

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

DEPOLANMIŞ ÇELTİĞE UYGULANAN TÜRKİYE KÖKENLİ HAM
ZEOLİTİN *Sitophilus oryzae* (L.) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) VE
Tribolium castaneum (HERBST) (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE)'A KARŞI
DEĞİŞİK SICAKLIK VE ORANTILI NEMLERDEKİ ETKİNLİĞİ ÜZERİNE
ÇALIŞMALAR

Sibel GÖMEÇ

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

ANKARA
2020

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

DEPOLANMIŞ ÇELTİĞE UYGULANAN TÜRKİYE KÖKENLİ HAM ZEOLİTİN *Sitophilus oryzae* (L.) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) VE *Tribolium castaneum* (HERBST) (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE)'A KARŞI DEĞİŞİK SICAKLIK VE ORANTILI NEMLERDEKİ ETKİNLİĞİ ÜZERİNE ÇALIŞMALAR

Sibel GÖMEÇ

Ankara Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mevlüt EMEKCİ

Bu çalışmada *Sitophilus oryzae* (L.) ve *Tribolium castaneum* (Herbst)'un erginlerine, doğal zeolitin 250, 500, 750, 1000 ve 2000 ppm dozlarının 20, 25 ve 30 °C sıcaklık ve % 55 ve % 75 orantılı nem koşullarında 7, 14 ve 21 gün süreyle etkisi incelenmiştir. Aynı koşul ve sürlelerde yeni nesil (F1) ergin gelişimi üzerindeki etkileri de araştırılmıştır. Ayrıca, 25 °C sıcaklık ve %60±5 orantılı nemde çeltiğe 0, 200, 400, 600 ve 800 ppm konsantrasyonlarda uygulanan doğal ham zeolitin her iki zararlının popülasyon gelişiminde 90 ve 180 gün süreyle uygulamalardaki etkinliği de çalışılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre; *S. oryzae* ve *T. castaneum* erginlerinde doz, sıcaklık ve uygulama süresi artışı zeolitin ölüm oranlarını arttırırken; orantılı nem artışı ise ergin ölümünde düşüşe neden olmuştur. *S. oryzae* erginlerinde %100 ölüm oranı 25 °C sıcaklık ve %55 orantılı nemde en yüksek dozda (2000ppm) 14. gün sonu itibariyle görülmüştür. *T. castaneum* erginlerinde mutlak ölüm görülmemekle birlikte en yüksek ölüm oranı 30 °C sıcaklık ve %55 orantılı nemde en yüksek doz ve uygulama süresinde (2000ppm, 21 gün) %25,56 olarak belirlenmiştir.

LD₅₀ değerleri her iki türde de genellikle doz ve sıcaklık artışıyla azalırken; nem artışı ile artmıştır. *S. oryzae* erginlerinde 30 °C sıcaklık ve %55 orantılı nemde 21 günlük uygulamada LD₅₀ değeri 878 ppm olmuştur. *T. castaneum* erginlerinde ise 30 °C sıcaklıkta 21 günlük uygulamada %55 ve 75 orantılı nemde sırasıyla 6026 ppm ve 26311 ppm olarak hesaplanmıştır.

F1 baskılanma oranı her iki türde de doz ve sıcaklık artışı ile artarken; nem artışı ile azalmıştır. Her iki türde'de kontrol grubuna göre en yüksek baskılanma oranı 25 °C sıcaklık ve %55 orantılı nemde %95 olarak hesaplanmıştır.

Uzun süreli (90 ve 180 gün) uygulamalarda doz artışına bağlı olarak ölüm oranları artmıştır. 180 gün sonunda en yüksek baskılanma oranı sırasıyla *S. oryzae* ve *T. castaneum* erginlerinde 800 ppm' de %72 ve %55 olarak hesaplanmıştır.

Elde edilen sonuçlar doğal ham zeolitin depolanmış ürün zararlılarına karşı koruyucu olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Kasım 2020, 153 sayfa

Anahtar Kelimeler: *Sitophilus oryzae*, *Tribolium castaneum*, zeolit, ölüm oranı, baskılanma oranı, LD₅₀, F1 ergin sayısı, Uzun süreli etkinlik

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

STUDIES ON THE EFFICACY OF TURKISH RAW ZEOLITE ADMIXED WITH PADDY RICE
AGAINST *SITOPHILUS ORYZAE* (L.) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) AND *TRIBOLIUM*
CASTANEUM (HERBST) (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE)

Sibel GÖMEÇ

Ankara University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Plant Protection

Supervisor: Prof. Dr. Mevlüt EMEKÇİ

In this thesis, immediate adult mortality and F1 adult progeny in *Sitophilus oryzae* (L.) and *Tribolium castaneum* (Herbst) adults exposed to paddy rice treated with the raw zeolite of Turkey origin at 250, 500, 750, 1000 and 2000 ppm for 7, 14 and 21 day at 20, 25 and 30°C, and 55% and 75% RH were investigated. In addition, the efficacy of natural raw zeolite admixed with paddy rice at 200, 400, 600 and 800 ppm was evaluated in terms of population development of both species at 25°C and 60±5% RH for 90 and 180-day exposures.

According to the results, mortality rate of *S. oryzae* and *T. castaneum* adults proportionally increased with dose rate, temperature, and exposure time, and decreased with humidity. Complete mortality of *S. oryzae* adults occurred at the highest dose (2000 ppm) at 25°C and 55% RH after 14 –day exposure. The highest adult mortality in *T. castaneum* was 26%, and occurred at 30°C and 55% RH after 21-day exposure to 2000 ppm.

LD₅₀ values in both species generally decreased with increasing dose rate and temperature, and increased with the humidity. In *S. oryzae*, the LD₅₀ value was 878 ppm at 30°C and 55% RH for 21-day exposure. In *T. castaneum*, LD₅₀ values were 6026 ppm and 26311 ppm at 55 and 75% relative humidity, respectively, at 30°C for 21-day exposure.

F1 adult progeny of both insects reduced either with dose rate and temperature increases or with humidity decrease. The highest suppression rate in both species was 95% at 25 °C and 55% RH.

In long-term (90 and 180 days) exposures, mortality increased with dose rate. The highest level of population suppression in *S. oryzae* and *T. castaneum* after 180-day exposure were 72% and 55%, respectively, and occurred at the highest dose rate of 800 ppm.

The results show that the natural raw zeolite of Turkey origin has the potential to be used as a grain protectant against stored product pests.

November 2020, 153 pages

Keywords: *Sitophilus oryzae*, *Tribolium castaneum*, zeolit, mortality rate, suppression rate, LD₅₀, number of F1 adults, long-term application.

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Ülkemizin orta kuşakta yer alması ve verimli topraklara sahip olması, önemli bir tarım ülkesi haline gelmesini sağlamıştır. İnsan yaşamının sürdürülebilmesinde ve besin olarak tükettiğimiz hemen her gıdada bulunan tahıllar, sosyal ve ekonomik etkisi yüksek stratejik tarımsal ürünlerimizdendir. Özellikle tahılların depolama sürecinde karşılaşılan sorunlarla doğru ve etkili yaklaşımlar için entegre mücadele yöntemleri önem arz etmektedir. Bu çalışma ile pestisit kullanımına alternatif olarak fiziksel savaşım yöntemleri içerisinde yer alan inert tozlardan zeolitın ürünle muamele edilerek kullanımında insektisit potansiyeli değerlendirilerek, alternatif mücadele yöntemleri araştırılmıştır.

Doktora tez çalışmalarım esnasında beni yönlendiren danışman hocam Prof. Dr. Mevlüt EMEKÇİ'ye; Tez İzleme Komitesi üyeleri Prof. Dr. A. Güray FERİZLİ (Ankara Üniversitesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı), Prof. Dr. Sait ADAK'a (Ankara Üniversitesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı) ve zeolit teminatı için Rota Madencilik A.Ş.' ye teşekkür ederim. Çalışma sürecinde ihtiyaç duyduğum her an yanımda olan ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen canım anneme ve moralimi yüksek tutan canım kardeşlerime, sabırla bu sürecin bitmesini bekleyen sevgili eşime ve bu zorlu süreçte ihmal ettiğim en değerlim, oğluma sonsuz teşekkür ederim.

Sibel GÖMEÇ

Ankara, Kasım 2020

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	6
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	23
3.1 Materyal.....	23
3.1.1 Çalışmada kullanılan zararlı böcek türlerinin kültürleri	23
3.1.1.1 <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst)	25
3.1.1.2 <i>Sitophilus oryzae</i> (L.).....	26
3.1.2 Çeltik	27
3.1.3 Zeolit.....	28
3.1.4 Çalışma Koşulları	29
3.2 Yöntem	31
3.2.1 Çalışmada kullanılan böceklerin yetiştirilmesi	31
3.2.2 Yumurta döneminin eldesi	32
3.2.3 Erginlerin döneminin elde edilmesi	32
3.2.4 Deneme düzeneği.....	33
3.2.5 Denemeler	36
3.2.5.1 Kısa dönem biyolojik etkinlik çalışmaları	36
3.2.5.2 Uzun dönem uygulamaları	37
3.2.6 İstatistiksel analiz	37
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	39
4.1 Zeolitin Kısa Süreli Biyolojik Etkinliği	39
4.1.1 Ergin ölümü ve F1 gelişimi	39
4.1.1.1 <i>Sitophilus oryzae</i> üzerindeki etkisi	39
4.1.1.2 <i>Tribolium castaneum</i> üzerindeki etkisi	74

4.2 Uzun Dönem Uygulamaları.....	107
4.2.1 <i>S.oryzae</i> üzerindeki 90 günlük etkisi.....	107
4.2.2 <i>T.castaneum</i> üzerindeki 90 günlük etkisi	108
4.2.3 <i>S. oryzae</i> üzerindeki 180 günlük etkisi.....	109
4.2.4 <i>T.castaneum</i> üzerindeki 180 günlük etkisi	111
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	114
6. KAYNAKLAR	123
7. ÖZGEÇMİŞ.....	135



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SiO ₂	Silisyum oksit
HCl	Hidroklorik Asit
Na ₂ O	Sodyum oksit
Al ₂ O ₃	Aluminyum oksit
Fe ₂ O ₃	Demiroksit
H ₂ SO ₄	Sülfirik Asit
°C	Santigrat derece
g	Gram
ha	Hektar
pH	Hidrojen iyonlarının eksi logaritması
CaO	Kalsiyum oksit
CO ₂	Karbondioksit
kg	Kilogram
MgO	Magnezyum oksit
NaOH	Sodyumhidroksit
µm	Mikrometre
mg	Miligram
Nm	Nanometre
ppm	Milyonda bir birim
KOH	Potasyum hidroksit
K ₂ O	Potasyum oksit
cm ²	Santimetre kare
%	Yüzde
LC50	Deney hayvanlarının % 50 sini öldürmek için gerekli konsantrasyon miktarı
LD50	Deney hayvanlarının % 50 sini öldürmek için gerekli doz miktarı
F1	Yeni nesil ergin

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 <i>S. oryzae</i> (soldaki), <i>T. castaneum</i> (sağdaki).....	23
Şekil 3.2 <i>T. castaneum</i> kültürü.....	24
Şekil 3.3 <i>S. oryzae</i> kültürü.....	24
Şekil 3.4 <i>T. castaneum</i> kültürü (solda), <i>T. castaneum</i> ergini (sağda).....	25
Şekil 3.5 <i>T. castaneum</i> 4 farklı evresi.....	26
Şekil 3.6 <i>S. oryzae</i> kültürü (soldaki), <i>S. oryzae</i> ergini (sağdaki).....	27
Şekil 3.7 Çeltiğin genel görüntüsü.....	28
Şekil 3.8. Zeolitin genel görüntüsü.....	29
Şekil 3.9 a. Denemelerde kullanılan hassas terazi ve b. CAS Micro Weighing Scale MW-II c.data logger d.Yumuşak pens ve fırça e. Farklı mesk ölçeğinde elekler.....	30
Şekil 3.10 Denemede kullanılan türlere ait kültür odası.....	32
Şekil 3.11 Sayım yaparken resim ve kullanılan araç gereçler.....	33
Şekil 3.12 Denemede kullanılan iklimlendirme kabinleri.....	33
Şekil 3.13 a,b,c,d Deneme düzenekleri.....	35
Şekil 3.14 Denemeleri oluşturmak için kullanılan steril PVC kutuların hazırlanması.....	36
Şekil 3.15 Deneme hazırlığında kullanılan polietilen torbalar.....	37
Şekil 4.1 Değişik dozlarda zeolit ile muamele edilen çeltiğe farklı sıcaklık ve orantılı nemlerde değişik uygulama sürelerinde maruz bırakılan <i>S.oryzae</i> 'de ergin ölüm oranları.....	40
Şekil 4.2 Zeolit ile 20 °C ve % 55 nem koşullarında yapılan çalışmada <i>S. oryzae</i> erginlerine ait yuvarlanmış ölüm oranları.....	43
Şekil 4.3 Zeolit ile 20 °C ve % 55 nem koşullarında yapılan çalışmada <i>S. oryzae</i> F1 gelişimi için elde edilen yuvarlanmış baskılanma oranları.....	43
Şekil 4.4. Değişik dozlarda uygulanan zeolitin 20 °C ve % 55 nem koşullarında 7 (üst-sol), 14 (üst-sağ) ve 21 günde (alt) <i>S. oryzae</i> erginleri üzerindeki letal etkileri.....	44
Şekil 4.5 Zeolit ile 20 °C ve % 75 nem koşullarında yapılan çalışmada <i>S. oryzae</i> ait elde edilen yuvarlanmış ölüm oranları.....	45
Şekil 4.6 Zeolit ile 20 °C ve % 75 nem koşullarında yapılan çalışmada <i>S. oryzae</i> ait elde edilen yuvarlanmış baskılanma oranları.....	46
Şekil 4.7 Değişik dozlarda uygulanan zeolitin 20 °C ve % 75 nem koşullarında 7 (sol), 14 (orta) ve 21 günde (sağ) <i>S. oryzae</i> erginleri üzerindeki letal etkileri.....	47

Şekil 4.8 Zeolit ile 25 °C ve % 55 nem koşullarında yapılan çalışmada <i>S. oryzae</i> ait elde edilen yuvarlanmış ölüm oranları.....	48
Şekil 4.9 Zeolit ile 25 °C ve % 55 nem koşullarında <i>S. oryzae</i> için elde edilen ait yuvarlanmış baskılanma oranları.....	49
Şekil 4.10 Değişik dozlarda uygulanan zeolitin 25 °C ve % 55 nem koşullarında 7. günde <i>S. oryzae</i> erginleri üzerindeki letal etkileri.....	50
Şekil 4.11 Zeolit uygulamasında 25 °C ve % 75 nemde <i>S. oryzae</i> için elde edilen yuvarlanmış ölüm oranları.....	51
Şekil 4.12 Zeolit uygulamasında 25 °C ve % 75 nemde <i>S. oryzae</i> için elde edilen yuvarlanmış F1 baskılanma oranları.....	52
Şekil 4.13 Değişik dozlarda uygulanan zeolitin 25 °C ve % 75 nem koşullarında 7 (sol), 14 (orta) ve 21 günde (sağ) <i>S. oryzae</i> erginleri üzerindeki letal etkileri.....	52
Şekil 4.14 Zeolit ile 30 °C ve % 55 nem koşullarında yapılan çalışmada <i>S. oryzae</i> ait elde edilen yuvarlanmış ölüm oranları.....	54
Şekil 4.15 Zeolit ile 30 °C ve % 55 nem koşullarında yapılan çalışmada <i>S. oryzae</i> F1 gelişimine ait yuvarlanmış baskılanma oranları.....	54
Şekil 4.16 Değişik dozlarda uygulanan zeolitin 30 °C ve % 55 nem koşullarında 7 (sol), 14 (orta) ve 21 (sağ) günde <i>S. oryzae</i> erginleri üzerindeki letal etkileri.....	55
Şekil 4.17 Zeolit ile 30 °C ve % 75 nem koşullarında yapılan çalışmada <i>S. oryzae</i> ait elde edilen yuvarlanmış ölüm oranları.....	56
Şekil 4.18 Zeolit ile 30 °C ve % 75 nem koşullarında yapılan çalışmada <i>S. oryzae</i> ait elde edilen yuvarlanmış baskılanma oranları.....	56
Şekil 4.19 Değişik dozlarda uygulanan zeolitin 30 °C ve % 75 nem koşullarında 7 (sol), 14 (orta) ve 21 (sağ) günde <i>S. oryzae</i> erginleri üzerindeki letal etkileri.....	57
Şekil 4.20 Zeolitin değişik uygulama sürelerinde <i>Sitophilus oryzae</i> erginleri üzerindeki öldürücü etkisi.....	58
Şekil 4.21 Zeolitin farklı dozlarının <i>Sitophilus oryzae</i> erginleri üzerindeki öldürücü etkisi.....	59
Şekil 4.22 Zeolitin değişik orantılı nemlerde <i>Sitophilus oryzae</i> erginleri üzerindeki öldürücü etkisi.....	60
Şekil 4.23 Zeolitin farklı sıcaklıklarda <i>Sitophilus oryzae</i> erginleri üzerindeki öldürücü etkisi.....	61
Şekil 4.24 Doğal zeolitin farklı dozlarının değişik sıcaklıklarda <i>S. oryzae</i> erginleri üzerindeki öldürücü etkisi.....	62

Şekil 4.25 Zeolitin sıcaklık ve değişik uygulama sürelerinde <i>S. oryzae</i> erginleri üzerindeki öldürücü etkisi.....	63
Şekil 4.26 Zeolitin sıcaklık ve değişik orantılı nemlerde <i>S. oryzae</i> erginleri üzerindeki öldürücü etkisi.....	64
Şekil 4.27 Zeolitin farklı dozlarının değişik nemlerde <i>S. oryzae</i> erginleri üzerindeki öldürücü etkisi.....	65
Şekil 4.28 Denemenin 7. gününde zeolitin farklı sıcaklıklarının değişik dozlarda ve farklı nemlerde <i>S.oryzae</i> erginleri üzerindeki öldürücü etkisi.....	66
Şekil 4.29 Denemenin 14. gününde zeolitin farklı sıcaklıklarda, değişik dozlarda ve farklı nemlerde <i>S.oryzae</i> erginleri üzerindeki öldürücü etkisi.....	67
Şekil 4.30 Denemenin 21. gününde zeolitin farklı sıcaklıklarda, değişik dozlarda ve farklı nemlerde <i>S.oryzae</i> erginleri üzerindeki öldürücü etkisi.....	68
Şekil 4.31 Zeolitin %55 orantılı nemde farklı sıcaklıklarının, değişik dozlarda ve farklı nemlerde <i>S.oryzae</i> erginleri üzerindeki öldürücü etkisi.....	69
Şekil 4.32 Zeolitin %75 orantılı nemde farklı sıcaklıklarının, değişik dozlarda ve farklı nemlerde <i>S.oryzae</i> erginleri üzerindeki öldürücü etkisi.....	70
Şekil 4.33 Zeolitin değişik dozlarının 20 °C sıcaklıkta farklı uygulama süresi ve nemde <i>S. oryzae</i> erginleri üzerindeki öldürücü etkisi.....	71
Şekil 4.34 Zeolitin değişik dozlarının 25 °C sıcaklıkta farklı uygulama süresi ve nemde <i>S. oryzae</i> erginleri üzerindeki öldürücü etkisi.....	72
Şekil 4.35 Zeolitin değişik dozlarının 30 °C sıcaklıkta farklı uygulama süresi ve nemde <i>S. oryzae</i> erginleri üzerindeki öldürücü etkisi.....	73
Şekil 4.36 Değişik dozlarda zeolit ile muamele edilen çeltiğe farklı sıcaklık ve orantılı nemlerde değişik uygulama sürelerinde maruz bırakılan <i>T. castaneum</i> 'da ergin ölüm oranları.....	75
Şekil 4.37 Zeolit ile 20 °C ve % 55 nem koşullarında yapılan çalışmada <i>T.castaneum</i> ait elde edilen yuvarlanmış ölüm oranları.....	78
Şekil 4.38 Zeolit ile 20 °C ve % 55 nem koşullarında yapılan çalışmada <i>T.castaneum</i> ait elde edilen yuvarlanmış baskılanma oranları.....	79
Şekil 4.39 Değişik dozlarda uygulanan zeolitin 20 °C ve % 55 nem koşullarında 7 (sol), 14 (orta) ve 21 günde (sağ) <i>T.castaneum</i> erginleri üzerindeki letal etkileri.....	79
Şekil 4.40 Zeolit ile 20 °C ve % 75 nem koşullarında yapılan çalışmada <i>T.castaneum</i> ait elde edilen yuvarlanmış ölüm oranları.....	81
Şekil 4.41 Zeolit ile 20 °C ve % 75 nem koşullarında yapılan çalışmada <i>T.castaneum</i> ait elde edilen yuvarlanmış baskılanma oranları.....	81
Şekil 4.42 Değişik dozlarda uygulanan zeolitin 20 °C ve % 75 nem koşullarında 7(sol), 14 (orta) ve 21 günde (sağ) <i>T.castaneum</i> erginleri üzerindeki letal etkileri.....	82

Şekil 4.43 Zeolit ile 25 °C ve % 55 nem koşullarında yapılan çalışmada <i>T.castaneum</i> ait elde edilen yuvarlanmış ölüm oranları.....	83
Şekil 4.44 Zeolit ile 25 °C ve % 55 nem koşullarında yapılan çalışmada <i>T.castaneum</i> ait elde edilen yuvarlanmış baskılanma oranları.....	83
Şekil 4.45 Değişik dozlarda uygulanan zeolitin 25 °C ve % 55 nem koşullarında 7 (sol), 14 (orta) ve 21 günde (sağ) <i>T.castaneum</i> erginleri üzerindeki letal etkileri.....	84
Şekil 4.46 Zeolit ile 25 °C ve % 75 nem koşullarında yapılan çalışmada <i>T.castaneum</i> ait elde edilen yuvarlanmış ölüm oranları.....	85
Şekil 4.47 Zeolit ile 25 °C ve % 75 nem koşullarında yapılan çalışmada <i>T.castaneum</i> ait elde edilen yuvarlanmış baskılanma oranları.....	85
Şekil 4.48 Değişik dozlarda uygulanan zeolitin 25 °C ve % 75 nem koşullarında 7 (sol), 14 (orta) ve 21 günde (sağ) <i>T.castaneum</i> erginleri üzerindeki letal etkileri.....	86
Şekil 4.49 Zeolit ile 30 °C ve % 55 nem koşullarında yapılan çalışmada <i>T.castaneum</i> ait elde edilen yuvarlanmış ölüm oranları.....	87
Şekil 4.50 Zeolit ile 30 °C ve % 55 nem koşullarında yapılan çalışmada <i>T.castaneum</i> ait elde edilen yuvarlanmış baskılanma oranları.....	87
Şekil 4.51 Değişik dozlarda uygulanan zeolitin 30 °C ve % 55 nem koşullarında 7. günde <i>T.castaneum</i> erginleri üzerindeki letal etkileri.....	88
Şekil 4.52 Zeolit ile 30 °C ve % 75 nem koşullarında yapılan çalışmada <i>T.castaneum</i> ait elde edilen yuvarlanmış ölüm oranları.....	90
Şekil 4.53 Zeolit ile 30 °C ve % 75 nem koşullarında yapılan çalışmada <i>T.castaneum</i> ait elde edilen yuvarlanmış baskılanma oranları.....	90
Şekil 4.54 Değişik dozlarda uygulanan zeolitin 30 °C ve % 75 nem koşullarında 7 (sol), 14 (orta) ve 21 günde (sağ) <i>T.castaneum</i> erginleri üzerindeki letal etkileri.....	91
Şekil 4.55 Zeolitin değişik uygulama sürelerinde <i>Tribolium castaneum</i> erginleri üzerindeki öldürücü etkisi.....	92
Şekil 4.56 Zeolitin farklı dozlarının <i>T. castaneum</i> erginleri üzerindeki öldürücü etkisi.....	93
Şekil 4.57 Zeolitin değişik orantılı nemlerde <i>T. castaneum</i> erginleri üzerindeki öldürücü etkisi.....	94
Şekil 4.58 Zeolitin farklı sıcaklıklarda <i>T. castaneum</i> erginleri üzerindeki öldürücü etkisi.....	95
Şekil 4.59 Doğal zeolitin farklı dozlarının değişik sıcaklıklarda <i>T.castaneum</i> erginleri üzerindeki öldürücü etkisi.....	96
Şekil 4.60 Zeolitin sıcaklık ve değişik uygulama sürelerinde <i>T.castaneum</i> erginleri üzerindeki öldürücü etkisi.....	97
Şekil 4.61 Zeolitin sıcaklık ve değişik orantılı nemlerde <i>T.castaneum</i> erginleri üzerindeki öldürücü etkisi.....	98

Şekil 4.62 Zeolitin farklı dozlarının değişik nemlerde <i>T.castaneum</i> erginleri üzerindeki öldürücü etkisi.....	99
Şekil 4.63 Denemenin 7. gününde zeolitin farklı sıcaklıklarının değişik dozlarda ve farklı nemlerde <i>T. castaneum</i> erginleri üzerindeki öldürücü etkisi.....	100
Şekil 4.64 Denemenin 14. gününde zeolitin farklı sıcaklıklarının değişik dozlarda ve farklı nemlerde <i>T.castaneum</i> erginleri üzerindeki öldürücü etkisi.....	101
Şekil 4.65 Denemenin 21. gününde zeolitin farklı sıcaklıklarının değişik dozlarda ve farklı nemlerde <i>T.castaneum</i> erginleri üzerindeki öldürücü etkisi.....	102
Şekil 4.66 Zeolitin %55 orantılı nemde farklı sıcaklıklarının, değişik dozlarda ve farklı nemlerde <i>T.castaneum</i> erginleri üzerindeki öldürücü etkisi.....	103
Şekil 4.67 Zeolitin %75 orantılı nemde farklı sıcaklıklarının, değişik dozlarda ve farklı nemlerde <i>T.castaneum</i> erginleri üzerindeki öldürücü etkisi.....	104
Şekil 4.68 Zeolitin değişik dozlarının 20 °C sıcaklıkta farklı uygulama süresi ve nemde <i>T.castaneum</i> erginleri üzerindeki öldürücü etkisi.....	105
Şekil 4.69 Zeolitin değişik dozlarının 25 °C sıcaklıkta farklı uygulama süresi ve nemde <i>T.castaneum</i> erginleri üzerindeki öldürücü etkisi.....	106
Şekil 4.70 Zeolitin değişik dozlarının 30 °C sıcaklıkta farklı uygulama süresi ve nemde <i>T.castaneum</i> erginleri üzerindeki öldürücü etkisi.....	107
Şekil 4.71 Zeolit ile değişik dozlarda muamele edilen çeltikte 25 °C ve % 60 orantılı nem koşullarında 90 gün süresince tutulan <i>S. oryzae</i> ait elde edilen yuvarlanmış baskılanma oranları.....	108
Şekil 4.72 Zeolit ile değişik dozlarda muamele edilen çeltikte 25 °C ve % 60 orantılı nem koşullarında 90 gün süresince tutulan <i>T.castaneum</i> ait elde edilen yuvarlanmış baskılanma oranları.....	109
Şekil 4.73 Zeolit ile değişik dozlarda muamele edilen çeltikte 25 °C ve % 60 orantılı nem koşullarında 180 gün süresince tutulan <i>S. oryzae</i> ait elde edilen yuvarlanmış baskılanma oranları.....	110
Şekil 4.74 Zeolit ile değişik dozlarda muamele edilen çeltikte 25 °C ve % 60 orantılı nem koşullarında 180 gün süresince tutulan <i>S. oryzae</i> ait elde edilen F1 ergin sayısı.....	111
Şekil 4.75 Zeolit ile değişik dozlarda muamele edilen çeltikte 25 °C ve % 60 orantılı nem koşullarında 180 gün süresince tutulan <i>T.castaneum</i> ait elde edilen yuvarlanmış baskılanma oranları.....	112
Şekil 4.76 Zeolit ile değişik dozlarda muamele edilen çeltikte 25 °C ve % 60 orantılı nem koşullarında 180 gün süresince tutulan <i>T.castaneum</i> ' a ait elde edilen F1 ergin sayısı.....	113

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1 Değişik dozlarda zeolit ile muamele edilen çeltiğe farklı sıcaklık ve orantılı nemlerde değişik uygulama sürelerinde maruz bırakılan <i>S.oryzae</i> 'de ergin ölüm oranları (%) ve F1 gelişimi (adet).....	41
Çizelge 4.2 Değişik sıcaklık ve orantılı nemlerde farklı dozlarda zeolit ile muamele edilen çeltikte <i>S. oryzae</i> erginlerinde farklı uygulama sürelerinde elde edilen ölüm oranlarına ilişkin tekrarlı ölçümler (repeated measures) varyans analiz tablosu.....	42
Çizelge 4.3 Zeolit ile 20 °C ve % 55 nem koşullarında yapılan çalışmada <i>S. oryzae</i> ait elde edilen LD ₅₀ , LD ₉₀ ve LD ₉₅ verileri ve eğim.....	44
Çizelge 4.4 Zeolit ile 20 °C ve % 75 nem koşullarında yapılan çalışmada <i>S. oryzae</i> ait elde edilen LD ₅₀ , LD ₉₀ ve LD ₉₅ değerleri.....	47
Çizelge 4.5 Zeolit ile 25 °C ve % 55 nem koşullarında <i>S. oryzae</i> için elde edilen LD ₅₀ , LD ₉₀ ve LD ₉₅ verileri.....	50
Çizelge 4.6 Zeolit ile 25 °C ve % 75 nem koşullarında yapılan çalışmada <i>S. oryzae</i> ait elde edilen LD ₅₀ , LD ₉₀ ve LD ₉₅ verileri ve eğim.....	53
Çizelge 4.7 Zeolit ile 30 °C ve % 55 nem koşullarında yapılan çalışmada <i>S. oryzae</i> ait elde edilen, LD ₅₀ , LD ₉₀ ve LD ₉₅ verileri ve eğim.....	55
Çizelge 4.8 Değişik dozlarda zeolit ile muamele edilen çeltiğe farklı sıcaklık ve orantılı nemlerde değişik uygulama sürelerinde maruz bırakılan <i>T.castaneum</i> 'da ergin ölüm oranları (%) ve F1 gelişimi.....	75
Çizelge 4.9 Değişik sıcaklık ve orantılı nemlerde farklı dozlarda zeolit ile muamele edilen çeltikte <i>T.castaneum</i> erginlerinde farklı uygulama sürelerinde elde edilen ölüm oranlarına ilişkin tekrarlı ölçümler (repeated measures) varyans analiz tablosu.....	77
Çizelge 4.10 Zeolit ile 20 °C ve % 55 nem koşullarında yapılan çalışmada <i>T.castaneum</i> ait elde edilen LD ₅₀ , LD ₉₀ ve LD ₉₅ verileri.....	80
Çizelge 4.11 Zeolit ile 30 °C ve % 55 nem koşullarında yapılan çalışmada <i>T.castaneum</i> ait elde edilen LD ₅₀ , LD ₉₀ ve LD ₉₅ verileri ve eğim.....	89
Çizelge 4.12 Zeolit ile 30 °C ve % 75 nem koşullarında yapılan çalışmada <i>T.castaneum</i> ait elde edilen LD ₅₀ , LD ₉₀ ve LD ₉₅ verileri ve eğim.....	91

1. GİRİŞ

Ülkemiz, dünya ülkeleri arasında bulunduğu coğrafi konumu nedeniyle, tarımsal üretim için zengin ve verimli topraklara sahiptir. Ayrıca jeopolitik konumu nedeni ile de dünya tarımı için önemli bir köprü görevi görmektedir. Genel olarak tarımda, ülke ekonomisine olacak katkıdan ziyade, mahsül güvenirliliğinin sağlanması, tarımsal gelirde süreklilik kazandırılması, tarım ürünlerinin belirli bir zamanda ve belirli bir fiyatta satışa sunulması ve bu fiyatlardaki istikrarın sağlanması gibi hususlar daha fazla önem kazanmıştır (<http://www.tesav.org.tr/wp-content/uploads/2018/03>).

Ülkemizin orta kuşakta yer alması ve verimli topraklara sahip olması, önemli bir tarım ülkesi haline gelmesini sağlamıştır. İnsan yaşamının sürdürülebilmesinde ve besin olarak tükettiğimiz hemen her gıdada bulunan tahıllar, sosyal ve ekonomik etkisi yüksek stratejik tarımsal ürünlerimizdendir. Dünya çapında tarımsal üretim değişken doğa koşullarında, risk ve belirsizliği yüksek olan önemli bir ekonomik faaliyettir. Bu sebepten dolayı neredeyse çoğu ülke tarıma ayrı bir önem göstererek, kendi tarım politikalarını belirlemişlerdir.

Dünyada hububat üretimi, 2018/19 döneminde önceki dönemin %1 altında yaklaşık olarak 2,1 milyar ton seviyesinde kaydedilmiştir. Bunlardan 1,118 milyar ton seviyesiyle en fazla üretimi yapılan mısır olup, bunu 735 milyon ton ile buğday takip etmektedir. Üretimi 733 milyon ton olarak bildirilen çeltiğin verimliliği 10 yıl öncesine göre yaklaşık %9 artarak 4,6 ton/ha olmuştur (TMO 2019). Ülkemizde çeltik yaklaşık 116.000 ha alanda ekilmekte olup, 552.000 ton üretim ile buğday, arpa, mısır ve yulaftan sonra 5. sırada yer almaktadır. (Anonim 2018).

Türkiye, çeltik üretimi bakımından oldukça uygun iklim koşullarına sahiptir. Ancak zamanla iklim koşullarında meydana gelen değişikliklerin ortaya çıkardığı sulama suyu problemleri, çeltik üreticilerinde sorun haline gelmekte ve çeltik tarımını kısıtlayan başlıca unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Diğer tahıllarda olduğu gibi çeltikte hasadın ardından depolanmaktadır. Önlem alınmadığı takdirde depolama sürecinde böcekler çeltikte nicel ve nitel boyutlarda önemli ürün kayıplarına neden olmaktadır (Emekci vd. 2015, Philips ve Throne 2010).

Tahıllar günlük tüketilen gıdalara kıyasla içerdikleri düşük nem miktarından (%10-14) dolayı daha güvenli depolanabilmektedir (Hoseney 1986). Tahıllar uygun nem içeriğinde, uygun sıcaklıkta, böcek, mikroorganizma ve kemirgenlerin zararlı etkilerinden arı olarak depolanmaları halinde, hasat edildikleri andaki özelliklerini uzun yıllar büyük ölçüde koruyabilirler. Tahıl üretimi artışı, güvenli depolama yapılmadığı sürece sonuçta sadece emek, iş gücü ve zaman kaybı ile tohum ve gübre kullanımının ve diğer tarımsal pratiklerin heba edilmesi gibi olumsuzluklarla neticelenir.

Tahılların depolanmasında nem ve sıcaklık, böcek ve mikroorganizmaların yaşamlarını sürdürmeleri açısından oldukça önem arz etmektedir. (Dizlek, 2012). Depolanmış ürünlerde, böceklerin tüm dünyada sebep olduğu yıllık ürün kaybı ortalama %10-30 olarak bildirilmektedir (Donahaye ve Messer 1992, Emekci ve Ferizli 2000). Gerçekleşen bu kayıp, zararlı böceklerin popülasyon yoğunluğuna göre daha da artabilmektedir. Tüm bu sebepler göz önüne alındığında depo zararlılarına karşı ürünleri güvenli bir şekilde korumak önemli bir bitki koruma faaliyeti olarak değerlendirilmektedir.

Depo zararlısı böceklerin neden olduğu nicel ve nitel kayıpları önlemede ana mücadele yöntemi olarak fumigantlar üzerine yoğunlaşmıştır (Phillips ve Throne, 2010, Boyer vd. 2012). Yanı sıra –nispeten daha az ağırlıkta olmak üzere- kalıcı etkili sentetik kontakt etkili insektisitler de, depo zararlılarıyla mücadelede uzun süreli koruyucular olarak kullanılmaktadır (Arthur 1996). İnsektisit ve fumigantların gerek böceklerde direnç gelişimine neden olması (Guedes ve Pereira 2008, Pereira vd. 2009, Sağlam vd. 2015, Tay vd. 2016) ve gerekse insan-hayvan ve çevre sağlığı yönünden kalıntı ve çevre kirliliği sorunlarına yol açması, depo zararlıları ile savaşmada risk düzeyi düşük, daha güvenli, alternatif savaşım yöntemlerinin geliştirilmesini teşvik etmiştir (Athanassiou vd. 2004, Rumbos vd. 2016).

Depolanmış ürün zararlılarına karşı kullanılan birçok yöntem mevcuttur. Bunlardan en yaygın olarak kullanılanı kimyasal savaşımdır. Kimyasal mücadelede kontakt etkili koruyucu insektisitler, solunum yolu ile etkisini gösteren fumigantlar kullanılmaktadır. Tarımsal üretimde nematod, böcek, akar vb. entomolojik etmenleri ve fungus, bakteri vb. fitopatolojik etmenleri öldürmek amacıyla fümigant olarak isimlendirilen ve gaz veya gaz haline geçen kimyasal preparatların belli ölçüde sızdırmazlığın sağlandığı –kapalı- bir ortamda belirli bir sıcaklık aralığında kullanımı olarak tanımlanabilen fumigasyon,

depolanmış ürünlerin korunmasında ürün yığınlarına kolayca işlemesi ve daha kolay uygulanması nedeniyle en sık başvurulmuş mücadele yöntemidir (Ferizli ve Emekci 2010). Ülkemizde 1998 yılında hasat sonrası uygulamalarda 297 ton pestisit kullanıldığı bildirilmiştir (Emekci ve Ferizli 2000). Bu dönemde yaklaşık 40 ton metil bromit/MBR fumigantı kullanılmıştır. Türkiye’de tüketilen pestisit miktarı 2018 yıl sonu itibarıyla 59.000 ton olup satış tutarı yaklaşık 2,5 milyar TL. dir (TMO 2019). Ozon Tabakasını İncelten Maddelerin Yasaklanmasına İlişkin Montreal Protokolü çerçevesinde, tüm dünyada metil bromit kullanımı karantina ve sevkiyat amaçlı kullanım sözdışı sonlandırılmıştır (Dowdy ve Fields 2000). Ülkemizde ruhsatlı fumigant olarak fosfin (PH_3) ve sülfürlü florit bulunmaktadır. (Ferizli ve Emekci 2010; Emekci vd. 2015). Fosfinde uygulama süresinin metil bromite kıyasla uzun olması ve zararlılarda yaygın direnç gelişimi kullanımını sınırlamaktadır (Zettler vd. 1989).

Sentetik kimyasal pestisitlerin çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri ve zararlılarla mücadeledeki yetersizlikleri nedeniyle ilk kez ”sorbitif tozlar” olarak tanımlanan (Ebeling 1971), inert tozların alternatif olarak kullanımına yönelik laboratuvar ve arazi çalışmaları ivme kazanmıştır (Subramanyam ve Roesli 2000).

İnert tozlar 4 grup altında incelenmektedir. Bunlar birinci grupta yer alan volkanik patlama sonucu meydana gelen kül içeren topraklar, ikinci grupta çeşitli fosfat, magnezit, kalsiyum karbonat, kalsiyum hidroksit gibi mineraller, üçüncü grupta sentetik silikatlar ve son grupta ise diatom toprağı (DT) ve zeolit ait olduğu doğal silikatlar grubudur (Kljajic vd. 2011).

İnert tozlar içinde en yaygın olarak kullanılan ve ticari formülasyonları bulunanlar diatom topraklarıdır. (Korunic vd 1996, Korunic 1998, Korunic vd 1998). Diatom topraklarının depolanmış ürün zararlılarına karşı etkinliği üzerine, çevresel koşullardan, sıcaklık, ortamın nem içeriğinin (Fields ve Korunic 2000) ve preparatın kimyasal ve fiziksel özellikleri bağlamında SiO_2 miktarı, parçacık boyutu ve şeklinin önemli etkileri bulunmaktadır (Korunic 1998, Subramanyam ve Roesli 2000).

İnert tozlar içerisinde yer alan zeolitler (alkalin alüminyum silikatlar), kimyasal olarak inaktif, kation ve su içeren mikro gözenekli kristal yapılı ortak hidrojen atomu sayesinde silis ve alüminyum atomları tetrahedral olarak birbirine bağlanmış yapılardır (Holmes 1994, Subramanyam ve Roesli 2000, Zeolyst International 2009). Zeolitler iskelet

yapılarındaki Si/Al oranları ve içerdikleri katyon cinsinde ve miktarında bazı farklılıklar meydana gelmesine rağmen $M_{2/n}O \cdot Al_2O_3 \cdot xSiO_2 \cdot yH_2O$ genel formülü ile ifade edilebilirler (Mumpton ve Fishman, 1977, Rehakova vd. 2004). Doğal yollarla elde edilebilen zeolitler, farklı kil minarellerinden de sentezlenebilmektedir (Slapajarn vd 2006).

Diyatom toprağı ile benzer özelliklere sahip olup, zamanla parçalanmayan ve kalıntı bırakmayan yapısıyla, zehirli olmayan insektisitler arasında gösterilmekte olan zeolitler (Haryadi vd. 1994, Kljajić vd. 2010b, Andric vd. 2012, Perez vd. 2012), özgün fizikokimyasal özelliklerinden dolayı (termal kararlılık, yüksek sorpsiyon ve iyon değişim kapasitesi gibi) tarımda, toprak suyunu emme (absorpsiyon) ve tekrar geri verebilme (desorpsiyon) özellikleri nedeniyle toprak özelliklerini iyileştirmede (Payra ve Dutta 2003, Weaver vd. 2003) ve suyun ıslahında filtre görevinde (Xiubin ve Zhanbin 2001, Wang ve Peng 2010, Misaelides 2011, Margeta vd 2013), mahsul verimini artırmada gübre olarak, meyve ve sebze depolanması, taşınması ve buzlanmasının önlenmesinde (Mumpton ve Fishman, 1977, Mumpton 1999; Kljajic vd 2010a; Ramesh ve Reddy, 2011), hayvanlara zararlı olabilen mikotoksinleri etkili şekilde absorblama özelliğı ile hayvan yemi katkı maddesi olarak (Kolosova ve Stroka 2011, Wu vd. 2013, Rehakova vd. 2004, Kljajic vd. 2011) ve daha birçok uygulama alanında kullanılmaktadır (Eroğlu vd. 2017). Geniş bir yelpazeye sahip olan kullanım alanlarına radyoaktif atıklar, çöp depolama alanlarının kirlilik kontrolü, enerji sektörü, madencilik ve metalürji (ağır metalleri atımında (Fu ve Wang 2011)), kağıt endüstrisi, inşaat sektörü, sağlık sektörü, aşındırıcı özelliğinden dolayı deterjan sektörü de eklenebilmektedir (Mumpton ve Fishman, 1977, Mumpton 1999; Anonim 2011, DPT 2001). Zeolit FDA’ in GRAS listesinde “kullanılması güvenli” ilan edilmiş, memelilere zehirsiz olduğu (IARC 1997) kapsamlı araştırmalar ile kanıtlanmıştır (www.accessdata.fda.gov 2014).

Şuana kadar 42 doğal zeolit tanımlanmış olup, yaygın olarak bulunanları kabazit, analcim, klinoptilolit, mordenit, erinonit, ferrierit, laumontit ve fillipsittir. En çok çıkarılanı ise klinoptilolit ve kabazittir (Virta 2006). Ülkemizde zeolitler içerisinde Heulandite serisinde yer alan klinoptilolit %95 saflıkta Manisa-Gördes yöresinde yoğun olarak bulunmaktadır. Doğal bir zeolit olan klinoptilolitte yüksek katyon değişim

kapasitesine ve yüksek NH_4 tutma kapasitesine sahip olmasından dolayı tarımsal üretimde sıklıkla tercih edilmektedir. (Jha ve Hayashi 2009, Malekian vd. 2011).

Zeolit gibi inert tozlar zararlı böcekleri öncelikle fiziksel etkiler; toz parçacıkları böceğin kütikula tabakasındaki epidermis hücreleri tarafından salgılanan epikütikülada bulunan porlara yapışır. Arthropodlarda integüment bazal membran üzerine yerleşmiş tek sıralı hücrelerden oluşan epidermis tabakası ve epidermin salgısıyla oluşan kütikula tabakasından oluşmaktadır. Epidermin salgıladığı ilk tabaka en dıştaki epikütiküladır. Daha sonra salgılanan iç tabaka prokütikula adını alır. Kitin ihtiva etmeyen epikütikülada kütikulin, mum ve sement olmak üzere üç kısımdan oluşur (Özparlak 2003). İnert tozlar böceğin kütikula tabakasında aşınmaya neden olur; wax tabakasının absorbe edilmesiyle böcek aşırı su kaybeder. Bu sebeple böceklerde ölüm sebebinin aşırı su kaybı veya kuruma olduğu bildirilmiştir (Subramanyan ve Roesli 2000). Böceklerde toz partiküllerinin yeterli ölçüde teması için böcek hareketliliğinin önemli olduğu (Korunic 1998, Subramanyam ve Roesli 2000), bunun yanında böcek epikütikula kalınlığındaki farklılıkların da önem arz ettiği belirtilmiştir (Kavallieratos vd. 2007).

İnert tozların insektisidal etkisinin aynı zamanda hedefin türüne ve yaşam döngüsüne (Field vd. 2003, Arnaud vd. 2005), ortamın sıcaklığı, bağıl nemi, tahıl çeşidi ve nem içeriği gibi birçok faktöre bağlı olduğu bulunmuştur (Korunic 1998, Arthur 2000, Subramanyam ve Roesli 2000, Fields ve Korunic 2000, Mewis ve Ulrichs 2001, Vayias ve Athanassiou 2004, Athanassiou vd. 2003, 2005, Vayias vd. 2006a, Korunic ve Fields 2006, Rigaux vd. 2001, Arnaud vd. 2005, Vayias 2006b). Keza, inert tozların etkinliğinin depolanmış ürün zararlısı böceklerin coğrafi popülasyonlarına göre de farklılıklar gösterebileceğini bildirmiştir (Vayias vd., 2006b; Kavallieratos vd., 2007).

Bu araştırmada Türkiye orijinli zeolit türevlerinden klinoptilolit formunun depolanmış çeltiğin önemli zararlılarından olan *Sitophilus oryzae* (pirinç biti) ve *Tribolium castaneum* (un biti) üzerindeki etkinliği, laboratuvar koşullarında değişik sıcaklık (20, 25, 30 °C) ve orantılı nem (%55 ve %75) koşullarında kısa (28 gün) ve uzun (25 °C %60 orantılı nemde 180 gün) süreli depolama şartlarında araştırılarak, mevcut kaynaklarımızın ham ve/veya geliştirilmiş formlarının insektisit olarak kullanımına temel teşkil edecek bilgilerin elde edilmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

İnert toz insektisitler (İTİ) depolanmış ürünleri entomolojik etmenlere karşı korumak suretiyle ürünlerin depolanma sürecinde miktar ve kalite yönüyle muhafazası bakımından Entegre Zararlı Yönetimi (IPM) içinde önemli bir potansiyele sahiptir. Zehirli kimyasal kategorisinde olmayan bu doğal insektisitler kuru koşullarında aylarca etkisini göstermektedir. İTİ, toz veya ıslanabilir toz formülasyonlar halinde gerek doğrudan tahıllara ve gerekse depo ve işletme gibi mekanların iç/dış yüzeylerine uygulanmak suretiyle kullanılmaktadır. İnert tozlarla muamele edilmiş ürünler, organik ürün yetiştiriciliği ile ilgili denetçi kurumlar tarafından onaylanmıştır (Ziaee vd. 2019).

Aldryhim (1993), 20 °C ve 30 °C sıcaklık ve %40 ve %60 orantılı nem koşullarında, farklı buğday çeşitlerine 100-900 ppm konsantrasyonlarında uygulanan Dryacide isimli ticari DT'nın 2 ve 7 günlük uygulamalarda *Rhyzopertha dominica* erginleri üzerindeki öldürücü etkisinin buğday çeşitlerine göre farklılık gösterdiğini saptamıştır. Araştırmacı, sıcaklık ve uygulama süresi artışının Dryacide'in öldürücü etkisini arttırdığını; orantılı nem artışının ise öldürücü etkiyi azalttığını tespit etmiştir. Bu bağlamda 20°C ve %40 orantılı nemde en yüksek etki 14 günlük uygulamada durum buğdayında gözlenirken (LC₅₀ 229 ppm), bunu sert buğday (LC₅₀ 340 ppm) ve yumuşak ekmeklik buğday (LC₅₀ 381 ppm) izlemiştir. Sıcaklık 30°C olduğunda ise, %40 orantılı nemde, 14 günlük uygulamada durum buğdayı, sert buğday ve yumuşak ekmeklik buğday çeşitleri için elde edilen LC₅₀ değerleri sırasıyla <100 ppm, 363 ppm ve 136 ppm olarak verilmiştir. Araştırmacı F1 veriminin de her iki sıcaklıkta genellikle tüm dozlarda kontrolden daha düşük olduğunu; yüksek orantılı nemde daha yüksek F1 verimi tespit edildiğini bildirmektedir.

İnert tozların etkinliğinde önemli rol oynayan toz partiküllerinin ürün tanelerine tutunma düzeyinin ürünlere göre farklılıklar sergilediği belirtilmiştir (Korunic, 1997). LaHue (1972) yulaf, sorgum, buğday, arpa ve mısır tohumlarında diatom toprağı formülasyonu olan Perma-Guard ve Kenite 2-1' in tutunma düzeylerinde önemli farklılıklar bulmuştur.

Haryadi vd. (1994), yüksek nem oranı koşullarında (%75-85) dahi 12 haftalık uygulama sonunda ≥ 50 gr/kg ürün dozunda kullanılan doğal zeolitin depolanmış mısırdaki *Sitophilus zeamais* Motschulsk'e karşı %100 etkili olduğunu; ≥ 40 gr/kg ürün dozunda kullanıldığında ise 6 haftalık uygulama süresinde zararlının popülasyonunu önemli ölçüde baskıladığını bildirmiştir.

Golob (1997), diyatom toprağı ve siliko aerogellerin gelişmiş ülkelerde kullanılan kimyasalların yerini almak suretiyle depolarda artan oranlarda kullanılmaya başlandığını; Meksika'da antik zamanda Azteklerin mısırı kireçtaşı ile karıştırarak bu şekilde muhafaza ettiğini bildirmiştir. Bu sebeple aktif silika grubu tozlar tahıl endüstrisinde ve depolarda mücadele aracı olarak gün geçtikçe daha fazla oranlarda kullanılmaktadır.

Subramanyam ve Roesli (2000), depo zararlısı böceklerle karşı inert tozların etkinliğinin, uygulama dozu ve süresinin dışında inert tozun menşei ve fiziko-kimyasal özelliklerine de bağlı olabileceğini; tahılların uzun süreli korunmasında zararlıların tamamen öldürülmesinden ziyade popülasyon gelişimlerinin durdurulmasının daha önemli olduğunu vurgulamıştır. Bir diyatom formülasyonu olan Insecto ile yapılan çalışmada 0.5 g/kg mısır dozundaki uygulamada, *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens)'e (Col.: Cucujidae), *C. pusillus*, ve *O. mercator* erginlerinde F1 gelişiminin engellendiği, *O. surinamensis* ve *T. castaneum*' da ise F1 gelişimin 1 g/ kg ürün dozunda engellendiği bildirilmiştir. *P. truncatus*, *S. oryzae*, ve *R. dominica*' da F1 gelişimi 1.5 g/ kg dozda engellenememiş; kontrol grubundaki erginlere kıyasla yavru üretimindeki azalışın %50-85 arasında olduğu bildirilmiştir. Bu böceklerin Insecto'ya karşı düşük hassasiyet göstermelerine, erginlerin ölüm sürelerinin uzaması, böceklerin çiftleşme ve yumurta koyması için gereken süreyi sağlamaktadır. Mevcut çalışmadaki önerilen doz ile *R. dominica* ve *T. castaneum* gibi bazı depolanmış ürün zararlılarına karşı başarılı olarak savaşamayacağı bildirilmiştir.

Rigaux vd. (2001), 14 farklı popülasyondan alınan *T. castaneum* erginleri 7 gün boyunca 600 ppm'e kadar farklı dozlarda diyatom toprağı olan Protect-It ile muamele edilen buğdaya maruz bırakılmıştır. En toleranslı ırkta LD₅₀ değeri 414 ppm, en duyarlı ırkta ise LD₅₀ değeri 238 ppm olarak bulunmuştur. Toleranslı ırka ait erginlerin (2.0 mg) ağırlık olarak hassas ırka ait erginlerden (2.6 mg) daha hafif olduğu anlaşılmıştır. Toleranslı

erginler besinsiz olarak %5 orantılı nemde 24 saat boyunca tutulduktan sonra, 600 ppm dozda diyatom toprağı ile muamele edilmiş buğdaya maruz bırakılması sonucunda hassas erginlere kıyasla daha düşük oranda su kaybettiğı anlaşılmıştır (töleranslı erginlerde $6 \mu\text{g h}^{-1}$, hassas erginlerde $12 \mu\text{g h}^{-1}$). Diyatom toprağına bırakılmayan töleranslı erginlerde bu değer $3 \mu\text{g h}^{-1}$ iken hassas erginlerde $12 \mu\text{g h}^{-1}$ oranında olmaktadır. DT ile muamele edilen ve edilmeyen tüm popülasyonlarda vücuttaki su içeriğinin toplam ağırlığın %33 ila %37'si arasında olması durumunda böceklerin öldüğü görülmüştür. Doğrudan yetiştirme alanından alınan erginlerin vücutlarındaki su miktarı toplam ağırlığın toleranslı erginlerde %52'si, hassas erginlerde ise %53'ü oranında olduğu görülmüştür. Toleranslı erginlerin hassas erginlere göre tahılda ve filtre kâğıdında daha yavaş ilerlediğı kaydedilmiştir. Bu çalışmada töleranslı erginlerin 75 ppm gibi düşük konsantrasyonlarda DT ile muamele edilmiş buğdaydan kaçınırken, hassas erginlerde 600 ppm de bile kaçış gözlenmemiştir.

Dowdy ve Fields (2002), gıda işletme tesislerinde depolanan ürünleri zararlı böceklerin olumsuz etkilerinden korumak için uygulanan metil bromit fumigasyonuna alternatif olarak, yüksek sıcaklık ve diyatom toprağının kombinasyonunun etkinliğini un fabrikasında *T. confusum* (du Val)' üzerinden değerlendirmiştir. Yapılan çalışmada tesisin tamamı ya da bir kısmı 20-30 saat 50-60 °C' de ısıtılarak, zararlı kontrolü sağlanması hedeflenmiş ancak bazı ekipman veya yapıların bu koşulları tolere edebilmesi ve bu yüksek sıcaklıklara ulaşılmasının zor ve pahalı olduğu görülmüştür. Bu nedenle ısıl işlemle birlikte diyatom toprağı gibi kurutucu bir toz kullanarak, gerekli etkili sıcaklığa olan gereksinimin azaltılmasının uygun olacağı değerlendirilmiştir. Denemede tesis sıcaklığının 47 °C sıcaklık ve üzerindeki yerlere $0,3 \text{ g/m}^2$ yüzey dozundaki diyatom toprağı ısı birlikte uygulanmış ve tek başına ısıl işleminden istenilen etkinin alınmadığı, ancak diyatom toprağının daha yüksek konsantrasyon oranında uygulanmasıyla daha etkili olduğu görülmüştür. Daha düşük sıcaklıktaki yüzeylerde DT' ye maruz kalan erginlerin, maruz kalmayanlara oranla daha erken öldükleri görülmüştür. Bu çalışma ile 47 °C sıcaklığa kadar ısıtılmayan alanlarda da uygun dozda DT uygulaması ile bir un fabrikasında ciddi zararlı konumundaki *T. confusum* ile etkili şekilde mücadele edilebileceğı gösterilmiştir.

