

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

TÜRKİYE KÖKENLİ DOĞAL ZEOLİTİN *Rhyzopertha dominica* (L.)
(COLEOPTERA:BOSTRYCHIDAE) VE *Tribolium confusum* du Val
(COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE) ERGİNLERİNE KARŞI DEĞİŞİK
SICAKLIK VE ORANTILI NEMLERDEKİ ETKİNLİĞİ ÜZERİNE
ÇALIŞMALAR

Sibel MARAŞ

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

ANKARA
2021

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

TÜRKİYE KÖKENLİ DOĞAL ZEOLİTİN *Rhyzopertha dominica* (L.)
(COLEOPTERA:BOSTRYCHIDAE) VE *Tribolium confusum* du Val (COLEOPTERA:
TENEBRIONIDAE) ERGİNLERİNE KARŞI DEĞİŞİK SICAKLIK VE ORANTILI
NEMLERDEKİ ETKİNLİĞİ ÜZERİNE ÇALIŞMALAR

Sibel MARAŞ

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mevlüt EMEKÇİ

Bu tezde, Türkiye kökenli doğal zeolitin Klinoptilolit formuyla 0, 250, 500, 750, 1000 ve 2000 ppm konsantrasyonlarında muamele edilen buğdaya, 20, 25 ve 30 °C sıcaklık ile % 55 - 75 orantılı nem koşullarında 7, 14 ve 21 gün süreyle maruz kalmanın *Rhyzopertha dominica* (L.) ve *Tribolium confusum* du Val erginleri üzerindeki öldürücü etkisi ile F1 ergin gelişimi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Klinoptilolit'e maruz kalma süresi ve uygulama dozundaki artışın ölüm oranını arttırdığı görülürken, en yüksek dozda dahi her iki böcekte de mutlak ölüm görülmemiştir.

Klinoptilolit'in *R.dominica* üzerindeki öldürücü etkisi doz, sıcaklık ve maruz kalma süresiyle doğru orantılıyken, nemle ters orantılıdır. *T.confusum*'da ölüm oranı doz, nem oranı ve maruz kalma süresi artışıyla doğru orantılıyken, sıcaklıkla arasında direkt bir bağ bulunamamıştır. En yüksek ölüm oranı 25 °C sıcaklıkta 2000 ppm dozda 21. günde *R.dominica*'da (% 60) % 55 nemde, *T.confusum* 'da ise (% 20) % 75 nemde kaydedilmiştir.

Her iki böcekte de en yüksek F1 baskılanma oranı 20 °C % 55 orantılı nemde kaydedilmiştir. Baskılanma oranı; doz artışıyla artarken, 20 ve 30 °C sıcaklıklarda nem artışıyla azalmış, 25 °C'de nem artışıyla artmıştır.

Uzun süreli uygulamalardaki etkinliğin belirlenmesinde 90 ve 180 gün süreyle 0, 200, 400, 600 ve 800 ppm konsantrasyonlarda, 25 °C sıcaklık ve % 55±5 nemde çalışılmıştır. *R.dominica* (% 57) ve *T.confusum* (% 51) en yüksek baskılanma oranı 90 gün sonunda 800 ppm'de kaydedilmiştir. Zeolitin uzun dönemde popülasyonu belli bir düzeyde baskı altında tutabileceği, ancak baskılayıcı etkinin zamanla kaybolabileceğini görülmüştür.

Sonuçlar değerlendirildiğinde; depo zararlılarıyla mücadelede ham zeolitin koruyucu olarak kullanılabileceği görülmüştür.

Şubat 2021, 170 sayfa

Anahtar Kelimeler: *Rhyzopertha dominica*, *Tribolium confusum*, zeolit, Klinoptilolit, ölüm oranı, F1, baskılanma oranı, LD₅₀

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

STUDIES ON THE EFFICIENCY OF TURKEY ORIGINATED RAW ZEOLITE
AGAINST THE ADULTS OF *Rhyzopertha dominica* (L.) (COLEOPTERA:BOSTRYCHIDAE)
AND *Tribolium confusum* du Val (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE)

Sibel MARAŞ

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Plant Protection

Supervisor: Prof. Dr. Mevlüt EMEKÇİ

In this thesis, *Rhyzopertha dominica* (L.) and *Tribolium confusum* du Val adults exposed to wheat treated with Turkey origin clinoptilolite form of natural zeolite at 0, 250, 500, 750, 1000 and 2000 ppm concentrations at 20, 25, 30 °C temperature and 55% - 75 RH conditions for 7, 14 and 21 days to assess adult mortality and F1 adult development. While increase in dose rate and exposure time increased the mortality, however, complete adult mortality was not observed in both insect species even at the highest dose.

While the lethal effect of clinoptilolite on *R.dominica* adults is directly proportional to dose, temperature and exposure time, it is inversely proportional to humidity. While the mortality rate in *T.confusum* is directly proportional to the increase in dose, humidity and exposure time, no direct link was found with temperature. The highest mortality rate was recorded in *R.dominica* (60%) at 55% RH and at 75% RH in *T.confusum* (20%) on the 21st day at a dose of 2000 ppm at 25 °C.

The highest F1 suppression rate in both insects was recorded at 20 °C 55% relative humidity. While suppression ratio increased with increasing dose, it decreased with the increase of RH at 20 and 30 °C, then accelerated with the increase of RH at 25 °C.

In determining the effectiveness in long-term applications, it was studied under 0, 200, 400, 600 and 800 ppm concentrations, 25 °C temperature and 55 ± 5% RH for 90 and 180 days. The highest suppression rate of *R.dominica* (57%) and *T.confusum* (51%) was recorded at 800 ppm after 90 days. It has been observed that the zeolite can keep the population under a certain level of pressure in the long term, but the suppressive effect may disappear over time.

When the results are evaluated; it has been observed that raw zeolite can be used as a preservative in combating warehouse pests.

February 2021, 170 pages

Keywords: *Rhyzopertha dominica*, *Tribolium confusum*, Zeolite, Klinoptilolite, mortality rate, F1, suppression rate, LD₅₀

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Dünya üzerinde, beslenmede en büyük payı olan gıda maddesi şüphesiz ki tahıllardır. İnsanların günlük enerji ihtiyaçlarının yarısına yakınına sağlayan buğday, tahıllar içerisinde tüketimde ilk sırada yer almaktadır. Gün be gün artan dünya nüfusunu beslemek için buğday üretimini artırmanın yanı sıra üretilen buğdayın evsafı bozulmayacak şekilde muhafazasının sağlanması da çok önemlidir. Depolanmış buğdayda kalite ve kantite yönünden ciddi zararlara neden olan depo zararlılarıyla mücadelede kullanılan pestisitlerin insan sağlığı ve ekosistem üzerindeki olumsuz etkileri dünyanın gündemindedir. Bu çalışma ile depo zararlılarıyla mücadelede, insan sağlığına herhangi bir zararı olmayan, inert tozlardan zeolitın Klinoptilolit formunun insektisit özelliği araştırılmıştır.

Bu tez çalışması, Covid-19 salgınının tüm dünyayı tehdit ettiği dönemde yapılmıştır. Bu zorlu süreçte her aşamada beni yönlendiren, sıkıştığım zamanlarda sakinliği, bilgeliği ve yardımları ile daha emin adımlarla ilerlememi sağlayan, tanımaktan büyük onur duyduğum danışman hocam sevgili Prof. Dr. Mevlüt EMEKÇİ'ye, çalışmalarına katkıda bulunmak adına kıymetli fikirlerini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Ahmet Güray FERİZLİ ile Sayın Prof. Dr. M. Sait ADAK'a, materyal bulma konusunda desteğini esirgemeyen Mısır Araştırma Enstitüsü personeli kıymetli Nurettin TEMURTAŞ'a ve tüm bu çalışmaları yaparken sevgili oğluma ayırmam gereken zamandan 5 dakika bile çalmadığım için, bu süreçte çok zorlanıp yorulsam da aynı zamanda oğluma çocukluğunu doyasıya yaşatabildiğim için en başta kendime çok teşekkür ederim.

SİBEL MARAŞ

Ankara, Şubat 2021

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ETİK.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ.	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	7
3. MATERYAL ve METOT.....	14
3.1 Materyal	14
3.1.1 Çalışmada kullanılan türler	14
3.1.1.1 <i>Rhyzopertha dominica</i> (Fabricius., 1792).....	15
3.1.1.2 <i>Tribolium confusum</i> (Jacquelin du Val., 1861)	16
3.1.2 Buğday.....	17
3.1.3 Zeolit.....	19
3.1.4 Çalışma koşulları.....	20
3.1.5 Diğer materyal.....	20
3.2 Yöntem	24
3.2.1 Besi ortamının hazırlanması	24
3.2.2 <i>Rhyzopertha dominica</i> ve <i>Tribolium confusum</i> kültürlerinin oluşturulması...26	
3.2.2.1 Yumurta döneminin elde edilmesi	27
3.2.2.2 Ergin döneminin elde edilmesi	28
3.2.3 Deneme ortamları.....	28
3.2.4 Klinoptilolit uygulamaları	30
3.2.4.1 Kısa dönem denemeleri.....	30
3.2.4.1.1 Ergin ölümleri ile ilgili denemeler	30
3.2.4.1.2 F1 verimi ile ilgili denemeler	31
3.2.4.2 Uzun dönem denemeleri	31
3.2.5 İstatistiksel analiz	33
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	34

4.1 Kısa dönem biyolojik etkinlik çalışmaları	34
4.1.1 Klinoptilolit'in erginler ve F1 gelişimi üzerindeki etkisi	34
4.1.1.1 <i>Rhyzopertha dominica</i> üzerindeki etkisi	34
4.1.1.1.1 20 °C sıcaklık ve % 55 orantılı nemde Klinoptilolit etkinliği.....	36
4.1.1.1.2 20 °C sıcaklık ve % 75 orantılı nemde Klinoptilolit etkinliği.....	37
4.1.1.1.3 25 °C sıcaklık ve % 55 orantılı nemde Klinoptilolit etkinliği.....	38
4.1.1.1.4 25 °C sıcaklık ve % 75 orantılı nemde Klinoptilolit etkinliği.....	40
4.1.1.1.5 30 °C sıcaklık ve % 55 orantılı nemde Klinoptilolit etkinliği.....	42
4.1.1.1.6 30 °C sıcaklık ve % 75 orantılı nemde Klinoptilolit etkinliği.....	44
4.1.1.1.7 <i>Rhyzopertha dominica</i> erginlerinde Klinoptilolit etkinliğinin “Maruz Kalma Süresi* Sıcaklık* Nem* Doz” kombinasyonlarında değerlendirilmesi	46
4.1.1.1.8 Farklı dozlarda klinoptilolit'in <i>R.dominica</i> F1 verimine etkisinin Sıcaklık* Nem* Doz kombinasyonlarında değerlendirilmesi	66
4.1.1.2 <i>Tribolium confusum</i> üzerindeki etkisi	75
4.1.1.2.1 20 °C sıcaklık ve % 55 orantılı nemde Klinoptilolit etkinliği.....	76
4.1.1.2.2 20 °C sıcaklık ve % 75 orantılı nemde Klinoptilolit etkinliği.....	78
4.1.1.2.3 25 °C sıcaklık ve % 55 orantılı nemde Klinoptilolit etkinliği.....	81
4.1.1.2.4 25 °C sıcaklık ve % 75 orantılı nemde Klinoptilolit etkinliği.....	82
4.1.1.2.5 30 °C sıcaklık ve % 55 orantılı nemde Klinoptilolit etkinliği.....	83
4.1.1.2.6 30 °C sıcaklık ve % 75 orantılı nemde Klinoptilolit etkinliği.....	86
4.1.1.2.7 <i>Tribolium confusum</i> erginlerinde klinoptilolit etkinliğinin “Maruz Kalma Süresi* Sıcaklık* Nem* Doz” kombinasyonlarında değerlendirilmesi	87
4.1.1.2.8 Farklı dozlarda klinoptilolit'in <i>T.confusum</i> F1 verimine etkisinin Sıcaklık* Nem* Doz kombinasyonlarında değerlendirilmesi	107
4.2 Uzun Dönem Uygulamaları.....	114
4.2.1 Klinoptilolit'in <i>Rhyzopertha dominica</i> üzerindeki 90 günlük etkisi.....	116
4.2.2 Klinoptilolit'in <i>Tribolium confusum</i> üzerindeki 90 günlük etkisi.....	117
4.2.3 Klinoptilolit'in <i>Rhyzopertha dominica</i> üzerindeki 180 günlük etkisi.....	117
4.2.4 Klinoptilolit'in <i>Tribolium confusum</i> üzerindeki 180 günlük etkisi.....	118
5. TARTIŞMA	121
KAYNAKLAR	136
EKLER.....	147
EK 1 Analitik Terazî kalibrasyon sertifikası.....	147
EK 2 Hassas Terazî kalibrasyon sertifikası.....	149
ÖZGEÇMİŞ.....	153

