ve -16 °C' de 20, 40, 60, 80, 100 ve 120 dakika , +4 °C sıcaklıkta ise 24, 48, 72, 96, 120 ve 144 saat tutularak ölüm oranları belirlenmiştir. Uygulamalar sonucu hayatta kalan bireyler her uygulama için kendi aralarında çiftleştirilerek yumurta sayıları, yumurta açılma oranları ve ergin ömürlerine bakılmıştır. Sonuç olarak, düşük sıcaklık uygulamalarının börülce tohum böceğinin biyolojik parametreleri üzerinde önemli etkileri olduğunu göstermiştir. -25 °C'de 80 dakika ve -16 °C'de 120 dakika tutulma süresi sonucunda her biyolojik dönem için %100 ölüm görülmüştür. +4 °C'de en yüksek ölüm oranı yumurta dönemi uygulamasında %67,5 olarak bulunmuştur. Bütün dönemler için -25 °C, -16 °C ve +4 °C'ye en toleranslı dönemin pupa en hassas dönemin ergin dönem olduğu bulunmuştur. Uygulama sonrası hayatta kalan erginlerin yumurta sayısı en düşük 13,7 olarak yumurta dönemi -16 °C 80 dk uygulamasında görülmüştür. En düşük yumurta açılma oranı olgun larva -16 °C 80 dk uygulamasında %42 oranında bulunmuştur. En kısa ergin ömrü ergin dönemi -16 °C 40dk uygulamasında 2.6 gün bulunmuştur.

Anahtar Sözcükler: Böcek, Depo Zararlısı, Zarar, Baklagil, Mücadele,

ABSTRACT

EFFECTS OF LOW TEMPERATURE ON VARIOUS BIOLOGICAL STAGES OF COWPEA WEEVIL (*Callosobruchus maculatus*, COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE: BRUCHINAE))

Abdullah Okan SEÇER
Ondokuz Mayıs University
Institute of Graduate Studies
Department of Plant Protection
Master Programme
Master, August/2023
Supervisor: Prof. Dr Celal TUNCER

Abstract

Cowpea weevil, [*Callosobruchus maculatus* (F.), Coleoptera:Chrysomelidae: Bruchinae] is an important pest of stored legumes, mainly cowpea and chickpea. This insect pest reproduces several generations in the field and in storage during the year and can cause substantial damage in terms of both quantity and quality. Alternative approaches to chemical control are needed in storages. Low temperature disinfestation is one of the means of physical insect control. In this study, the effects of three low temperatures (-25 °C, -16 °C, +4 °C) were investigated to control the egg, larva, old larva, pupae and adult stage, on chickpea. These biological stages of the pest were exposed to -25 °C and -16 °C for 20, 40, 60, 80, 100 and 120 min., exposed to +4 °C for 24, 48, 72, 96, 120 and 144 hours thus mortality ratios were determined at each temperature and duration combination, after exposure. The adults survived from treatments were mated and number of egg, egg hatching, longevity of adult were also examined. The results showed that low temperature treatments had significant effects on the life variables of cowpea weevil. 80 minutes at 25 °C and 120 minutes at -16 °C resulted in 100% mortality for each biological period. At +4 °C, the highest mortality rate was found to be 67.5% in the egg treatment. It was found that the most tolerant stage to -25 °C, -16 °C and +4 °C for all stages was pupa and the most sensitive period was the adult period. The lowest number of eggs of surviving adults after the treatment was 13.7 in the egg stage -16 °C 80 min treatment. The lowest egg hatching rate was 42% in the -16 °C 80 min treatment for mature larvae. The shortest adult longevity was 2.6 days in the -16 °C 40 min treatment.

Keywords: Insect, Stored Pests, Damage, Control

ÖN SÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmam süresince desteklerini benden hiçbir zaman esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Celal TUNCER'e teşekkürlerimi sunarım. Bu tez çalışmasını PYO.ZRT.1904.23.013 proje numarası ile destek veren Ondokuz Mayıs Üniversitesi Birimine ayrıca teşekkür ederim.

Tez çalışmamın her kademesinde beni destekleyen arkadaşlarım ve meslektaşlarım Araş. Gör. Zeynep ASLAN, Araş. Gör. Ali Kaan AŞKIN, Doktora Öğrencisi Yeter Küçüktopçu'ya, Yüksek Lisans Öğrencisi Esmâ KAPLAN'a, Yüksek Lisans Öğrencisi Rauf Qasımlı'ya samimi teşekkürü borç bilirim.

Dünya yolculuğuma başladığımdan itibaren her daim yanımda olan canım valideceğim Nursel Seçer'e ve kıymetli dayıcığım Ömer Öktem'e teşekkürlerimi sunarım.

Abdullah Okan Seçer

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAYI	i
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI	ii
TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
TABLolar DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	6
2.1. Coleptera takımı içerisinde Bruchidae familyası dışındaki böceklerde soğuk uygulamaları ile ilgili diğer bazı sonuçlar	10
3. MATERYAL VE METOT	12
3.1. Materyal	12
3.1.1. Börülce tohum böceğinin sistematikteki yeri ve genel özellikleri	12
3.1.2. Araştırmada kullanılan laboratuvar alet ve ekipmanı	15
3.2. Yöntem	17
3.2.1. Börülce tohum böceğinin kültüre alınması	17
3.2.2. Tohum tane nemi ayarlama	18
3.2.3. Düşük sıcaklığın farklı biyolojik dönemlere uygulanması	18
3.2.4. Yumurta dönemi uygulaması	19
3.2.5. Larva ve Pupa dönemi uygulaması	19
3.2.6. Ergin dönemi uygulaması	20
3.2.7. Düşük sıcaklıkların gecikmiş etkisinin belirlenmesi	20
3.2.8. İstatistik Analizi	20
4. BULGULAR	21
4.1. Düşük Sıcaklık Uygulamasının Yumurta Dönemine Etkisi	21
4.2. Düşük Sıcaklık Uygulamasının Genç Larva Dönemine Etkisi	22
4.3. Düşük Sıcaklık Uygulamasının Olgun Larva Dönemine Etkisi	23
4.4. Düşük Sıcaklık Uygulamasının Pupa Dönemine Etkileri	25
4.5. Ergin Dönemi Düşük Sıcaklık Uygulaması Ölüm Oranları	26
4.6. Yumurta Döneminde Düşük Sıcaklık Uygulamasından Sonra Çıkan Erginlerin Bıraktığı Yumurta Sayıları	28
4.7. Genç Larva Döneminde Düşük Sıcaklık Uygulamasından Sonra Çıkan Erginlerin Bıraktığı Yumurta Sayıları	29
4.8. Olgun Larva Dönemi Düşük Sıcaklık Uygulamasından Sonra Çıkan Erginlerin Bıraktığı Yumurta Sayıları	30
4.9. Pupa Dönemi Düşük Sıcaklık Uygulamasından Sonra Çıkan Erginlerin Bıraktığı Yumurta Sayıları	32
4.10. Ergin Dönemi Düşük Sıcaklık Uygulamasından Sonra Erginlerin Bıraktığı Yumurta Sayıları	33
4.11. <i>C. maculatus</i> Yumurta Dönemi Düşük Sıcaklık Uygulamasından Gelişen Erginlerin Yumurta Açılma Oranı	35
4.12. Genç Larva Dönemi Düşük Sıcaklık Uygulamasından Gelişen Erginlerin Yumurta Açılma Oranı	36
4.13. Olgun Larva Dönemi Düşük Sıcaklık Uygulaması Sonucu Gelişen Erginlerin Yumurta Açılma Oranı	37

4.14. Pupa Dönemi Düşük Sıcaklık Uygulaması Sonucu Gelişen Erginlerin Yumurta Açılma Oranı	39
4.15. Ergin Dönemi Düşük Sıcaklık Uygulaması Sonucu Ergin Dişilerin Bıraktığı Yumurtaların Açılma Oranı.....	40
4.16. Yumurta Dönemine Düşük Sıcaklık Uygulandıktan Sonra Gelişen Erginlerin Ömrü.....	42
4.17. Genç Larva Dönemi Düşük Sıcaklık Uygulaması Sonrası Gelişen Erginlerin Ömrü.....	43
4.18. Olgun Larva Dönemi Düşük Sıcaklık Uygulaması Sonrası Gelişen Erginlerin Ömrü	44
4.19. Pupa Dönemi Düşük Sıcaklık Uygulaması Sonrası Gelişen Erginlerin Ömrü	46
4.20.Ergin Dönemi Düşük Sıcaklık Uygulaması Sonrası Erginlerin Ömrü	47
5. TARTIŞMA	49
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	52
KAYNAKLAR	53
ÖZ GEÇMİŞ	57

SİMGELER VE KISALTMALAR

°C	: Santigrant Derece
dk	: Dakika
s	: Saat
LT ₅₀	: Popölasyonun %50'sini öldüren zaman
LT ₉₀	: Popölasyonun %90'ını öldüren zaman



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Börülce tohum böceği nohut üzerindeki yumurtaları (a), Börülce tohum böceği larvası (b)	14
Şekil 3.2. Börülce tohum böceği larvası yumurtadan çıkışı (a), Börülce tohum böceği pupası (b)	14
Şekil 3.3. <i>C. maculatus</i> ergini (dişi, uçamayan form (a), <i>C. maculatus</i> dişi uçabilen form (b)).....	14
Şekil 3.4. <i>C. maculatus</i> ergini (erkek).....	15
Şekil 3.5.Çalışmada kullanılan petriler	16
Şekil 3.6. Çalışmaların yürütüldüğü iklim dolabı.....	16
Şekil 3.7. Nohutların tane neminin ölçüldüğü nem ölçer cihaz	17
Şekil 3.8. Düşük sıcaklık uygulamalarının yapıldığı buzdolabı	17
Şekil 3.9. <i>C. maculatus</i> stok kültürü	18
Şekil 4.1. <i>C. maculatus</i> 'un farklı sıcaklıklara maruz bırakılan yumurtalarında ölüm oranları.....	22
Şekil 4.2. <i>C. maculatus</i> 'un farklı sıcaklıklara maruz bırakılan genç larva döneminde ölüm oranı.....	23
Şekil 4.3. Farklı sıcaklıklara maruz bırakılan <i>C. maculatus</i> 'un olgun larva döneminde ölüm oranı	25
Şekil 4.4. Farklı sıcaklıklara maruz bırakılan <i>C. maculatus</i> 'un pupa döneminde ölüm oranları	26
Şekil 4.5. Farklı sıcaklıklara maruz bırakılan <i>C. maculatus</i> 'un ergin döneminde ölüm oranı	27
Şekil 4.6. Farklı sıcaklıklara maruz bırakılan <i>C. maculatus</i> yumurtalarının uygulama sonrası yaşayan erginlerinin yumurta sayıları.....	29
Şekil 4.7. Farklı sıcaklıklara maruz bırakılan <i>C. maculatus</i> genç larvalarından gelişen erginlerin yumurta sayıları.....	30
Şekil 4.8. <i>C. maculatus</i> 'un farklı sıcaklıklara maruz bırakılan olgun larvaların uygulama sonrası yaşayan erginlerin dişi başına yumurta sayıları	31
Şekil 4.9 <i>C. maculatus</i> 'un farklı sıcaklıklara maruz bırakılan pupalarından gelişen erginlerin yumurta sayıları	33
Şekil 4.10. <i>C. maculatus</i> 'un farklı sıcaklıklara maruz bırakılan erginlerinin yumurta sayıları	34
Şekil 4. 11. <i>C.maculatus</i> 'un farklı sıcaklık uygulanan yumurta döneminden sonra çıkan erginlerin yumurta açılma (%).....	36
Şekil 4.12. <i>C. maculatus</i> 'un farklı sıcaklık uygulanan genç larvalarından gelişen erginlerin yumurta açılma oranı (%).....	37

Şekil 4.13. <i>C. maculatus</i> ' un farklı sıcaklık uygulanan olgun larvalarından gelişen erginlerin bıraktığı yumurtaların açılma oranı (%).....	38
Şekil 4.14. <i>C. maculatus</i> ' un farklı sıcaklık uygulanan pupalarından gelişen erginlerin bıraktığı yumurtaların açılma oranı (%).....	40
Şekil 4.15. <i>C. maculatus</i> ' un farklı sıcaklık uygulanan ergin döneminin bıraktığı yumurtaların açılma oranı (%)***-25 °C ergin dönemi uygulamasında hiç yaşayan ergin olmamıştır. Bu sebeple yumurta tablosu bulunmamaktadır.	41
Şekil 4.16. <i>C. maculatus</i> 'un farklı sıcaklıklara maruz bırakılan yumurta döneminden gelişen erginlerin ortalama ömür süresi	43
Şekil 4.17. Farklı sıcaklıklara maruz bırakılan <i>C. maculatus</i> 'un genç larvalarından gelişen erginlerin ortalama ömür süresi.....	44
Şekil 4.18. Farklı sıcaklıklara maruz bırakılan <i>C. maculatus</i> 'un olgun larvalarından gelişen erginlerin ortalama ömür süresi.....	46
Şekil 4.19. Farklı sıcaklıklara maruz bırakılan <i>C. maculatus</i> 'un pupa dönemi uygulaması sonrası çıkan erginlerin ortalama ömür süresi.....	47
Şekil 4.20. Farklı sıcaklıklara maruz bırakılan <i>C. maculatus</i> 'un erginlerinden gelişen bir generasyon sonraki erginlerin ömür süresi.....	48

TABLolar DİZİNİ

Tablo 4.1. <i>C. maculatus</i> 'un farklı sıcaklıklara maruz bırakılan yumurta döneminde ölüm oranı (%).....	21
Tablo 4.2. <i>C. maculatus</i> 'un + 4 °C sıcaklığına maruz bırakılan yumurta döneminde ölüm oranı (%).....	21
Tablo 4.3. <i>C. maculatus</i> 'un farklı sıcaklıklara maruz bırakılan genç larva döneminde ölüm oranı (%).....	23
Tablo 4.4. <i>C. maculatus</i> 'un 4 °C sıcaklığına maruz bırakılan genç larva döneminde ölüm oranı (%).....	23
Tablo 4.5. <i>C. maculatus</i> 'un farklı sıcaklıklara maruz bırakılan olgun larva döneminde ölüm oranı (%).....	24
Tablo 4.6. <i>C. maculatus</i> 'un 4°C sıcaklığına maruz bırakılan olgun larva döneminde ölüm oranı (%).....	24
Tablo 4.7. <i>C. maculatus</i> 'un farklı sıcaklıklara maruz bırakılan pupa döneminde ölüm oranı (%).....	26
Tablo 4.8. <i>C. maculatus</i> 'un 4 °C sıcaklığına maruz bırakılan pupa döneminde ölüm oranı (%).....	26
Tablo 4.9. <i>C. maculatus</i> 'un farklı sıcaklıklara maruz bırakılan ergin dönemde ölüm oranı (%).....	27
Tablo 4.10. <i>C. maculatus</i> 'un + 4 °C sıcaklığına maruz bırakılan ergin dönemde ölüm oranı (%).....	27
Tablo 4.11. <i>C. maculatus</i> farklı sıcaklıklara maruz bırakılan yumurtalarından gelişen dişilerin yumurta sayısı	28
Tablo 4.12. <i>C. maculatus</i> 'un farklı sıcaklıklara maruz bırakılan genç larvalarından gelişen erginlerin yumurta sayısı	30
Tablo 4.13. <i>C. maculatus</i> farklı sıcaklıklara maruz bırakılan olgun larvalardan gelişen erginlerin bıraktığı yumurta sayısı	31
Tablo 4.14. <i>C. maculatus</i> farklı sıcaklıklara maruz bırakılan pupalarından gelişen erginlerin bıraktığı yumurta sayısı.....	32
Tablo 4.15 <i>C. maculatus</i> 'un farklı sıcaklıklara maruz bırakılan erginlerinin dişi başına yumurta sayısı.....	34
Tablo 4.16. <i>C. maculatus</i> 'un farklı sıcaklıklara maruz bırakılan yumurtalarından gelişen erginlerin bıraktığı yumurtaların açılma oranı (%)	35
Tablo 4.17. <i>C. maculatus</i> 'un farklı sıcaklıklara maruz bırakılan genç larvalarından gelişen erginlerin bıraktığı yumurtaların açılma oranı (%)	37
Tablo 4.18. <i>C. maculatus</i> 'un farklı sıcaklıklara maruz bırakılan olgun larvalarından gelişen erginlerin bıraktığı yumurtaların açılma oranı (%) .	38
Tablo 4.19. <i>C. maculatus</i> 'un farklı sıcaklıklara maruz bırakılan pupalarından gelişen erginlerin bıraktığı yumurtaların açılma oranı (%)	39

Tablo 4.20. <i>C. maculatus</i> 'un farklı sıcaklıklara maruz bırakılan erginlerinin yumurta açılma oranı (%).....	41
Tablo 4.21. <i>C. maculatus</i> 'un Farklı sıcaklıklara maruz bırakılan yumurtalarından gelişen bir generasyon sonraki erginlerinin ortalama ergin ömür süresi (gün).....	42
Tablo 4.22. <i>C. maculatus</i> 'un 4°C sıcaklıklı maruz bırakılan yumurtalarının gelişen bir generasyon sonraki erginlerin ortalama ömür süresi (gün)	42
Tablo 4.23. <i>C. maculatus</i> 'un farklı sıcaklıklara maruz bırakılan genç larvalarının bir generasyon sonraki erginlerinin ortalama ergin ömür süresi (gün)	44
Tablo 4.24. <i>C. maculatus</i> 'un 4 °C sıcaklıklı maruz bırakılan genç larvalarından gelişen bir generasyon sonraki erginlerin ortalama ömür süresi (gün)	44
Tablo 4.25. <i>C. maculatus</i> 'un farklı sıcaklıklara maruz bırakılan olgun larvalarının gelişen bir generasyon sonraki erginlerinin ortalama ergin ömür süresi (gün).....	45
Tablo 4.26. <i>C. maculatus</i> 'un 4°C sıcaklıklı maruz bırakılan olgun 1 larvalarından gelişen bir generasyon sonraki erginlerin ortalama ömür süresi (gün)	45
Tablo 4.27. <i>C. maculatus</i> 'un Farklı sıcaklıklara maruz bırakılan pupalarından gelişen bir generasyon sonraki erginlerinin ortalama ergin ömür süresi (gün).....	47
Tablo 4.28. <i>C. maculatus</i> 'un 4°C sıcaklıklı maruz bırakılan pupalarından gelişen bir generasyon sonraki erginlerin ortalama ömür süresi (gün)	47
Tablo 4.29. <i>C. maculatus</i> 'un farklı sıcaklıklara maruz bırakılan erginlerinden gelişen bir generasyon sonraki erginlerinin ortalama ergin ömür süresi (gün).....	48
Tablo 4.30. <i>C. maculatus</i> 'un 4°C sıcaklıklı maruz bırakılan erginlerinden gelişen bir generasyon sonraki erginlerin ortalama ömür süresi (gün) ...	48

1. GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde artan nüfus için yeterli ve sağlıklı besin kaynaklarının sağlanması günümüz çağın en önemli sorunlarından biridir. Dünya nüfusunun artmasıyla beraber tarım alanlarının daralması, birim alandan elde edilen ürün miktarının önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Aynı zamanda üretilen ürünlerin hasattan tüketimine kadar muhafazası büyük önem taşımaktadır.

Baklagiller, Leguminosae ya da Fabaceae familyası içerisinde yer alan bitkilerin tohumları veya meyveleridir. Baklagil kelimesi Latince “Legumen”den türemiş olup, kabuklu baklanın hasat edilen tohumları anlamına gelir (Salunke ve Kadam, 1989). Bakliyat (pulse) ise Latince ‘puls’ kelimesinden türemiş olup yulaf lapası, pelte anlamına gelmektedir (FAO, 2016).

Yemeklik tane baklagilleri içerisinde yer alan fasulye, mercimek, nohut, bezelye, börülce ve bakla bitkileri yüzyıllardır insan beslenmesinde önemli bir yer almıştır. Bu otsu bitki türlerin yanısıra yalancı akasya, yabani keçiboynuzu, akasya, gülibrişim gibi odunsu yapıya sahip türleri de bulunmaktadır. Ülkemizde 2022 yılında 9.050.952 dekada 1.310.646 ton kuru baklagil üretimi gerçekleşmiştir. En çok üretilen kuru bakliyatlar nohut olup onu mercimek ve kuru fasulye takip etmektedir. Ülkemiz dünya bakliyat üretiminde dünyada 17. sırada yer almaktadır.

İnsanoğlunun tahıllardan sonra en önemli besin kaynağı baklagillerdir (Shevkani ve ark.,2019). Baklagiller, düşük yağ içerikleri ve zengin protein (%21-25) kaynağı olmalarının yanı sıra karbonhidrat (%60-65), bilhassa B grubu vitaminler (tiyamin, riboflavin ve niyasin) ve bazı mineraller (fosfor, potasyum, kalsiyum, demir) bakımından zengin bitkilerdir. Yüksek lifli olmaları sebebiyle diyet programlarında çokça tercih edilir ve diyabet, kalp-damar hastalıkları gibi kronik hastalık riskini azaltmaktadırlar. Dünyada genelinde gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkelerde daha fazla tüketilen baklagiller zengin içeri ve sağlığa katkılarından dolayı gelişmiş ülkelerde de talep artışı gerçekleşmiştir (Aylangan ve ark. , 2012). İçerdikleri protein oranı tüketilen et çeşitleri (kırmızı et, tavuk eti, balık) ile benzer oranlarda olması ve et çeşitlerine göre ekonomik olarak daha ulaşılabilir gıda olması sebebiyle kimi zaman ‘fakir insan eti “poor men meat” olarak da anılmaktadır (Shevkani ve ark.,2019). Besin değeri bakımından zengin olan baklagil bitkileri aynı zamanda köklerinde ortak yaşayan *Rhizobium* türü bakterileri sayesinde havada

serbest halde bulunan azotu toprak faunasına bağlayarak toprağı organik azotça zenginleştirirler ve gereksinimlerini bu azottan sağlarlar. Bu özellikleriyle münavebe bitkisi olarak tercih edilmektedirler. Bitkilerin en fazla ihtiyaç duyduğu besin elementi azot elementidir. Baklagiller azot anlamında toprağı katkılarıyla da üretimin sürdürülebilir olmasında oldukça önemli rol oynarlar.

Yemeklik baklagil bitkileri gerek tarla koşullarında gerekse depolama esnasında birçok zararlıların saldırısına maruz kalarak zarar görmektedir. Bu zararlılardan bir grubu Coleoptera takımı içerisinde yer alan Bruchidae familyasına ait baklagil tohum böcekleri oluşturmaktadır. Baklagil tohum böceklerinin esas konukçuları Leguminosae familyasına ait bitki türleridir ve baklagil danelerinde ağırlık kaybına, çimlenme kayıplarına ve üründe kalite kayıplarına neden olmaktadır (Turanlı, 2009).

Tohum böcekleri, bitkilerin üreme organları olan tohumlara zarar veren önemli bir zararlı grubudur. Bu böcekler, oligofag bir beslenme şekline sahip olup, yılda tek döl veren ve çok döl veren olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Bezelye tohumböceğı (*Bruchus pisorum* L.), Bakla tohumböceğı (*B. rufimanus* Boh.), Akdeniz mercimek tohumböceğı (*B. signaticornis* Gyll.), Mercimek tohumböceğı (*B. lentis* Fröhl.) ve Ortadoğı mercimek tohumböceğı (*B. ervi* Fröhl.) türleri tek döl verirken, Börülce tohumböceğı [*Callosobruchus maculatus* (F.)] ve Fasulye tohumböceğı (*Acanthoscelides obtectus* Say) türleri çok döl vermektedir.