Athanassiou vd. (2003) *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) isimli zararlıya karşı diyatom toprağı olan SilicoSec'in 0.125, 0.25, 0.5, 1 ve 1.5 g/kg dozlardaki öldürücü etkisi pirinç, çeltik, mısır ve arpaya karıştırılarak çalışılmıştır. Çalışmada SilicoSec ile muamele edilen tahıllara *S. oryzae* erginleri ilave edildikten 1, 2, 7 ve 14 gün sonra ölümler belirlenmiştir. 14. günde ölümler belirlendikten sonra, tüm erginler ortamdaki uzaklaştırılmış ve muamele edilen ürünlerdeki F1 gelişimi 45 ve 90 gün sonra belirlenmiştir. Yapılan çalışmada *Sitophilus oryzae* üzerinde SilicoSec'in öldürücü etkisinin tahıl çeşidinden, uygulama süresinden ve uygulanan dozdan oldukça etkilendiği belirlenmiştir. Denemede kullanılan tüm tahıl çeşitlerinde uygulama süresinin uzaması ile ölümlerin arttığı belirlenmiştir. Diyatom toprağının etkinliği en düşük mısırdaki bulunmuş ve yüksek dozda 14 günlük uygulama sonrası ölüm %65 oranını geçmemiştir. Buna bağlı olarak ta muamele edilen konsantrasyon oranı dikkate alınmaksızın, mısırdaki yeni nesil ergin gelişimi yüksek olmuştur. Diğer taraftan arpada 7 günlük uygulama süresi sonunda en yüksek iki konsantrasyonda ölümler %100 olmasına rağmen F1 gelişimi tamamen baskılanamamıştır. Çeltiğe uygulanan 1 ve 1.5 g/kg ürün dozlarında SilicoSec formülasyonu ile tatmin edici koruyucu etki sağlanmıştır. Bu iki doz ile yapılan uygulamada 7. günün sonunda tüm erginler ölmüş ve 90 günlük bekleme süresi sonunda yeni nesil ergin çıkışı olmamıştır. Aksine, 1.5 g SilicoSec/kg ürün dozunda muamele edilmiş pirinçte ölüm oranı 14 günlük uygulamada bile %100 düzeyine ulaşmamış; ayrıca yüksek düzeyde yeni nesil ergin çıkışı da görülmüştür.

Vayias and Athanassiou (2004) tarafından *Tribolium confusum* erginlerine karşı SilicoSec' in %55 ve %65 orantılı nemde 1, 2, 7 ve 14. günde ölümleri araştırılmış ve %55 nemde gerçekleşen ölümlerin %65 orantılı nemde gerçekleşenden önemli düzeyde farklı olduğu bulunmuştur. Uygulamanın 2. gününde %55 nemde %37 ölüm gerçekleşirken; %65 orantılı nemde ise ölümler %25 olarak belirlenmiştir. Çalışmada ergin ölümlerinin doz artışı ile arttığı bildirilmiştir. 48 saatlik uygulamadan sonra en yüksek dozda bile ölümün %50,5 olduğu; 7 günlük uygulamada bile %100 ölüme ulaşamadığı görülmüştür.

Depo zararlılarına karşı inert tozların öldürücü özelliği üzerine sıcaklığın etkili olduğu birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir (Aldryhim 1990, Arthur 2000b, Dowdy ve Fields 2000, Vayias ve Athanassiou 2004, Athanassiou vd. 2005b). Depo zararlısı türlerin çoğunluğu için yapılan deneylerde sıcaklığın artışı diyatom toprağının etkinliğini arttırmıştır (Field ve Korunic 2000, Athanassiou vd. 2005b). Sıcaklığın artmasıyla böcek vücudunda kütikula tabakasında su kaybı artmakta ve buna ek olarak diyatom toprağı partüküllerinin sebep olduğu kurutmanın artmasıyla pozitif bir ilişki içerisinde olmaktadır (Field ve Korunic 2000). Dahası yüksek sıcaklıkta böcekler daha fazla hareket eder ve ürün üzerindeki diyatom partükülleriyle böceğin teması artar. Ancak *T. confusum*'da sıcaklığın etkisi üzerine farklı bulgular bulunmuştur. Aldryhim (1990) 20 °C ile 30 °C sıcaklıkta ve %40 ile %60 orantılı nem koşullarında diyatom formülasyonu olan Dryacide' in etkinliğini buğday üzerinde *Tribolium confusum* erginlerine karşı denemiştir. Yapılan çalışma sonucunda 20 °C sıcaklıkta bulunan zararlı erginler 30 °C sıcaklıktaki erginlerden daha hassas olarak bulunmuştur. Bunun aksine Vayias ve Athanassiou (2004) Silico-Sec ile muamele edilen buğday ve un üzerinde *T. confusum* ergin ve larvalarının yüksek sıcaklıkta daha hassas olduklarını; daha önce yapılan çalışmalarında da sıcaklığın DT'nin öldürücülüğü üzerindeki etkisinin, böceğin maruz kaldığı süreyle de değişebildiğini bildirilmiştir (Athanassiou vd. 2005b).

Athanassiou vd. (2004) *Sitophilus oryzae* (L.) ve *T. confusum*'a karşı diyatom formülasyonlarından Insecto®, SilicoSec® ve PyriSec® 'in yulaf, çavdar ve tritikale üzerinde etkinliğinin denendiği araştırmada 0.75, 1.0, 1.5 g/kg dozlarda, 26 °C ve %60 bağıl nemde uygulamadan 1, 2, 7 ve 14 gün sonraki ölüm oranlarını tespit etmiştir. *S. oryzae*'da 7. günde (48 saat içerisinde tritikalede erginlerin %40' dan fazlası ölmüştür) ergin ölümü her üç tahılda da % 100'e ulaşırken, *T. confusum* erginlerinde 21. günde dahi % 100 ölüm oranına rastlanmadığı görülmektedir. Genel olarak diğer iki tahıla nazaran çavdarda daha yüksek ölüm oranı bulunmuş ve hiçbir F1 dölü görülmemiştir. Her iki türe karşı iki farklı diyatom toprağı formülasyonunun etkisi, yulafta diğer ürünlere göre daha az olmuştur. *T. confusum* 'a karşı en yüksek ölüm oranı diğer ürünlere göre 48 saat içerisinde tritikale de görülmüştür. PyriSec® formülasyonu diğerlerine nazaran *S. oryzae*'de oldukça önemli düzeyde ölüm oranına neden olmuştur. Her iki tür depo zararlısında da F1 verimi kontrole kıyasla uygulama yapılan tahıllarda önemli oranda azalmıştır.

Arnaud vd. (2005), tarafından yapılan araştırmada farklı coğrafi bölgelere ait *T. castaneum* popülasyonlarına 4 farklı DT formülasyonunun (Insecto, Perma-Guard, Protect-It ve Dryacide) 6 farklı konsantrasyonda (100-1000 ppm) öldürücü etkisi araştırılmıştır. Protect-It formülasyonu 400 ppm ve üzeri konsantrasyonlarda etkili olmakla birlikte erginlerin ölümü için gerekli dozun 1000 ppm olduğu bulunmuştur. Çoğu popülasyonda Insecto ve Dryacide formülasyonunun 600 ppm dozuna %90' dan fazla duyarlılık görülürken, Fildişi Sahilinden (Asm) toplanan erginlerde bu oran sırasıyla 88 % ve 22 % olarak bulunmuştur. Perma-Guard formülasyonu en düşük etkiye sahip olmuş; 1000 ppm de bile öldürücü etkisi düşük olmuştur. Ayrıca iki farklı bölgeden alınan zararlı popülasyonuna karşı DE formülasyonlarının etkinliğinde farklılıklar bulunmuştur.

Athanassiou vd. (2005a) depolanmış buğdayda *S. oryzae* ve *T. confusum*'a karşı SilicoSec® isimli diyatom toprağı formülasyonunun öldürücü etkisini 0.25, 0.50, 1.00 ve 1.50 g/kg ürün konsantrasyonlarda ve 22 °C, 25 °C, 27 °C, 30 °C ve 32 °C sıcaklıklarda çalışmıştır. Denemenin 1., 2., 7. ve 14. gününde yapılan ölü birey sayımlarından sonra 14. günde canlı erginler ortamdaki uzaklaştırılmış ve *S. oryzae* diyatom toprağı formülasyonu ile muamelesiz buğdayda, *T. confusum* ise unda 7 gün boyunca tutularak ilk F1 verimi belirlenmiştir. Her iki tür için de yürütülen denemelerde diyatom toprağı dozu, sıcaklık ve maruz kalma süresinin ölüm üzerinde etkili olduğu gösterilmiştir (P <0.001). Sıcaklık artışı ile birlikte *S. oryzae* ve *T. confusum*'da diyatom toprağının etkinliği artmakla birlikte, *T. confusum*, *S. oryzae*' ye nazaran SilicoSec®'e karşı daha toleranslı olarak bulunmuştur. Tüm denemelerde genel olarak bakıldığında 1.00 ve 1.50 g/kg buğday dozlarında her iki türe karşı belli derecede bir koruma sağlanmıştır. *T. confusum*'da 22 °C'de 0.50 g/kg dozda ve 22 °C, 25 °C, 27 °C, 30 °C' lerde ise 0.25 g/kg dozda F1 çıkışı görülmüştür.

Athanassiou ve Kavalleriatis (2005), *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae) erginlerine karşı Pyrisec® isimli ticari diyatom toprağının öldürücü etkisini belirlemek için 8 farklı tahıl çeşidi üzerinde çalışmıştır. Biyolojik testlerde 750, 1000 ve 1500 ppm (mg DE/kg ürün) konsantrasyonları kullanılmış ve 1., 2., 7. ve 14. gün sonunda ölüm oranları belirlenmiştir. *R. dominica* erginlerine ilk 24 saatlik uygulama sonucunda %50'den fazla ölüm görülmüştür. Denemede kullanılan tahıllarda 14 günlük uygulama

sonucu en yüksek PyriSec® dozunda ölüm ≥ 95 olarak gerçekleşmiştir. Bütün konsantrasyonlarda genel olarak en yüksek ölüm oranı buğdayda elde edilirken, bunu sırasıyla mısır ile pirinç takip etmiştir. F1 döl verimi bakımından ise PyriSec® en yüksek dozunda döl çıkışı olmamış ancak en düşük PyriSec® dozunda da F1 birey sayısının çok düşük olduğu görülmüştür. Aynı çalışmada ürünlere diyatom toprağının tutunma oranlarını da belirlenmiş olup, en yüksek tutunma oranı % 92 ile pirinçte, en düşük tutunma oranı ise % 10 ile mısırdan saptanmıştır.

Vayias vd. (2006b), *T. confusum*'un farklı ülkelerden elde edilen yedi farklı popülasyonuna karşı beş ayrı diyatom toprağı formülasyonunun (Insecto, Protect-It, Protector, PyriSec ve SilicoSec) 500 ve 1000 ppm dozlarında *Triticum durum* buğdayına muamele edilerek, etkinliği araştırılmıştır. *T. confusum* popülasyonları Danimarka, İngiltere, Almanya, Yunanistan, İtalya ve Portekiz'den alınmış olup, yedinci ırk Yunanistan'da altı döl boyunca laboratuvar ortamında diyatomla muamele edilen ve dirençli hale getirilen erginlerden alınmıştır. Genel olarak bakıldığında, Danimarka, İngiltere ve Almanya ırkları kullanılan DT formülasyonlarına en hassas ırklar olup, Portekiz ırkının en az hassasiyet gösterdiği tespit edilmiştir. Yunanistan ırkının dirençli olan ve olmayanı arasında Protector uygulamaları hariç diğer DT formülasyonlarına karşı önemli farklılık olduğu bildirilmiştir.

Athanassiou vd. (2007) önemli depo zararlısı olan *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus oryzae* ve *Tribolium confusum*' a karşı ticari olarak tavsiye edilen diyatom toprağı formülasyonlarının buğday ve mısır üzerinde böcek öldürücü etkisi incelenmiştir. Diyatom toprağı formülasyonu olarak Insecto, PyriSec ve Protect-It tek başına ayrı ayrı ve ikili kombinasyonları (Insecto®+PyriSec®, Insecto®+Protect-It®, PyriSec®+Protect-It) ile üçünün karışımı uygulanmıştır. Tek, ikil ve üçlü kombinasyonların tümünde de diyatom konsantrasyonu 0.25, 0.5 ve 0.75 g/kg ürün olarak belirlenmiştir. Üç zararlı türe ait erginler 26 °C sıcaklıkta ve 65% orantılı nemde DT formülasyonları ile muamele edilen ürünlerde 7 gün tutulmuş ve ölüm oranları belirlenmiştir. *T. confusum* tüm DT formülasyonlarında %67' yi geçmeyen ölüm oranıyla en toleranslı tür olmuş, diğer iki türe karşı ise bazı kombinasyonlar %100 ölüm elde edilmiştir. Üç türde tüm DT kombinasyonlarının buğday üzerinde mısırdan daha fazla etkili olduğu bulunmuştur. Genellikle iki veya üç diyatom formülasyonunun karışımı tüm

türler ve tüm ürünlerde tek bir diyatop toprağı formülasyonu uygulamasından daha fazla etkili olmuştur. Mevcut çalışmanın sonuçları, farklı birkaç DT formülasyonunun kombinasyonu ile düşük doz oranlarında oldukça etkili olan yeni bir DT formülasyonu üretilebileceğini açıkça göstermektedir.

Kavallieratos vd. (2007), Avrupa' nın farklı coğrafik bölgelerinden (Yunanistan, İtalya, Portekiz, İngiltere, Almanya, Fransa ve Danimarka) temin edilen *T. confusum* ırklarına karşı üç ayrı DT formülasyonunun 500 ve 1000 ppm dozlarında larva ve erginlere karşı etkinliğinin 20, 25 ve 30 °C'de araştırıldığı çalışmada 7 günlük maruz kalma süresinden sonra ölüm oranları belirlenmiştir. PyriSec, Insecto, Protect-It ve bu üçünün karışımı olan uygulamalar incelendiğinde Portekiz ve Fransa ırklarının en az hassasiyet gösterdiği ve İngiltere ırkının en hassas ırk olduğu belirlenmiştir. Genel olarak sıcaklık artışıyla birlikte DT etkinliğinin larva ve erginler üzerinde arttığı görülmekle birlikte bazı durumlarda sıcaklığın hiçbir etkisi tespit edilmemiştir. Ayrıca ırk ve sıcaklığa bakılmaksızın erginlerin tüm formülasyon ve kombinasyonlarda larvalara kıyasla daha dayanıklı olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar, aynı türün değişik ırklarının farklı ülkelerin DT formülasyonlarına gösterdiği tepkiler arasındaki ciddi farklılıkları ve bu tepkiler üzerindeki formülasyon tipi ve sıcaklığın etkisini de gözler önüne sermektedir.

Vayias vd. (2009) inert tozların coğrafi kökeni ve fiziksel özelliklerinin bunların böcek öldürücü özelliklerini etkileyebileceğinden hareketle, Güneydoğu Avrupa' da belirlenen 14 farklı lokasyondan alınan diyatop toprağının (DT) Küçük kırma biti, Mısır biti ve Ekin kambur biti' ne karşı öldürücü etkisi partikül boyutu da dikkate alınmak suretiyle araştırılmıştır. Sırbistan bölgesinden alınan DT en fazla *R. dominica* üzerinde etkili olurken, *S. oryzae* ve *C. ferrugineus* ' a karşı ise en etkili DT Yunanistan' dan alınan inert toz olmuştur. Ayrıca üç depo zararlısı böceğı karşı 0-150 µm parçacık ve <45 µm büyüklükte parçacık içeren DT'nın etkinliğinde her zaman önemli farklılıklar kaydedilmemiş olmasına rağmen, küçük partikülü DT'nın etkinliği büyük partiküllülere göre daha fazla olmuştur. Bu sebeple partikül boyutunun ticari DT üretimi sürecinde daima dikkate alınması gereken fiziksel bir özellik olduğu vurgulanmıştır.

Kljajic vd. (2010), yaptığı çalışmada iki doğal zeolit fomülasyonu olan Minazel Plus ve Minazel' i 0.25, 0.50 ve 0.75 g/kg ürün konsantrasyonunda, DT formülasyonlarından ise Protect-It formülasyonunu 0.15, 0.20 ve 0.30 g/kg ürün konsantrasyonunda *Sitophilus oryzae*, *Rhyzoperta dominica* ve *T. castaneum* 'a karşı 24 °C sıcaklık ve %45 nem koşullarında buğday üzerindeki insektisit etkisi yönüyle değerlendirmiştir. En yüksek ergin ölümü en uzun maruz kalma süresi olan 21. günde gözlenmiş olup, her üç zeolit dozunda (0.25, 0.50, 0.75 g /kg ürün) ve tavsiye edilen DT dozlarında (0,15 g/kg ürün *S. oryzae* için, 0.20 g/kg ürün Ekin kambur biti için, 0.30 g/kg ürün Un biti için) ölüm oranı *S. oryzae* 'de 97-100% ve *T. castaneum* 'da 94-100% olarak bulunmuştur. *R. dominica* ile ilgili mutlak ölüm hiçbir testte görülmemekle birlikte, DT dozlarında en yüksek % 92 ve zeolit uygulamalarında 0,75 g/kg ürün dozunda en yüksek %79 olarak gözlenmiştir. Her iki böcekte F1 dölündeki azalma 21 günlük uygulamadan sonra %90 ve üzeri olarak DT uygulamasında ve en yüksek zeolit dozu uygulamasında görülmüştür. Sonuç olarak, iki zeolit formülasyonundan Minazel formülasyonu uygulamasında buğdayda *S. oryzae* ve *T. castaneum* 'a karşı etkili koruma görülmüş ve sadece en yüksek diatom formülasyonu uygulamasında etkinlik tespit edilmiştir.

Freo vd. (2011) Çalışmada, 0, 2 ve 4 g kg⁻¹ ürün konsantrasyonlarında DT ile muamele edilen ve 180 gün boyunca 22 °C ve %70 bağıl nemde depolanan buğday tanelerinin fizikokimyasal özellikleri ve tane üzerindeki silisyum kalıntı miktarı 0, 60, 120 ve 180 günlük depolama süresi sonunda belirlenmiştir. Buğdaydaki fizikokimyasal değişikliklerin uygulanan DT konsantrasyonu ile bağıntılı olduğu ve silisyum içeriğinin buğday ununun kalitesini etkilediği tespit edilmiştir.

Malekian vd. (2011) Çevrenin korunması ve sürdürülebilir gıda üretimi için artan talepler, tarım için doğal ve zehirli olmayan seçeneklerin artan oranda kullanımını gerektirmektedir. Bu çalışmada, nitratın toprağa geçişini azaltmak ve ürün gelişimini teşvik için yüzey aktif madde ile modifiye edilmiş zeolit (SMZ) kullanımının doğal bir zeolit olan klinoptilolit (Cp) uygulamasına kıyasla uygulanabilirliği araştırılmıştır. Zeolit parçacık boyutu (milimetre ve nanometre) ile uygulama oranının (20 g kg – 1 ve 60 g kg – 1) Cp ve SMZ'nin topraktaki nitrat miktarı ve mahsul üzerindeki etkileri de değerlendirilmiştir. Toprak lizimetresi kullanılarak yapılan ölçümde, SMZ uygulanan topraktaki maksimum ve ortalama nitrat konsantrasyonunun, klinoptilolit uygulanmış toprağına göre önemli ölçüde (p <0.05) daha düşük olduğu belirlenmiştir. Lizimetre

ölçümlerine göre, SMZ ve Cp' nin yüksek oranlarda uygulanmasında (60 g kg⁻¹) toprağa geçen NO₃-N miktarı, kontrol grubuna göre sırasıyla %26 ve %22 daha düşük çıkmıştır. Ölçümlerde, ürünlerde tane verimi, tanenin azot içeriği, hasat sonrası kalan kuru maddeler ve topraktan azot alımı Cp ile muamele edilmiş toprakta, SMZ ile muamele edilmiş toprak ile kıyaslandığında önemli ölçüde daha yüksek çıkmıştır. Parçacık boyutundaki değişimin uygulamaya önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

Athanassiou vd. (2011), *S. oryzae*, *R. dominica* ve *T. confusum*'a karşı Orta ve Güneydoğu Avrupa' dan elde edilen DT' lerin insektisidal etkinliğini belirlemiş ve ticari DT preparatı Silicosec® ile karşılaştırmıştır. Kullanılan DT' leri ortamın sıcaklık ve nemi, kullanılan tahıl çeşidi (buğday, arpa, mısır, pirinç), DT uygulama metodu (püskürtme ve toz halinde uygulama) yönüyle değerlendirilmiştir. Denemelerde kullanılan DT' leri Yunanistan menşeli üç farklı, Sırbistan menşeli dört farklı, Slovenya menşeli bir farklı, Makedonya Cumhuriyeti menşeli bir farklı toprak ayrı olarak adlandırılmıştır. Deneme sonunda FYROM kodlu DT, Crete, Ellassona 1, Ellassona 2 olarak adlandırılana DT' larına göre daha etkili bulunmuştur. Ancak yüzey uygulamasında, sırasıyla en yüksek etki Slovenia, Ellassona 1 ve Begora kodlu DT' larında olmuştur. DT' larının etkinliği sıcaklığın artmasıyla artmış, nem artışında ise azalmıştır. Genel olarak diatom topraklarının arpa ve buğday üzerindeki etkinliğinin, mısır ve pirince göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Ancak hiçbir diatom toprağında F1 çıkışı engellenememiştir. Toz uygulamasının, püskürtme uygulamasına göre *S. oryzae* ve *T. confusum*'a daha yüksek etki gösterdiği bildirilmiştir.

Kljajić vd. (2011) tarafından *R. dominica*, *S. oryzae* ve *T. castaneum* a karşı doğal zeolit (NZ), modifiye edilmiş zeolit (MNZ) ve ince granüllü doğal zeolit (FGNZ) kullanılmıştır. Kullanılan zeolitlerin etkinliğinin bağıl hava nemi, böceğin maruz kalma süresi ve tozun özellikleri gibi etkenlerle değişebildiği tespit edilmiştir. NZ ve MNZ buğday üzerinde 0.25-0.75 g/kg ürün oranında 24 °C sıcaklıkta 45% orantılı nem koşullarında 21 günlük uygulamanın ardından zeolitlerin öldürücü etkisi *S.oryzae* ve *T.castaneum*' da >%90 iken *R. dominica*' da ise %23-73 aralığında olmuştur. Ayrıca bu iki formülasyon F1 çıkışını en yüksek oranda düşürmüştür. Özellikler MNZ formülasyonu, erginlere (50-55 % orantılı nemde) ve yumurtadan yeni çıkmış larvalara (60% orantılı nemde) karşı yüksek nem oranlarında düşük etki göstermiştir. Buğday ile muamele edilen 1 g/kg ürün

konsantrasyonundaki NZ ve FGZ' nin 21 günlük deneme sonundaki öldürücü etkisi sırasıyla >95% ve 79% olmuş; yeni nesil ergin çıkışı da sırasıyla %82 ve >90 azalmıştır. Sonuç olarak doğal zeolitlerin kullanımı ile depolanan buğdayın zararlı böceklerle karşı başarılı bir şekilde korunabileceği gösterilmiştir.

Beriş vd. (2011), *R. dominica* erginlerine karşı diyatom toprağı olarak Insecto®'nun öldürücü etkisi, 0.25, 0.50, 1.00, 1.50 ve 2.00 g kg⁻¹ ürün konsantrasyonunda muamele edilen kışlık buğdayda ve %40 ve %55 orantılı nem koşullarında 7, 14 ve 21 günlük uygulama süresinde belirlenmiştir. Üç farklı uygulama süresinde belirlenen ölümler (0.25 ve 0.50 gkg⁻¹ ürün konsantrasyonları hariç) kontrol grubunda belirlenen ölümlerden önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. F1 verimi de tüm dozlarda kontrole kıyasla istatistik anlamda farklı bulunmuştur. Uygulanan doz miktarı göz ardı edildiğinde, 7, 14 ve 21 günlük uygulamalar sonucunda ölümler %27.67–33.40 arasında olmuştur. Artan doz oranına bağlı ölüm oranı artmakla birlikte, en yüksek dozda (2.00 g kg⁻¹) dahi mutlak ölüm görülmemiştir. F1 verimi hem %40 ve hem de %55 orantılı nem koşullarında da artan doza bağlı olarak azalmıştır. Insecto® uygulaması F1 veriminde düşüşe neden olmuş ve popülasyon 7 günlük uygulamada 1.5 gkg⁻¹ ürün ve 14 ve 21 günlük uygulamada ise 2.00 g kg⁻¹ ürün konsantrasyonunda sabit kalmıştır.

Andric vd. (2012), Sırbistan orijinli iki doğal zeolit türünün (NZ ve NZ-Modifiye) ve iki diyatom toprağının (DE S-1 ve DE S-2) etkinliğini buğdayda pirinç biti *S. oryzae* ve *T. castaneum*'a karşı 0.25, 0.50, 0.75 ve 1.0 gkg⁻¹ ürün dozlarında 24 °C sıcaklıkta zeolit için %50-55 bağıl nemde ve diyatom için %60-65 bağıl nemde çalışmıştır. Her iki türde de en yüksek ölüm oranı en uzun uygulama süresi olan 21 günde 0.50-1.0 gkg⁻¹ ürün dozlarında görülmüştür. S-1 rumuzlu DT formülasyonu 0.50-1.0 gkg⁻¹ ürün konsantrasyonunda ve S-2 rumuzlu DT formülasyonu da 0.75-1.0 gkg⁻¹ ürün konsantrasyonunda 14 ve 21 günlük muamele sonrasında F1 döl verimini %90'ın üzerinde düşürmüştür. Aynı yüksek düzeyde F1 dölündeki düşme *T. castaneum* için sadece en yüksek doz NZ formülasyonunda görülmüştür. NZ-Modifiye formülasyonunda ise uygulanan en yüksek dozda dahi oldukça düşük düzeyde bir böcek öldürücü potansiyel tespit edilmiştir.

Bodroza-Solarov vd. (2012), *S.oryzae* ile bulaşık ve temiz olmak üzere iki farklı buğday üzerinde (temiz HVWG ve bulaşık LVWG) inert toz uygulaması sonucu, üründe meydana gelen kalite değişimleri laboratuvarında 25 °C sıcaklık ve %60-65 bağıl nem koşullarında araştırılmıştır. İnert toz olarak doğal zeolit (NZ) 1.0 g kg⁻¹ ürün, diyatom toprağı olarak DE-S1 and DE-S2 0.75 g kg⁻¹ ürün ve standart DE ürünü Protect-It ise 0.2 g kg⁻¹ ürün konsantrasyonunda kullanılmıştır. Denemelerde zararlı ile bulaşık LVWG' de (0.134 kg kg⁻¹) nem içeriğı bakımından önemli farklılıklar meydana gelmişken, böcek istilasına uğramayan fakat inert tozlar ile muamele edilmiş iki buğday çeşidinde önemli farklılıklar gözlenmemiştir. Benzer şekilde böcek ile bulaşık fakat inert toz ile muamele edilmemiş kontrol grubu HVWG' de ve böcek ile bulaşık ve bulaşık olmayan ürün üzerinde de nem içeriklerinde önemli farklılıklar bulunmuş; deneme öncesindeki nem içeriklerine kıyasla, LVWG %4.7, HVWG ise %8.2 oranında artmıştır. İnert tozun, böceklerle bulaşık olmayan buğdayda test ağırlığını önemli ölçüde azalttığı bulunmuştur. Ayrıca zararlı böcek ile bulaşık olan buğdayda silisyumdioksit (SiO₂) içeriğı enfekte olmayan buğdaydan daha yüksek çıkmıştır. Tüm inert tozlar ile yapılan uygulamalar, böceklerle bulaşık olmayan buğdayda su emiliminin önemli ölçüde etkilendiğı bulunmuştur. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, NZ ve tüm DT' ları ile buğdayın muamele edilmesindeki en önemli olumsuzluğun ürünün test ağırlığının azalması olduğunu doğrulamıştır.

Ziaee ve Moharramipour (2012), *T. confusum* erginlerine karşı İran kökenli iki diyatom toprağı (Maragheh ve Mamaghan) ve ticari diyatom toprağı olan Silicosec®' in böcek öldürücü etkisi araştırılmıştır. İran diyatomları 0-149, 74-149, 0-74 ve 0-37 µm eleklerden geçirilmiştir. Denemeler 27 ± 10 C sıcaklık ve 55 ± 5 % nem koşullarında 500, 1000, 1500 ve 2000 ppm (mg DT/kg ürün) konsantrasyonlarda yürütölmüş ve ölümler 2, 7 ve 14. gün maruz kalma süresinde belirlenmiş; ayrıca diyatomların LC₅₀ değeri de hesaplanmıştır. Silicosec® uygulamasında erginlerde 2. gün sonundaki ölüm oranı 2000 ppm dozunda % 51 olmuş; 7. gün sonunda ise 500 ppm hariç bütün dozlarda böceklerin tamamı ölmüştür. İran kökenli Maragheh ve Mamaghan rumuzlu DT'larında (0-149 µm partiköl büyüklüğü) 2000 ppm dozunda 7. gün sonunda ölüm oranları ise sırasıyla % 40.62 ve % 85.41 olmuştur. *T. confusum*'un ölüm oranının konsantrasyon ve süreden etkilendiğı belirtilmiştir. En yüksek ölüm oranı Silicosec®'te ve en düşük etki de

Maragheh diyatom toprağında görülmüştür. Ayrıca partikül büyüklüğü daha küçük olan DT formülasyonunun, partikül büyüklüğü daha iri olan DT'larından daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Ziaee (2015), *T. confusum*'a karşı 3 farklı buğday çeşidi (Chamran (ekmeklik), Verinak (ekmeklik) ve Behrang (makarnalık)) üzerinde DEBBM (diatom ve bitterbarkomycin (BBM)), DEA (diatom ve abamectin (A)) ve F2 (diatom, deltamethrin, piperonyl butoxide, chlorpyrifos methyl ve minarel yağ) diyatom toprağı formülasyonlarının böcek öldürücü etkisi 100, 200 ve 300 ppm (mg DE/kg ürün) konsantrasyonlarında 27 ± 10 C sıcaklık ve 55 ± 5 orantılı nem koşullarında 2, 7 ve 14. günlük uygulama sürelerinde araştırılmıştır. Diğer iki DT formülasyonuna göre en yüksek etki DEBBM formülasyonunda elde edilmiş; Behrang buğday çeşidinde 100 mg/kg ürün dozunda 7 gün maruz kalma süresinde *T. confusum* erginlerinde %98 olarak bulunan ölüm oranı, 14. gün sonunda %100'e çıkmıştır.

Kavallieratos vd. (2015) *R. dominica*, *S. oryzae* ve *T. confusum* erginlerine karşı 3 farklı DT formülasyonunun (DEBBM, diyatom ve bitterbarkomycin (BBM); DEA, diyatom ve abamectin (A) ve DESgBAIT (diyatom ve silica jel 50S ve besin) böcek öldürücü etkisini araştırmıştır. Denemeler buğday ve mısır üzerinde 200, 400, 600, 800 ve 1000 ppm konsantrasyonlarda yürütülmüştür. DEA ve DEBBM formülasyonları bütün böcek türleri ve ürünlerde DESgBAIT formülasyonundan daha yüksek öldürücü etki göstermiştir. DEA formülasyonu *R. dominica*' ya karşı en yüksek etkiyi 14. günde mısır ve buğday üzerinde 200 ppm konsantrasyonda % 90 ölüm oranı ile göstermiştir. DEA formülasyonu buğdayda 14. gün sonunda bütün dozlarda *S. oryzae* erginlerinde % 100 ölüme neden olmuş; fakat mısır üzerindeki ölümlerin oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir. *T. confusum*' un 3 diyatom formülasyonuna da *R. dominica* ve *S. oryzae*' ye göre daha toleranslı olduğu bildirilmiştir. Bütün böcek türlerini baskı altına almak için 400 ppm ve üzerindeki konsantrasyonların yeterli olacağı belirtilen çalışmada DT'lerinin memelilerde düşük zehirliliğe sahip maddelerle kombinasyon halinde depolanmış ürün zararlılarıyla mücadelede başarıyla kullanılabileceği ifade edilmiştir.

Rumbos vd. (2016), buğday üzerinde ticari olarak tavsiye edilmek üzere zeolit formülasyonu *S. oryzae*, *T. confusum* ve *Oryzaephilus surinamensis*’ te neden olduğu ölüm oranını tespit için 250, 500 ve 1000 ppm dozlarında ele alınmıştır. Zeolit uygulaması ayrıca, buğday, mısır, arpa ve pirinç’in test ağırlığı ve tanelere tutunma oranı üzerindeki etkileri yönüyle de değerlendirilmiştir. En yüksek ölüm seviyesinin *S. oryzae*’de 1000 ppm konsantrasyonunda 21 günlük uygulamada; *T. confusum*’da ise tüm zeolit formülasyonlarında 250 ppm konsantrasyonda 21 günlük uygulamada %10 veya altında olarak gerçekleştiği ve 500 ve 1000 ppm oranlarında 21. günde bile %25 i geçmediği gözlenmiştir. *O. surinamensis*’te ölüm oranına diğer iki türün aksine zeolitin parçacık iriliği, dozu ve böceğin maruz kaldığı sürenin önemli derecede etkisi olduğu bulunmuştur. Bir haftalık uygulamada 250, 500 ve 1000 ppm de sırasıyla 37%, 56% ve 87% oranında ölüm görülmüştür. En yüksek ölüm seviyesine ise 96.8 % oranla 21 günlük uygulamada 1000 ppm konsantrasyonunda ulaşılmıştır. Buna rağmen %100 ölüm hiçbir zeolit denemesinde gerçekleşmemiştir. Aynı zamanda zeolit parçacıklarının iriliği zeolit etkinliğini değiştirmemekle birlikte -artan irilik- test ağırlığında önemli bir azalmaya neden olmuştur. Ayrıca, zeolit patiküllerinin buğday, arpa, mısır ve pirinç tanelerine tutunma oranlarında da farklılıklar tespit edilmiştir.

Ertürk vd. (2017), yaptığı çalışmada Protector (ticari DT formülasyonu) ve DEA-P (DT ile abemectin karışım formülasyonu) isimli formülasyonlarının farklı konsantrasyonlarını muamele edilmiş çeltik üzerinde *Sitophilus oryzae* üzerindeki etkinliğini 30°C sıcaklık ve %75 orantılı nem koşullarında araştırmıştır. Çalışmalarda Protector, *S. oryzae* erginlerinde %100 ölümü 14. günde 1000 ppm konsantrasyonunda sağlarken, DEA-P aynı ölüm oranını 75 ppm konsantrasyonunda yine 14. günde sağlamıştır. F1 verimini ise Protector formülasyonun 1750 ppm konsantrasyonda ve DEA-P ise 50 ppm konsantrasyonda %100 etkili olmuştur. Sonuç olarak her iki DT formülasyonunun depolanmış çeltikte zararlı böceklere karşı mücadelede kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Lü vd. (2017), Yemeklik tane baklagillerin önemli zararlısı *Callosobruchus maculatus*’a karşı doğal zeolitin etkinliğini, 28 °C ve %65 orantılı nem koşullarında 0, 2.5, 5, 10 ve 20 g/m² yüzey konsantrasyonlarında beton yüzey üzerinde 1, 3, 6, 9, 12, 24, 36, 48 ve 72

saatlik aralıklarla değerlendirmiştir. Zeolitin kalıcı etkinliği 5 g/m² beton yüzey konsantrasyonunda 0, 1, 2, 3, 4 ay aralıklarla belirlenmiştir. Ayrıca, 0, 0.1, 0.5, 1, 2, 3, 4 ve 5 g/kg konsantrasyonlarında muamele edilmiş bõrölce üzerinde beslenen *C. maculatus* erginlerinin 7. ve 14. gün sonunda bõrölce taneleri üzerine bıraktığı yumurta sayısı da ele alınmıştır. Birikimli ergin ölümü 1,2, 3, 4. günden sonra, F1 ergin verimi ise 42. günden itibaren kaydedilmiştir. Beton yüzeyde 5 g/m² konsantrasyona 24-72 saat maruz bırakılan erginlerde %100 ölüm görölmüş; 4 aylık bekleme süresinin ardından beton yüzeye maruz bırakılan *C. maculatus* erginlerinde 36 saat sonra ölümün %100' e ulaşması, zeolitin *C. maculatus* erginleri üzerinde yüksek kalıcı etkinliğe sahip olduğunu göstermiştir. *C. maculatus* erginlerinin zeolit ile muamele edilmiş bõrölce üzerindeki ölüm oranı, konsantrasyon artışı ve böceğin maruz kalma süresinin uzamasıyla artmıştır. Zeolit dozunun artmasıyla bırakılan yumurta sayısı ve yeni nesil F1 ergin sayısı azalmıştır. Bõrölce üzerine 1 g/kg dozunda uygulanan zeolitte ölüm oranının 1, 2 ve 3. aylardan sonra sırasıyla %77, % 99 ve %100 olduğu görölmüşür. Ayrıca zeolitle muamele edilen bõrölce üzerinde yeni nesil F1 ergin çıkışı kontrol grubuna göre daha düşük olmuştur. Doğal zeolitin hem bõrölcede hem de yüzey üzerine uygulamasında *C. maculatus*'un savaşımında başarılı olduğu bildirilmiştir.

Eroglu vd. (2019), *Sitophilus oryzae* ve *Oryzaephilus surinamensis*' e karşı 2 doğal zeolit Zeocem ve Mycostop formölasyonlarının öldürücü etkilerini 20, 25 ve 30 °C sıcaklık ve % 55 ve 75 orantılı nem ortamında 0.25, 0.50, 0.75 ve 1 g/kg konsantrasyonlarında buğday üzerinde 7, 14 ve 21 günlük maruz bırakma sürelerinde araştırmış; ayrıca F1 verimini de değerlendirmiştir. *O. surinamensis* erginlerine karşı Zeocem formölasyonu ile muamele edilen buğdayda sıcaklık ve nemin çoğu kombinasyonlarında %100 ölüm görölmüşür. Bu türün F1 gelişimi son derece düşük çıkmıştır. Bunun aksine *S. oryzae*' de tüm kombinasyon denemelerde 21. günün sonunda bile mortalite % 87' yi geçmemiş, buna bağlı olarak ta F1 gelişimi yüksek olmuştur. Mycostop formölasyonuna maruz kalan *O. surinamensis* erginlerinde sıcaklık ve neme bağlı tüm kombinasyonlarda ergin ölüm oranının 21 günün sonunda %97' yi geçmediği bildirilmiş ve tüm denemelerde F1 gelişimi düşük olmuştur. *S. oryzae*' de tüm kombinasyonlarda 21. günün sonunda ölüm oranı yine düşük çıkmış ve % 56' yı geçmemiş; F1 verimi ise yüksek olarak bildirilmiştir.

Parlat vd. (1999), toksik maddelerden olan aflatoksinin (AF) kümes hayvanlarının vücuduna besin yoluyla girdiğini; aflatoksikoz tanısının konulmasının oldukça zor; tıbbi tedavisinin de neredeyse imkânsız olduğunu; AF' nin besin içeriğinde az miktarda bulunması bile civciv, bıldırcın gibi küçük kümes hayvanlarının büyüme ve gelişimi üzerinde büyük olumsuz etkiye neden olduğunu bildirmektedir. Gıdalarda AF içeriğini azaltan ve/veya yok eden ajanların kullanımının önemine binaen, doğal zeolit klinoptilolit formu (CLI) japon bıldırcınları üzerinde AF etkinliğinin azaltılması amacıyla denenmiştir. CLI inert tozunun AF ile bir kompleks oluşturarak gastrointestinal sistem tarafından toksinlerin emilimini önleyebileceği savıyla 2·0 mg/kg AF/kg içerdiği bilinen besine 50 g/kg CLI katılarak yapılan denemelerde, AF' ye karşı oldukça önemli düzeyde koruyucu etki elde edildiği bildirilmiştir.

Kam vd. (2002), bir pestisit çeşidi olan triadimefonun, doğal zeolit (CLIN) ve birkaç sentetik zeolit tarafından adsorpsiyon ve desorpsiyon özellikleri çalışılmıştır. Çalışmada kömür külünden sentezlenen faujasit (FAUS); 4/6 oranında kömür külü ve volkanik külden sentezlenen Na-P1 ve FAU karışımı (FAU+Na-P1)SF ve akışkan katalitik kraking (FCCW) kullanılmıştır. Zeolitlere adsorbe edilen triadimefonun desorpsiyon özellikleri, doğal ve sentetik zeolitler arasında oldukça farklı olmuştur. Doğal zeolit olan CLIN' in art arda dört desorpsiyon döngüsüyle triadimefon desorpsiyonu başarılı bir şekilde gerçekleşmekle birlikte sentetik zeolitlerde çok küçük triadimefon konsantrasyonları desorbe edilmiş, adsorpsiyon izotermelerinden büyük ölçüde sapmış ve başarısız olarak tanımlanabilecek desorpsiyon izotermelerine yol açmıştır.

Bowman (2002), sudaki kontaminasyonu uzaklaştırmak için yüzey aktif maddeler ile modifiye edilmiş zeolit (SMZ) etkinliği üzerine yaptığı çalışmada, SMZ ortamın sorpsiyon/degradasyon birleşiminde bir sorbent olarak kullanılmış; laboratuvar ve saha denemelerinde SMZ' nin kanalizasyon atık sularında bulunan bakteri ve virüs gibi mikroorganizmaları %99-100 oranında ortadan kaldırdığı bildirilmiştir.

Öz vd. (2016), Doğal zeolit olan klinoptilolit akvaryum sularında kullanılabilirliği üzerinde yaptığı çalışmada 7 gr zeoliti doğrudan (Z7) ve tül torba içinde (TZ7) akvaryumlara yerleştirilmiş; kontrol grubuna zeolit katılmamıştır. Her üç grubun akvaryumlarına eşit miktarda balık yemi koyulmuş ve 12 gün boyunca su koşulları (pH, sıcaklık, total amonyum nitrat ve amonyak) ile ilgili veriler toplanmıştır. Çalışma

sonunda süreyle orantılı olarak artan NH_3 miktarı, kontrol grubuna kıyasla zeolitli gruplarda 4. günden sonra daha düşük miktarda tespit edilmiştir.

Mayasari ve Setyadewi (2019), Çevre ve insan sağlığı için tehlikeli bir dolgu maddesi olan karbon siyahı, kauçuk imalatında yaygın olarak kullanılmaktadır. Kauçuğun ya da benzer polimerlerin, kükürt veya diğer eşdeğer kükürtleyicilerin ilavesiyle daha dayanıklı malzemelere dönüştürülmesi işlemi olan vulkanizasyonda dolgu maddesi olarak karbon siyahına alternatif olarak kullanılan zeolit, en hızlı şekilde sertleşme ve diğer dolgu maddelerine göre de en iyi mekaniksel özellikler göstermesiyle başarılı bir alternatif olarak bildirilmiştir.



3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Çalışmada kullanılan zararlı böcek türlerinin kültürleri

Çalışmada depolanmış tahıllarda dünya çapında yaygın olarak zarar yapan *Tribolium castaneum* (un biti) ve *Sitophilus oryzae* (pirinç biti) kullanılmıştır. (Şekil 3.1) Her iki tür de Ankara Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü Depolanmış Ürün Zararlıları Laboratuvarında 25 °C sıcaklık ve %55 ±5 orantılı neme ayarlı böcek yetiştirme odasında yetiştirilmiştir. *T. castaneum* ' un yetiştirilmesinde katkısız ekmeklik buğday unu ve kuru mayadan (*Saccaromyces cerevisiae*) oluşan karışım kullanılmıştır (Şekil 3.2). *S. oryzae* ise sağlam buğday tanelerinde yetiştirilmiştir (Şekil 3.3) ve denemelerde zararlıların ergin evreleri kullanılmıştır.



Şekil 3.1 *S.oryzae* (soldaki), *T.castaneum* (sağdaki)



Şekil 3.2 *T.castaneum* kültürü.



Şekil 3.3 *S.oryzae* kültürü.

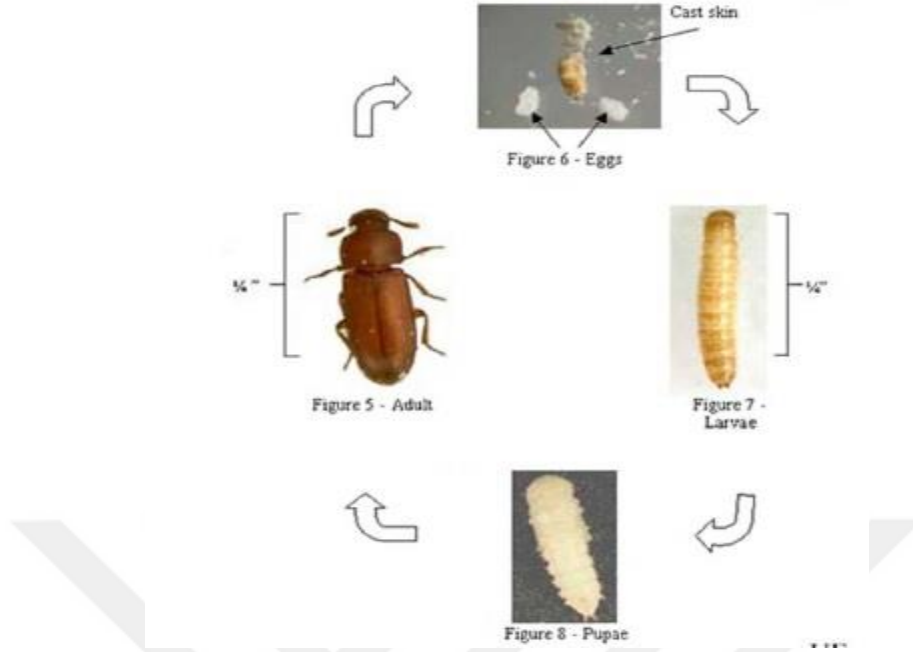
3.1.1.1 *Tribolium castaneum* (Herbst)

Un biti olarak bilinen *Tribolium castaneum* Coleptera takımı Tenebrionidae familyası üyesidir. Sekonder zararlı olarak nitelendirilen *T. castaneum* türü, mekanik olarak zarar görmüş kırıklı taneler üzerinde, bulaşık tahıl depoları, işlenmiş tahıl ürünleri ve özellikle unlarda beslenmekte (Hill vd.1990); oldukça farklı sıcaklık ve nem düzeylerinde gelişebilmekte; düşük nemlere de tolerans gösterebilmektedir (Howe 1965, Aitken 1975). Yıl boyu üreme yeteneğine sahip olan un bitinin hayat döngüsü 25 °C sıcaklıkta 41.8 günde, 35.5 °C sıcaklıkta ise 21.7 günde tamamlamakta (Hagstrum ve Subramanyam 2006); ömür uzunluğu birkaç ay ile birkaç yıl arasında değişmektedir.

Temel olarak tahıl ve tahıl kökenli besinlerde zarar yapar. Besin ortamına bırakılan yumurtalardan çıkan larvalar kırıklı taneler üzerinde beslenir; gelişmesini tamamlayan larvalar ürün ortamında pupa olur. Pupadan çıkan erginler gene tanelerde dışardan beslenmek suretiyle zarar yapar. Yoğun bulaşmalarda gömlek kalıntıları, dışkıları ve açığa çıkardıkları maddeler sebebiyle mahsul kalite kaybına uğrar, üründe bozulma ve koku meydana gelir (Baldwin ve Fasulo 2010).



Şekil 3.4 *T.castaneum* kültürü (sol), *T.castaneum* ergini (sağ).



Şekil 3.5 *T.castaneum* 4 farklı evresi. (Baldwin ve Fasulo, 2014).

3.1.1.2 *Sitophilus oryzae* (L.)

Pirinç biti olarak bilinen *Sitophilus oryzae*, Coleoptera takımı Curculionidae familyası üyesidir. Primer zararlı olarak nitelendirilen *Sitophilus oryzae* sağlam tahıl tanelerini zaralandırmakta ve genç dönemleri tane içinde gelişimlerini tamamlamaktadır. Tropikal ve ılıman iklimin görüldüğü alanlara yayılan ve soğuğa dayanımı nispeten az olan *S. oryzae* biyolojisini 29.1 °C sıcaklıkta 25 günde, 27 °C sıcaklıkta ise 35 günde tamamlamaktadır (Arbogast 1991). Wille (1923) *S. oryzae* türünün yaşam sürelerinin yaz aylarında 45 gün ve serin sonbahar ve kış aylarında ise maksimum beş aya kadar değişebildiğini bildirmiştir. Singh (2017) ve Narayana Swamy vd. (2014), buğday ve pirinç'te toplam yaşam döngüsünün 42 gün olduğunu bildirmiştir. Kavita Jadhav (2006) yumurta evresinden ergin evresine toplam 35-46 günlük yaşam döngüsü olduğunu bildirirken, Howe (1952) ise bu süreyi 25-46 gün olarak bildirmiştir. Bheemanna (1986) sorgum üzerinde beslenen pirinç bitinin toplam yaşam döngüsünü 38-53 güne kadar tamamladığı bildirilmiştir.

Ergin dişiler yumurtalarını teker teker tanede ısırıcı çiğneyici ağız parçalarıyla açtıkları oyuklar içine bırakır. Yumurtadan çıkan larvalar gelişimlerini tane içinde tamamlar; pupa olur ve akabinde çıkan erginler taneyi terk eder. Her tanede genellikle tek bir birey gelişir. *Sitophilus oryzae* beslenmek için yüksek oranda öğütölmüş ve depolanmış pirinç taneleri tercih etmektedir ve hem ergin hem de larvalar beslendikleri üründeki kilo kaybı ve kontaminasyon meydana getirir ve ağır ekonomik kayıplara neden olur (Supriya ve Hath, 2019). Zararlı tür kontrol altına alınmadığı takdirde, ürünlerde %100' e kadar kayıp meydana gelebilmektedir (Ofuya ve Credland, 1995). Pirinç biti bulaştığı ürünün sıcaklık ve nemini arttırdığı için, sekonder zararlıların ve patojenlerin istilasını hızlandırmaktadır (Hardman 1977, Longstaff 1981, Hill 2002).



Şekil 3.6 *S. oryzae* kültürü (sol), *S. oryzae* ergini (sağ).

3.1.2 Çeltik

Denemelerde Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsünün 1997 yılında tescil ettirdiğı Osmancık 97 eltik çeşidi kullanılmıştır. Bitki 95-100 cm boyunda, sağlam saplı ve yatmaya dayanıklıdır. Çeltik bin tane ağırlığı 33-34 g orta erkenci olup, olgunlaşması için geçen süre 130-135 gündür. Kırıksız pirinç randımanı %65'in üzerindedir. Pirinç tane görünüşü camsı ve mat görünümlü bir çeşittir (Şekil 3.7). Çeltik, deneme öncesinde deneme sıcaklık ve orantılı neminde 1 hafta süreyle bekletilmek suretiyle deneme şartlarına koşullandırılmıştır.



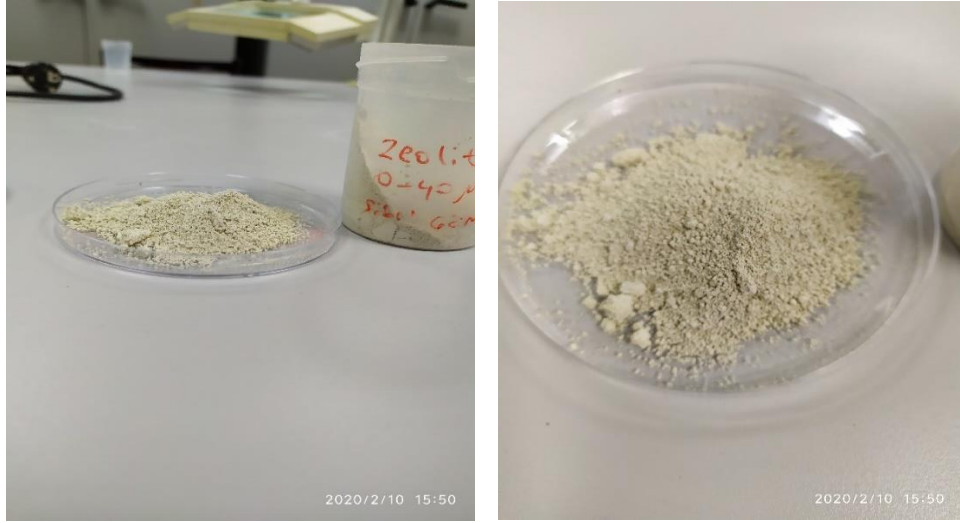
Şekil 3.7 Çeltiğin genel görüntüsü

3.1.3 Zeolit

Alternatif mücadele yöntemlerinden olan fiziksel mücadele yöntemleri içerisinde inert tozlar önemli bir yer tutmaktadır. Zararlılarda inert tozlara karşı direnç gelişmemesi, memelilerde düşük toksitesi, kalıntı bırakmaması, çok geniş kullanım alanına sahip doğal maddeler olması gibi özellikleriyle pestisitlere iyi bir alternatif oluşturabilecek potansiyele sahiptirler. Ayrıca diatom toprağının tahıl neminin düşük olduğu sürece uzun süreli koruma sağlayarak zararlılara karşı etkili olması, toksik kalıntı oluşturmaması özelliklerine sahip olması alternatif mücadele yöntemlerinde önemli yer almasını sağlamıştır. Zeolit inert tozlar içinde yer alan ve üzerinde son yıllarda çokça durulan doğal bir mineraldir. Ülkemiz zeolit rezervi bakımından oldukça zengindir (Polat vd. 2004).

Zeolit milyonlarca yıl önce volkanik hareketlerin ardından oluşan lavların deniz ve göllerdeki sularla teması sonucu uzun zaman aralığında teşekkül etmiş bir mineraldir; 42 değişik formu bulunmaktadır (Subramanyam ve Roesli, 2000). Zeolit gerek boş depo ilaçlamasında ve gerekse depoya alınırken doğrudan ürüne uygulanabilen doğal bir materyaldir.

Çalışmada kullanılan Zeolit, Manisa ili Gördes ilçesinden temin edilmiştir. Partikül büyüklüğü 0-40 mikron zeolit kullanılmıştır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8 Zeolitin genel görüntüsü.

Çalışmada kullandığımız “Kalsiyum, Potasyum, Sodyum Alüminosilikat” olarak da isimlendirilen Zeolitin CAS numarası 12173-10-3 olup, kimyasal formülü $(Ca,K_2,Na_2,Mg)_4Al_8Si_{40}O_{96}.24H_2O$ şeklindedir. Kimyasal ve fiziksel analizleri yapılmış olan bu örneklerin mineral içeriğinde % 90-95 Klinoptilolit, % 0-5 Kristobalit ve % 0-5 Tridimit yer almaktadır. XRF Spektrometresi ile belirlenen kimyasal içeriğinde yaklaşık %65-72 SiO_2 , %10-12 Al_2O_3 , %2,4-3,7 CaO , %0,7-1,9 Fe_2O_3 , % 2,5-3,8 K_2O , %0,9-1,2 MgO , %0,1-0,5 Na_2O , %0-0,08 MnO , %0-0,01 Cr_2O_3 , %0,02-0,03 P_2O_5 bulunmaktadır. Tek nokta yüzey alanı 39 m²/g, pH 7,0-8,0, porozite %45-50, su absorpsiyonu %42-50 ve etkin por çapı 4 Angstrom’dır .