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

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

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 <i>R.dominica</i> hayat döngüsü	15
Şekil 3.2 <i>T.confusum</i> hayat döngüsü.....	16
Şekil 3.3 2018 mahsulü Hanlı buğdayı	17
Şekil 3.4 Mısır Araştırma Enstitüsü tescilli ‘Hanlı’ çeşidi özellikleri	18
Şekil 3.5 Manisa ili Gördes yöresinden temin edilen doğal Klinoptilolit.....	19
Şekil 3.6 Tek kullanımlık PVC kaplar	20
Şekil 3.7 Tartımlarda kullanılan Hassas Terazî ve Analitik Terazî	21
Şekil 3.8 İklimlendirme cihazı	22
Şekil 3.9 Hanlı çeşidinin rutubet, protein ve hektolitre ağırlığı değerleri.....	22
Şekil 3.10 Hızlı yöntem rutubet, hektolitre, protein tayin cihazı	23
Şekil 3.11 Denemelerin kurulması esnasında kullanılan araç ve gereçler	23
Şekil 3.12 Böcek yetiştirilmesinde kullanılan buğday kırması ve un	24
Şekil 3.13 Kırma değirmeni, Un değirmeni	25
Şekil 3.14 Böcek yetiştirme kapları	26
Şekil 3.15 <i>Rhyzopertha dominica</i> ve <i>Tribolium confusum</i> ’un yetiştirilmesi	27
Şekil 3.16 Odalar ve iklimlendirme kabini	28
Şekil 3.17 Deneme kapları	29
Şekil 3.18 Uzun dönem deneme kapları	32
Şekil 4.1 Klinoptilolitle 20 °C ve % 55 nemde yapılan çalışmada <i>R.dominica</i> ölüm oranları (%)	36
Şekil 4.2 Klinoptilolitle 20 °C ve % 55 nemde yapılan çalışmada <i>R.dominica</i> F1 baskılanma oranları (%)	36
Şekil 4.3 Klinoptilolitle 20 °C ve % 75 nemde yapılan çalışmada <i>R.dominica</i> ölüm oranları (%)	37
Şekil 4.4 Klinoptilolitle 20 °C ve % 75 nemde yapılan çalışmada <i>R.dominica</i> F1 baskılanma oranları (%)	37
Şekil 4.5 Klinoptilolitle 25 °C ve % 55 nemde yapılan çalışmada <i>R.dominica</i> ölüm oranları (%)	38
Şekil 4.6 Klinoptilolitle 25 °C ve % 55 nemde yapılan çalışmada <i>R.dominica</i> F1 baskılanma oranları (%)	38
Şekil 4.7 25 °C - % 55 nemde farklı dozlarda uygulanan zeolitin 7 (üst-sol), 14 (üst-orta) ve 21 günde (sağ) <i>R. dominica</i> erginleri üzerindeki letal etkileri.....	39
Şekil 4.8 Klinoptilolitle 25 °C ve % 75 nemde yapılan çalışmada <i>R.dominica</i> ölüm oranları (%)	40

Şekil 4.9 Klinoptilolitle 25 °C ve % 75 nemde yapılan çalışmada <i>R.dominica</i> F1 baskılanma oranları (%)	40
Şekil 4.10 25 °C - % 75 nemde farklı dozlarda uygulanan Klinoptilolitin 7 (üst-sol), 14 (üst-orta) ve 21 günde (sağ) <i>R. dominica</i> erginleri üzerindeki letal etkileri	41
Şekil 4.11 Klinoptilolitle 30 °C ve % 55 nemde yapılan çalışmada <i>R.dominica</i> ölüm oranları (%)	42
Şekil 4.12 Klinoptilolitle 30 °C ve % 55 nemde yapılan çalışmada <i>R.dominica</i> F1 baskılanma oranları (%)	42
Şekil 4.13 30 °C - % 55 nemde farklı dozlarda uygulanan Klinoptilolitin 7 (üst-sol), 14 (üst-orta) ve 21 günde (sağ) <i>R. dominica</i> erginleri üzerindeki letal etkileri	43
Şekil 4.14 Klinoptilolitle 30 °C ve % 75 nemde yapılan çalışmada <i>R.dominica</i> ölüm oranları (%)	44
Şekil 4.15 Klinoptilolitle 30 °C ve % 75 nemde yapılan çalışmada <i>R.dominica</i> F1 baskılanma oranları (%)	44
Şekil 4.16 30 °C - % 75 nemde farklı dozlarda uygulanan Klinoptilolitin 14 (orta) ve 21 günde (sağ) <i>R. dominica</i> erginleri üzerindeki letal etkileri	45
Şekil 4.17 Klinoptilolitin 20, 25 ve 30 °C sıcaklıkta <i>R. dominica</i> erginleri üzerindeki etkisi	48
Şekil 4.18 Klinoptilolitin farklı dozlarının <i>R. dominica</i> erginleri üzerindeki öldürücü etkisi	49
Şekil 4.19 Klinoptilolitin farklı dozlarının 20, 25 ve 30 °C sıcaklıkta <i>R. dominica</i> üzerindeki etkisi	50
Şekil 4.20 Klinoptilolitin 20, 25 ve 30 °C sıcaklıkta farklı dozlarının <i>R. dominica</i> üzerindeki etkisi	50
Şekil 4.21 Klinoptilolite maruz kalma süresinin <i>R. dominica</i> üzerindeki etkisi	51
Şekil 4.22 Klinoptilolitin 20, 25 ve 30 °C sıcaklıkta ve farklı maruz kalma sürelerinde <i>R. dominica</i> erginleri üzerindeki etkisi	52
Şekil 4.23 Klinoptilolitin değişik dozlarına 7, 14 ve 21 gün maruz kalmanın <i>R. dominica</i> üzerindeki etkisi	52
Şekil 4.24 Klinoptilolitin farklı dozlarına 7, 14 ve 21 gün maruz kalmanın <i>R. dominica</i> üzerindeki etkisi	53
Şekil 4.25 Klinoptilolit dozlarına 20, 25, 30 °C sıcaklıklarda 7, 14 ve 21 gün maruz kalmanın <i>R. dominica</i> erginleri üzerindeki etkisi	54
Şekil 4.26 Klinoptilolitin farklı dozlarının 20, 25, 30 °C sıcaklıkta ve 7, 14, 21 gün maruz kalma sürelerinde <i>R. dominica</i> üzerindeki etkisi	55
Şekil 4.27 Klinoptilolitin % 55 ve % 75 orantılı nemde <i>R. dominica</i> erginleri üzerindeki etkisi	56

Şekil 4.28 Klinoptilolitinin 20, 25 ve 30 °C sıcaklıklar ile % 55- 75 nemlerde <i>R. dominica</i> üzerindeki etkisi	57
Şekil 4.29 Klinoptilolitinin 20, 25 ve 30 °C sıcaklıklar ile % 55- 75 nemlerde <i>R. dominica</i> üzerindeki etkisi	57
Şekil 4.30 Klinoptilolitinin farklı dozlarının % 55 ve 75 nemlerde <i>R. dominica</i> üzerindeki etkisi	58
Şekil 4.31 Klinoptilolitinin farklı dozlarının % 55 ve 75 nemlerde <i>R. dominica</i> üzerindeki etkisi	58
Şekil 4.32 % 55 ve 75 nemlerde Klinoptilolite maruz kalma sürelerinin <i>R. dominica</i> üzerindeki etkisi	59
Şekil 4.33 Klinoptilolitinin farklı dozlarında 20, 25, 30 °C sıcaklıklar ile % 55 ve 75 nemin <i>R. dominica</i> üzerindeki etkisi	60
Şekil 4.34 Klinoptilolitinin farklı dozlarında 20, 25, 30 °C sıcaklıklar ile % 55 ve 75 nemin <i>R. dominica</i> üzerindeki etkisi	61
Şekil 4.35 Klinoptilolitinin farklı dozlarında 20, 25, 30 °C sıcaklıklar ile % 55 ve 75 nemin <i>R. dominica</i> üzerindeki etkisi	61
Şekil 4.36 20, 25, 30 °C sıcaklıklar ile % 55 ve 75 nemde Klinoptilolite maruz kalma sürelerinin <i>R. dominica</i> üzerindeki etkisi	62
Şekil 4.37 20, 25, 30 °C sıcaklıklar ile % 55 ve 75 nemde Klinoptilolite maruz kalma sürelerinin <i>R. dominica</i> üzerindeki etkisi	62
Şekil 4.38 20, 25, 30 °C sıcaklıklar ile % 55 ve 75 nemde Klinoptilolite maruz kalma sürelerinin <i>R. dominica</i> üzerindeki etkisi	63
Şekil 4.39 Klinoptilolitinin farklı dozlarına % 55 ve 75 nemde 7, 14, 21 gün maruz kalınmasının <i>R. dominica</i> üzerindeki etkisi	63
Şekil 4.40 Klinoptilolitinin farklı dozlarının 21. gün sayımlarında 20, 25, 30 °C sıcaklıklar ile % 55 - 75 nemde <i>R. dominica</i> üzerindeki etkisi	64
Şekil 4.41 Klinoptilolitinin farklı dozlarının 21. gün sayımlarında 20, 25, 30 °C sıcaklıklar ile % 55 - 75 nemde <i>R. dominica</i> üzerindeki etkisi	64
Şekil 4.42 Klinoptilolitinin 2000. ppm dozunun 20, 25, 30 °C sıcaklıklar ile % 55 - 75 nemde 7, 14, 21 günde <i>R. dominica</i> üzerindeki etkisi	65
Şekil 4.43 Klinoptilolitinin 2000. ppm dozunun 20, 25, 30 °C sıcaklıklar ile % 55 - 75 nemde 7, 14, 21 günde <i>R. dominica</i> üzerindeki etkisi	65
Şekil 4.44 Farklı sıcaklık koşullarında <i>R. dominica</i> F1 verimi	69
Şekil 4.45 Farklı nem koşullarında <i>R. dominica</i> F1 verimi	69
Şekil 4.46 Klinoptilolitinin farklı dozlarında <i>R. dominica</i> F1 verimi	70
Şekil 4.47 Sıcaklık ve nemin <i>R. dominica</i> F1 verimine etkisi	71
Şekil 4.48 Sıcaklık ve dozun <i>R. dominica</i> F1 verimine etkisi	71
Şekil 4.49 Nem ve uygulama dozunun <i>R. dominica</i> F1 verimine etkisi	72

Şekil 4.50 Nem, sıcaklık ve uygulama dozunun <i>R. dominica</i> F1 verimine etkisi.....	73
Şekil 4.51 Nem, sıcaklık ve uygulama dozunun <i>R. dominica</i> F1 verimine etkisi.....	73
Şekil 4.52 Klinoptilolitle 20 °C ve % 55 nemde <i>T.confusum</i> ölüm oranları (%).....	76
Şekil 4.53 Klinoptilolitle 20 °C ve % 55 nemde yapılan çalışmada <i>T.confusum</i> F1 baskılanma oranları (%).....	76
Şekil 4.54 20 °C - % 55 nemde farklı dozlarda uygulanan Klinoptilolitin 14 (sol) ve 21 günde (sağ) <i>T. confusum</i> erginleri üzerindeki letal etkileri.....	77
Şekil 4.55 Klinoptilolitle 20 °C ve % 75 nemde <i>T.confusum</i> ölüm oranları (%).....	78
Şekil 4.56 Klinoptilolitle 20 °C ve % 75 nemde yapılan çalışmada <i>T.confusum</i> F1 baskılanma oranları (%).....	78
Şekil 4.57 20 °C - % 75 nemde farklı dozlarda uygulanan Klinoptilolitin 7 (üst-sol), 14 (üst-orta) ve 21 günde (sağ) <i>T. confusum</i> erginleri üzerindeki letal etkileri	79
Şekil 4.58 Klinoptilolitle 25 °C ve % 55 nemde <i>T.confusum</i> ölüm oranları (%).....	80
Şekil 4.59 Klinoptilolitle 25 °C ve % 55 nemde yapılan çalışmada <i>T.confusum</i> F1 baskılanma oranları (%).....	80
Şekil 4.60 Klinoptilolitle 25 °C ve % 75 nemde <i>T.confusum</i> ölüm oranları (%).....	81
Şekil 4.61 Klinoptilolitle 25 °C ve % 75 nemde yapılan çalışmada <i>T.confusum</i> F1 baskılanma oranları	81
Şekil 4.62 25 °C - % 75 nemde farklı dozlarda uygulanan Klinoptilolitin 21 günde <i>T. confusum</i> erginleri üzerindeki letal etkisi	82
Şekil 4.63 Klinoptilolitle 30 °C ve % 55 nemde yapılan çalışmada <i>T.confusum</i> ölüm oranları	83
Şekil 4.64 Klinoptilolitle 30 °C ve % 55 nemde yapılan çalışmada <i>T.confusum</i> F1 baskılanma oranları	83
Şekil 4.65 30 °C - % 55 nemde farklı dozlarda uygulanan zeolitin 21 günde <i>T. confusum</i> erginleri üzerindeki letal etkisi.....	84
Şekil 4.66 Klinoptilolitle 30 °C ve % 75 nemde yapılan çalışmada <i>T.confusum</i> ölüm oranları	85
Şekil 4.67 Klinoptilolitle 30 °C ve % 75 nemde yapılan çalışmada <i>T.confusum</i> F1 baskılanma oranları	85
Şekil 4.68 30 °C - % 75 nemde farklı dozlarda uygulanan zeolitin 21 günde <i>T. confusum</i> erginleri üzerindeki letal etkisi.....	86
Şekil 4.69 Klinoptilolitin 20, 25 ve 30 °C’de <i>T. confusum</i> erginleri üzerindeki etkisi...88	88
Şekil 4.70 Klinoptilolitin farklı dozlarının <i>T. confusum</i> erginleri üzerindeki öldürücü etkisi.....	91
Şekil 4.71 Klinoptilolitin farklı dozlarının 20, 25 ve 30 °C sıcaklıkta <i>T. confusum</i> üzerindeki etkisi	92