Tek döl veren tohum böcekleri, ergin dişi bireyleri gelişmekte olan konukçuların yeşil kapsüllerine veya tohum yüzeyine yumurtlarını koyarlar. Yumurtalar, yaklaşık bir hafta sonra larvalara dönüşerek kapsül veya gelişmekte olan tohumun içerisinde beslenmeye başlarlar. Bu beslenme süreci hasat dönemine kadar devam eder ve zararlı etkileri ciddi boyutlara ulaşabilir.

Larvalar, tohum içinde pupa olmadan önce, ergin haline geçişleri için çıkış deliğini önceden hazırlarlar. Bu delikler, tohum yüzeyinde yağ lekesi şeklinde belirginleşirler. Hasat döneminden hemen sonra, ergin bireyler tarlada veya depolarda çıkış yaparlar.

Kuru tanelerde çoğalamadıkları için, tohum böcekleri tarlalarda, ağaç kabukları veya depo çatlakları gibi uygun yerlerde kışı diyapoz halinde geçirirler. Bu nedenle, tarım ürünlerinin depolanması sırasında uygun önlemler alınması gerekmektedir.

Çok döl veren tohum böceklerinin türlerinde, gelişmekte olan taze tohumlarda ve hasat sonrasında ve depolama aşamasında kuru tanelerde gelişme gösterme kapasiteleri bulunmaktadır. Ergin tohum böcekleri tarlada konukçu bitki üzerine tek döl veren türlere benzer şekilde yumurtalarını bırakarak gelişmelerini sürdürürler; ancak depoda çıkan erginler diyapoz (durgunluk) evresine girmezler. Cinsel olgunluğa erişen erginler, çiftleştikten sonra çevresel koşullara bağlı olarak kuru tohumlara yumurtalarını bırakırlar ve 3-6 döl verirler (Şükrü Kaynaş, 2014).

Ülkemizde depolanmış baklagil alanında yapılan çalışmalarda *C. maculatus* ve *A. obtectus* türlerin en yaygın türler olduğu belirlenmiştir. (Elmalı ve Toros, 1990; İşçi, 2003; Turanlı, 2007).

C. maculatus, baklagillerin oldukça önemli bir zararlısıdır. Asya ve Afrika'da görülen bir zararlıyken günümüzde tüm dünyaya yayılmış durumdadır. Börülce, mercimek, kara mercimek, maş fasulyesi, nohut gibi bakliyatlarda önemli zararlar oluşturmaktadır (Devi ve Devi, 2014). Hem tarlada hem depoda baklagil tohumlarında zarar yaparlar. Bulaşma tarlada olurken en ağır hasar depolama sırasında görülmektedir (Prevett, 1961). Börülce tohumlarında %90'a varan zararlanmalar (Caswell 1981) görülürken doğru mücadele edilmezse bu oran %100'e kadar ulaşabilmektedir (Gbaye ve ark. , 2011). Depo koşullarında hızla çoğalabilir ve tohumun içinde larval gelişimi sırasında beslenerek tohumda ağırlık kaybı, tohum çimlenme gücünde azalma, ürünün pazarlanabilirliğini düşürme gibi sonuçlara yol açar (Caswell, 1968; Southgate, 1979). Larvalar 4 dönem geçirip tane içinde pupa olurlar.

Depolanan tarımsal ürünlerde sorun olan zararlı böcekler ile mücadele önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Dünyada bakliyat üretiminde söz sahibi olan ülkelere baktığımızda gelişmemiş ya da gelişmekte olan ülkeler olduğunu görüyoruz. Bu ülkelerde depo koşullarının yeterince iyi olmamasından kaynaklı olarak yüksek oranda kayıplar olabilmektedir.

Depolanan ürün zararlısı böceklerle mücadelede, kimyasal insektisitler 1950 li yıllardan beri kullanılmaktadır (Fields, 2006). Kimyasal mücadele kapsamında fumigasyon işlemi, depo zararlılarında en çok başvurulan zararlı kontrol yöntemidir. Fumigasyon işlemi, hedeflenen zararlıyı öldürmek için yeterli süre boyunca ölümcül bir toksik gaz konsantrasyonu oluşturmayı içeren bir yöntemdir (Stark, 1994). Fosfin gazı, Metil bromit ise en çok kullanılan fumigantlar olup total bir biosit olan Metil

bromit, Birleşmiş Milletler Montreal protokolü gereği 2015 yılında kullanımı sıfıra indirgenmesi kararlaştırılmıştır. Ülkemizde ise 2007 yılından itibaren karantina ve taşıma öncesi uygulamalar haricinde kullanımdan kaldırılmıştır. Fumigasyon yöntemi depo zararlılarının yönetiminde hızlı ve etkili bir mücadele yöntemi olarak kullanılmaktadır. Fumigasyonun başarısı için uygulama yapılan ortamın gaz geçirmez olması ve ortam gaz konsantrasyonunun takibi gereklidir. Bununla beraber ürünlerde kalıntı riski ve hedef organizmanın direnç kazanması fumigasyon uygulamalarında karşılaşılan en önemli sorunlar arasında yer almaktadır.

Fosfin gazı yaklaşık olarak yarım yüzyıldan beri kullanılmaktadır (Price and Mills, 1988 , Chaudhry, 2000). Uygun fiyatı ve havada hızlı yayılma özelliğinden dünyada en çok tercih edilen fumigant olmuştur (Subramanyam ve Hagstrum, 1996). Uzun süre aynı fumigantın kullanımından dolayı zararlılarda dayanıklılık görülmeye başlanmıştır (Cheng ve ark., 2003). Diğer en çok tercih edilen fumigant metil bromit ise yukarıda bahsedildiği gibi ozon tabakasına verdiği zarardan dolayı yasaklanmıştır.

Dünya genelinde en fazla başvurulanan kimyasal mücadele yöntemlerinin sürdürülebilirliğinin sekteye uğraması alternatif mücadele yöntemlerinin araştırılmasını kaçınılmaz kılmaktadır. Zararlılara karşı uygulanabilen fiziksel mücadele yöntemleri kimyasal mücadeleye alternatif yöntemlerden birisidir. Fiziksel mücadele kapsamında yer alan bir çok yöntem vardır. Ortamın sıcaklığının zararlının yaşayamayacağı, üremesinin duracağı veya yavaşlayabileceği şekilde değiştirilmesi bu yaklaşımlardan birisidir. Sıcaklık, böceklerin yaşamları üzerinde önemli bir etkiye sahip bir faktördür. Böceklerin metabolizması, üreme yetenekleri, faaliyetleri ve hayatta kalma süreleri sıcaklık gibi çevresel koşullara bağlı olarak değişebilir. Yüksek sıcaklıklar, böceklerin üreme hızını artırabilirken, düşük sıcaklıklar üreme hızını azaltabilir. Böceklerin yumurtlama, larva gelişimi ve pupa dönemleri, sıcaklık koşullarına bağlı olarak farklı hızlarda gerçekleşebilir. Sıcaklık, böceklerin faaliyet düzeylerini de etkiler. Genellikle yüksek sıcaklıklar, böceklerin daha aktif olmasına ve hareket etme, beslenme ve üreme gibi faaliyetlerini artırmasına neden olabilir. Ancak, aşırı yüksek sıcaklıklar da bazı böcek türleri için zararlı olabilir ve ölümlerine yol açabilir.

Düşük sıcaklıklar ise böceklerin faaliyetlerini azaltabilir ve hatta durdurabilir. Düşük sıcaklıklar, böceklerin metabolik faaliyetlerini yavaşlatarak enerji tüketimini

azaltabilir ve böceklerin hayatta kalma sürelerini kısaltabilir. Aşırı düşük sıcaklıklar ise böcekler için ölümcül olabilir. Bu nedenle, sıcaklık kontrolü, depo zararlılarıyla mücadelede etkili bir yöntem olarak kullanılabilir. Özellikle düşük sıcaklıkların kullanıldığı yöntemler, zararlı böceklerin üreme yeteneklerini azaltabilir, popülasyonlarını kontrol altına alabilir ve zararlıların depo içindeki ürünlere verdiği zararları minimize edebilir. Ancak, doğru sıcaklık seviyeleri, süreleri ve uygulama yöntemleri konusunda detaylı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Düşük sıcaklık uygulaması ile zararlıların kontrol altında tutulması depolardaki zararlılarla mücadelede sık başvurulanan yöntemlerden birisidir. Bu ve benzeri bazı yöntemlerin açık alanlarda kullanımı çok sınırlı veya hiç mümkün değildir. Ancak kapalı alanlarda sıcaklık kontrolünün çoğu zaman mümkün olabilmesi nedeniyle düşük sıcaklık uygulamasının depolanmış ürün zararlılarına karşı bazı koşullar altında uygulanması mümkündür.

Zararlılara karşı mücadelede düşük veya yüksek sıcaklık kullanmaya karar verirken karşımıza çıkan en önemli soru söz konusu zararlının hangi sıcaklık derecesinde ne kadar süre ile tutulmasının zararlının kontrol altında tutulması için yeterli olacaktır. Bu sıcaklık dereceleri ve gerekli tutulma sürelerinin herbir zararlı türü için yapılacak deneyler ile belirlenmesi yöntemin kullanılabilirliği açısından ihtiyaç duyulan çok temel bir bilgidir.

Çevre dostu ve kalıntı sorunu yaratmayan mücadele yöntemlerinden olan düşük sıcaklık uygulamasının farklı sürelerde börtölce tohum böceğinin farklı biyolojik dönemlerine karşı etkinliğinin belirlenmesi bu tezin ana konusunu oluşturmaktadır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Carter, (1925) düşük sıcaklıkların *Bruchus obtectus* (*Acanthoscelides obtectus*) 'un aktif ergin, çıkışa yakın ergin, pupa, son dönem larva ve yumurta dönemleri üzerindeki etkilerini değişik süreler için incelemişlerdir. Yumurta döneminin diğer biyolojik dönemlere göre düşük sıcaklığa dayanımının daha yüksek olduğu ortaya konmuştur. Aktif ergin böcekler -10 °C'ye kadar olan sıcaklıklara 3 saat kadar dayanabilirken, pupa ve ileri larva evreleri aynı sıcaklıklara 7 saat kadar dayanabilmiştir. -10 °C'nin altındaki sıcaklıklar, bu böceğin tüm aşamaları için 12 saatlik bir süre boyunca ölümcül etki ortaya koymuştur.

Dohino ve ark. (1999) Bir araştırmada *Callosobruchus rhodesianus*'un yumurta, genç larva, orta yaşlı larva, yaşlı larva, pupa ve ergin dönemlerinin -18 °C 'ye 30, 60, 90, 120, 150, 180 dakika süreyle maruz bırakıldığı bir çalışma yapmışlardır. Yumurta evresi uygulamasında 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 dakika sonucunda sırasıyla %14.8, %53.5, %98.3, %99.8, %100, %100 oranında ölüm görüldüğü; genç larva dönemi uygulamasında sırasıyla %11.3, %93.5, %99.6, %100, %100, %100 oranında ölüm görüldüğü; orta yaşlı larva dönemi uygulamasında sırasıyla %0, %78.9, %100, %100, %100, %100 oranında ölüm görüldüğü; yaşlı larva dönemi uygulamasında sırasıyla %0, %49.5, %100, %100, %100, %100 oranında ölüm görüldüğü; pupa dönemi uygulamasında sırasıyla %0, %57.4 %100, %100, %100, %100, oranında ölüm görüldüğü ; ergin dönemi uygulamasında sırasıyla %23, %68.7, %100, %100, %100, %100 oranında ölüm görüldüğü bildirilmiştir.

Johnson ve Valero (2000) *C.maculatus*' un düşük sıcaklıklar kullanılarak kontrolü ile ilgili yaptıkları çalışmada, ergin dönemde -18 °C sıcaklıkta 10, 20, 30, 40, 50, 60 dakika maruziyeti sonucu sırasıyla % 6.7, % 16.7, % 83.3, % 83.3, % 100, % 100 ölüm oranları gözlenmiştir. Ergin dışı dönemlerde, yumurta bırakıldıktan sonra belirli günler aralığındaki dönemlere 30, 90 ve 180 dakikalık uygulamalar yapılmıştır. 1-3 gün evrede 30, 90, 180 dakika süreyle uygulamalar yapılmış ve ölüm oranları sırasıyla %0, %43.1, %99.5 bulunmuş. 4-6 gün evrede %13.4, %100, %100 bulunmuştur. 9-11 gün evrede %16.4, %100, %100 bulunmuştur. 15-17 gün evrede %0, %99.5, %100 bulunmuştur. 20-22 gün evrede %24.9, %100 ve %99.5 bulunmuştur. Araziden bulaşık getirilen bürünceler 6, 12, 24, 36, 48 saat süreyle -18 °C'ye maruz bırakıldığında sırasıyla kontrole göre ölüm oranları %99.5, %99.83,

%100, %100 ve %100 olarak bulunmuştur. Ergin uygulamalarında 30 dakika maruziyetten sonra %80 ve üzeri ölüm oranları görülmeye başlanmıştır. . Ergin dışı dönem uygulamalarında 1-3 gün yumurta dönemi soğuğa karşı en toleranslı dönem olarak belirtilmiştir. Ticari soğutma ekipmanları bulunun depolarda düşük sıcaklık uygulamalarının b r lce tohum böceğini kontrol etmede başarılı olduğunu belirtilmişlerdir.

Johnson ve Valero (2003) organik nohut üzerinde *C. maculatus*' un ticari soğutucular vasıtasıyla kontrol altına alınması üzerine çalışmışlardır. -18  C sıcaklıkta 80 dakika maruziyette yumurta döneminde %11, L1-L2 döneminde %17.7 , L3 döneminde %19.7, L4 döneminde %14.3, pupa döneminde %12.8 oranında ölüm gözlenirken, 100 dakika maruziyette yumurta döneminde %22.5, L1-L2 döneminde %53.6, L3 döneminde %74.5, L4 döneminde %57.0, pupa döneminde %59.4 oranında ölüm tespit edilmiştir. 120 dakika maruziyette yumurta döneminde % 29.8, L1-L2 döneminde %98.7, L3 döneminde %97.5, L4 döneminde %96.4, pupa döneminde %96.3 ölüm oranı gözlenmiştir. Ergin döneminde -18  C sıcaklık maruziyetinde 20 dakikada %96.7, 40 dakikada %100 ölüm gerçekleşmiştir. Ergin dönem diğer dönemlere göre soğuğa toleransı en düşük dönem olarak bulunmuştur.

Loganathan ve ark. (2011)  alışmalarında nohut üzerinde gelişen *C. maculatus* (B r lce Tohum Böceği)'nin yumurta, larva, pupa ve ergin evrelerinde düşük sıcaklık uygulamaları yapmışlardır. 0  C'de tutulan yumurta, larva, pupa, ergin dönemleri için LT₅₀ değerleri sırasıyla 3.1, 8.1, 9.8, 4.2 gün ve LT₉₅ değerleri 4.1, 9.0, 11.3, 5.0 gün olarak tespit edilmiştir. 0, -5, -10, -15  C sıcaklıklarında pupa dönemi uygulamalarında LT₅₀ değerleri sırasıyla 274, 122, 7.0, 1.8 saat, LT₉₀ değerleri sırasıyla 289, 152, 7.4, 2.5 saat olarak bulunmuştur. 0, -5, -10, -15  C sıcaklıklarında yumurta dönemi uygulamasında LT₅₀ değerleri sırasıyla 44, 19, 6.4, 1.0 saat olarak bulunurken LT₉₅ değerleri sırasıyla 69, 32, 6.7, 1.3 saat bulunmuştur. Düşük sıcaklıklara tolerans biyolojik dönemlere göre Pupa > Larva > Ergin > Yumurta olarak sıralanmış ve en toleranslı pupa dönemi en az toleranslı yumurta dönemi şeklinde bulunmuştur.

Alice ve ark. (2013)'nın yaptığı bir çalışmada *C. maculatus*'un tohumlar üzerine bırakılan 1-3 günlük yumurtalarına 4  C 'de 4, 8, 12, 16, 20, 24 saat olarak düşük sıcaklık uygulaması yapılmıştır. Uygulama yapılan yumurtalar 27  C de ergin çıkışına kadar bekletilmiştir. En fazla yumurtayı 4 saatlik uygulamadan çıkan

erginlerin bırakırken, 24 saatlik uygulamadan çıkan erginlerde en az bıraktığı bildirilmiştir. Uygulama yapılan yumurtalardan en fazla ergin çıkışı 4 saatlik uygulama sonucunda, 24 saatlik uygulamada sonucunda en az ergin çıkışı gözlemlendiği bildirilmiştir.

Maharjan ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada, yedi depolama süresi (1, 5, 10, 15, 20, 25 ve 30 gün) altında düşük sıcaklıklara (4, 0 ve -4 °C) kısa süreli maruz kalmanın *Callosobruchus chinensis*'in hayatta kalması, gelişimi ve ergin performansı üzerindeki etkileri laboratuvar ortamında değerlendirmişlerdir. Etkiler, *C. chinensis*'in üç yaşam dönemi (yumurta, larva [2-3 L] ve pupa) üzerinde incelenmiştir. Sonuçlar, düşük sıcaklık uygulamalarının *C. chinensis*'in yaşam değişkenleri üzerinde önemli etkileri olduğunu göstermiştir. Biyolojik dönemler arasında, yumurta ve pupa evreleri düşük sıcaklığa en duyarlı olanlardır. Yumurtaların -4 °C'de hayatta kalma oranları çok düşüktür, 10 günlük depolamadan sonra *C. chinensis*'in pupalarının hiçbirisi hayatta kalmamıştır. 4 °C'de <10 gün süreyle soğuğa maruz kalma sadece yumurta ve pupa ölümlerini arttırmakla kalmamış, kısa ömürlü erginler ortaya çıkmıştır. 4 °C'den çıkan erginlerin 0 °C'ye göre daha uzun yaşadığı tespit edilmiştir ve en kısa ömür -4 °C'de bulunmuştur. Soğuğa maruz kalma süresinin artması hayatta kalma oranlarını daha da düşürmüştür, örneğin -4 °C'ye 15 gün maruz kaldıktan sonra yumurtaların yaklaşık % 20'si hayatta kalmıştır, ancak 4 ve 0 °C'de 25 gün muameleden sonra yumurtaların <% 30' u hayatta kalmıştır. Düşük sıcaklık uygulamaları, ergin ağırlığı gibi ergin performanslarını da etkilemiştir. Ancak, düşük sıcaklıkların tohum çimlenmesi üzerinde herhangi bir olumsuz etkisi olmamıştır.

Mahgoup ve ark. (2019)'nın yaptıkları bir çalışmada ; Bakla bitkisi üzerinde yetişen *Callosobruchus maculatus*'un yumurta, larva, pupa ve erginleri 50, 60, 70 ve -10 °C 'de 5, 10, 15, 30, 45, 60, 75 ve 90 dakikalık farklı sürelerde bırakılmıştır. Sonuçlar, maruz kalma süreleri arttıkça erginlerin hayatta kalma süresinin kısaldığını, 50, 60 ve 70 °C'de sırasıyla 50, 40 ve 30 dakikalık maruz kalma sürelerinde %100 ölüm ortaya çıktığını göstermiştir. Düşük sıcaklıklarda %100 ölüm ise -10 °C' de ve ardından -5 °C' de sırasıyla 25 ve 30 dakika içinde kaydedilmiştir. Dolayısıyla, -10 °C derecede 30 dakika maruziyet ile bütün yumurtalardan çıkış ve gelişmeyi, 45 dakika sonra tüm ergin dışı evreler için herhangi bir çıkışın önlenmesine neden oldu ki buda bir sonraki dölün %100

azalmasına yani yeni dölün meydana gelmemesine sebep olmuştur. Protein içeriği hem düşük ve yüksek sıcaklıkta hem de kontrolde önemli bir farklılık göstermemiştir. Tohumların pişebilirliği ve protein sindirilebilirliği, yüksek sıcaklık uygulanan örneklerde düşük sıcaklık uygulanan tohumlara ve kontrole göre daha yüksekti. Öte yandan, biyoaktif bileşikler (fitik asit, tanenler ve toplam fenoller) düşük sıcaklıkta muamele edilen tohumlara ve kontrol örneğine kıyasla yüksek sıcaklıkta azalmıştır.

Nilly ve ark. (2020) *Callosobruchus maculatus* plastik kavanoz, plastic torba ve cam kavanoz içinde +5, 0, -5, -10 °C'ye maruz bırakılarak ergin, yumurta, larva ve pupa dönemleri üzerinde ölüm oranları araştırılmıştır. +5 °C'de ergin dönem uygulamasında 48 saat tutulma süresi sonucu plastik kavanozda %45, plastik torbada % 53.33, cam kavanozda %4,67 oranında ölüm görülmüştür. 0 °C ' de 48 saat tutulma sonucu plastik kavanozda %83,.33, plastik torbada %100, cam kavanozda %100 oranında ölüm görülmüştür. -5 °C' de 12 saat tutulma süresi sonucu plastik torbada %100 ölüm görülmüştür, 24 saat tutulma süresinde her ortam için %100 ölüm oranı görülmüştür. -10 °C' de 8 saat tutulma süresi sonucu plastik torbada %100 oranında ölüm görülmüştür, 12 saat tutulma sonucunda tüm ortamlarda %100 ölüm oranına ulaşılmıştır. +5 °C'de yumurta dönem uygulamasında 48 saat tutulma süresi sonucu hiçbir ortamda ölüm görülmemiştir. 0 °C' de 48 saat tutulma sonucu plastik torba ve cam kavanozda %100 ölüm görülmüştür. -5 °C 12 saat tutulma sonucunda %100 ölüm plastik torbada görülmüşken, 24 saat tutulma süresinde 3 ortam içinde %100 ölüm görülmüştür. -10 °C' de 12 saat tutulma sonucunda 3 ortam içinde %100 ölüm görülmüştür. +5 °C'de larva dönemi uygulamasında 24 saat tutulma süresi sonucu %100 ölüm görülmemiştir. 0 °C'de 24 saat tutulma sonucu %100 ölüm görülmemiştir. -5 °C' de 8 saat tutulma sonucu plastik kavanoz ve plastik torbada %100 ölüm görülmüştür. -10 °C'de 6 saat tutulma sonucu bütün ortamlarda %100 ölüm görülmüştür. Pupa dönemi uygulamasında +5 °C'de 24 saat tutulma sonucu hiçbir ortamda %100 ölüm görülmemiştir. 0 °C' de 12 saat tutulma sonucu plastik torbada %100 ölüm görülmüştür, 24 saat tutulma sonucu plastik kavanoz ve cam kavanozda %100 ölüm görülmüştür. -5 °C' de 8 saat tutulma sonucu plastik kavanoz ve plastik torbada %100 ölüm görülmüştür. -10 °C' de 6 saat tutulma sonucu %100 ölüm görülmüştür.