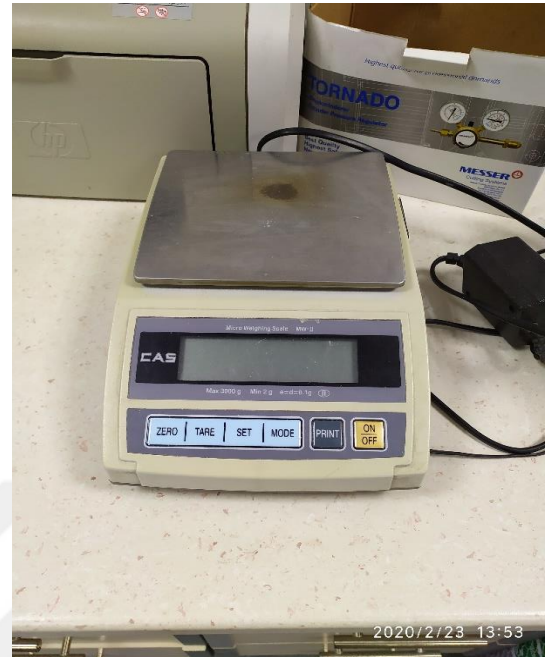
3.1.4 Çalışma Koşulları

Pirinç biti (*Sitophilus*) ve Un biti (*Tribolium*) erginleri üzerindeki öldürücü etkisi ile ilgili denemeler % 55-75 orantılı neme ayarlı iklim dolaplarında 20, 25 ve 30 °C olmak üzere 3 farklı sıcaklıkta yapılmıştır. Zeolitin zararlı popülasyonunu baskılamasına yönelik uzun süreli çalışmalar ise 25 °C sıcaklık ve % 55±5 nemde yürütülmüştür.

3.1.5 Diğer materyaller



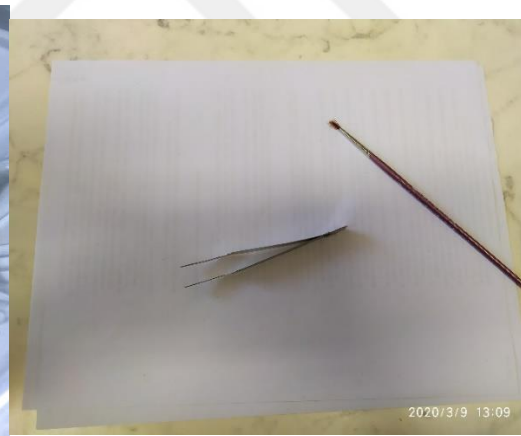
(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

Şekil 3.9 a. Denemelerde kullanılan hassas terazi ve b. CAS Micro Weighing Scale MW-II c.data logger d.Yumuşak pens ve fırça e. Farklı mesk ölçeğinde elekler.

3.2 Yöntem

3.2.1 Çalışmada kullanılan böceklerin yetiştirilmesi

Çalışmada kullanılan her iki böcekte 1000 ml hacimli cam kavanozlarda ayrı ayrı yetiştirilmiştir. Her bir kavanozun kapağında havalandırmayı sağlamak için 1 cm çapında bir delik açılmıştır. Bu delik böcek giriş-çıkışına engel olmak amacıyla 250 mesh elek teli yapıştırılmak suretiyle kapatılmıştır. 1000 ml hacimli kavanozun 2/3' lük kısmı *S. oryzae*'de sağlam buğday ile *T. castaneum*'da ise Toprak Mahsulleri Ofisinden hiçbir pestisit ile muamele edilmemiş olan katkısız ekmeklik buğday unu ile doldurulmuştur. Kullanılan ürünler depodaki diğer zararlılar ile kontamine olabileceği için deneme öncesi yaklaşık bir hafta süre ile -20 °C sıcaklıkta bekletilmiştir. Bu kavanozlara daha sonra ayrı ayrı 100-150 adet karışık cinsiyette *S. oryzae* veya *T. castaneum* ilave edilmiştir. *S. oryzae* ve *T. castaneum* ergini ilave edilen kavanozlar 3 gün sonra elenerek erginler uzaklaştırılmıştır. Dolayısıyla içinde sadece yumurta bırakılmış besin kalan bu kaplar böcek yetiştirme odasında tutularak ve yaklaşık 45-60 gün sonra yeni çıkan erginler günlük olarak toplanmıştır. Denemelerde 1-2 hafta yaşlı ergin bireyler kullanılmıştır.



Şekil 3.10 Denemede kullanılan türlere ait kültür odası

3.2.2 Yumurta döneminin eldesi

T. castaneum yumurtalarının eldesi için, 100 mesh'lik elekten elenmiş %70'i un ve %30'u kuru maya içeren besin ortamı kullanılmıştır (Şekil 3.2). Bu amaçla besin kavanozlarından yaklaşık 150-200 adet ergin alınarak, içerisinde elenmiş un ve maya karışımı bulunan 1 l'lik yumurtlatma kavanozuna bırakılmıştır. Yumurtlatma kavanozundan belirli aralıklarla eleme işlemi yapılmıştır. Eleme işlemi ergin böceklerin ve içinde bulundukları un ve maya karışımının sırasıyla 35 ve 85 mesh'lik eleklerden geçirilmesi ile yapılmış ve 85 mesh'lik elekte toplanan yumurtalar, içerisinde un ve maya bulunan besin ortamına alınmıştır. *S. oryzae* yumurtalarının eldesi için 1 lt'lik cam kavanozlara yaklaşık 300 g sağlam buğday tanesi koyulmuş ve bu besinin üzerine 150-200 adet ergin bırakılmıştır. Erginlerin buğdaya yumurta bırakması için belirli bir süre beklendikten sonra erginler uzaklaştırılmıştır. İçerisinde yumurta bulunan kaplar deneme boyunca 25 °C ve %60 orantılı nemdeki klimatize kültür odasında bekletilmiştir. Böylelikle stok kültürler oluşturulmuştur.

3.2.3 Erginlerin döneminin elde edilmesi

Denemelerde 7-21 günlük erginler kullanılmıştır. Çalışmada kullanılacak evrede erginin meydana gelmesi için yumurtalar besin kavanozuna alınır ve tahmini 3 hafta sonra günlük olarak erginlerin çıkış takibi yapılmıştır. İlk ergin çıkış tarihi belirlenen kavanozlara ilk ergin

ıkış tarihi kaydedilmiş ve ilk çıkıştan itibaren 7. ve 21. günü arasında çıkış yapan erginlerde denemede kullandığımız yaşı bireyleri meydana getirmektedir.



Şekil 3.11 Sayım yaparken resim ve kullanılan araç gereçler

3.2.4 Deneme düzeneği

Ankara Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü Depolanmış rn Zararlıları Laboratuvarında iklim kabini bir sıcaklık ve nem derecesi için ayarlanarak deneme süresince iklimlendirme kabinlerinde kontrol altında tutulmuştur (Şekil 3.12).



Şekil 3.12 Denemede kullanılan iklimlendirme kabinleri

Ayrıca denemelerde 21cm (en) x 51cm (boy) x 35 cm (yükseklik) boyutlarında plastik kutular modifiye edilerek, farklı orantılı nem oluşturmada kullanılmıştır (Şekil 3.13). Kutu içi hava almaması için kapak içi kenarlarına ve kutunun kenarlarının üst yüzeyi bant ile sarılmıştır. Çalışma boyunca nem oranısını sabit tutmak için KOH çözeltisi kullanılmıştır (Solomon 1951). Ortam sıcaklığı ve nem düzeyleri çalışma süresince belirli aralıklarla kayıt altına alınması için Hobo® ProTemp/RH marka veri kaydediciler nem kutularına yerleştirilmiştir.



(a)



(b)



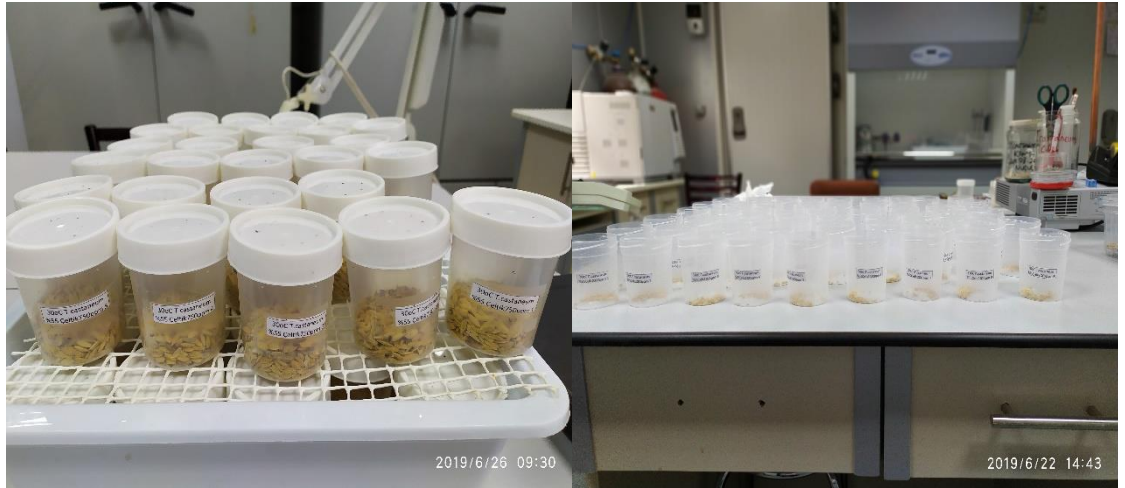
(c)



(d)

Şekil 3.13 a,b,c,d Deneme düzenekleri

Denemelerde çapı 6 cm, boyu 8 cm olan vida kapaklı PVC kaplar kullanılmıştır. Bu kapların kapakları orta kısmından yaklaşık 1.5 cm çapında delikler açılarak 120 mesh'lik elek teli ile kapatılmıştır (Şekil 3.14).



Şekil 3.14 Denemeleri oluşturmak için kullanılan steril PVC kutuların hazırlanması

3.2.5 Denemeler

3.2.5.1 Kısa dönem biyolojik etkinlik çalışmaları

3.2.5.1.1 Ergin ölümleri ile ilgili çalışmalar

Denemelerde zeolitin 250, 500, 750, 1000 ve 2000 ppm dozlarında etkinliği araştırılmıştır. Çalışma düzeneğinin kurulması için öncelikle gerekli ölçüde çeltik tartılmış ve torbalara koyulmuştur. Çalışılacak olan ürün nem ve sıcaklıkları önceden ayarlanmış her bir iklimlendirme kabininde deneme başlamadan önce, en az 10 gün tutularak ürünün denge neme ulaşması sağlanmıştır. Böcekler ürünün denge nemine ulaşması sonrası eklenmiştir. Nem ölçer (Hobo) vasıtasıyla 1'er saat aralıklı olarak nem düzeyleri kaydedilmiştir. Zeolit hassas terazide ölçümü yapıldıktan sonra torba içerisindeki çeltik üzerine boşaltılıp, torbanın ağız kısmı bağlanmıştır (Şekil 3.15). Akabinin de zeolitin çeltiğe karışması için torba elde 3-5 dakika süresince çalkalanmıştır. Denemelerde kullanılmak amacıyla yetiştirilen 7 - 21 gün yaşlı erginler yumuşak pens yardımı ile 20 ergin/kap olacak şekilde kaplara koyulmuştur. İlgili doza göre ayarlanmış zeolit uygulanmış çeltik, çalışma kaplarının her birine 20 g/kap (%10 kırıklı) olacak şekilde ilave edilmiş ve kapakları kapatılmıştır. Çalışmada kontrol grubuna zeolit ile muamele edilmemiş çeltik kullanılmıştır.

Denemeler her bir dozda 4 tekerrürlü olacak şekilde yürütülmüştür. Kaplar nem hücresine yerleştirilmiş ve ilk yerleştirmeden sonra aralarda boşluk kalacak şekilde aralara PVC parçalar koyularak, deneme kapları bunun üzerine yerleştirilmiştir. Böylece çalışmada kullanılan kutuların birbiri üzerine denk gelmemesi ve nem dağılımının eşit olması sağlanmıştır. Bu şekilde hazırlanan örnekler %55 ve 75 orantılı nem içeren kabinlerde 20, 25 ve 30 °C sıcaklıklarda test edilmiştir. Uygulamadan 7, 14 ve 21 gün sonra ölü ve canlı ergin bireyler sayılarak kayıt altına alınmıştır.



Şekil 3.15 Deneme hazırlığında kullanılan polietilen torbalar.

3.2.5.1.2 F1 verimi ile ilgili çalışmalar

Denemelerin kurulmasından itibaren, 21. gün sayımından sonra –varsa– canlı erginler alındıktan sonra çeltik örnekleri F1 verimi için yaklaşık 2- 2.5 ay süresince tekrar aynı koşullarda bekletilmiş ve daha sonra canlı ve ölü bireylerin sayımı yapılmıştır.

3.2.5.2 Uzun dönem uygulamaları

3.2.5.2.1 Canlı ergin bireyler ve F1 verimi ile ilgili çalışmalar

Uzun dönem kalıcı etkinliğinin belirlenmesi ile ilgili çalışmalar, içinde 0, 200, 400, 600 ve 800 mg/kg dozlarında zeolit ile muamele edilen 400 gram çeltik (360 gram kırksız, 40 gram kırıklı) bulunan 1 litrelik cam kavanozlara 5'er tekerrürlü olarak 25'er adet ergin *T. castaneum* ve *S. oryzae* ayrı ayrı konulmuş ve 24 °C ve %55±5 orantılı nemde altı ay süreyle zeolitın uzun süreli etkisinin F döllerinde üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

3.2.6 İstatistiksel analiz

İstatistiksel değerlendirme öncesinde elde edilen tüm veriler Abbott's (1925)'a göre düzeltilmiştir.

Yerli zeolitin erginler üzerindeki öldürücü etkisi tekrarlanabilir varyans analizi (repeated measures ANOVA) tekniği ile ortaya konmuş; ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan Testi ile belirlenmiştir ($p<0,05$). Ayrıca elde edilen ölüm oranlarına probit analizi uygulanarak, LD değerleri de hesaplanmaya çalışılmıştır (PoloPlus 1.0 paket programı; LeOra Software).

Yerli zeolitin F1 popülasyon gelişimi üzerindeki etkisine ilişkin olarak elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş; farklı gruplar Duncan Testi ile belirlenmiştir ($p<0,05$).

F1 erginlerinin baskılanma oranı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Alkan ve Ertürk, 2020) :

$$\text{Baskılanma oranı} = \frac{\text{Kontroldeki ergin sayısı} - \text{Uygulamadaki ergin sayısı}}{\text{Kontroldeki ergin sayısı}} \times 100$$

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

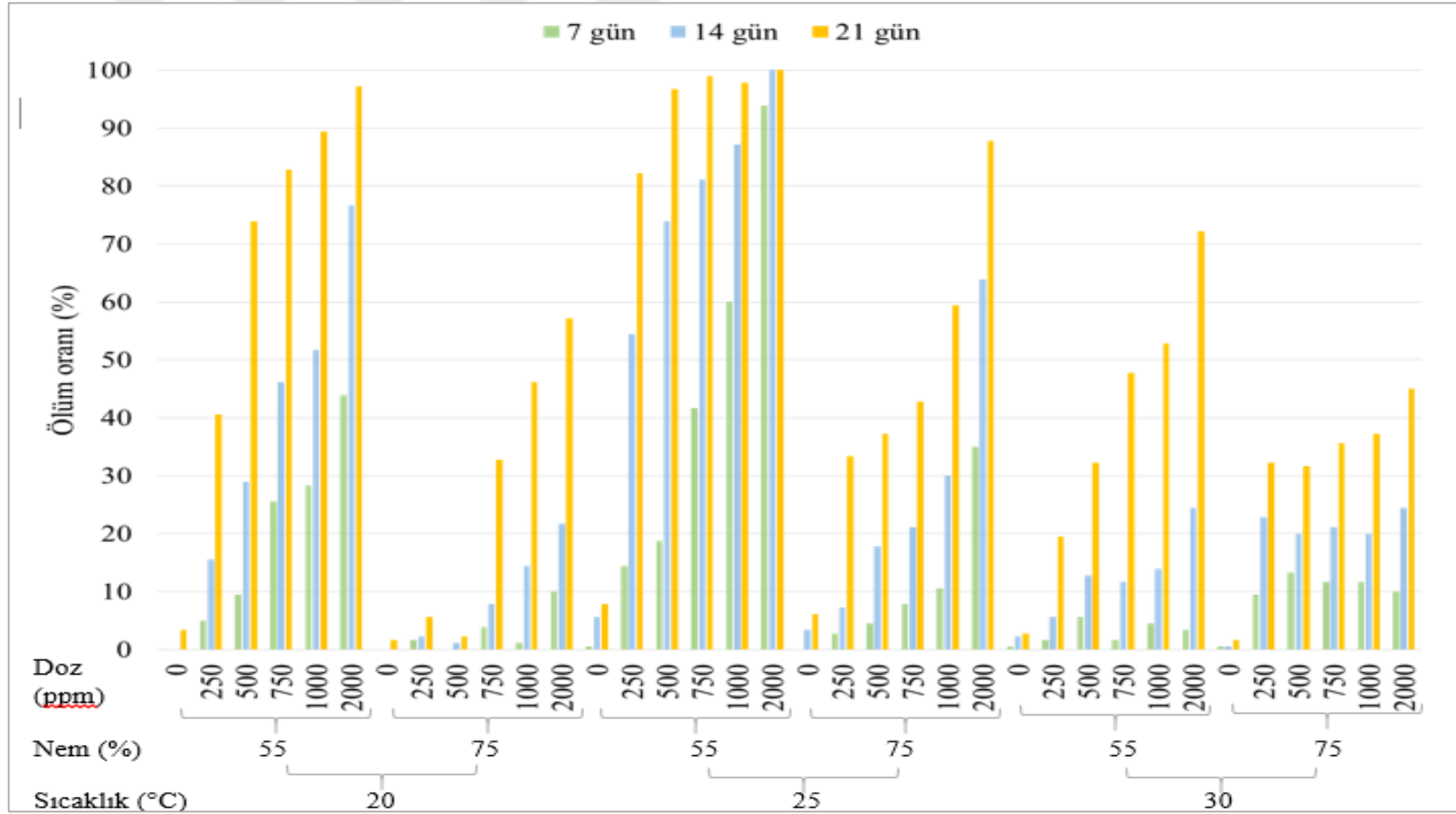
4.1 Zeolitin Kısa Süreli Biyolojik Etkinliği

4.1.1 Ergin ölümü ve F1 gelişimi

4.1.1.1 *Sitophilus oryzae* üzerindeki etkisi

Doz, sıcaklık ve uygulama süresi artışı zeolitin *Sitophilus oryzae* erginlerinde ölüm oranlarını arttırırken; orantılı nem artışı ise ergin ölümünde düşüşe neden olmuştur (Şekil 4.1; Çizelge 4.1).

F1 ergin gelişimi doz, sıcaklık ve uygulama süresi artışı ile azalırken; orantılı nem artışı ile artmıştır (Çizelge 4.1).



Şekil 4.1 Değişik dozlarda zeolit ile muamele edilen çeltiğe farklı sıcaklık ve orantılı nemlerde değişik uygulama sürelerinde maruz bırakılan *Sitophilus oryzae*'de ergin ölüm oranları (%).

Çizelge 4.1 Değişik dozlarda zeolit ile muamele edilen çeltiğe farklı sıcaklık ve orantılı nemlerde değişik uygulama sürelerinde maruz bırakılan *Sitophilus oryzae*'de ergin ölüm oranları (%) ve F1 gelişimi (adet).

Sıcaklık (°C)	Oran tılı Nem (%)	Doz (ppm)	Ölüm oranı (Ortalama ± Standart hata)			F1 Gelişimi	
			7 Gün	14 Gün	21 Gün	Ergin sayısı (adet)	Baskılama oranı (%)
20	55	0	0±0Da	0±0Ea	3,33±1,18Ea	42,07	0
		250	5±2,2Cc	15,56±2,82Db	40,56±4,2Da	19,33	54
		500	9,44±2,82Cc	28,89±4,23Cb	73,89±2,86Ca	18,89	58
		750	25,56±3,67Bc	46,11±5,88Bb	82,78±1,88BCa	12,23	71
		1000	28,33±3,23Bc	51,67±3,33Bb	89,44±1,76ABa	9,22	77
		2000	43,89±4,98Ac	76,67±5,59Ab	97,22±1,47Aa	9,18	78
	75	0	0±0Ba	0±0Ba	1,67±1,18Da	56,81	0
		250	1,67±1,18Ba	2,22±1,69Ba	5,56±3,27Da	43,01	23
		500	0±0Ba	1,11±0,73Ba	2,22±1,21Da	41,23	27
		750	3,89±1,82Bc	7,78±2,37ABb	32,78±2,37Ca	32,76	43
		1000	1,11±0,73Bc	14,44±2,42Ab	46,11±3,2Ba	27,41	47
		2000	10±2,36Ac	21,67±2,89Ab	57,22±3,02Aa	15,05	72
25	55	0	0,56±0,56Ea	5,56±1,76Ea	7,78±1,88Ca	46,34	0
		250	14,44±3,58Dc	54,44±4,89Db	82,22±4,42Ba	20,41	58
		500	18,67±4,26Dc	73,89±4,23Cb	96,67±1,44Aa	15,86	67
		750	41,67±4,49Cc	81,11±3,8BCb	98,89±1,11Aa	14,67	71
		1000	60±5,34Bb	87,22±3,83Ba	97,78±1,69Aa	11,32	77
		2000	93,89±2,17Aa	100±0Aa	100±0Aa	2,57	95
	75	0	0±0Ca	3,33±1,44Da	6,11±1,82Da	49,03	0
		250	2,78±1,21BCb	7,22±2,22Db	33,33±2,64Ca	46,01	5
		500	4,44±2,12BCc	17,78±3,74Cb	37,22±3,45Ca	31,23	37
		750	7,78±1,69BCc	21,11±2,32BCb	42,78±2,52Ca	31,51	35
		1000	10,56±1,3Bc	30±4,41Bb	59,44±4,44Ba	29,88	41
		2000	35±6,35Ac	63,89±5,32Ab	87,78±3,45Aa	24,14	50
30	55	0	0,56±0,56Aa	2,22±1,21Ca	2,78±1,47Ea	33,16	0
		250	1,67±0,83Ab	5,56±1,3BCb	19,44±2,27Da	28,31	15
		500	5,56±1,76Ac	12,78±2,22Bb	32,22±3,34Ca	16,25	53
		750	1,67±0,83Ac	11,67±2,04Bb	47,78±5,34Ba	17,46	49
		1000	4,44±1,3Ac	13,89±1,39Bb	52,78±3,55Ba	18,11	44
		2000	3,33±1,18Ac	24,44±2,82Ab	72,22±4,8Aa	11,09	67
	75	0	0,56±0,56Ba	0,56±0,56Ba	1,67±1,18Ca	53,23	0
		250	9,44±2,27Ac	22,78±3,24Ab	32,22±4,01Ba	41,21	22
		500	13,33±2,2Ac	20±3,63Ab	31,67±3,12Ba	38,16	27
		750	11,67±1,86Ac	21,11±2,32Ab	35,56±3,17ABa	35,04	32
		1000	11,67±1,67Ac	20±2,36Ab	37,22±2,52ABa	27,57	47
		2000	10±2,64Ac	24,44±2,94Ab	45±2,64Aa	26,12	51

Her bir sütunda, her bir sıcaklık ve orantılı nemde her bir uygulama süresi için aynı büyük harfi içeren ortalamalar arasındaki farklılık önemsizdir ($p<0,05$). Her bir satırda, her bir sıcaklık ve orantılı nemde her bir doz için aynı küçük harfi içeren ortalamalar arasındaki farklılık önemsizdir ($p<0,05$).

Zeolitin kısa dönemde Pirinç biti üzerindeki öldürücü etkisine ilişkin yürütülen çalışmada elde edilen veriler tekrarlı ölçümler (Repeated Measures) varyans analizi tekniği ile analiz edilmiş; yapılan varyans analizinde Süre*Sıcaklık*Nem*Dozlar arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde interaksiyon olduğu tespit edilmiştir (p=0,00) (Çizelge 4.2).

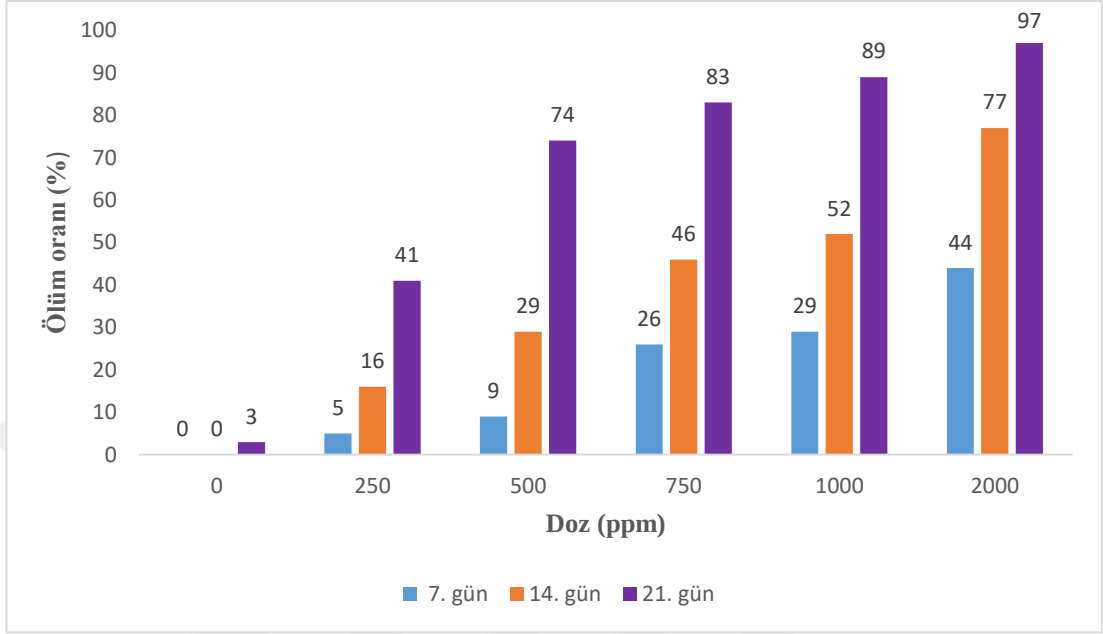
Çizelge 4.2 Değişik sıcaklık ve orantılı nemlerde farklı dozlarda zeolit ile muamele edilen çeltikte *Sitophilus oryzae* erginlerinde farklı uygulama sürelerinde elde edilen ölüm oranlarına ilişkin tekrarlı ölçümler (repeated measures) varyans analiz tablosu

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	p
Intercept	841110,8	1	841110,8	5806,624	0,000000
Sıcaklık	112589,7	2	56294,9	388,633	0,000000
Nem	104388,2	1	104388,2	720,646	0,000000
Doz	254926,9	5	50985,4	351,979	0,000000
Sıcaklık*Nem	64396,5	2	32198,2	222,281	0,000000
Sıcaklık*Doz	39134,1	10	3913,4	27,016	0,000000
Nem*Doz	25590,2	5	5118,0	35,332	0,000000
Sıcaklık*Nem*Doz	16345,5	10	1634,6	11,284	0,000000
Hata (Muameleler arası)	41717,9	288	144,9		
SÜRE	181961,7	2	90980,9	2453,145	0,000000
SÜRE*Sıcaklık	5535,8	4	1384,0	37,316	0,000000
SÜRE*Nem	9759,4	2	4879,7	131,573	0,000000
SÜRE*Doz	33356,5	10	3335,7	89,940	0,000000
SÜRE*Sıcaklık*Nem	4734,2	4	1183,5	31,912	0,000000
SÜRE*Sıcaklık*Doz	13369,9	20	668,5	18,025	0,000000
SÜRE*Nem*Doz	8121,4	10	812,1	21,898	0,000000
SÜRE*Sıcaklık*Nem*Doz	15867,9	20	793,4	21,393	0,000000
Hata (Muameleler içi)	21362,4	576	37,1		

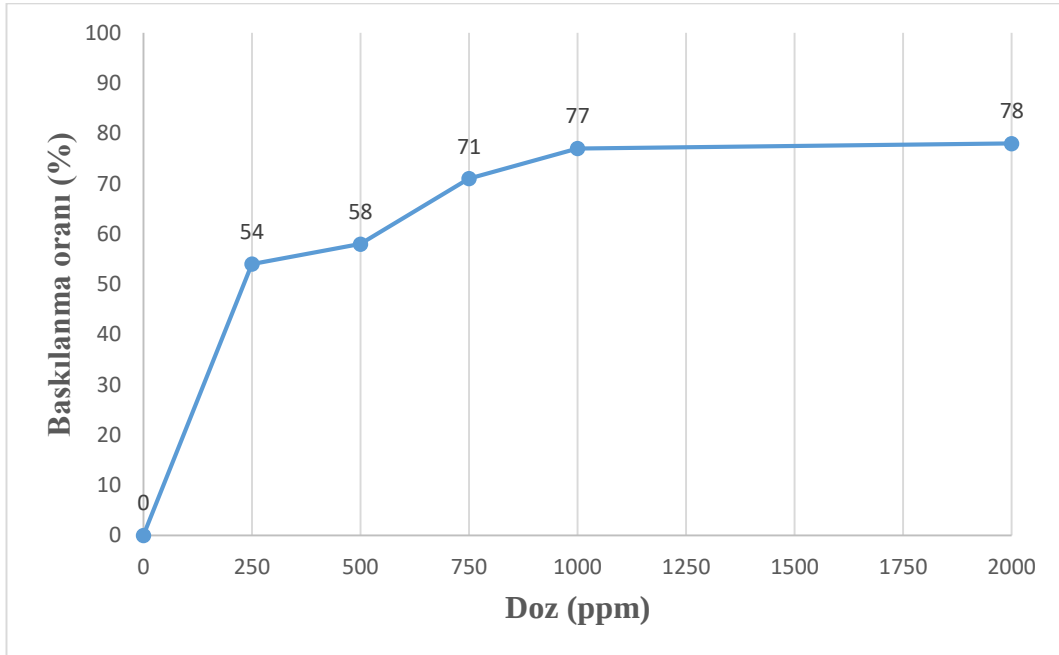
4.1.1.1.1 Zeolitin 20 °C sıcaklık ve %55 orantılı nem koşullarındaki etkinliği

Yapılan çalışmada haftalık sayımlardaki ölüm oranları karşılaştırmalı olarak Şekil 4.2’de verilmiştir. Ölüm oranlarının uygulama süresi ve doz artışına paralel olarak artış gösterdiği saptanmıştır.

S. oryzae F1 ergin sayısı ve baskılanma oranlarına ilişkin sonuçlar Şekil 4.3’te verilmiştir. Yapılan çalışmalarda F1 verimi yönünden en yüksek baskılanma oranı yaklaşık olarak %78 ile 2000 ppm’ de görülürken, uygulanan hiçbir dozda %100 baskılanma gerçekleşmemiştir.



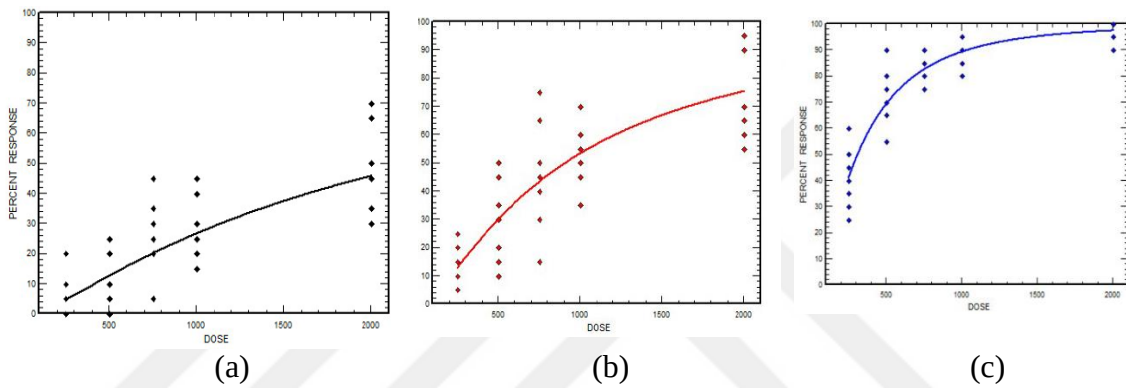
Şekil 4.2 Zeolit ile 20 °C ve % 55 nem koşullarında yapılan çalışmada *Sitophilus oryzae* erginlerine ait yuvarlanmış ölüm oranları (%)



Şekil 4.3 Zeolit ile 20 °C ve % 55 nem koşullarında yapılan çalışmada *Sitophilus oryzae* F1 gelişimi için elde edilen yuvarlanmış baskılanma oranları (%)

Denemelerde zeolitin erginler üzerine LD₅₀, LD₉₀ ve LD₉₅ değerleri Çizelge 4.3’ de verilmiştir. 21 gün sonunda elde edilen LD₅₀ değeri 322.30 ppm, LD₉₀ değeri 1041.09 ppm ve LD₉₅ değeri 1451.59 ppm olarak ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Ayrıca 20 °C sıcaklık ve % 55 orantılı nemde, 7 günlük uygulamada LD₅₀ değeri istatistiksel olarak 14 ve 21 günlük uygulamalardan daha yüksek olmuş; 14 ve 21 günlük uygulamaların arasında ise bu bakımdan bir farklılık görülmemiştir.

Çalışmada her bir haftaya ait elde edilen probit eğrileri de Şekil 4.4’ de verilmektedir.



Şekil 4.4 Değişik dozlarda uygulanan zeolitin 20 °C ve % 55 nem koşullarında 7. (a), 14. (b) ve 21. günde (c) *Sitophilus oryzae* erginleri üzerindeki letal etkileri

Çizelge 4.3 Zeolit ile 20 °C ve % 55 nem koşullarında yapılan çalışmada *Sitophilus oryzae* ait elde edilen LD₅₀, LD₉₀ ve LD₉₅ verileri ve eğim (ppm; ortalama $\pm$ standart hata)

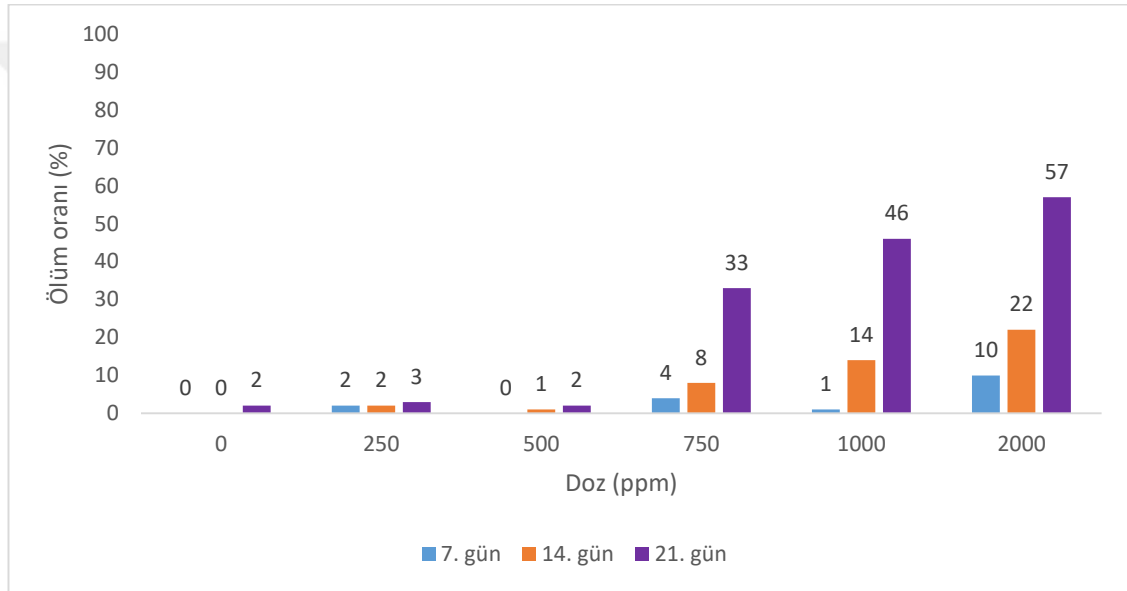
Sıcaklık (°C)	Nem (%)	Uygulama Süresi (gün)	Eğim $\pm$ Std.ht	LD ₅₀ (güven aralığı) ^a	LD ₉₀ (güven aralığı) ^a	LD ₉₅ (güven aralığı) ^a	Heterojenlik
20	55	7	1.7 $\pm$ 0.2	2276 (1786-3317)	12862 (7304-33038)	21013 (10826-63760)	1.48
		14	2.0 $\pm$ 0.2	896 (784-1040)	3922 (2882-6189)	5960 (4096-10445)	1.65
		21	2.5 $\pm$ 0.2	322 (268-373)	1041 (912-1221)	1452 (1236-1784)	0.92

(a) güven aralığı $P \leq 0.05$; rakamlar yuvarlanmıştır.

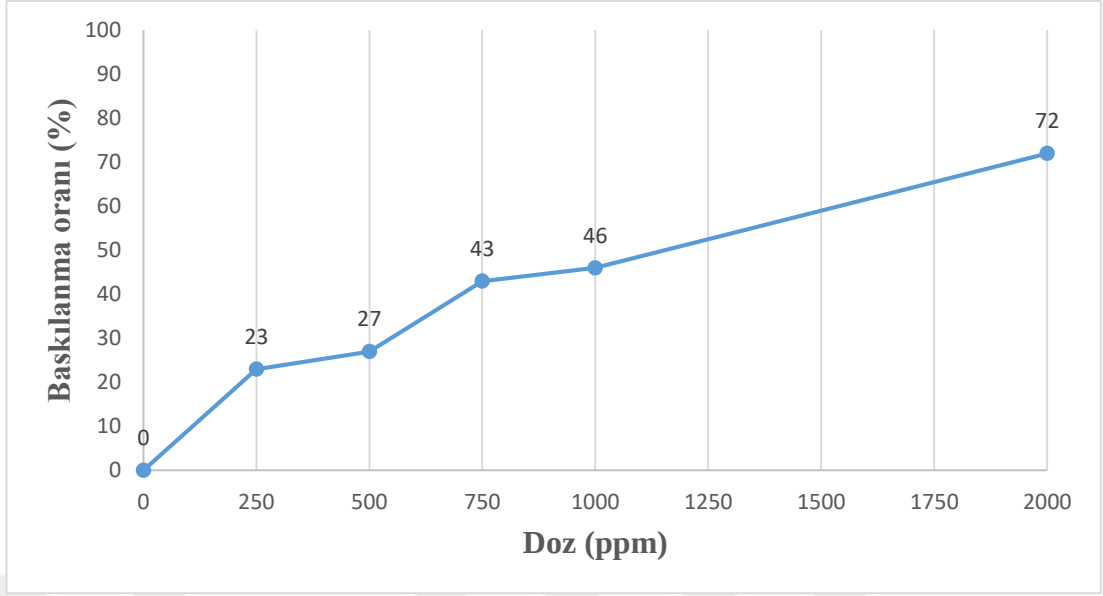
4.1.1.1.2 Zeolitin 20 °C sıcaklık ve %75 orantılı nem koşullarındaki etkinliği

Yapılan çalışmada haftalık sayımlardaki ölüm oranları karşılaştırmalı olarak Şekil 4.5’de verilmiştir. Ölüm oranlarının uygulama süresi ve doz artışına paralel olarak artış gösterdiği saptanmıştır.

S. oryzae F1 ergin sayısı ve baskılanma oranlarına ilişkin sonuçlar Şekil 4.6’de verilmiştir. Yapılan çalışmalarda F1 verimi yönünden en yüksek baskılanma oranı yaklaşık olarak %72 ile 2000 ppm’ de görülürken, uygulanan hiçbir dozda %100 baskılanma gerçekleşmemiştir.



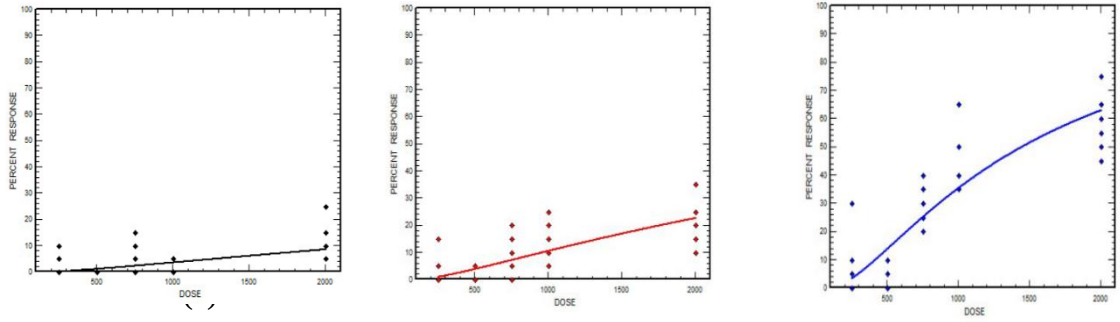
Şekil 4.5 Zeolit ile 20 °C ve % 75 nem koşullarında yapılan çalışmada *Sitophilus oryzae* ait elde edilen yuvarlanmış ölüm oranları (%)



Şekil 4.6 Zeolit ile 20 °C ve % 75 nem koşullarında yapılan çalışmada *Sitophilus oryzae* ait elde edilen yuvarlanmış baskılanma oranları (%)

Denemelerde zeolitin erginler üzerine LD₅₀, LD₉₀ ve LD₉₅ değerleri Çizelge 4.4' te verilmiştir. 21 gün sonunda elde edilen LD₅₀ değeri 1428.67 ppm, LD₉₀ değeri 5066.43 ppm ve LD₉₅ değeri 7253.60 ppm olarak ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Ayrıca 20 °C sıcaklık ve % 75 orantılı nemde, 7 günlük uygulamada LD₅₀ değeri istatistiksel olarak 14 ve 21 günlük uygulamalardan daha yüksek olmuş; 14 ve 21 günlük uygulamaların arasında ise bu bakımdan bir farklılık görülmemiştir.

Çalışmada her bir haftaya ait elde edilen probit eğrileri de Şekil 4.7' de verilmektedir.



Şekil 4.7 Değişik dozlarda uygulanan zeolitin 20 °C ve % 75 nem koşullarında 7. (a), 14. (b) ve 21. günde (c) *Sitophilus oryzae* erginleri üzerindeki letal etkileri

Çizelge 4.4 Zeolit ile 20 °C ve % 75 nem koşullarında yapılan çalışmada *Sitophilus oryzae* ait elde edilen LD₅₀, LD₉₀ ve LD₉₅ değerleri (ppm; ortalama ± standart hata)

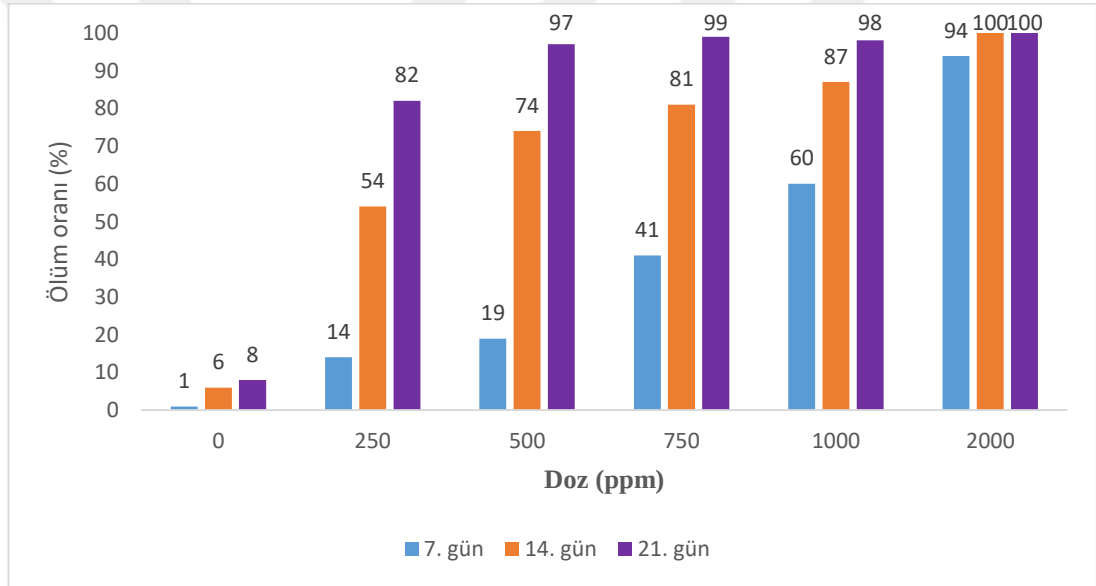
Uygulama Süresi (gün)	Eğim±SH	LD ₅₀ (güven aralığı) ^a	LD ₉₀ (güven aralığı) ^a	LD ₉₅ (güven aralığı) ^a	Heterojenlik
7	1.4±0.3	19336 (5863-4467198)	168079 (22162-2068425851)	310277 (32228-0.00)	1,9
14	1.6±0.2	5666 (3455-15545)	34569 (13307-257736)	57721 (19444-573095)	1,6
21	2.3±0.2	1429 (1214-1780)	5066 (3535-8972)	7254 (4740-14325)	2,3

(a) güven aralığı $P \leq 0.05$; rakamlar yuvarlanmıştır.

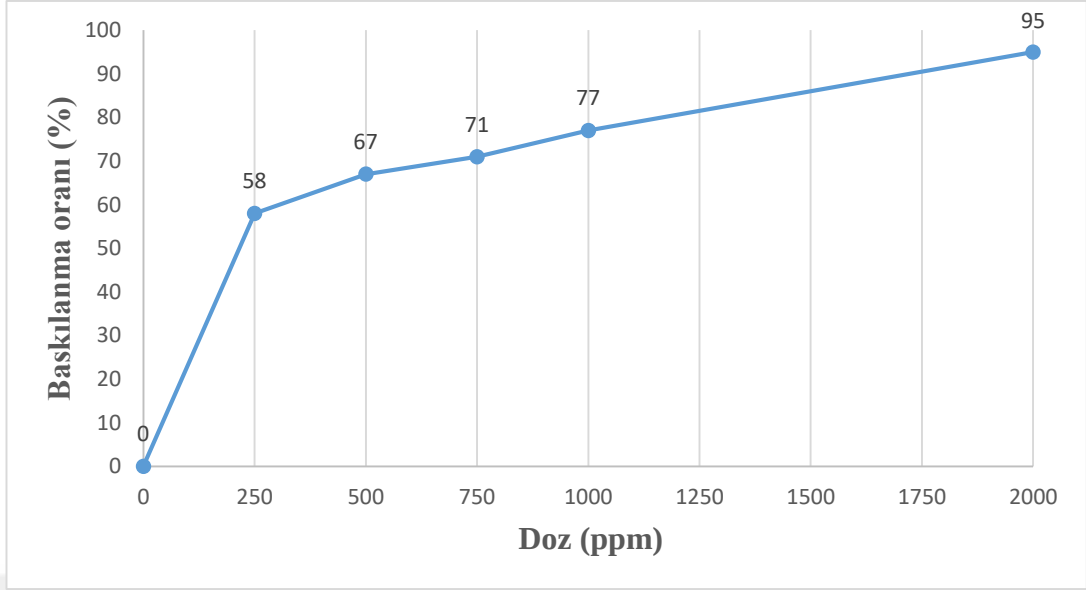
4.1.1.1.3 Zeolitin 25 °C sıcaklık ve %55 orantılı nem koşullarındaki etkinliği

Yapılan çalışmada haftalık sayımlardaki ölüm oranları karşılaştırmalı olarak Şekil 4.8’de verilmiştir. Ölüm oranlarının uygulama süresi ve doz artışına paralel olarak artış gösterdiği saptanmıştır.

S. oryzae F1 erginlerinin sayısı ve baskılanma oranlarına ilişkin sonuçlar Şekil 4.9’de verilmiştir. Yapılan çalışmalarda F1 verimi yönünden en yüksek baskılanma oranı yaklaşık olarak %95 ile 2000 ppm’ de görülürken, uygulanan hiçbir dozda %100 baskılanma gerçekleşmemiştir.



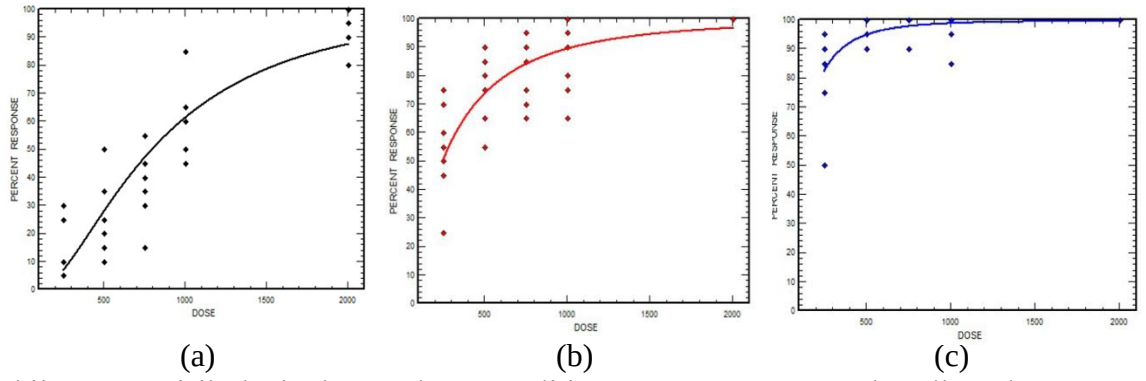
Şekil 4.8 Zeolit ile 25 °C ve % 55 nem koşullarında yapılan çalışmada *Sitophilus oryzae* ait elde edilen yuvarlanmış ölüm oranları (%)



Şekil 4.9 Zeolit ile 25 °C ve % 55 nem koşullarında *Sitophilus oryzae* için elde edilen ait yuvarlanmış baskılanma oranları (%)

Denemelerde zeolitin erginler üzerine LD₅₀, LD₉₀ ve LD₉₅ değerleri Çizelge 4.5' te verilmiştir. 21 gün sonunda elde edilen LD₅₀ değeri 96.79 ppm, LD₉₀ değeri 342.13 ppm ve LD₉₅ değeri 489.38 ppm olarak ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Ayrıca 25 °C sıcaklık ve % 55 orantılı nemde, 7 günlük uygulamada LD₅₀ değeri istatistiksel olarak 14 ve 21 günlük uygulamalardan daha yüksek olmuş; 14 ve 21 günlük uygulamaların arasında ise bu bakımdan bir farklılık görülmemiştir.

Çalışmada her bir haftaya ait elde edilen probit eğrileri de Şekil 4.10' da verilmektedir.



Şekil 4.10 Değişik dozlarda uygulanan zeolitin 25 °C ve % 55 nem koşullarında 7. (a), 14. (b) ve 21. günde (c) *Sitophilus oryzae* erginleri üzerindeki letal etkileri

Çizelge 4.5 Zeolit ile 25 °C ve % 55 nem koşullarında *Sitophilus oryzae* için elde edilen LD₅₀, LD₉₀ ve LD₉₅ verileri (ppm; ortalama ± standart hata)

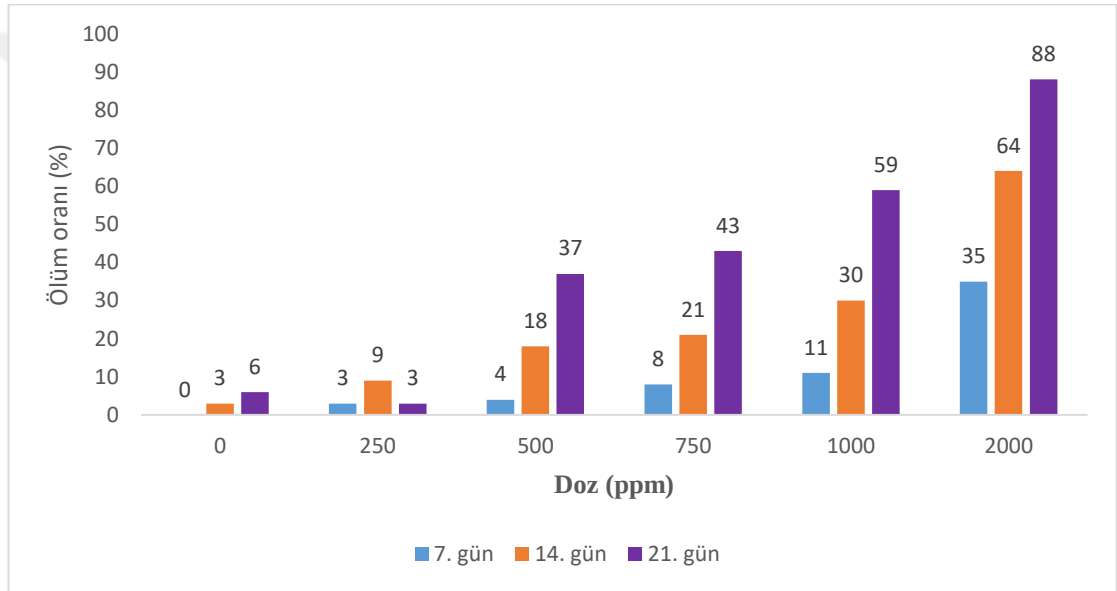
Uygulama Süresi (gün)	Eğim± Std.h	LD ₅₀ (güven aralığı) ^a	LD ₉₀ (güven aralığı) ^a	LD ₉₅ (güven aralığı) ^a	Heterojenlik
7	2.9±0.2	785 (698-888)	2186 (1771-2950)	2922 (2269-4212)	2.4
14	2.0±0.2	241 (175-299)	1011 (838-1323)	1517 (1185-2225)	1.8
21	2.3±0.4	97 (33-154)	342 (254-432)	489 (389-676)	2.1

(b) güven aralığı $P \leq 0.05$; rakamlar yuvarlanmıştır.

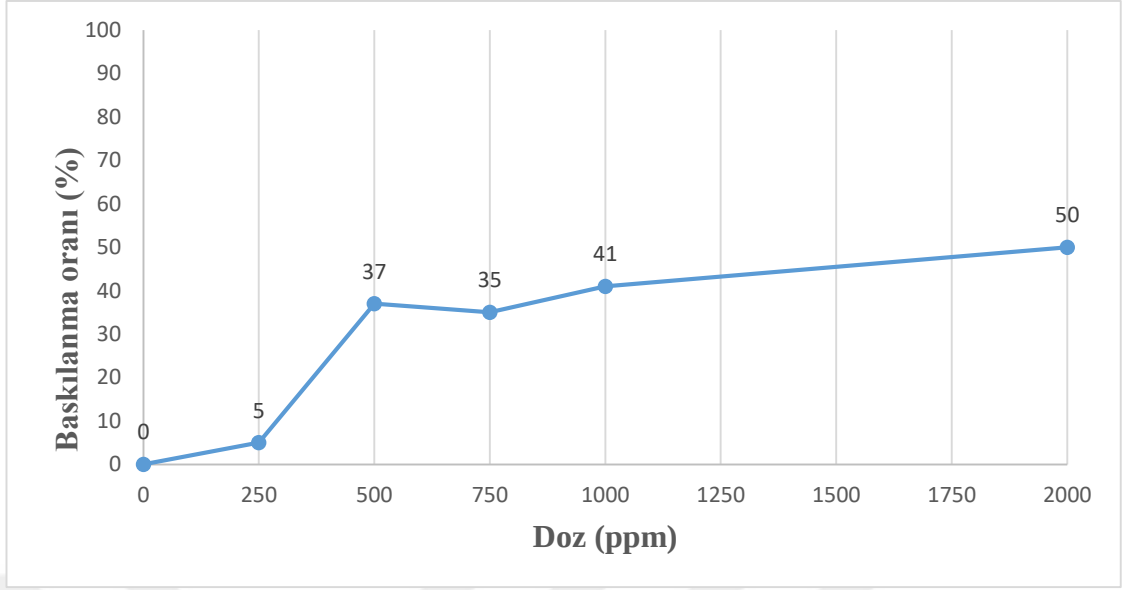
4.1.1.1.4 Zeolitin 25 °C sıcaklık ve %75 orantılı nem koşullarındaki etkinliği

Yapılan çalışmada haftalık sayımlardaki ölüm oranları karşılaştırmalı olarak Şekil 4.11’de verilmiştir. Ölüm oranlarının uygulama süresi ve doz artışına paralel olarak artış gösterdiği saptanmıştır.

S. oryzae F1 ergin sayısı ve baskılanma oranlarına ilişkin sonuçlar Şekil 4.12’de verilmiştir. Yapılan çalışmalarda F1 verimi yönünden en yüksek yaklaşık olarak %50 baskılanma oranı ile 2000 ppm’ de görülmüştür.