Şekil 4.72 Klinoptilolite maruz kalma süresinin <i>T. confusum</i> üzerindeki etkisi.....	93
Şekil 4.73 Klinoptilolit 20, 25 ve 30 °C’ de 7, 14 ve 21 gün maruz kalma sürelerinde <i>T. confusum</i> erginleri üzerindeki etkisi	94
Şekil 4.74 Klinoptilolit 7, 14 ve 21 gün maruz kalma sürelerinde ve 20, 25 ve 30 °C sıcaklıkta <i>T. confusum</i> erginleri üzerindeki etkisi.....	94
Şekil 4.75 Klinoptilolit değişik dozlarına 7, 14 ve 21 gün maruz kalma sürelerinin <i>T. confusum</i> üzerindeki etkisi.....	95
Şekil 4.76 Klinoptilolit farklı dozlarına 7, 14 ve 21 gün maruz kalmanın <i>T. confusum</i> üzerindeki etkisi	96
Şekil 4.77 Klinoptilolit dozlarına 20, 25, 30 °C sıcaklıklarda 7, 14 ve 21 gün maruz kalmanın <i>T. confusum</i> erginleri üzerindeki etkisi	97
Şekil 4.78 Klinoptilolit dozlarına 20, 25, 30 °C sıcaklıklarda 7, 14 ve 21 gün maruz kalmanın <i>T. confusum</i> erginleri üzerindeki etkisi	98
Şekil 4.79 Klinoptilolit % 55 ve % 75 orantılı nemde <i>T. confusum</i> erginleri üzerindeki etkisi	99
Şekil 4.80 Klinoptilolit 20, 25 ve 30 °C sıcaklıklar ile % 55- 75 nemlerde <i>T. confusum</i> üzerindeki etkisi	100
Şekil 4.81 Klinoptilolit farklı dozlarının % 55 ve 75 nemlerde <i>T. confusum</i> üzerindeki etkisi	101
Şekil 4.82 Klinoptilolit farklı dozlarının % 55 ve 75 nemlerde <i>T. confusum</i> üzerindeki etkisi.....	101
Şekil 4.83 % 55 ve 75 nemlerde Klinoptilolite maruz kalma sürelerinin <i>T. confusum</i> üzerindeki etkisi	102
Şekil 4.84 Klinoptilolit farklı dozlarında 20, 25, 30 °C sıcaklıklar ile % 55 ve 75 nemin <i>T.confusum</i> üzerindeki etkisi.....	103
Şekil 4.85 20, 25, 30 °C sıcaklıklar ile % 55 ve 75 nemde Klinoptilolite maruz kalma sürelerinin <i>T. confusum</i> üzerindeki etkisi	104
Şekil 4.86 Klinoptilolit farklı dozlarının 20, 25, 30 °C sıcaklıklar ile % 55 ve 75 nemde <i>T. confusum</i> üzerindeki etkisi	105
Şekil 4.87 2000 ppm’ de 20, 25, 30 °C sıcaklıklar, % 55- 75 nem ve maruz kalma süresinin <i>T. confusum</i> üzerindeki etkisi.....	106
Şekil 4.88 Farklı sıcaklık koşullarında <i>T. confusum</i> F1 verimi	110
Şekil 4.89 Farklı nem koşullarında <i>T. confusum</i> F1 verimi	110
Şekil 4.90 Klinoptilolit farklı dozlarında <i>T. confusum</i> F1 verimi.....	111
Şekil 4.91 Sıcaklık ve nemin <i>T. confusum</i> F1 verimine etkisi.....	111
Şekil 4.92 Sıcaklık ve dozun <i>T. confusum</i> F1 verimine etkisi	112
Şekil 4.93 Nem ve uygulama dozunun <i>T. confusum</i> F1 verimine etkisi.....	113

Şekil 4.94 Uygulama dozu ve nemin <i>T. confusum</i> F1 verimine etkisi.....	113
Şekil 4.95 25 °C ve % 55±5 nemde 90 gün süreyle farklı dozlarda Klinoptilolite maruz bırakılmanın türler bazında etkisi.....	115
Şekil 4.96 25 °C ve % 55±5 nemde 180 gün süreyle farklı dozlarda Klinoptilolite maruz bırakılmanın türler bazında etkisi.....	115
Şekil 4.97 25 °C ve % 55±5 nemde 90 gün süreyle farklı dozlarda Klinoptilolitin <i>Rhyzopertha dominica</i> erginlerini baskılama oranları	116
Şekil 4.98 25 °C ve % 55±5 nemde 90 gün süreyle farklı dozlarda Klinoptilolitin <i>Tribolium confusum</i> erginlerini baskılama oranları	117
Şekil 4.99 25 °C ve % 55±5 nemde 180 gün süreyle farklı dozlarda Klinoptilolitin <i>Rhyzopertha dominica</i> erginlerini baskılama oranları	118
Şekil 4.100 25 °C ve % 55±5 nemde 180 gün süreyle farklı dozlarda Klinoptilolitin <i>Tribolium confusum</i> erginlerini baskılama oranları	119
Şekil 4.101 90 gün sayımlarının doz*tür bazında incelenmesi.....	120
Şekil 4.102 180 gün sayımlarının doz*tür bazında incelenmesi.....	121

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 2011-2020 Yılları Türkiye Buğday Ekim Alanı, Üretimi ve Verimi.....	1
Çizelge 3.1 <i>Rhyzopertha dominica</i> ve <i>Tribolium confusum</i> 'un sistematikteki yeri	14
Çizelge 4.1 20, 25 ve 30 °C sıcaklık ile % 55- 75 orantılı nemlerde, farklı dozlarda Klinoptilolit ile muamele edilmiş buğday ile <i>R. dominica</i> erginlerinde 7, 14 ve 21 gün maruz kalma sürelerinde elde edilen ölüm oranlarına ilişkin tekrarlı ölçümler (repeated measures) varyans analiz tablosu	35
Çizelge 4.2 Klinoptilolitle 25 °C ve % 55 nemde <i>R.dominica</i> LD ₅₀ verileri ve eğim	39
Çizelge 4.3 Klinoptilolitle 25 °C ve % 75 nemde <i>R.dominica</i> LD ₅₀ verileri ve eğim	41
Çizelge 4.4 Klinoptilolitle 30 °C ve % 55 nemde <i>R.dominica</i> LD ₅₀ verileri ve eğim	43
Çizelge 4.5 Klinoptilolitle 30 °C ve % 75 nemde <i>R.dominica</i> LD ₅₀ verileri ve eğim	44
Çizelge 4.6 Klinoptilolitin farklı konsantrasyonlarının 20, 25 ve 30 °C sıcaklıkta, % 55- 75 nem ve 7, 14 ve 21 gün maruz kalma sürelerinde <i>R. dominica</i> erginleri ölüm oranı (%).....	46
Çizelge 4.7 Klinoptilolite 20, 25, 30 °C'de ve 7, 14, 21 gün maruz kalma sürelerinde <i>R. dominica</i> F1 ergin gelişimi üzerindeki etkisine ilişkin varyans analiz tablosu.....	66
Çizelge 4.8 Klinoptilolitin farklı dozlarında 20, 25 ve 30 °C sıcaklıkta ve % 55- 75 nem koşullarında <i>Rhyzopertha dominica</i> F1 verimi	67
Çizelge 4.9 Farklı sıcaklık ve orantılı nemlerde farklı dozlarda zeolit ile muamele edilen buğday ile <i>T.confusum</i> erginlerinde farklı uygulama sürelerinde elde edilen ölüm oranlarına ilişkin tekrarlı ölçümler (repeated measures) varyans analiz tablosu	75
Çizelge 4.10 Klinoptilolitle 20 °C ve % 55 nemde <i>T. confusum</i> LD ₅₀ verileri ve eğim	76
Çizelge 4.11 Klinoptilolitle 20 °C ve % 75 nemde <i>T. confusum</i> LD ₅₀ verileri ve eğim	79
Çizelge 4.12 Klinoptilolitle 25 °C ve % 75 nemde <i>T. confusum</i> LD ₅₀ verileri ve eğim	82
Çizelge 4.13 Klinoptilolitle 30 °C ve % 55 nemde <i>T. confusum</i> LD ₅₀ verileri ve eğim	84
Çizelge 4.14 Klinoptilolitle 30 °C ve % 75 nemde <i>T. confusum</i> LD ₅₀ verileri ve eğim	86
Çizelge 4.15 20, 25 ve 30 °C sıcaklık ile % 55- 75 orantılı nemlerde, farklı dozlarda Klinoptilolit ile muamele edilmiş buğday ile <i>T. confusum</i> erginlerinde 7, 14 ve 21 gün maruz kalma sürelerinde elde edilen ölüm oranlarına ilişkin tekrarlı ölçümler (repeated measures) varyans analiz tablosu	87

Çizelge 4.16 Klinoptilolitinin farklı konsantrasyonlarının 20, 25 ve 30 °C sıcaklıkta, % 55- 75 nem ve 7, 14 ve 21 gün maruz kalma sürelerinde <i>T. confusum</i> erginleri ölüm oranı.....	89
Çizelge 4.17 Klinoptilolite 20, 25, 30 °C’de ve 7, 14, 21 gün maruz kalma sürelerinde <i>T. confusum</i> F1 ergin gelişimi üzerindeki etkisine ilişkin varyans analiz tablosu	107
Çizelge 4.18 Klinoptilolitinin farklı dozlarında 20, 25 ve 30 °C sıcaklıkta ve % 55- 75 nem koşullarında <i>Tribolium confusum</i> ’ da F1 ergin gelişimi	108
Çizelge 4.19 25 °C ve % 60 nemde 90 - 180 gün süreyle farklı dozlarda Klinoptilolite maruz kalmanın <i>R. dominica</i> ve <i>T. confusum</i> üzerine etkisi	114
Çizelge 4.20 <i>R. dominica</i> ’da 90 gün süreyle farklı dozlarda Klinoptilolite maruz kalınma sonucu elde edilen canlı ergin birey sayısı.....	117
Çizelge 4.21 <i>T. confusum</i> ’da 90 gün süreyle farklı dozlarda Klinoptilolite maruz kalınma sonucu elde edilen canlı ergin birey sayısı.....	118
Çizelge 4.22 <i>R. dominica</i> ’da 180 gün süreyle farklı dozlarda Klinoptilolite maruz kalınma sonucu elde edilen canlı ergin birey sayısı.....	119
Çizelge 4.23 <i>T. confusum</i> ’da 180 gün süreyle farklı dozlarda Klinoptilolite maruz kalınma sonucu elde edilen canlı ergin birey sayısı.....	120

1. GİRİŞ

Ülkemizde 23,1 milyon hektar alan işlenebilir özelliktedir. Tarım alanlarımızın nadas alanları hariç % 66,6' sı (15,4 milyon hektar) tarla ziraatına ayrılmıştır. Bu alanın da yaklaşık % 70'inde (10,7 milyon hektar) tahıl ekilmektedir. Toplam tahıl ekim alanları içerisinde % 64'lük pay ile ilk sırada buğday ürünü yer almaktadır. Buğdayı % 27' lik pay ile arpa, % 5,9' luk pay ile mısır, % 1' lik pay ile çeltik takip etmektedir (TÜİK, 2019).

Çizelge 1. 1 2011-2020 Yılları Türkiye Buğday Ekim Alanı, Üretimi ve Verimi

Yıllar	Ekim Alanı (Ha)	Üretim (Ton)	Verim (Kg/Ha)
2011	8.096.000	21.800.000	2.704
2012	7.529.639	20.100.000	2.672
2013	7.726.000	22.050.000	2.845
2014	7.919.208	19.000.000	2.429
2015	7.866.887	22.600.000	2.872
2016	7.671.945	20.600.000	2.710
2017	7.668.879	21.500.000	2.800
2018	7.299.270	20.000.000	2.740
2019	6.846.327	19.000.000	2.780
2020	6.922.236	20.500.000	2.960

Kaynak: TÜİK, 2020

Ülkemizde her bölgede yetiştirilebilen buğday özellikle İç Anadolu Bölgesi'nde yaygın olarak üretilmektedir. 2017 yılı ekmeklik buğday üretiminde %32'lik pay ile ilk sırada İç Anadolu Bölgesi yer almaktadır. Bunu %18 ile Marmara Bölgesi ve %15 ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi izlemektedir. Buğday üretimi konusunda kendine yeterliliği oldukça yüksek düzeyde olan ülkemizin TÜİK verilerine göre 2016/17 dönemi yeterlilik derecesi % 103,8'dir. Ancak bazı yıllar olumsuz iklim koşullarına bağlı olarak üretim ve kalitede yaşanan sorunlardan dolayı talep karşılanamamaktadır (TMO 2017 Yılı Hububat Raporu).