Aker ve Tunçer (2022) *Callosobruchus chinensis*'e karşı farklı maruz kalma sürelerine sahip tüm uygulamalarda yumurta, larva, pupa ve ergin dönemleri için farklı ekstrem düşük sıcaklıklar test etmişlerdir. Larva, pupa ve ergin dönemleri için -16 °C'de 45 dakika, -20 °C'de 30 dakika ve -26 °C'de 20 dakika tutma sonucu % 100 ölüm elde edilmiştir. LT95 değeri larva, pupa ve ergin için -20 °C'de sırasıyla 27.4, 27.5 ve 26.0 dakika olarak belirlenmiştir. - 20 °C'de 120 dakika sonunda yumurta aşamasında %100 ölüm elde edilmiş ve -20 °C'de 60 dakika bekletilen yumurtalardan erginlerin çıkmadığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre, düşük sıcaklıkların *C. chinensis*'in depolama aşamasında zarara yapan tüm biyolojik dönemleri üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

2.1. Coleptera takımı içerisinde Bruchidae familyası dışındaki böceklerde soğuk uygulamaları ile ilgili diğer bazı sonuçlar

Salha ve ark. (2010) depo şartlarında mısır tanesinin 6 °C'de soğutulmasıyla elde edilen düşük sıcaklıklar, maruz kalma süresine (gün) bağlı olarak ergin dönemde *S. zeamais* ve *R. dominica*' da farklı ölüm oranları göstermiştir. *S. zeamais*' da 33 gün sonra ilk yüksek ölüm oranını (%88,75) elde edilmiş, düşük sıcaklıklara maruz kaldıktan 43 gün sonra ise %100 ölüm oranı elde edilmiştir. *R. dominica*' da ilk yüksek ölüm oranı düşük sıcaklıklara maruz kaldıktan 16 gün sonra, %100 ölüm oranı ise maruz kaldıktan 33 gün sonra, *S. zeamais*'ten 10 gün önce elde edilmiştir. *R. dominica*'nın, zararlının termofilitesi nedeniyle tahıl soğutma sırasında düşük sıcaklıklara *S. zeamais*'ten daha duyarlı bir tür olduğu sonucuna varılmıştır.

Eliopoulos (2011), düşük sıcaklıkta 16 °C'ye maruz kalmanın tahıl böcekleri *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae), *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera: Silvanidae) ve *Trogoderma granarium* (Everts) (Coleoptera: Dermestidae) larva ve erginleri üzerindeki ölümcül etkileri laboratuvar ortamında araştırılmıştır. Maruz kalma süresi (0.2, 0.5, 1, 2, 4, 8, 12, 24 ve 48 saat), biyolojik dönemleri (larva ve ergin) ve bireyin yaşının (genç ve yaşlı) ana etkileri ve değişkenlerin etkileşimleri incelenmiştir. 4 saatlik maruziyetten sonra uygulamaların çoğunda %100 ölüm gerçekleşmiştir. Bunun tek istisnası *T. granarium* ve *O. surinamensis*' in yaşlı larvaları ve ergin *T. granarium*'un sırasıyla 48, 8 ve 24 saatlik uygulamalarıdır. *T. granarium*, biyolojik dönemi ve yaştan bağımsız olarak soğuğa en dayanıklı tür olarak bulunmuşken, bunu azalan sırayla *O. surinamensis* ve *T. confusum* izlemiştir. *O. surinamensis* ve *T. confusum*'da genç erginler genellikle

soğuğa karşı daha hassas bulunmuştur. Aksine, *T. granarium*'un yaşlı erginleri gençlere göre soğuğa daha hassas bulunmuş yani yüksek ölüm oranına sahip olmuştur. *T. granarium*'un larvaları genel olarak soğuğa erginlerden daha toleranslıyken, *O. surinamensis* ve *T. confusum*'da tam tersi bir durum gözlenmiştir. Maruz kalma süresi, biyolojik dönem ve bireyin yaşının ölüm oranı üzerindeki ana etkilerinin, biyolojik döneminin etkisinin önemsiz olduğu *T. granarium* hariç, tüm türler için önemli olduğu ortaya konmuştur.

Athanassiou (2021) *Tribolium confusum*' un bütün biyolojik dönemlerine, *Oryzaephilus surinamensis*' in ve *Liposcelis bostrychophila*' nın erginlerine karşı 0 ile -15 °C arasında değişen düşük sıcaklıkların etkinliği değerlendirilmiştir. Tüm türler/yaşam evreleri boş şişelerde veya 5 gram un içeren şişelerde 2-7 günlük zaman aralıklarında maruz bırakılmıştır. *T. confusum*'un düşük sıcaklığa en dayanıklı biyolojik dönemleri yumurta ve pupa dönemi olarak saptanmış, bu biyolojik dönemler -15 °C'de en yüksek yaşam oranına sahip olarak bulunmuştur. Bununla birlikte, bu sıcaklıkta, yumurtalar ve pupalar için 4 ve 8 saatlik tutulma sürelerinde % 100 ölüm ile görülmüştür. Çoğu kombinasyonda, unun varlığı herhangi bir sıcaklığa maruz kalan *T. confusum*' un hayatta kalmasını etkilememiştir. *O. surinamensis* erginleri 7 gün boyunca - 5 °C ' ye veya 8 saat boyunca - 10 °C ' ye maruz kaldıktan sonra hayatta kalamamıştır ve un varlığının hayatta kalma üzerinde hiçbir etkisi olmamıştır. *L. bostrychophila* erginleri, test edilen türler ve biyolojik dönemler arasında soğuğa en toleranslı dönem olarak bulunmuştur. - 10 °C ' de ölüm oranı yalnızca 7 günlük maruziyetten sonra %100 olarak saptanmıştır. Bu tür için, un varlığının erginlerin hayatta kalması üzerinde bir miktar etkisi olmuştur, ancak sonuçlar sıcaklık ile tutarlı değildir.

3. MATERİYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Börülce tohum böceğinin sistematikteki yeri ve genel özellikleri

Çalışmada Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Entomoloji laboratuvarında saf stok halinde bulunan börülce tohum böceği (*Callosobruchus maculatus* F.) kültürü kullanılmıştır. Deneme zararlıının yumurta, larva, pupa ve ergin dönemleri üzerinde yürütülmüştür.

Börülce tohum böceğinin sistematikteki yeri ;

Şube: Arthropoda

Sınıf: Insecta

Takım: Coleoptera

Familiya: Chrysomelidae

Alt familiya : Bruchinae

Cins: Callosobruchus

Tür: *Callosobruchus maculatus*

İngilizce adı: Cowpea weevil

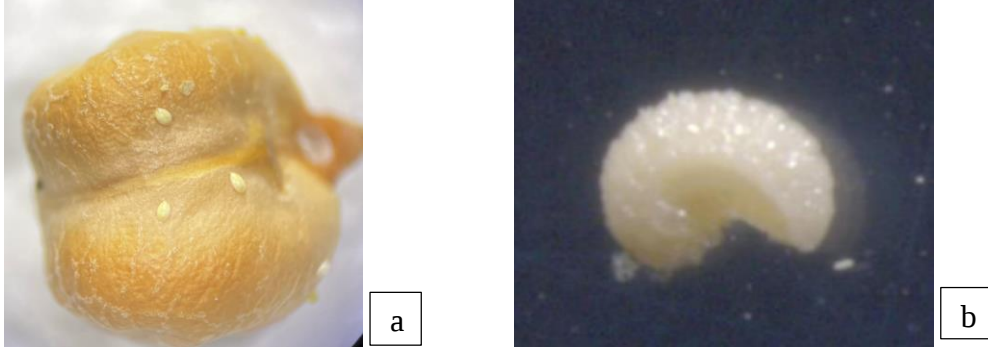
Türkçe adı: Börülce Tohum Böceği

Börülce tohum böceği yumurtaları şeffaf renkli oval şekilli olup tohumlar üzerine genellikle tek tek yapıştırılmaktadır(Devi ve Devi, 2014) (Şekil 3.1a). Yeni bırakıldıklarında yarı saydam gri renktedirler. Yumurtalar 30 °C, %65 nem değerlerinde 3-4 günde açılmaktadır. Larva, yumurtanın kabuğunu ısıırıp tohumun testasını geçip kotiledonlara gitmektedir (Şekil 3.2a). Yumurtadan larva çıkışı sonrası yumurta içine dolan pislik ve beslenme artıkları yumurtaya mat beyaz bir görünüm vermektedir (Beck ve Blumer, 2014).

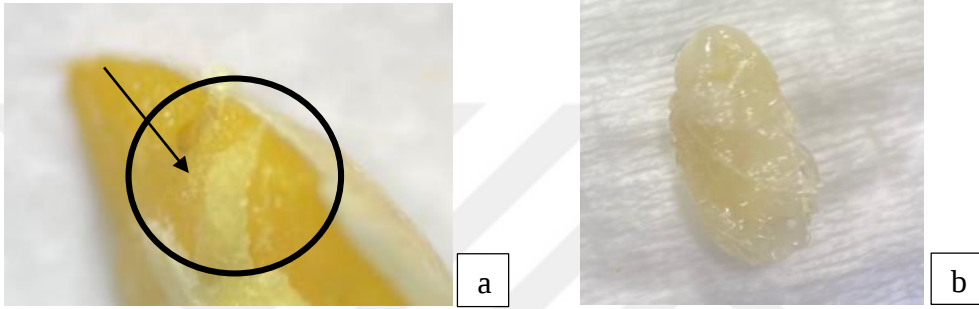
Larva tamamen tek bir tohumun içinde beslenmektedir. Yumurta bırakıldıktan sonra 3-4 gün sonra larva dönemine geçiş yapmaktadır. Larva dört dönem geçirdikten sonra yine tohum içerisinde pupa olmaktadır. Larva dönemi 10-14 gün sürmektedir.

Pupa beyazımsı renktedir (Şekil 3.2b). Pupa dönemi 4-5 gün sürmektedir.(Ahmady ve ark. 2016).

Erginlerin vücudu 3-4,5 mm uzunluğunda, kırmızımsı kahverengidir, prothorax ve elytra üzerinde siyah lekeler bulunur. Abdomenin son segmenti elitranın altından uzamış ve siyah beneklidir (Şekil 3.3a). Erginlerde uçan ve uçamayan olmak üzere dimorfizm görülmektedir. Uçabilen formu , uçamayan forma göre daha uzun ergin ömrüne sahip fakat daha düşük bir üreme gücüne sahiptir (Utida 1956, 1972). Uçamayan formda cinsiyetler oldukça kolay ayırt edilebilirken , uçabilen formda cinsiyet ayrımı daha ince detaylar ile mümkün olabilmektedir(Utida, 1972). Uçamayan formun birçok yerinde tüylenme yoktur, böylece siyah kütikül görünür hale gelir (Utida,1972). Uçamayan form, ergin ilk çıkış elipsoidal şekildedir ve abdomen bölgesinin uç kısmını elitra ucunun ötesinde açığa çıkarır (Utida, 1972)(Şekil 3.3a). Ergin polimorfizmi embriyonik gelişim sonrası dönemde ortaya çıkar; sıcaklık, tohum su içeriği ve larva yoğunluğundaki artış çok sayıda uçabilen forma sahip erginin ortaya çıkmasını teşvik eder (Sano, 1967; Sano Fujii, 1980, 1984; Ouedraogo et al., 1991).



Şekil 3.1. Börölce tohum böceği nohut üzerindeki yumurtaları (a), Börölce tohum böceği larvası (b) (Shankar ve ark. 2022)



Şekil 3.2. Börölce tohum böceği larvası yumurtadan çıkışı (a), Börölce tohum böceği pupası (b)



Şekil 3.3. *C. maculatus* ergini (dişi, uçamayan form (a), *C. maculatus* dişi uçabilen form (b)



Şekil 3.4. *C. maculatus* ergini (erkek)

3.1.2. Araştırmada kullanılan laboratuvar alet ve ekipmanı

Düşük sıcaklık uygulamaları, 90mm çapında petri kaplarının içine nohut konarak buzdolabında belirli süre tutulması suretiyle yapılmıştır. Kullanılan 90 mm petri kapları içine kurutma kağıdı onun üstüne nohut taneleri koyarak kullanılmıştır (Şekil 3.5.).

Zararlıının üretimi ve düşük sıcaklık uygulaması sonrası zararlıının biyolojik takibini içeren çalışmalar BINDER marka iklim dolabında yürütülmüştür (Şekil 3.6). Denemede kullanılan nohutların nemi Wile 55 markalı nem ölçme cihazı ile ölçülmüştür (Şekil 3.7). Düşük sıcaklık uygulamaları SIEMENS KG57NP01NE modeli buzdolabında gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.8).



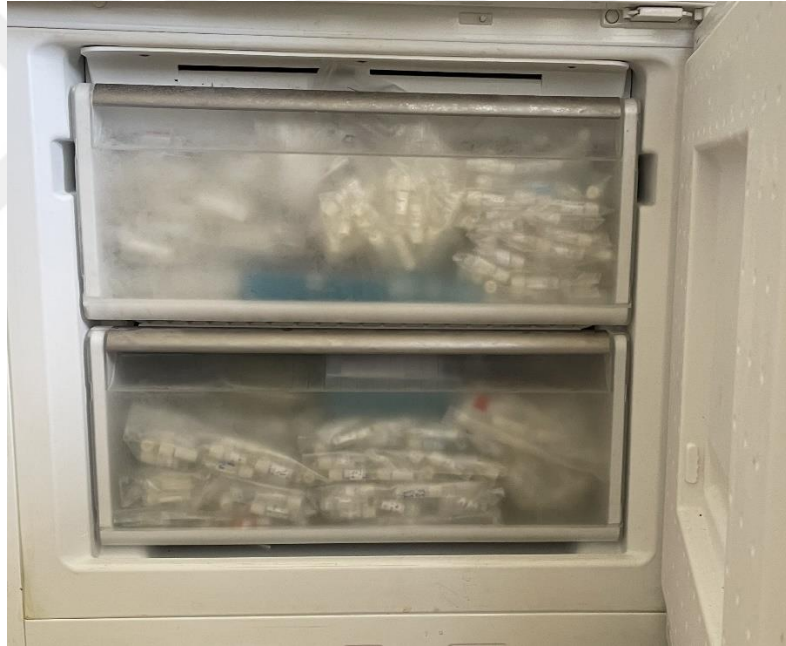
Şekil 3.5. Çalışmada kullanılan petriler



Şekil 3.6. Çalışmaların yürütüldüğü iklim dolabı



Şekil 3.7. Nohutların tane neminin ölçüldüğü nem ölçer cihaz



Şekil 3.8. Düşük sıcaklık uygulamalarının yapıldığı buzdolabı

3.2. Yöntem

3.2.1. Börülce tohum böceğinin kültüre alınması

Çalışmada, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Entomoloji laboratuvarında saf stok kültür halinde bulunan börülce tohum böceği kullanılmıştır.

Stok kültürden alınan erginler 28 °C sıcaklık ve %70 nem değerlerine ayarlanmış inkübatörde 2 nesil yetiştirildikten sonra 3. nesil erginler çalışmada

kullanılmıştır. Börülce tohum böceğinin üzerinde yetiştirileceği nohutlar herhangi bir kontaminasyonu önlemek için -20 °C sıcaklıkta 1 hafta bekletilmiştir. Böceklerin kültürü için 1 L lik cam kavanozlara 200-250 g nohut konulup içerisine 100-120 adet farklı cinsiyetlerde ergin bırakılmıştır (Şekil 3.9). Kavanozların ağzı tül ile kapatılıp 28 °C sıcaklık ve %70 nem şartlarına yerleştirilip günlük olarak bırakılan yumurtalar toplanıp bunlardan uygulamada ihtiyaç duyulan biyolojik dönemler elde edilerek düşük sıcaklık uygulamaları yapılmıştır.



Şekil 3.9. *C. maculatus* stok kültürü

3.2.2. Tohum tane nemi ayarlama

Tohum tane nemleri Wile 55 markalı nem ölçme cihazı ile ölçülmüştür. Çalışmada kullanılan nohutlar %14 nem değerinin altında olduğunda nemi ayarlanacak nohutlar çalışır halde olmayan inkübatöre üstü açık kap kullanarak yerleştirildi sonrasında 5 L su kaynatılıp çalışır halde olmayan inkübatörün içine konuldu. 1 saat sonra nem ölçüldü istenilen değere ulaşılmadıysa yarım saatte bir ölçüm yapıldı. Tane nemi %14'ün üzerinde olduğu durumlarda (yahut nemi yükseltmeye çalışırken fazla yükselttiğimizde) taneler steril kurutma kağıtlarına serilip 15 dk arayla nemi ölçüldü.

3.2.3. Düşük sıcaklığın farklı biyolojik dönemlere uygulanması

Börülce tohum böceğinin yumurta, genç larva, olgun larva, pupa ve ergin dönemlerine karşı uygulama yapılmıştır. Yapılan ön çalışmalar ile larva ve pupa döneminin hangi zaman aralıklarında olduğu incelenmiştir. Bu amaçla bir günlük yumurtadan ergin oluncaya kadar böceğin biyolojisi izlenmiştir. Bir günlük yumurta elde edildikten sonra belirli gün aralıklarında nohutlar bistrü ile hassas şekilde kesilip böcek tohum içinden dışarı çıkarılıp binoküler altında incelenerek hangi dönemde

olduğu tayin edilmiştir. Daha sonra bir günlük yumurtalarla başlanan deney kültüründe genç larva, olgun larva ve pupa dönemleri hangi günlere denk geliyorsa düşük sıcaklık uygulamaları o günlerde yapılmıştır.

3.2.4. Yumurta dönemi uygulaması

Çalışmada zararlının 24 saatlik yaştaki yumurta dönemine karşı +4 °C sıcaklık 24, 48, 72, 96, 120 ve 144 saat süreyle, -16 ve -25 °C sıcaklık ise 20, 40, 60, 80, 100 ve 120 dakika süreyle uygulanmıştır. . Deneylerdeki homojeniteyi sağlamak için yeni çıkmış erginler içinde 15 adet nohut içeren plastik kavanozlara 1 dişi 1 erkek olacak şekilde yerleştirilmiş, bu kavanozlardaki nohutlar günlük olarak incelenerek üzerinde 0-24 saatlik bir ya da iki yumurta olan nohutlar seçilerek petri kaplarına alınmıştır. Bir çiftten en fazla ilk 4 gün boyunca yumurta alımı yapılarak yumurtalarda ebeveyn böceklerin yaşından kaynaklanabilecek farklılığın önüne geçilmiştir. Daha sonra her bir petri kabında 0-24 saat yaşta 10 yumurta olacak şekilde deneme 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Bu yumurtalar yukarıda verilen düşük sıcaklık ve sürelerde tutulduktan sonra derin dondurucudan alınarak 28 °C ve %70 neme ayarlanmış inkübatöre konularak yumurtaların açılma ve ölüm oranları belirlenmiştir. Yumurtaların süt beyaz renge dönmesi larvanın yumurtadan çıkarak tane içine girmesini ifade ettiğinden, bu belirti yumurta açılmasının işareti olarak kabul edilmiştir. Daha sonra açılan yumurtalar ergin çıkışına kadar beklenerek çıkan ergin sayısı üzerinde eğer varsa düşük sıcaklığın böcek gelişimi üzerindeki gecikmiş etkisi belirlenmiştir. Kontrol amacıyla aynı sayıdaki yumurtanın açılımı ve hayatta kalan bireylerin ergin döneme ulaşip ulaşmadığı tespit edilmiştir.

3.2.5. Larva ve Pupa dönemi uygulaması

Larva dönemine karşı da yumurta döneminde uygulanan düşük sıcaklık ve maruz bırakılma süreleri uygulanmıştır. Tane içinde gelişen böceğin dışarıdan gözlenemeyen larva ve pupa dönemlerinin saptanması için öncelikle 28 °C sıcaklık ve %70 nispi nem değerlerine ayarlanmış inkübatörde zararlının % 14 neme sahip nohut üzerindeki biyolojisi incelenmiştir. Bir günlük yüzlerce yumurta ile başlanan biyolojik çalışmada yumurta açılımını takip eden günlerde her iki günde bir tesadüfen seçilen nohutlar parçalanıp incelenerek zararlının hangi biyolojik dönemde olduğu kaydedilmiştir. Böylece zararlının ilgili iklim koşullarında hangi günlerde larva ve pupa döneminde olduğu saptanmıştır. Buna bağlı olarak bir çift ergin ve 15 tane nohut içeren çok sayıdaki kavanozdan ilk 4 gün içinde 1 veya 2 yumurta

konulmuş taneler seçilerek kültür oluşturulmuş, denemede nohutun üzerindeki 1 günlük yumurtadan 7. - 8. güne gelenler genç larva, 13. - 15. güne gelenler yaşlı larva ve 22. - 23. güne gelenler pupa dönemine gelmiş olarak kabul edilip belirtilen güne gelmiş nohut taneleri seçilerek düşük sıcaklık uygulamaları yapılmıştır. Çalışmada her petride 10 larva veya 10 pupa dönemi içeren nohutlar olmak üzere 4 tekerrür yapılmıştır. Uygulama sonucu alınan ve içinde larva ve pupa dönemlerindeki böcekleri içeren nohutlar inkübatörde ergin çıkışlarına kadar bekletilmiştir. Böylece düşük sıcaklıklar ve bunlarda tutulma sürelerinin larva ve pupa üzerindeki öldürücü etkisi tespit edilmiştir. Kontrol amacıyla aynı sayıda ve aynı şekilde elde edilmiş bireyin gelişimi düşük sıcaklık uygulamadan doğrudan iklim dolabına konularak izlenmiştir.

3.2.6. Ergin dönemi uygulaması

Ergin dönemine karşı da yumurta döneminde uygulanan sıcaklık ve maruz bırakılma süreleri uygulanmıştır. Çalışmada kültür kavanozlarından elde edilen 24 saatlik erginler kullanılmıştır. Her petriye 10 adet bir günlük ergin (5 adet erkek ve 5 adet dişi) birey konularak derin dondurucuda ilgili sıcaklık ve sürelerle maruz bırakılmıştır. Daha sonra bu erginler iklim dolabına alınarak günlük incelemeler ile ömürlerinin sonuna kadar izlenmiş ve ölen bireyler günlük olarak kaydedilmiştir. Hareketsiz duran erginler fırça darbeleri ile kontrol edilerek ölü olduklarından emin olunmuştur. Kontrol amacıyla aynı sayıdaki ergin bireyin gelişimi düşük sıcaklık uygulamadan doğrudan iklim dolabına konularak izlenmiştir.

3.2.7. Düşük sıcaklıkların gecikmiş etkisinin belirlenmesi

Yumurta, larva, pupa ve ergin dönemlerine yapılan uygulamalardan sonra hayatta kalan bireylerden eğer varsa 5'er çift seçilerek, hayatta kalanlar daha az ise mevcut olanlar içinde nohut bulunan ayrı kaplara alınmış ve iklim dolabında tutularak sonraki bir generasyon boyunca ömür uzunluğu ve bıraktıkları yumurta sayısı belirlenmiştir.