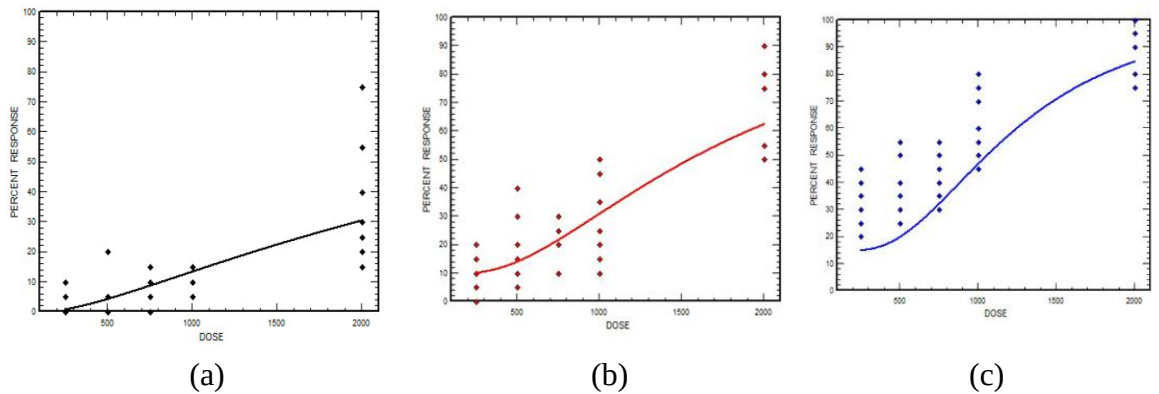
Şekil 4.11 Zeolit uygulamasında 25 °C ve % 75 nemde *Sitophilus oryzae* için elde edilen yuvarlanmış ölüm oranları (%)



Şekil 4.12 Zeolit uygulamasında 25 °C ve % 75 nemde *Sitophilus oryzae* için elde edilen yuvarlanmış F1 baskılanma oranları (%)

Denemelerde zeolitin erginler üzerine LD₅₀, LD₉₀ ve LD₉₅ değerleri Çizelge 4.6' da verilmiştir. 21 gün sonunda elde edilen LD₅₀ değeri 1186.74 ppm, LD₉₀ değeri 2440.77 ppm ve LD₉₅ değeri 2994.37 ppm olarak ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Ayrıca 25 °C sıcaklık ve % 75 orantılı nemde, 7 günlük uygulamada LD₅₀ değeri istatistiksel olarak 14 ve 21 günlük uygulamalardan daha yüksek olmuş; 14 ve 21 günlük uygulamaların arasında ise bu bakımdan bir farklılık görülmemiştir.

Çalışmada her bir haftaya ait elde edilen probit eğrileri de Şekil 4.13' te verilmektedir.



Şekil 4.13 Değişik dozlarda uygulanan zeolitin 25 °C ve % 75 nem koşullarında 7. (a), 14. (b) ve 21. günde (c) *Sitophilus oryzae* erginleri üzerindeki letal etkileri

Çizelge 4.6 Zeolit ile 25 °C ve % 75 nem koşullarında yapılan çalışmada *Sitophilus oryzae* ait elde edilen LD₅₀, LD₉₀ ve LD₉₅ verileri ve eğim (ppm:ortalama ± standart hata)

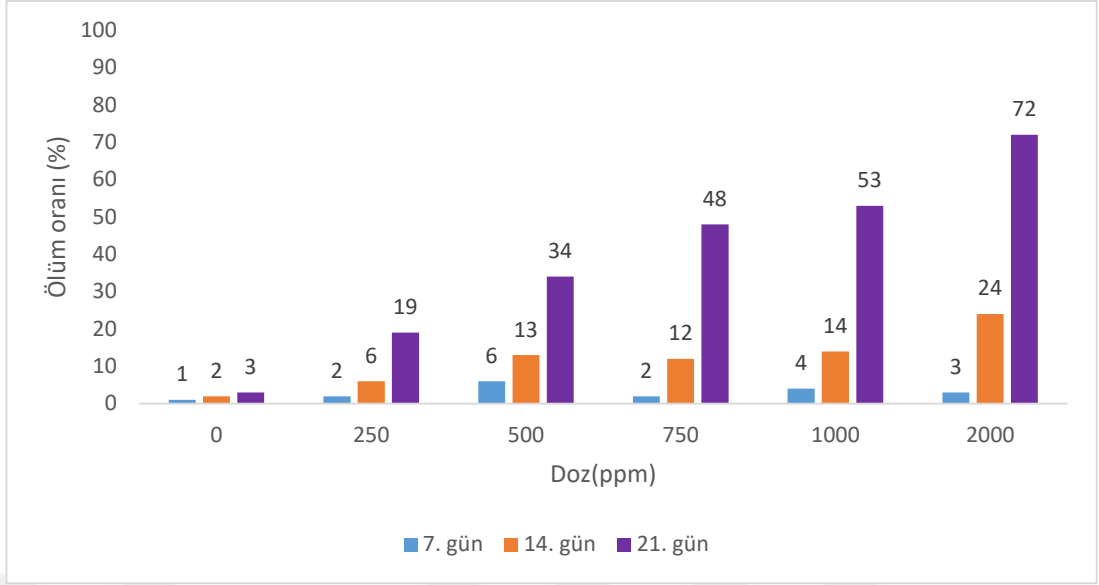
Uygulama Süresi (gün)	Eğim±SH	LD ₅₀ (güven aralığı) ^a	LD ₉₀ (güven aralığı) ^a	LD ₉₅ (güven aralığı) ^a	Heterojenlik
7	1.9±0.2	3610 (2576-6554)	16331 (8374 -56322)	25053 (11652 -104022)	1,8
14	3.1±0.5	1701 (1445-2040)	4398 (3240-8278)	5757 (3967-12643)	1,4
21	4.1±0.6	1187 (1003-1351)	2440.77 (2073.70-3158.68)	2994 (2458-4167)	0,6

(a) Rakamlar yuvarlanmıştır; güven aralığı P≤0.05

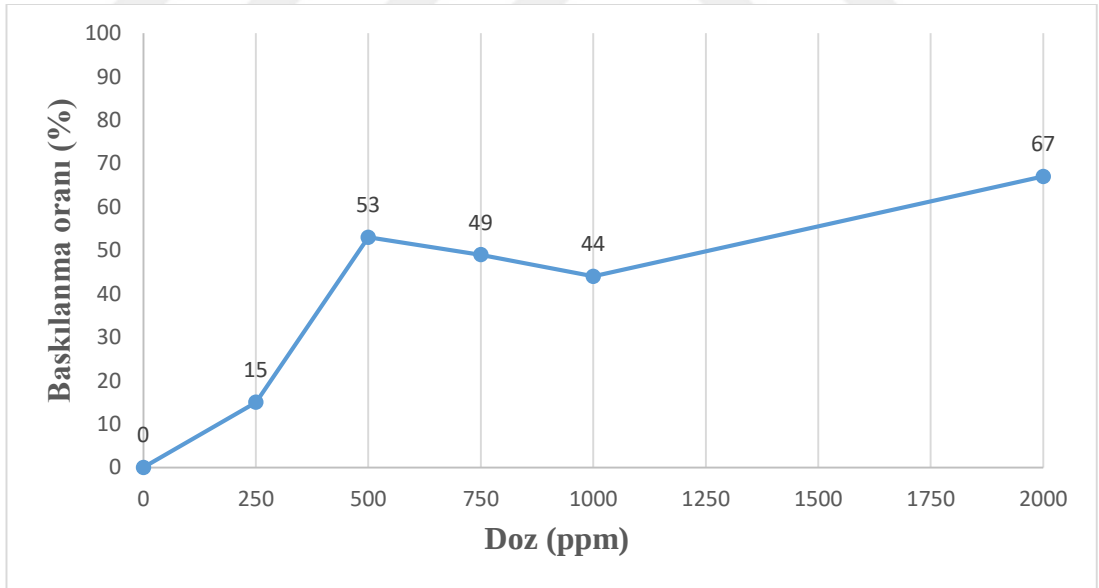
4.1.1.1.5 Zeolitin 30 °C sıcaklık ve %55 orantılı nem koşullarındaki etkinliği

Yapılan çalışmada haftalık sayımlardaki ölüm oranları karşılaştırmalı olarak Şekil 4.14'te verilmiştir. Ölüm oranlarının uygulama süresi ve doz artışına paralel olarak artış gösterdiği saptanmıştır.

S. oryzae F1 ergin sayısı ve baskılanma oranlarına ilişkin sonuçlar Şekil 4.15'te verilmiştir. Yapılan çalışmalarda F1 verimi yönünden en yüksek baskılanma oranı yaklaşık olarak %67 ile 2000 ppm' de görülürken, uygulanan diğer bütün dozlarda %100 baskılanma gerçekleşmemiştir.



Şekil 4.14 Zeolit ile 30 °C ve % 55 nem koşullarında yapılan çalışmada *Sitophilus oryzae* ait elde edilen yuvarlanmış ölüm oranları (%)

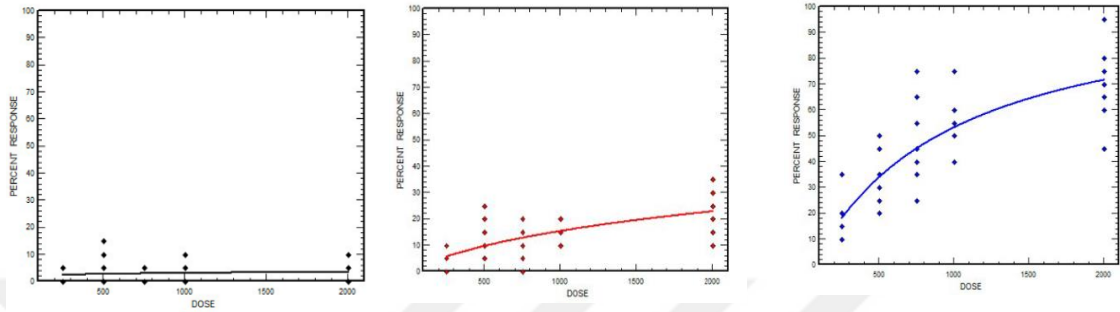


Şekil 4.15 Zeolit ile 30 °C ve % 55 nem koşullarında yapılan çalışmada *Sitophilus oryzae* F1 gelişimine ait yuvarlanmış baskılanma oranları (%)

Denemelerde zeolitin erginler üzerine LD₅₀, LD₉₀ ve LD₉₅ değerleri Çizelge 4.5' te verilmiştir. 21 gün sonunda elde edilen LD₅₀ değeri 877.57 ppm, LD₉₀ değeri 5362.95

ppm ve LD₉₅ değeri 8958.96 ppm olarak ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Ayrıca 30 °C sıcaklık ve % 55 orantılı nemde, 21 günlük uygulamada LD₅₀ değeri istatistiksel olarak 14 günlük uygulamadan çok daha düşük olmuş; 7 günlük uygulama ise hesaplanamamıştır.

Çalışmada her bir haftaya ait elde edilen probit eğrileri de Şekil 4.16' da verilmektedir.



Şekil 4.16 Değişik dozlarda uygulanan zeolitin 30 °C ve % 55 nem koşullarında 7. (a), 14. (b) ve 21. (c) günde *Sitophilus oryzae* erginleri üzerindeki letal etkileri

Çizelge 4.7 Zeolit ile 30 °C ve % 55 nem koşullarında yapılan çalışmada *Sitophilus oryzae* ait elde edilen, LD₅₀, LD₉₀ ve LD₉₅ verileri ve eğim (ortalama $\pm$ standart hata)

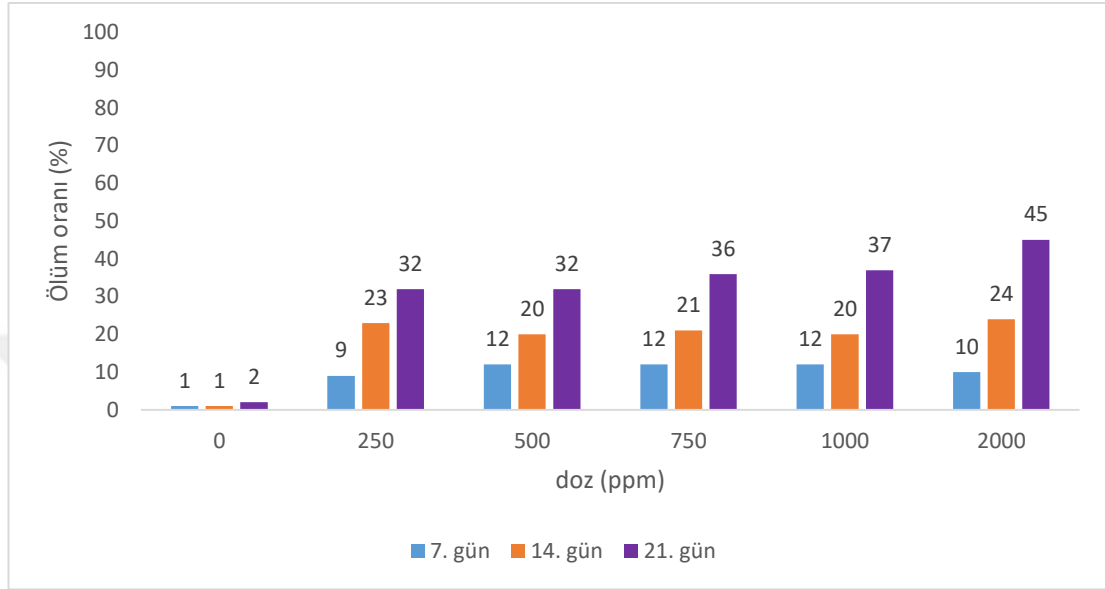
Uygulama Süresi (gün)	Eğim $\pm$ Std.h	LD ₅₀ (güven aralığı) ^a	LD ₉₀ (güven aralığı) ^a	LD ₉₅ (güven aralığı) ^a	Heterojenlik
7	0.2 $\pm$ 0.3	=	=	=	0.9
14	0.9 $\pm$ 0.2	<u>12721</u> (5705-77529)	<u>327052</u> (59506-16326904)	<u>821023</u> (115333-74619165)	0.7
21	1.6 $\pm$ 0.2	<u>878</u> (764-1024)	<u>5363</u> (3720-9276)	<u>8959</u> (5711-17679)	1.2

a) Rakamlar yuvarlanmıştır; güven aralığı $P \leq 0.05$

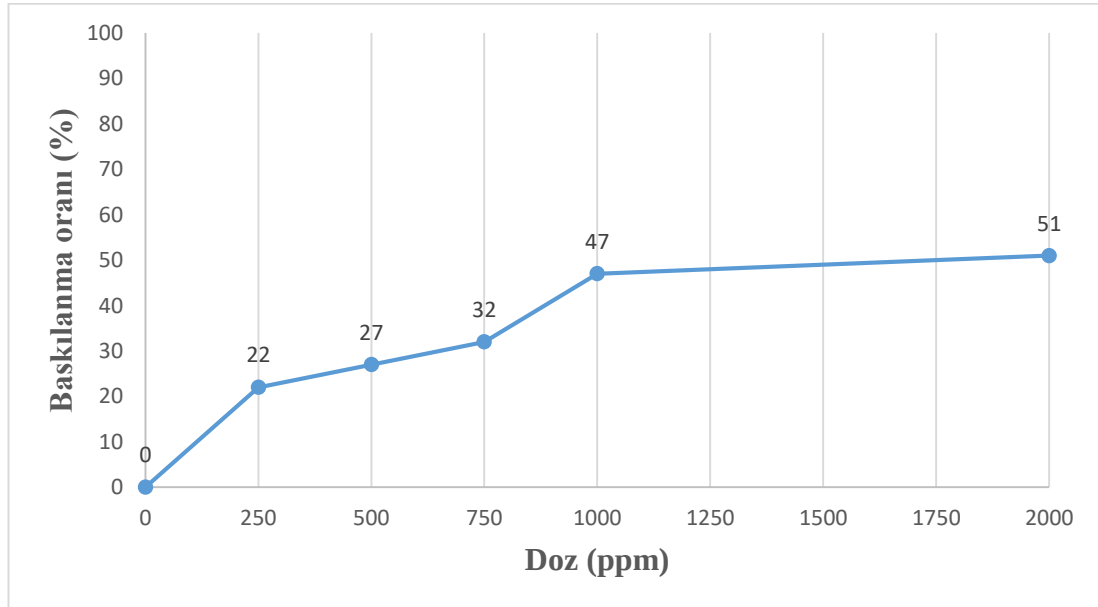
4.1.1.1.6 Zeolitin 30 °C sıcaklık ve %75 orantılı nem koşullarındaki etkinliği

Yapılan çalışmada haftalık sayımlardaki ölüm oranları karşılaştırmalı olarak Şekil 4.17'de verilmiştir. Ölüm oranlarının uygulama süresi ve doz artışına paralel olarak artış gösterdiği saptanmıştır.

S. oryzae F1 ergin sayısı ve baskılanma oranlarına ilişkin sonuçlar Şekil 4.18’de verilmiştir. Yapılan çalışmalarda F1 verimi yönünden en yüksek baskılanma oranı yaklaşık olarak %51 ile 2000 ppm’ de görülürken, uygulanan diğer bütün dozlarda %100 baskılanma gerçekleşmemiştir.

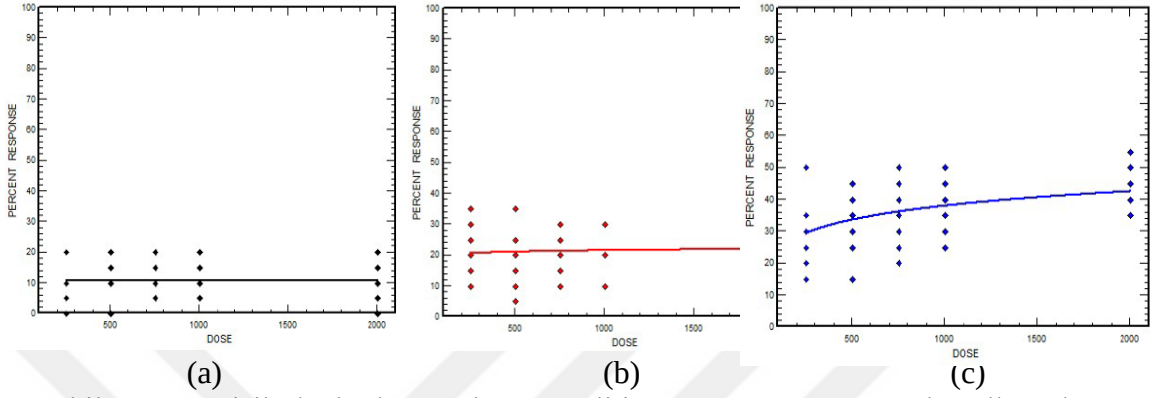


Şekil 4.17 Zeolit ile 30 °C ve % 75 nem koşullarında yapılan çalışmada *Sitophilus oryzae* ait elde edilen yuvarlanmış ölüm oranları (%)



Şekil 4.18 Zeolit ile 30 °C ve % 75 nem koşullarında yapılan çalışmada *Sitophilus oryzae* ait elde edilen yuvarlanmış baskılanma oranları (%)

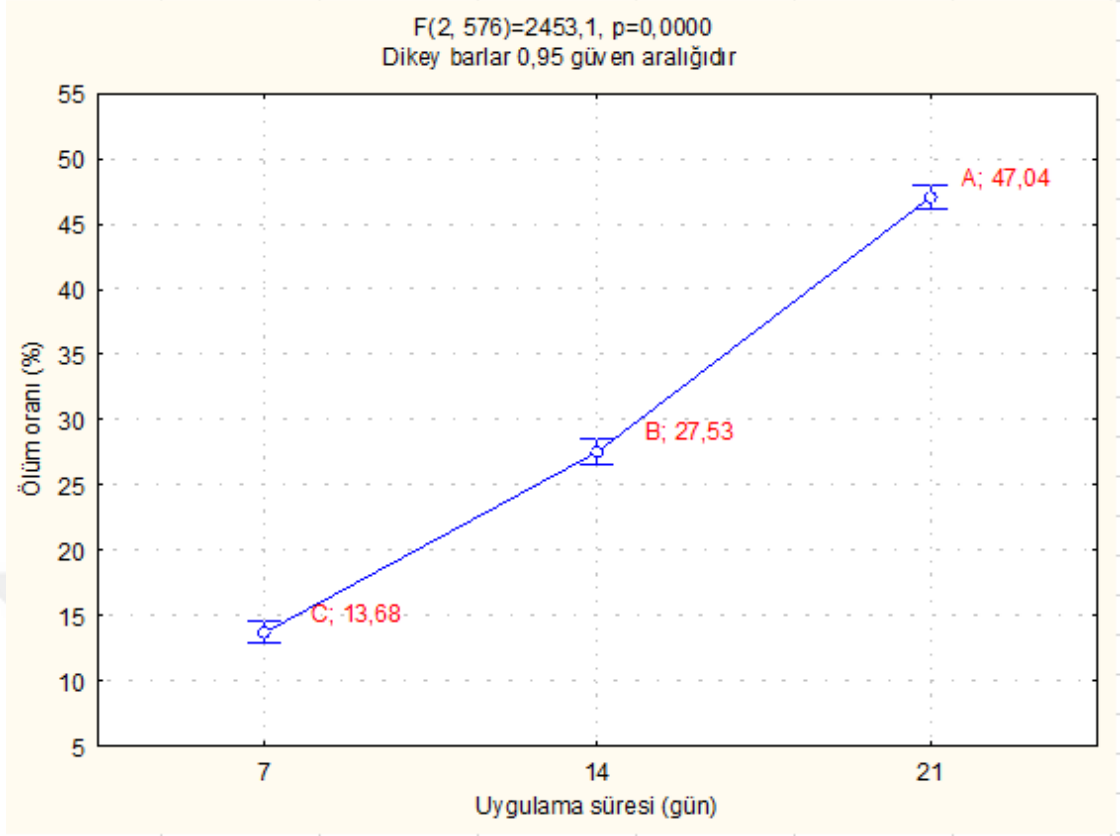
Zeolitin pirinç biti erginleri üzerine 30 °C sıcaklık ve % 75 orantılı nemde LD₅₀, LD₉₀ ve LD₉₅ değerleri hesaplanamamıştır. Çalışmada her bir haftaya ait elde edilen probit eğrileri de Şekil 4.19’ da verilmektedir.



Şekil 4.19 Değişik dozlarda uygulanan zeolitin 30 °C ve % 75 nem koşullarında 7. (a), 14. (b) ve 21. (c) günde *S. oryzae* erginleri üzerindeki letal etkileri

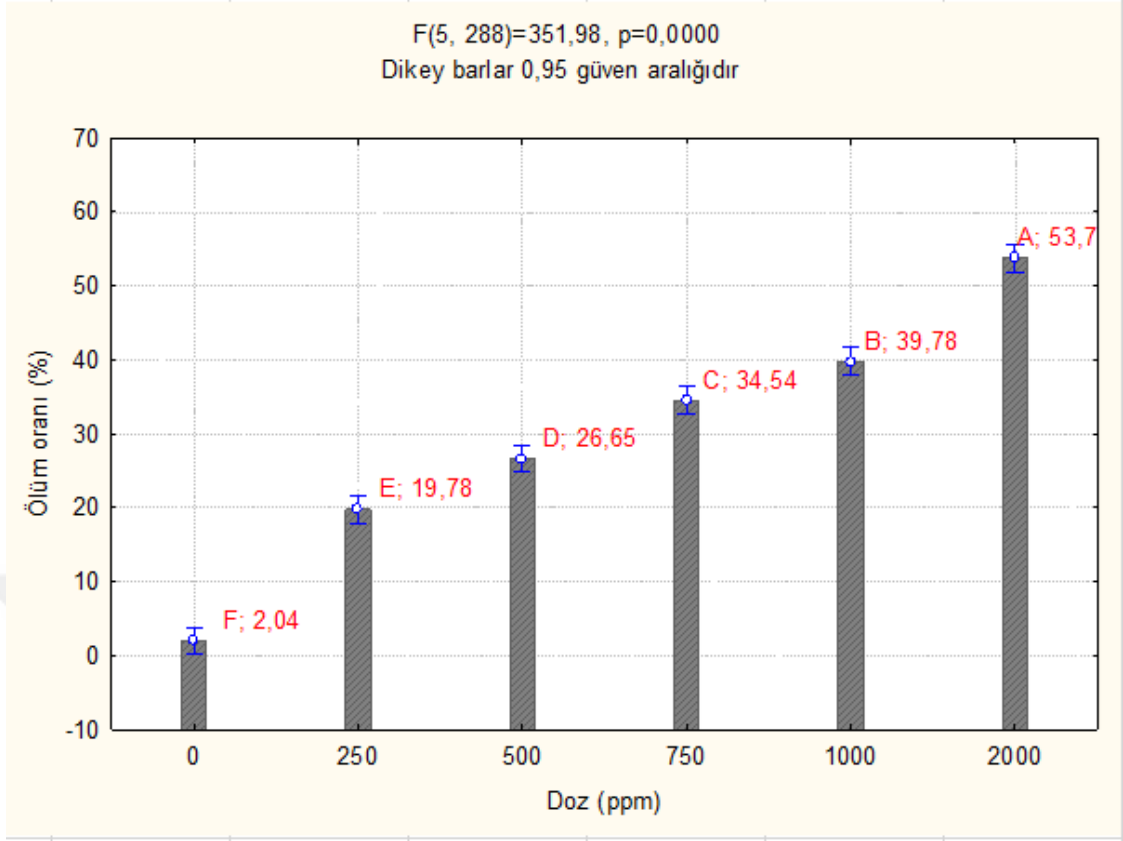
4.1.1.1.7 Zeolitin *S. oryzae* erginleri üzerindeki kısa süreli öldürücülüğüne etkisi

Uygulama süresinin *S. oryzae* erginlerinin ölümü üzerindeki etkisine bakıldığında uygulama süresi artışının ölüm oranlarını tüm sürelerde önemli düzeyde arttırdığı görülmektedir (Şekil 4.20).



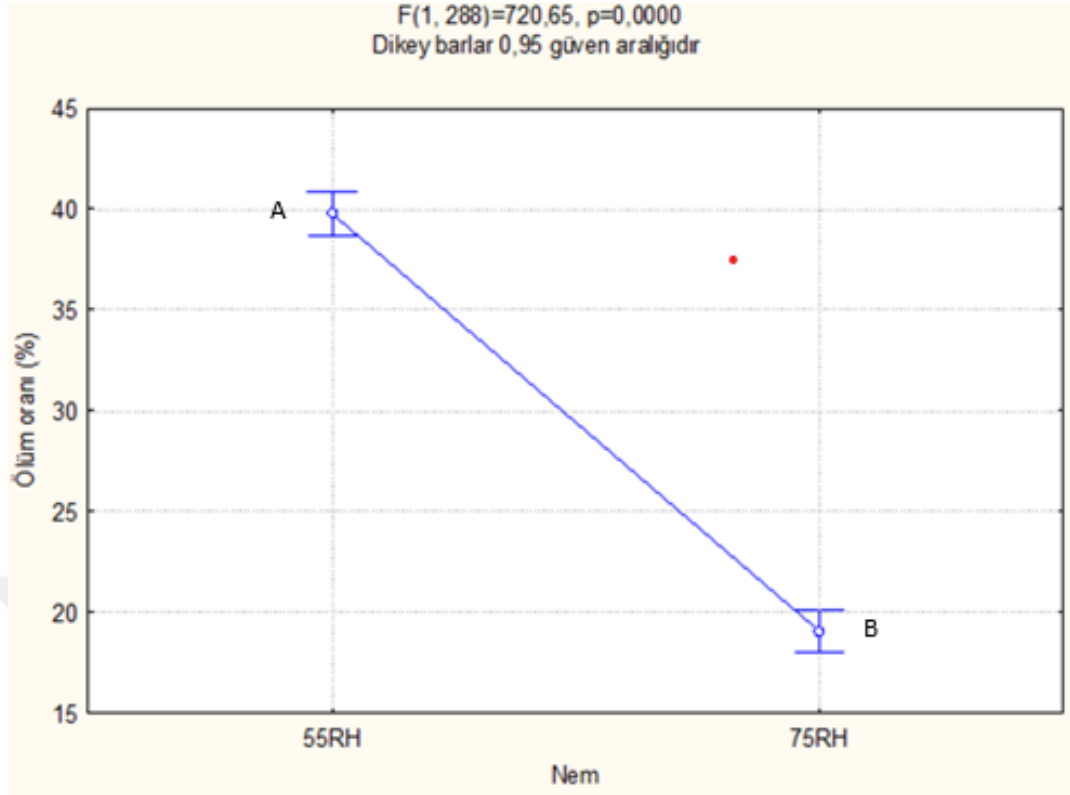
Şekil 4.20 Zeolitin değişik uygulama sürelerinde *Sitophilus oryzae* erginleri üzerindeki öldürücü etkisi (Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (Duncan testi; $p < 0,05$)).

Zeolitin farklı konsantrasyonlarının *Sitophilus oryzae* erginleri üzerindeki öldürücü etkisine bakıldığında doz artışına bağlı olarak ölüm oranlarının arttığı; en yüksek ölüm oranına 2000 ppm konsantrasyonunda (%53,70) ulaşmakla birlikte mutlak ölümün elde edilemediği görülmektedir (Şekil 4.21).



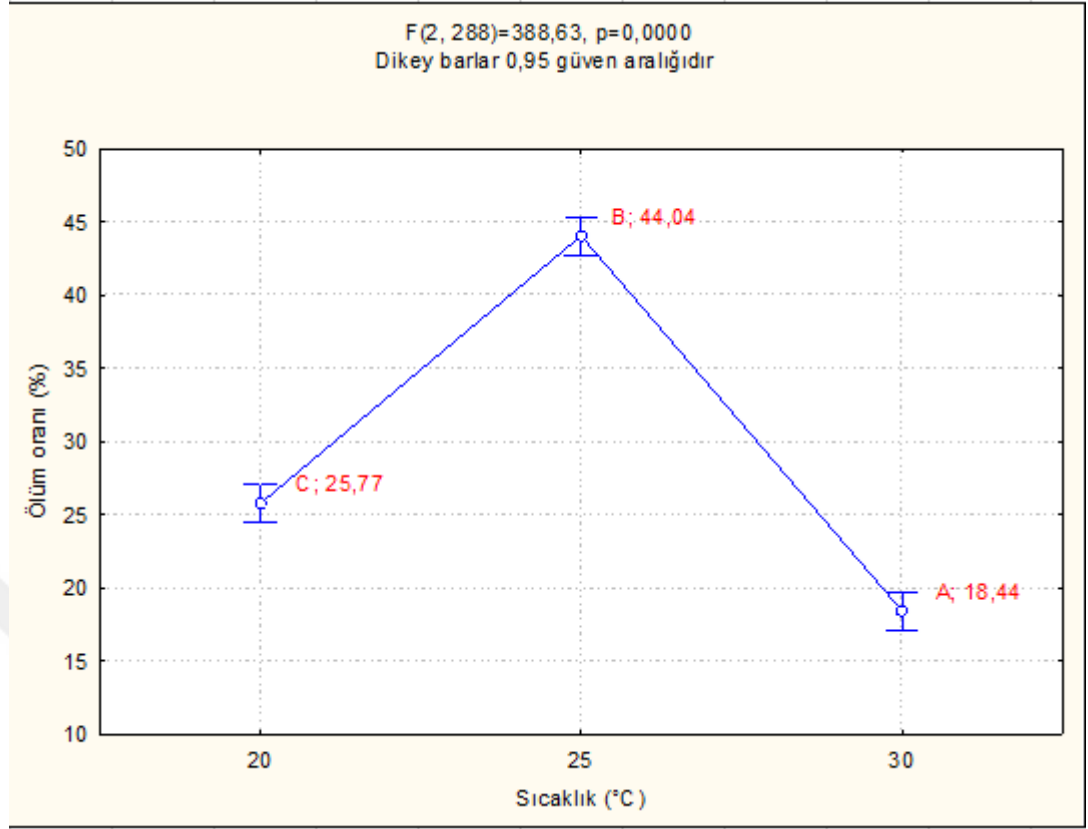
Şekil 4.21 Zeolitin farklı dozlarının *Sitophilus oryzae* erginleri üzerindeki öldürücü etkisi (Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (Duncan testi; $p<0,05$))

S. oryzae erginlerinin ölümü üzerine orantılı nemin etkisine bakıldığında orantılı nemdeki azalmanın ölüm oranını önemli ölçüde arttırdığı tespit edilmiştir (Şekil 4.22).



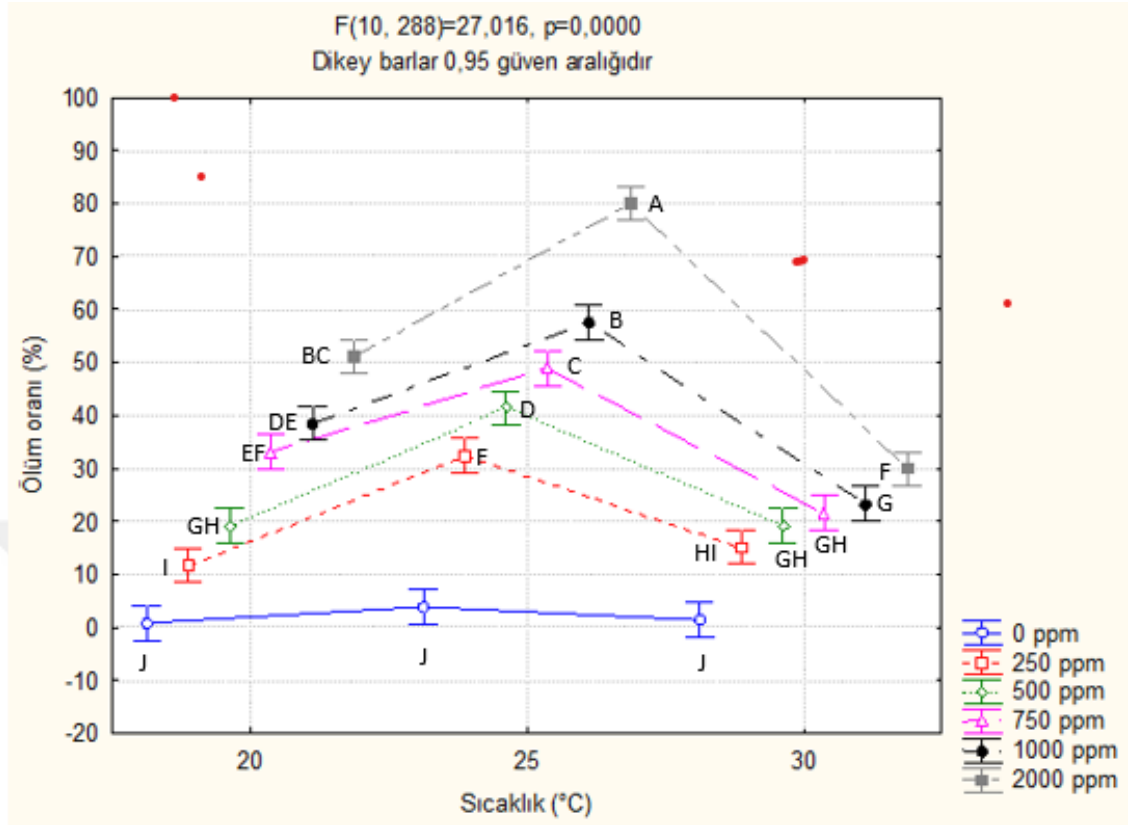
Şekil 4.22 Zeolitin değişik orantılı nemlerde *Sitophilus oryzae* erginleri üzerindeki öldürücü etkisi (Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (Duncan testi; $p<0,05$))

S.oryzae erginleri üzerine sıcaklığın etkisi incelendiğinde, tüm sıcaklıklarda ölüm ortalamaları birbirinden önemli ölçüde farklı olurken; 25 °C sıcaklıkta elde edilen ölüm değerleri istatistiksel olarak diğer iki sıcaklıktan önemli düzeyde yüksek bulunmuştur (Şekil 4.23).



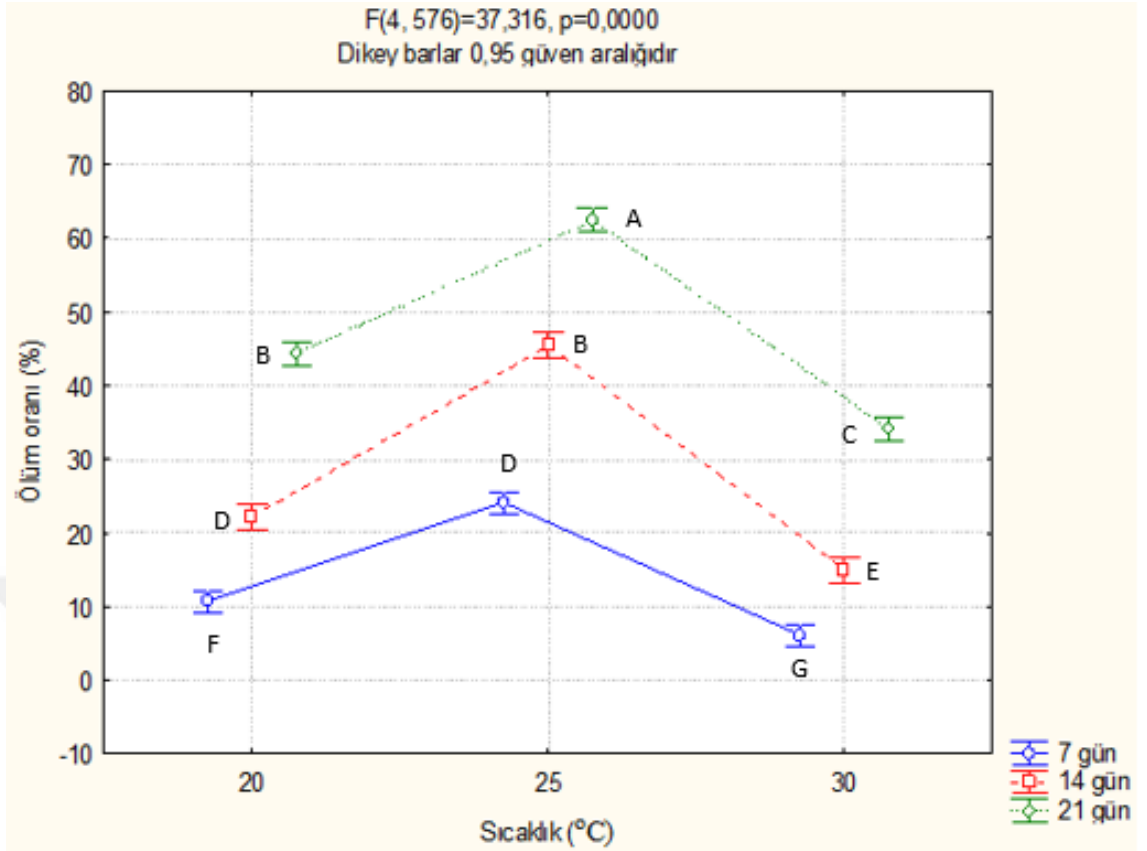
Şekil 4.23 Zeolitin farklı sıcaklıklarda *Sitophilus oryzae* erginleri üzerindeki öldürücü etkisi (Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (Duncan testi; $p < 0,05$))

Sıcaklık ve Dozun birlikte etkileşimine bakıldığında; her 3 sıcaklıkta da doz artışına bağlı ölüm oranları kademeli olarak artmakla birlikte; -kontrol grubu hariç-tüm dozlarda en yüksek oranda ölüm 25 °C sıcaklıkta elde edilmiştir.(Şekil 4.24).



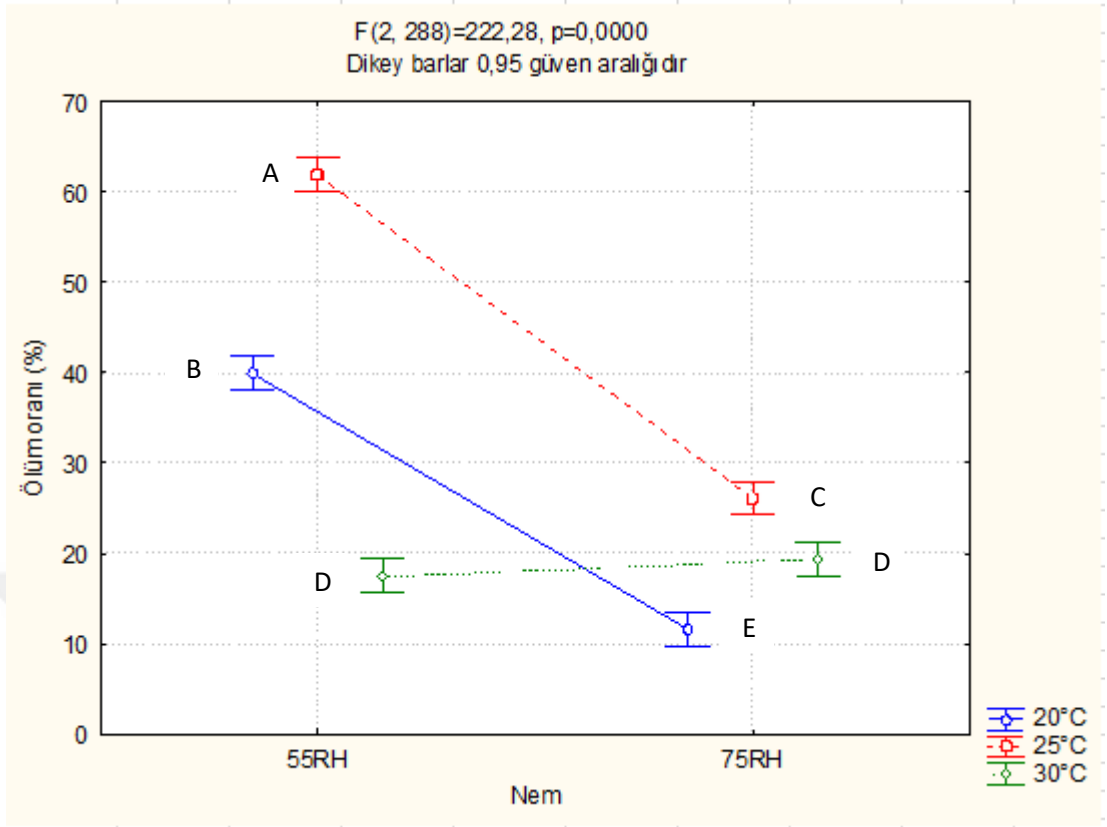
Şekil 4.24 Doğal zeolitin farklı dozlarının değişik sıcaklıklarda *Sitophilus oryzae* erginleri üzerindeki öldürücü etkisi (Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (Duncan testi; $p < 0,05$))

Uygulama süresi ve sıcaklığın *S. oryzae* erginleri üzerindeki öldürücü etkisine bakıldığında her üç sıcaklıkta uygulama süresi arttıkça ölümü oranı önemli düzeyde artmış; en yüksek ölüm oranı 25 °C sıcaklıkta görülmüştür (Şekil 4.25).



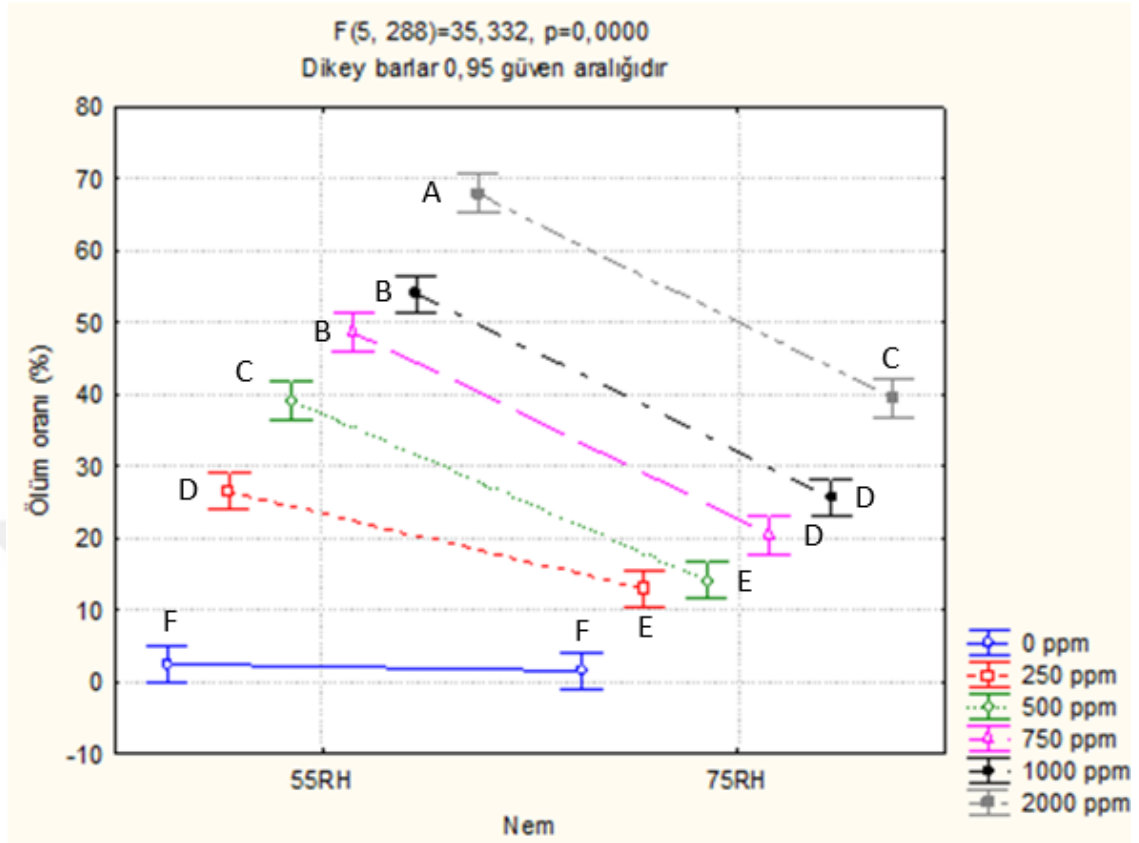
Şekil 4.25 Zeolitin sıcaklık ve değişik uygulama sürelerinde *Sitophilus oryzae* erginleri üzerindeki öldürücü etkisi (Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (Duncan testi; $p<0,05$))

Zeolitin değişken orantılı nemde ve farklı sıcaklıklarda öldürücü etkisine bakıldığında; 30 °C sıcaklıkta neme bağlı olarak çok fazla değişmezken; 20 ve 25 °C sıcaklıklarda değişken orantıda neme bağlı olarak ölüm oranı da artmıştır (Şekil 4.26).



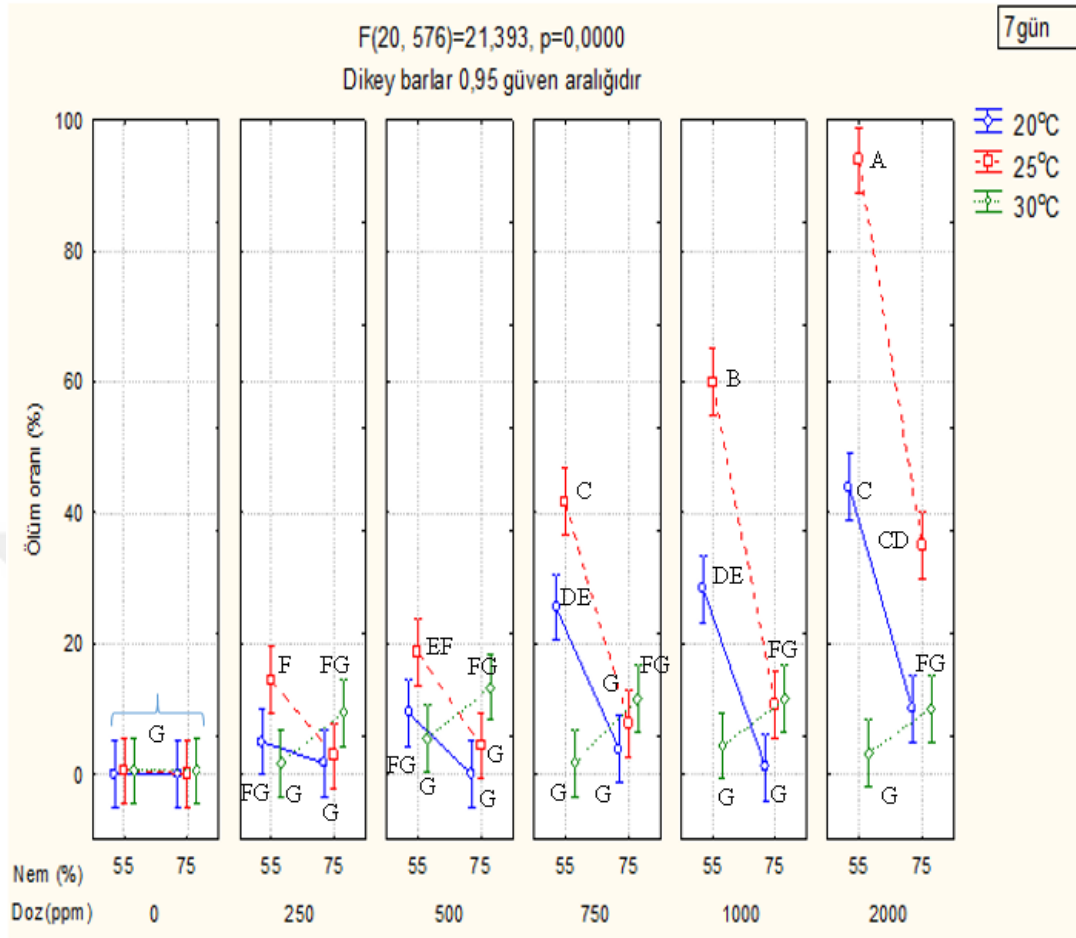
Şekil 4.26 Zeolitin sıcaklık ve değişik orantılı nemlerde *Sitophilus oryzae* erginleri üzerindeki öldürücü etkisi (Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (Duncan testi; $p < 0,05$))

Zeolitin farklı dozlarının değişik orantılı nemlerde pirinç biti erginleri üzerindeki öldürücü etkisine bakıldığında; değişik orantıda nemin doz artışına bağlı olarak ölüm oranını arttırdığı görülmüştür (Şekil 4.27).



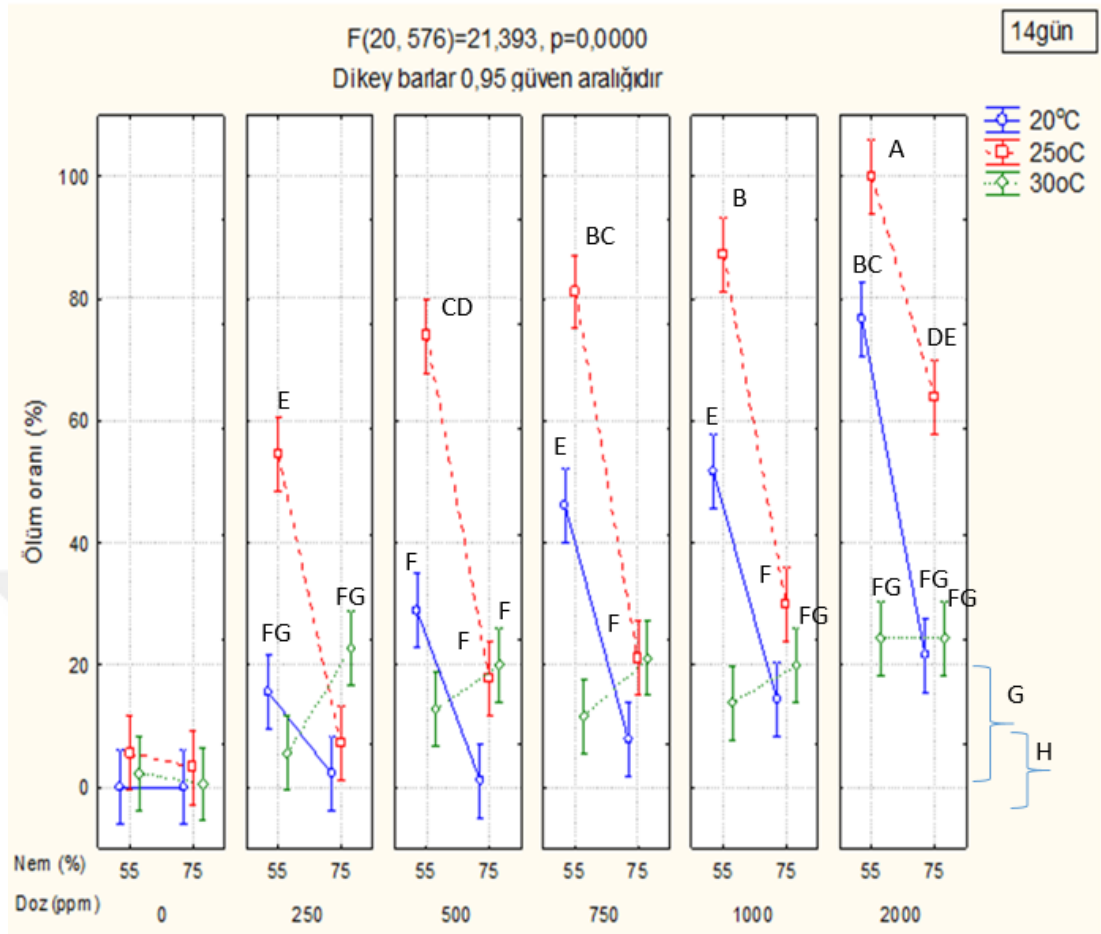
Şekil 4.27 Zeolitin farklı dozlarının değişik nemlerde *Sitophilus oryzae* erginleri üzerindeki öldürücü etkisi (Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (Duncan testi; $p<0,05$))

Zeolitin pirinç biti erginleri üzerinde, denemenin 7. gününde sıcaklık ve dozun birlikte etkileşime bakıldığında, 750 ppm ve altındaki dozlarda ölüm oranı bakımından sıcaklıklar ve nemler arasında bir farklılık olmadığı; 1000 ppm ve üzeri dozlarda ise sıcaklığa bağlı ölüm oranlarının arttığı görülmüştür (Şekil 4.28).