Bununla birlikte, depolama aşamasında yaşanan bazı sıkıntılar da üründe kıymet kaybına neden olmaktadır. Ürünün geç hasat edilmesi, hasada yakın meydana gelen yağışların üründeki rutubet miktarını artırması, kurutma işleminin düzgün yapılmaması gibi etkenlerin yarattığı zararın yanı sıra depolanacak alanda sanitasyon işlemlerinin düzgün yapılmaması ve depodaki mevcut nem miktarı da depolanacak üründe meydana gelen kıymet kaybının başlıca nedenleridir. Depolanmış ürün zararlıları, üründe doğrudan zararlı olabildiği gibi, diğer zararlıların gelişimine ortam sağlamak ve/veya faaliyetleri sırasında üründeki rutubet miktarını artırmak suretiyle küf, mantar vb gelişmesine uygun ortam yaratmak yoluyla da dolaylı olarak zarar meydana getirebilmektedirler. Aynı zamanda ürünün evsafını bozarak renk, koku, tat değişikliği ve besin değerinde azalmaya da neden olmaktadır.

Dünya genelinde tahıllarda ürünün depolanması esnasında meydana gelen kayıpların toplam hasadın neredeyse yaklaşık % 50'sine ulaştığı belirtilmektedir (Fornal vd., 2007). Ancak bu oran teknik imkânlar ile de ilgili olarak, ülkelere göre değişiklikler gösterebilmektedir.

Depolanmış ürünlerde *Sitophilus oryzae* larvaları ile yetişkinlerin istilasının tahıl ağırlığında yaklaşık % 75 oranında kayba neden olduğunu ve tahıl kalitesini düşürdüğünü rapor edilmiştir (Dal Bello vd., 2001).

Costa S.J., (2014), Afrika'da geleneksel depolama yöntemlerinden Polipropilen torbalar ile mısır ürününün 90 gün boyunca depolanmasının ardından üründe meydana gelen kaybın Uganda'da % 59,48, Burkina Faso'da ise % 54,05 olduğu belirtmiştir.

Rhyzopertha dominica'nın (F.) (Coleoptera: Bostrychidae), küresel dağılıma sahip, depolanmış tahıllarda ciddi hasara neden olan bir zararlı olduğunu rapor edilmiştir (Hagstrum ve Subramanyam, 2009). Hill (2003)' e göre primer bir zararlı olan *R. dominica* sağlam tanelerde oldukça kolay zarara neden olabilmektedir ve diğer primer zararlıların gelişimini sınırlandıran nem oranı olan % 9 nem seviyesinde bile tahıllarda gelişebilmektedir. Benzer şekilde Edde (2012)'ye göre; diğer primer depo zararlılarının aksine, *R. dominica* kuru tanelerde de hızla gelişip ve çoğalabilmektedir.

Depolanmış hububatta ve hububat bazlı ürünlerde en büyük zarara neden olan ikinci zararlının *Tribolium confusum* olduğunu belirtilmiştir (İbrahim ve Salem, 2019).

Mohammed (2013)'e göre *T. confusum*'un neden olduğu zarar, dünyanın toplam tarımsal üretiminin % 5- 30'una denk gelmektedir.

Ekmeklik buğday çeşitlerinde *Sitophilus granarius* L.'un 6 aylık depolama süreci sonunda tane ağırlığı, hacim ağırlığı ve un veriminde düşüşe neden olduğu; ayrıca artan böcek sayısına bağlı olarak buğdayların kül, mineral madde (Fe, Cu, Zn, Mn, Ca ve Mg) ve protein miktarı ile asitlik değerlerinin arttığı, pH değerlerinin düştüğü, tiamin, riboflavin ve yağ miktarlarının da azaldığı bildirilmektedir (Keskin, 2011). Böcek bulaşık buğday örneklerinin öğütülmesiyle elde edilen unlarda da gene böcek sayısındaki artışa bağlı olarak kül ve protein miktarları ile asitlik değerlerinin arttığı; sedimentasyon ve pH değerleri, yağ miktarı, gluten miktarı ve gluten indeks değerlerinin düştüğü tespit edilmiştir. Unların farinograf ve ekstensograf özelliklerinin böcek üremesinden olumsuz yönde etkilendiği, böcek sayısındaki artışın ekmek özelliklerini de etkilendiği; bu bağlamda ekmek hacmi, spesifik hacim ve penetrometre değerinin düştüğü tespit edilmiştir.

Hindistan' da yapılan bir çalışmada *Trogoderma granarium* ile % 25 oranında bulaşık buğday ürününde tiamin, riboflavin ve niasin vitaminlerinde sırasıyla % 13, 38 ve 69 oranlarında, mısır ürününde ise % 75 bulaşıklıkta sırasıyla % 65, 59 ve 32 oranlarında kayıplar olduğu görülmüştür (Jood ve Kapoor, 1994).

Böcek istilasının hububat tanelerinin lipitleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, *T. granarium* ile bulaşık buğday ürünüde toplam lipitlerde (% 7- 23) oranında azalma olduğu saptanmıştır (Jood vd., 1996).

Pakistan’da yapılan bir çalışmada 12 ay depolamanın ardından 1000 tane ağırlığının 43,01 g’dan 39,62 g’a, hektolitre ağırlığının 74 kg/hl’dan 66,6 kg/hl’a, protein miktarının % 11,82’den % 8,87’e, kül miktarının % 2,03’ten % 1,60’a, nişasta miktarının % 66’dan % 61,57’ye, düşme sayısının 312 s’dan 283 s’yeye, su kaldırma oranının % 66,4’dan % 62,5’e, gelişme zamanının 6,82 dakikadan 4,52 dakika’ya ve stabilitenin 10,13 dakika’dan 7,35 dakika’ya düştüğü gözlenmiştir (Chattha ve vd., 2015).

Kumar ve Kalita (2017), Afrika’da tahıl kayıplarının yaklaşık % 57’sinin Koleopterlerden meydana geldiğini rapor etmişlerdir.

Tüm bu kayıpların önüne geçmek açısından, depolanmış ürün zararlılarıyla savaşmada toksik insektisit ve fümigant kullanımı oldukça yaygın olarak uygulanmaktadır. Fakat depolanmış ürünlerde kimyasal madde kalıntılarına karşı artan hassasiyet ve kimyasal madde kullanımı sonucu zamanla ortaya çıkan direnç, depolarda alternatif savaşım yöntemlerinin önemini giderek arttırmaktadır. Depolanmış ürünlerde zararlı böceklerle savaşmada kullanılabilecek kimyasal maddelerin sayısı son derece kısıtlıdır.

Çok sık ve yaygın olarak aynı (aktif maddeyi içeren) insektisitlerin kullanımı, seleksiyon baskısı nedeniyle dirençli birey sayısının popülasyon içindeki oranında artışa neden olmaktadır. Bu durum, sahip olunan insektisitlerin alternatiflerinin azalmasına yol açmaktadır. Bu nedenle sürdürülebilir bir mücadele yöntemine ihtiyaç duyulmaktadır.

Depolanmış ürün zararlılarıyla geleneksel olarak fümigantlar (özellikle fosfin) ve koruyucu etkili insektisitler kullanılarak mücadele edilmektedir. Ancak günümüzde pek çok zararlı türü yukarıda açıklanan nedenlerden ötürü gerek fosfine ve gerekse koruyucu insektisitlere karşı tüm dünyada yaygın bir direnç geliştirmiş durumdadır (Collins, 1998; Collins ve Wilson, 1987; Daglish, 2007, Nayak ve Collins, 2008, Koçak vd., 2015).

1960lı yıllarda depo zararlılarıyla mücadelede Malathion kullanımı oldukça yaygındı (Winks ve Bailey, 1965). Ancak ilerleyen dönemde pek çok türde yaygın oranda malathion'a dayanıklılık gelişimi görülmesi bu insektisiti yetersiz hale getirmiştir (Champ ve Dyte, 1976). Bunun üzerine yeni tahıl koruyucular üzerinde çalışmalar yapılmış ve çoğunlukla ikili kombinasyonlar geliştirilmiştir. Fakat zamanla böcekler, bu ikili kombinasyonlara karşı da direnç gelişimi göstermişlerdir. Farklı zamanlarda yapılan çalışmalarda; *R. dominica* ilk önce pyrethroid bioresmetrin'e (Collins vd., 1993), daha sonra da juvenil hormon analogu (JHA) metoprene'e (Collins, 1998) karşı direnç geliştirmiştir.

Tribolium castaneum pyrethroidlere (Collins, 1990), ve *Oryzophilus surinamensis* ise Organik Fosforlu İnsektisitlere (Collins ve Wilson, 1987) karşı direnç gelişimi göstermişlerdir.

Avustralya'da *R. dominica* (F.), *S. oryzae* (L.), *T. castaneum* (Herbst), *Oryzaephilus surinamensis* (L.) ve *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) ile yapılan bir çalışmada Malathion-dayanıklı *R. Dominica* ile mücadelede organik fosforlu insektisitlerin başarısız olduğu ve çalışmada kullanılan *R. dominica*'nın 3 ırkının da organik fosforlu insektisitlere dayanıklı olduğu, bir *R. dominica* ırkının yalnızca organik fosforlu insektisitlere dayanıklı olduğu, diğer ırkın ise aynı zamanda methoprene de dayanıklı olduğu görülmüştür. Bir *O. surinamensis* ırkının organik fosforlu insektisitlere dayanıklı olduğu, bir *T. castaneum* ırkının pyrethroidlere dayanıklı olduğu ve bir *C. ferrugineus* ırkının yalnızca malathiona dayanıklılık geliştirdiği görülmüştür (Daglish G.J., 2007).

Günümüzde tüm dünyada depolanmış ürün zararlılarıyla savaşımında kullanım kolaylığı ve hızlı etki göstermesi nedeniyle en çok kimyasal savaşım kullanılmakta olup, Türkiye'de depo zararlılarına karşı yaklaşık 297 ton pestisit kullanıldığı kayıtlıdır (Emekçi ve Ferizli, 2000). Ülkemizde mücadelede kullanılan en yaygın yöntem olan fümigasyonda; yaygın olarak fosfin ve metil bromit kullanılmış olup, Montreal Protokolü uyarınca 2004 yılında ülkemizde depolarda metil bromit kullanımı yasaklanmıştır. Diğer taraftan fosfinin bilinçsiz kullanımı özellikle direnç gelişimine neden olduğu için bu fümigantın da etkinliğinde ciddi sıkıntılar yaşanmaktadır.

2015 yılında Türkiye’de *T. castaneum* popölasyonlarında fosfin direncinin belirlenmesine yönelik yapılan bir çalışmada popölasyonların tümünde direnç geliştiğı ve direnç oranının 196 kata kadar ulaştığı belirlenmiştir (Koçak vd., 2015).

Yapılan tüm bu çalışmalar neticesinde; insektisit uygulamalarında rastlanan direnç gelişimi ve üründe meydana gelen kalıntıların insan sağlığı bakımından yarattığı zararlar, depo zararlılarıyla mücadelede alternatif mücadele yöntemleri geliştirilmesine yol açmıştır. Alternatif yöntemler içinde inert toz uygulamaları fiziksel etki şekli ve doğal-organik yapılarıyla ön plana çıkmaktadır. İnert tozlar böceklerin derisinde mekanik aşınmaya bağı su kaybına neden olarak ölüme yol açmaktadır.

Bu araştırma ile Türkiye menşeli Zeolit türevlerinden Klinoptilolit formunun depolanmış buğdayın önemli zararlılarından olan *Rhyzopertha dominica* ve *Tribolium confusum* erginleri üzerindeki etkinliğı, laboratuvar koşullarında ekmeklik buğdayda üç farklı sıcaklık (20, 25, 30°C) ve iki farklı orantılı nem koşullarında (% 55-75) araştırılarak uygulamaya yönelik temel verilerin elde edilmesi ve ayrıca bu alanda literatürdeki boşluğun doldurulması hedeflenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Depolanmış ürün zararlılarıyla mücadelede geçmişten bugüne dek, inert tozlarla yapılan çalışmalar tarihsel sıralamasıyla bu bölümde verilmektedir.