3.2.8. İstatistik Analizi

Uygulama sonu ölüm oranları, ölen birey sayısının başlangıçtaki birey sayısına bölünmesiyle bulunmuştur. Sıcaklıklar ve maruziyet süreleri çoklu karşılaştırmaları SPSS ver.25 programında Duncan testi ile ($P=0.05$) yapılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Düşük Sıcaklık Uygulamasının Yumurta Dönemine Etkisi

Callosobruchus maculatus’ un bir günlük yumurtaları 3 farklı düşük sıcaklığa farklı süreler ile maruz bırakıldığında, - 25 °C’de 20 dk tutulma sonrası ölüm oranı % 57.5 olurken, 40 dk ve daha uzun süreler için ölüm oranı %100’e ulaşmıştır. Yumurtalar -16 °C ‘ye maruz bırakıldığında ise ölüm oranı 20 dk sonra %10 olurken, 40 dk-100 dk arasında % 90 civarına ulaşmış, 120 dk sonra ise ölüm oranı %100’e ulaşmıştır (Tablo 4.1). Yumurtalar +4 °C’ye maruz bırakıldığında ölüm oranları zamana bağlı olarak artış göstermiş ve 120 saat sonra %67.5’a ulaşmıştır. Kontrol grubundaki ölüm oranları -25, -16 ve +4 °C için sırasıyla %5, %7.5 ve %0.0 olmuştur. Kontrol grubu ile diğer uygulamalar arasındaki fark, kısa süreli uygulamalardaki bazı istisnalar hariç genel olarak istatistiki olarak farklı bulunmuştur ($P<0.05$) (Tablo 4.2 ve Şekil 4.1).

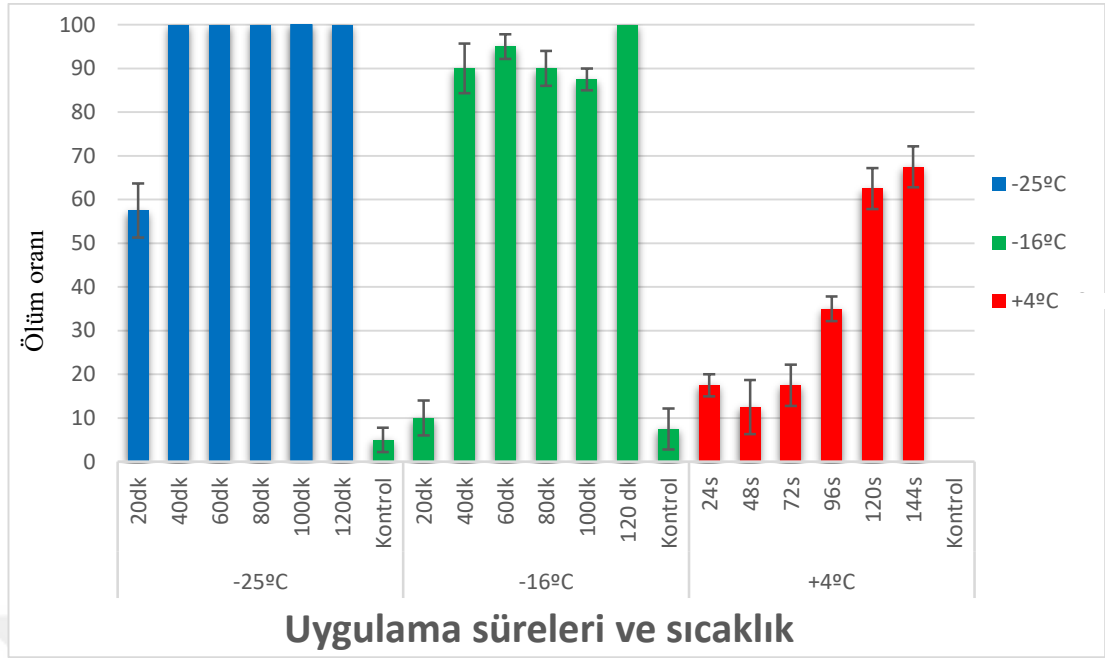
Tablo 4.1. *C. maculatus* ‘un farklı sıcaklıklara maruz bırakılan yumurta döneminde ölüm oranı (%)

Sıcaklık (°C)	Ölüm oranı (%) $\pm$ S. Hata						Kontrol
	20 dk	40dk	60dk	80dk	100dk	120dk	
-25°C	57.5 $\pm$ 6.2b*	100a	100a	100a	100a	100a	5 $\pm$ 2.8c
-16°C	10 $\pm$ 4b	90 $\pm$ 5.7a	95 $\pm$ 2.8a	90 $\pm$ 4a	87.5 $\pm$ 2.5a	100a	7.5 $\pm$ 4.7b

*Her sıcaklık derecesi için ölüm oranları kendi içinde karşılaştırılmıştır. Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki fark tesadüften ibarettir ($P<0.05$)

Tablo 4.2. *C. maculatus* ‘un + 4 °C sıcaklığına maruz bırakılan yumurta döneminde ölüm oranı (%)

Sıcaklık (°C)	Ölüm oranı (%) $\pm$ S. Hata						Kontrol
	24s	48s	72s	96s	120s	144s	
+4°C	17.5 $\pm$ 2.5c*	12.5 $\pm$ 6.2c	17.5 $\pm$ 4.7c	35 $\pm$ 2.8b	62.5 $\pm$ 4.7a	67.5 $\pm$ 4.7a	0 c



Şekil 4.1. *C. maculatus* 'un farklı sıcaklıklara maruz bırakılan yumurtalarında ölüm oranları

4.2. Düşük Sıcaklık Uygulamasının Genç Larva Dönemine Etkisi

C. maculatus 'un genç larvaları, yumurta bırakıldıktan 7-8 gün sonra 3 farklı düşük sıcaklığa farklı süreler ile maruz bırakıldığında, - 25 °C'de 20 dk tutulma sonrası ölüm oranı %62.5 olurken, 40 dk ve daha uzun süreler için ölüm oranı %100'e ulaşmıştır. Genç larvalar -16 °C'ye maruz bırakıldığında ise ölüm oranı 20-40 dk tutulma sonra %10 civarında olurken, 60 dk sonra ölüm oranı %95'e ulaşmış, 80 dk ve daha uzun sürelerde ise ölüm oranı %100'e olmuştur (Tablo 4.3). Genç larvalar +4 °C'ye maruz bırakıldığında ölüm oranları zamana bağlı olarak artış göstermiş, 24 ve 48 saat sürelerde ölüm gözlenmezken, 144 saat tutulma sonrası ölüm oranı %40'a ulaşmıştır. Kontrol grubundaki ölüm oranları -25, -16 ve +4 °C için sırasıyla %2.5, %10 ve %7.5 olmuştur. Kontrol grubu ile diğer uygulamalar arasındaki fark, - 25 °C'de istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. -16 °C'de kontrol ile sadece 20 ve 40 dk sürelerdeki fark önemsiz bulunmuştur. +4 °C'de 120 ve 144 saat tutulma süreleri dışında kalanlar ile kontrol arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($P<0.05$) (Tablo 4.4 ve Şekil 4.2).

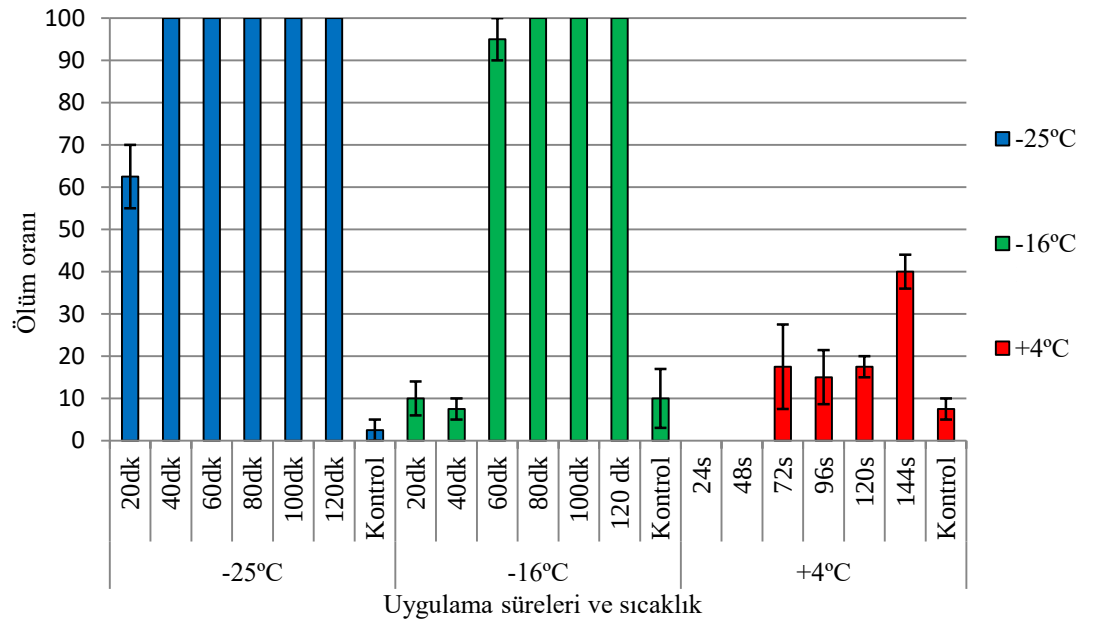
Tablo 4.3. *C. maculatus* 'un farklı sıcaklıklara maruz bırakılan genç larva döneminde ölüm oranı (%)

Ölüm oranı (%) $\pm$ S. Hata							
Sıcaklık (°C)	20 dk	40dk	60dk	80dk	100dk	120dk	Kontrol
-25°C	62.5 $\pm$ 7.5b*	100a	100a	100a	100a	100a	2.5 $\pm$ 2.5c
-16°C	10 $\pm$ 4b	7.5 $\pm$ 2.5b	95 $\pm$ 5a	100a	100a	100a	10 $\pm$ 7b

*Her sıcaklık derecesi için ölüm oranları kendi içinde karşılaştırılmıştır. Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki fark tesadüften ibarettir (P<0.05)

Tablo 4.4. *C. maculatus* 'un 4 °C sıcaklığına maruz bırakılan genç larva döneminde ölüm oranı (%)

Ölüm oranı (%) $\pm$ S. Hata							
Sıcaklık (°C)	24s	48s	72s	96s	120s	144s	Kontrol
+4°C	0c*	0c	17.5 $\pm$ 10b	15 $\pm$ 6.4bc	17.5 $\pm$ 2.5b	40 $\pm$ 4a	7.5 $\pm$ 2.5bc



Şekil 4.2. *C. maculatus* 'un farklı sıcaklıklara maruz bırakılan genç larva döneminde ölüm oranı

4.3. Düşük Sıcaklık Uygulamasının Olgun Larva Dönemine Etkisi

C. maculatus 'un olgun larvaları yumurta bırakıldıktan 13-15 gün sonra 3 farklı düşük sıcaklığa farklı süreler ile maruz bırakıldığında, - 25 °C'de 20 dk tutulma sonrası ölüm oranı %50 olurken, 40 dk ve 60 dk tutulması sonrasında ölüm oranı %100'e yaklaşmıştır. 80 dk ve sonraki tutulma sürelerinde %100 ölüm gözlenmiştir. Olgun larvalar -16 °C 'ye maruz bırakıldığında ise ölüm oranı 20 dk tutulma sonra %7.5 olurken, 40-80 dk arasında ortalama olarak ölüm oranı % 80' leri

geçmiştir. 100 dk ve 120 dk tutulma süresinde ölüm oranı %100'e ulaşmıştır (Tablo 4.5). Olgun larvalar +4 °C'ye maruz bırakıldığında ölüm oranları zamana bağlı olarak artış göstermiş, 72 saat tutulma süresine kadar ölüm oranı %20'ye ulaşmazken, 144 saat tutulma sonrası ölüm oranı %50'ye ulaşmıştır. Kontrol grubundaki ölüm oranları -25, -16 ve +4 °C için sırasıyla %0, %0 ve %5 olmuştur. Kontrol grubu ile diğer uygulamalar arasındaki fark, - 25 °C'de istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. -16 °C'de kontrol ile sadece 20 dk tutulma süresi arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. +4 °C'de 24 ve 48 saat tutulma süreleri dışında kalanlar ile kontrol arasındaki fark önemli bulunmuştur ($P<0.05$) (Tablo 4.6 ve Şekil 4.3).

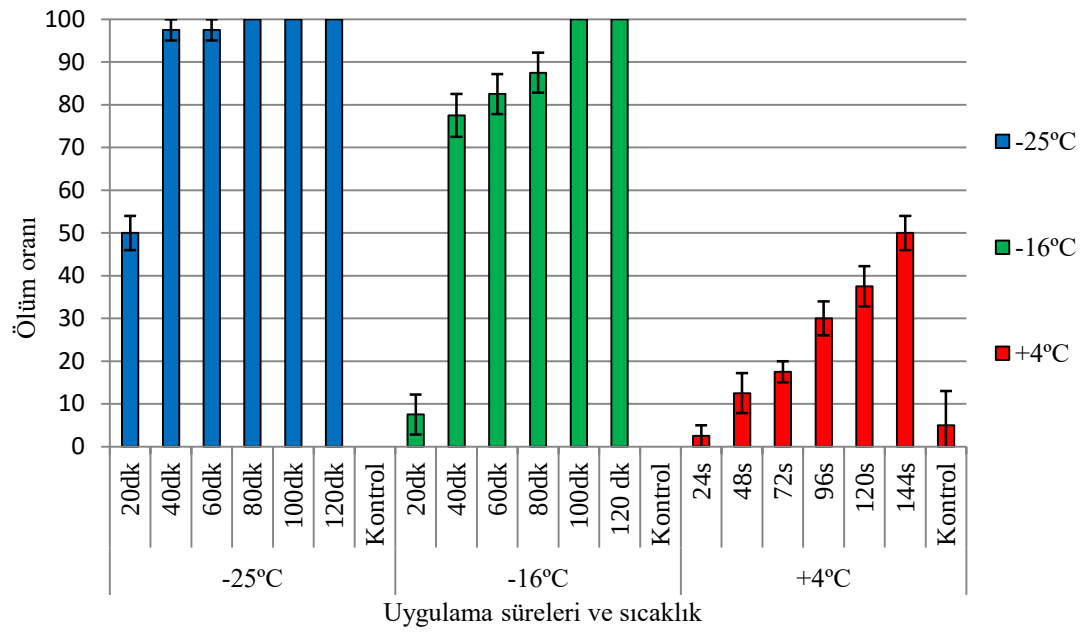
Tablo 4.5. *C. maculatus* 'un farklı sıcaklıklara maruz bırakılan olgun larva döneminde ölüm oranı (%)

Sıcaklık (°C)	Ölüm oranı (%) $\pm$ S. Hata						Kontrol
	20 dk	40dk	60dk	80dk	100dk	120dk	
-25°C	50 $\pm$ 4b*	97.5 $\pm$ 2.5a	97.5 $\pm$ 2.5a	100a	100a	100a	0c
-16°C	7.5 $\pm$ 4.7c	77.5 $\pm$ 5b	82.5 $\pm$ 4.7b	87.5 $\pm$ 4.7b	100a	100a	0c

*Her sıcaklık derecesi için ölüm oranları kendi içinde karşılaştırılmıştır. Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki fark tesadüften ibarettir ($P<0.05$)

Tablo 4.6. *C. maculatus* 'un 4°C sıcaklığına maruz bırakılan olgun larva döneminde ölüm oranı (%)

Sıcaklık (°C)	Ölüm oranı (%) $\pm$ S. Hata						Kontrol
	24s	48s	72s	96s	120s	144s	
+4°C	2.5 $\pm$ 2.5d*	12.5 $\pm$ 4.7cd	17.5 $\pm$ 2.5c	30 $\pm$ 4b	37.5 $\pm$ 4.7b	50 $\pm$ 4a	5 $\pm$ 2.8d



Şekil 4.3. Farklı sıcaklıklara maruz bırakılan *C. maculatus*' un olgun larva döneminde ölüm oranı

4.4. Düşük Sıcaklık Uygulamasının Pupa Dönemine Etkileri

C. maculatus' un pupaları yumurta bırakıldıktan 22-23 gün sonra 3 farklı düşük sıcaklığa farklı süreler ile maruz bırakıldığında, - 25 °C'de 60 dk tutulma süresine kadar ölüm oranı kademeli olarak artarken, 80 dk ve sonraki tutulma sürelerinde ölüm oranı %100'e ulaşmıştır. Pupalar -16 °C'ye maruz bırakıldığında ise ölüm oranı 20 dk tutulma sonra %10 olurken, 40-100 dk tutulma süreleri arasında ölüm oranı %50' yi geçmiştir. 120 dk tutulma süresinde ölüm oranı %100'e ulaşmıştır (Tablo 4.7). Pupalar +4 °C'ye maruz bırakıldığında 24-72 saat arası tutulma sürelerinde ölüm oranları ortalama %10 civarı bulunmuşken 144 saat tutulma süresi sonunda % 45 ölüm oranı bulunmuştur. Kontrol grubundaki ölüm oranları -25, -16 ve +4 °C için sırasıyla %5, %10 ve %5 olmuştur. Kontrol grubu ile diğer uygulamalar arasındaki fark, - 25 °C'de istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. -16 °C'de kontrol ile sadece 20 dk tutulma süresi arasındaki fark önemsiz, diğer tutulma süreleri arasındaki fark önemli bulunmuştur. +4 °C'de 24, 48, 72 saat tutulma süreleri arasındaki fark önemsizken, diğer tutulma süreleri kontrolden istatistiki olarak farklı bulunmuştur ($P<0.05$) (Tablo 4.8 ve Şekil 4.4).

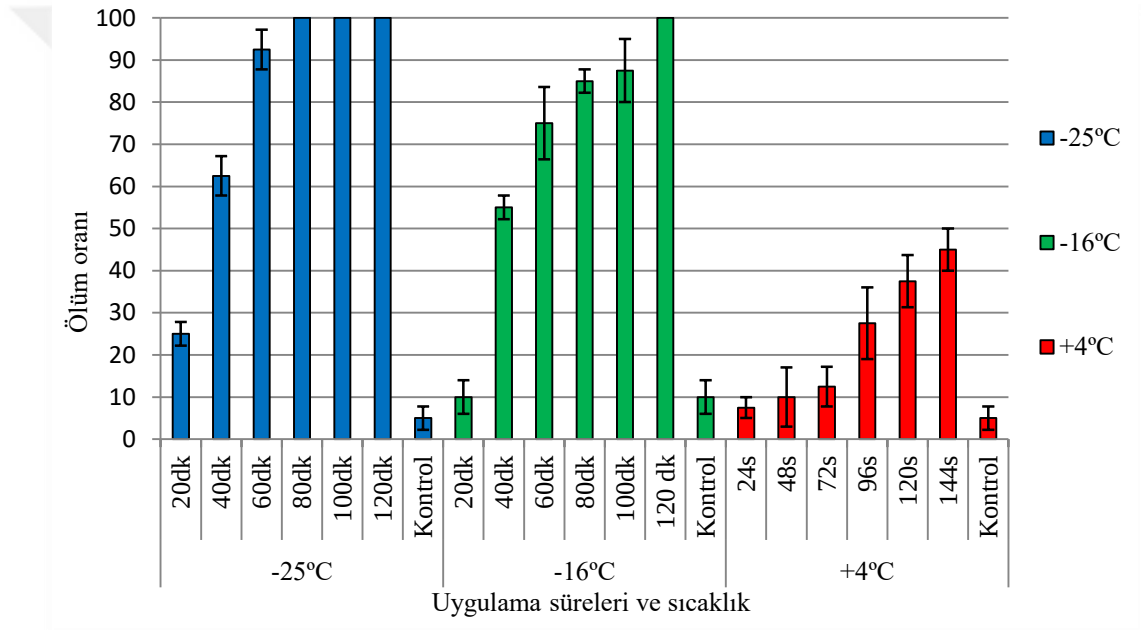
Tablo 4.7. *C. maculatus* 'un farklı sıcaklıklara maruz bırakılan pupa döneminde ölüm oranı (%)

Ölüm oranı (%) $\pm$ S. Hata							
Sıcaklık (°C)	20 dk	40dk	60dk	80dk	100dk	120dk	Kontrol
-25°C	25 $\pm$ 2.8c*	62.5 $\pm$ 4.7b	92.5 $\pm$ 4.7a	100a	100a	100a	5 $\pm$ 2.8d
-16°C	10 $\pm$ 4d	55 $\pm$ 2.8c	75 $\pm$ 8.6b	85 $\pm$ 2.8ab	87.5 $\pm$ 7.5ab	100a	10 $\pm$ 4d

*Her sıcaklık derecesi için ölüm oranları kendi içinde karşılaştırılmıştır. Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki fark tesadüften ibarettir (P<0.05)

Tablo 4.8. *C. maculatus* 'un 4 °C sıcaklığına maruz bırakılan pupa döneminde ölüm oranı (%)

Ölüm oranı (%) $\pm$ S. Hata							
Sıcaklık (°C)	24s	48s	72s	96s	120s	144s	Kontrol
+4°C	7.5 $\pm$ 2.5c*	10 $\pm$ 7bc	12.5 $\pm$ 4.7bc	27.5 $\pm$ 8.5ab	37.5 $\pm$ 6.2a	45 $\pm$ 5a	5 $\pm$ 2.8c



Şekil 4.4. Farklı sıcaklıklara maruz bırakılan *C. maculatus*'un pupa döneminde ölüm oranları

4.5. Ergin Dönemi Düşük Sıcaklık Uygulaması Ölüm Oranları

C. maculatus 'un 1-2 günlük erginleri 3 farklı düşük sıcaklığa farklı süreler ile maruz bırakıldığında, - 25 °C'de bütün tutulma sürelerinde ölüm oranı %100'e bulunmuştur. Erginler -16 °C 'ye maruz bırakıldığında ise ölüm oranı 20 dk tutulma sonra % 60 , 40 dk tutulma süresi sonrası ölüm oranı %92.5 bulunmuşken, 60 dk ve daha uzun tutulma sürelerinde ölüm oranı %100 bulunmuştur (Tablo 4.9). Pupalar +4 °C'ye maruz bırakıldığında 20-100 dk arası tutulma sürelerinde ölüm oranları % 50'yi bulmazken, 144 saat tutulma süresi sonunda %60 ölüm oranı bulunmuştur. Kontrol grubundaki ölüm oranları -25, -16 ve +4 °C için sırasıyla %2.5, %0 ve %7.5

olmuştur. Kontrol grubu ile diğer uygulamalar arasındaki fark, - 25 °C’de istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. -16 °C’de de kontrol ile diğer uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. +4 °C’de kontrol ile 24 ve 48 saat tutulma süreleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($P<0.05$) (Tablo 4.10 ve Şekil 4.5).