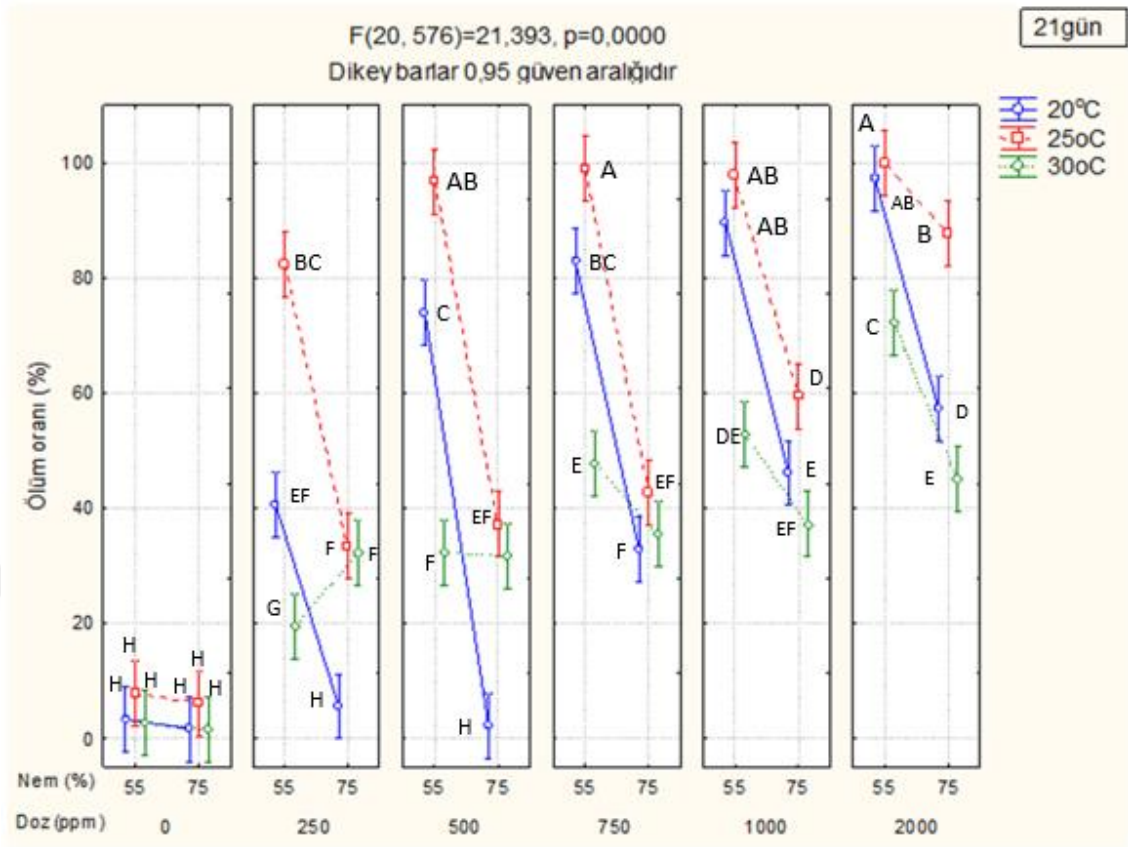
Şekil 4.28 Denemenin 7. gününde zeolitin farklı sıcaklıklarının değişik dozlarda ve farklı nemlerde *Sitophilus.oryzae* erginleri üzerindeki öldürücü etkisi (Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (Duncan testi; $p<0,05$))

Zeolitin *S.oryzae* erginleri üzerindeki 14 günlük öldürücü etkisine bakıldığında, 25 °C sıcaklıkta doza bağlı olarak ölüm oranlarının istatistiksel anlamda önemli ölçüde arttığı; 20 °C sıcaklıkta ise ölüm oranları doza bağlı olarak kademeli şekilde arttığı görülürken; 30 °C sıcaklıkta doza bağlı ölüm oranlarında önemli bir artış gözlenmemiştir (Şekil 4.29).



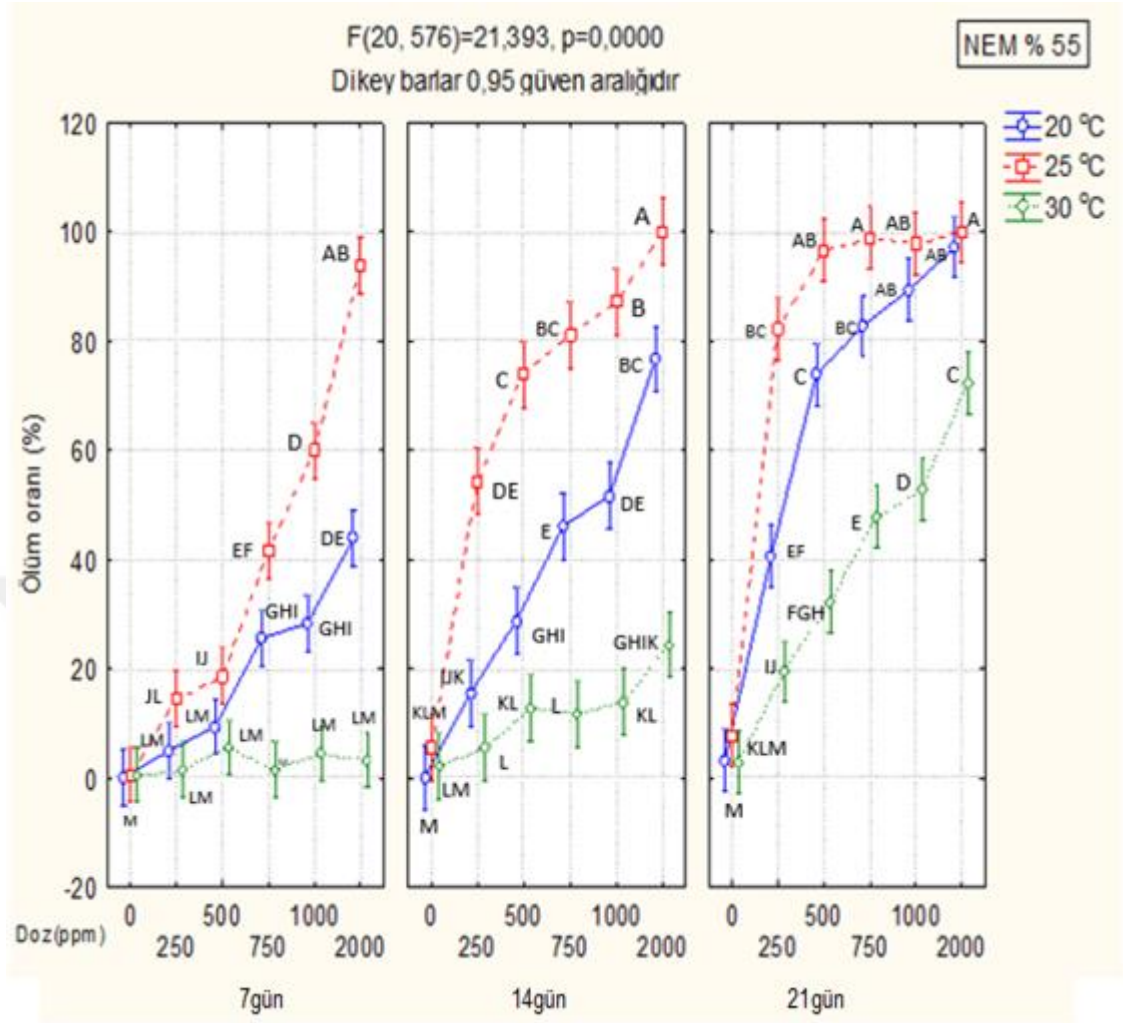
Şekil 4.29 Denemenin 14. gününde zeolitin farklı sıcaklıklarda, değişik dozlarda ve farklı nemlerde *Sitophilus oryzae* erginleri üzerindeki öldürücü etkisi (Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (Duncan testi; $p<0,05$))

Denemenin 21. gününde zeolitin, pirinç biti erginleri üzerindeki öldürücü etkisi 20 ve 25 °C sıcaklıklarda doza bağlı olarak kademeli bir şekilde artmış; 30 °C sıcaklıkta doza bağlı olarak, ölüm oranı sıcaklık ve uygulama süresi artışıyla fazla değişmemiştir (Şekil 4.30).



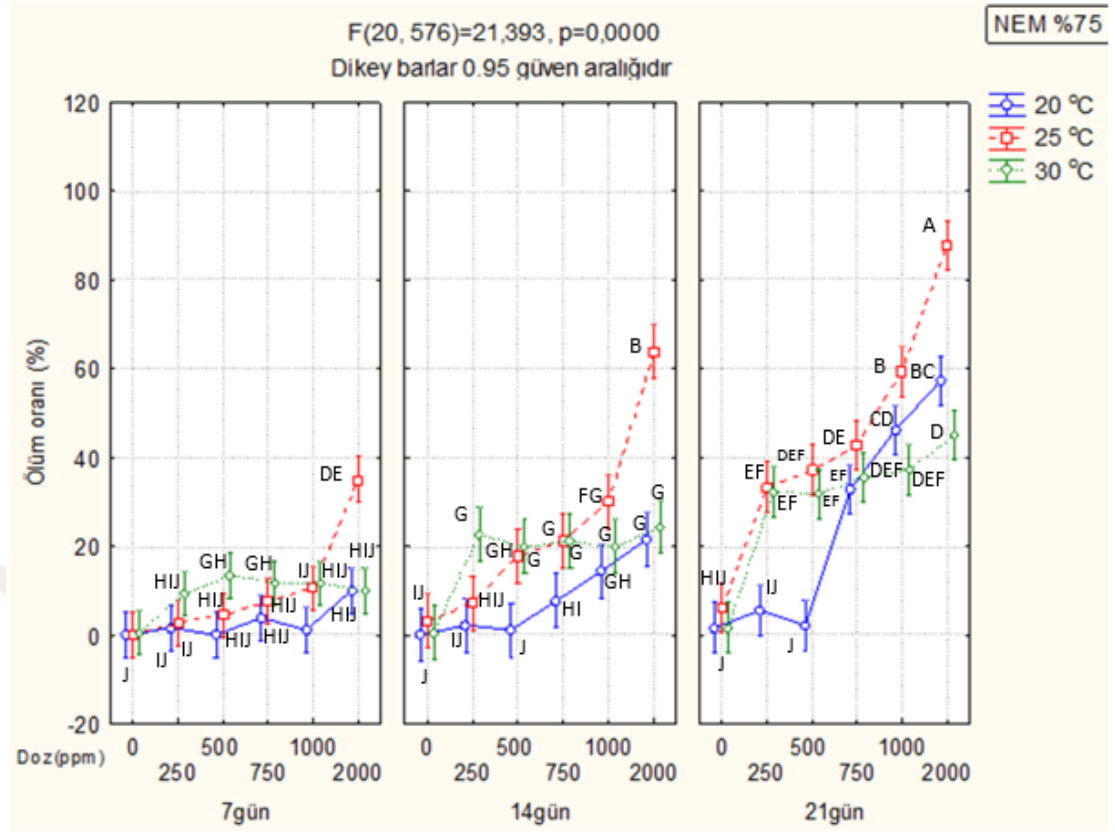
Şekil 4.30 Denemenin 21. gününde zeolitin farklı sıcaklıklarda, değişik dozlarda ve farklı nemlerde *Sitophilus oryzae* erginleri üzerindeki öldürücü etkisi (Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (Duncan testi; $p<0,05$))

Zeolitin %55 nemde değişik dozlarının farklı sıcaklık ve uygulama sürelerinde *S.oryzae* erginleri üzerindeki öldürücü etkisine bakıldığında, her 3 uygulama süresinde sıcaklık ve doz artışına bağlı kademeli olarak ölüm oranlarında artışa neden olmuş; ancak 21 günlük uygulamada en üst düzeye ulaşan ölüm oranları arasında 25 °C sıcaklıkta 500 ppm'den itibaren gözlenen ölümler arasında önemli farklılık saptanmamıştır (Şekil 4.31).



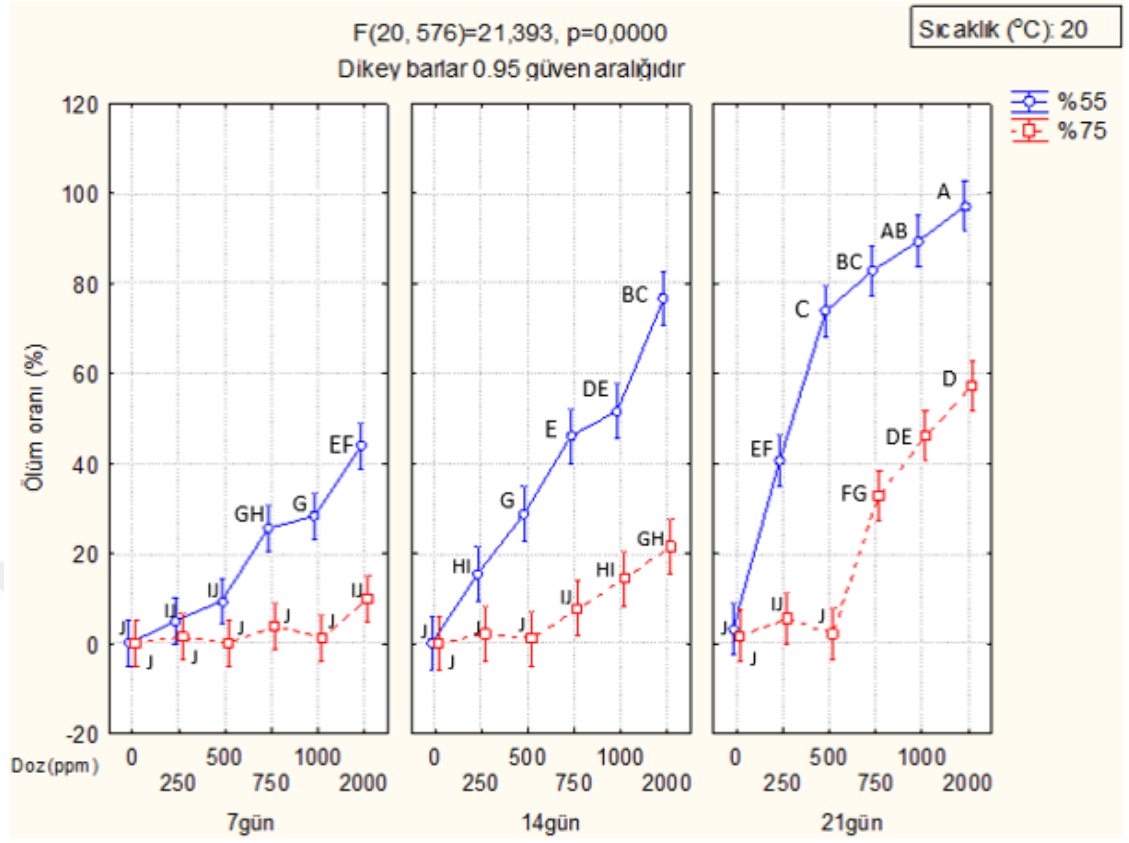
Şekil 4.31 Zeolitin %55 orantılı nemde farklı sıcaklıklarının, değişik dozlarda ve farklı nemlerde *Sitophilus oryzae* erginleri üzerindeki öldürücü etkisi (Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (Duncan testi; $p<0,05$))

Zeolitin 0-2000 ppm konsantrasyon doz aralığında %75 orantılı nemde ölüm oranları sıcaklık ve uygulama süresi artışıyla fazla değişmemiş; 25 °C sıcaklıkta 7. günden itibaren 1000 ppm konsantrasyonda ölüm oranları sıcaklık ve uygulama süresi artışına paralel olarak artmıştır (Şekil 4.32).



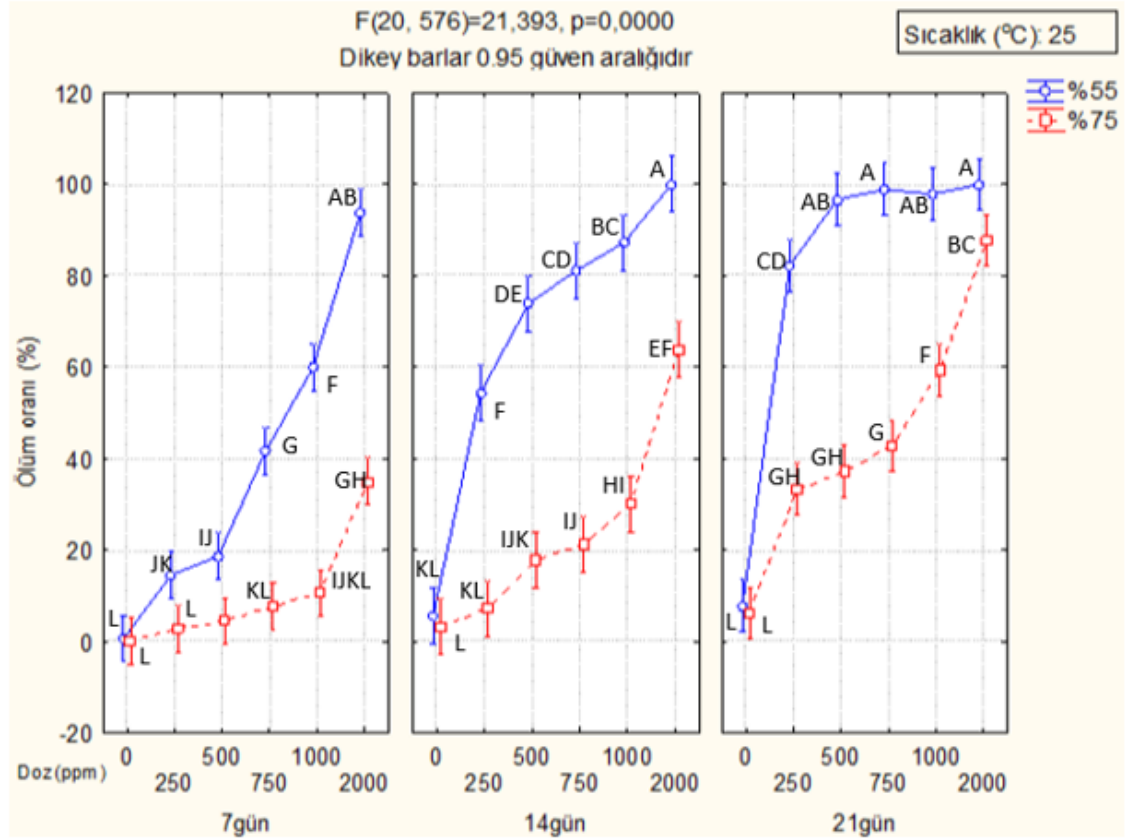
Şekil 4.32 Zeolitin %75 orantılı nemde farklı sıcaklıklarının, değişik dozlarda ve farklı nemlerde *Sitophilus oryzae* erginleri üzerindeki öldürücü etkisi (Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (Duncan testi; $p<0,05$))

Zeolitin 20 °C sıcaklıkta değişik dozlarının farklı nem ve uygulama sürelerinde pirinç biti erginleri üzerindeki öldürücü etkisine bakıldığında; %75 orantılı nemde 21.günden itibaren 500 ppm ve üzeri doz artışında ölüm oranlarında istatistiksel oranda değişikliğe sebep olduğu görülmüş; ancak her üç uygulama süresinde % 55 orantılı nemde doz artışına bağlı olarak ölüm oranında artış daha fazla olmuştur (Şekil 4.33).



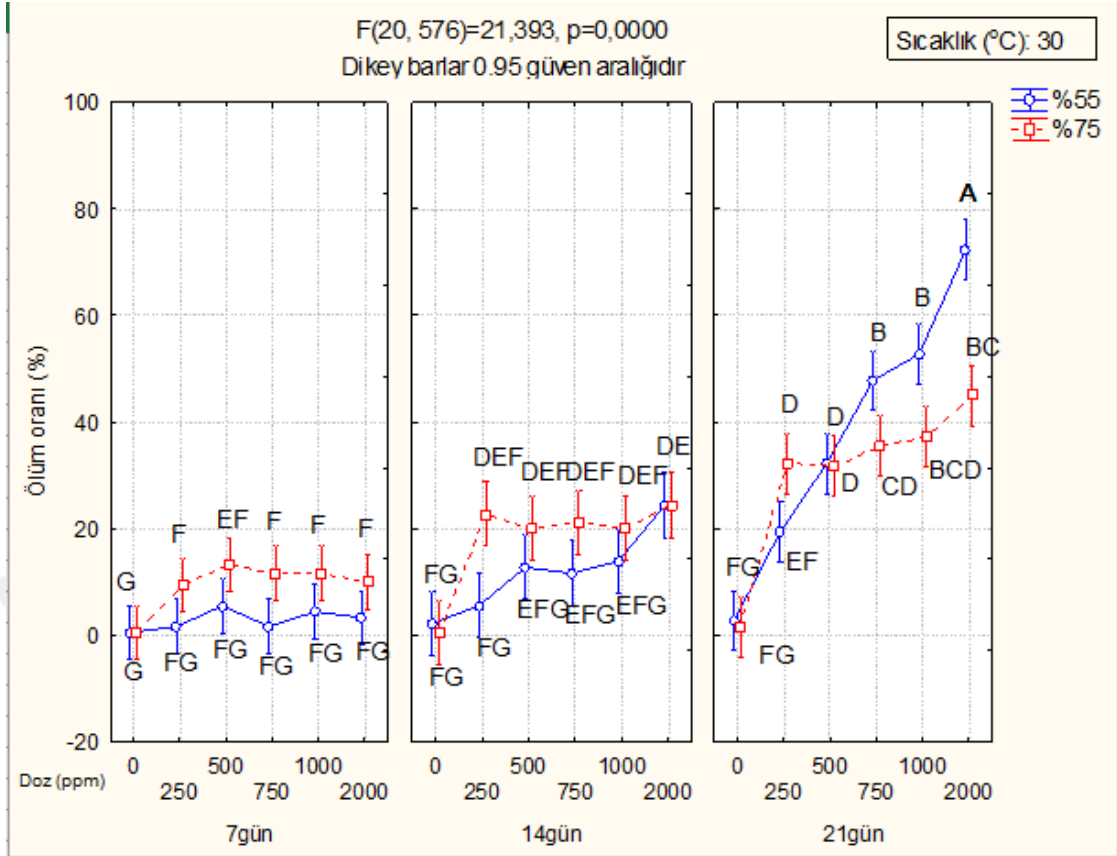
Şekil 4.33 Zeolitin değişik dozlarının 20 °C sıcaklıkta farklı uygulama süresi ve nemde *Sitophilus oryzae* erginleri üzerindeki öldürücü etkisi (Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (Duncan testi; $p<0,05$))

Zeolitin farklı dozlarının 25 °C derecede farklı nemler altında değişik doz konsantrasyonunda ölüm oranına bakıldığında, % 75 orantılı nemde 7 ve 14 günlük uygulamada 1000 ppm ve üzerinde ölüm oranı artmış; 21. günde doza bağlı olarak kademeli artış görülmüştür. %55 orantılı nemde uygulama süresi ve doza bağlı olarak istatistiksel olarak artış olmuştur (Şekil 4.34).



Şekil 4.34 Zeolitin değişik dozlarının 25 °C sıcaklıkta farklı uygulama süresi ve nemde *Sitophilus oryzae* erginleri üzerindeki öldürücü etkisi (Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (Duncan testi; $p<0,05$))

Zeolitin farklı dozlarının 30 °C sıcaklıkta farklı nemler altında değişik doz konsantrasyonunda ölüm oranına bakıldığında; 7 ve 14. günlerde farklı orantılı nem altında uygulama süresine ve doza bağlı olarak ölüm oranlarında farklılık görülmemiş; ancak 21. gün ölüm oranlarında kademeli olarak artmıştır (Şekil 4.35).



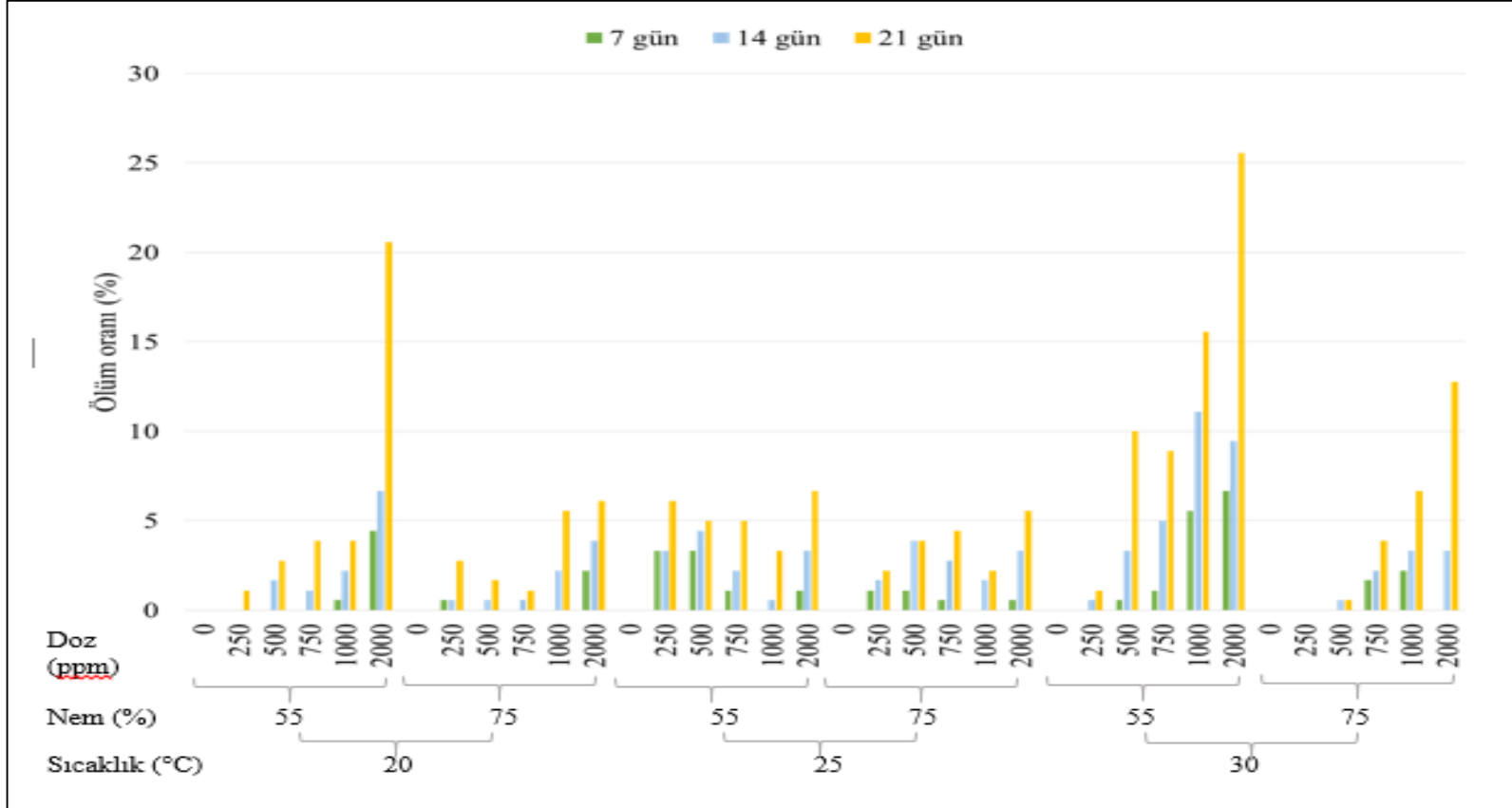
Şekil 4.35 Zeolitin değişik dozlarının 30 °C sıcaklıkta farklı uygulama süresi ve nemde *Sitophilus oryzae* erginleri üzerindeki öldürücü etkisi (Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (Duncan testi; $p<0,05$))

4.1.1.2 *Tribolium castaneum* üzerindeki etkisi

Zeolitin kısa dönemde Un biti üzerindeki öldürücü etkisine ilişkin yürütülen çalışmada; Doz, sıcaklık ve uygulama süresi artışı *T. castaneum* erginlerinde ölüm oranlarını arttırırken; orantılı nem artışı ise ergin ölümünde düşüşe neden olmuştur (Şekil 4.36; Çizelge 4.6).

F1 ergin gelişimi doz, sıcaklık ve uygulama süresi artışı ile azalırken; orantılı nem artışı ile artmıştır (Şekil 4.36; Çizelge 4.6).





Şekil 4.36 Değişik dozlarda zeolit ile muamele edilen çeltiğe farklı sıcaklık ve orantılı nemlerde değişik uygulama sürelerinde maruz bırakılan *Tribolium castaneum*'da ergin ölüm oranları (%).

Çizelge 4.8 Değişik dozlarda zeolit ile muamele edilen çeltiğe farklı sıcaklık ve orantılı nemlerde değişik uygulama sürelerinde maruz bırakılan *Tribolium castaneum*'da ergin ölüm oranları (%) ve F1 gelişimi (adet).

Sıcaklık (°C)	Orantılı Nem (%)	Doz (ppm)	Ölüm oranı (Ortalama ± Standart hata)			F1 Gelişimi	
			7 Gün	14 Gün	21 Gün	Ergin (adet)	Baskılanma oranı (%)
20	55	0	0±0Ba	0±0Ba	0±0Ba	19	0
		250	0±0Ba	0±0Ba	1,11±0,73Ba	5	75
		500	0±0Ba	1,67±0,83Ba	2,78±0,88Ba	3	85
		750	0±0Ba	1,11±0,73Ba	3,89±1,62Ba	3	87
		1000	0,56±0,56Ba	2,22±1,21Ba	3,89±1,11Ba	1	93
		2000	4,44±2,42Ab	6,67±2,5Ab	20,56±4,03Aa	20	90
	75	0	0±0Aa	0±0Aa	0±0Aa	17	0
		250	0,56±0,56Aa	0,56±0,56Aa	2,78±1,88Aa	9	46
		500	0±0Aa	0,56±0,56Aa	1,67±0,83Aa	5	72
		750	0±0Aa	0,56±0,56Aa	1,11±0,73Aa	5	70
		1000	0±0Ab	2,22±0,88Aab	5,56±1,55Aa	2	90
		2000	2,22±1,47Ab	3,89±2Aab	6,11±2,61Aa	3	85
25	55	0	0±0Ba	0±0Aa	0±0Ba	27	0
		250	3,33±1,86Aa	3,33±1,86Aa	6,11±1,39Aa	11	59
		500	3,33±2,2Aa	4,44±2,12Aa	5±2,2Aa	5	80
		750	1,11±0,73ABa	2,22±1,21Aa	5±2,04Aa	5	82
		1000	0±0Ba	0,56±0,56Aa	3,33±1,44ABa	4	85
		2000	1,11±0,73ABb	3,33±1,18Aab	6,67±1,67Aa	1	95
	75	0	0±0Aa	0±0Aa	0±0Aa	0	0
		250	1,11±0,73Aa	1,67±0,83Aa	2,22±1,21Aa	22	19
		500	1,11±0,73Aa	3,89±1,11Aa	3,89±1,11Aa	18	45
		750	0,56±0,56Ab	2,78±1,21Aab	4,44±1,55Aa	12	53
		1000	0±0Aa	1,67±0,83Aa	2,22±0,88Aa	3	87
		2000	0,56±0,56Ab	3,33±1,67Aa	5,56±1,76Aa	1	95
30	55	0	0±0Ba	0±0Ca	0±0Da	22	0
		250	0±0Ba	0,56±0,56Ca	1,11±0,73Da	6	73
		500	0,56±0,56Bb	3,33±0,83BCb	10±2,2Ca	6	72
		750	1,11±0,73Bb	5±0,83Bab	8,89±1,39Ca	5	76
		1000	5,56±1,76Ac	11,11±2,47Ab	15,56±2,82Ba	7	68
		2000	6,67±1,44Ab	9,44±1,55Ab	25,56±2,56Aa	4	81
	75	0	0±0Aa	0±0Aa	0±0Ba	15	0
		250	0±0Aa	0±0Aa	0±0Ba	4	71
		500	0±0Aa	0,56±0,56Aa	0,56±0,56Ba	2	84
		750	1,67±0,83Aa	2,22±0,88Aa	3,89±1,11Ba	2	88
		1000	2,22±0,88Ab	3,33±0,83Aab	6,67±1,86ABa	3	81
		2000	0±0Ac	3,33±1,18Ab	12,78±3,45Aa	2	85

Her bir sütunda, her bir sıcaklık ve orantılı nemde her bir uygulama süresi için aynı büyük harfi içeren ortalamalar arasındaki farklılık önemsizdir ($p<0,05$). Her bir satırda, her bir sıcaklık ve orantılı nemde her bir doz için aynı küçük harfi içeren ortalamalar arasındaki farklılık önemsizdir ($p<0,05$).

Elde edilen ölüm verileri ile yapılan tekrarlı ölçümler (Repeated Measures) varyans analizinde Süre*Sıcaklık*Nem*Dozlar arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde interaksiyon olduğu tespit edilmiştir (p=0,00) (Çizelge 4.7).

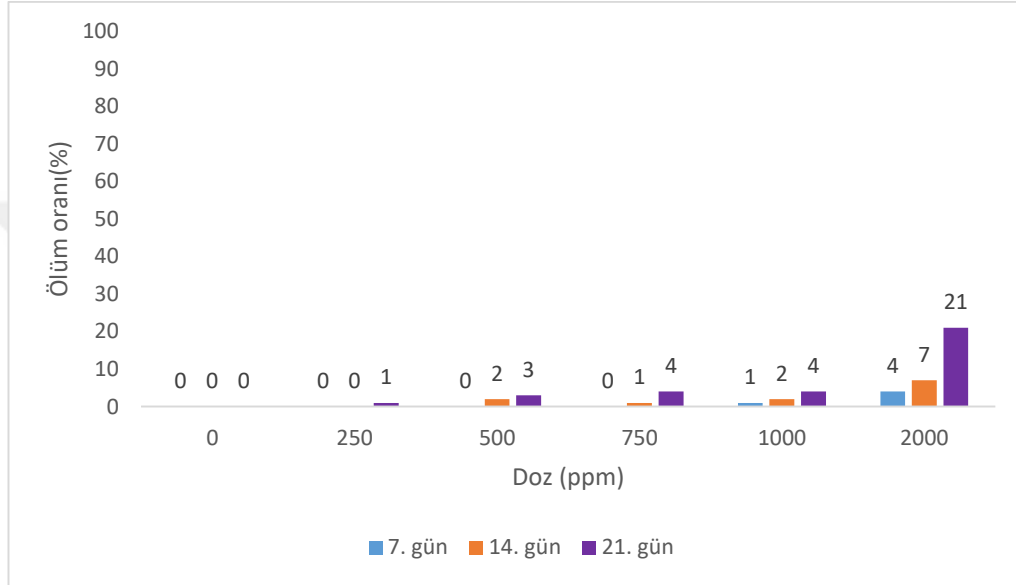
Çizelge 4.9 Değişik sıcaklık ve orantılı nemlerde farklı dozlarda zeolit ile muamele edilen çeltikte *Tribolium castaneum* erginlerinde farklı uygulama sürelerinde elde edilen ölüm oranlarına ilişkin tekrarlı ölçümler (repeated measures) varyans analiz tablosu

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	p
Intercept	7611,523	1	7611,523	241,8272	0,000000
Sıcaklık	634,619	2	317,310	10,0813	0,000059
Nem	870,782	1	870,782	27,6658	0,000000
Doz	4355,144	5	871,029	27,6736	0,000000
Sıcaklık*Nem	418,570	2	209,285	6,6492	0,001503
Sıcaklık*Doz	2154,270	10	215,427	6,8444	0,000000
Nem*Doz	658,848	5	131,770	4,1865	0,001092
Sıcaklık*Nem*Doz	681,430	10	68,143	2,1650	0,019992
Hata (Muamelere arası)	9064,815	288	31,475		
SÜRE	2575,514	2	1287,757	222,7720	0,000000
SÜRE*Sıcaklık	280,195	4	70,049	12,1179	0,000000
SÜRE*Nem	257,613	2	128,807	22,2825	0,000000
SÜRE*Doz	1938,374	10	193,837	33,5324	0,000000
SÜRE*Sıcaklık*Nem	119,702	4	29,925	5,1769	0,000420
SÜRE*Sıcaklık*Doz	555,916	20	27,796	4,8085	0,000000
SÜRE*Nem*Doz	248,868	10	24,887	4,3052	0,000008
SÜRE*Sıcaklık*Nem*Doz	344,187	20	17,209	2,9771	0,000017
Hata (Muameleler içi)	3329,630	576	5,781		

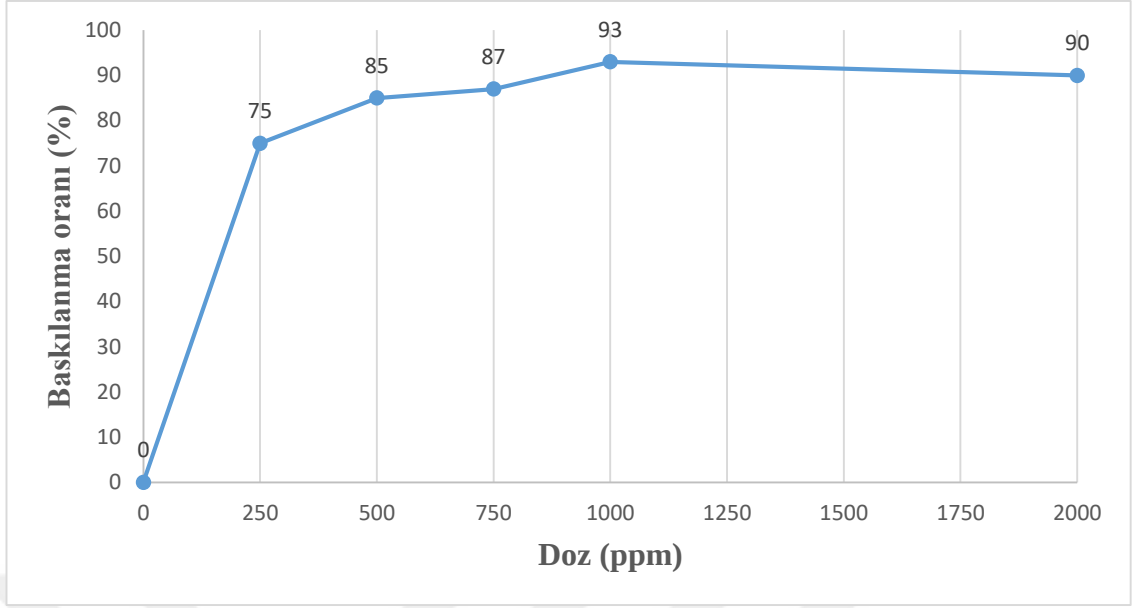
4.1.1.2.1 Zeolitin 20 °C sıcaklık ve %55 orantılı nem koşullarındaki etkinliği

Yapılan çalışmada haftalık sayımlardaki ölüm oranları karşılaştırmalı olarak Şekil 4.37’de verilmiştir. Ölüm oranlarının uygulama süresi ve doz artışına paralel olarak artış gösterdiği saptanmıştır.

T.castaneum F1 ergin sayısı ve baskılanma oranlarına ilişkin sonuçlar Şekil 4.38’de verilmiştir. Yapılan çalışmalarda F1 verimi yönünden en yüksek baskılanma oranı yaklaşık olarak %93 ile 1000 ppm’ de görülürken, uygulanan diğer bütün dozlarda %100 baskılanma gerçekleşmemiştir.



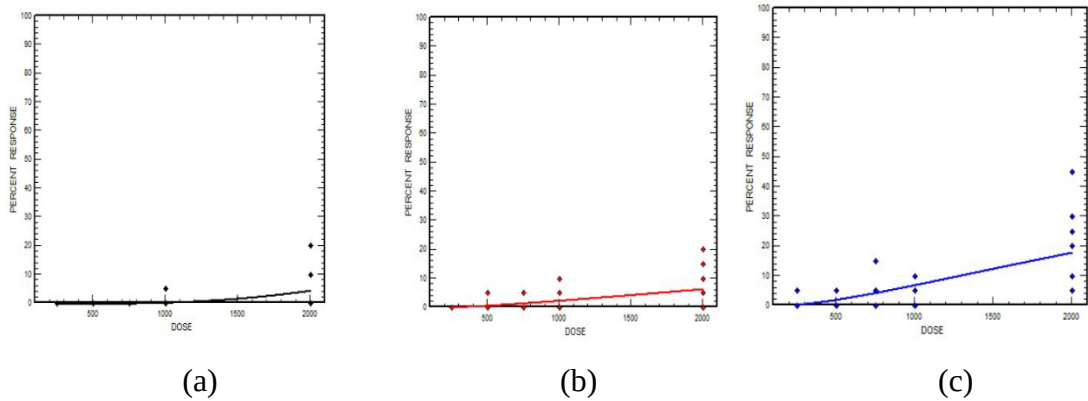
Şekil 4.37 Zeolit ile 20 °C ve % 55 nem koşullarında yapılan çalışmada *Tribolium castaneum* ait elde edilen yuvarlanmış ölüm oranları (%)



Şekil 4.38 Zeolit ile 20 °C ve % 55 nem koşullarında yapılan çalışmada *Tribolium castaneum* ait elde edilen yuvarlanmış baskılanma oranları (%)

Denemelerde zeolitin erginler üzerine LD₅₀, LD₉₀ ve LD₉₅ değerleri Çizelge 4.8' verilmiştir. 21 gün sonunda elde edilen LD₅₀ değeri 6293.43 mg/kg, LD₉₀ değeri 31312.52 mg/kg ve LD₉₅ değeri 49346.90 mg/kg olarak ($P \leq 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.8)

Çalışmada her bir haftaya ait elde edilen probit eğrileri de Şekil 4.39' da verilmektedir.



Şekil 4.39 Değişik dozlarda uygulanan zeolitin 20 °C ve % 55 nem koşullarında 7. (a), 14. (b) ve 21. günde (c) *Tribolium castaneum* erginleri üzerindeki letal etkileri

Çizelge 4.10 Zeolit ile 20 °C ve % 55 nem koşullarında yapılan çalışmada *Tribolium castaneum* ait elde edilen LD₅₀, LD₉₀ ve LD₉₅ verileri (ppm; ortalama ± standart hata)

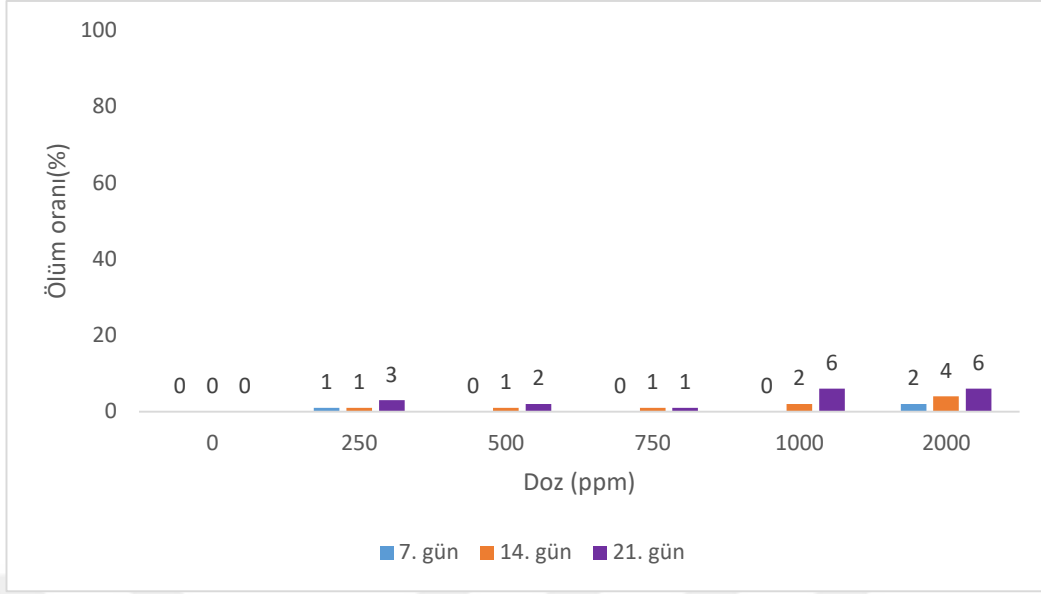
Uygulama Süresi (gün)	Eğim ± Std.h	LD ₅₀ (güven aralığı) ^a	LD ₉₀ (güven aralığı) ^a	LD ₉₅ (güven aralığı) ^a	Heterojenlik
7	3.3±1.1	6542 (3788 -78593)	16047 (6588-1009003)	20698 (7697 -2082924)	0,8
14	1.5±0.4	21551 (7700 -511982)	160968 (29333-175477)	284641 (42791-105346322)	1,0
21	1.8±0.3	6293 (3927 -15787)	31313 (13231-175477)	49347 (18626-348129)	1,3

a) Rakamlar yuvarlanmıştır; güven aralığı P≤0.05

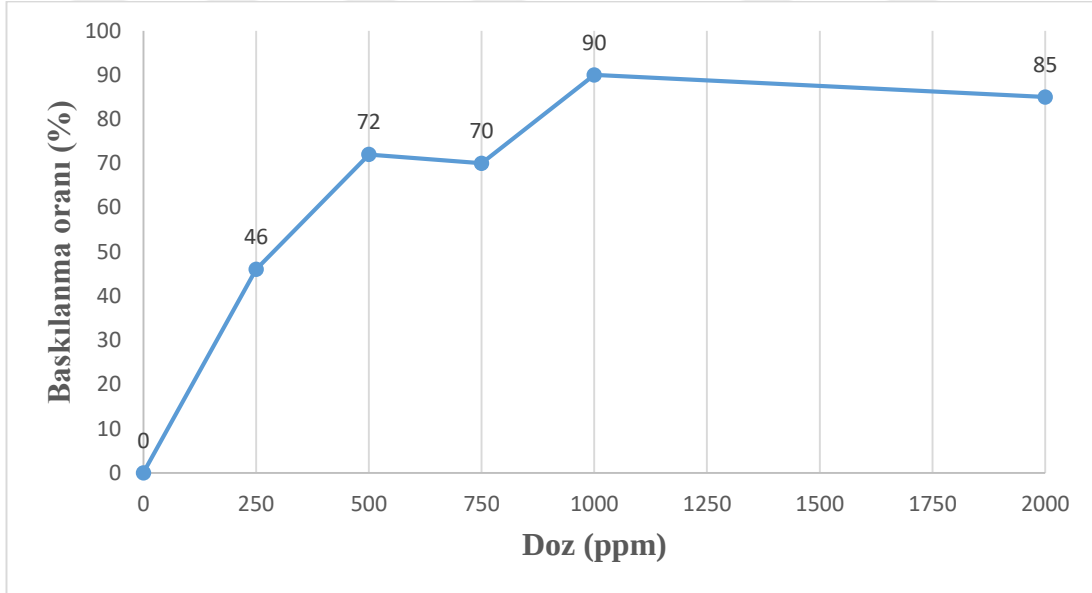
4.1.1.2.2 Zeolitin 20 °C sıcaklık ve %75 orantılı nem koşullarındaki etkinliği

Yapılan çalışmada haftalık sayımlardaki ölüm oranları karşılaştırmalı olarak Şekil 4.40’de verilmiştir. Ölüm oranlarının uygulama süresi ve doz artışına paralel olarak artış gösterdiği saptanmıştır.

T.castaneum F1 ergin sayısı ve baskılanma oranlarına ilişkin sonuçlar Şekil 4.41’te verilmiştir. Yapılan çalışmalarda F1 verimi yönünden en yüksek baskılanma oranı yaklaşık olarak %90 ile 1000 ppm’ de görülürken, uygulanan diğer bütün dozlarda %100 baskılanma gerçekleşmemiştir.

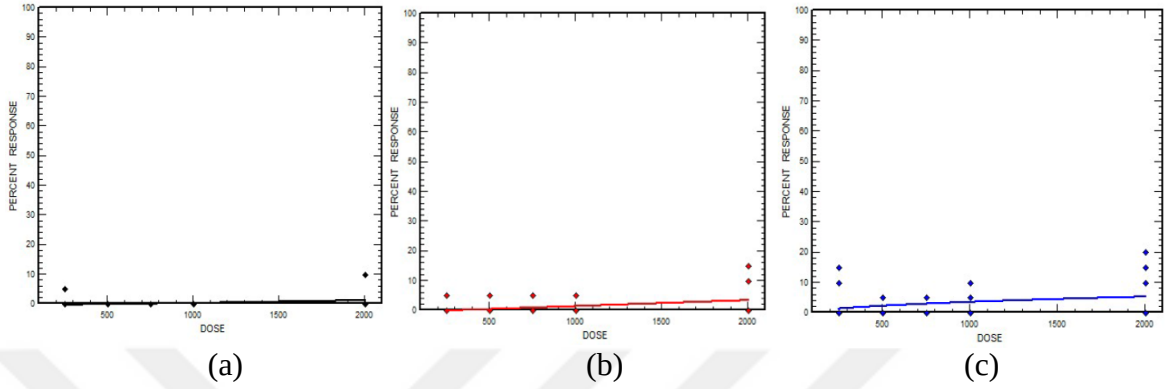


Şekil 4.40 Zeolit ile 20 °C ve % 75 nem koşullarında yapılan çalışmada *Tribolium castaneum* ait elde edilen yuvarlanmış ölüm oranları (%)



Şekil 4.41 Zeolit ile 20 °C ve % 75 nem koşullarında yapılan çalışmada *Tribolium castaneum* ait elde edilen yuvarlanmış baskılanma oranları (%)

Zeolitin un biti erginleri üzerine 20 °C sıcaklık ve % 75 orantılı nemde LD₅₀, LD₉₀ ve LD₉₅ değerleri hesaplanamamıştır. Çalışmada her bir haftaya ait elde edilen probit eğrileri de Şekil 4.42’ de verilmektedir.

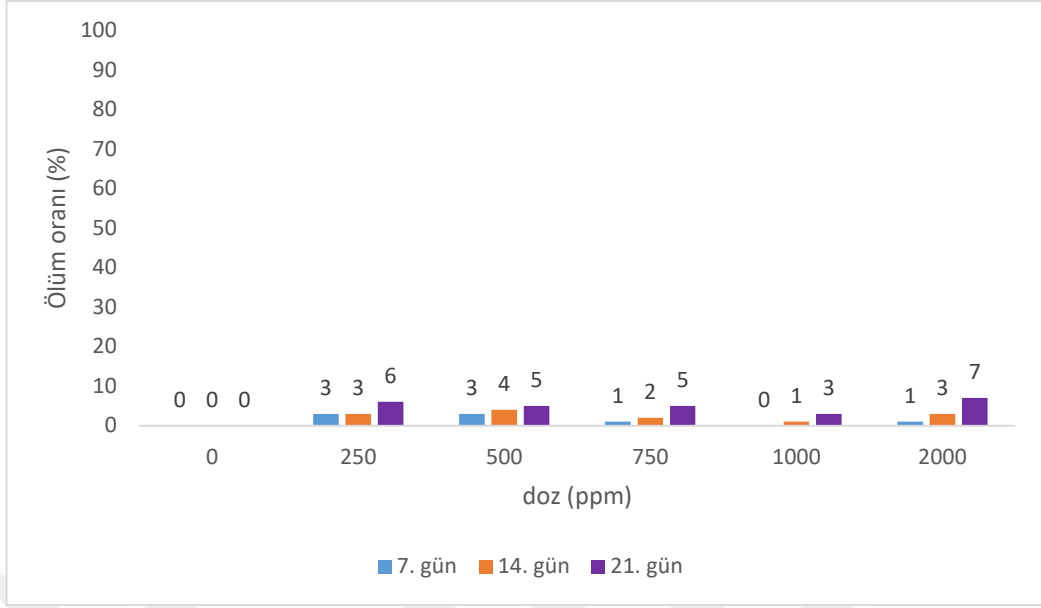


Şekil 4.42 Değişik dozlarda uygulanan zeolitin 20 °C ve % 75 nem koşullarında 7.(a), 14. (b) ve 21. günde (c) *Tribolium castaneum* erginleri üzerindeki letal etkileri

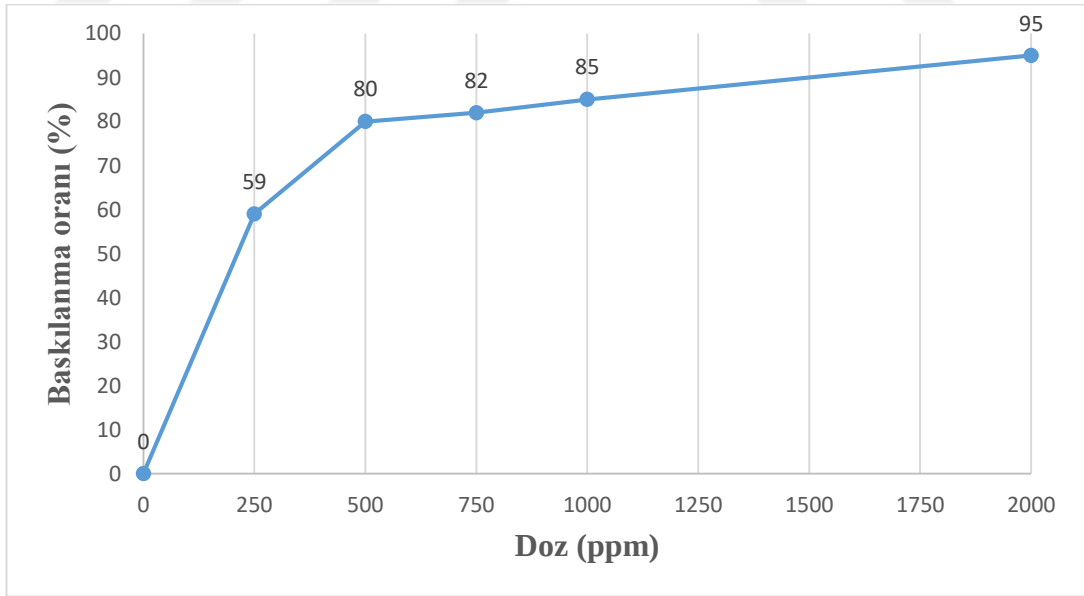
4.1.1.2.3 Zeolitin 25 °C sıcaklık ve %55 orantılı nem koşullarındaki etkinliği

Yapılan çalışmada haftalık sayımlardaki ölüm oranları karşılaştırmalı olarak Şekil 4.43’de verilmiştir. Ölüm oranlarının uygulama süresi ve doz artışına paralel olarak artış gösterdiği saptanmıştır.

T.castaneum F1 ergin sayısı ve baskılanma oranlarına ilişkin sonuçlar Şekil 4.44’ de verilmiştir. Yapılan çalışmalarda F1 verimi yönünden en yüksek baskılanma oranı yaklaşık olarak %95 ile 2000 ppm’ de görülürken, uygulanan diğer bütün dozlarda %100 baskılanma gerçekleşmemiştir.

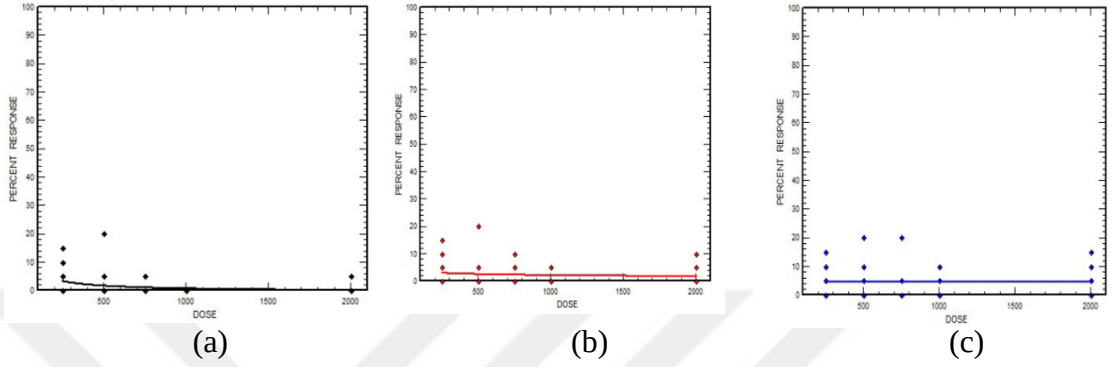


Şekil 4.43 Zeolit ile 25 °C ve % 55 nem koşullarında yapılan çalışmada *Tribolium castaneum* ait elde edilen yuvarlanmış ölüm oranları (%)



Şekil 4.44 Zeolit ile 25 °C ve % 55 nem koşullarında yapılan çalışmada *Tribolium castaneum* ait elde edilen yuvarlanmış baskılanma oranları (%)

Zeolitin un biti erginleri üzerine 25 °C sıcaklık ve % 55 orantılı nemde LD50, LD90 ve LD95 değerleri hesaplanamamıştır. Çalışmada her bir haftaya ait elde edilen probit eğrileri de Şekil 4.45’ de verilmektedir.