Banks ve Fields (1995)'a göre, depo zararlılarıyla mücadelede fiziksel kontrol; zararlıları ortadan kaldırmak veya zararlı popülasyonunu tolere edilebilir düzeye indirebilmesi için uygulanan yöntemleri kapsamaktadır. Bu yöntemler içerisinde sıcaklık, bağıl nem kontrolü en sık kullanılanlar içerisinde yer almaktadır. Sıcaklığın 14 °C' ye indirilmesi pek çok depolanmış ürün zararlısında popülasyon gelişimini yavaşlatacaktır. Sıcaklığın 14 °C altına inmesi ise özellikle ergin hale gelmemiş bireylerde ölümle sonuçlanacaktır. Bununla birlikte 40-65 °C gibi yüksek sıcaklıklar da depolanmış ürün zararlıları için ölümcüldür. Depo ortamının içerisindeki CO₂, O₂ ve N₂ oranlarının değiştirilmesi de ortamı böcekler için ölümcül hale getirir. Depo içi bağıl nemin % 55'in altına düşürülmesi pek çok zararlıda popülasyon büyümesini azaltmaktadır. İnert tozlar böceklerin kütikula tabakasına zarar vererek onların su kaybından ölmelerine neden olur. İnert tozlar; çeşitli toprakların yer aldığı birinci grup, çeşitli minerallerin yer aldığı ikinci grup, sentetik silika içerikli üçüncü grup ve doğal silika tozları içeren dördüncü grup olmak üzere 4 grup altında toplanmaktadır. Diatom toprağı ve zeolit dördüncü grup içerisinde yer almaktadır.

Korunıcı Z. (1997) tarafından yapılan bir araştırmanın sonuçları, DE'lerin böceklerle karşı duyarlılığının, kökenlerinden ziyade diatomların fiziksel ve morfolojik özelliklerine bağlı olduğunu göstermektedir. Snetsinger (1988) göre, DE'nin farklı formlarının böcekler üzerindeki etkinliği aynı değildir.

Golob, P. (1997) göre, İnert toz uygulamaları içerisinde en yaygın kullanılan grup Diatom toprağıdır. DT'lerinin depolanmış ürünlere uygulanması herhangi bir özel ekipman gerektirmez ve konvansiyonel tahıl koruyucularının uygulanmasına benzerdir. Ancak, DE'nin daha yaygın kullanılmasını engelleyen bazı dezavantajları vardır. Hacim yoğunluğunu ve tahıl akışkanlığını azaltması, uygulamada tozuşma olması, bazı böceklerle karşı düşük etkinlik ve yüksek nem içeriğindeki etkinlikte azalma. Son olarak, DE'nin makinelerde yıpranmayı arttıracak endişesi vardı, ancak bu hipotezi destekleyecek veya çürütecek hiçbir veri yoktur (Fields P.G., 1998).

Korunic (1998), Tamamen organik olması nedeniyle tercih edilen bu mücadele yönteminin en önemli dezavantajı; depolanmış tahıllara yaklaşık 1000-3000 ppm dozlarında karıştırılarak kullanıldığı için uygulamada sorunlara neden olmasıdır.

Vayias ve Stephou (2009) tarafından, *S. oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae), *T. confusum* ve *C. ferrugineus* ile yapılan bir çalışmada, bağıl nem ve sıcaklığın, geliştirilmiş diyatom toprağı formülasyonunun etkinliği üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Maruz kalma süresi, doz oranı ve sıcaklığın artmasıyla doğru orantılı olarak bireylerde ölüm oranında artış görülmüştür. Sıcaklığın aksine nispi nemde % 55 seviyesinden % 75'e artış, geliştirilmiş diyatom toprağı formülasyonunun etkinliğinde anlamlı bir düşüşe neden olmuştur.

Stadler vd. (2010), ilk kez, iki böcek haşere virüsüne karşı nanoyapılı alüminanın, insektisidal aktivitesini incelemiştir. *S. oryzae* (L.) ve *R. dominica* (F.) nanoyapılı alümina ile muamele edilmiş buğdaya 3 gün sürekli maruz kalmasından sonra önemli oranda ölüm rapor edilmiştir.

Günümüzde birçok ülke, biyopestisitlerin kullanımının yoğun olduğu kimyasal bazlı tarımdan yeşil tarıma geçmektedir. Biyolojik nanomateryallerin zararlı kontrolünde rolü gitgide artmaktadır (Chakravarthy vd., 2012) (De, A. Vd. 2014). Biyoteknolojinin, bitki korumasını geliştirmek ve daha fazla tarımsal ürün üretebilmek için güvenli bir tarım aracı olduğu düşünülmektedir. Küresel nüfus patlamasıyla, artan gıda arzına yönelik talep, bilim insanlarını ve mühendisleri yeni çözümler bulmaya yönlendirmiştir. Bu sayede, tarımsal üretimi arttırmak için böcek istilasını azaltmaya yönelik Nano partiküllerin (ENP) keşfedilmesini sağlamıştır.

Sabbour (2012), SiO₂ nanopartiküllerinin, *S.oryzae* mücadelesinde kullanımında yaklaşık % 100 oranında ölüm rapor etmiştir.

Aluminium oxide Al₂O₃ ve Titanium dioxide (TiO₂) nanopartiküllerinin depo koşulları ve laboratuvar koşullarında *S. oryzae* mücadelesinde 45 günde ciddi oranda etkili olduğu görülmüştür (Sabbour, 2012).

Nanoteknolojinin kullanım olasılıkları muazzamdır. Nanopartiküllerin fiziksel, biyolojik ve kimyasal özellikleri atomik kuvvetleriyle ilişkilidir (Leiderer ve Dekorsy,

2008) (Ragaei ve Sabry, 2014). Laboratuvar ve depolama koşullarında, alamikoksit oksit ve titanyum oksitin (alamemium oxide and titanium oxide) nano partikülleri, *S. oryzae*'nin istilalarını büyük ölçüde azaltmıştır (Sabbour, 2012). Nano partiküller (Cab-O-Sil-750 ve Cab-O-Sil-500) *S.oryzae* mücadelesinde yüksek oranda etkilidir (Sabbour, 2013a). Nano partikül (Zinc oxide ZnO) laboratuvar ve depo koşullarında *S. oryzae* istilasını büyük oranda azalttığı tespit edilmiştir (Sabbour, 2013b). Silika nanopartikülünün, kullanılan en yüksek dozda bile DE gibi tahıl kütlesinin yoğunluğunu etkilemediği rapor edilmiştir (Korunic, 1997).

Sabbour ve El- Aziz, (2015), Nano diyatumlu toprak doğal diyatom toprağı ile mücadelede karşılaştırması üzerine *T. castaneum* ve *T. confusum* larva ve erginleri ile yapılan bir araştırmada: Nano-DE lerin doğal diyatomlardan daha etkili olduğu ispatlanmıştır.

Kullanım dozunu kabul edilebilir bir seviyeye düşürmek için, formülasyonların etkinliğini artırmaya veya DE'nin farklı kombinasyonlarını kullanmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Ertürk vd. (2017), Türkiye'de depolanmış çeltikte pirinç biti- *S. oryzae* mücadelesinde diyatom toprağı formülasyonlarının değerlendirilmesi üzerine yapılan bir çalışmada, Protector® (DT formülasyonu) ve DEA-P (DT ile abemectin karışım formülasyonu) formülasyonlarının farklı konsantrasyonları kullanılmıştır. Protector®, *S. oryzae* erginlerinde 1000 ppm konsantrasyonunda 14. günde %100 ölüm sağlarken DEA-P aynı ölüm oranını 75 ppm konsantrasyonda aynı sürede sağlamıştır. Sonuçlar değerlendirildiğinde, her iki diyatom toprağı formülasyonunun ürünü koruyucu etkisinin olduğu, ancak DEA-P' nin *S. oryzae*'ye karşı Protector®'unkilerden daha düşük konsantrasyonlarda etkili olduğu saptanmıştır.

İnert tozlar içinde yer alan ve son yıllarda depo zararlılarıyla mücadelede üzerinde çokça durulan, oldukça ümit var bir mineral olan Zeolit; yanardağlardan milyonlarca yıl önce püsküren kül ve lavların, göl veya deniz suları ile zamanla kimyasal reaksiyona girmesi sonucu oluşmuş kristal yapıdaki alüminyum silikatlardır. Dünyada 42 değişik formu olan Zeolit içerisinde Heulandite serisinde yer alan Klinoptilolit formu ülkemizde Manisa yöresinde (% 95 saflıkta) yoğun olarak bulunmaktadır. Ülkemiz 344.148,875

ton rezerv ile büyük bir potansiyele sahiptir. Dünya sıralaması bakımından, Ülkemiz 100.000 ton ile 5. sırada yer almaktadır. Zeolitin depolanmış ürün zararlılarıyla mücadelede kullanımını konu alan çalışmalar tarihsel sıralamaya göre aşağıda yer almaktadır.

Haryadi vd. (1994), mısır ürününe uygulanan doğal zeolitin, *Sitophilus zeamais* mücadelesinde etkili olabileceğini ortaya koymuştur ancak bu çalışmada uygulanan dozlar oldukça yüksek düzeydedir (≥ 50 gr/kg). Bu çalışmada doğal zeolitin ≥ 50 gr/kg dozunun 12 haftalık uygulama sonunda yüksek nem oranı koşullarında (%75-85) dahi % 100 etkili olduğu; ≥ 40 gr/kg ürün dozunun ise 6 haftalık uygulama ile popülasyonun önemli ölçüde baskı altına alındığı rapor edilmiştir.

Doğal zeolit, hayvanlarda ve insanlarda tıbbi amaçlar için de kullanılmaktadır (Andronikashvili vd, 2009). Birkaç çalışmada, doğal zeolitin kanser hücrelerini tutarak bir antikanser ajanı olarak davrandığından bahsedilmiştir (Pavelić vd. 2001; Tomečková vd. 2012).

Kljajić vd. (2010) Sırbistan menşeli zeolitin (Minazel SP®; %66 SiO₂, partikül büyüklüğü < 50 mikron) 24 °C sıcaklık ve % 50-55 orantılı nemde buğdaya uygulanan 1000 ppm dozunun neden olduğu en yüksek ölüm oranlarını uygulamadan 7 gün sonra *Sitophilus oryzae*'de % 62; 14 ve 21 sonra *Tribolium castaneum*'da % 100, *S. oryzae*'de % 96-98 ve *R. dominica*'da % 70-82 olarak bulunmuştur. F1 dölündeki azalma 14 günlük muamele sonrası *S. oryzae*'de % 55-78, *R. dominica*'da % 72-81 ve *T. castaneum*'da % 53-90; 21 gün sonra ise *S. oryzae*'de % 51-85, *R. dominica*'da % 80-96 ve *T. castaneum*'da % 87-99 olarak bulunmuştur.

Kljajić vd. (2011) yaptıkları çalışmada *R. dominica*, *S. oryzae* ve *T. castaneum* a karşı doğal zeolit (NZ), modifiye edilmiş zeolit (MNZ) ve ince granüllü doğal zeolit (FGNZ) kullanılmışlardır. Kullanılan zeolitlerin etkinliğinin nem, maruz kalma süresi ve zeolitin özellikleri gibi etkenlerden dolayı değiştiği tespit edilmiştir. Buğday ürününe 0.25-0.75 g/kg oranında uygulanan NZ ve MNZ'nin, 24 °C sıcaklık % 45 orantılı nemde 21 günlük uygulamanın ardından, *S.oryzae* ve *T.castaneum*' da > % 90, *R. dominica*' da ise % 23-73 ölüm oranına neden olmuştur. NZ ve MNZ, F1 çıkışını yüksek oranda düşürmüştür. Buğday ile muamele edilen 1 g/kg ürün konsantrasyonundaki NZ ve

FGNZ' nin 21 günlük deneme sonunda sırasıyla > % 95 ve % 79 ölüm oranına neden olurken, NZ ve FGNZ F1 çıkışı da sırasıyla % 82 ve > % 90 azaltmıştır. Bu çalışmada depolanmış buğdayda doğal zeolitlerin kullanımı ile söz konusu zararlılara karşı başarılı bir koruma sağlanabileceği rapor edilmiştir.

Andric vd. (2012) çalışmalarında, NZ ve NZ modifiye zeolitler ile 7 gün muameleden sonra *S. oryzae* ve *Tribolium castaneum*'da ölüm oranları oldukça düşük seyretmiştir (sırasıyla % 2-35 ve % 0-23). Ancak 14 gün ve 21 gün sonunda NZ ile 1000 ppm muamele sonrasında *S.oryzae*'de ölüm oranı % 88 ve % 96, *T.castaneum*'da ise % 90 ve %100 olarak kaydedilmiştir.

Wu vd (2013), doğal zeolitler arasında en çok çalışılan mineralin klinoptilolit olduğunu, doğal zeolitlerin insan tüketimi için toksik olmayan ve güvenli olarak kabul edilebilir olduğunu yayınlamıştır.