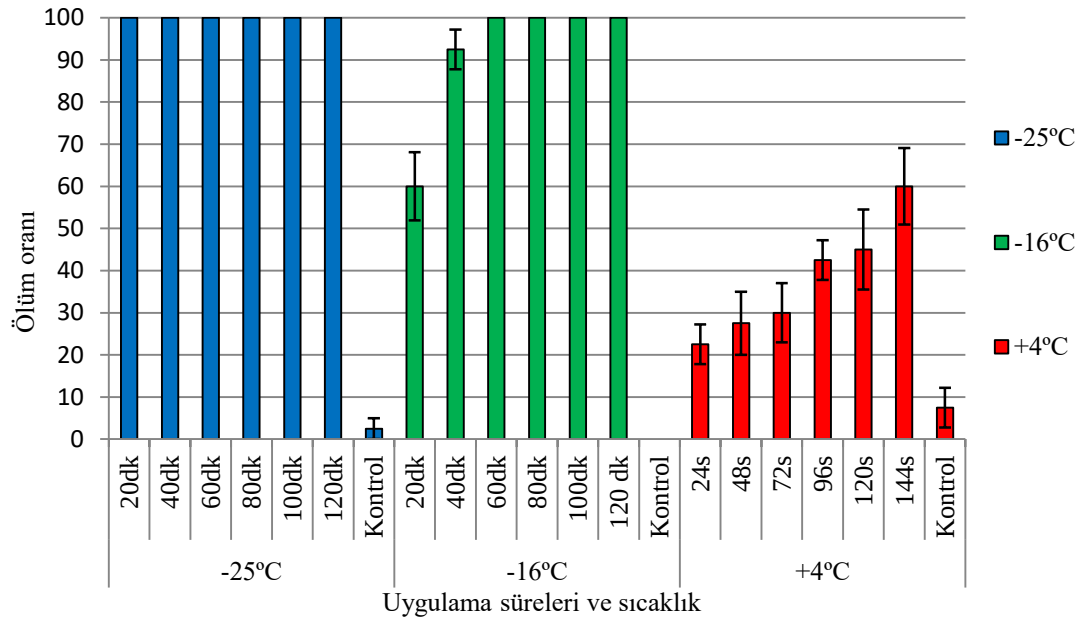
Tablo 4.9. *C. maculatus* ‘un farklı sıcaklıklara maruz bırakılan ergin döneminde ölüm oranı (%)

Ölüm oranı (%) $\pm$ S. Hata							
Sıcaklık (°C)	20 dk	40dk	60dk	80dk	100dk	120dk	Kontrol
-25°C	100a*	100a	100a	100a	100a	100a	2.5 $\pm$ 2.5b
-16°C	60 $\pm$ 8.1b	92.5 $\pm$ 4.7a	100a	100a	100a	100a	0c

*Her sıcaklık derecesi için ölüm oranları kendi içinde karşılaştırılmıştır. Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki fark tesadüften ibarettir ($P<0.05$)

Tablo 4.10. *C. maculatus* ‘un + 4 °C sıcaklığına maruz bırakılan ergin döneminde ölüm oranı (%)

Ölüm oranı (%) $\pm$ S. Hata							
Sıcaklık (°C)	24s	48s	72s	96s	120s	144s	Kontrol
+4°C	22.5 $\pm$ 4.7bc*	27.5 $\pm$ 7.5bc	30 $\pm$ 7b	42.5 $\pm$ 4.7ab	45 $\pm$ 9.5ab	60 $\pm$ 9.1a	7.5 $\pm$ 4.7c



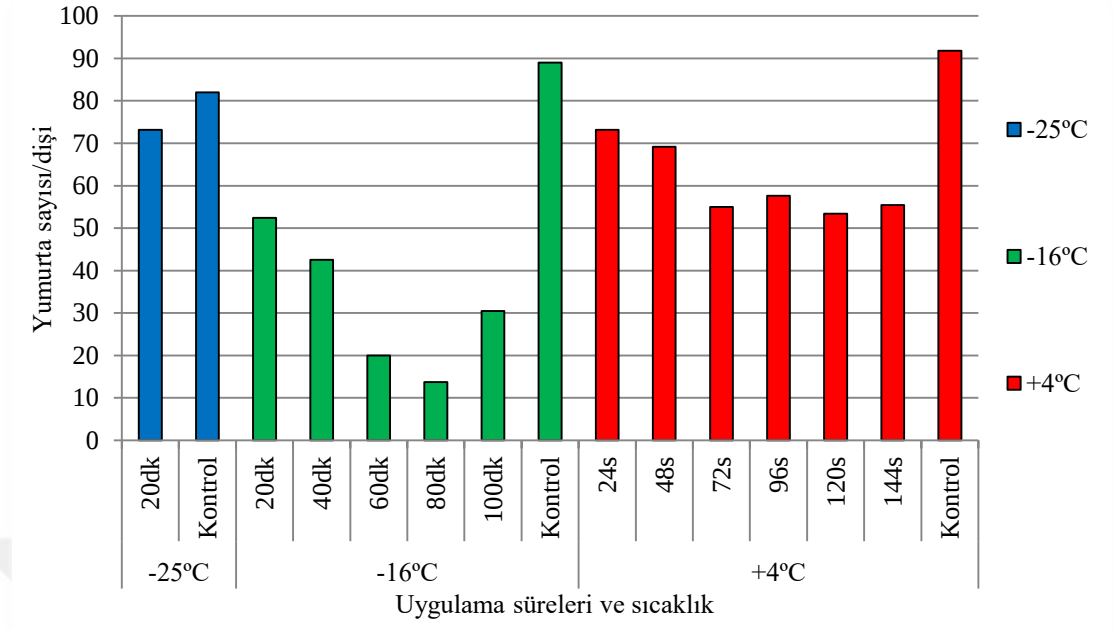
Şekil 4.5. Farklı sıcaklıklara maruz bırakılan *C. maculatus*’un ergin döneminde ölüm oranı

4.6. Yumurta Döneminde Düşük Sıcaklık Uygulamasından Sonra Çıkan Erginlerin Bıraktığı Yumurta Sayıları

C. maculatus' un üç farklı düşük sıcaklık uygulanan yumurtalarından gelişen erginlerin dişi başına yumurta sayılarını baktığımızda, -25 °C' de 20 dk maruziyet süresinde kontrol ile birbirine yakın değerler bulunmuştur. -16 °C' de 20-40 dk tutulma sürelerinde kontrole göre ortalama %50' ye yakın yumurta azalışı görünürken, 60 dk ve sonrasındaki tutulma sürelerinde ortalama olarak kontrole göre yumurta sayısında ortalama %70 azalma görülmüştür (Tablo 4.11). +4 °C' de en fazla yumurta 24 saat tutulma süresinde görülürken, diğer tutulma sürelerinde kontrole göre ortalama %40 oranında yumurta sayısında azalış görülmüştür (Tablo 4.11 ve Şekil 4.6).

Tablo 4.11. *C. maculatus* farklı sıcaklıklara maruz bırakılan yumurtalarından gelişen dişilerin yumurta sayısı

Sıcaklık (°C)	n (dişi)	Uygulama süresi	Yumurta sayısı/dişi
-25	5	20dk	73.2
	5	Kontrol	82
-16	5	20dk	52.4
	2	40dk	42.5
	1	60dk	20
	2	80dk	13.7
	2	100dk	30.5
	5	Kontrol	89
+4	5	24s	73.2
	5	48s	69.2
	5	72s	55
	5	96s	57.6
	5	120s	53.4
	5	144s	55.4
	5	Kontrol	91.8



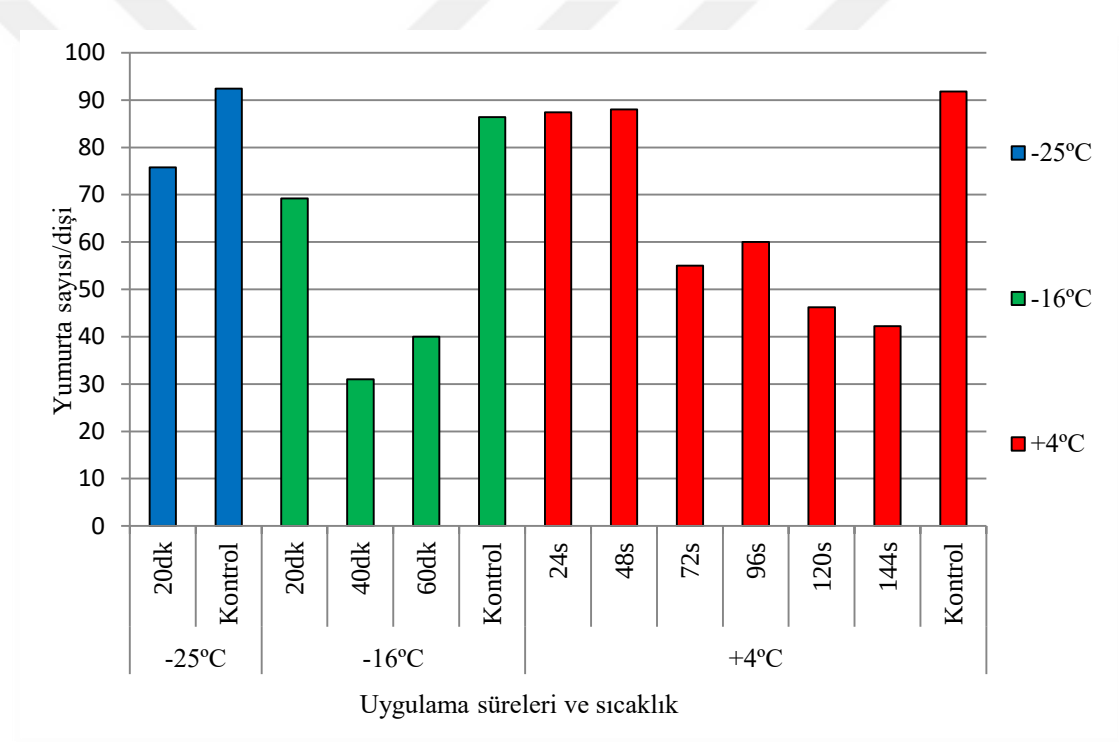
Şekil 4.6. Farklı sıcaklıklara maruz bırakılan *C. maculatus* yumurtalarının uygulama sonrası yaşayan erginlerinin yumurta sayıları

4.7. Genç Larva Döneminde Düşük Sıcaklık Uygulamasından Sonra Çıkan Erginlerin Bıraktığı Yumurta Sayıları

C. maculatus' un üç farklı düşük sıcaklık uygulanan genç larvalarından gelişen erginlerinin dişi başına yumurta sayılarını baktığımızda , -25 °C' de 20 dk maruziyet süresinde kontrol ile birbirine yakın değerler bulunmuştur. -16 °C' de 20 dk tutulma süresinde kontrole yakın yumurta sayısı görülürken, 40-60 dk tutulma sürelerinde ortalama olarak kontrole göre yumurta sayısında ortalama %60 oranında azalma görülmüştür (Tablo 4.12). +4 °C' de 24-48 saat tutulma süresinde kontrole yakın bir yumurta sayısı görülürken, 72 saat ve diğer tutulma sürelerinde kontrole göre ortalama %50 oranında yumurta sayısında azalış bulunmuştur (Tablo 4.12 ve Şekil 4.7).

Tablo 4.12. *C. maculatus*'un farklı sıcaklıklara maruz bırakılan genç larvalarından gelişen erginlerin yumurta sayısı

Sıcaklık (°C)	n (dişi)	Uygulama süresi	Yumurta sayısı/dişi
-25	5	20dk	75.8
	5	Kontrol	92.4
-16	5	20dk	69.2
	5	40dk	31
	1	60dk	40
	5	Kontrol	86.4
	5	24s	87.4
+4	5	48s	88
	5	72s	55
	5	96s	60
	5	120s	46.2
	5	144s	42.2
	5	Kontrol	91.8



Şekil 4.7. Farklı sıcaklıklara maruz bırakılan *C. maculatus* genç larvalarından gelişen erginlerin yumurta sayıları

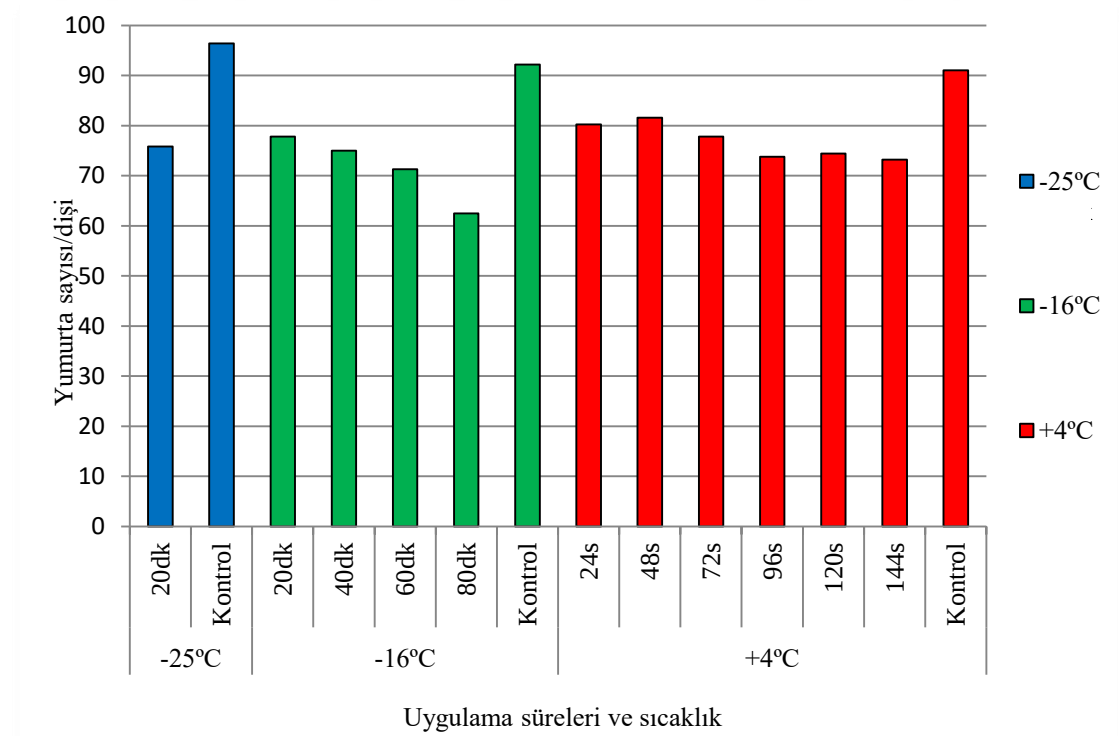
4.8. Olgun Larva Dönemi Düşük Sıcaklık Uygulamasından Sonra Çıkan Erginlerin Bıraktığı Yumurta Sayıları

C. maculatus' un üç farklı düşük sıcaklık uygulanan olgun larvalarından gelişen erginlerinin dişi başına yumurta sayılarını baktığımızda, -25 °C' de 20 dk maruziyet süresinde ortalama %20 oranında bir azalış bulunmuştur. -16 °C' de 20-80

dk tutulma süreleri kontrole yakın yumurta sayısı bulunmuştur., 40-60 dk tutulma sürelerinde kontrole göre ortalama olarak yumurta sayısında %60 oranında azalma görülmüştür (Tablo 4.13). +4 °C’ bütün tutulma süresinde kontrole yakın bir yumurta sayısı görülmüştür (Şekil 4.8).

Tablo 4.13. *C. maculatus* farklı sıcaklıklara maruz bırakılan olgun larvalardan gelişen erginlerin bıraktığı yumurta sayısı

Sıcaklık (°C)	n (dişi)	Uygulama süresi	Yumurta sayısı/dişi
-25	5	20dk	75.8
	5	Kontrol	96.4
-16	5	20dk	77.8
	4	40dk	75
	3	60dk	71.3
	2	80dk	62.5
	5	Kontrol	92.2
	5	24s	80.2
+4	5	48s	81.6
	5	72s	77.8
	5	96s	73.8
	5	120s	74.4
	5	144s	73.2
	5	Kontrol	91



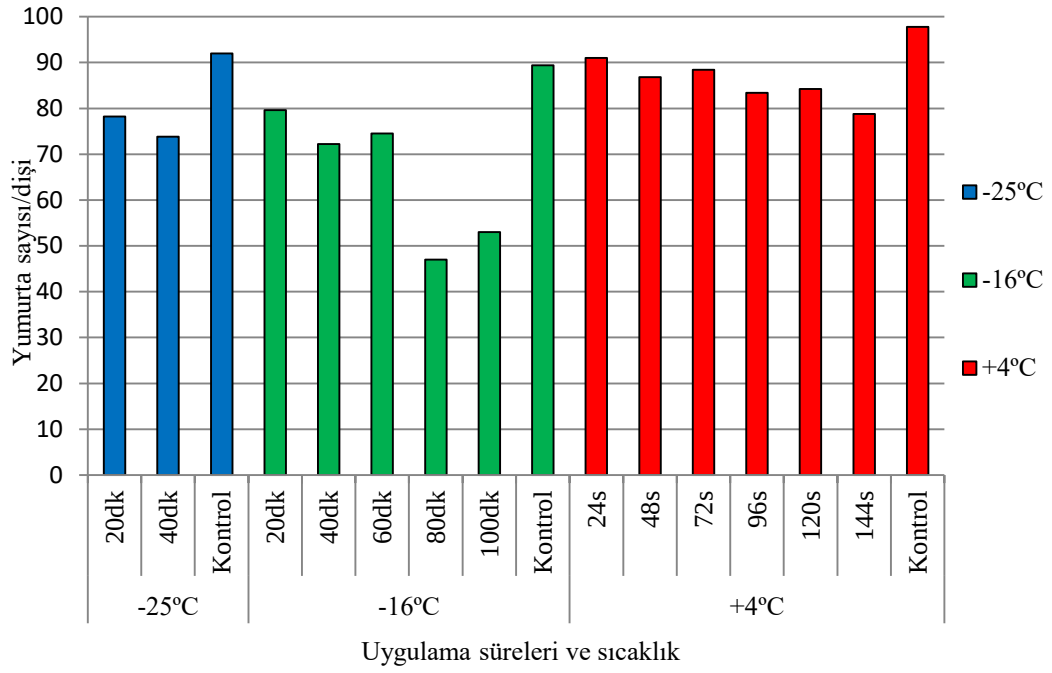
Şekil 4.8. *C. maculatus*’ un farklı sıcaklıklara maruz bırakılan olgun larvaların uygulama sonrası yaşayan erginlerin dişi başına yumurta sayıları

4.9. Pupa Dönemi Düşük Sıcaklık Uygulamasından Sonra Çıkan Erginlerin Bıraktığı Yumurta Sayıları

C. maculatus' un üç farklı düşük sıcaklık uygulanan pupalarından gelişen erginlerinin dişi başına yumurta sayılarını baktığımızda , -25 °C'de 20-40 dk maruziyet süresinde ortalama %15 oranında bir azalış görülmüştür. -16 °C'de 20-60 dk tutulma süreleri arasında ortalama %15 oranında azalma bulunmuşken, 80-100 dk tutulma sürelerinde ortalama olarak kontrole göre yumurta sayısında % 50 oranında azalma görülmüştür (Tablo 4.14). +4 °C'de bütün tutulma süresinde kontrole yakın yumurta sayısı görülürken, en fazla azalış 144 saat tutulma süresinde kontrole göre ortalama %20 oranında bulunmuştur (Şekil 4.9).

Tablo 4.14. *C .maculatus* farklı sıcaklıklara maruz bırakılan pupalarından gelişen erginlerin bıraktığı yumurta sayısı

Sıcaklık (°C)	n (dişi)	Uygulama süresi	Yumurta sayısı/dişi
-25	5	20dk	78.2
	5	40dk	73.8
	5	Kontrol	92
-16	5	20dk	79.6
	5	40dk	72.2
	4	60dk	74.5
	3	80dk	47
	2	100dk	53
	5	Kontrol	89.4
	5	24s	91
+4	5	48s	86.8
	5	72s	88.4
	5	96s	83.4
	5	120s	84.2
	5	144s	78.8
	5	Kontrol	97.8



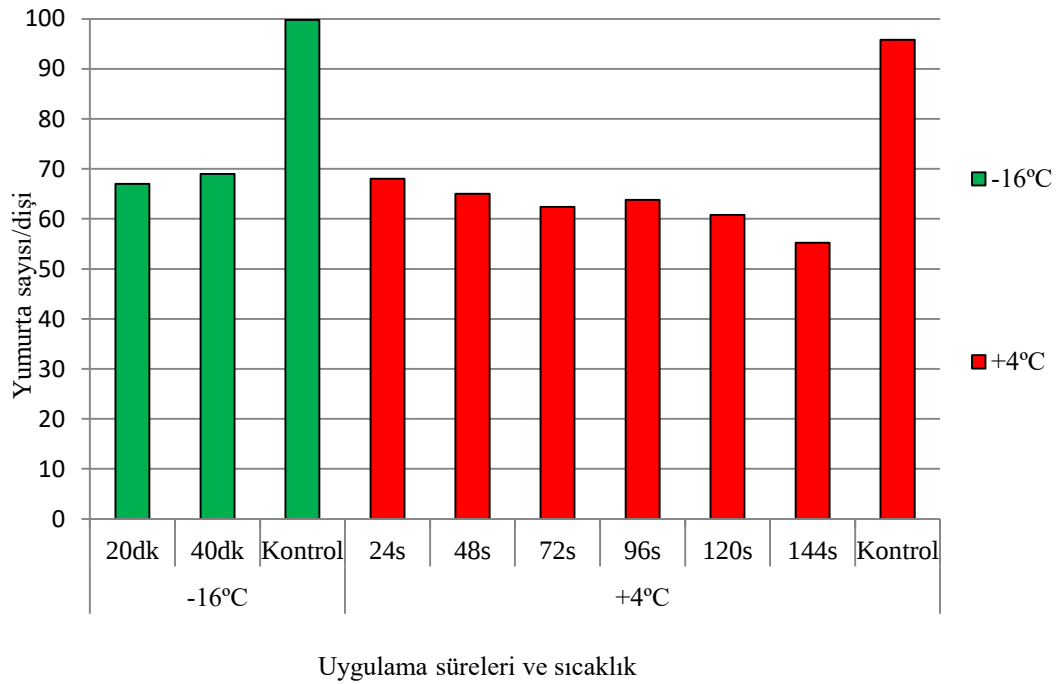
Şekil 4.9 *C. maculatus*' un farklı sıcaklıklara maruz bırakılan pupalarından gelişen erginlerin yumurta sayıları

4.10. Ergin Dönemi Düşük Sıcaklık Uygulamasından Sonra Erginlerin Bıraktığı Yumurta Sayıları

C. maculatus' un üç farklı düşük sıcaklık uygulanan erginlerinin dişi başına yumurta sayılarını baktığımızda, -25 °C sıcaklık uygulamasında hiçbir ergin hayatta kalmadığı için yumurta sayıları ile ilgili veri bulunmamaktadır. -16 °C' de 20-40 dk tutulma sürelerinde yumurta sayılarında kontrole göre ortalama %30 oranında azalma gözlenmiştir. 80-100 dk tutulma sürelerinde ortalama olarak kontrole göre yumurta sayısında %50 oranında azalma görülmüştür (Tablo 4.15). +4 °C' de bütün tutulma sürelerinde birbirlerine yakın yumurta sayıları gözlenmiştir. En fazla yumurta 24 saat tutulma süresinde 68, en az yumurta 144 saat tutulma süresinde 55.2 olarak bulunmuştur. (Şekil 4.10).