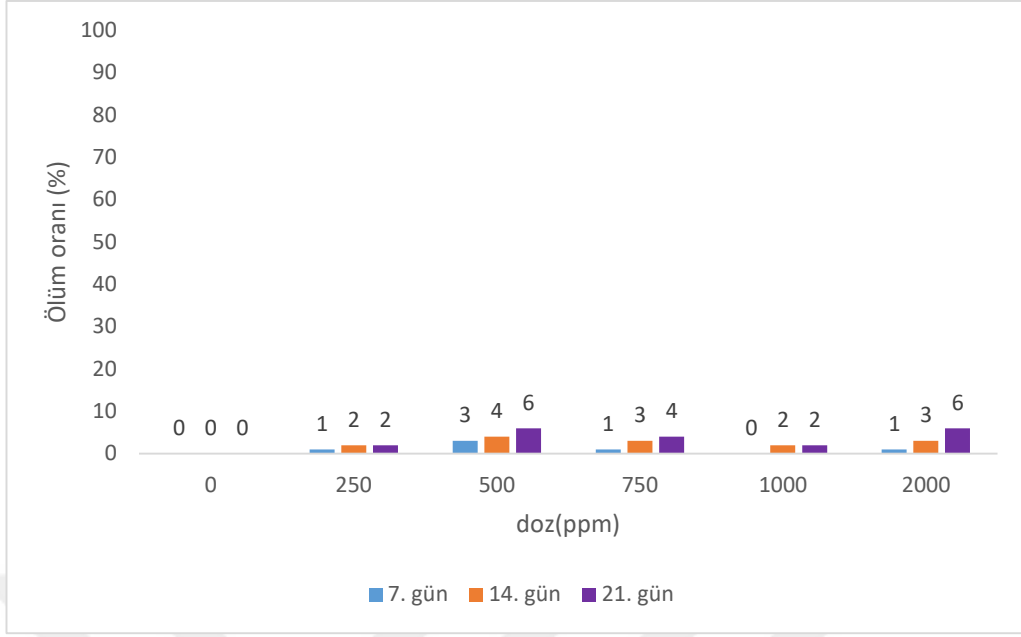


Şekil 4.45 Değişik dozlarda uygulanan zeolitin 25 °C ve % 55 nem koşullarında 7. (a), 14. (b) ve 21. günde (c) *Tribolium castaneum* erginleri üzerindeki letal etkileri

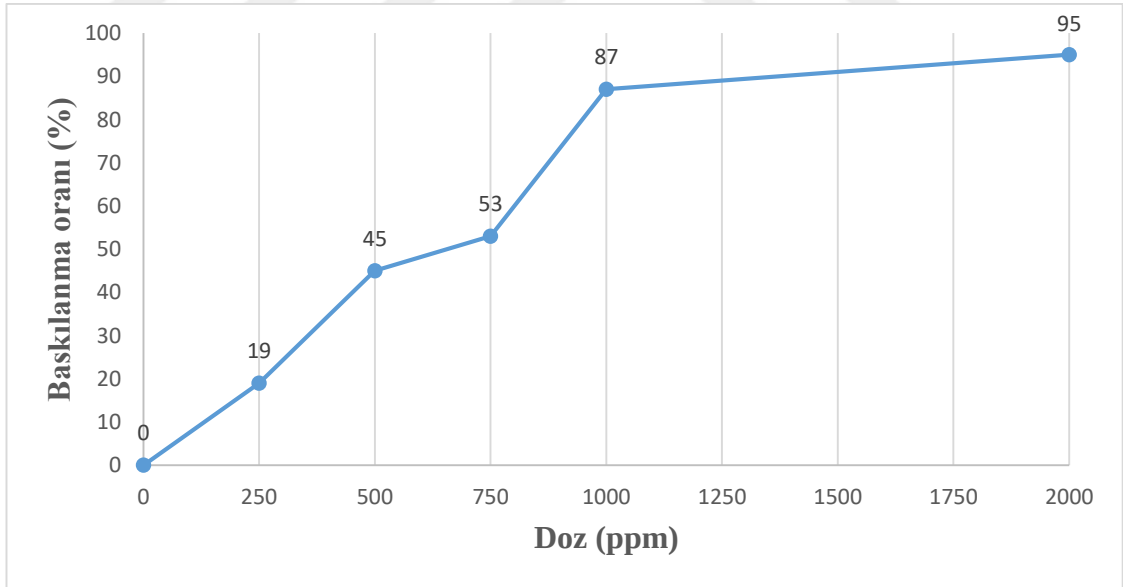
4.1.1.2.4 Zeolitin 25 °C sıcaklık ve %75 orantılı nem koşullarındaki etkinliği

Yapılan çalışmada haftalık sayımlardaki ölüm oranları karşılaştırmalı olarak Şekil 4.46’de verilmiştir. Ölüm oranlarının uygulama süresi ve doz artışına paralel olarak artış gösterdiği saptanmıştır.

T.castaneum F1 ergin sayısı ve baskılanma oranlarına ilişkin sonuçlar Şekil 4.47’de verilmiştir. Yapılan çalışmalarda F1 verimi yönünden en yüksek baskılanma oranı yaklaşık olarak %95 ile 2000 ppm’ de görülürken, uygulanan diğer bütün dozlarda %100 baskılanma gerçekleşmemiştir.

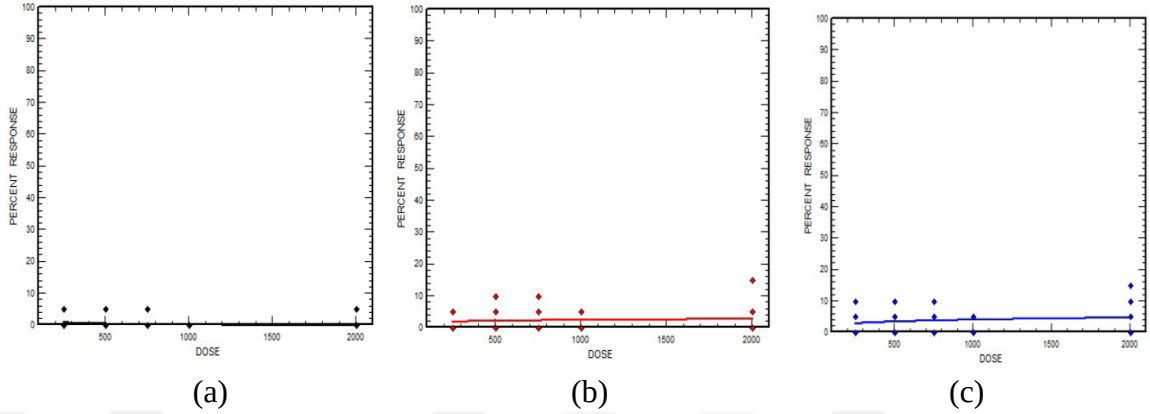


Şekil 4.46 Zeolit ile 25 °C ve % 75 nem koşullarında yapılan çalışmada *Tribolium castaneum* ait elde edilen yuvarlanmış ölüm oranları (%)



Şekil 4.47 Zeolit ile 25 °C ve % 75 nem koşullarında yapılan çalışmada *Tribolium castaneum* ait elde edilen yuvarlanmış baskılanma oranları (%)

Denemelerde zeolitin erginler üzerine LD₅₀, LD₉₀ ve LD₉₅ değerleri hesaplanamamıştır. Çalışmada her bir haftaya ait elde edilen probit eğrileri de Şekil 4.48’de verilmektedir.

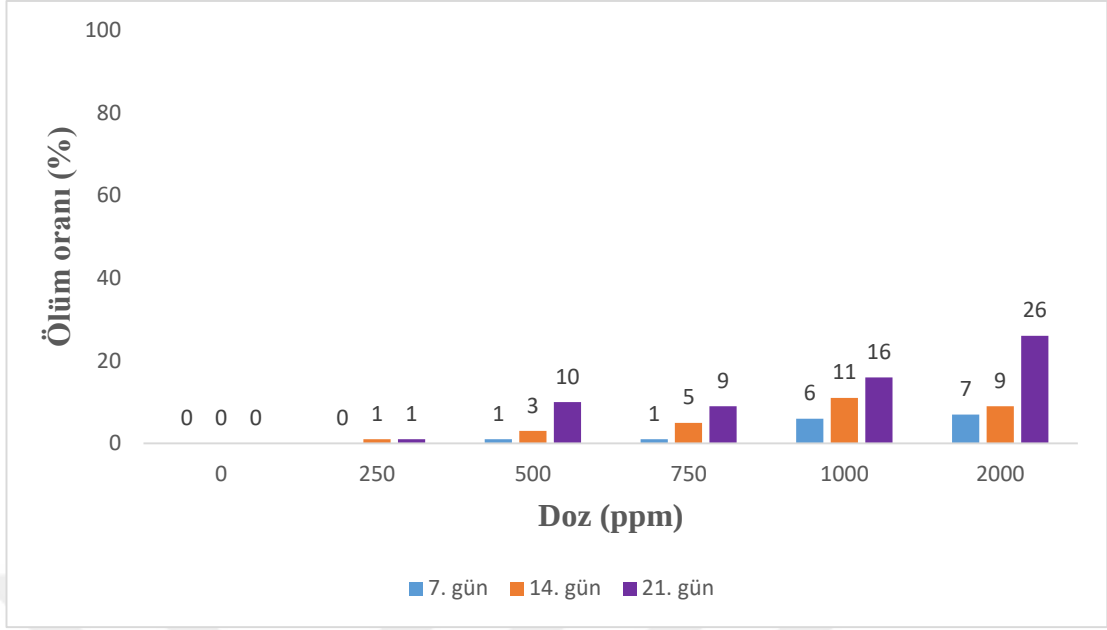


Şekil 4.48 Değişik dozlarda uygulanan zeolitin 25 °C ve % 75 nem koşullarında 7. (a), 14. (b) ve 21. günde (c) *Tribolium castaneum* erginleri üzerindeki letal etkileri

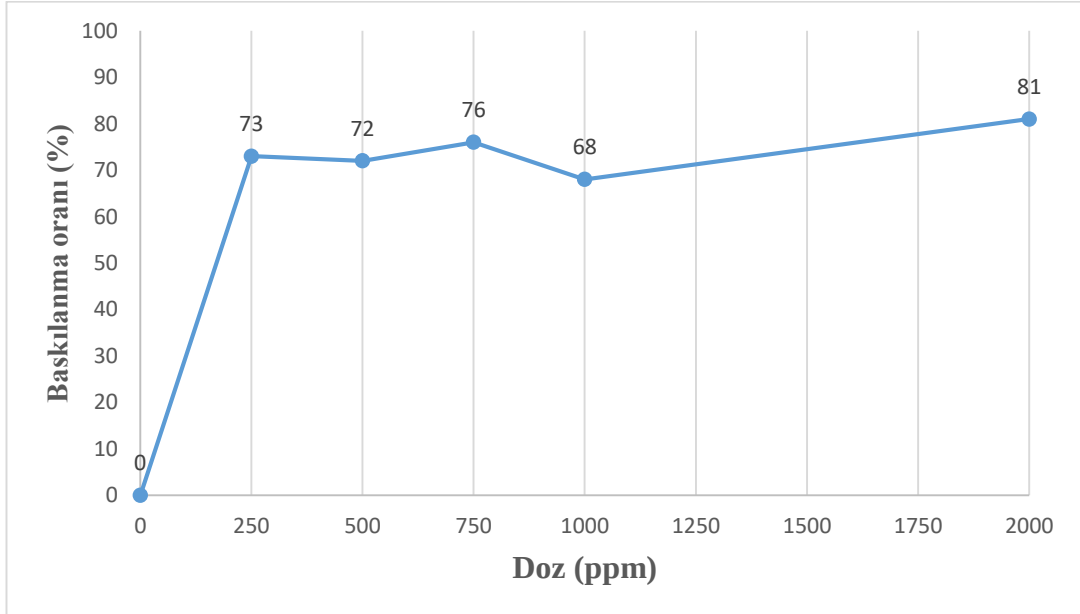
4.1.1.2.5 Zeolitin 30 °C sıcaklık ve %55 orantılı nem koşullarındaki etkinliği

Yapılan çalışmada haftalık sayımlardaki ölüm oranları karşılaştırmalı olarak Şekil 4.49’da verilmiştir. Ölüm oranlarının uygulama süresi ve doz artışına paralel olarak artış gösterdiği saptanmıştır.

T.castaneum F1 ergin sayısı ve baskılanma oranlarına ilişkin sonuçlar Şekil 4.50’de verilmiştir. Yapılan çalışmalarda F1 verimi yönünden en yüksek baskılanma oranı yaklaşık olarak %81 ile 2000 ppm’ de görülürken, uygulanan diğer bütün dozlarda %100 baskılanma gerçekleşmemiştir.



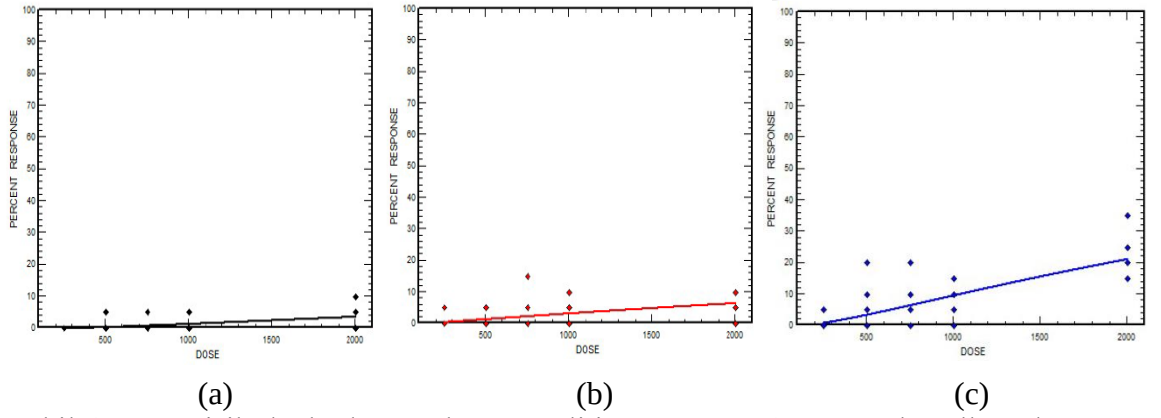
Şekil 4.49 Zeolit ile 30 °C ve % 55 nem koşullarında yapılan çalışmada *Tribolium castaneum* ait elde edilen yuvarlanmış ölüm oranları (%)



Şekil 4.50 Zeolit ile 30 °C ve % 55 nem koşullarında yapılan çalışmada *Tribolium castaneum* ait elde edilen yuvarlanmış baskılanma oranları (%)

Denemelerde zeolitin erginler üzerine LD₅₀, LD₉₀ ve LD₉₅ değerleri Çizelge 4.9’da verilmiştir. 21 gün sonunda elde edilen LD₅₀ değeri 6025.73 ppm, LD₉₀ değeri 35882.28 ppm ve LD₉₅ değeri 59503.81 ppm olarak ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Ayrıca 30 °C sıcaklık ve % 55 orantılı nemde, 21 günlük uygulamada LD₅₀ değeri istatistiksel olarak 7 ve 14 günlük uygulamalardan daha düşük olmuş; 7 ve 14 günlük uygulamaların arasında ise bu bakımdan bir farklılık görülmemiştir.

Çalışmada her bir haftaya ait elde edilen probit eğrileri de Şekil 4.51’ de verilmektedir.



Şekil 4.51 Değişik dozlarda uygulanan zeolitin 30 °C ve % 55 nem koşullarında 7. (a), 14. (b) ve 21. günde (c) *Tribolium castaneum* erginleri üzerindeki letal etkileri

Çizelge 4.11 Zeolit ile 30 °C ve % 55 nem koşullarında yapılan çalışmada *Tribolium castaneum* ait elde edilen LD₅₀, LD₉₀ ve LD₉₅ verileri ve eğim (ppm; ortalama ± standart hata)

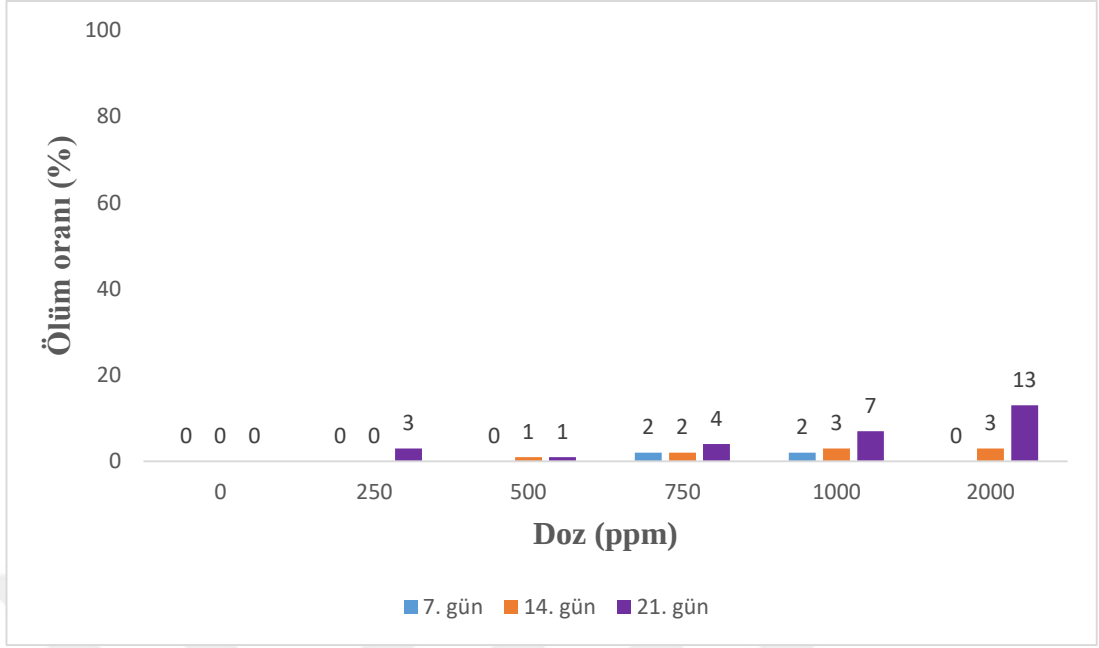
Uygulama Süresi (gün)	Eğim± Std.h	LD ₅₀ (güven aralığı) ^a	LD ₉₀ (güven aralığı) ^a	LD ₉₅ (güven aralığı) ^a	Heterojenlik
7	1.3±0.5	50555 (10191-423194979)	524636 (40739-0)	1018372 (60252-0)	0,7
14	1.1±0.3	50418.38 (11516-13219082)	798108 (66514-0)	1746205 (109178-0)	0,9
21	1.7±0.2	6026 (3941-12697)	35882 (15967-153561)	59504 (23687-311991)	0,9

a) Rakamlar yuvarlanmıştır; güven aralığı P≤0.05

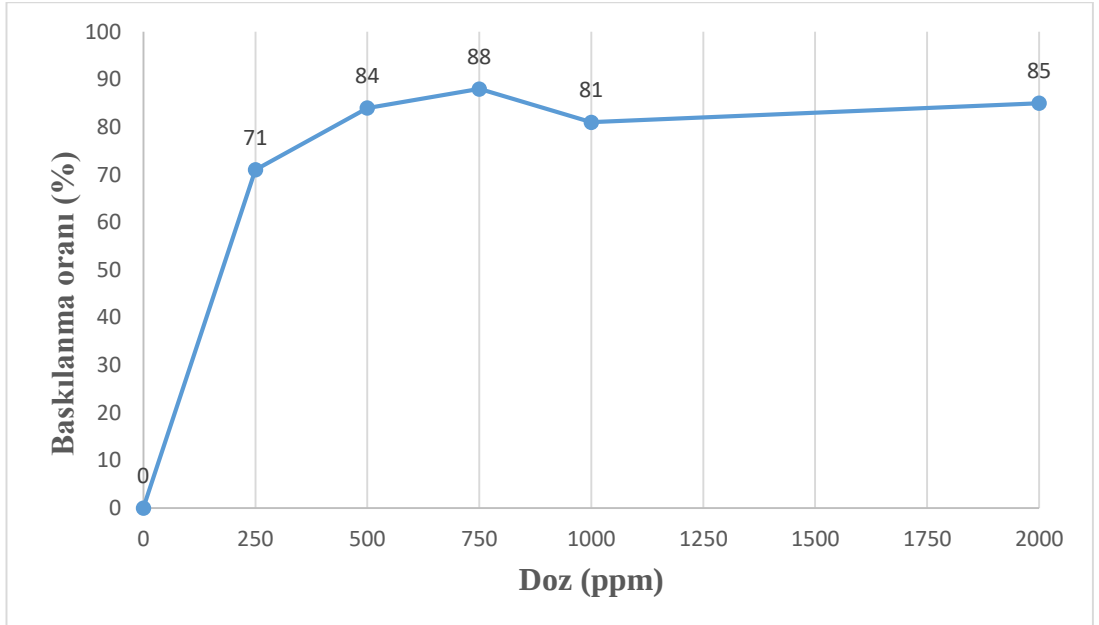
4.1.1.2.6 Zeolitin 30 °C sıcaklık ve %75 orantılı nem koşullarındaki etkinliği

Yapılan çalışmada haftalık sayımlardaki ölüm oranları karşılaştırmalı olarak Şekil 4.52’de verilmiştir. Ölüm oranlarının uygulama süresi ve doz artışına paralel olarak artış gösterdiği saptanmıştır.

T.castaneum F1 ergin sayısı ve baskılanma oranlarına ilişkin sonuçlar Şekil 4.53’te verilmiştir. Yapılan çalışmalarda F1 verimi yönünden en yüksek baskılanma oranı yaklaşık olarak %88 ile 750 ppm’ de görülürken, uygulanan diğer bütün dozlarda %100 baskılanma gerçekleşmemiştir.



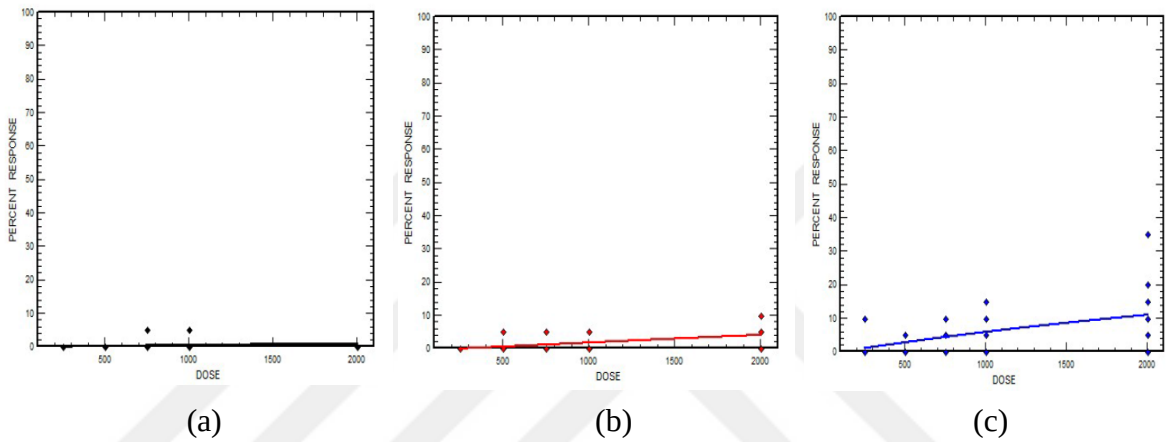
Şekil 4.52 Zeolit ile 30 °C ve % 75 nem koşullarında yapılan çalışmada *Tribolium castaneum* ait elde edilen yuvarlanmış ölüm oranları (%)



Şekil 4.53 Zeolit ile 30 °C ve % 75 nem koşullarında yapılan çalışmada *Tribolium castaneum* ait elde edilen yuvarlanmış baskılanma oranları (%)

Denemelerde zeolitin erginler üzerine LD₅₀, LD₉₀ ve LD₉₅ değerleri Çizelge 4.10'da verilmiştir. 21 gün sonunda elde edilen LD₅₀ değeri 26311.25 ppm, LD₉₀ değeri 407805.85 ppm ve LD₉₅ değeri 886931.91 ppm olarak ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Ayrıca 30 °C sıcaklık ve % 75 orantılı nemde, 21 günlük uygulamada LD₅₀ değeri istatistiksel olarak 14 günlük uygulamalardan daha düşük olmuş; 7 günlük uygulama hesaplanamamıştır.

Çalışmada her bir haftaya ait elde edilen probit eğrileri de Şekil 4.54' te verilmektedir.



Şekil 4.54 Değişik dozlarda uygulanan zeolitin 30 °C ve % 75 nem koşullarında 7. (a), 14. (b) ve 21. günde (c) *Tribolium castaneum* erginleri üzerindeki letal etkileri

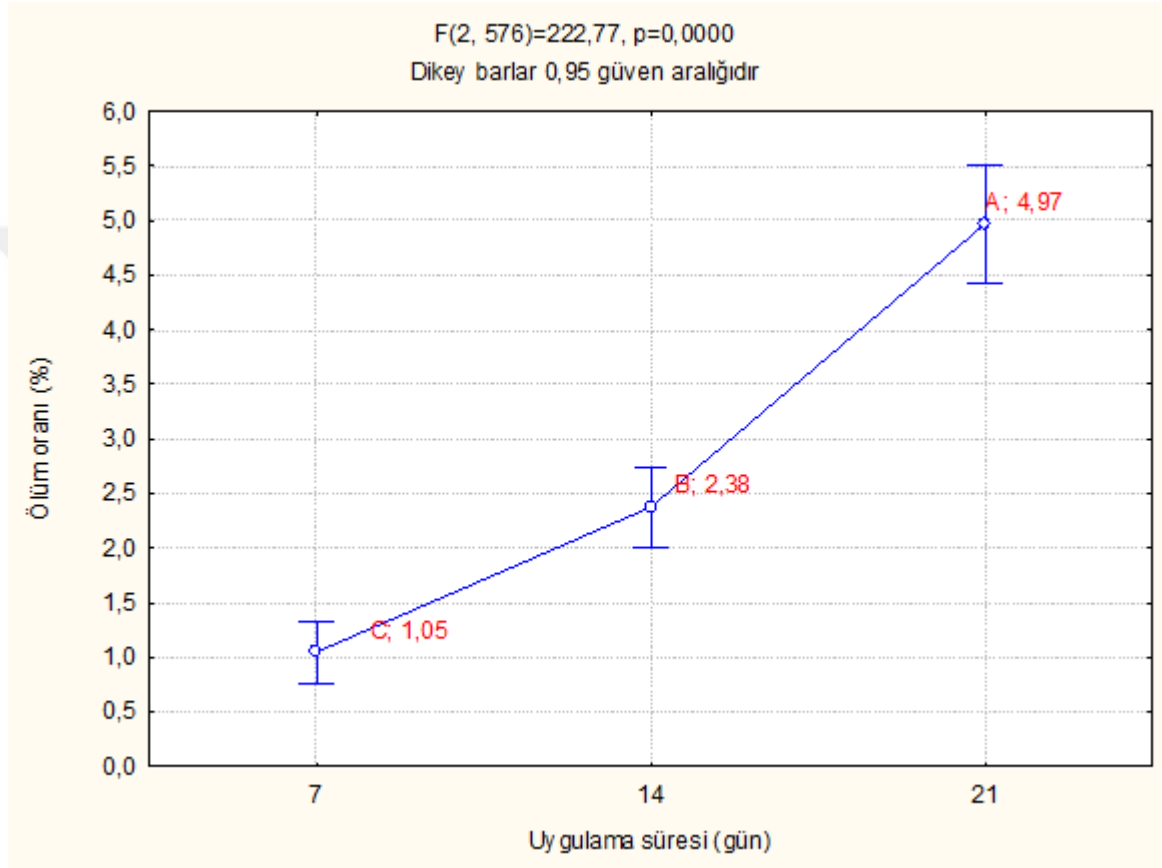
Çizelge 4.12 Zeolit ile 30 °C ve % 75 nem koşullarında yapılan çalışmada *Tribolium castaneum* ait elde edilen LD₅₀, LD₉₀ ve LD₉₅ verileri ve eğim (ppm; ortalama $\pm$ standart hata)

Uygulama Süresi (gün)	Eğim $\pm$ Std.h	LD ₅₀ (güven aralığı) ^a	LD ₉₀ (güven aralığı) ^a	LD ₉₅ (güven aralığı) ^a	Heterojenlik
7	0.5 $\pm$ 0.5	-	-	-	0,8
14	1.1 $\pm$ 0.4	73351 (12243-2088340700)	1111999 (60939-0)	2403347 (60939-0)	0,6
21	1.1 $\pm$ 0.3	26311 (7477-2742000)	407806 (43036 - 1875492632)	886932 (70510 -0)	1,6

a) Rakamlar yuvarlanmıştır; güven aralığı $P \leq 0.05$

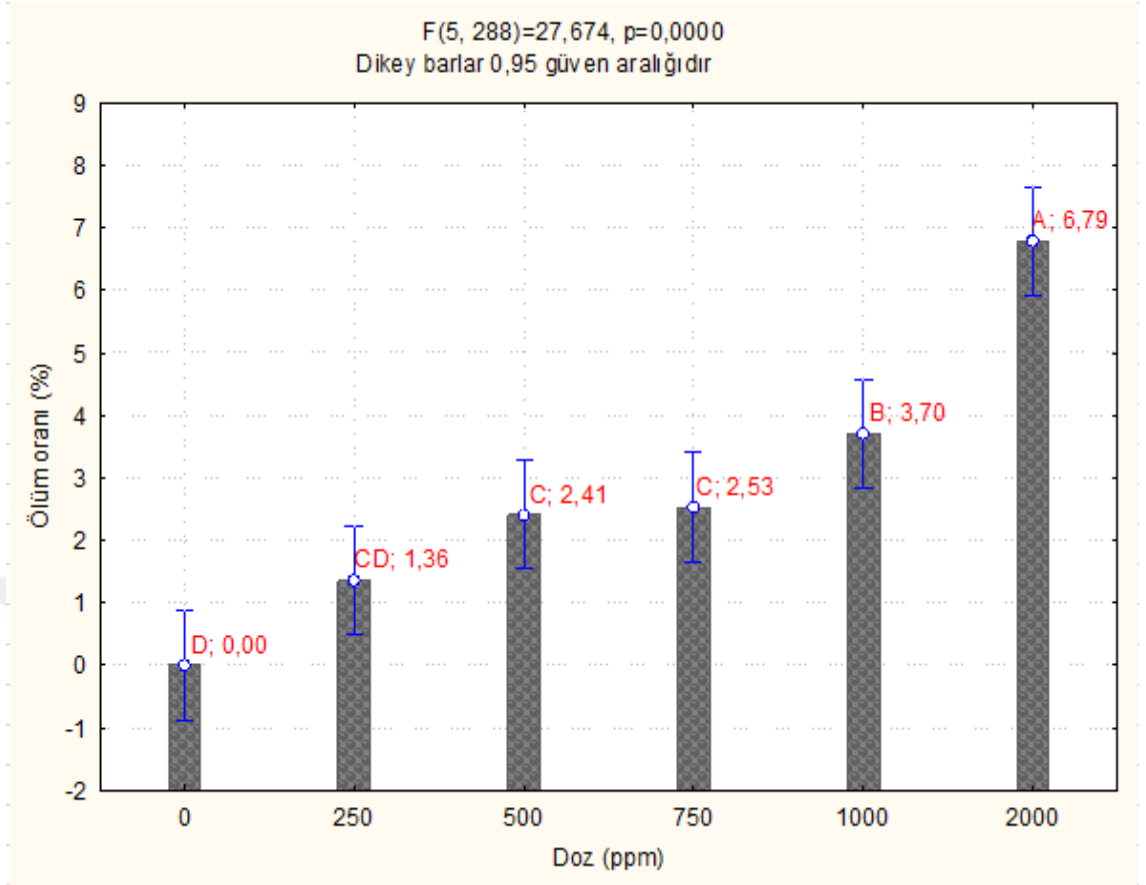
4.1.1.2.7 *T. castaneum* erginleri üzerinde zeolitin kısa süreli etkinliği

Uygulama süresinin *T. castaneum* erginlerinin ölümü üzerindeki etkisine bakıldığında tüm uygulama sürelerinde ölüm oranları arasındaki farklılıklar önemli olarak bulunmuştur (Şekil 4.55).



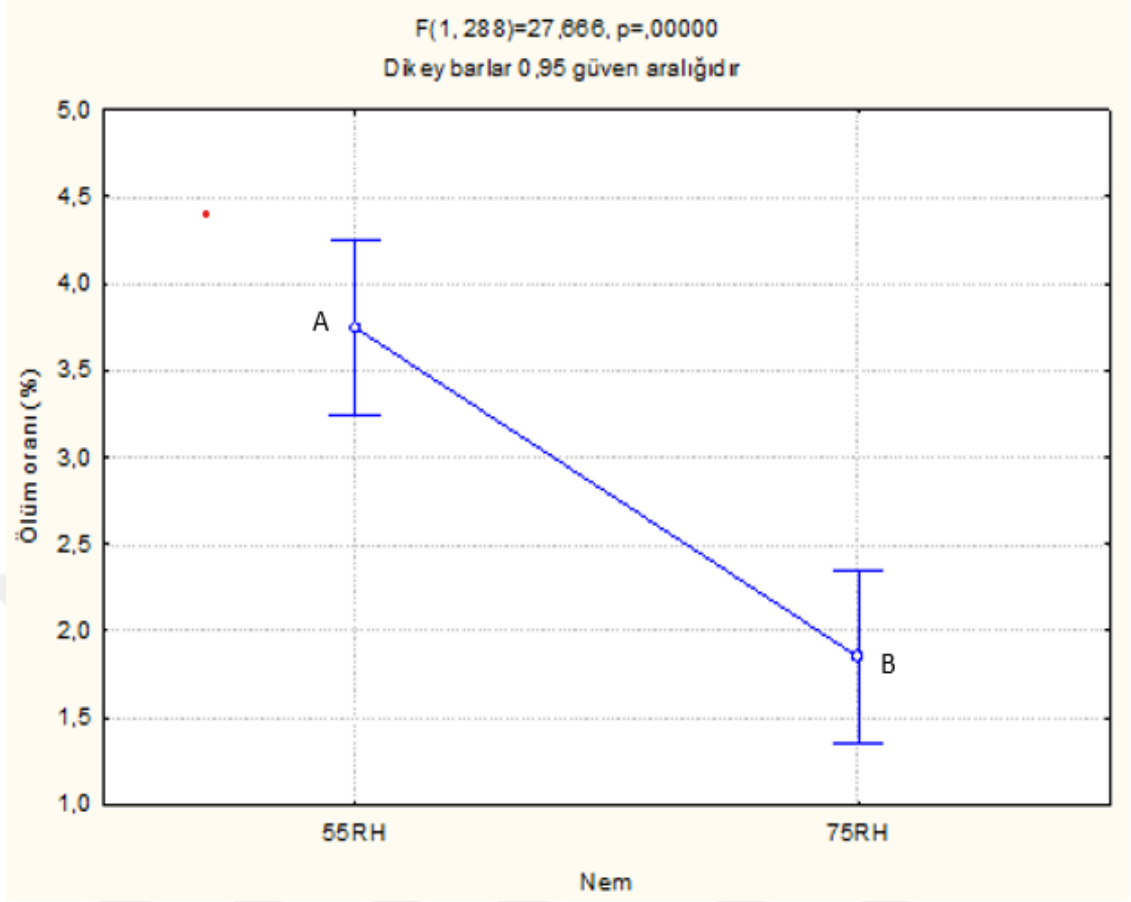
Şekil 4.55 Zeolitin değişik uygulama sürelerinde *Tribolium castaneum* erginleri üzerindeki öldürücü etkisi (Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (Duncan testi; $p < 0,05$))

Zeolitin farklı konsantrasyonlarının *Tribolium castaneum* erginleri üzerindeki öldürücü etkisine bakıldığında; doz artışına bağlı olarak ölüm oranlarında çok farklılık olmadığı; en yüksek ölüm oranına 2000 ppm konsantrasyonunda (%6,79) ulaşmakla birlikte mutlak ölümün elde edilemediği görülmektedir (Şekil 4.56).



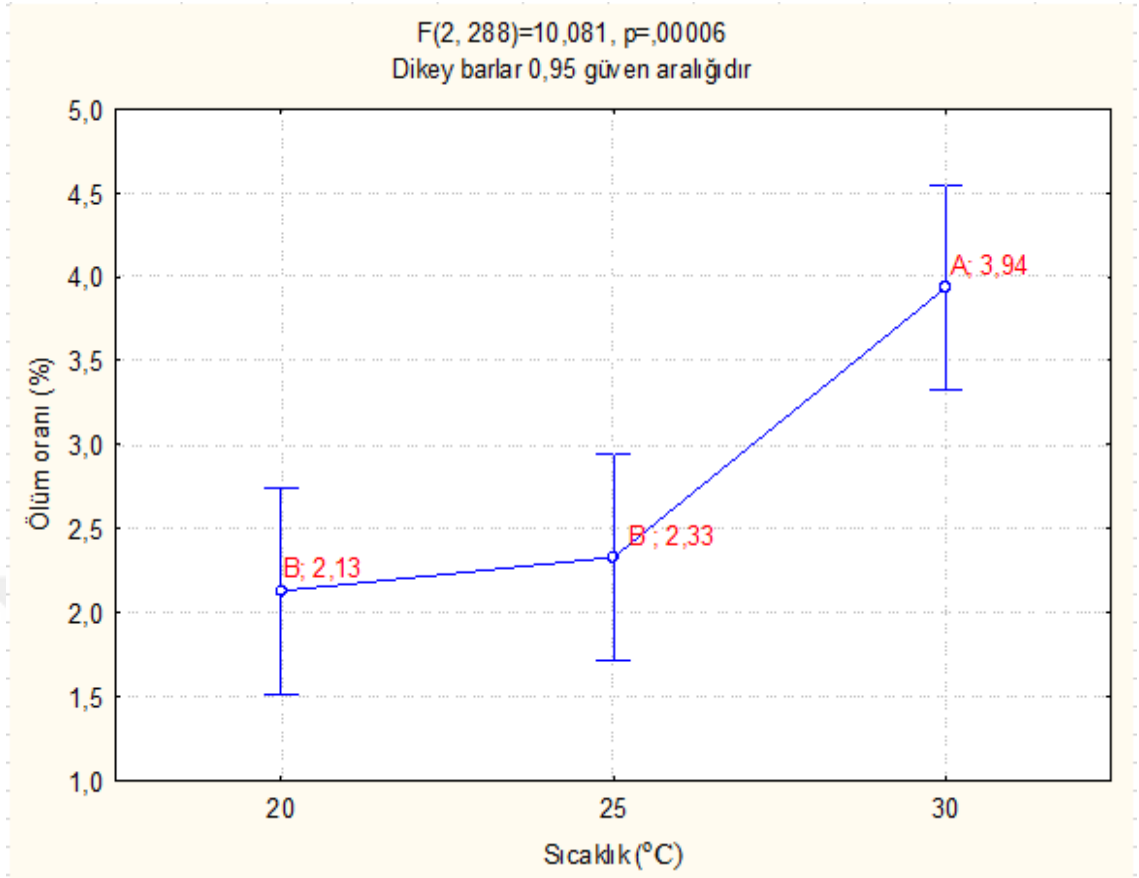
Şekil 4.56 Zeolitin farklı dozlarının *Tribolium castaneum* erginleri üzerindeki öldürücü etkisi (Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (Duncan testi; $p < 0,05$))

T. castaneum erginlerinin ölümü üzerine nemin etkisine bakıldığında; değişik orantılı nemlerde ölüm oranları arasındaki farklılıklar önemli olarak bulunmuştur (Şekil 4.57).



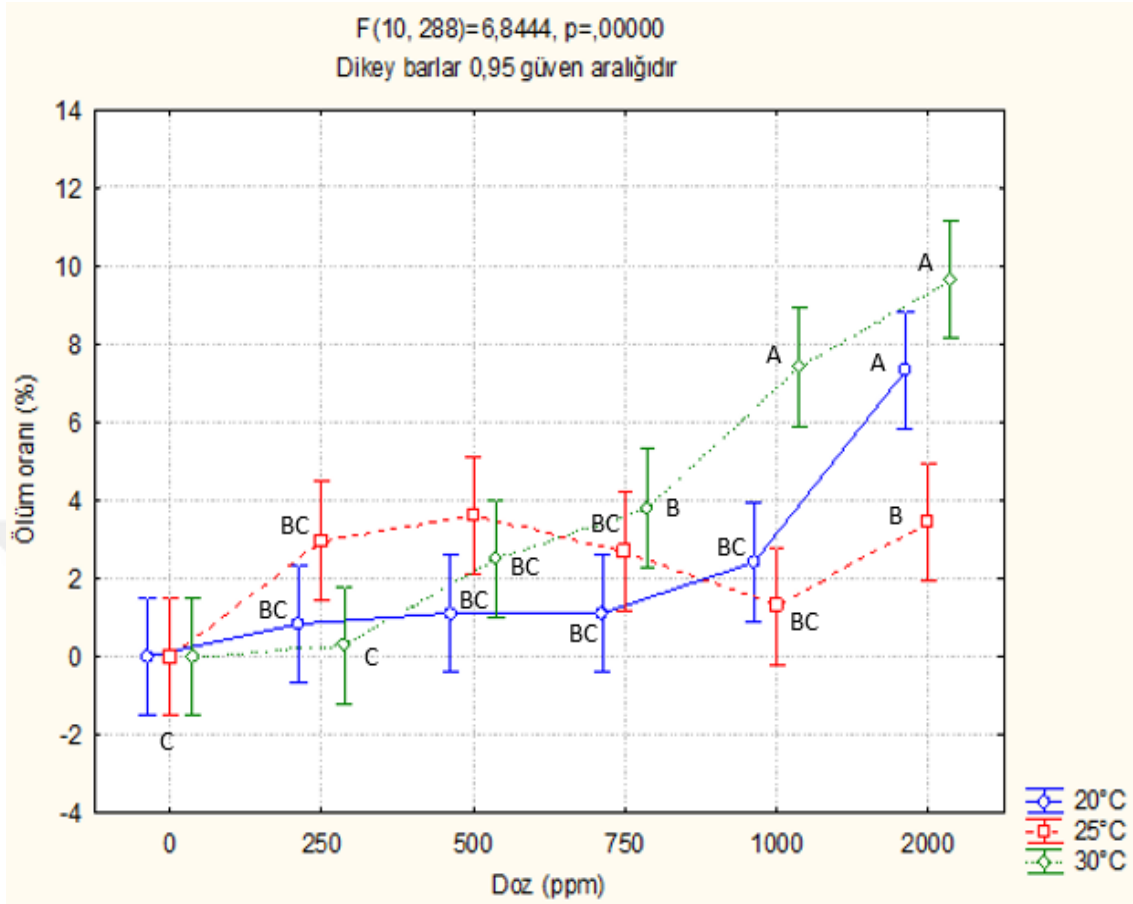
Şekil 4.57 Zeolitin değişik orantılı nemlerde *Tribolium castaneum* erginleri üzerindeki öldürücü etkisi (Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (Duncan testi; $p<0,05$))

Sıcaklığın etkisine bakıldığında, 20°C ve 25°C sıcaklıklarda elde edilen ölüm değerlerinin ortalamaları arasında fark bulunmazken; 30°C sıcaklıkta elde edilen ölüm değerleri istatistiksel olarak her iki sıcaklıktan da önemli düzeyde yüksek bulunmuştur (Şekil 4.58).



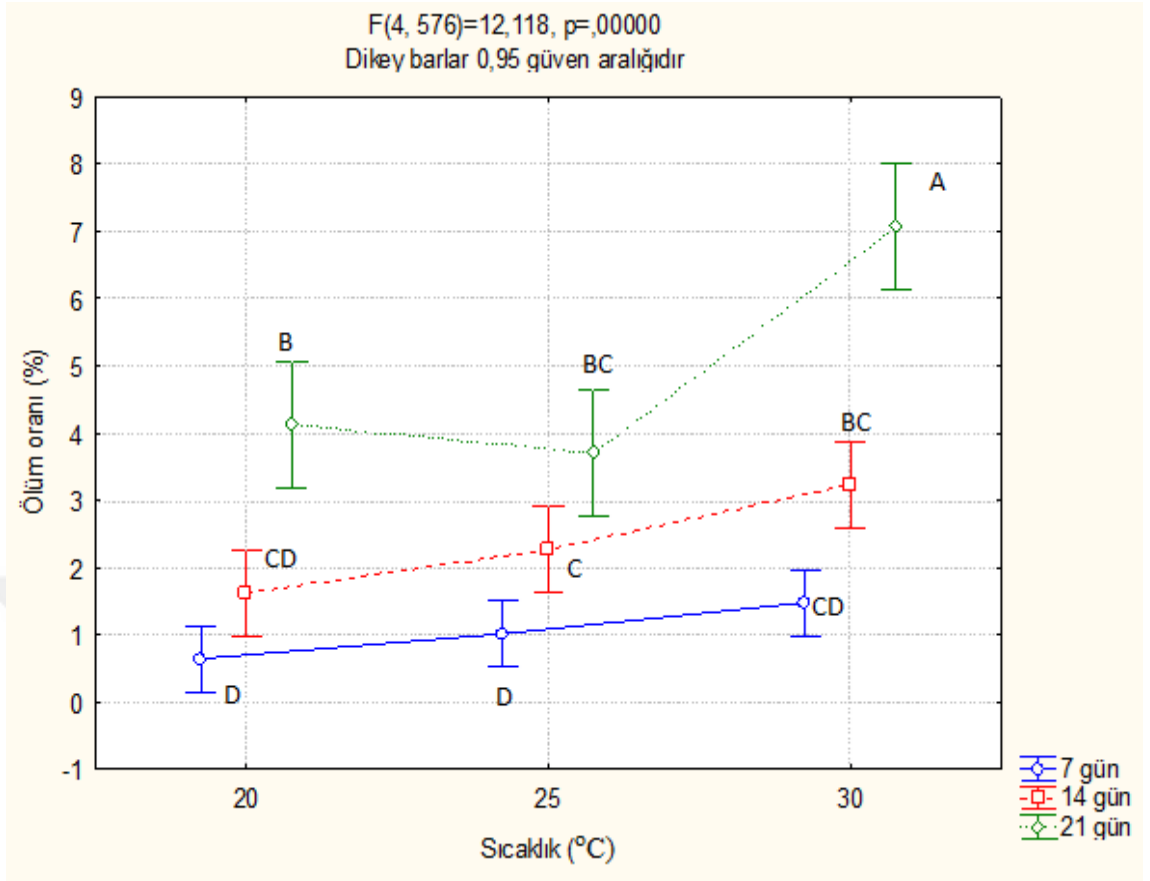
Şekil 4.58 Zeolitin farklı sıcaklıklarda *Tribolium castaneum* erginleri üzerindeki öldürücü etkisi (Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (Duncan testi; $p<0,05$))

Sıcaklık ve dozun birlikte etkileşimine bakıldığında 1000 ppm altındaki dozlarda ölüm bakımından sıcaklıklar arasında bir farklılık olmadığı; 2000 ppm dozda ise sıcaklık artışına bağlı olarak ölüm oranının arttığı belirlenmiştir (Şekil 4.59).



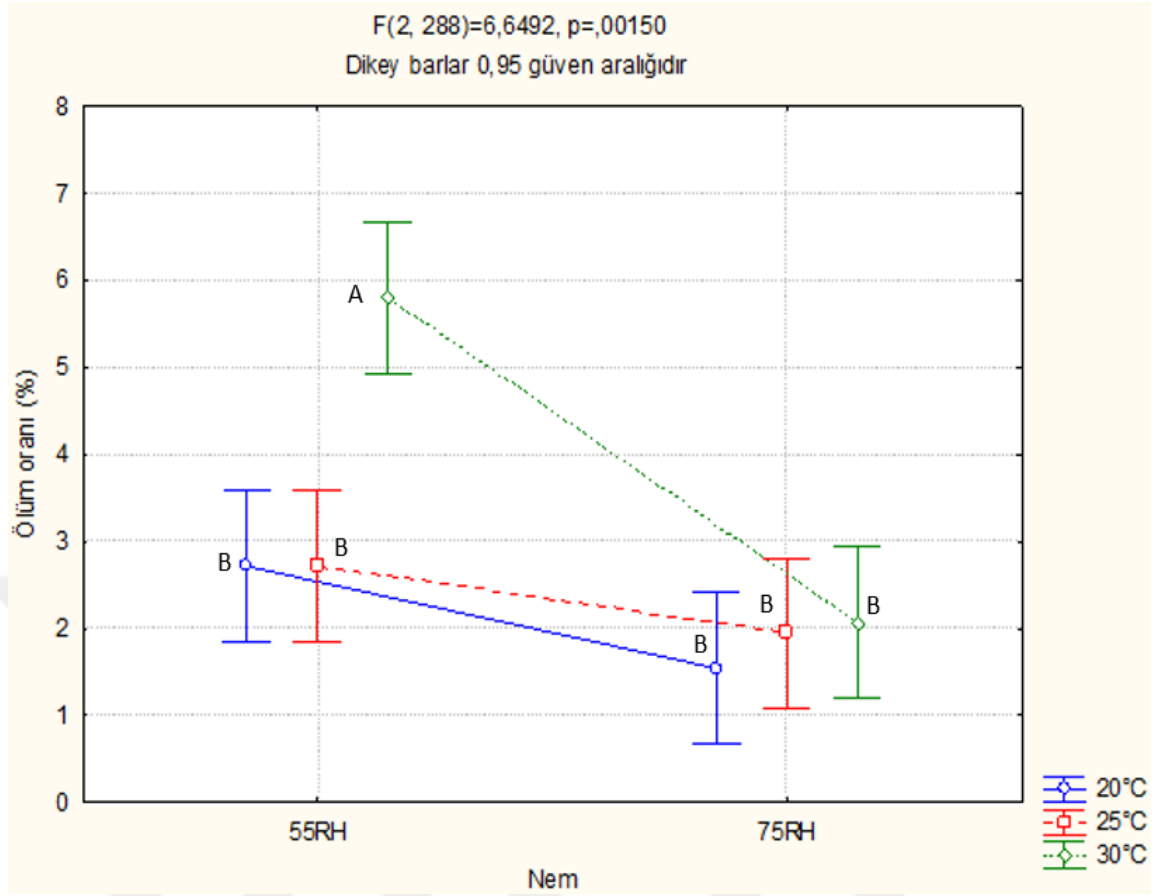
Şekil 4.59 Doğal zeolitin farklı dozlarının değişik sıcaklıklarda *Tribolium castaneum* erginleri üzerindeki öldürücü etkisi (Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (Duncan testi; $p < 0,05$))

Uygulama süresi ve sıcaklığın *T.castaneum* erginleri üzerindeki öldürücü etkisine bakıldığında her üç sıcaklıkta gün sayısına bağlı ölüm oranı artmıştır (Şekil 4.60).



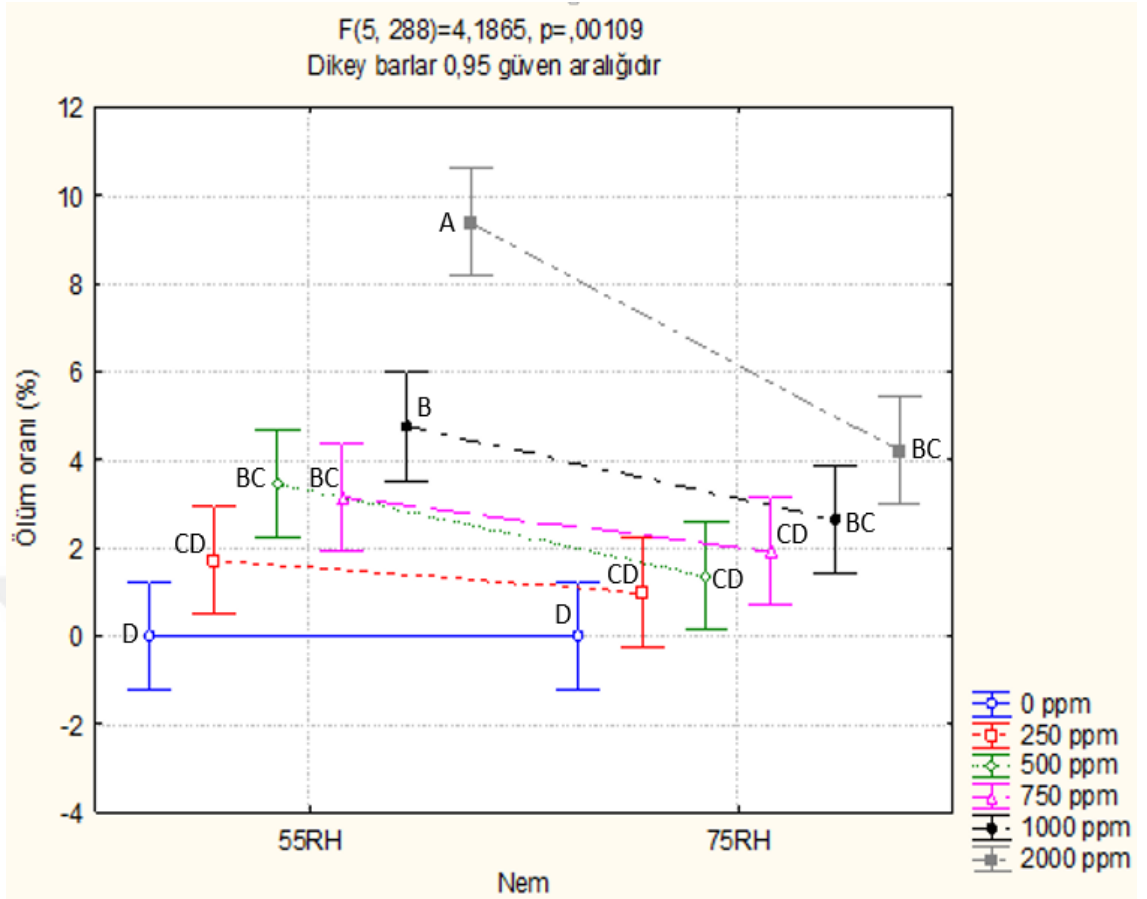
Şekil 4.60 Zeolitin sıcaklık ve değişik uygulama sürelerinde *Tribolium castaneum* erginleri üzerindeki öldürücü etkisi (Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (Duncan testi; $p < 0,05$))

Zeolitin değişken orantılı nemde ve farklı sıcaklıklarda öldürücü etkisine bakıldığında; 20 ve 25 °C sıcaklıkta neme bağlı olarak ölüm oranında çok fazla değişme olmazken; 30 °C sıcaklıkta değişken orantıda neme bağlı olarak ölüm oranı da artmıştır (Şekil 4.61).



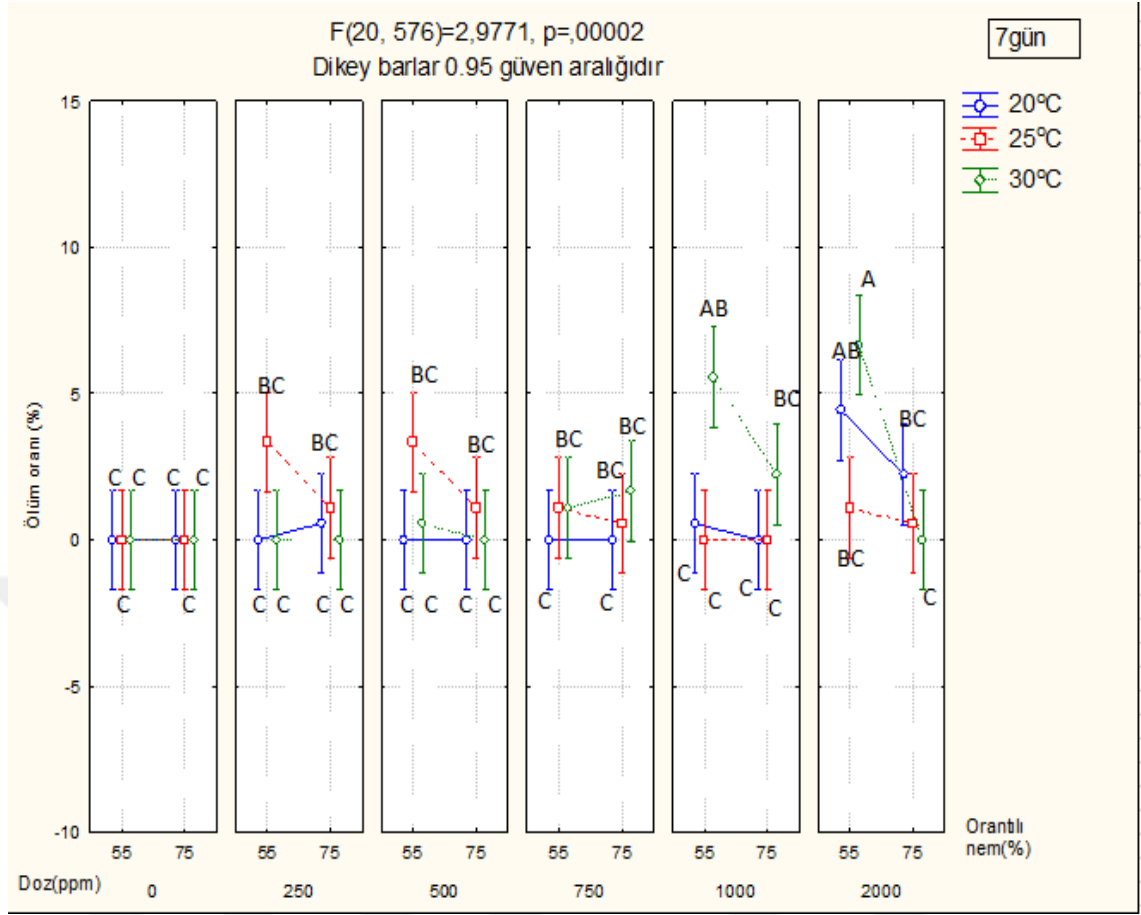
Şekil 4.61 Zeolitin sıcaklık ve değişik orantılı nemlerde *Tribolium castaneum* erginleri üzerindeki öldürücü etkisi (Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (Duncan testi; $p < 0,05$))

Zeolitin farklı dozlarının değişik orantılı nemlerde un biti erginleri üzerindeki öldürücü etkisine bakıldığında; değişik orantıda nemin doz artışına bağlı olarak ölüm oranını arttırdığı görülmüştür (Şekil 4.62).