Eroğlu (2015), Türkiye kökenli zeolitin 10-15 mikron boyutundaki dört farklı formülasyonunu, 18, 24, 30 C sıcaklık ile % 60±5 nem koşullarında arpa ürününe uygulayarak *T.confusuma*'a karşı öldürücü etkisini incelemiştir. I. ve II. Formülasyonla yapılan çalışmalarda 2000 ppm dozda *T. confusum*' da uygulamadan 28 gün sonra % 100 ölüme neden olduğunu kayıt altına alınmıştır.

Rumbos vd (2016) *Sitophilus oryzae*, *T. confusum* ve *O. surinamensis* ile zeolit ile muamele edilmiş buğday ürünüde yapılan çalışmalarında; *O. surinamensis* en hassas, *T. confusum* ise en dayanıklı tür olarak kaydedilmiştir. Aynı çalışmada Zeolit parçacıklarının, buğday, mısır, arpa ve pirinç ürünlerinin her birine farklı oranda yapışma gösterdiği görülmüştür. *O. surinamensis*, *S. oryzae* ve *T. confusum* erginlerinin kontrolünde daha küçük parçacık boyutuna sahip zeolit formülasyonlarının daha etkili olduğunu görülmüştür.

Lü vd (2017), sentetik zeolitin böcek öldürücü potansiyelini, börülce biti *Callosobruchus maculatus*'a (Fabricius) karşı değerlendirmiştir. *C. maculatus* erginleri 0, 0.1, 0.5, 1, 2, 3, 4 ve 5 g / kg'da zeolit ile muamele edilmiş börülceye maruz bırakılmıştır. Erginlerin ölüm oranı, artan konsantrasyon ve maruz kalma süresi ile doğru orantılı olarak artmıştır. 1 g/ kg börülce üzerine uygulanan zeolit, muameleden 1,

2 ve 3 ay sonra % 100, 99 ve % 77 ergin ölümü ile sonuçlanmıştır. Zeolit ile muamele edilmiş börülce üzerinde yumurta verimi işlenmemiş börülce üzerinde olduğundan daha düşük olarak kaydedilmiştir. Aynı çalışmada sentetik zeolit 28 ° C ve % 65 bağıl nemde beton yüzeylere 0, 2.5, 5, 10 ve 20 g / m²'de uygulanmış ve erginlerin ölüm oranları 1, 3, 6, 9, 12, 24, 36, 48 ve 72 saat sonra değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre sentetik zeolitin beton yüzeylerde *C. maculatus* kontrolünde etkili olduğu kanıtlanmıştır.

Floros vd. (2017), fasulye tohum böceği *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae) üzerinde çok yüksek kaliteli doğal zeolitlerin (ağırlıkça% 92 klinoptilolit içeren zeolitik kaya) farklı konsantrasyonlarının etkisini incelemişlerdir. Bazı doğal zeolit konsantrasyonlarında ergin ölümleri, maruziyetin ilk günü içinde % 100'e yaklaşmıştır. 0.5 g / kg konsantrasyonunda % 50 ergin ölüm oranı (LT₅₀) için ölümcül süre (LT) 15, 20 ve 25 ° C'de sırasıyla 106,429, 101,951 ve 90,084 dk olarak kaydedilmiştir. Bu çalışmada sıcaklığın zeolit formülasyonlarının böcek öldürücü etkisi üzerinde önemli bir etkisi olmadığı, Buna karşılık, bağıl nem (RH) ve maruz kalma süresi ile bunların etkileşimleri doğal zeolit formülasyonu ve böcek öldürücü potansiyel üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu kayıt altına alınmıştır.

Bohinc vd. (2018), yaptıkları çalışmada farklı kökenli zeolitlerin mısır biti (*S. zeamais*) erginleri üzerindeki etkisini değerlendirmişlerdir. 15, 20 ve 25 °C sıcaklıklar ile % 55 ve 75 orantılı nemde çalışılmıştır. Mısır biti erginlerinin ölüm oranlarının daha yüksek sıcaklık değerlerinden ve daha düşük bağıl nem değerinden etkilendiği sonucuna varılmıştır.

Esber vd. (2018), yaptığı çalışmada inert tozlardan kaolin, silika ve zeolitin 5 farklı dozunun (5, 10, 20, 40, 80 g/kg) börülce tohum böceği *C. maculatus* erginlerine karşı etkisini araştırmıştır. 48 saat muamaleden sonra LC₅₀ ve LD₅₀ değerleri; kaolin için 3,285 ve 7,303 g/kg, silika için 7,607 ve 25,176 g/kg, zeolit için ise 8,909 ve 151,902 g/kg olarak kaydedilmiştir. Çalışma sonucunda kaolin tozu, diğer ürünlere kıyasla daha yüksek toksisite ve minimum mortalite süresi göstermiştir.

İbrahim ve Salem (2019), yaptıkları çalışmada *T. confusum* ve *C. maculatus*'ta zeolitin etkinliklerinin araştırılması amacıyla 40-50 nm boyutundaki nano zeoliti buğday ve

börölceye farklı dozlarda uygulamışlardır. Ölüm oranları, *T. confusum* için 1, 2, 3, 7 ve 14 günlük maruziyetten sonra, *C. maculatus* için ise 1, 2 ve 3 günlük maruziyetten sonra değerlendirilmiştir. Nano zeolit ile muamele edilen buğday ve börölce tohumlarına maruz kalan *T. confusum* ve *C. maculatus* erginlerinin ölüm oranları, artan doz ve maruz kalma süresi ile doğru orantılı olarak önemli ölçüde artmıştır. Erginlerde bırakılan yumurta sayısı, artan nano zeolit dozu ile birlikte önemli ölçüde azalmıştır.

El-Bakry vd. (2019), Gümüş yüklü 4A-zeolit (ZAg) ve biberiye (*Rosmarinus officinalis* / RO) yağı formülasyonlarının *S. oryzae* ve *R. dominica*’ ya karşı öldürücü etkinliğini araştırdıkları çalışmalarında; buğday ürününü kullanmışlardır. 1 g/kg doz kullanılarak yapılan denemelerde 21 gün maruz kalmanın ardından her iki böcekte de % 100 ölüm rapor edilmiştir. *S. oryzae* ile yapılan çalışmalarda F1 (0.605 g/kg⁻¹ RO + 0.25 g/kg⁻¹ ZAg) ve F2 (0.605 g/kg⁻¹ RO + 0.5 g/kg⁻¹ ZAg) formülasyonlarıyla yapılan denemelerde % 100 ölüm görülmüştür. F3 (0.605 g/kg⁻¹ RO + 0.75 g/kg⁻¹ ZAg) ve F4 (0.605 g/kg⁻¹ RO + 1 g/kg⁻¹ ZAg) formülasyonlarının F1 verimini baskıladığı ortaya konmuştur. F7 (0.059 g · kg⁻¹ RO + 0.75 g/kg⁻¹ ZAg) ve F8 (0.059 g/kg⁻¹ RO + 1 g/kg⁻¹ ZAg) formülasyonlarının ise *R. dominica*’ da F1 bireylerinde % 100 ölüme neden olduğu rapor edilmiştir.

3. MATERİYAL VE METOT

3.1 Materyal

3.1.1 Çalışmada kullanılan türler

Denemelerde test böcekleri olarak kullanılan *Rhyzopertha dominica* ve *Tribolium confusum* erginleri Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Depolanmış Ürün Zararlıları laboratuvarından temin edilmiştir.

Denemelerde her iki türün de 2-3 haftalık erginleri kullanılmıştır. Türlerin sistematikteki yerleri aşağıda verilmiştir.

Çizelge 3.1 *Rhyzopertha dominica* ve *Tribolium confusum*'un sistematikteki yeri

Şube	Arthropoda	
Sınıf	Insecta	
Takım	Coleoptera	
Familiya	Bostrichidae	Tenebrionidae
Cins	<i>Rhyzopertha</i>	<i>Tribolium</i>
Tür	<i>R.dominica</i> (F.)	<i>T. confusum</i> (H)
Türkçe Adı	Ekin kambur biti	Un biti
İngilizce Adı	The lesser grain borer	Red flour beetle

3.1.1.1 *Rhyzopertha dominica* (Fabricius., 1792) (Coleoptera: Bostrichidae)

Rhyzopertha dominica; Türkçe “Ekin Kambur Biti” olarak bilinmektedir. Yumurtaları armutumsu şekildedir. Olgun larvalar beyazımsı renkte; yaklaşık 5 mm boyundadır. Başta beyaz renkte olan pupaların rengi olgunlaştıkça koyulaşıp esmer renge dönmektedir. Yumurtadan çıkış yapan hareketli larvalar genç dönemde sağlam hububatta zarar yapamazlar. Erginler ve/veya diğer zararlılar tarafından zarar görmüş olan taneler ile bunların unlarıyla beslenirler. Larvalar, ikinci veya üçüncü dönemden itibaren sağlam tanelerin içine girerek beslenmeye başlarlar. Larvalar, bulundukları ortamın fiziksel koşulları ile besin kalitesine bağlı olarak yaklaşık 5-7 sefer gömlek değiştirerek pupa olurlar. Daha sonra yeni nesil erginler çıkar. Erginler 2.5-3 mm boyunda, koyu kırmızı ve kahverenkli. Ergin vücudu silindirik şeklinde olup prothorax altına girmiş olan baş yukarıdan bakıldığında görülmez. Erginlerin antenleri üç segmentten ibaret olan bir topuzla sonlanır. Elitrada düzgün hatlar boyunca sıralar halinde yuvarlak çukurlar bulunur. Ortam koşulları uygun olduğunda bir dölünü yaklaşık bir ayda tamamlayan zararlı senede 3-4 adet döl verebilmektedir. Zararlı, her türlü hububat ve hububat mamullerinde, kabuksuz ceviz ve fındıkta, kuru incirde ve baklagillerde beslenebilmekte ve zararlı olabilmektedir (Akça 2019).



Şekil 3.1 *Rhyzopertha dominica*

3.1.1.2 *Tribolium confusum* (Jacquelin du Val., 1861) (Coleoptera:Tenebrionidae)

Tribolium confusum ; Türkçe “Kırma Biti” olarak bilinmektedir. Dişilerin bıraktığı yumurtalar, üzerlerine yapışan besin parçacıkları ile kaplı durumdadır. Gelişimini normal şartlarda 46-60 günde tamamlayan zararlı, yılda 3-4 defa döl vermektedir. Yumurtadan çıkış yapan larvalar başta beyazımtrak sarımsı renklidir. Olgunlaştıkça renkleri kahverengine dönen larvalar 5 mm boya ulaşabilirler. Erginleri ortalama 3-4 mm uzunluğunda, kırmızımtrak-kahverenklidir. Antenler tipik olarak uca doğru genişler. Aktif olmakla birlikte nadir olarak Dişiler ortalama 300-400 adet yumurta üretir. *T. confusum* tahıl ve bunlardan mamül maddeler ile çorbalık malzeme ve ayrıca bazı yağlı tohumlarla da beslenebilmektedir (Akça 2019). Depolanmış ürünlerde sekonder zararlı olarak bilinen *T. confusum* sağlam tanede zarar yapmaz.



Şekil 3.2 *Tribolium confusum*

3.1.2 Buğday

Denemelerde, Sakarya ilinde faaliyet gösteren “Mısır Araştırma Enstitüsü” tarafından tescil edilen, Yarı sert grubuna ait kırmızı ekmeklik buğday çeşidi “HANLI” kullanılmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 2018 mahsulü Hanlı buğdayı

Hanlı çeşidinin morfolojik özellikleri ile kalite özellikleri Şekil 3.4’ te verilmiştir.

HANLI



MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Bitki Boyu: 100-106 cm,
Başak Yapısı: Kılçıklı, beyaz,
Tane Yapısı: Kırmızı, Yarı sert, Oval.

TARIMSAL ÖZELLİKLERİ

Yazlık, Orta erkenci, Gübreye reaksiyonu iyi,
Uygun gübre ve sıklıkta yatmaya dayanıklı.

KALİTE ÖZELLİKLERİ

Bin tane ağırlığı (g) :	30-40
Hektolitre ağırlığı (kg) :	66-81
Un verimi (%) :	53-74
Tanede protein (%) :	10-14
SDS (ml) :	25-52
W(j) :	140-274

ORTALAMA VERİM

400-1000 kg/da

HASTALIK DURUMU

Sarı pasa dayanıklı, Kahverengi pasa orta hassas,
Küllemeye orta dayanıklıdır.

TAVSİYE BÖLGELERİ

Güney Marmara Bölgesi, Ege sahil kuşağı, İç Karadeniz (Amasya, Tokat) ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi. Hem kötü hem de iyi şartlarda yüksek verim ve kalite değerlerini koruyabilen adaptasyon yeteneği yüksek bir çeşittir.

ÇEŞİT SAHİBİ KURULUŞ

Mısır Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü - Sakarya

TESCİL YILI: 2007

Şekil 3.4 Mısır Araştırma Enstitüsü tescilli ‘Hanlı’ buğday çeşidi özellikleri

3.1.3 Zeolit

Volkanik dağların patlaması ile denize karışan lavların kimyasal reaksiyona uğraması sonucunda ortaya çıkan maddeye Zeolit denmektedir. (Anonim, 2019). Zeolitler, kristal yapıda hidrasyona uğramış alüminyum silikatlardır.