Tablo 4.15 *C. maculatus*'un farklı sıcaklıklara maruz bırakılan erginlerinin dişi başına yumurta sayısı

Sıcaklık	n (dişi)	Uygulama süresi	Yumurta sayısı/dişi
-16	5	20dk	67
	1	40dk	69
	5	Kontrol	99.8
+4	5	24s	68
	5	48s	65
	5	72s	62.4
	5	96s	63.8
	5	120s	60.8
	5	144s	55.2
	5	Kontrol	95.8



Şekil 4.10. *C. maculatus*' un farklı sıcaklıklara maruz bırakılan erginlerinin yumurta sayıları

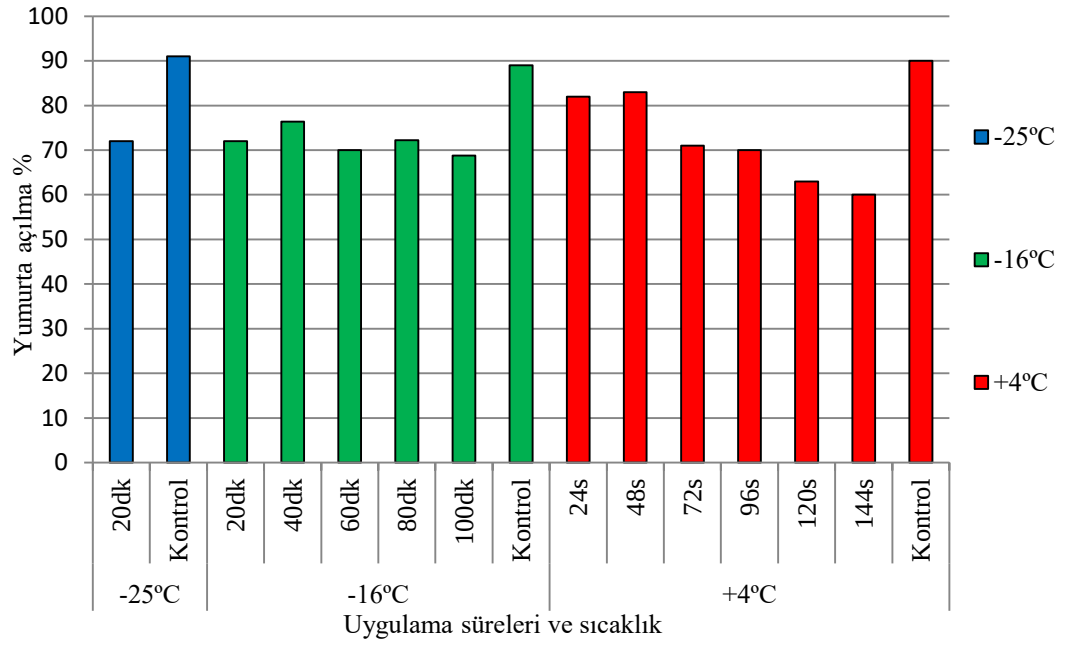
***-25 °C ergin dönemi uygulamasında hiç yaşayan ergin olmamıştır. Bu sebeple yumurta sayısı tablosu bulunmamaktadır

4.11. *C. maculatus* Yumurta Dönemi Düşük Sıcaklık Uygulamasından Gelişen Erginlerin Yumurta Açılma Oranı

C. maculatus' un üç farklı düşük sıcaklık uygulanan yumurtalarından gelişen erginlerin bıraktığı yumurtaların açılma oranlarına baktığımızda , -25 °C sıcaklıkta 20 dk tutulma süresinde %72 oranında bir açılma görülürken kontrolde % 91 oranında yumurta açılması görülmüştür. -16 C' de tüm tutulma sürelerinde yumurta açılma oranı ortalama %70 bulunurken kontrolde %89 oranında açılma gözlenmiştir. (Tablo 4.16). +4 °C' de 24-48 saat tutulma sürelerinde ortalama %80 açılma gözlenirken, 72-96 saat arasında ortalama %70 açılma gözlenmiştir ve 120-144 saat tutulma sürelerinde ortalama %60 oranında bir açılma gözlenmiştir. (Şekil 4.11) .

Tablo 4.16. *C. maculatus*'un farklı sıcaklıklara maruz bırakılan yumurtalarından gelişen erginlerin bıraktığı yumurtaların açılma oranı (%)

Sıcaklık (°C)	n (yumurta sayısı)	Uygulama süresi	Yumurta açılma %
-25	100	20dk	72
	100	Kontrol	91
-16	100	20dk	72
	85	40dk	76.4
	20	60dk	70
	55	80dk	72.2
	61	100dk	68.8
	100	Kontrol	89
	100	24s	82
+4	100	48s	83
	100	72s	71
	100	96s	70
	100	120s	63
	100	144s	60
	100	Kontrol	90



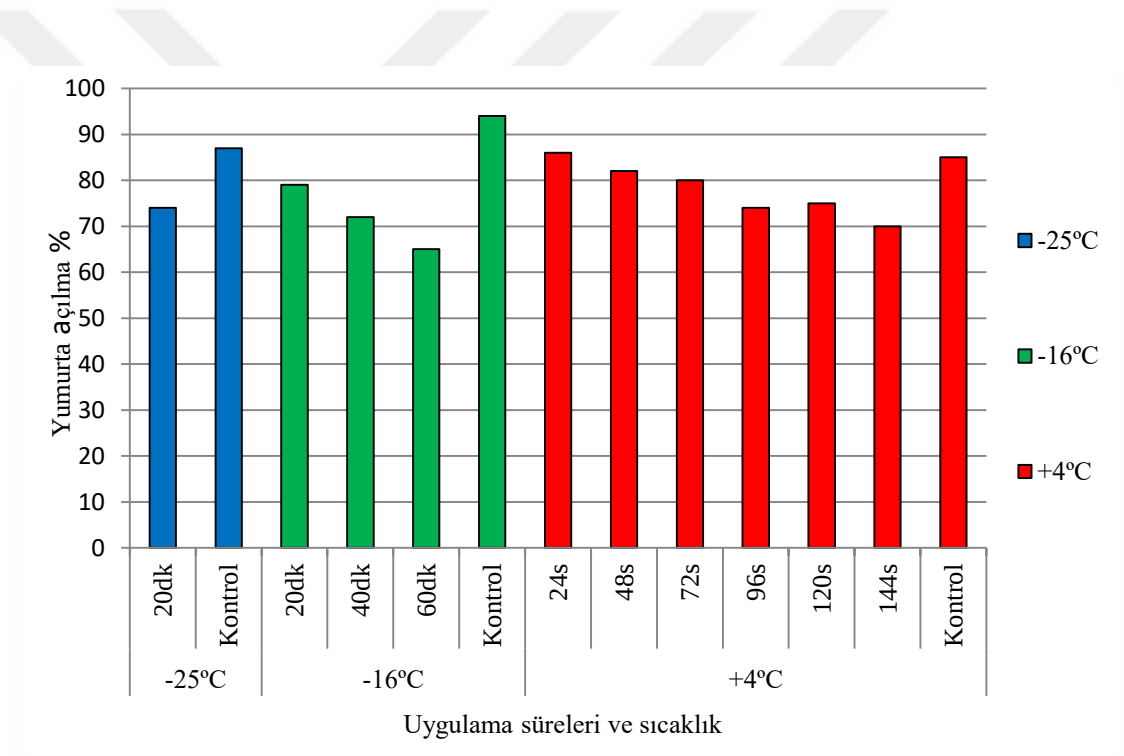
Şekil 4. 11. *C. maculatus*' un farklı sıcaklık uygulanan yumurta döneminden sonra çıkan erginlerin yumurta açılma (%)

4.12. Genç Larva Dönemi Düşük Sıcaklık Uygulamasından Gelişen Erginlerin Yumurta Açılma Oranı

C. maculatus' un üç farklı düşük sıcaklık uygulanan genç larvalarından gelişen erginlerin bıraktığı yumurtaların açılma oranlarına baktığımızda , -25 °C sıcaklıkta 20 dk tutulma süresinde %74 oranında bir açılma görülürken kontrolde % 87 oranında yumurta açılması görülmüştür. -16 °C' de tutulma süresi uzadıkça kademeli olarak yumurta açılma oranının azaldığı görülmüştür. (Tablo 4.17). +4 °C' de 24-72 saat tutulma sürelerinde ortalama %80 açılma gözlenirken, 96-144 saat tutulma arasında ortalama %70 açılma gözlenmiştir ve 120-144 saat tutulma sürelerinde ortalama %60 oranında bir açılma gözlenmiştir. (Şekil 4.12) . +4 °C' de kontrol ile 24-72 saat tutulma sürelerinde oldukça benzer yumurta açılma oranları bulunmuştur.

Tablo 4.17. *C. maculatus*'un farklı sıcaklıklara maruz bırakılan genç larvalarından gelişen erginlerin bıraktığı yumurtaların açılma oranı (%)

Sıcaklık (°C)	n (yumurta sayısı)	Uygulama süresi	Yumurta açılma %
-25	100	20dk	74
	100	Kontrol	87
-16	100	20dk	79
	100	40dk	72
	40	60dk	65
	100	Kontrol	94
	100	24s	86
+4	100	48s	82
	100	72s	80
	100	96s	74
	100	120s	75
	100	144s	70
	100	Kontrol	85



Şekil 4.12. *C. maculatus*'un farklı sıcaklık uygulanan genç larvalarından gelişen erginlerin yumurta açılma oranı (%)

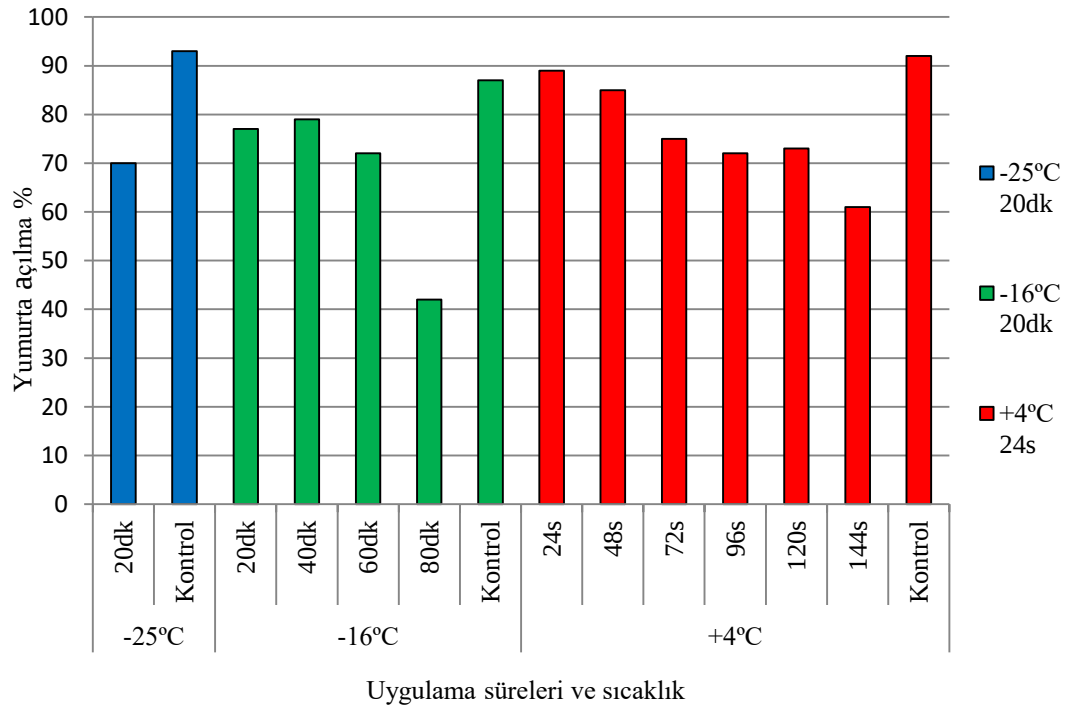
4.13. Olgun Larva Dönemi Düşük Sıcaklık Uygulaması Sonucu Gelişen Erginlerin Yumurta Açılma Oranı

C. maculatus' un üç farklı düşük sıcaklık uygulanan olgun larvalarından gelişen erginlerin bıraktığı yumurtaların açılma oranlarına baktığımızda , -25 °C sıcaklıkta 20 dk tutulma süresinde %74 oranında bir açılma görülürken kontrolde % 87 oranında yumurta açılması görülmüştür. -16 °C' de tutulma süresi uzadıkça

kademeli olarak yumurta açılma oranının azaldığı görülmüştür. (Tablo 4.18). +4 °C’ de 24-72 saat tutulma sürelerinde ortalama %80 açılma gözlenirken, 96-144 saat tutulma arasında ortalama %70 açılma gözlenmiştir ve 120-144 saat tutulma sürelerinde ortalama %60 oranında bir açılma gözlenmiştir. (Şekil 4.13) . +4 °C’ de kontrol ile 24-72 saat tutulma sürelerinde oldukça benzer yumurta açılma oranları bulunmuştur.

Tablo 4.18. *C. maculatus*’un farklı sıcaklıklara maruz bırakılan olgun larvalarından gelişen erginlerin bıraktığı yumurtaların açılma oranı (%)

Sıcaklık (°C)	n (yumurta sayısı)	Uygulama süresi	Yumurta açılma %
-25	100	20dk	70
	100	Kontrol	93
-16	100	20dk	77
	100	40dk	79
	100	60dk	72
	100	80dk	42
	100	Kontrol	87
	100	24s	89
+4	100	48s	85
	100	72s	75
	100	96s	72
	100	120s	73
	100	144s	61
	100	Kontrol	92



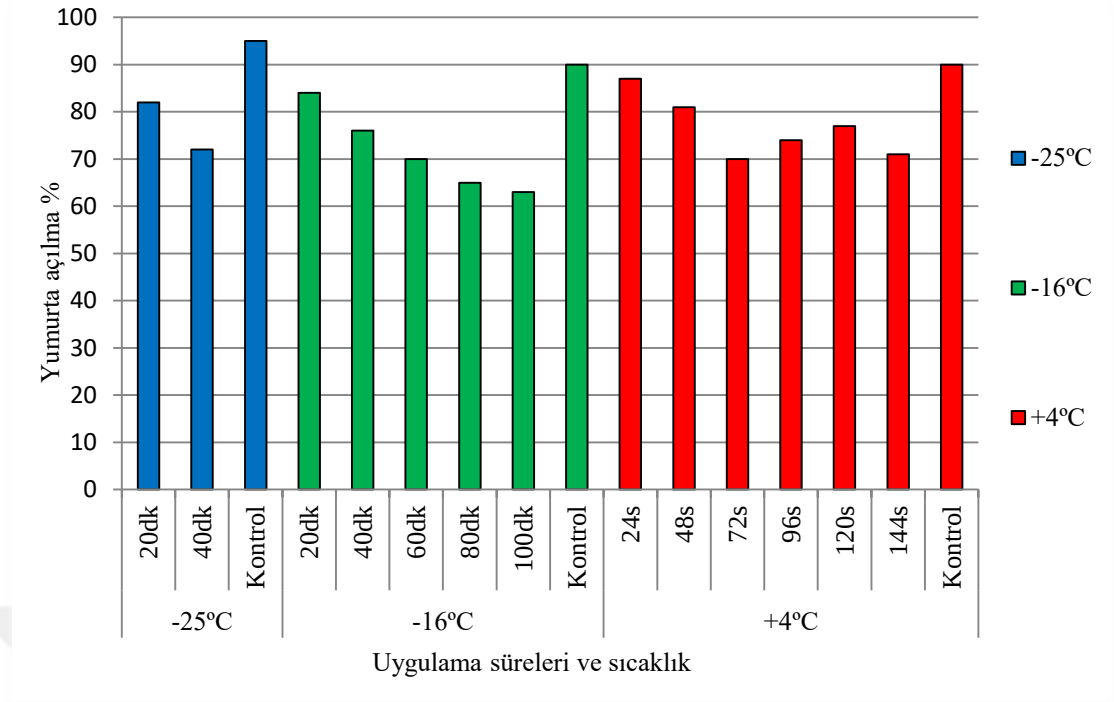
Şekil 4.13. *C. maculatus*’un farklı sıcaklık uygulanan olgun larvalarından gelişen erginlerin bıraktığı yumurtaların açılma oranı (%)

4.14. Pupa Dönemi Düşük Sıcaklık Uygulaması Sonucu Gelişen Erginlerin Yumurta Açılma Oranı

C. maculatus' un üç farklı düşük sıcaklık uygulanan pupalarından gelişen erginlerin bıraktığı yumurtaların açılma oranlarına baktığımızda , -25 °C sıcaklıkta en yüksek açılma oranı 20 dk tutulma süresinde %82 oranında bulunmuştur. 40 dk tutulma süresinde ise %72 oranında açılma bulunurken, kontrolde % 95 oranında bir açılma görülmüştür. bir açılma görülürken kontrolde %87 oranında yumurta açılması görülmüştür. -16 °C' de 20 dk tutulma süresinde %84 açılma oranı bulunmuşken, 40-60 dk tutulma süresinde ortalama %70 oranında bir yumurta açılma oranı bulunmuştur. 80-100 dk tutulma sürelerinde ise ortalama %65 oranında yumurta açılma gözlenmiştir. (Tablo 4.19). +4 °C' de 24 saat tutulma süresinde %87 oranında yumurta açılması gözlenmiştir, 48 saat tutulma süresinde %81 oranında, diğer tutulma sürelerinde ortalama %70 açılma gözlenmiştir. Kontrol grubunda ise %90 oranında yumurta açılımı görülmüştür (Şekil 4.14) . +4 °C' de kontrol ile 24-72 saat tutulma sürelerinde oldukça yakın yumurta açılma oranları bulunmuştur.

Tablo 4.19. *C. maculatus*'un farklı sıcaklıklara maruz bırakılan pupalarından gelişen erginlerin bıraktığı yumurtaların açılma oranı (%)

Sıcaklık (°C)	n (yumurta sayısı)	Uygulama süresi	Yumurta açılma
-25	100	20dk	82
	100	40dk	72
	100	Kontrol	95
-16	100	20dk	84
	100	40dk	76
	100	60dk	70
	100	80dk	65
	100	100dk	63
	100	Kontrol	90
+4	100	24s	87
	100	48s	81
	100	72s	70
	100	96s	74
	100	120s	77
	100	144s	71
	100	Kontrol	90



Şekil 4.14. *C. maculatus*' un farklı sıcaklık uygulanan pupalarından gelişen erginlerin bıraktığı yumurtaların açılma oranı (%)

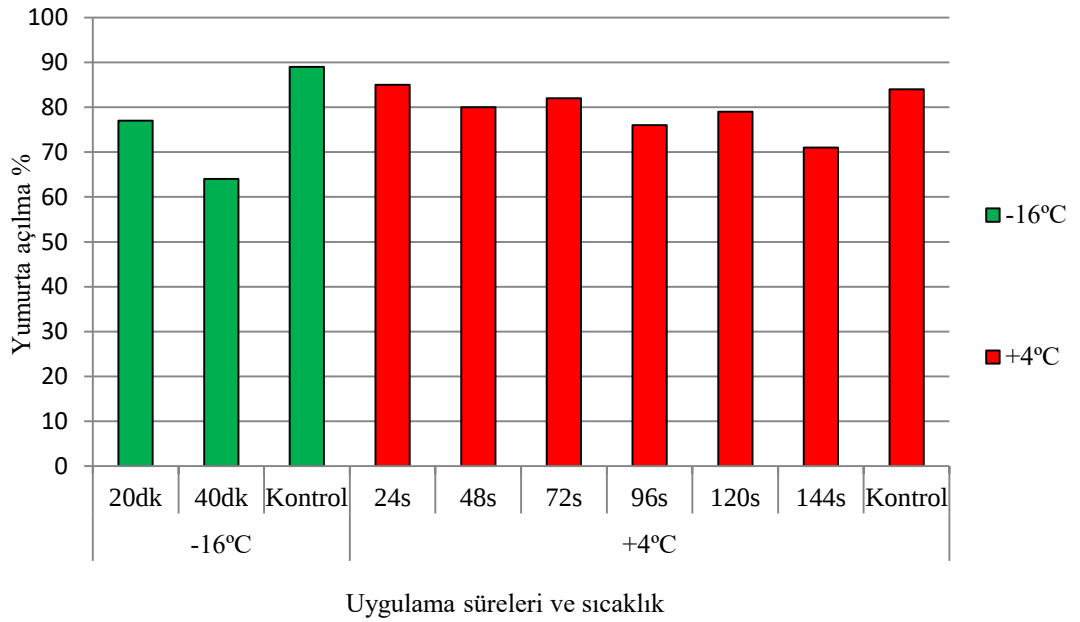
4.15. Ergin Dönemi Düşük Sıcaklık Uygulaması Sonucu Ergin Dişilerin Bıraktığı Yumurtaların Açılma Oranı

C. maculatus' un üç farklı düşük sıcaklık uygulanan erginlerinin bıraktığı yumurtaların açılma oranlarına baktığımızda , 25 °C sıcaklık uygulamasında hiçbir ergin hayatta kalmadığı için yumurta açılma oranları ile ilgili veri bulunmamaktadır. -16 °C' de 20 dk tutulma süresinde %77 açılma oranı gözlenirken, 40 dk tutulma süresinde % 64 oranında bir yumurta açılma oranı gözlenmiştir. Kontrol grubunda ise %89 oranında bir açılma oranı gözlenmiştir. 40 dk tutulma süresinden kontrolden ortalama %35 oranında düşük açılma oranı gözlenmiştir. (Tablo 4.20). +4 °C' de en yüksek yumurta açılma oranı 24 saat tutulma süresinde %85 iken, en düşük yumurta açılma oranı 144 saat tutulma süresinde %71 bulunmuştur. Kontrol grubunda ise %84 oranında yumurta açılımı görülmüştür (Şekil 4.15).

Tablo 4.20. *C. maculatus*'un farklı sıcaklıklara maruz bırakılan erginlerinin yumurta açılma oranı (%)

Sıcaklık (°C)	n (yumurtasayısı)	Uygulama süresi	Yumurta açılma %
-16	100	20dk	77
	69	40dk	64
	100	Kontrol	89
+4	100	24s	85
	100	48s	80
	100	72s	82
	100	96s	76
	100	120s	79
	100	144s	71
	100	Kontrol	84

*-25 °C ergin dönemi uygulamasında hiç yaşayan ergin olmamıştır. Bu sebeple yumurta tablosu



Şekil 4.15. *C. maculatus*' un farklı sıcaklık uygulanan ergin döneminin bıraktığı yumurtaların açılma oranı (%)***-25 °C ergin dönemi uygulamasında hiç yaşayan ergin olmamıştır. Bu sebeple yumurta tablosu bulunmamaktadır.

4.16. Yumurta Dönemine Düşük Sıcaklık Uygulandıktan Sonra Gelişen Erginlerin Ömrü

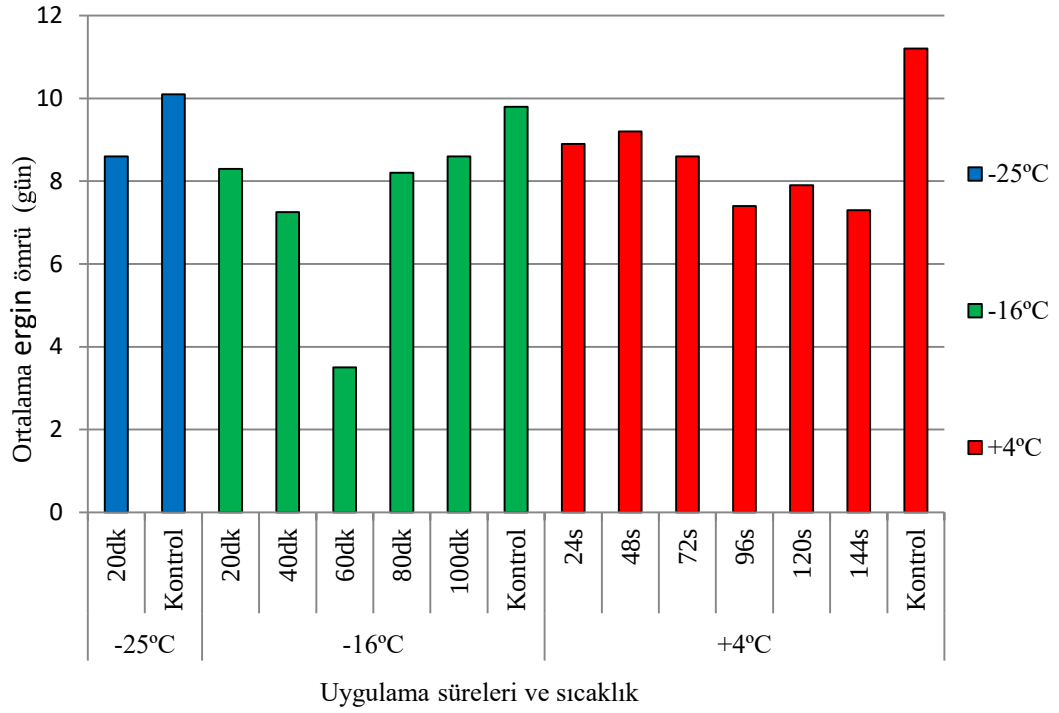
C. maculatus' un üç farklı düşük sıcaklık uygulanan yumurtalarından gelişen erginlerin ömürlerine baktığımızda , -25 °C sıcaklıkta 20 dk tutulma süresinde 8.6 günlük ortalama ömür gözlenmişken, kontrolde 10.1 gün ortalama ömür gözlenmiştir. -16 °C'de 60 dk tutulma süresi haricindeki bütün tutulma süresinde ortalama ömür birbirine yakın bulunmuştur. Kontrol grubu ortalama 9.8 gün yaşamıştır. Eksi sıcaklıklar arasında en kısa ömür -16 °C'de 60 dk tutulma süresinde 3,5 gün olarak görülürken(anlamsız n sayısından kaynaklandığı düşünülmektedir), en uzun ömür 8.6 gün ile -16 °C'de 100 dk tutulma süresinde görülmüştür (Tablo 4.21). +4 °C'de en uzun ömür 48 saat tutulma süresinde 9.2 olarak görülürken, en kısa ömür 144 saat tutulma süresinde 7.3 olarak görülmüştür (Tablo 4.22 ve Şekil 4.16).