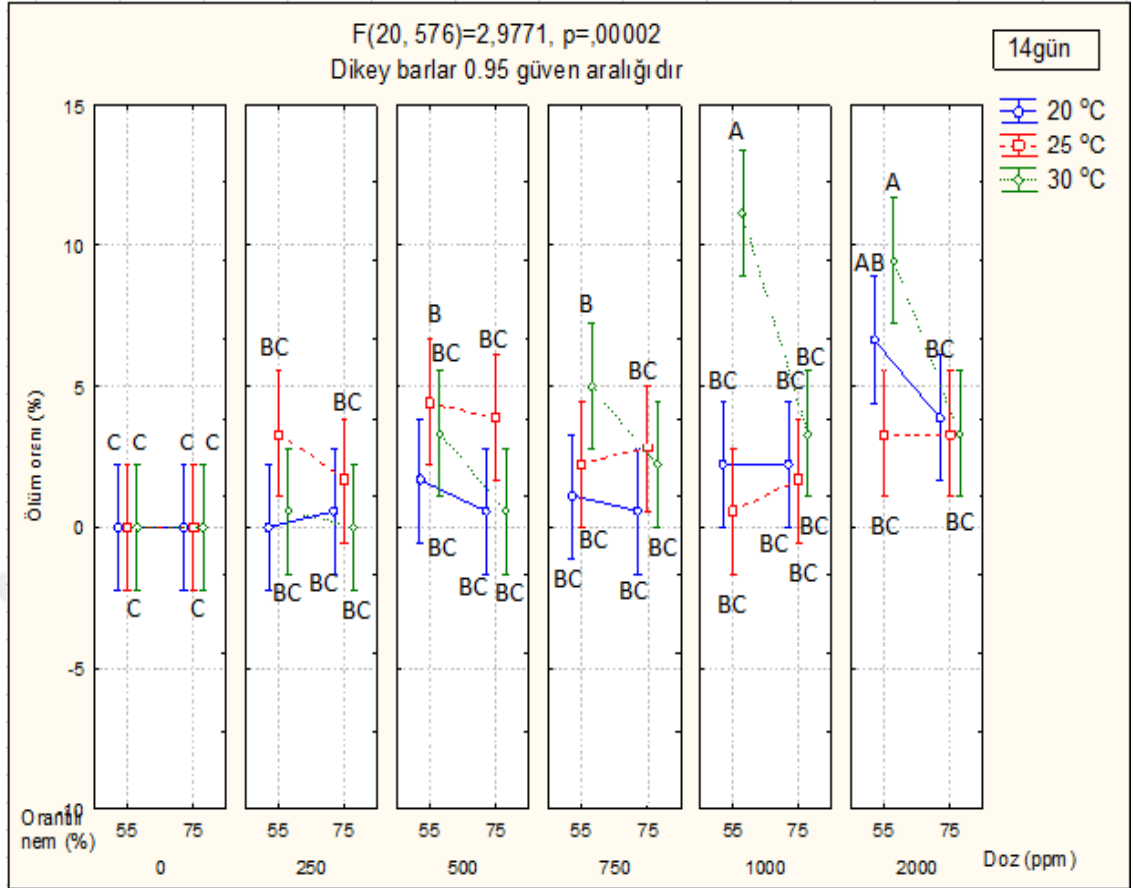
Şekil 4.62 Zeolitin farklı dozlarının değişik nemlerde *Tribolium castaneum* erginleri üzerindeki öldürücü etkisi (Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (Duncan testi; $p < 0,05$)).

Zeolitin un biti erginleri üzerinde, denemenin 7. gününde sıcaklık ve dozun birlikte etkileşime bakıldığında, farklı dozlarda ölüm oranı bakımından sıcaklıklar ve nemler arasında bir farklılık olmadığı; 30 °C sıcaklıkta 1000 ppm ve üzeri dozda ise ölüm oranlarının kademeli olarak arttığı görülmüştür (Şekil 4.63).



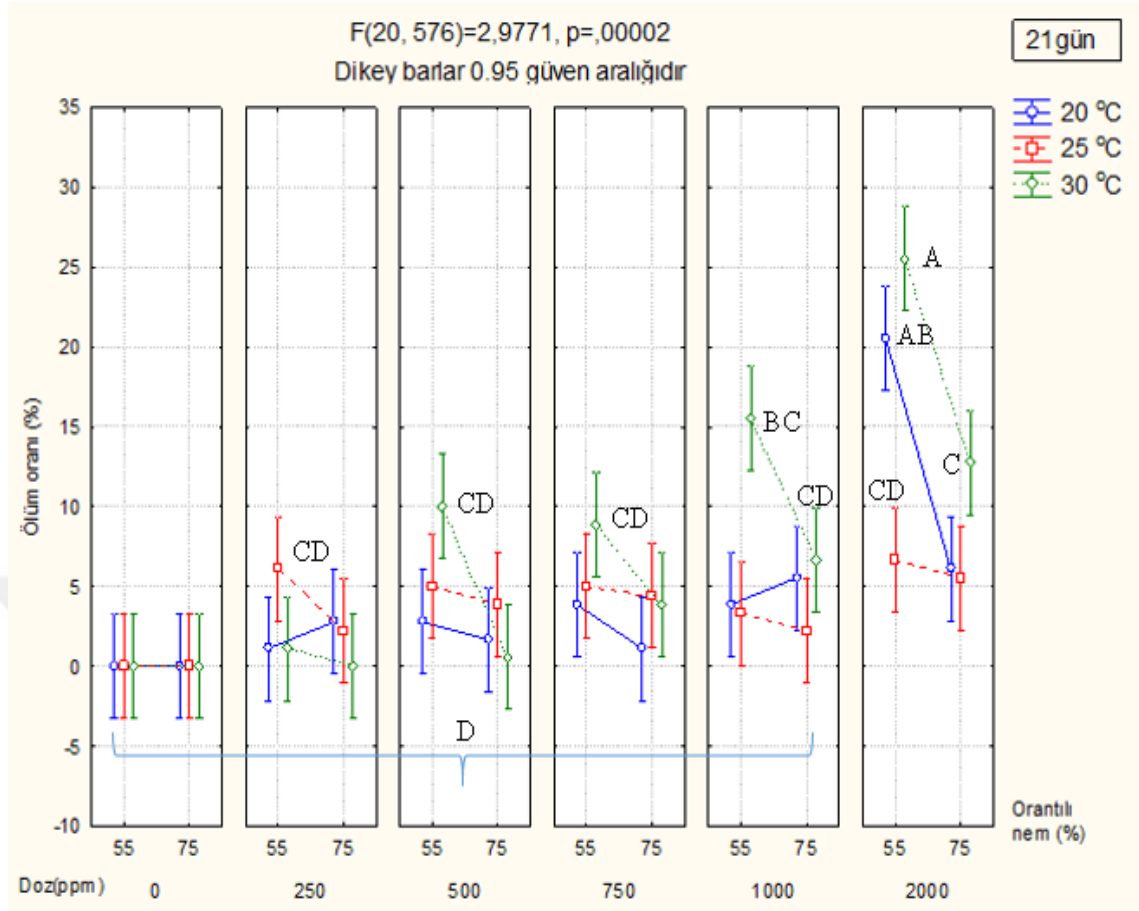
Şekil 4.63 Denemenin 7. gününde zeolitin farklı sıcaklıklarının değişik dozlarda ve farklı nemlerde *Tribolium castaneum* erginleri üzerindeki öldürücü etkisi (Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (Duncan testi; $p<0,05$))

Zeolitin *T. castaneum* erginleri üzerindeki 14 günlük öldürücü etkisine bakıldığında, 20 ve 25 °C sıcaklıkta doza bağlı olarak ölüm oranlarının istatistiksel anlamda değişiklik görülmemiş; 30 °C sıcaklıkta 1000 ppm ve üzeri farklı nemlerde ölüm oranlarında artış gözlenmiştir (Şekil 4.64).



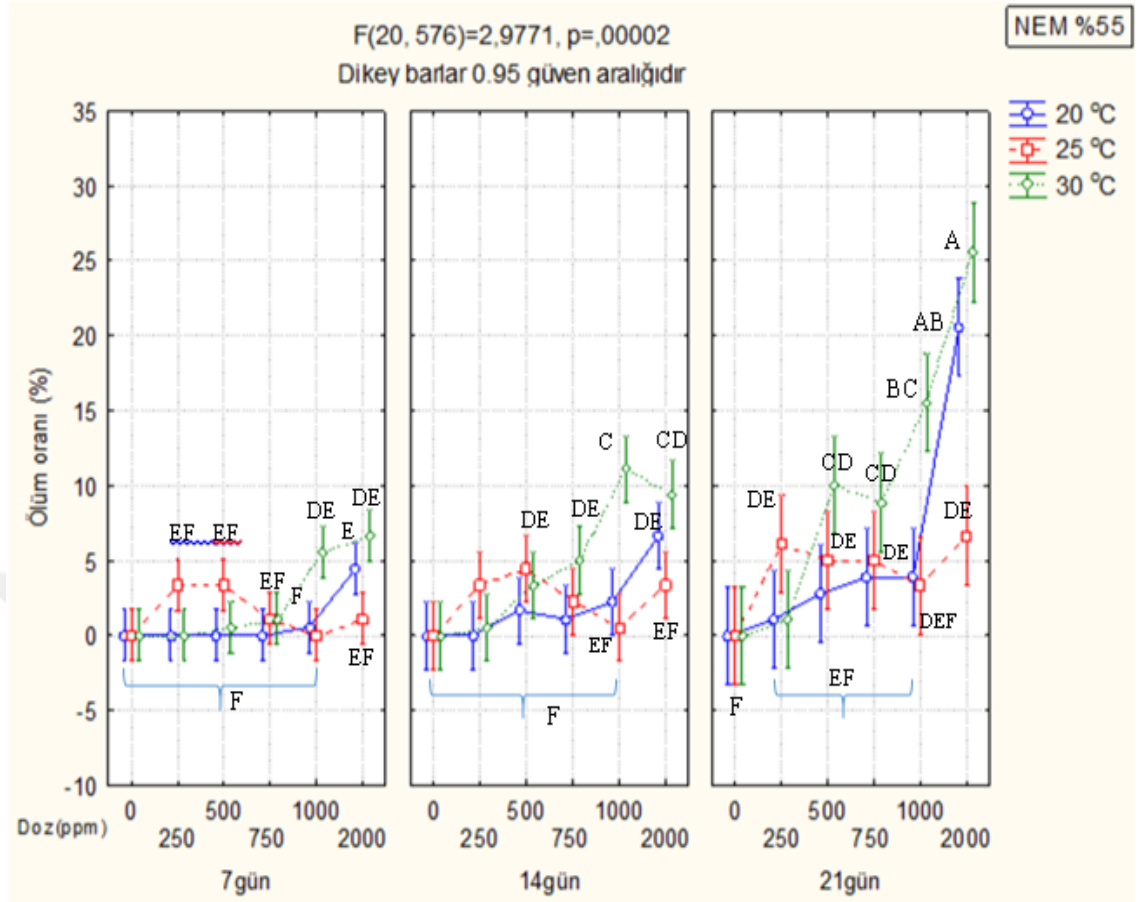
Şekil 4.64 Denemenin 14. gününde zeolitin farklı sıcaklıklarının değişik dozlarda ve farklı nemlerde *Tribolium castaneum* erginleri üzerindeki öldürücü etkisi (Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (Duncan testi; $p<0,05$))

Zeolitin *T.castaneum* erginleri üzerindeki 21 günlük öldürücü etkisinde ise, 30 °C sıcaklıkta 1000 ppm ve üzeri neme bağlı olarak ölüm oranlarında artış gözlenmiştir (Şekil 4.65).



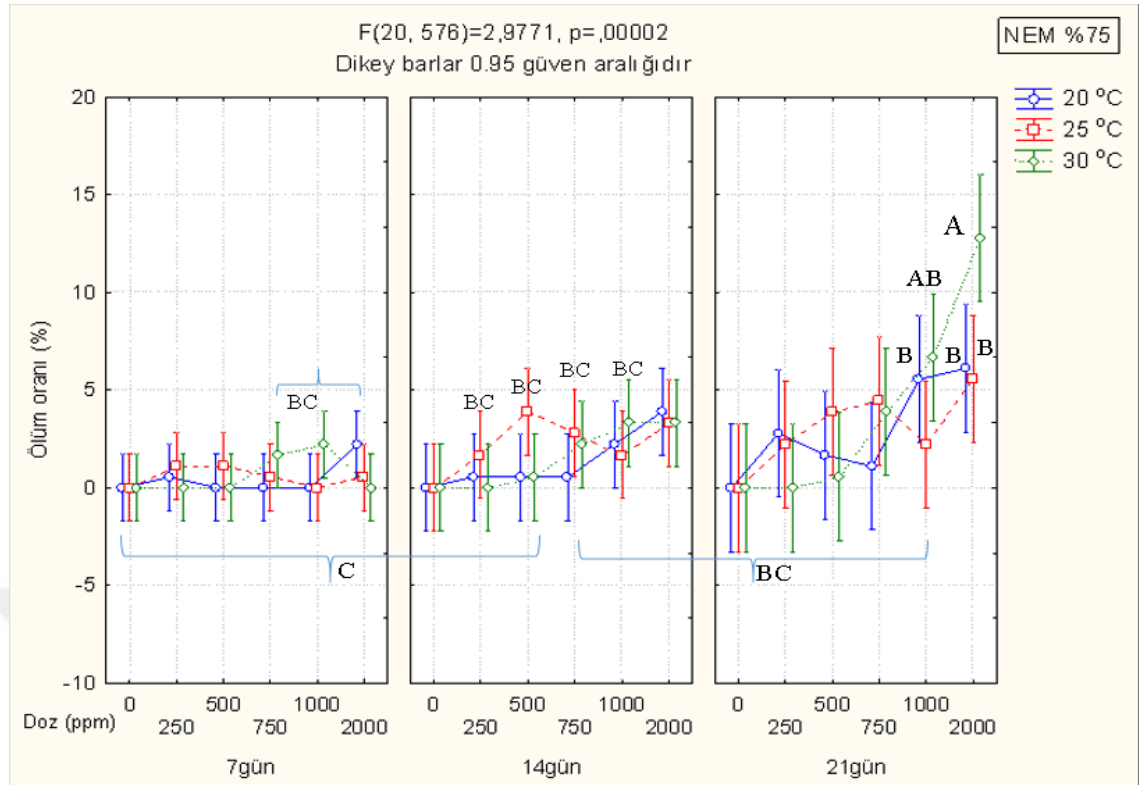
Şekil 4.65 Denemenin 21. gününde zeolitin farklı sıcaklıklarının değişik dozlarda ve farklı nemlerde *Tribolium castaneum* erginleri üzerindeki öldürücü etkisi (Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (Duncan testi; $p<0,05$))

Zeolitin %55 nemde değişik dozlarının farklı sıcaklık ve uygulama sürelerinde *T. castaneum* erginleri üzerindeki öldürücü etkisine bakıldığında, 20 ve 25 °C sıcaklıkta doz artışına bağlı olarak ölüm oranlarında farklılık görülmemiş; ancak her 3 uygulama süresinde 30 °C sıcaklık ve 750 ppm ve üzeri doza bağlı kademeli olarak ölüm oranlarında artışa neden olmuştur (Şekil 4.66).



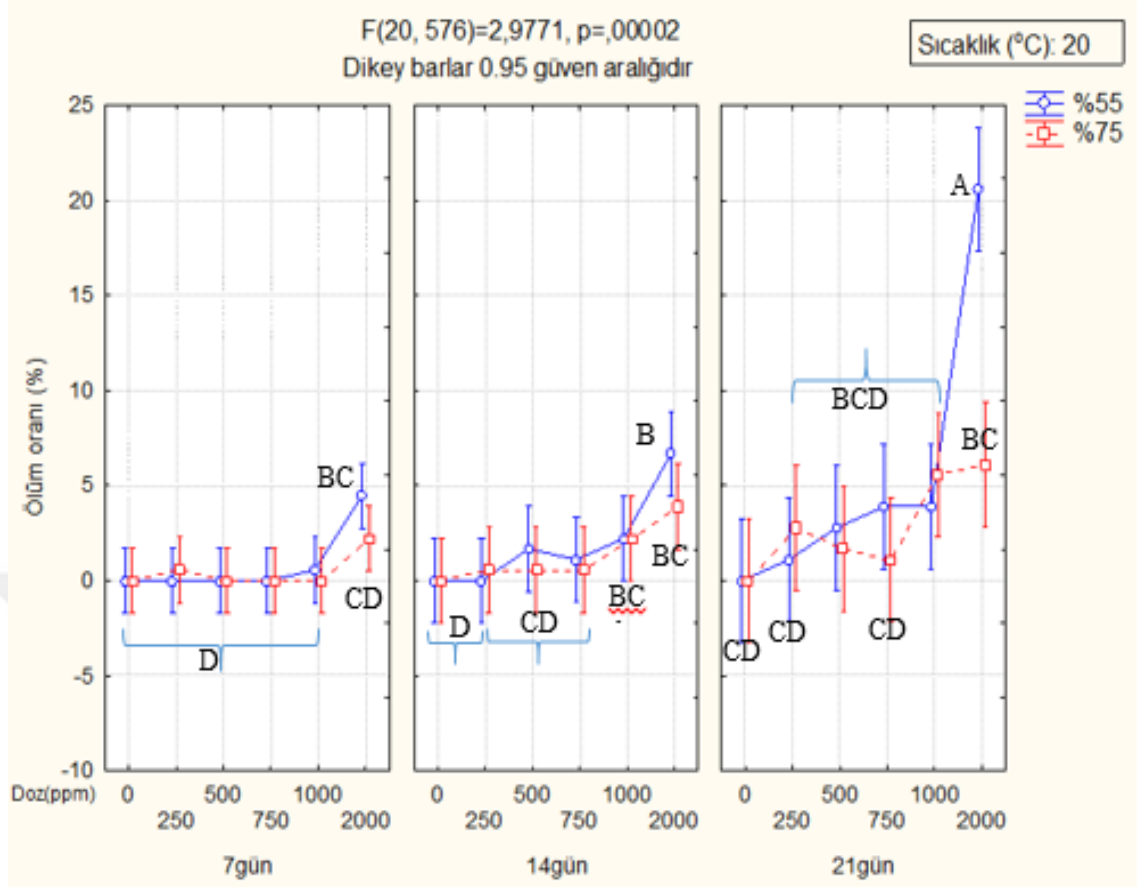
Şekil 4.66 Zeolitin %55 orantılı nemde farklı sıcaklıklarının, değişik dozlarda ve farklı nemlerde *Tribolium castaneum* erginleri üzerindeki öldürücü etkisi (Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (Duncan testi; $p<0,05$))

Zeolitin farklı sıcaklıklarda ve % 75 orantılı nemde ölüm oranları, sıcaklık ve uygulama süresi artışıyla istatistiksel anlamda değişiklik göstermemiştir (Şekil 4.67).



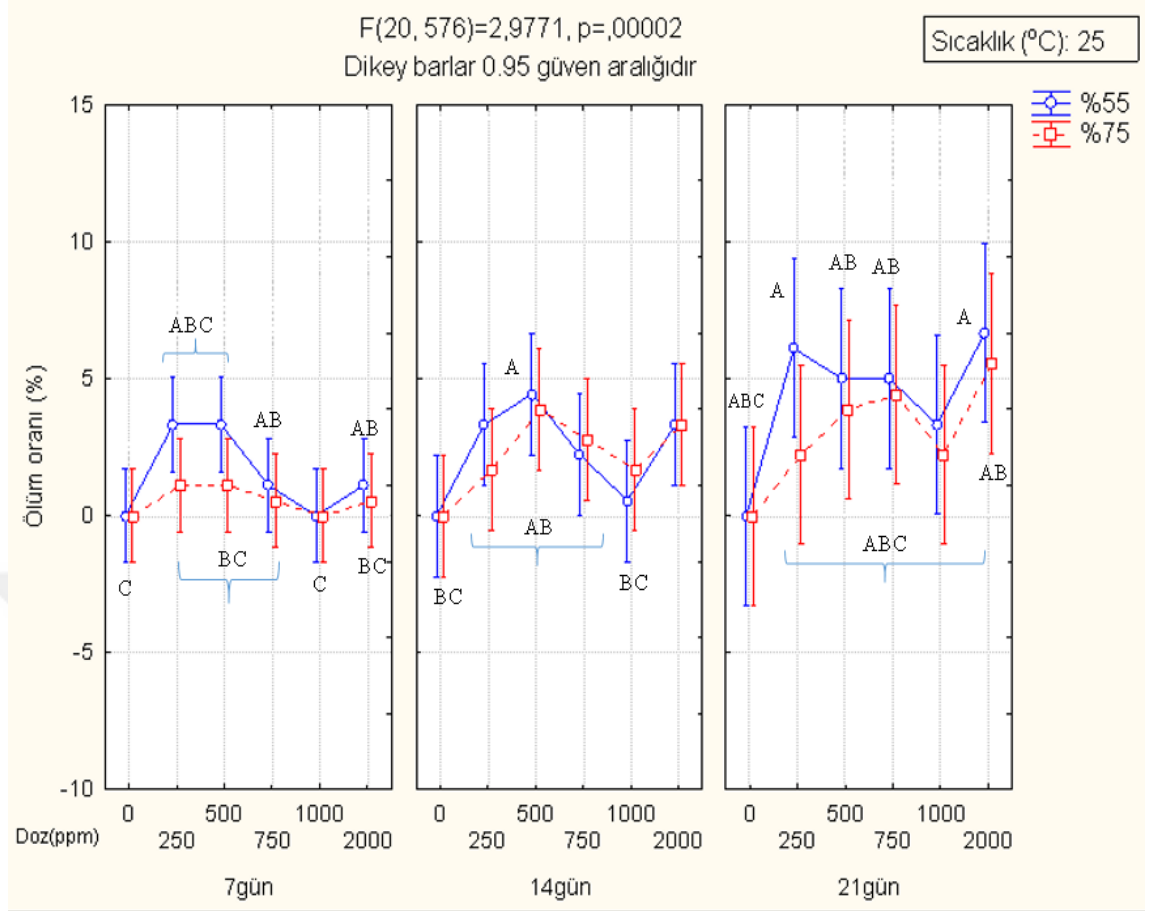
Şekil 4.67 Zeolitin %75 orantılı nemde farklı sıcaklıklarının, değişik dozlarda ve farklı nemlerde *Tribolium castaneum* erginleri üzerindeki öldürücü etkisi (Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (Duncan testi; $p<0,05$))

Zeolitin 20 °C sıcaklıkta farklı nem altında doz artışına bağlı olarak uygulama süresinin artışıyla ölüm oranlarında değişiklik olmamış; ancak 21. günden itibaren %55 nemde 1000 ppm ve üzeri konsantrasyonda ölüm oranında artış görülmüştür (Şekil 4.68).



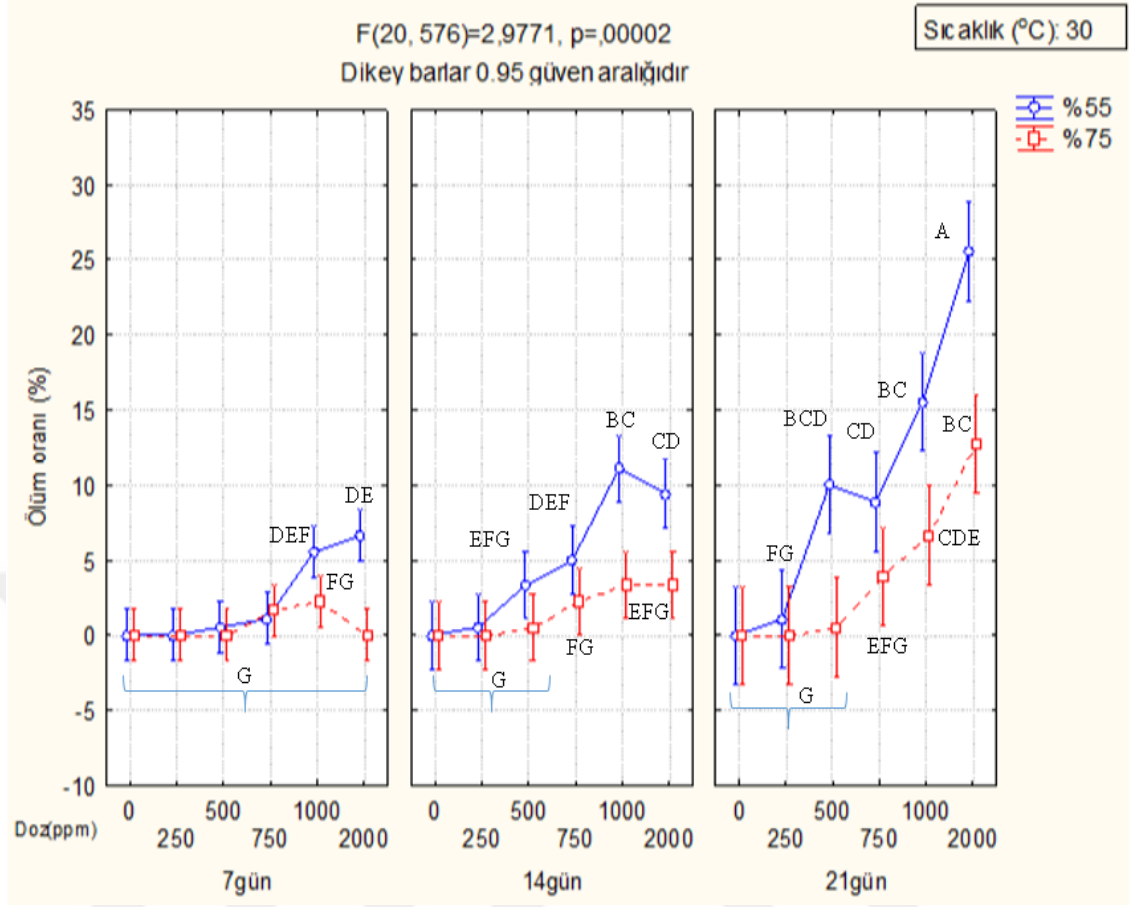
Şekil 4.68 Zeolitin değişik dozlarının 20 °C sıcaklıkta farklı uygulama süresi ve nemde *Tribolium castaneum* erginleri üzerindeki öldürücü etkisi (Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (Duncan testi; $p<0,05$))

Zeolitin 25 °C sıcaklıkta ve farklı orantılı nemde ölüm oranları, doz ve uygulama süresi artışıyla istatistiksel anlamda değişiklik göstermemiştir (Şekil 4.69).



Şekil 4.69 Zeolitin değişik dozlarının 25 °C sıcaklıkta farklı uygulama süresi ve nemde *Tribolium castaneum* erginleri üzerindeki öldürücü etkisi (Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (Duncan testi; $p<0,05$))

Zeolitin 30 °C sıcaklıkta değişik dozlarının farklı nem ve uygulama sürelerinde *T.castaneum* erginleri üzerindeki öldürücü etkisine bakıldığında, her üç uygulama süresinde neme bağlı olarak ölüm oranlarında artışa neden olmuştur (Şekil 4.70)

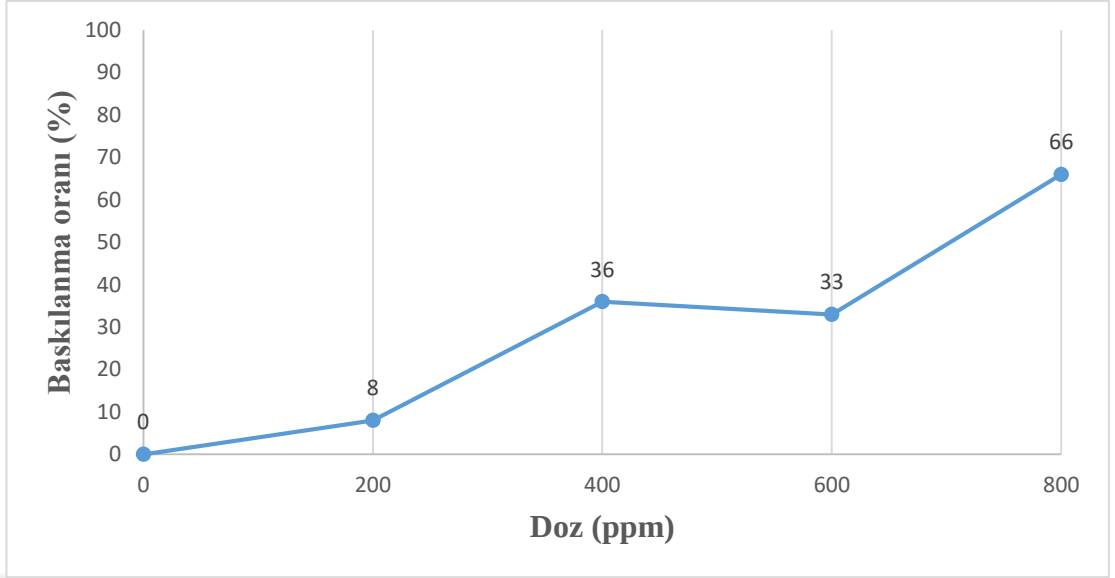


Şekil 4.70 Zeolitin değişik dozlarının 30 °C sıcaklıkta farklı uygulama süresi ve nemde *Tribolium castaneum* erginleri üzerindeki öldürücü etkisi (Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (Duncan testi; $p<0,05$)).

4.2 Uzun Dönem Uygulamaları

4.2.1 *S.oryzae* üzerindeki 90 günlük etkisi

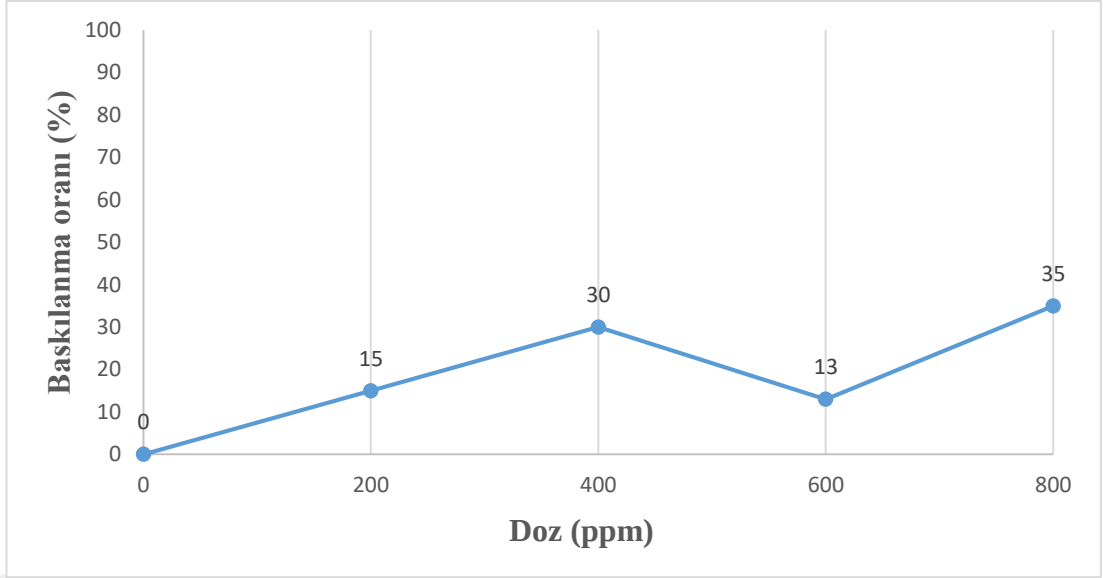
Zeolitin *S. oryzae* erginlerine 90 günlük maruz kalması sonucu canlı ergin birey sayıları kaydedilmiş ve popülasyon gelişimi üzerindeki baskılayıcı etkisi tespit edilmiştir. En yüksek doz uygulamasında yani 800 ppm’de kontrol grubuna göre yüksek baskılanma oranının tespiti, zeolitin popülasyonu uzun dönemde belli bir baskı altında tutacağına işaret etmektedir (Şekil 4.71).



Şekil 4.71 Zeolit ile değişik dozlarda muamele edilen çeltikte 25 °C ve % 60 orantılı nem koşullarında 90 gün süresince tutulan *Sitophilus oryzae* ait elde edilen yuvarlanmış baskılanma oranları (%)

4.2.2 *T.castaneum* üzerindeki 90 günlük etkisi

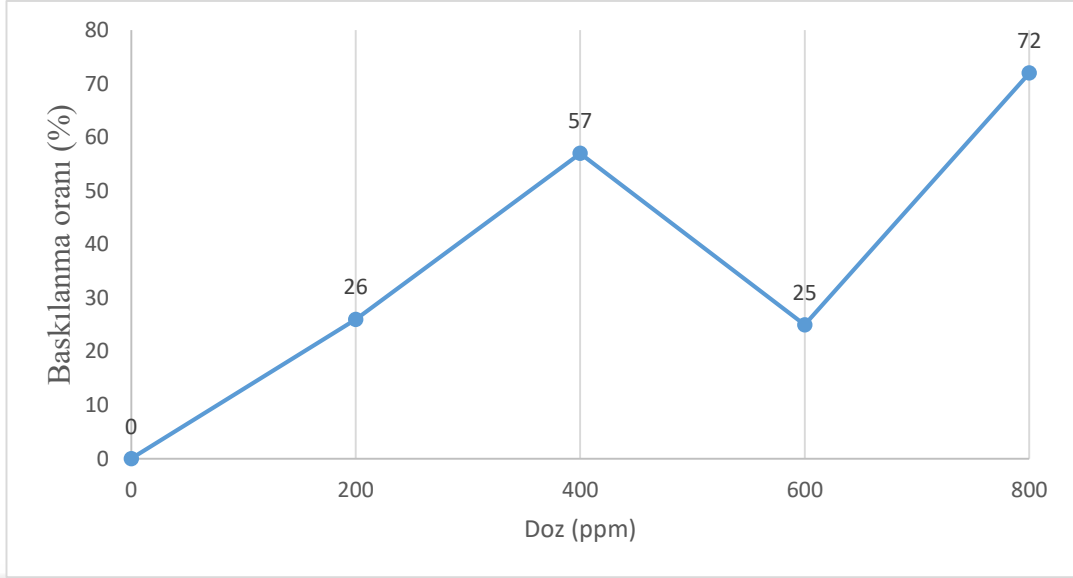
Zeolitın *T.castaneum* erginlerine 90 günlük maruz kalması sonucu canlı ergin birey sayıları kaydedilmiş ve popülasyon gelişimi üzerindeki baskılayıcı etkisi hesaplanmıştır. En yüksek doz uygulamasında dahi mutlak baskılanma oranına ulaşamamıştır (Şekil 4.72).



Şekil 4.72 Zeolit ile değişik dozlarda muamele edilen çeltikte 25 °C ve % 60 orantılı nem koşullarında 90 gün süresince tutulan *Tribolium castaneum* ait elde edilen yuvarlanmış baskılanma oranları (%).

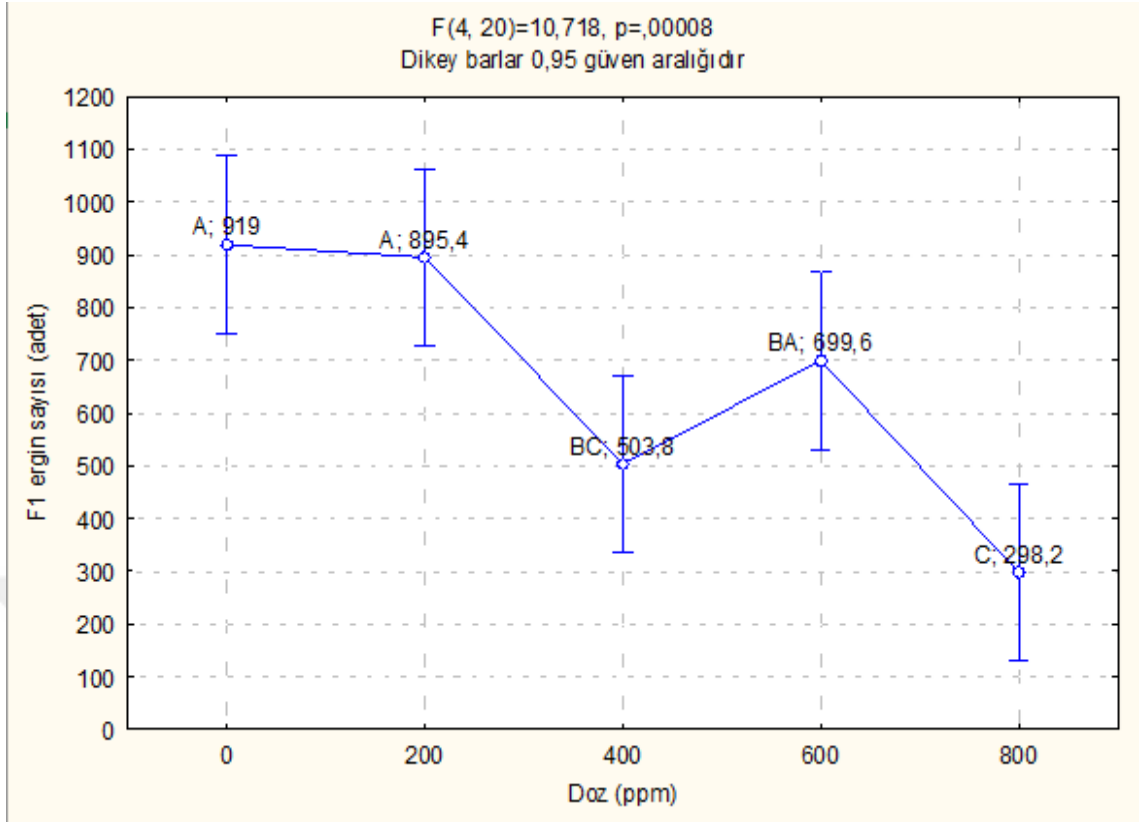
4.2.3 *S. oryzae* üzerindeki 180 günlük etkisi

Zeolit'in *S. oryzae* erginlerine 180 günlük maruz kalması sonucu canlı ergin birey sayıları kaydedilmiş ve popülasyon gelişimi üzerindeki baskılayıcı etkisi tespit edilmiştir. En yüksek doz uygulaması olan 800 ppm'de kontrol grubuna göre daha yüksek baskılanma oranının tespiti (%72), zeolit'in popülasyonu uzun dönemde belli bir baskı altında tutacağına işaret etmektedir (Şekil 4.73).



Şekil 4.73 Zeolit ile değişik dozlarda muamele edilen çeltikte 25 °C ve % 60 orantılı nem koşullarında 180 gün süresince tutulan *Sitophilus oryzae* ait elde edilen yuvarlanmış baskılanma oranları (%)

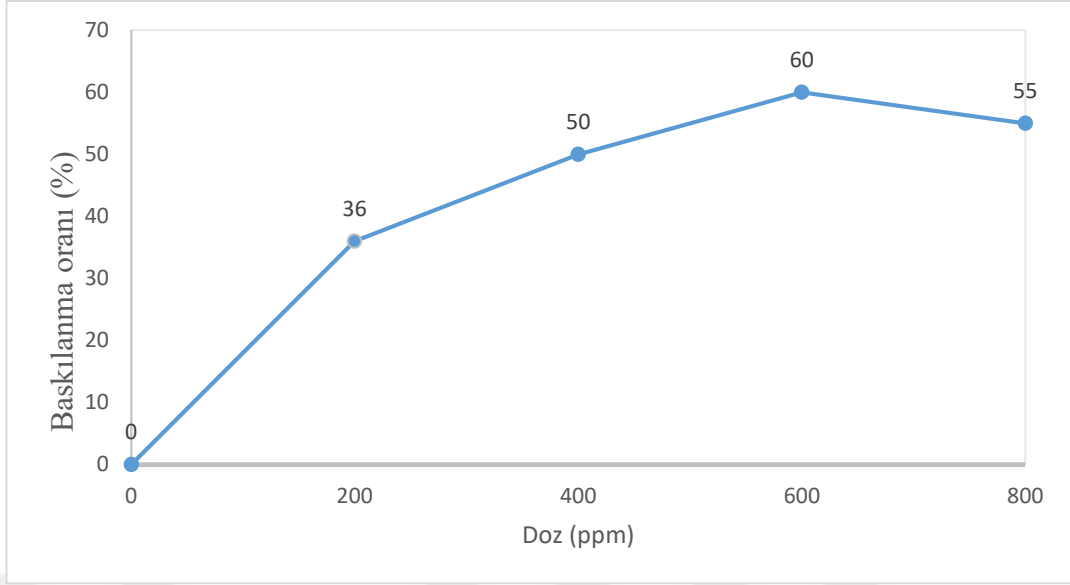
Zeolitin değişik dozları ile muamele edilen çeltikte 25 °C ve % 60 orantılı nem koşullarında *S. oryzae* erginlerinin 180 gün bekletilmesi sonucu; doz artışına bağlı ergin sayısında azalma görülmüştür. Bu sonuç zeolitin 180 günlük sürede popülasyonu baskılayıcı etkisinin olduğunu göstermektedir (Şekil 4.74).



Şekil 4.74 Zeolit ile değişik dozlarda muamele edilen çeltikte 25 °C ve % 60 orantılı nem koşullarında 180 gün süresince tutulan *Sitophilus oryzae* ait elde edilen ergin sayısı (adet).

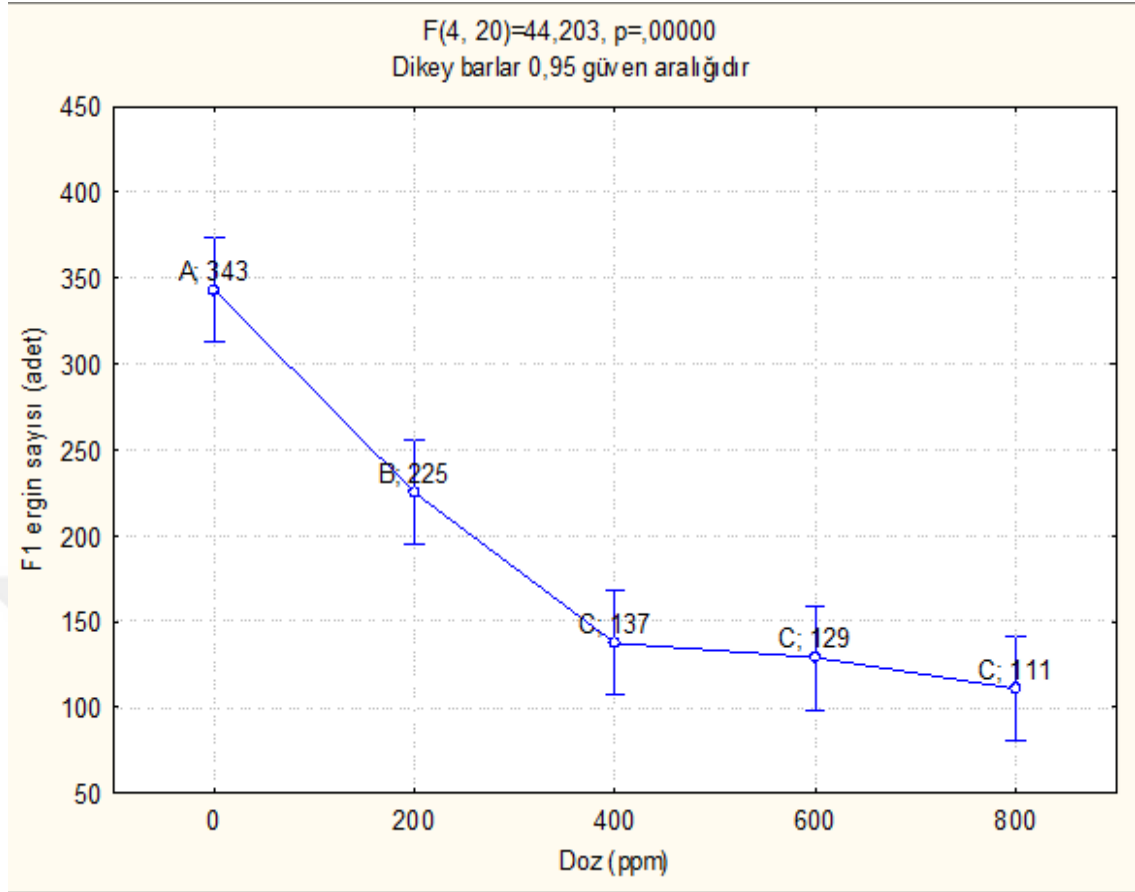
4.2.4 *T.castaneum* üzerindeki 180 günlük etkisi

Zeolitin *T.castaneum* erginlerine 180 günlük maruz kalması sonucu canlı ergin birey sayıları kaydedilmiş ve popülasyon gelişimi üzerindeki baskılayıcı etkisi tespit edilmiştir. Baskılanma oranının 400 ppm ve üzeri dozlarda %50 ve üzerinde olması; zeolitin popülasyonu uzun dönemde belli bir baskı altında tutacağına işaret etmektedir (Şekil 4.75).



Şekil 4.75 Zeolit ile değişik dozlarda muamele edilen çeltikte 25 °C ve % 60 orantılı nem koşullarında 180 gün süresince tutulan *Tribolium castaneum* ait elde edilen yuvarlanmış baskılanma oranları (%)

Zeolitin değişik dozları ile muamele edilen çeltikte 25 °C ve % 60 orantılı nem koşullarında *T.castaneum* erginlerinin 180 gün bekletilmesi sonucu; doz artışına bağlı ergin sayısında azalma görülmüştür. Bu sonuç zeolitin 180 günlük sürede popülasyonu baskılayıcı etkisinin olduğunu göstermektedir (Şekil 4.76).



Şekil 4.76 Zeolit ile değişik dozlarda muamele edilen çeltikte 25 °C ve % 60 orantılı nem koşullarında 180 gün süresince tutulan *Tribolium castaneum*’ a ait elde edilen ergin sayısı (adet).

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Dünya çapında tarımsal üretim, iklimsel şartlara bağlı, olumsuz eylem ve belirsizlikle kolayca etkilenebilen ekonomik faaliyettir. Dünya nüfusunun yaklaşık beşte birinin tükettiği ve birçok insanın geçim kaynağı olan çeltik, neredeyse çoğu çeşitleri kalsiyum, B1, B2 vitaminleri, protein, karbonhidrat, fosfor, demir ve az da olsa A ve C vitaminlerini kapsamaktadır. Ülkemiz çeltik üretimi açısından oldukça uygun iklim şartlarına sahiptir. Ayrıca uygun depolama ile üründe nitel ve nicel kayıpların önüne geçilmiş olmaktadır. Bu çalışma ile çeltikte depolama aşamasında ciddi zararlara yol açan *S.oryzae* (pirinç biti) ve *T. castaneum* (un biti) erginlerine karşı yaygın olarak kullanılan kimyasal mücadeleye alternatif olarak fiziksel mücadele kapsamında doğal zeolitin etkinliği araştırılmıştır. Bu amaçla çeltikle muamele edilen zeolitin değişik dozlarda (0, 250, 500, 750, 1000 ve 2000 ppm) farklı sıcaklık (20, 25, 30 °C) ve nemlerde (% 55 ve 75) ve farklı uygulama sürelerinde (7, 14 ve 21 gün) *S.oryzae* ve *T. castaneum* erginleri üzerindeki öldürücü etkisi değerlendirilmiştir. Buna ilaveten 25 °C sıcaklık ve %55 ± 5 orantılı nemde 0, 200, 400, 600 ve 800 mg/kg dozlarında zeolit ile muamele edilen çeltik üzerinde 90 ve 180 günlük depolama süresi sonunda yeni nesil erginlerinin gelişim durumları da ortaya konulmuştur.

Literatürde Zeolitin çeltikte *S.oryzae* ve *T. castaneum* 'a etkinliği üzerinde yapılmış yeterli çalışma olmadığından, tartışmada diğer böceklerle ve/veya diğer inert tozlarla (örneğin diatom toprağı) ilgili olarak yapılmış olan çalışmalardan da yararlanılmak durumunda kalınmıştır.

Çalışmamızda *Sitophilus oryzae* erginlerinde mutlak ölüm 20, 25 ve 30°C sıcaklıklar arasında sadece 25°C sıcaklıkta görülmüşse de (Şekil 4.23), yapılan çoğu çalışmada sıcaklık artışı ile birlikte ölüm oranlarının arttığı bildirilmektedir (Athanassiou vd. 2003, Athanassiou vd. 2005a, Ertürk vd. 2017). Araştırmamızda 20° ve 30°C sıcaklıklarda kaydedilen en yüksek ölüm oranı ise sırasıyla %97 ve %72 olmuştur (Çizelge 4.1). Eroğlu vd. (2019), Zeocem ve Mycostop isimli iki farklı zeolit formülasyonunun 20°C sıcaklıkta buğdayda en yüksek konsantrasyon (1000 ppm) ve en uzun uygulama süresi (21 gün) kombinasyonunda *S. oryzae*’ de sırasıyla % 87 ve % 56 oranında ölüme neden olduğunu; aynı koşullarda 25°C sıcaklıktaki ölüm oranlarının sırasıyla %22 ve %13 olduğunu; 30°C sıcaklıkta ise ölüm oranlarının sırasıyla %72 ve %40 olduğunu bildirmektedir. İki çalışma

arasında ölüm oranı arasındaki bu farklılıklar zeolit türüne, zeolitin parçacık boyutuna, dozuna ve böceğin maruz kaldığı uygulama süresine bağlı olduğu düşünülmektedir.

Çalışmamızda, *S.oryzae*' de mutlak ölüm sadece %55 orantılı nemde 25°C sıcaklıkta elde edilmiştir. 7 günlük uygulamada %50'nin üzerine çıkan ölüm oranı, 14 günlük uygulama itibari ile %100' lük bir seviyeye ulaşmıştır (Şekil 4.8). Athanassiou vd. (2003), ticari DT formülasyonu SilicoSec'in çeltikte *S. oryzae* 'de 26°C ve % 60 orantılı nemde 7 günlük uygulamada en yüksek dozda (1500 ppm) >%93 üzerinde ölüme neden olduğunu bildirmektedir. Bizim çalışmamızda da benzer şekilde 7 ve 14 günlük uygulamada en yüksek konsantrasyonda (2000 ppm) sırasıyla %94 ve %100 ölüm elde edilmiştir (Şekil 4.1.). Kljajic vd. (2010), Minazel Plus ve Minazel isimli iki doğal zeolit formülasyonunun buğdayda *S. oryzae* erginlerinde 24°C sıcaklık ve %45 orantılı nem koşullarında 21 günlük uygulamada-bizim çalışmamızı destekler mahiyette- %97-100 arasında ölüme neden olduğunu bildirmektedir. Öte yandan inert tozların öldürücü etkinliğinin, doz artışı başta olmak üzere, böceğin maruz kaldığı süre artışıyla da artabildiği bildirilmektedir (Athanassiou vd. 2005b). Alagöz (2016), 25 °C sıcaklık ve % 55 orantılı nemde farklı rumuzlarla gösterdiği 4 farklı doğal DT içinde AGN-1 rumuzlu DT'nın çeltikte 300 ppm ve üzeri konsantrasyonlarda *S. oryzae*'de 7. günde % 100 ölüme neden olduğunu; diğer diatom topraklarında en yüksek konsantrasyonda (1500 ppm) % 1.4- 97.7 arasında ölüm gerçekleştiğini; 14 günlük uygulamada en yüksek konsantrasyonda AGN-1, ACN-1, CCN-1, FB2N-1 ve Silicosec'te (negatif şahit) elde edilen ölüm oranlarının %100, 100, 97.3, 42 ve 96.6 olduğunu ve 21. günde ise FB2N-1 hariç (% 93.9) tüm DT'larında mutlak ölüme ulaşıldığını bildirmektedir.

Çalışmamızda denemelerin yürütüldüğü %55 ve %75 orantılı nem değerlerinin sıcaklık ile birlikte *Sitophilus oryzae* erginleri üzerine etkisine bakıldığında tüm kombinasyonlarda nem artışına bağlı ölüm oranlarında istatistiksel olarak önemli değişiklikler görülmüştür (Şekil 4.22). Tüm sıcaklıklarda %55 orantılı nemde %75' e göre daha fazla öldürücü etki belirlenmiştir. En yüksek ölüm oranları, uygulamanın 21. gününde 20 °C sıcaklık ve %55 orantılı nemde %97 iken, %75 orantılı nemde %57; 25 °C sıcaklık ve %55 orantılı nemde %100 iken, %75 orantılı nemde %88 ve 30 °C sıcaklık ve %55 orantılı nemde %72 iken, %75 orantılı nemde %45 olarak bulunmuştur. Athanassiou vd. (2014), ticari DT formülasyonu Keepdry ile muamele edilen buğdayda 20 °C sıcaklıkta ve en yüksek dozda (500 ppm) 14 günlük uygulamada *S. oryzae* 'de %55

ve %75 orantılı nemde sırasıyla %100 ve %99,4 oranında ölüm elde edilmiştir. Çalışmamızda zeolit ile muamele edilmiş çeltikte *S. oryzae* erginlerinin 20 °C sıcaklıkta ve 500 ppm’ de 14 günlük uygulamada %55 ve %75 orantılı nemde sırasıyla %29 ve %1 oranında ölüm olmuştur (Şekil 4.2 ve 4.5). İki çalışma arasındaki farklılıkların kullanılan inert toz başta olmak üzere muamele edilen ürün ve böcek ırkındaki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Vayias ve Stephou (2009) bitkisel özüt bitterbarkomycin ile güçlendirilmiş DT formülasyonunun (DEBBM) muamele edilen çeltikte *S.oryzae* erginleri en yüksek dozda (150 ppm) 7 günlük uygulamada ve 20 °C sıcaklıkta ölüm oranı <%50 iken; 30 °C sıcaklıkta ölüm oranı %87,8; 14 günlük uygulamada ise %94,7 olmuştur. %55 orantılı nemde ölüm oranı 7 ve 14 günlük uygulama sonucu sırasıyla %73,2 ve %80,3 ve %75 bağıl nemde %58.8 ve %66.9 olarak kaydedilmiştir. Kullanılan inert tozlar farklı olmakla birlikte bizim çalışmamız ile bu çalışma kıyaslandığında, ölüm oranının nemin artmasıyla düşmesi her iki çalışmanın birbirini desteklediğini göstermektedir (Şekil 4.22). Ancak ölüm oranlarındaki farklılıklar ise kullanılan inert tozun fiziksel ve kimyasal yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışmamızda *S.oryzae*’ de yeni nesil F1 ergin gelişimi nem ve sıcaklığa bağlı istatistiksel olarak önemli farklılık görülmemiştir. 20 °C sıcaklıkta ve %55 ve %75 orantılı nemde kontrol dâhil tüm dozlarda sırasıyla 17,24 ve 36,04 adet, 25 °C sıcaklıkta aynı koşullarda sırasıyla 18,5 ve 34,3 adet ve 30 °C sıcaklıkta sırasıyla 19,7 ve 36,88 adet ergin meydana gelmiştir (Çizelge 4.1). En yüksek baskılanma oranı 25 °C sıcaklık ve %55 orantılı nemde en yüksek dozda (2000 ppm) %95 olmuştur. Kullanılan inert toz farklı olmakla birlikte, Athanassiou vd (2003) de, ticari DT formülasyonu SilicoSec ile muamele edilen çeltikte 26 °C sıcaklık ve % 60 orantılı nemde, en yüksek iki dozda (1000 ve 1500 ppm) *S. oryzae*’de F1 ergin çıkışı tespit edilmediğini; 500 ppm’de ise bu sayının oldukça düşük olduğunu (<1ergin/kap) bildirilmektedir. Athanassiou vd (2014), ticari DT formülasyonu Keepdry ile muamele edilen buğdayda 20 °C’ de % 55 nemde 50, 200 ve 500 ppm uygulamalarında *S. oryzae* erginlerine karşı F1 gelişiminin tamamen baskılandığını; ancak kontrol grubunda da yeni nesil ergin çıkışının da çok az olduğunu bildirmiştir. F1 gelişimi 30 °C sıcaklıkta % 55 bağıl nemde kontrol grubuna göre 50 ppm’ de önemli ölçüde azalırken; %75 bağıl nemde bu azalma 200 ve 500 ppm’ lik uygulamalarda görülmüştür. 20 °C ve % 55 orantılı nemde 200 ve 500 ppm’ de sırasıyla yaklaşık 17,3-63.4 ve 2,2-8,0 ergin/şişe olduğu bildirilmiştir. Ertürk vd. (2017), Protector ve DEA-P

isimli iki farklı DT' formülasyonların çeltik ile muamelesi sonucu *S. oryzae* erginlerinde 30 °C sıcaklık ve %70 orantılı nem koşullarında 14 günlük uygulama sonunda %100 ölüme sırasıyla 75 ppm ve üzeri doz konsantrasyonunda neden olduğu bildirilmekte; aynı şekilde %100 F1 baskılanma oranları ise Protector ve DEA-P formülasyonlarında sırasıyla 1750 ppm ve 50 pmm' de gerçekleşmiştir. Bizim çalışmamızda ise 30 °C sıcaklık ve %75 orantılı nem koşullarında ise en yüksek F1 baskılanma oranı <%51 olmaktadır (Şekil 4.18). İki çalışma arasındaki farklılıkların inert toz çeşidi başta olmak üzere, orantılı nem, doz ve partikül boyutu gibi etkenlerden kaynaklandığı değerlendirilmektedir.