Genel formülleri:



şeklindedir. Burada M^+ genellikle Na, K, Li, M^{++} ise genellikle Ca, Mg, Fe, Ba, Sr'dir (Kocakuşak vd., 2001). Zeolit kristalinin temel yapı birimi SiO_4 veya Al_2O_3 dörtyüzlüleridir. Bu dörtyüzlülerin değişik şekillerde uzayda birleşmelerinden zeolit kristalleri oluşmaktadır (Dyer, 1988).

Yapılan araştırmalarda görüldüğü üzere, Türkiye'nin en önemli zeolit kaynağı Batı Anadolu yöresi civarındır (Çetinel vd., 1996). Bu çalışmada; Manisa ili Gördes yöresinden temin edilen Klinoptilolit formundaki doğal zeolit kullanılmıştır (Şekil 3.5).

Farklı partikül büyüklüklerinde olan Klinoptilolit, 10 mikronluk elekten elenerek, elek altına geçen kısım kullanılmıştır. Klinoptilolit tartımında; kalibrasyonu yaptırılmış olan 38120298 seri numaralı Analitik Terazî kullanılmıştır (Ek-1:Terazi kalibrasyon sertifikası).



Şekil 3.5 Manisa ili Gördes yöresinden temin edilen doğal Klinoptilolit

3.1.4 Çalışma koşulları

Klinoptilolit'in *Rhyzopertha dominica* ve *Tribolium confusum* erginleri üzerindeki öldürücü etkisiyle ilgili çalışmalar, 20, 25 ve 30 °C olmak üzere 3 farklı sıcaklık ve % 55- 75 orantılı nemlerde yürütülmüştür.

Klinoptilolit'in, popülasyon baskılamasına yönelik uzun dönem çalışmaları ise 25 °C sıcaklık ve % 55± 5 orantılı nemde yapılmıştır.

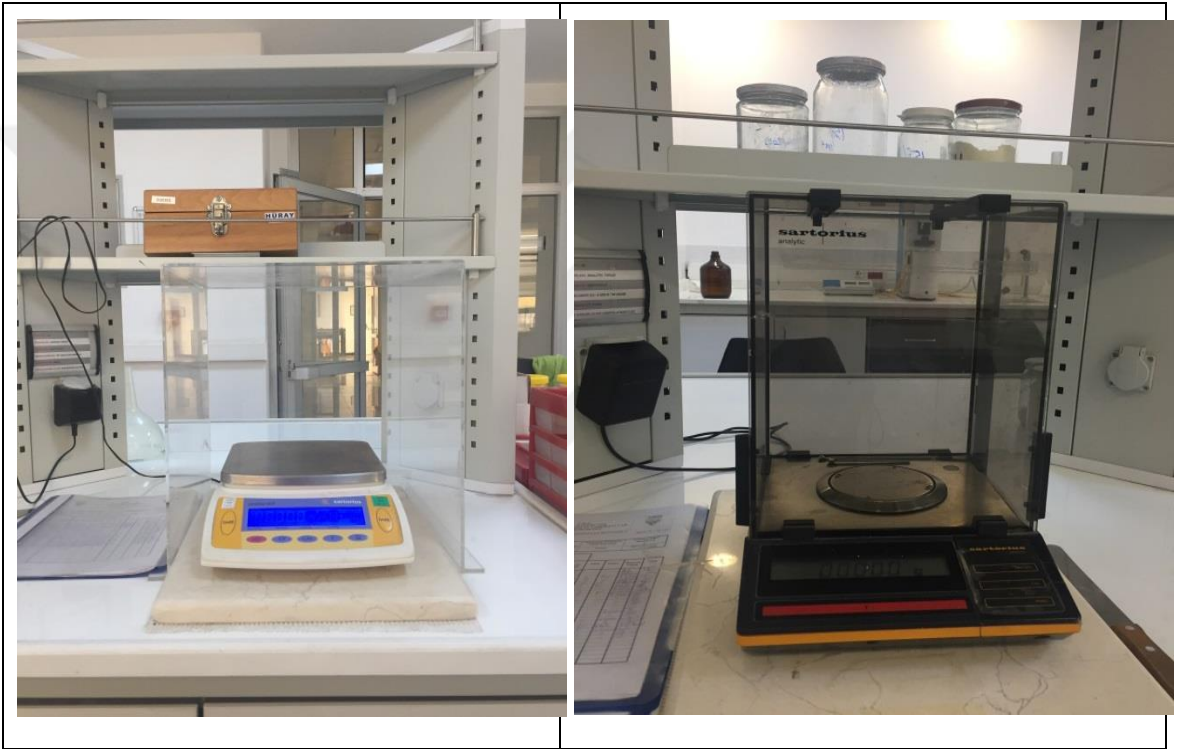
3.1.5 Diğer materyal

Denemelerin kurulmasında yarıçapı 3 cm, kutu yüksekliği 8 cm olan tek kullanımlık PVC kaplar kullanılmıştır. Kapların kapaklarına raptiye yardımıyla böceklerin hava almasını sağlayacak delikler açılmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 Tek kullanımlık PVC kaplar

Denemeler kurulurken tartımların yapılmasında, TÜRKAK tarafından akredite edilmiş bir kalibrasyon firmasına kalibrasyonu yaptırılan teraziler kullanılmıştır (Şekil 3.7). 19606307 seri numaralı Hassas Terazi ve 38120298 seri numaralı Analitik Terazinin kalibrasyon sertifikaları Ek-1 ve 2’ de yer almaktadır.



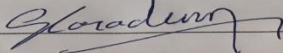
Şekil 3.7 Tartımlarda kullanılan Hassas (sol) Terazi ve Analitik Terazi (sağ)

Böcek yetiştirilme ortamında nemin sağlanmasında Faran Industrial Co. Ltd marka iklimlendirme cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.8).

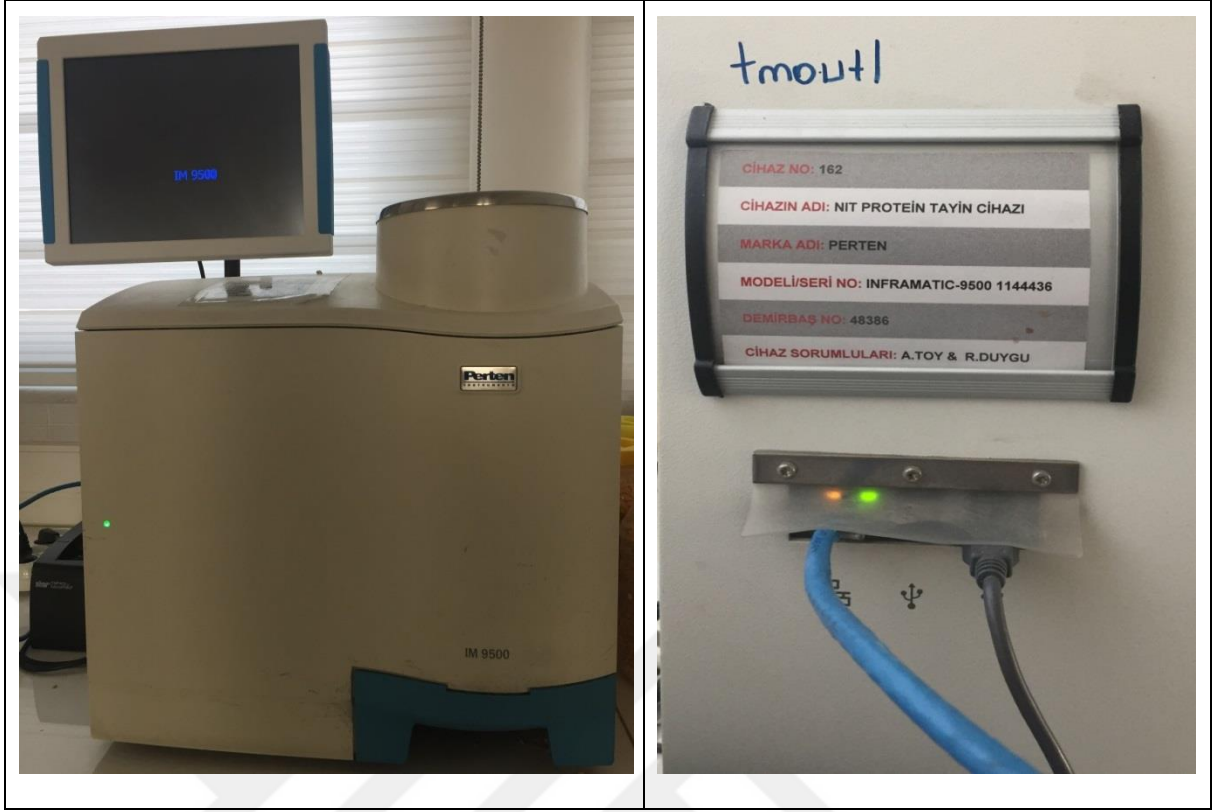


Şekil 3.8 İklimlendirme cihazı

Araştırmada kullanılmak üzere temin edilen buğdayın rutubet değerinin kayıt altına alınması için (Şekil 3.9) 1144436 seri numaralı Perten marka IM9500 model hızlı yöntem rutubet, hektolitre, protein tayin cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.10). Perten cihazının kalibrasyonu 6 ayda bir güncellenmektedir (Ek 3).

IM9500 S/N:	1144436	
10.01.2019 16:04:41		
Product:		
Ekmeklik Buğday		
Analysis Profile Name:		
Ekmeklik Buğday		
Sample ID:		
hanlı		
Rutubet	%	13,6
Protein	%	13,3
Yaş Gluten	%	26,9
Hektolitre	kg/hl	73,5
Nişasta	%	60,9
Sedimentasyon	ml	48
Sertlik	HI	51,4
Alveo W	MJ/k	145
Signature:		
*** End of Document ***		

Şekil 3.9 Hanlı çeşidinin rutubet, protein ve hektolitre ağırlığı değerleri



Şekil 3.10 Hızlı yöntem rutubet, hektolitre, protein tayin cihazı

Ayrıca böceklerin elenmesi ile denemelerin kurulması sırasında kullanılan diğer araç gereçlerin resmi aşağıda yer almaktadır (Şekil 3.11).



Şekil 3.11 Denemelerin kurulması esnasında kullanılan araç ve gereçler

3.2 Yöntem

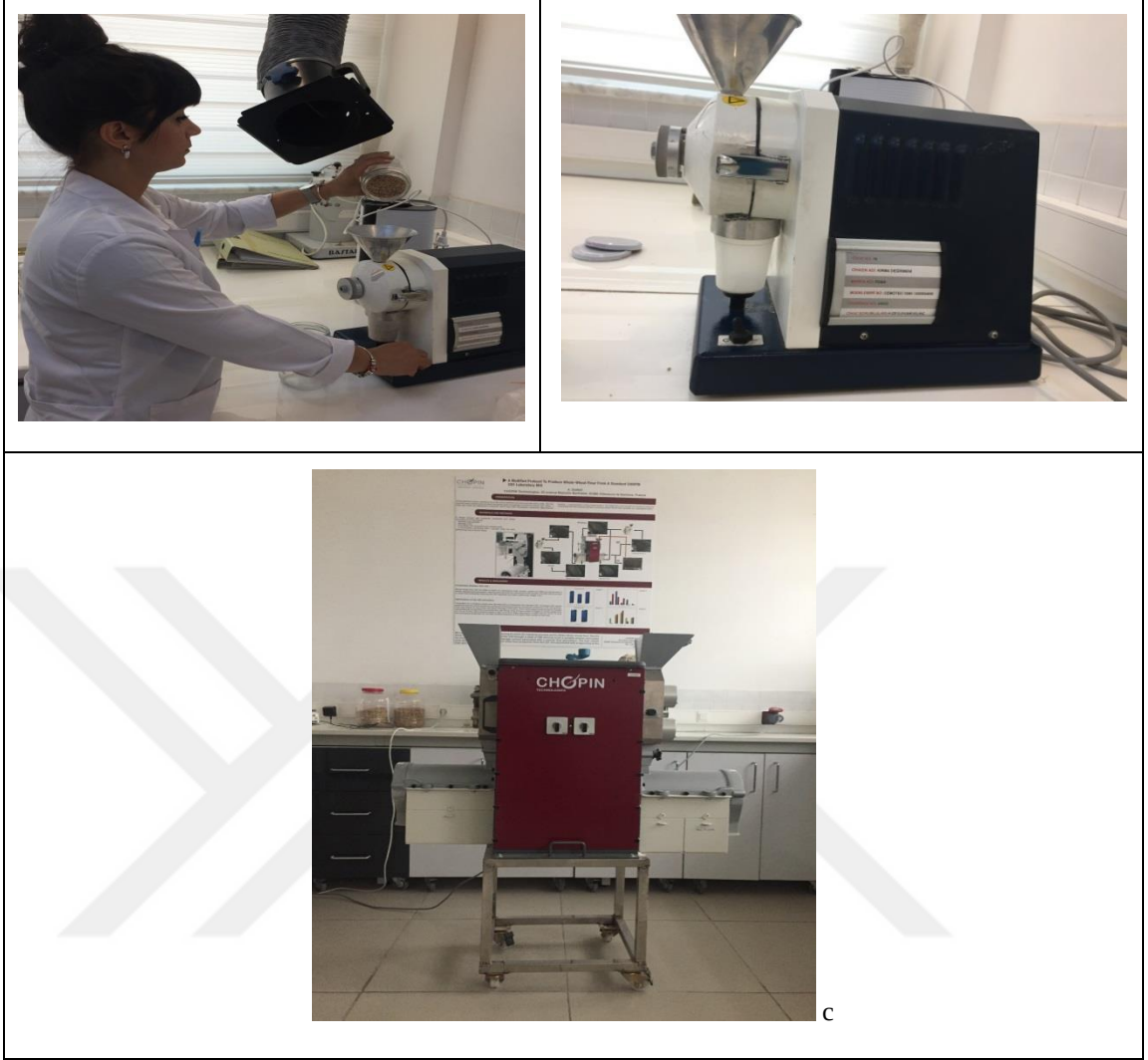
3.2.1 Besi ortamının hazırlanması

Rhyzopertha dominica'nın yetiştirilmesinde buğday kırması, *Tribolium confusum*'un yetiştirilmesinde ise katkısız un kullanılmıştır.