Tablo 4.21. *C. maculatus*'un Farklı sıcaklıklara maruz bırakılan yumurtalarından gelişen bir generasyon sonraki erginlerinin ortalama ergin ömür süresi (gün)

Ortalama ergin ömrü (gün)							
Sıcaklık (°C)	20 dk	40dk	60dk	80dk	100dk	120dk	Kontrol
-25°C	8.6	-	-	-	-	-	10.1
n sayısı	10	-	-	-	-	-	10
-16°C	8.3	7.25	3.5	8.2	8.6	-	9.8
n sayısı	10	4	2	4	5	-	10

Tablo 4.22. *C. maculatus* 'un 4°C sıcaklığı maruz bırakılan yumurtalarının gelişen bir generasyon sonraki erginlerin ortalama ömür süresi (gün)

Ortalama ergin ömrü (gün)							
Sıcaklık (°C)	24s	48s	72s	96s	120s	144s	Kontrol
+4°C	8.9	9.2	8.6	7.4	7.9	7.3	11.2
n sayısı	10	10	10	10	10	10	10



Şekil 4.16. *C. maculatus*'un farklı sıcaklıklara maruz bırakılan yumurta döneminden gelişen erginlerin ortalama ömür süresi

4.17. Genç Larva Dönemi Düşük Sıcaklık Uygulaması Sonrası Gelişen Erginlerin Ömrü

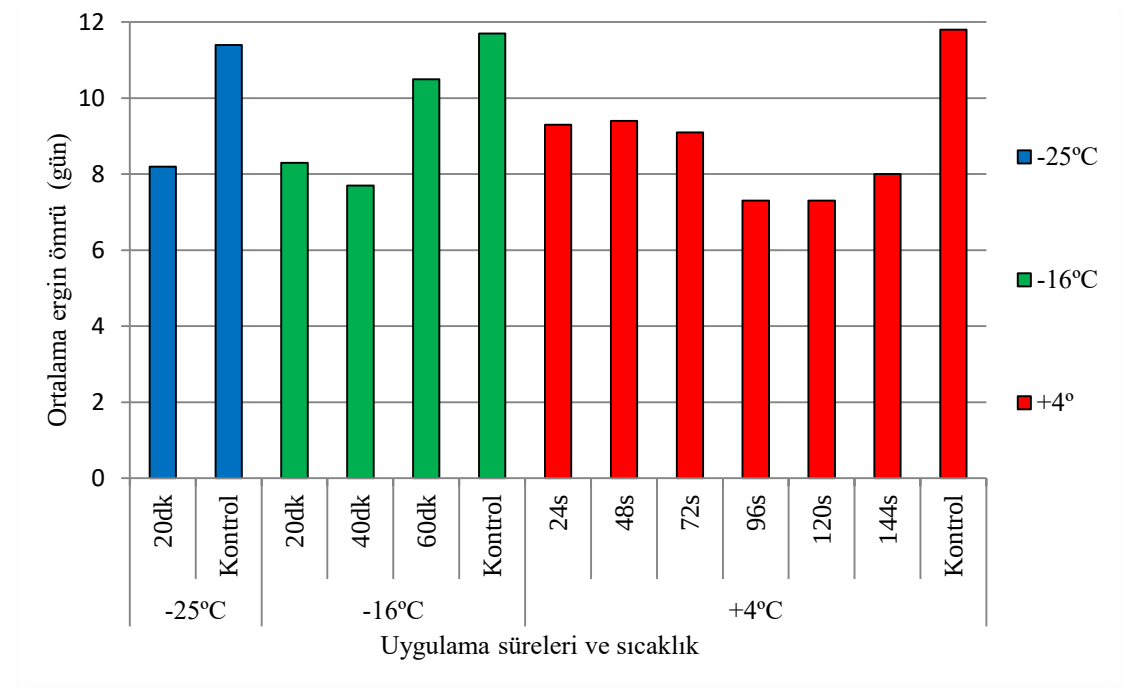
C. maculatus' un üç farklı düşük sıcaklık uygulanan genç larvalarından gelişen erginlerin ömürlerine baktığımızda , -25 °C sıcaklıkta 20 dk tutulma süresinde 8.2 günlük ortalama ömür gözlenmişken, kontrolde 11.4 gün ortalama ömür gözlenmiştir. -16 °C'de 60 dk tutulma süresi haricindeki bütün tutulma süresinde ortalama ömür birbirine yakın bulunmuştur. Kontrol grubu ortalama 9.8 gün yaşamıştır. Eksi sıcaklıklar arasında en kısa ömür -16 °C'de 40 dk tutulma süresinde 7.7 gün olarak görülürken, en uzun ömür 10.5 gün ile -16 °C' de 60 dk tutulma süresinde görülmüştür (Tablo 4.23). +4 °C' de en uzun ömür 48 saat tutulma süresinde 9.4 gün olarak görülürken, en kısa ömür 96-120 saat tutulma sürelerinde 7.3 olarak görülmüştür. Kontrol grubu ise 11.8 gün ortalama ömür görülmüştür (Tablo 4.24, Şekil 4.17).

Tablo 4.23. *C. maculatus*'un farklı sıcaklıklara maruz bırakılan genç larvalarının bir generasyon sonraki erginlerinin ortalama ergin ömür süresi (gün)

Ortalama ergin ömür (gün)							
Sıcaklık (°C)	20 dk	40dk	60dk	80dk	100dk	120dk	Kontrol
-25°C	8.2	-	-	-	-	-	11.4
n sayısı	10	-	-	-	-	-	10
-16°C	8.3	7.7	10.5	-	-	-	11.7
n sayısı	10	10	2	-	-	-	10

Tablo 4.24. *C. maculatus*'un 4 °C sıcaklığı maruz bırakılan genç larvalarından gelişen bir generasyon sonraki erginlerin ortalama ömür süresi (gün)

Ortalama ergin ömür (gün)							
Sıcaklık (°C)	24s	48s	72s	96s	120s	144s	Kontrol
+4°C	9.3	9.4	9.1	7.3	7.3	8	11.8
n sayısı	10	10	10	10	10	10	10



Şekil 4.17. Farklı sıcaklıklara maruz bırakılan *C. maculatus* 'un genç larvalarından gelişen erginlerin ortalama ömür süresi

4.18. Olgun Larva Dönemi Düşük Sıcaklık Uygulaması Sonrası Gelişen Erginlerin Ömrü

C. maculatus' un üç farklı düşük sıcaklık uygulanan olgun larvalarından gelişen erginlerin ömürlerine baktığımızda , -25 °C sıcaklıkta en uzun ortalama ömür

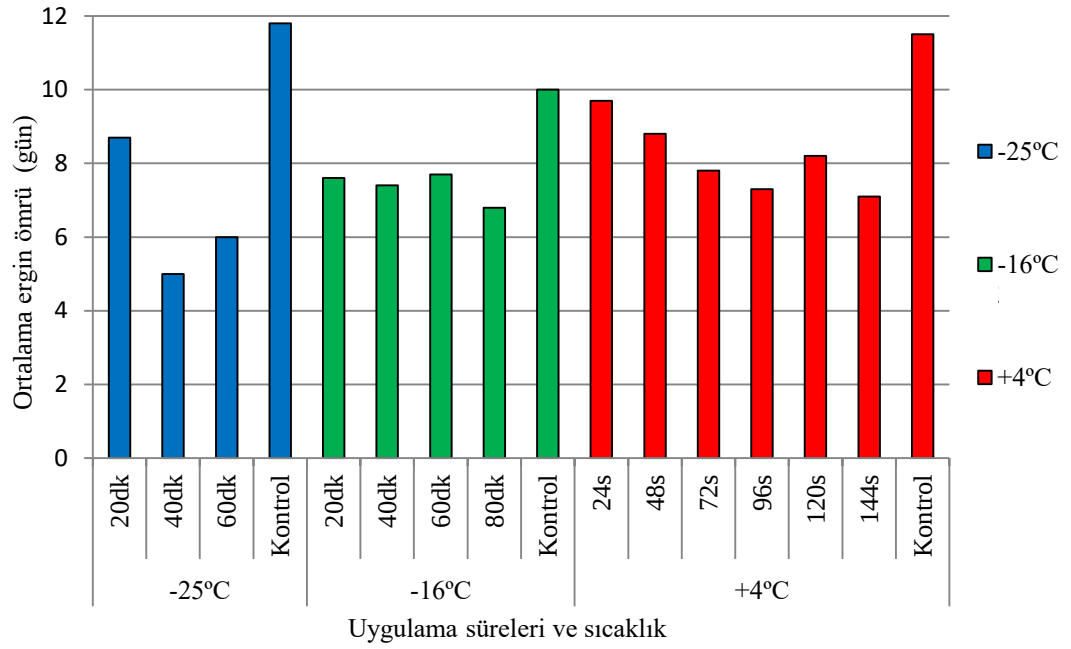
20 dk tutulma süresinde 8.7 gün bulunmuşken, en kısa ömür 40 dk tutulma süresinde 5 gün olarak bulunmuştur. 40 ve 60 dk tutulma sürelerinde kontrole göre ortalama %50 oranında ömürde kısalma gözlenmiştir. -16 °C’ de 20, 40, 60 dk tutulma sürelerinde ortalama ömür birbirine çok yakın gözlemlenmişken, -16 °C 80 dk tutulma süresinde en kısa ömür görülmüştür. Kontrol grubu ortalama ömrü 10 gün olarak bulunmuştur. Eksi sıcaklıklar arasında en kısa ömür -25 °C’de 40 dk tutulma süresinde 5 gün olarak görülürken, en uzun ömür 8.7 gün ile -25 °C’ de 20 dk tutulma süresinde görülmüştür (Tablo 4.25). +4 °C’ de en uzun ömür 24 saat tutulma süresinde 9.7 gün olarak bulunurken, en kısa ömür 144 saat tutulma sürelerinde 7.1 olarak görülmüştür. Kontrol grubunun ise 11.5 gün ortalama ömür süresine sahip olduğu bulunmuştur (Tablo 4.26 ve Şekil 4.18).

Tablo 4.25. *C .maculatus*’un farklı sıcaklıklara maruz bırakılan olgun larvalarının gelişen bir generasyon sonraki erginlerinin ortalama ergin ömür süresi (gün)

Sıcaklık (°C)	Ortalama ergin ömrü (gün)						Kontrol
	20 dk	40dk	60dk	80dk	100dk	120dk	
-25°C	8.7	5	6	-	-	-	11.8
n sayısı	10	1	1	-	-	-	10
-16°C	7.6	7.4	7.7	6.8	-	-	10
n sayısı	10	9	7	5	-	-	10

Tablo 4.26. *C. maculatus* ‘un 4°C sıcaklığı maruz bırakılan olgun larvalarından gelişen bir generasyon sonraki erginlerin ortalama ömür süresi (gün)

Sıcaklık (°C)	Ortalama ergin ömrü (gün)						Kontrol
	24s	48s	72s	96s	120s	144s	
+4°C	9.7	8.8	7.8	7.3	8.2	7.1	11.5
n sayısı	10	10	10	10	10	10	10



Şekil 4.18. Farklı sıcaklıklara maruz bırakılan *C. maculatus* 'un olgun larvalarından gelişen erginlerin ortalama ömür süresi

4.19. Pupa Dönemi Düşük Sıcaklık Uygulaması Sonrası Gelişen Erginlerin Ömrü

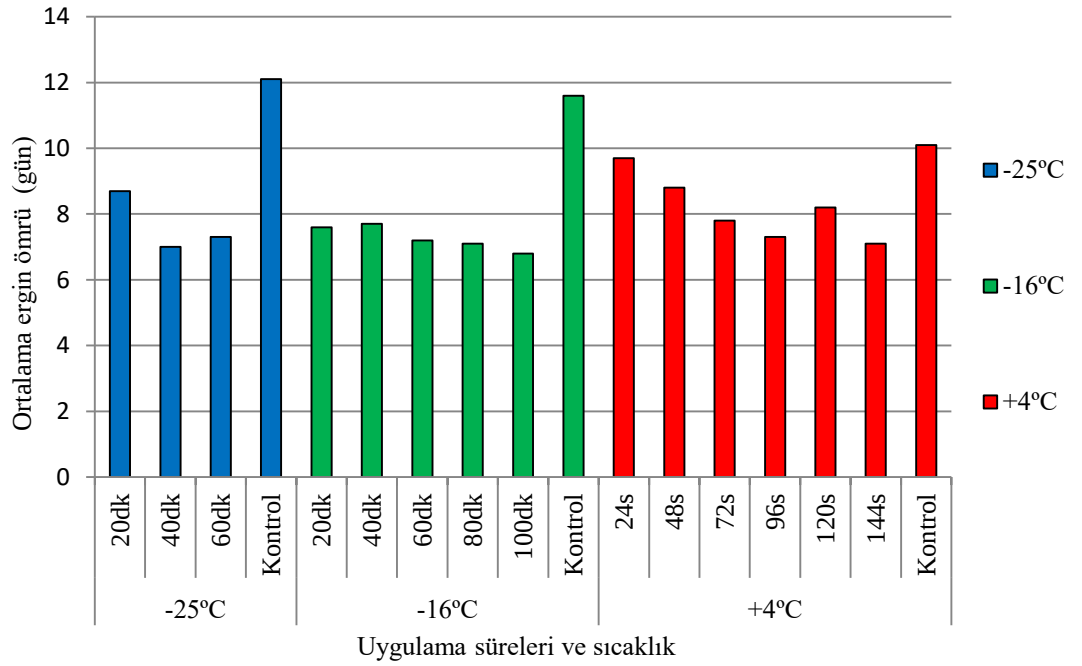
C. maculatus ' un üç farklı düşük sıcaklık uygulanan pupalarından gelişen erginlerin ömürlerine baktığımızda , -25 °C sıcaklıkta en uzun ortalama ömür 20 dk tutulma süresinde 8.7 gün bulunmuşken, en kısa ömür 40 dk tutulma süresinde 7 gün olarak bulunmuştur. -25 °C' de 40 ve 60 dk tutulma sürelerinde ortalama ömür birbirine çok yakın bulunmuştur. Kontrol grubunun ise 12.1 gün ortalama ömüre sahip olduğu bulunmuştur. -16 °C' de 40 dk tutulma süresinde 7.7 ile en uzun ortalama ömür bulunmuşken, en kısa ömür 100 dk tutulma süresinde 6.8 olarak bulunmuştur. Kontrol grubunda ise ortalama ömür 11.6 olarak bulunmuştur. (Tablo 4.27). +4 °C' de en uzun ömür 24 saat tutulma süresinde 9.7 gün olarak bulunurken, en kısa ömür 144 saat tutulma sürelerinde 7.1 olarak görülmüştür. Kontrol grubunun ise 10.1 gün ortalama ömür süresine sahip olduğu bulunmuştur (Tablo 4.28 ve Şekil 4.19).

Tablo 4.27. *C. maculatus*'un Farklı sıcaklıklara maruz bırakılan pupalarından gelişen erginlerinin ortalama ergin ömür süresi (gün)

Ortalama ergin ömrü (gün)							
Sıcaklık (°C)	20 dk	40dk	60dk	80dk	100dk	120dk	Kontrol
-25°C	8.7	7	7.3	-	-	-	12.1
n sayısı	10	10	3	-	-	-	10
-16°C	7.6	7.7	7.2	7.1	6.8	-	11.6
n sayısı	10	10	10	6	5	-	10

Tablo 4.28. *C. maculatus* 'un 4°C sıcaklıklığı maruz bırakılan pupalarından gelişen erginlerin ortalama ömür süresi (gün)

Ortalama ergin ömrü (gün)							
Sıcaklık (°C)	24s	48s	72s	96s	120s	144s	Kontrol
+4°C	9.7	8.8	7.8	7.3	8.2	7.1	10.1
n sayısı	10	10	10	10	10	10	10



Şekil 4.19. Farklı sıcaklıklara maruz bırakılan *C. maculatus*'un pupa dönemi uygulaması sonrası çıkan erginlerin ortalama ömür süresi

4.20. Ergin Dönemi Düşük Sıcaklık Uygulaması Sonrası Erginlerin Ömrü

C. maculatus' un üç farklı düşük sıcaklık uygulanan erginleri ömürlerine baktığımızda , -25 °C sıcaklık uygulamasında hiçbir ergin hayatta kalmadığı için ortalama ergin ömrü ile ilgili veri bulunmamaktadır -16 °C' de 20 dk tutulma süresinde 4.4 gün ile en uzun ortalama ömür bulunmuşken, en kısa ömür 40 dk

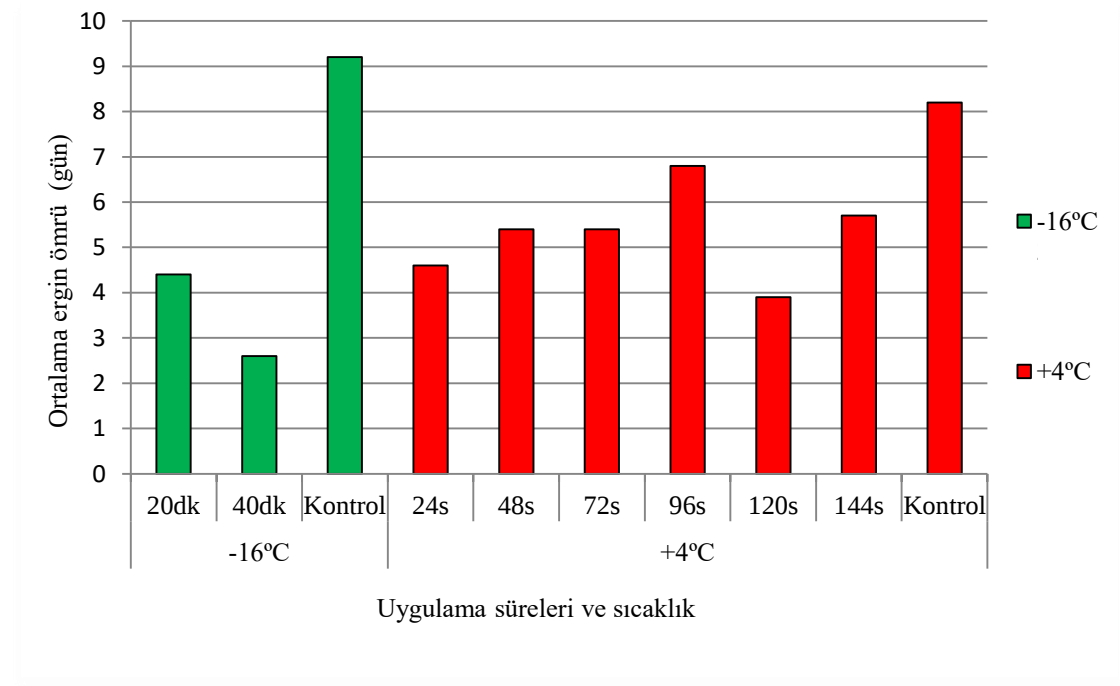
tutulma süresinde 2.6 gün olarak bulunmuştur. Kontrol grubunda ise ortalama ömür 9.2 olarak bulunmuştur. (Tablo 4.29). +4 °C’ de en uzun ömür 96 saat tutulma süresinde 6.8 gün olarak bulunurken, en kısa ömür 120 saat tutulma süresinde 3.9 saat olarak bulunmuştur. Kontrol grubunun ise 8.2 gün ortalama ömür süresine sahip olduğu bulunmuştur (Tablo 4.30 ve Şekil 4.20).

Tablo 4.29. *C. maculatus*’un farklı sıcaklıklara maruz bırakılan erginlerinden gelişen bir generasyon sonraki erginlerinin ortalama ergin ömür süresi (gün)

Sıcaklık (°C)	Ortalama ergin ömrü (gün)						Kontrol
	20 dk	40dk	60dk	80dk	100dk	120dk	
-16°C	4.4	2.6	-	-	-	-	9.2
n sayısı	10	3	-	-	-	-	10

Tablo 4.30. *C. maculatus* ‘un 4°C sıcaklığı maruz bırakılan erginlerinden gelişen bir generasyon sonraki erginlerin ortalama ömür süresi (gün)

Sıcaklık (°C)	Ortalama ergin ömrü (gün)						Kontrol
	24s	48s	72s	96s	120s	144s	
+4°C	4.6	5.4	5.4	6.8	3.9	5.7	8.2
n sayısı	10	10	10	10	10	10	10



Şekil 4.20. Farklı sıcaklıklara maruz bırakılan *C. maculatus* ‘un erginlerinden gelişen bir generasyon sonraki erginlerin ömür süresi

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada, *C. maculatus*'un yumurta, genç larva, yaşlı larva, pupa, ergin dönemlerine 3 farklı düşük sıcaklığın (-25 °C, -16 °C, +4 °C) altı farklı maruziyet süresinde(eksi sıcaklıklar için 20 dk, 40dk, 60dk, 80dk, 100dk, 120dk ve +4 için 24s, 48s, 72s, 96s, 120s, 144s) tutulmasıyla ölüm oranı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Uygulama sonrası ölmeyip yaşamına devam eden bireylerin bir sonraki nesil ergin döneme ulaşanlarından eğer yeterince birey yaşamış ise en az 5 çift alınıp dişi başı yumurta sayısı, yumurta açılma oranı ve ergin ömürleri üzerindeki dolaylı etkileri incelenmiştir.

Çalışmada, yumurta dönemi sıcaklık uygulamasında -25 °C'de 20, 40, 60, 80, 100, 120 dk tutulma süreleri sonucunda sırasıyla %57,5 , %100 , %100, %100, %100, %100 ölüm oranları görülmüştür. -16 °C'de 20, 40, 60, 80, 100, 120 dk tutulma süreleri sonucunda sırasıyla %10, %90, % 95, % 90, %87,5 , %100 ölüm oranları görülmüştür. +4 °C'de 24s, 48s, 72s, 96s, 120s, 144s tutulma süreleri sonucunda sırasıyla %17.5 , %12.5 , %175 , %35 , % 62.5 , % 67.5 ölüm oranı görülmüştür.