Çalışmamızda *S. oryzae*' de LD değerleri sıcaklık ve uygulama süresi artışıyla azalmıştır. LD50 değeri 25 °C' de 7, 14 ve 21 günlük uygulamalarda sırasıyla 785.0, 241.1 ve 96.7 ppm olmuştur. Bu değerlerden 14 ve 21 günlük uygulamalar arasında farklılık bulunmazken; 7 günlük uygulama ile diğer tüm uygulamaların (20 °C sıcaklıkta 21 günlük uygulama hariç) LD50 değerleri arasındaki farklılıklar önemsiz olarak bulunmuştur. Benzer eğilim 25 °C sıcaklıkta LD90 için de söylenebilir (Çizelge 4.3-4.7). Diğer çalışmalarla kıyaslandığında; içeriğinde diyatom ve silika jel bulunan Protect-It® (0,3,4,5 ve 6 g/m²) ile bitterbarkomycinle zenginleştirilmiş diyatom formülasyonu DEBBM-P/WP® (0,0.5,1.0, 1.5, ve 2 g/m²) ile üç ayrı türe (*Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus oryzae*, *Tribolium castaneum*) karşı yapılan bir çalışmada LD50 değerlerinin bütün böceklerde deneme süresiyle orantılı olarak arttığı; kuru olarak denenen dozların WP formülasyonlardan daha etkili olduğu görülmüş; bütün dozlarda DEBBM-P/WP®'nin etkinliğinin Protect-It®'den daha yüksek olduğu görülmüştür (Wakil vd. 2010).

Tribolium castaneum erginleri üzerine yapılan denemeler süresince uygulama süresi, doz ve sıcaklık artışına bağlı olarak ölüm oranı artmakla birlikte mutlak ölüme ulaşamamış; elde edilen en yüksek ölüm %26 olarak 2000 ppm konsantrasyonunda 30 °C sıcaklık ve %55 orantılı nemde 21 günlük uygulamada elde edilmiştir (Şekil 4.36). Arnaud vd. (2005), 30 °C sıcaklık % 65 orantılı nem koşullarında buğdayda *T. castaneum* üzerine Protect-It formülasyonunun 400 ppm ve üzeri konsantrasyonlarda 21 günlük uygulama sonucu etkili olduğunu; ancak tüm popülasyonda erginlerin tamamının kontrolünü

sağlamak için 1000 ppm dozun gerektiğini tespit etmiştir. Çoğu popülasyonda Insecto ve Dryacide formülasyonunun 600 ppm dozunda ve 21 günlük uygulamada %90' dan fazla ölüm oranı görülürken; Fildişi Sahilinden (Asm) toplanan erginlerde Insecto ve Dryacide formülasyonuna göre bu oran sırasıyla 88 % ve 22 % olarak bulunmuştur. İki çalışma arasındaki farklılık kullanılan inert toz başta olmak üzere, kullanılan ürün, sıcaklık ve nem koşulları ve uygulama süresinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Kljajic vd. (2010), Minazel Plus ve Minazel isimli iki doğal zeolit formülasyonunun buğdayda *T.castaneum* erginlerinde 24°C sıcaklık ve %45 orantılı nem koşullarında 21 günlük uygulamada %94-100 arasında ölüme neden olduğunu bildirmektedir. Kullanılan zeolitlerin etkinliğinin bağıl hava nemi, böceğin maruz kalma süresi ve tozun özellikleri gibi etkenlerle değişebildiği tespit edilmiştir (Kljajic vd. 2011).

Andrić vd. (2012), Sırbistan orijinli iki doğal zeolit formülasyonunun *T. castaneum*'a karşı buğdayda 24 °C sıcaklık ve %50-55 bağıl nemdeki en yüksek etkinliğinin 500-1000 ppm dozlarında en uzun uygulama süresinde (21 günde) NZ formülasyonunda %36 olduğunu; NZ-Modifiye (NH^{+4} ile modifiye edilmiş zeolit) formülasyonunda ise uygulanan en yüksek dozda (1000 ppm) dahi %11 gibi oldukça düşük oranda gerçekleştiğini bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda zeolit *T. castaneum*'a karşı çeltikte 25 °C sıcaklık ve %55 bağıl nemdeki 500-1000 ppm dozlarında en uzun uygulama süresinde (21 günde) sırasıyla %5 ve 7 olarak bulunmuştur (Şekil 4.43). Ashraf vd (2016) DT formülasyonu Inert-PMS'in buğdayda *T. castaneum* erginlerinde 28°C sıcaklık ve %65 orantılı nem 4 günlük uygulamada 750 ppm dozda %72 oranında ölüme neden olduğunu bildirmektedir. Bizim çalışmamızda zeolit *T. castaneum*'a karşı en yüksek ölüm oranı (%26) etkinliği 30 °C sıcaklık ve %55 bağıl nemde 2000 ppm doz ve en uzun uygulama süresinde (21 gün) ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.36). Yapılan bu tür çalışmalar ile bizim deneme sonuçları arasındaki farklılıklar, kullanılan zeolitlerin etkinliğinin bağıl hava nemi, böceğin maruz kalma süresi ve inert tozun özellikleri gibi etkenlerle değişebildiği tespit edilmiştir (Kljajic vd. 2011).

Çalışmamızda 25 °C sıcaklık ve % 55 orantılı nemde F1 ergin gelişimi, ortalama ergin sayısı olarak 500 ve 1000 ppm' de sırasıyla $5\pm2,2$ ve $3,33\pm1,44$ adet; %75 orantılı nemde ise sırasıyla $3,89\pm1,11$ ve $2,22\pm0,88$ adet olmuştur. F1 ergin gelişimi doz, sıcaklık ve uygulama süresi artışı ile azalırken; orantılı nem artışı ile artmıştır (Çizelge 4.6).

Denemelerde en yüksek baskılanma oranının 25 °C sıcaklık ve % 55 ve 75 orantılı nemde ve 2000 ppm dozda %95 olarak gerçekleştiği görülmüştür. Shayesteh ve Ziaee (2007) ticari bir DT formülasyonu olan SilicoSec ile muamele edilen buğdayda *T. castaneum* erginlerinde 27 °C sıcaklık ve % 55 orantılı nemde 1300 ve 1700 ppm konsantrasyonlarda F1 ergin gelişiminin sırasıyla %80 ve %100 oranlarında baskılandığını bildirmektedir. Kabir (2008)'in DT' nin üç farklı formülasyonu (Protect-It, DiaFil 610 ve Celite 209) ile buğday üzerinde *T. castaneum*'un 40 günlük depolama periyodundan sonra F1 verimi bakımından 26 ve 32 °C sıcaklık ve %48-65 nem koşullarında yaptığı çalışmada, kontrol grubunda döl verimini %16 olarak bulmuş ve yeni nesil ergin çıkışı uygulamalarda en az %95 ve üzerinde baskılandığını tespit etmişlerdir. Literatürde bildirilen çalışmalar arasında F1 ergin gelişiminin çok zayıf olması bakımından benzerlik bulunmaktadır. Genel olarak bu durum; dıştan beslenen bir zararlı olan *T. castaneum*'un ergin öncesi dönemlerinin de inert tozlara doğrudan maruz kalarak ölmesi ve ayrıca sekonder zararlı olan bu türün sağlam tane oranı yüksek olan ortamlarda yeterli düzeyde gelişememesi şeklinde yorumlanabilir (Dobie vd. 1991).

Çalışmamızda *T. castaneum*' da LD değerleri sıcaklık ve uygulama süresi artışıyla azalmıştır. LD₅₀ değeri 30 °C sıcaklık ve %55 orantılı nemde 7, 14 ve 21 günlük uygulamalarda sırasıyla 50555, 50418.38 ve 6025.73 ppm olmuştur. Bu değerlerden 7 ve 14 günlük uygulamalar arasında farklılık bulunmazken; 21 günlük uygulamada LD₅₀ değeri istatistiksel olarak 7 ve 14 günlük uygulamalardan daha düşük olmuştur (Çizelge 4.9). Shayesteh ve Ziaee (2007), 27 °C sıcaklık %5 orantılı nemde DT formülasyonu SilicoSec ile muamele edilen buğdayda, *T. castaneum* erginlerinde 700, 1000, 1300 ve 1700 ppm dozda hesaplanan LD₅₀ değerini 7 günlük uygulama için 913 ppm; 14 günlük uygulama için ise 267 ppm olarak vermektedir. Yapılan bu çalışma ile bizim çalışmamızdaki benzerlik, zararlının maruz kalma süresindeki artışlarla LD₅₀ değerlerinin azalmış olmasıdır. Rigaux vd. (2001), 30 °C sıcaklık ve % 70 orantılı nemde 7 gün boyunca farklı dozlarda (400, 600, 1000 ve 2000 ppm) Protect-It_(ticari DT) ile muamele edilen buğdaya maruz bırakılan 14 farklı *T. castaneum* popülasyonunda LD₅₀ değerini en toleranslı ırk için 414 ppm, en duyarlı ırk için ise 238 ppm olarak hesaplamıştır.

Çalışmamızda 25 °C sıcaklık ve %55±5 orantılı nem koşullarında yürütülen 90 ve 180 gün süreli uzun dönem uygulamalarında doz artışıyla birlikte (200, 400, 600 ve 800 ppm) çeltikte gelişen *S. oryzae* ergin sayısında düşüş saptanmıştır (Şekil 4.74). Ayrıca, 800 ppm dozda *S. oryzae*' de gözlenen en yüksek baskılanma oranlarının 90 ve 180 günlük

uygulamalarda sırasıyla %66 ve %72 olması, zeolitin *S. oryzae*'yi uzun dönemde belli bir düzeyde baskı altında tutabileceğini göstermektedir. Benzer şekilde, aynı koşullarda, uzun dönem uygulamalarında doz artışıyla birlikte çeltikte gelişen *T.castaneum* ergin sayısında düşüş saptanmıştır (Şekil 4.75, 4.76). *T.castaneum*'da da 180 günlük uygulamada 400 ppm ve üzeri dozlarda baskılanma oranlarının %50 ve üzerinde olması (Şekil 4.75), zeolitin *T.castaneum* popülasyonlarını da uzun dönemde belli bir düzeyde baskı altına alabileceğini göstermektedir. Eroğlu (2015), farklı dozlarda (200,400,600 ve 800 ppm) Zeolit + %30 silikajel karışımından oluşan formülasyon ile muamele edilen arpada 25 °C ve % 55 orantılı nemde 90 günlük uygulama sonunda *T.confusum* ergin sayısının doz artışına bağlı olarak azaldığını; ancak aynı koşullarda 180 günlük uygulama sonunda ergin sayısının kontrol grubuna göre önemli farklılık göstermediğini; dolayısıyla zeolitin baskılayıcı etkinin sınırlı olabileceğini ifade etmektedir. Benzer şekilde bizim çalışmamızda da aynı koşullarda *T. castaneum* erginlerinde 90 günlük uygulama sonucunda kontrol grubuna göre ergin sayısı doz artışına bağlı olarak azalmakla birlikte zeolitin baskılayıcı etkisinin en yüksek %35 olduğu görülmektedir (Şekil 4.72). Eroğlu (2015)'ten farklı olarak bizim çalışmamızda 180 günlük uygulamada da ergin sayısı doz artışına bağlı olarak azalmış ve zeolitin popülasyon üzerinde baskılayıcı etkisinin daha yüksek olarak $\leq$ %60 düzeylerinde gerçekleşmiştir (Şekil 4.75). Dolayısıyla zeolitin etkinliğinin gerek formülasyon ve gerekse zararlı tür bağlamında değişebileceği değerlendirilebilir.

Vayias vd (2006), 25 °C ve % 55 orantılı nemde 500, 1000 ve 1500 ppm dozda Insecto, PyriSec ve SilicoSec isimli ticari DT formülasyonları ile muamele edilen buğdayda *T. confusum*'da elde edilen ölüm oranlarının doza bağlı artmak üzere 90 günlük uzun süreli uygulamalarda her üç DT formülasyonu için % 98-100 aralığında olduğunu; 180 günlük uygulamada ise Insecto için %80-100; Pyrisec için 590-100 ve Silicosec için ise 598-100 aralığında olduğunu; mısırdaki ölüm oranlarının gene doza bağlı artmakla birlikte daha düşük olduğunu; 90 günlük uzun süreli uygulamalarda insecto için %23-60; pyrisec için %20-55 ve silicosec için ise %20-58 aralığında olduğunu; 180 günlük uygulamada ise insecto için %10-47; pyrisec için %18-30 ve silicosec için ise %7-18 aralığında olduğunu bildirmektedir. Mısırdaki etkinliğin görece çok daha düşük olması DT formülasyonlarının tane üzerindeki tutulumuyla ilgilidir. Sonuçları bu bakımdan bizim çalışmamızla kıyasladığımızda; uzun süreli uygulamalarda, doz artışına bağlı ölüm oranında artış

görülmesi bakımından benzerlik teşkil etmekle birlikte; başta tür ve ürün farklılığına bağlı değişik inert toz kullanılması ölüm oranını etkilediği düşünülmektedir.

Athanassiou vd. (2005), 26 °C ve % 57 orantılı nem koşullarında farklı dozlarda (750, 1000 ve 1500 ppm) üç farklı ticari DT formülasyonu (Insecto, SilicoSec ve Pyrisec) ile muamele edilen ve 450 gün süresince depolanan arpa ve buğdayda aylık etkinlik değerlendirmelerinde deneme başlangıcında (sıfırinci ay) sırasıyla %99.1 ve %100 olan öldürücü etkinini zaman içinde azalmak suretiyle 90. günde sırasıyla %98.7 ve %98.8; 180. günde sırasıyla %99.1 ve %98.2; 360. günde sırasıyla %94.1 ve % 76.6 ve 450. günde ise sırasıyla %68.4 ve %49.4 olarak gerçekleştiği belirtilmiştir. Dolayısıyla zaman bağlamında etkinliğin azalması yönüyle bizim çalışmamızı destekler niteliktedir. Öte yandan aynı çalışmada *S. oryzae*'de deneme başlangıcında (sıfırinci ay) 750, 1000 ve 1500 ppm dozlarda sırasıyla %99,7, %100 ve %100 olan ölüm oranının; 90. günde sırasıyla %96.8; % 98.4 ve % 99.1; 180. günde sırasıyla %98.4, % 98.4 ve %99.1; 360. günde sırasıyla %70, % 90.4, % 95.6 ve 450. günde ise sırasıyla %42.4, %62.1 ve % 72.0 olarak belirtilmiştir. Dolayısıyla zaman bağlamında etkinlik azalmakla birlikte bu azalma düşük dozlarda yüksek dozlara kıyasla daha fazla olmuştur. Bu sonuçlar bu yönüyle bizim çalışmamızı destekler mahiyettedir. Athanassiou vd. (2005) araştırmalarında üç farklı DT arasında da etkinlik yönüyle farklılıklar tespit etmiştir. Araştırmacılar Insecto, PyriSec ve SilicoSec formülasyonları için deneme başlangıcında (sıfırinci ay) sırasıyla %100, %100 ve %99.9 olan etkinliğin 90. günde sırasıyla %98.7, %97.4, % 99.1; 180. günde sırasıyla %98.4, % 98.4, % 99; 360. günde sırasıyla %77.6, % 95.2, % 83.3 ve 450. günde ise sırasıyla %46.6, %66.7 ve %63.3'e düştüğünü tespit etmiştir. Dolayısıyla deneme başlangıcında (sıfırinci ay) etkinlik bakımından DT formülasyonları arasında fark görülmezken depolama süresinin artışıyla etkinlikte önemli farklılıkların ortaya çıktığı ifade edilmiştir. Bizim çalışmamızda her ne kadar tek bir zeolit formülasyonu ele alınmış olsa da farklı inert toz uygulamalarında etkinlik yönünden farklılıkların tespiti yönüyle her iki çalışma birbirini destekler mahiyettedir.

Sonuç olarak, böcekler tüm dünyada insanoğlunun besin bağlamında en önemli rakibi olmuştur. Depolanmış ürünlerde ise bu etki özellikle önemlidir; zira bu ürünler büyük bir üretim faaliyetinin sonucunda hem doğrudan ve hem de uzun vadede gıda olarak kullanım vasfına sahip nihai ürünlerdir. Günümüzde depolanmış ürün zararlılarına karşı mücadelede kullanılan geleneksel toksik fumigant ve rezidüel insektisitlerin iyi bilinen sağlık ve çevre sorunlarına yol açması ve ayrıca zararlılarda direnç gelişimi nedeniyle zaman içinde etkilerini yitirmesi, bu zararlılarla mücadelede sürdürülebilir doğal

alternatif mücadele vasıtalarının geliştirilmesini zorlamaktadır. Örneğin dünya biyopestisit pazarının 2019 yılında 4.3 Milyar ABD Doları olan pazar payının (dünya pestisit pazarının yaklaşık %10'u) 2025 yılında 8.5 Milyar ABD Dolarına çıkacağı tahmin edilmektedir (Anonim, 2020). Bu sürece Türkiye kökenli hammadde ve kimyasal içerikteki yeni formülasyonların geliştirilmesi şeklinde katkı sunulması gerek insan, hayvan ve çevre sağlığı ve gerekse de ekonomi bakımından oldukça önem arz etmektedir. Zararlı böceklerle savaşmada memelilere karşı toksik etki göstermeyen biyolojik ve doğal kökenli materyal içinde son yıllarda inert tozlar üzerine yoğun çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Bu bağlamda daha ziyade diatom toprakları üzerinde durulmuştur. Inert tozlar içinde yer alan zeolitin insektisidal özellikleri üzerine yapılan çalışmaların sayısı ise görece oldukça azdır. (Field ve Korunic, 2000; Stathers, 2003). Öte yandan ülkemizin doğal zeolit rezervi ise oldukça yüksektir. Dolayısıyla zararlı böceklerle savaşmada Ülkemizin zeolit potansiyelinin değerlendirilmesine yönelik çalışmalar anlamlı olacaktır.

Farklı coğrafik alanlardan gelen zeolitlerde sediment tipi ve zeolitin hangi tarihi çağda oluşmaya başladığına kadar kullanılan böcek türü ve kombinasyonu da zeolitin etkinliğinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Burada sunulan çalışmamızda zeolitin etkinliğinin değerlendirildiğinde, her iki zararlı türünde (*S.oryzae* ve *T.castaneum*) de uygulama süresi ve doz artışına bağlı olarak ölüm oranlarında artış görülmüş; ancak, bağıl nem artışında ölüm oranları düşmüştür. Ayrıca sıcaklığın artışına bağlı *S.oryzae* erginlerinde mutlak ölüm 25 °C sıcaklıkta görülürken; *T.castaneum* erginlerinde mutlak ölüm görülmemiştir (Şekil 4.1 ve 4.36).

Bu çalışmada elde ettiğimiz sonuçlar zeolitin depolanmış ürünlerde zararlı böceklerle savaşmada ümitvar olduğu yönündedir. Ancak ürün, zararlı, partikül iriliği gibi konularda ilave çalışmalara gereksinim duyulmaktadır. Keza zeolitin entegre mücadele ilkeleri çerçevesinde diğer mücadele vasıtalarıyla birlikte kullanımı üzerinde de çalışmaların yapılması önemlidir. Günümüzde doğal inert tozların mücadelede yaygın kullanımının önündeki en önemli engellerden bir tanesi etkili dozun -1500 ppm ve üzeri - yüksek olmasıdır. Dolayısıyla etkili dozun düşürülmesine yönelik çalışmalar oldukça değerli olacaktır. Bu bağlamda inert tozların böceklere zehirli doğal materyal (örneğin bitki esansiyel yağları gibi) ile birlikte formülasyonu çalışmalarına özel önem verilmesi gereklidir.

6. KAYNAKLAR

- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. Journal of Economic Entomology, 18, 265-267.
- Alagöz, V. (2016). Çeşitli türk diyatomit topraklarının çeltik ve pirinç üzerinde pirinç biti (*Sitophilus oryzae* L.) ve kırma bitine (*Tribolium confusum* du Val.) karşı insektisidal etkinliği. Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ
- Aldryhim, Y. N.1990. Amorphous Silica Dust, Dryacide, Against *Tribolium confusum* Duv. and *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Tenebrionidae and Curculionidae). Journal of tored Products Research, 26. 207-210.
- Alkan, M. ve Ertürk, S. 2020. Insecticidal Efficacy and Repellency of Trans-Anethole Against Four Stored-Product Insect Pests. DOI: 10.15832/ankutbd.445671.
- Arbogast, R.T. 1991. Beetles: Coleoptera. In: Gorham. J.R. (Ed.). Ecology and Management of Food-Industry Pests. Food and Drug Administration Technical Bulletin, 4. 131–176.
- Arthur, F. H. 2000b. Toxicity of diatomaceous earth to red flour beetles and confused flour beetles (Coleoptera: Tenebrionidae): effects of temperature and relative humidity. J. Econ. Entomol. 93: 526-532.
- Aitken, A.D. 1975. Insect Travellers. Volume I. Coleoptera. No. 31.
- Athanassiou, C. G., Kavallieratos, N. G., Tsaganou, F. C., Vayias, B. J., Dimizas, C. B., ve Buchelos. C. T. H. 2003. Effect of grain type on the insecticidal efficacy of SilicoSec against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). Crop Prot. 22: 1141-1147.
- Athanassiou, C. G., Vayias, B. J., Dimizas, C. B., Kavallieratos, N. G., Papagregoriou, A. S., ve Buchelos. C. TH. 2005a. Insecticidal efficacy of diatomaceous earth against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) on stored wheat: influence of dose rate, temperature and exposure interval. J. Stored Prod. Res. 41: 47-55.
- Athanassiou, C.G. ve Kavallieratos, N.G., 2005b. Insecticidal effect and adherence of PyriSecs in different grain commodities. Crop Prot. 24, 703-710.
- Athanassiou, C. G., N. G. Kavallieratos, ve C. M. Meletsis. 2007. Insecticidal effect of three diatomaceous earth formulations, applied alone or in combination, against

three stored-product beetle species on wheat and maize. J. Stored Prod. Res. 43(4):330-334.

Athanassiou, C. G., Kavallieratos, N. G., Vayias, B. J., Tomanovi'c, Z., Petrovi'c, A., Rozman, V., Adler, C., Korunic, Z. ve Milovanovi'c, D. 2011. Laboratory evaluation of diatomaceous earth deposits mined from several locations in central and southeastern Europe as potential protectants against coleopteran grain pests. Crop protection 30: 329-339.

Andric, G.G. Markovic, M.M., Adamovic, M., Dakovic, A., Golic, M.P. ve Kljajić, P.J. 2012. Insecticidal potential of natural zeolite and diatomaceous earth formulations against rice weevil (Coleoptera: Curculionidae) and red flour beetle (Coleoptera: Tenebrionidae). Journal of Economic Entomology, 105(2), 670-8.

Anonim, 2011. <http://mkaraca365.blogcu.com/zeolit-clinoptilolit-hoylandit/194846> (Access: 06/ 2011).

Anonim, 2018. Tarım Ürünleri Piyasaları: Çeltik. Ocak 2018, Ürün no: 05 <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDFTarimUrunleriPiyasaları/2018-OcakTarimUrunleriRaporu/2018-Ocak20Celtik.pdf> (erişim: 13.01.2018).

Anonim, 2020. Biopesticides Market by Type (Bioinsecticides, Biofungicides, Bionematicides, and Bioherbicides), Source (Microbials, Biochemicals, and Beneficial Insects), Mode of Application, Formulation, Crop Application, and Region - Global Forecast to 2025. https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/biopesticides-67.html?gclid=Cj0KCQjwtsv7BRCmARIsANu-CQdn3A-wo5T_ft3aibcAcmEa7nUH4w9dvPnUHQY8a0LwTJnGu4oHwIaAl4gEALw_wcB

Arnaud, L., Lang, H. T. T., Brostaux, Y. ve Haubruge, E. 2005. Efficacy of diatomaceous earth formulations admixed with grain against populations of *Tribolium castaneum*. J. Stored Prod. Res. 41: 121-130.

Arthur, F. H. 1996. Grain protectants: current status and prospects for the future. J. Stored Prod. Res. 32: 293-302.

Arthur, F. H. 2000. Toxicity of diatomaceous earth to red flour beetles and confused flour beetles (Coleoptera: Tenebrionidae): effects of temperature and relative humidity. J. Econ. Entomol. 93: 526-532.

- Athanassiou, C.G. Kavallieratos, N.G. ve Andris, N.S. 2004. Insecticidal effect of three diatomaceous earth formulations against adults of *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae) on oat, rye and triticale. *Journal of Economic Entomology*, 97, 2160–2167.
- Athanassiou, C.G. Kavallieratos, N.G. Economou I.P. Dimizas, C.B. Vayias, B.J. Tomanovic, S.A. Milutinovic, M. 2005. Persistence and Efficacy of Three Diatomaceous Earth Formulations Against *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) on Wheat and Barley. *J. Econ. Entomol.* 98(4): 1404-1412 (2005)
- Ashraf, M. Wakıl, Hafeez, W. Farooq, F. M. 2016. Persistence and insecticidal efficacy of a diatomaceous earth formulation, Inert-PMS, in stored wheat grain against *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens), *Liposcelis paeta* Pearman, *Rhyzopertha dominica* (F.) and *Tribolium castaneum* (Herbst). *Türk. entomol. derg.*, 2016, 40 (2): 107-115.
- Bacaltchuk, B. Beckel, H. Deckers, E. Sundfeld, E. Santos dos J. P., Biagi, J. D. Celaro, J. C. Faroni, L. R. D' A. Bortolini, L. de O. F. Sartori, M. R. Elias, M. C. Guedes, R. N. C., Fonseca da R. G. ve Scussel, V. M. 2006. Proceedings of the 9th International Conference on Stored-Product Protection. ABRAPOS, Rodovia.
- Baldwin, R. ve Fasulo, T.R.. 2010. Confused Flour Beetle, *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Insecta: Coleoptera: Tenebrionidae) and Red Flour Beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst) (Insecta: Coleoptera: Tenebrionidae). Florida Insect Management Guide for Stored Grain Pests, Publication: EENY289.
- Beriş, G., Ferizli A.G. ve Emekci M. 2011. Diatom Toprağının *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrychidae)'nın Ölüm ve Yavru Verimi Üzerine Etkileri *Tarım Bilimleri Dergisi Journal of Agricultural Sciences*, 17: 8594.54.
- Bheemanna, M. 1986. Studies on biology of rice weevil *Sitophilus oryzae* Linnaeus (Curculionidae: Coleoptera) and host resistance in sorghum. M. Sc. (Agri.) Thesis, University of Agricultural Sciences Dharwad.
- Bodroza-Solarov, M., Kljajic, P., Andric, G., Filipcev, B. ve Dokic, L., 2012. Quality parameters of wheat grain and flour as influenced by treatments with natural zeolite and diatomaceous earth formulations, grain infestation status and endosperm vitreousness. *J. Stored Prod. Res.* 51, 61-68.
- Boyer, S., Zhang, H. ve Lemperiere, G., 2012. A review of control methods and resistance mechanisms in stored-product insects. *Bull. Entomol. Res.* 102, 213-229.
- Bowman, RS., 2002. Applications of surfactant-modified zeolites to environmental remediation. *Microporous and Mesoporous Materials* (2003) 61: 43–56.

- Dizlek, H., 2012. Tahılların depolanmasında etkili olan başlıca etmenler. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 7 (2) 48-59.
- DPT., 2001. Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Genel Endüstri Mineralleri II (Mika-Zeolit-Lületaşı) Çalışma Grubu Raporu. Ankara
- Dowdy, A. K., ve P. G. Fields. 2000. Heat combined with diatomaceous earth to control the confused flour beetle (Coleoptera: Tenebrionidae) in a flour mill. J. Stored Prod. Res. 38: 11-22.
- Donahaye, E.J. ve Messer, E., 1992. Reduction in grain storage losses of small-scale farmers in tropical countries. Research Report RR-91-7, The Allan Shawn Feinstein World Hunger Program, Brown University, USA.
- Ebeling, W. 1971. Sorptive dust for pest control. Annual Review of Entomology, 16, 123-158.
- Emekçi, M. ve Ferizli, A.G. 2000. Current status of stored products protection in Turkey. Integrated Protection of Stored Products, IOBC Bulletin 23(10), 39-46.
- Emekci, M., Ferizli, A. G., Tunçbilek, A. Ş., Işıkber, A. A., Akan, K. ve Tütüncü, Ş., 2015. Depolanmış Ürün Zararlılarıyla Mücadele, Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi, 2015.
- Eroglu, N., Sakka, M. K., Emekci, M. ve Athanassiou, C. G. 2019. Effects of zeolite formulations on the mortality and progeny production of *Sitophilus oryzae* and *Oryzaephilus surinamensis* at different temperature and relative humidity levels. Journal of Stored Products Research 81 (2019): 40-45.
- Eroglu, N., Emekci, M. ve Athanassiou C. G., 2017. Applications of natural zeolites on agriculture and food production. *J Sci Food Agric* 2017; 97: 3487–3499.
- Ertürk S., Ferizli A.G. ve Emekci M., 2017. Evaluation of diatomaceous earth formulations for the control of rice weevil, *Sitophilus oryzae* L., 1763 (Coleoptera: Curculionidae) in stored rice. Turk. entomol. derg., 2017, 41 (3): 347-3.
- FDA GRAS List. Database of Select Committee on GRAS Substances (SCOGS) Reviews. Sodium Aluminasilicates. Accessed November 2014.

Ferizli, A.G. ve Emekci, M., 2010. Depolanmış ürün zararlılarıyla savaşım, sorunlar ve çözüm yolları. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi 11-15 Ocak 2010 Ankara, Bildiriler Kitabı 2, 579-587 (2010).

Fields, P., Allen, S., Korunic, Z., McLaughlin, A. ve Stathers, T. 2003. Standardized testing for diatomaceous earth, In P. F. Credland pp. 779-784.

Freo, J.D., Rosso, N.D., de Moraes, L.B.D., Dias, _A.R.G., Elias, M.C. ve Gutkoski, L.C., 2011. Physicochemical properties and silicon content in wheat flour treated with diatomaceous earth and conventionally stored. J. Stored Prod. Res. 47, 316-320.

Fields, P.G. and Korunic, Z. 2000. The effect of grain moisture content and temperature on the efficacy of diatomaceous earths from different geographical locations against stored-product beetles. Journal of Stored Products Research, 36, 1-13.

Fu, F. ve Wang, Q., (2011). Removal of heavy metal ions from wastewaters: A review. J.Environ.Manage.92:407-418.

Golob, P. 1997. Current status and future perspectives for inert dusts for control of stored product insects. Journal of Stored Products Research, 33:69–79.

Guedes, R.N.C. ve Pereira, E.J.G., 2008. Maize weevil x insecticides: pyrethroid resistance, associated fitness costs and mitigation, and management implications. In: Burton, E.N., Williams, P.V. (Eds.), Crop Protection Research Advances. Nova Science Publishers Inc., pp. 125-150.

<http://www.tesav.org.tr/wp-content/uploads/2018/03>

<http://www.accessdata.fda.gov/scripts/fcn/fcnDetailNavigation.cfm?rpt=scogsLi sting&id=281>

Hagstrum, D.W. and Subramanyam Bh. 2006. Fundamentals of Stored-Product Entomology. AACC International. St. Paul. MN.

Hardman, J. M. 1977. Environmental changes associated with the growth of populations of *Sitophilus oryzae* (L.) confined in small cells of wheat. *Journal of Stored Products Research*, 13:45-52.

Haryadi, Y., Sharief, R., Hubeis, M. ve Herawati, I. 1994. Effect of zeolite on the development of *Sitophilus zeamais* Motsch, In: Proceedings of the Sixth International Working Conference on Stored-product Protection, 17-23 April, Canberra, Australia, CAB International, Wallingford, UK, 633-634.

- Hill, R.J., Edwards, R.E. ve Carthew, P. 1990. Early changes in the pleural mesothelium following intrapleural inoculation of the mineral fibre erionite and the subsequent development of mesotheliomas. *Journal of Experimental Pathology*, 71(1), 105.
- Hill, D. S. (2002). *Pests of stored foodstuffs and their control*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Howe, R.W. 1965. A summary of estimates of optimal and minimal conditions for population increase of some stored product insects. *Journal of Stored Products Research*, 1, 177-184.
- Holmes, D.A., 1994. Zeolites. In: Carr, D.D. (Ed.), *Industrial Minerals and Rocks*, sixth ed. Society for Mining, Metallurgy and Exploration, Inc., Littleton, Colorado, pp. 1129-1158.
- Hoseney, R. C., 1986. *Principles of Cereal Science and Technology*, American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota, U.S.A.
- Jha, V.K. ve Hayashi S.. Modification on natural clinoptilolite zeolite for its NH_4^+ retention capacity, *J. Hazard. Mater.* 169 (1–3) (2009) 29–35.
- Kam, S.K., Kim, K.S., Ahn, B.J. ve Lee, M.G. 2002. Adsorption and desorption of triadimefon by natural and synthetic zeolites. *Hwahak Konghak*; 40(2):265–273.
- Kavallieratos, N.G., Athanassiou, C.G., Vayias, B.J. ve Maistrou, S.N., 2007. Influence of temperature on susceptibility of *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae) strains to three modified diatomaceous earth formulations. *Florida Entomologist* 90, 616–625.
- Kavallieratos N. G., Athanassiou C. G., Korunic Z. ve Mikeli N. H., 2015. Evaluation of three novel diatomaceous earths against three stored - grain beetle species on wheat and maize. *Crop protection* 15: 132-138.
- Kavita, J. 2006. Biology and management of rice weevil, *Sitophilus oryzae* L. in pop sorghum. M. Sc. (Agri.) Thesis, University of Agricultural Sciences Dharwad.
- Kljajc, P., Andric, G., Adamovic, M., Bodroza-Solarov, M., Markovic, M. ve Peric. I. 2010a. Laboratory assessment of insecticidal effectiveness of natural zeolite and diatomaceous earth formulations against three stored- product beetle pests. *Journal of Stored Products Research*, 46, 1-6.

- Kljajic, P. Andric, G., Adamovic, M. ve Prazic Golic, M. 2010b. Laboratory evaluation of insecticidal effectiveness of a natural zeolite formulation against *Sitophilus oryzae* (L.), *Rhyzopertha dominica* (F.) and *Tribolium castaneum* (Herbst) in treated wheat. 10th International Working Conference on Stored Product Protection. Julius-Kuhn-Archiv, 425, 863-868.
- Kljajic, P. Andric, G., Adamovic, M. ve Prazic Golic, M. 2011. Possibilities of application of natural zeolites in stored wheat grain protection against pest insects. Journal on Processing and Energy in Agriculture 15(1), 12-16.
- Kolosova, A. ve Stroka, J., 2011. Substances for reduction of the contamination of feed by mycotoxins: a review. World Mycotoxin J. 4, 225-256.
- Korunic, Z., Fields, P.G., Kovacs, M.I.P., Noll, J.S., Lukow, O.M., Demianyk, C.J. ve Shibley, K.J., 1996. The effect of diatomaceous earth on grain quality. Postharvest Biology and Technology 9, 373–387.
- Korunic, Z. 1998. Diatomaceous earths, a group of natural insecticides. J. Stored Prod. Res. 34: 87-97.
- Korunic', Z., Cenkowski, S. ve Fields, P.G., 1998. Grain bulk density as affected by diatomaceous earth and application method. Postharvest Biology and Technology 13, 81–89.
- Korunic', Z., 1998. Diatomaceous earths, a group of natural insecticides. Journal of Stored Products Research 34, 87–98.
- Korunic, Z. ve Fields P. G. 2006. Susceptibility of three species of *Sitophilus* to Diatomaceous earth, pp. 681-686 In I. Lorini,
- Longstaff, B. C. (1981). Biology of the grain pest species of the genus *Sitophilus* (Coleoptera: Curculionidae): A critical review. *Protect. Ecol.*, 2: 83–130.
- Lü, J., Sehgal, B. ve Subramanyam, B. 2017. Insecticidal potential of a synthetic zeolite against the cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) (Coleoptera: Bruchidae). Journal of Stored Products Research, 72 : 28-34.
- Malekian, R. Abedi-Koupai, J. ve Eslamian. S. S. 2011. Influences of clinoptilolite and surfactant-modified clinoptilolite zeolite on nitrate leaching and plant growth. Journal of Hazardous Materials 185: 970–976.

- Margeta, K., Logar, N.Z., _Siljeg, M. ve Farka_S, A., 2013. Natural Zeolites in Water Treatment e How Effective is Their Use. In: Water treatment, Elshorbagy, W., Chowdhury, R.K. (Eds.). Intech Publishing, pp. 81-112.
- Mayasari, H.E., Setyadewi, N.M. 2019. Effect of natural zeolite as substrate filler on the properties of NBR/EPDM blend. *Majalah Kulit, Karet, dan Plastik*, 35(1), 25-32, 2019.
- Mewis, I., ve C. Ulrichs. 2001. Action of amorphous diatomaceous earth against different stages of the stored product pests *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae), *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae), *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) and *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae). *J. Stored Prod. Res.* 37: 153-164.
- Misaelides, P., 2011. Application of natural zeolites in environmental remediation: a short review. *Microporous Mesoporous Mater.* 144, 15-18.
- Mumpton, F. A. ve Fishman, P. H., 1977. The Application of Natural Zeolites in Animal Science And Aquaculture. *Journal Of Animal Science*, Vol. 45, No. 5.
- Mumpton, F. A., 1999. La Roca Magica: Uses of Natural Zeolites in Agriculture and Industry. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 96 (7): 3463-3470.
- Narayana, S. K. C., Mutthuraju, G. P., Jagadeesh, E. ve Thirumalaraju, G.T. 2014. Biology of *Sitophilus oryzae* (L.) (ColeopteraP; Curculionidae) on stored maize grains, *Current Biotica*, 8(1): 76-81.
- Ofuya, T. I. ve Credland, P. F. 1995. Response of three populations of the seed beetle, *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae), to seed resistance in selected varieties of cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. *Journal of Stored Products Research*, 31(1): 17-27.
- Özparlak, H. (2003). Böceklerde Kütikulanın Yapısı, Deri Değişirme Ve Diflubenzuron'un (DFB) Etkileri. *S.Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*. 21: 7-19.
- Öz, M., Şahin, D. ve Aral, O. 2016. The Effect of Natural Zeolite Clinoptilolite on Aquarium Water Conditions. *Hacettepe J. Biol. & Chem.*, 2016, 44 (2), 205–208.
- Parlat, S.S., Yildiz, A.O. ve Oguz, H. (1999). Effect of clinoptilolite on performance of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) during experimental aflatoxicosis, *British Poultry Science*, 40:4, 495-500, DOI: 10.1080/00071669987269.

- Payra, P. ve Dutta, P.K., 2003. Zeolites: a primer. In: Auerbach, S.M., Carrado, K.A., Dutta, P.K. (Eds.), Handbook of Zeolite Science and Technology. Marcel Dekker, Inc., New York, NY, pp. 1-19.
- Pereira, C.J., Pereira, E.J.G., Cordeiro, E.M.G., Della Lucia, T.M.C., Totola, M.R. ve Guedes, R.N.C., 2009. Organophosphate resistance in the maize weevil *Sitophilus zeamais*: magnitude and behavior. Crop Prot. 28, 168-173.
- Perez, J.C., Pino, O., Ramirez, S. ve Suris, M. 2012. Evaluation of natural products in the control of *Lasioderma serricorne* (F.) (Coleoptera: Anobiidae) in chickpea under laboratory conditions. Rev. Proteccion Veg. Vol 27 No 1: 26-32.
- Phillips, T.W. ve Throne, J.E., 2010. Biorational approaches to managing stored-product insects. Annu. Rev. Entomol. 55, 375-397.
- Polat, E., Karaca, M., Demir, H. ve Onus, A. N. (2004). Use Of Natural Zeolite (Clinoptilolite) In Agriculture. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research. vol. 12, 2004: 183-189.
- Ramesh, K., Reddy, D.D., 2011. Chapter four e zeolites and their potential uses in agriculture. Adv. Agron. 113, 219-241.
- Rehakova, M., Cuvanova, S., Dzivak, M., Rimar, J. ve Gavalova, Z., 2004. Agricultural and agrochemical uses of natural zeolite of the clinoptilolite type. Curr. Opi. in Solid State and Mater. Sci., 8 (2004) 397-404.
- Rigaux, M., Haubruge, E. ve Fields, P. G. 2001. Mechanisms for tolerance to diatomaceous earth between strains of *Tribolium castaneum*. Entomologia Experimentalis et Applicata 101: 33–39.
- Rumbos, C.I., Sakka, M., Berillis, P. ve Athanassiou, C.G., 2016. Insecticidal potential of zeolite formulations against three storedgrain insects, particle size effect, adherence to kernels and influence on test weight of grains. Journal of Stored Products Research 68 (2016), 93-101.
- Saglam, O., Edde, P.A. ve Phillips, T.W., 2015. Resistance of *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiidae) to fumigation with phosphine. J. Econ. Entomol. 108, 2489-2495.
- Slapajarn, O., Slapajarn, K. ve Boyd, C.E., 2006. Evaluation of Zeolite Products Used for Aquaculture in Thailand. Journal of The World Aquaculture Society, 37: 136-138.

- Shayesteh, N. and Ziaee M. 2007. Insecticidal efficacy of diatomaceous earth against *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Caspian J. Env. Sci.* 2007, Vol. 5 No. 2pp. 119-123.
- Singh, B. K. P. 2017. Study on the life cycle of *Sitophilus oryzae* on rice cultivar Pusa 2-21 in laboratory condition, *International Journal of Education and Applied Sciences Research*, 4(2): 37-42.
- Solomon, M.E. 1951. Control of Humidity with Potassium Hydroxide, Sulphuric Acid, or other Solutions. *Bulletin of Entomological Research*. 42(3):543-554.
- Subramanyam, Bh. ve Roesli, R. 2000. Inert dusts, In: Subramanyam, Bh., Hagstrum, D.W. (Eds), *Alternatives to Pesticides in Stored-Product IPM*. Kluwer Academic Publishers, Boston, USA, pp. 321-380.
- Supriya, O. ve Hath, T.K., 2019. Biology of *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) on Stored Rice Grains during Different Seasons in Terai Agro-Ecology of West Bengal. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci* (2019) 8(4): 1955-1963.
- Tay, W.T., Beckett, S.J. ve De Barro, P.J., 2016. Phosphine resistance in Australian *Cryptolestes* species (Coleoptera: Laemophloeidae): perspectives from mitochondrial DNA cytochrome oxidase I analysis. *Pest Manag. Sci.* 72, 1250-1259.
- Toprak Mahsulleri Ofisi, 2019. *Hububat Sektör Raporu 2018*, Ankara.
- Xiubin, H. Ve Zhanbin, H., 2001. Zeolite application for enhancing water infiltration and retention in loess soil. *Resources. Conserv. Recycl.* 34, 45-52.
- Wakil, W., Ashfaq, M., Ghazanfar, M.U. ve Riasat, T. 2010. Susceptibility of stored-product insects to enhanced diatomaceous earth. *Journal of Stored Products Research*, 46: 248-249.
- Wang, S. ve Peng, Y., 2010. Natural zeolites as effective adsorbents in water and wastewater treatment. *Chem. Eng. J.* 156, 11-24.
- Weaver, R.W. McGilloway, R.L. ve Ming, J.E. D.W. (2003). Gruener, Nitrification in a zeoponic substrate, *Plant Soil* 256 (2) 371–378.
- Wille, J. 1923. Contribution to the biology of rice weevil *C. oryzae* *Zeitschrift Fuer Angewandte*, 9: 333-342.
- Wu, Y., Wu, Q., Zhou, Y. ve Wang, T., 2013. Zeolite improve animal health status and its mechanism. *J. Chin. Cereals Oils Assoc.* 28, 105-111.

- Vayias, B. J., ve Athanassiou. C. G. 2004. Factors affecting efficacy of the diatomaceous earth formulation SilicoSec® against adults and larvae of the confused beetle *Tribolium confusum* Jacquelin DuVal (Coleoptera: Tenebrionidae). Crop Prot. 23: 565-573.
- Vayias, B. J., Athanassiou C. G., Kavallieratos N. G., Tsesmeli, C. D. ve Buchelos C. TH.. 2006a. Persistence and efficacy of two diatomaceous earth formulations and a mixture of diatomaceous earth with natural pyrethrum against *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) on wheat and maize. Pest. Manag. Sci. 62: 456-464.
- Vayias, B. J., C. G. Athanassiou, N. G. Kavallieratos, C. D. Tsesmeli, and C. TH. Buchelos.. 2006b. Susceptibility of different European Populations of *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae) to five diatomaceous earth formulations. J. Econ. Entomol. 99:1899-1904.
- Vayias, B. J. Athanassiou, C.G., Korunic, Z. ve Rozman, V. 2009. Evaluation of natural diatomaceous earth deposits from south-eastern Europe for stored-grain protection: the effect of particle size . Pest Management Science, 65 (10), 1118-1123.
- Vayias, B. J. ve Stephou, V.K. 2009. Factors affecting the insecticidal efficacy of an enhanced diatomaceous earth formulation against three stored-product insect species. Journal of Stored Products Research 45: 226–231.
- Virta, R. L., 2006. Zeolites. 2005 Minerals Yearbook. <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/zeolites/zeolimy05.pdf>
- Zettler, J.L., Halliday, W.R. ve Arthur, F.H. 1989. Phosphine resistance in insects infesting stored peanuts in the southeastern United States. Journal of Economic Entomolog, Vol 82. 1508-1511.
- Zeolyst International, 2009. Zeolite FEQ' s [Internet], Available from <http://zeolyst.com/html/faq.asp>[Access 08/2009].
- Ziaee, M. ve Moharramipour, S., 2012. Efficacy of Iranian diatomaceous earth deposits against *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae). Journal of asia-pacific entomology, 15: 547-553.
- Ziaee, M., 2015. Influence of grain type on the susceptibility of *Tribolium confusum* adults to three diatomaceous earth formulations. Journal Crop Protection, 4(1):113-11.

Ziaee, M., Ebadollahi A. and Wakil W. 2019. Integrating inert dusts with other technologies in stored products protection. Toxin Reviews, DOI: 10.1080/15569543.2019.1633673.



7. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Sibel GÖMEÇ

Doğum Yeri: TRABZON

Medeni Hali : Evli

Doğum Tarihi: 30/08/1986

Yabancı Dili: İngilizce

Eğitim Durumu

Lise: Affan Kitapçıoğlu Lisesi-Trabzon

Lisans: Giresun Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü

Yüksek Lisans: Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl

Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi - Biyolog (2013-2014)

Ankara Üniversitesi Rektörlüğü (2016-devam)

Yer Aldığı Bilimsel Organizasyonlar

Kongre Düzenleme Kurulu Üyesi: 5th Entomopathogens and Microbial Control Congress, 9-11 September 2015, Ankara, Turkey

Ödüller ve Burslar

Şubat–Temmuz 2009 Erasmus/Sokrates Burs Programı, Universidade do Porto Faculdade de CienciasDepartamentoBiologia, Porto/PORTEKİZ.

Alınan Belgeler

Katılım Belgeleri: “Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim Günleri” Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, Mart 20-21, 2012.

“Ekoloji 2012 Sempozyumu” Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Kilis, Mayıs 3-5, 2012.

“21. Ulusal Biyoloji Kongresi” Ege Üniversitesi, İzmir, Eylül 3-7, 2012.

“Ekoloji 2013 Sempozyumu” Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ, Mayıs 2-4, 2013.

“ Proje Hazırlama, Yazma ve Yürütme Eğitimi” Ankara Üniversitesi, Biyoteknoloji Enstitüsü, Ankara, Şubat, 23, 2015.

“5. Uluslararası Entomopatojenler ve Mikrobiyal Kontrol Kongresi” Ankara Üniversitesi, Ankara, Eylül, 9-11, 2015.

Sertifikalar: “Hastane ve Sağlık Kuruluşları Yöneticiliği Başarı Sertifikası” İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Sürekli Eğitim Merkezi, 29 Eylül- 3Ekim, 2014.

“ISO 14001:2004 Environmental Management SystemsInternalAuditor” Tested Ölçüm Belgelendirme ve Eğitim Hizmetleri, 28-29 Haziran, 2014.

“ISO 22000:2005 FoodSafety Management Systems” Tested Ölçüm Belgelendirme ve Eğitim Hizmetleri, 28-29 Haziran, 2014.

“ISO 9001:2008 Quality Management SystemsInternalAuditor” Tested Ölçüm Belgelendirme ve Eğitim Hizmetleri, 28-29 Haziran, 2014.

“ISO/IEC 17025 General Requirementsfort he Competence of TestingandCalibrationLaboratories” Tested Ölçüm Belgelendirme ve Eğitim Hizmetleri, 28-29 Haziran, 2014.

“OHSAS 18001:2007 OccupationalHealthandSafety Management SystemsInternalAuditor” Tested Ölçüm Belgelendirme ve Eğitim Hizmetleri, 28-29 Haziran, 2014.

“GLP GoodLaboratoryPractice” Tested Ölçüm Belgelendirme ve Eğitim Hizmetleri, 28-29 Haziran, 2014.

“GMP GoodManufacturingPractice” Tested Ölçüm Belgelendirme ve Eğitim Hizmetleri, 28-29 Haziran, 2014.

Projelerde Aldığı Görevler

Pamuk Yaprak Kurdu, Spodopteralittoralis (Lepidoptera: Noctuidae) ile tarımsal savaşta potansiyel hedef mide genlerinin belirlenmesi (Bursiyer)
Destekleyen : TUBITAK (2012-2015).

Yayınları

Uluslararası Hakemli Dergiler

Yanar, O.,**Gömeç, S.**, Topkara, E.F., Solmaz, G., Demir, İ.2017. Theeffect of plantquality on survival of *Lymantriadispar* (Lepidoptera: Lymantriidae) larvae infected by *Bacillus thuringiensis* Berliner subsp. *kurstaki*. APPLIED ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL RESEARCH 15(3): 837-847.

Yanar, O., **Gömeç, S.**, Topkara, E.F., Demir, İ., Demirbağ, Z. 2017. The effect of plant quality on survival of *Lymantriadispar* (Lepidoptera: Lymantriidae) larvae infected by nucleopolyhedrovirus. Journal of the Entomological Research Society., 19(1): 39-50.

Yanar, O., Topkara, E.F., **Gömeç, S.** 2016. Synergy of Secondary Compounds In the Artificial Foods of The Last Instar of *Hyphantria cunea* (Drury) (Lepidoptera: Arctiidae), APPLIED ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL RESEARCH 14(3): 195-205.

Uluslararası Kongre Sunum

Güney, G., Caner, E., **Gömeç, S.**, Gürkan, M.O., and Toprak, U. 2017. Effect of synergistics targeting peritrophic matrix on baculoviral activity under laboratory conditions. 6thEntomopathogensandMicrobial Control Congress, Tokat, Turkey, September 14-16.

Ozdemir E., Toprak, U. **Gömeç S.**, Bekkaoui D., Hegedus D., 2015. New targetsites in pestcontrol: Examiningthe role of REPAT proteins in defence against baculoviruses. International Congress on Invertebrate Pathology and Microbial Control and the 48th Annual Meeting of SocietyforInvertebratePathology, 9-13 August 2015, Vancouver, Canada.

Gömeç S., Özdemir E., Caner E., Hegedus D., Toprak U., 2015. Modelingmidgutdefense in responsetopathogens in *Spodopteralittoralis* (Lepidoptera:Noctuidae). 5th EntomopathogensandMicrobial Control Congress, 9-11 September 2015, Ankara, Turkey.

Ozdemir E., Toprak U., Bekkaoui D., Hegedus D., **Gömeç S.**, Caner E., Canlı H., 2015. Insectintestinalmucins in *Spodopteralittoralis*: Sacrifices of baculoviralinfections. 5th EntomopathogensandMicrobial Control Congress, 9-11 September 2015, Ankara, Turkey.

Toprak U., Gürkan M.O., **Gömeç S.**, Özdemir E., Caner E., 2015. Efficacy of different formulations of *Spodoptera littoralis* nucleopolyhedrovirus with synergistics targeting midgut defense under greenhouse conditions. 5th EntomopathogensandMicrobial Control Congress, 9-11 September 2015, Ankara, Turkey.

Toprak,U. And **Cavdar, S.** 2014. Enhancing baculoviral activity by synergistics targeting insect midgut physiology. 7th International Conference on Biopesticides, Antalya, Turkey, 19-24 October.

Çavdar, S.,Topkara, E.F., Yanar, O., Bilgener, M. 2014.*Malacosomaneustria*(Lepidoptera: Lasiocampidae)’nın Son Larva Evresine Sekonder Maddelerin Sinerjitik Etkisi. 22. Ulusal Biyoloji Kongresi, Eskişehir Haziran 24-28

Cavdar, S., Yanar, O., Topkara, E.F., Demir, İ. 2013. The effect of plant quality on survival of *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Lymantriidae) larvae infected by a nucleopolyhedrovirus. 4. Uluslararası Katılımlı Entomopatojenler ve Mikrobiyal Mücadele Sempozyumu, Artvin Çoruh Üniversitesi, Artvin, Eylül 11-14.

Cavdar, S., Yanar, O., Topkara, E.F. 2013. *Bacillus thuringiensis* Berliner kurstaki Tarafından Enfekte Edilen *Lymantria dispar* Larvalarının Hayatta Kalmasına Bitki Kalitesinin Etkisi. 4. Ekoloji Kongresi, Tekirdağ. 2-4 Mayıs.