Genç larva dönemi sıcaklık uygulamasında -25 °C'de 20, 40, 60, 80, 100, 120 dk tutulma süreleri sonucunda sırasıyla %62.5, %100 , %100, %100, %100, %100 ölüm oranları görülmüştür. -16 °C'de 20, 40, 60, 80, 100, 120 dk tutulma süreleri sonucunda sırasıyla %10, %7.5, %95, 100 , % 100, %100 ölüm oranları görülmüştür. +4 °C' de 24s, 48s, 72s, 96s, 120s, 144s tutulma süreleri sonucunda sırasıyla % 0, % 0, %17.5 , % 15, %17.5 , % 40 ölüm oranları görülmüştür.

Yaşla larva dönemi sıcaklık uygulamasında -25 °C' de 20, 40, 60, 80, 100, 120 dk tutulma süreleri sonucunda sırasıyla %50, %97.5, %97.5, %100, %100, %100 ölüm oranları görülmüştür. -16 °C'de 20, 40, 60, 80, 100, 120 dk tutulma süreleri sonucunda sırasıyla %7.5, %77.5, %82.5, %87.5, %100, %100 ölüm oranları görülmüştür. +4 °C' de 24s, 48s, 72s, 96s, 120s, 144s tutulma süreleri sonucunda sırasıyla %2.5 , %12.5, %17.5, %30 , % 37.5, %50 ölüm oranları görülmüştür.

Pupa dönemi sıcaklık uygulamasında -25 °C' de 20, 40, 60, 80, 100, 120 dk tutulma süreleri sonucunda sırasıyla %25, %62.5, %92.5, %100, %100, %100 ölüm oranları görülmüştür. -16 °C'de 20, 40, 60, 80, 100, 120 dk tutulma süreleri sonucunda sırasıyla %10, %55, %75, %85, %87.5, % 100 ölüm oranları görülmüştür.

+4 °C’ de 24s, 48s, 72s, 96s, 120s, 144s tutulma süreleri sonucunda sırasıyla %7.5, %10, %12.5, %27.5, %37.5, %45 ölüm oranları görülmüştür.

Ergin dönemi sıcaklık uygulamasında -25 °C’ de bütün tutulma sürelerinde %100 ölüm görülmüştür. -16 °C’de 20, 40, 60, 80, 100, 120 dk tutulma süreleri sonucunda sırasıyla %60, %92.5, %100, %100, %100, %100 ölüm oranları görülmüştür.

+4 °C ’ de 24s, 48s, 72s, 96s, 120s, 144s tutulma süreleri sonucunda sırasıyla % 22.5, % 27.5 , % 30, % 42.5, % 45, % 60 ölüm oranları görülmüştür.

Johnson ve Valero (2000), *C. maculatus* erginlerine -18 °C’ de 10, 20, 30, 40, 50, 60 dakika maruziyeti sonucu sırasıyla %6.7, %16.7, % 83.3, % 83.3, %100, % 100 ölüm oranları gözlenmiştir. Ergin dışı dönemlerde -18 °C’ de 1-3 günlükken (yumurtalar), 4-6 günlükken (birinci dönem larvalar), 9-11 günlükken (ikinci-üçüncü dönem larvalar), 15-17 günlükken (üçüncü dönem larvalar ve pupalar) ve 20-22 günlükken (pupalar ve tohum içinden çıkmamış yetişkinler) için 30, 90, 180 dk tutulma süreleri uygulanmış. 1-3 günlük (yumurta) evrede ölüm oranları sırasıyla % 0, %43.1, %99.5 bulunmuş. 4-6 günlük evrede %13.4, %100, %100 bulunmuştur. 9-11 günlük evrede %16.4 , %100, %100 bulunmuştur. 15-17 g evrede %0 , %99.5 , % 100 bulunmuştur. 20-22 g evrede %24.9, %100 ve %99.5 bulunmuştur. . Ergin uygulamalarında 30 dakika maruziyetten sonra %80 ve üzeri ölüm oranları görülmeye başlanmıştır. . Ergin dışı dönem uygulamalarında 1-3 günlük yumurta dönemi soğuğa karşı en toleranslı dönem olarak belirtilmiştir. Bu değerler yaptığımız çalışmanın sonuçlarını büyük oranda destelemektedir. Farklılık olarak yalnızca soğuğa tolerantlık konusunda soğuğa en tolerat pupa dönemi, en hassas ergin dönemi olarak bulunmuştur. Loganathan ve ark. (2011) başka bir çalışmada soğuğa en tolerat dönemin pupa, en hassas dönemin yumurta olduğu bulmuşlardır. Fields (1992) böceklerin yumurta döneminin diğer biyolojik dönemlere göre düşük sıcaklıklara daha duyarlı olma eğiliminde olduğunu ve yumurtanın yaşının tepkiyi etkileyebileceğini belirtmiştir. Böylece kullanılan yumurtanın yaşından kaynaklı olarak farklı sonuçlar olabileceği düşünülmektedir. Diğer bir çalışmada Mahgoup ve ark. (2019) *C. maculatus* erginlerini -10 °C ve -5 °C’ de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50 dakika tutulma sürelerine, yumurta, larva, pupa dönemlerini ise 5, 10, 15, 30, 45, 60 dk tutulma sürelerine tabii tutmuşlardır. Ergin dönemi sıcaklık uygulaması sonucu -10 °C’ de 25 dk tutulma süresinde %100 ölüme, -5 °C ‘de 30 dk tutulma süresinde

%100 ölüme ulaşılmıştır. -10 °C’ de yumurtaların 30 dk tutulması %100 ölüm, larvaların 45dk tutulması %100 ölüm, pupaların 45 dk tutulması %100 ölüm ile sonuçlanmıştır. -5 °C ‘de yumurtaların 45 dk tutulmasıyla %100 ölüme, larvaların 45 dk tutulması ile %100 ölüme, pupaların 60 dk tutulmasıyla %100 ölüme ulaşılmıştır. Başka bir çalışmada Aker ve Tunçer (2022) *C. chinensis*’in yumurta, larva, pupa, ergin dönemlerine düşük sıcaklık uygulamışlardır. Yumurtalar için +4 °C’ de 180 dk tutulma süresinde %44 ölüm, -20 °C’ de 120 dk tutulma süresinde %100 ölüm gözlenmiştir. Larvalar için -26 °C, -20 °C, -16 °C sıcaklık değerlerinde sırasıyla 20, 30,45 dk tutulma sürelerinde %100 ölüm gözlenmiştir. Pupalar için -26 °C, -20 °C, -16 °C sıcaklık değerlerinde sırasıyla 20, 30, 45 dk tutulma sürelerinde %100 ölüm gözlenmiştir. Erginler için -26 °C, -20 °C, -16 °C sıcaklık değerlerinde sırasıyla 20, 30, 45 dk tutulma sürelerinde %100 ölüm gözlenmiştir. Ferizli ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada -18 °C’de 1 günlük yumurtaları 120 dk tuttuğunda %100 ölüm, 1-2 günlük yumurtaları 120 dk tuttuğunda %100 ölüm, 2-3 günlük yumurtaları 120 dk tuttuğunda %100 ölüm görülmüştür. 10-14 günlük genç larvaları 100 dk tuttuğunda %100 ölüm, 20-24 günlük yaşlı larvaları 120 dk tuttuğunda %100 ölüm, 32-36 günlük olgun larvaları 120 dk tuttuğunda %100 ölüm, 42-46 günlük pupa ve çıkış yapmayan erginleri 180 dk tuttuğunda %100 ölüm görülmüştür. Bütün bu çalışmalar düşük sıcaklıkların *C. maculatus*’ un farklı biyolojik dönemleri üzerinde başarılı etkilerini göstermektedir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmada, depolanmış baklagillerde zarar yapan b r lce tohum böceğine karşı alternatif mücadele yöntemlerinden düşük sıcaklığın uygulanabilme imkanları araştırılmıştır.

-25  C ‘de %100 ölüm yumurta için 40 dk, genç larva için 40 dk, yaşlı larva için 80 dk, pupa için 80 dk, ergin için 20 dk tutulma sürelerinde görülmüştür. -16  C ‘de %100 ölüm yumurta için 120 dk, genç larva için 80 dk, yaşlı larva için 100 dk, pupa için 120 dk, ergin için 60 dk tutulma sürülerinde görülmüştür. +4  C’de uygulama sürelerinin hiçbirinde %100 ölüm gözlenmemiştir. Ortalama olarak her biyolojik dönemin 144s uygulaması sonucu %50’ye varan ölümler görülmüştür. +4 C ‘de en yüksek ölüm oranı yumurta dönemi 144s tutulma süresinde bulunmuştur. B r lce tohum böceğinin soğuğa en hassas dönemi ergin , en tolerant dönemi pupa olduğu ortaya konmuştur.

-25  C sıcaklıkta b r lce tohum b ceğın her biyolojik dönemi için 80 dakika tamamen ölüm için yeterli bulunmuştur. -16  C sıcaklıkta b r lce tohum böceğinin her biyolojik dönemi için 120 dakika tamamen ölüm için yeterli bulunmuştur. +4  C sıcaklık 144 saat maruziyet süresi bütün biyolojik dönemler için b r lce tohum böceğinin tamamını öldürmeye yetersiz bulunmuştur. Eksi sıcaklıkların *C. maculatus*’un kontrolünde başarılı olduğu görülürken , +4  C sıcaklıkta daha uzun tutulma sürelerinin araştırıldığı başka çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Düşük sıcaklıkların *C. maculatus*’a karşı başarılı bir mücadele yöntemi olarak kullanılabileceği anlaşılmaktadır.

KAYNAKLAR

- Ahmady, A., Rahmatzai, N., Hazim, Z., Mousa, M. A., ve Zaitoun, A. A. (2016). Effect of temperature on the biology and morphometric measurement of cowpea beetle, *Callosobruchus maculatus* fabr.(Coleoptera: Chrysomelidae) in cowpea seed. *International Journal of Entomology Research*, 1(7), 05-09.
- AKER., and TUNCER, C. (2022). Use of Extreme Low Temperatures Against Adzuki Bean Weevil (*Callosobruchus chinensis* L., Coleoptera: Chrysomelidae) in Storage Management. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 25(3), 511-520.
- Armitage, D. M., Dixon, L., and Hartl, P. The survival of four species of adult grain store beetles at constant temperatures between-6 and+ 10 t.
- Athanassiou, C. G., Arthur, F. H., Kavallieratos, N. G., & Hartzler, K. L. (2021). Influence of the presence of flour on the efficacy of low temperatures against stored product insects. *Crop Protection*, 144, 105514.
- Aylangan, A., Özyardımcı, B., ve İç, E. (2012). Bakliyat ürünlerinde böceklenmeye karşı işınlama teknolojisi.
- Beck, C. W., & Blumer, L. S. (2014). A handbook on bean beetles, *Callosobruchus maculatus*. *National Science Foundation*. URL: [http://www. beanbeetles. org/handbook. pdf](http://www.beanbeetles.org/handbook.pdf) (last accessed 16 June 2015).
- Beck, C. W., and Blumer, L. S. (2014). A handbook on bean beetles, *Callosobruchus maculatus*. *National Science Foundation*. URL: [http://www. beanbeetles. org/handbook. pdf](http://www.beanbeetles.org/handbook.pdf) (last accessed 16 June 2015).
- Boughdad, A. (1992). Ravageurs des légumineuses alimentaires au Maroc. *Le secteur des légumineuses alimentaires au Maroc. Actes (eds) IAV HII Rabat Maroc*, 315-338.
- Carter, W. (1925). The effect of low temperatures on *Bruchus obtectus* Say, an insect affecting seed. *J. Agric. Res*, 31, 165-182.
- Caswell, G. H. (1970). storage of cowpea in the northern states of Nigeria. *Samaru research bulletin*.
- Caswell, G. H. (1981). Damage to stored cowpeas in the Northern part of Nigeria. *Samaru J. Agric. Res.*, 1, 11-19.
- Chaudhry, M. Q. (2000). Phosphine resistance. *Pesticide outlook*, 11(3), 88-91.
- Chauhan, N., Kashyap, U., Dolma, S. K., and Reddy, S. G. E. (2022). Chemical composition, insecticidal, persistence and detoxification enzyme inhibition activities of essential oil of *Artemisia maritima* against the Pulse Beetle. *Molecules*, 27(5), 1547.
- Cheng, Q., Valmas, N., Reilly, P. E., Collins, P. J., Kopittke, R., and Ebert, P. R. (2003). *Caenorhabditis elegans* mutants resistant to phosphine toxicity show increased longevity and cross-resistance to the synergistic action of oxygen. *Toxicological sciences*, 73(1), 60-65.
- Devi, M. B., and Devi, N. V. (2014). Biology and morphometric measurement of cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* fabr.(Coleoptera: Chrysomelidae) in green gram. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 2(3), 74-76.

- Dohino, T., Masaki, S., Matsuoka, I., Tanno, M., and Takano, T. (1999). Low temperature as an alternative to fumigation for disinfesting stored products. *Research Bulletin of the Plant Protection Service (Japan)*.
- Eliopoulos, P. A., Prasodimou, G. Z., & Pouliou, A. V. (2011). Time–mortality relationships of larvae and adults of grain beetles exposed to extreme cold. *Crop Protection*, 30(8), 1097-1102.
- Eliopoulos, P. A., Prasodimou, G. Z., and Pouliou, A. V. (2011). Time–mortality relationships of larvae and adults of grain beetles exposed to extreme cold. *Crop Protection*, 30(8), 1097-1102.
- Elmalı, M., ve Toros, S. (1990). Değişik fasulye çeşitlerinin denge nem oranları ve bunun Fasulye Tohum Böceği (*Acanthoscelides obtectus* Say,(Col., Bruchidae))'nin gelişme ve çoğalmasına etkisi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, 1195.
- Elmalı, M., ve Toros, S. (1990). Değişik fasulye çeşitlerinin denge nem oranları ve bunun Fasulye Tohum Böceği (*Acanthoscelides obtectus* Say,(Col., Bruchidae))'nin gelişme ve çoğalmasına etkisi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, 1195.
- Fatima, S. M., Usman, A., Sohail, K., Afzaal, M., Shah, B., Adnan, M., ... and Rehman, I. (2016). Rearing and identification of *Callosobruchus maculatus* (Bruchidae: Coleoptera) in Chickpea. *J. Entomol. Zool. Stud*, 4, 264-266.
- Ferizli, A. G., Emekci, M., Tutuncu, S., & Navarro, S. (2004). Utilization of freezing temperatures to control *Callosobruchus maculatus* Fabr.(Coleoptera, Bruchidae). *Integrated Protection of Stored Products*, 27(9), 213-217.
- Fields, P. (2006, October). Alternatives to chemical control of stored-product insects in temperate regions. In *Proceedings of the 9th international working conference on stored product protection* (pp. 15-18).
- Gbaye, O. A., Millard, J. C., and Holloway, G. J. (2011). Legume type and temperature effects on the toxicity of insecticide to the genus *Callosobruchus* (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research*, 47(1), 8-12.
- Haddi, K., Viteri Jumbo, LO, Costa, MS, Santos, MF, Faroni, LRA, Serrão, JE ve Oliveira, EE (2018). Fasulye kurdu *Acanthoscelides obtectus*'taki konakçı değişikliğiyle ilişkili insektisit duyarlılığındaki değişiklikler ve fizyolojik değiş tokuşlar. *Haşere bilimi dergisi* , 91 , 459-468.
- Hamdi, S. H., Abidi, S., Sfayhi, D., Dhraief, M. Z., Amri, M., Boushih, E., ... and Jemâa, J. M. B. (2017). Nutritional alterations and damages to stored chickpea in relation with the pest status of *Callosobruchus maculatus* (Chrysomelidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 20(4), 1067-1076.
- İşçi, H. (2003). *Mersin ilinde depolanmış baklagillerde zararlı olan baklagil tohum böcekleri ve zarar durumları* (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Kaynaş, Ş. (2014). Hüyük (Konya) İlçesinde Bruchidae Familyası (Baklagil Tohum Böcekleri) (Coleoptera) Türleri, Yayılışları Ve Baklagil Ürünlerindeki Zararı Basılmamış Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, 69, Konya.
- King, A. E., Novak, D. R., Phillips, J. T., Atchison, N. A., and Chandak, K. N. (2019). Pat. № 20200100524 US, Soluble pea protein products; apl. 30.09. 2019, pub. 02.04. 2020.
- King, A. E., Novak, D. R., Phillips, J. T., Atchison, N. A., and Chandak, K. N. (2019). Pat. № 20200100524 US, Soluble pea protein products; apl. 30.09. 2019, pub. 02.04. 2020.
- Lale, N. E. S. (2002). Stored product entomology and acarology in tropical Africa. *Mole Publications (Nig.) Maiduguri*.

- Mahgoup, S. M., Zewar, M. M., And Dewidar, O. (2019). Using Thermal Treatment To Eliminate Cowpea Beetle *Callosobruchus Maculatus* (F.) Infesting Faba Bean During Storage And Its Effect On The Physiochemical And Technological Properties. *Egyptian Journal Of Agricultural Research*, 97(3), 645-662.
- Massango, H. G. L. L., Faroni, L. R. A., Haddi, K., Heleno, F. F., Viteri Jumbo, L. O., and Oliveira, E. E. (2017). Toxicity and metabolic mechanisms underlying the insecticidal activity of parsley essential oil on bean weevil, *Callosobruchus maculatus*. *Journal of Pest Science*, 90, 723-733.
- Nayak, M. K., Daglish, G. J., Phillips, T. W., and Ebert, P. R. (2020). Resistance to the fumigant phosphine and its management in insect pests of stored products: a global perspective. *Annual Review of Entomology*, 65, 333-350.
- Nilly, A. H. A., Rasha, A. Z., Hassan, B. H. H., and Amal, M. H. (2020). Control of all stages of the cowpea seed beetle *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae) by low temperature inside different bags. *Egyptian Journal of Plant Protection Research Institute*, 3(2), 715-723.
- Nwosu, L. C., Azeez, O. M., Eluwa, A. N., and Petgrave, G. M. (2020). Two stubborn storage insect pests, *Callosobruchus maculatus* and *Sitophilus zeamais*: Biology, food security problems and control strategies. *International Research Journal of Insect Sciences*, 5(1), 7-13.
- Ouedraogo, A.P., Monge, J.P., Huignard, J., 1991. Importance of temperature and seed water on induction of imaginal polymorphism in *Callosobruchus maculatus*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 59, 59–66
- Pandey, AK, Palni, UT ve Tripathi, NN (2014). Güvercin bezelye tohumlarının güvenliği için *Chenopodium ambrosioides* L. yağına referansla bazı uçucu yağların iki depolanmış ürün böceği *Callosobruchus chinensis* L. ve *C. maculatus* F.'ye (Coleoptera: Bruchidae) karşı itici aktivitesi. *Gıda bilimi ve teknolojisi dergisi* , 51 , 4066-4071.
- Pimentel, M. A., Faroni, L. R. D. A., da Silva, F. H., Batista, M. D., and Guedes, R. N. (2010). Spread of phosphine resistance among Brazilian populations of three species of stored product insects. *Neotropical Entomology*, 39, 101-107.
- Prevett, P. F. (1961). Field infestation of cowpea (*Vigna unguiculata*) pods by beetles of the families Bruchidae and Curculionidae in Northern Nigeria. *Bulletin of Entomological research*, 52(4), 635-645.
- Price, L. A., & Mills, K. A. (1988). The toxicity of phosphine to the immature stages of resistant and susceptible strains of some common stored product beetles, and implications for their control. *Journal of Stored Products Research*, 24(1), 51-59.
- Salha, H., Kalinović, I., Ivezić, M., Rozman, V., & Liška, A. (2010). Application of low temperatures for pests control in stored maize. In *Proceedings of the 5th International congress Flour–Bread* (Vol. 9, pp. 608-616).
- Salunkhe, D. K., and Kadam, S. S. (1989). CRC handbook of world food legumes: nutritional chemistry, processing technology, and utilization.
- Sano Fuji, I., 1980. Effect of parental age and developmental rate on the production of the active form of *Callosobruchus maculatus*. *Mechanisms Aging Development* 10, 283–293
- Sano Fuji, I., 1984. Effect of bean water content on the production of the active form of *Callosobruchus maculatus*. *Journal of Stored Product Research* 22, 115–123

- Sano, I., 1967. Density effect and environmental temperature as the factors producing the active form of *Callosobruchus maculatus*. *Journal of Stored Product Research* 2, 187–195
- Shankar, V. S., Velmurugan, G., Kaliappan, S., Baskara Sethupathy, S., Sekar, S., Patil, P. P., ... & Kailo, G. G. (2022). Optimization of CO₂ concentration on mortality of various stages of *callosobruchus maculatus* and development of controlled atmosphere storage structure for black gram grains. *Adsorption Science & Technology*, 2022.
- Sharp, J. L., and Heather, N. W. (2002). Quarantine treatments for pests of tropical fruits. In *Tropical fruit pests and pollinators: biology, economic importance, natural enemies and control* (pp. 391-406). Wallingford UK: CABI Publishing.
- Southgate, B. J. (1979). Biology of the Bruchidae. *Annual review of entomology*, 24(1), 449-473.
- Swella, G. B., and Mushobozy, D. M. K. (2009). Comparative susceptibility of different legume seeds to infestation by cowpea bruchid *Callosobruchus maculatus* (F.)(Coleoptera: Chrysomelidae). *Plant Protection Science*, 45(1), 19-24.
- Turanlı, D. 2007. Denizli ve Uşak İllerinde Depolanmış Baklagillerde Bulunan Bruchidae Familyası Türleri ve Zararları Üzerinde Araştırmalar. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı. 117s.
- Turanli, D. (2007). Denizli ve Uşak illerinde depolanmış baklagillerde bulunan bruchidae familyası türleri ve zararları üzerinde araştırmalar.
- UTIDA, S. 1954. Phase Dimorphism in the Laboratory Population of *Callosobruchus quadrimaculatus*. *Oyo Dobutsugaku Zasshi*, 18: 161-168.
- UTIDA, S. 1972. Density-Dependent Polymorphism in the Adult of *Callosobruchus maculatus*. *Journal of Stored Products Research*, 8: 111-126.
- White, N. D. G., Leesch, J. G., Subramanyam, B., and Hagstrum, D. W. (1996). Chemical control, pp. 287–330. *Integrated management of insects in stored products*.

ÖZ GEÇMİŞ

Abdullah Okan SEÇER Hatay Dörtüol Anadolu Öğretmen Lisesini bitirdikten sonra, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümünden 17.01.2020 tarihinde mezun oldu. 2020 yılında Adana Çukurova Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü Entomoloji Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans programına başladı. 2022 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Entomoloji ABD 'da Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı.

İletişim Bilgileri

ORCID ID : 0009-0007-3390-3870

Yayınlar:

1. Seçer, A.O. ve Tuncer, C. 2023. 'Effects Of Low Temperatures On Various Biological Stages Of Cowpea Weevil *Callosobruchus maculatus* F., Coleoptera; Bruchidae'. 9TH INTERNATIONAL "BAŞKENT" CONGRESS ON PHYSICAL, ENGINEERING, AND APPLIED SCIENCES. Online