Şekil 3.12 Böcek yetiştirilmesinde kullanılan buğday kırması ve un

Buğday kırması ve katkısız un, Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü, Ürün Teknolojisi ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü değirmenlerinde çekilmiştir. (Şekil 3.13).



Şekil 3.13 Kırma değirmeni (üst), Un değirmeni (alt)

Buğdaydan un öğütülmesi için rutubeti % 16'ya tavlanan buğdaylar Chopin CD1 Un değirmende çekildikten sonra Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü Ürün Teknolojisi ve Laboratuvar Şube Müdürlüğünde yer alan - 20 derece soğuk hava dolabında 2 hafta süreyle bekletilmiştir. Buğday kırması ise, herhangi bir tavlama işlemi yapılmadan FOSS kırma değirmeninde kaba irilikte çekilerek yine - 20 derece soğuk hava dolabında 2 hafta süreyle bekletilmiştir.

3.2.2 *Rhyzopertha dominica* ve *Tribolium confusum* kültürlerinin oluşturulması

Rhyzopertha dominica ve *Tribolium confusum* erginleri Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Depolanmış Ürün Zararlıları laboratuvarından temin edilmiştir. Kültürler Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü, Ürün Teknolojisi ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü laboratuvarında, 25 °C sıcaklık ve % 55 orantılı nemde yetiştirilmiştir. *R. dominica* 1 litrelik kapağı delikli cam kavanozlarda, *T. confusum* ise 1 litrelik kapağı delikli plastik kaplarda yetiştirilmiştir.



Şekil 3.14 Böcek yetiştirme kapları

3.2.2.1 Yumurta döneminin elde edilmesi

Rhyzopertha dominica ve *Tribolium confusum*' un yumurtalarının elde edilmesi için besin kavanozlarından yaklaşık 300-400 adet ergin alınarak içerisinde sırasıyla kırma ve un bulunan 1 litrelik cam yumurtlama kavanozlarına alınmıştır. Yumurtlama kavanozlarından her 3 günde bir alınan karışımlar, 630 mikron ve 250 mikronluk deney eleklerinden elenerek, en altta kalan toplama kabında yumurtalar toplanmıştır. Toplanan yumurtalar içerisinde sırasıyla kırma ve un olan kaplara alınarak 25°C sıcaklık ve % 55 orantılı nemdeki odalarda tutularak ergin çıkışları gözlemlenmiştir.



Şekil 3.15 *Rhyzopertha dominica* ve *Tribolium confusum*' un yetiştirilmesi

3.2.2.2 Ergin döneminin elde edilmesi

Denemelerde her iki böceğin de 2-3 haftalık erginleri kullanılmıştır. Besin kavanozuna alınan yumurtaların yaklaşık 3 hafta sonra ergin çıkışları kontrol edilmiş, ilk ergin çıkışı olduğu tarihler kavanozların üzerine not edilmiştir.

3.2.3 Deneme ortamları

20 ve 25 °C denemeleri Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Depolanmış Ürün Zararlıları laboratuvarında yer alan % 55 orantılı nem seviyesinde bulunan 20 ve 25 °C iklim odalarında yürütülmüştür (Şekil 3.16). 30 °C denemeleri ise A.Ü.Z.F. Bitki Koruma Bölümü Depolanmış Ürün Zararlıları laboratuvarında yer alan iklimlendirme kabininde yürütülmüştür.



Şekil 3.16 Odalar ve iklimlendirme kabini

Deneme nemleri olan % 55 ve % 75 düzeyleri gliserin çözeltisi ile sağlanmıştır (Forney, ve Brandl, 1992). Bu amaçla hazırlanan gliserin çözeltisinden bir diyafram pompa yardımıyla geçirilen hava deneme ortamına sürekli olarak verilmiştir (Şekil 3.17). Denemeler süresince ortam sıcaklık ve nemleri veri kaydediciler yardımıyla (Hobo®ProTM) periyodik olarak kontrol edilmiştir.



Şekil 3.17 Deneme kapları

3.2.4 Klinoptilolit uygulamaları

3.2.4.1 Kısa dönem denemeleri

3.2.4.1.1 Ergin ölümleri ile ilgili denemeler

Çalışmada kırmızı ekmeklik buğdaya uygulanan farklı konsantrasyonlardaki Zeolit'in *Rhyzopertha dominica* ve *Tribolium confusum* erginleri üzerindeki insektisit etkinliği araştırılmıştır.

Denemelere başlamadan önce her defasında denemelerde kullanılmak üzere gerekli miktarda buğday tartılarak deliksiz poşetlere konulmuştur. Çalışılacak olan miktarda ürün, nem ve sıcaklıkları önceden hazırlanmış iklimlendirme kabinlerinde yaklaşık 10 gün süreyle tutularak ürünlerin istenilen nem düzeyine gelmesi sağlanmıştır. Nem ölçer (Hobo) kullanılarak her saat başında ürünlerdeki nem düzeyi kayıt altına alınmıştır. Zeolit ve böcekler, ürün denge nemine ulaştıktan sonra ilave edilmiştir.

0, 250, 500, 750, 1000 ve 2000'er ppm (mg/kg) dozlarında hassas terazide tartılan zeolit, ekmeklik buğday çeşidi olan Hanlı'ya ilave edilmiştir. Zeolit ürünle tam olarak muamele etmesi için deliksiz bir poşete konulan zeolitli numuneler, poşetin ağzı kapatıldıktan sonra yaklaşık 5 dakika boyunca çalkalanmıştır.

Her bir PVC kabına % 10 kırma içerecek şekilde 20'şer gram alınan zeolitli buğday numunesi üzerine 20'şer adet 2-3 haftalık ergin bireyler ilave edilmiştir. Denemeler 9 tekrürlü olarak kurulmuştur. Kontrol grubunda zeolit ilave edilmemiş buğday (% 10 kırma ilave edilen) kullanılmıştır.

Deneme kapları hazırlandıktan sonra kaplar; her birinin arasında boşluk kalacak şekilde PVC kutulara yerleştirilmiştir. Katlar arasına delikli PVC parçalar konularak kutular arasında eşit nem dağılımının sağlanması hedeflenmiştir.

Hazırlanan PVC kapları % 55 ve % 75 orantılı nem içeren ortamlarda 20, 25 ve 30 derece sıcaklıktaki odalarda bekletilmiştir. Uygulamanın ardından 7., 14. ve 21. günde sayımlar yapılarak canlı ve ölü oranları kayıt altına alınmıştır. Her bir sayımdan sonra ölü bireyler kaplardan uzaklaştırılmıştır.

3.2.4.1.1 F1 verimi ile ilgili denemeler

20, 25 ve 30 derece sıcaklıklar ve % 55 - 75 orantılı nem içeren ortamlarda kurulan denemelerde, 21. gün sayımının yapılmasının ardından tüm canlı ve ölü bireyler kaplardan uzaklaştırıldıktan sonra zeolitli buğday içeren kaplar yaklaşık 2- 2,5 ay boyunca aynı sıcaklık ve nem koşullarında bekletilmiş, bu sürenin sonunda tekrar canlı ve ölü sayımları yapılmıştır.

3.2.4.2 Uzun dönem denemeleri

Klinoptilolit'in uzun vadede kalıcı etkisinin belirlenmesi amacıyla; her bir deneme kabı için 800 gram tartılan (% 10 kırma içeren) buğday; 0, 200, 400, 600 ve 800 mg/kg dozlarında Klinoptilolit (<10 mikron) ile muamele edilmiştir. 1 litrelik kapağı delikli cam kavanozlara alınan buğdaylar üzerine *Rhyzopertha dominica*, 1 litrelik kapağı delikli plastik kutular içerisine alınan buğdaylar üzerine *Tribolium confusum* ' a ait 2-3 haftalık ergin bireylerden 25'er adet ilave edilmiştir. Kaplar 25 °C ve % 55±5 orantılı nem koşullarında toplam 6 ay süre ile bekletilmiştir (Şekil 3.18). 90 ve 180 günün sonunda sayımlar yapılmıştır. Denemeler her bir doz için 5'er tekerrürlü olacak şekilde kurulmuştur. Kontrol grubunda Klinoptilolit ile muamele edilmemiş buğday kullanılmıştır.



Şekil 3.18 Uzun dönem deneme kapları

3.2.5 İstatistiksel analiz

Denemelerde Klinoptilolit in erginler üzerindeki öldürücü etkisi tekrarlanabilir ölçümler varyans analizi (repeated measures ANOVA) tekniği ile ortaya konmuş; farklı gruplar Duncan Testi ile belirlenmiştir ($p<0,05$). Verilere ayrıca probit analizi uygulanmış ve letal doz (LD) değerleri hesaplanmıştır.

Araştırmada, her iki türün erginlerinde her bir sıcaklık ve maruz kalma sürelerinde elde edilen ölüm değerleri probit analizine tabi tutularak LD₅₀, LD₉₀ ve LD₉₅ değerleri hesaplanmıştır (PoloPlus 1.0 paket programı ; LeOra Software).

Zeolitin F1 ve diğer döllere ait ergin gelişimi üzerindeki etkisine ilişkin olarak elde edilen veriler faktöriyel varyans analizine tabi tutulmuş; farklı gruplar Duncan Testi ile belirlenmiştir ($p<0,05$).

F1 denemelerinde ergin baskılanma oranları Alkan ve Ertürk (2020), formülüne göre hesaplanarak elde edilmiştir:

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

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Manisa ili Gördes yöresi menşeli Zeolit türevlerinden Klinoptilolit formunun (<10 mikron) 0, 250, 500, 750, 1000 ve 2000 ppm'lik dozlarının *Rhyzopertha dominica* ve *Tribolium confusum*'un ergin bireylerinin ölümü üzerine olan etkisi 20, 25 ve 30°C sıcaklıkta ve % 55 ile % 75 orantılı nem koşullarında 7, 14 ve 21 günlük uygulama sürelerinde araştırılmıştır. Ayrıca, aynı sıcaklık ve orantılı nem koşullarında, zeolit her iki böcek türünde F1 ergin gelişimi üzerindeki etkisi de belirlenerek aşağıda sunulmuştur.

4.1 Kısa dönem biyolojik etkinlik çalışmaları

4.1.1 Klinoptilolit'in erginler ve F1 gelişimi üzerindeki etkisi

4.1.1.1 *Rhyzopertha dominica* üzerindeki etkisi

Klinoptilolit'in, *Rhyzopertha dominica*'nın 7- 14 günlük erginleri üzerindeki kısa süreli öldürücü etkisi, 6 farklı doz ile muamele edilen buğdayda 20, 25 ve 30 °C sıcaklık ve %55 - %75 orantılı nem koşullarında sırasıyla 7, 14 ve 21 günlük maruz bırakma ile tespit edilmiştir. F1 verimine etkisi ise 21. gün sayımlarından sonra kaplardan tüm canlı ve ölü bireylerin uzaklaştırılmasının ardından 60 günlük bekleme süresi sonunda yapılan ergin sayımları (F1) ile tespit edilmiştir.

Klinoptilolit'in etkisini belirlemek amacıyla yürütülen çalışmaya ait veriler; tekrarlı ölçümler (Repeated Measures) varyans analizi tekniği ile analiz edilmiş, sıcaklık ve zeolit konsantrasyonu gruplar arası değişken, maruz kalma süresi ise grup içi değişken olarak ele alınmıştır (Çizelge 4.1). Ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan Çoklu Aralık Testi ile belirlenmiştir ($p<0,05$).

Klinoptilolit'in kısa dönemde Ekin Kambur Biti üzerindeki öldürücü etkisine ilişkin yapılan varyans analizinde Süre*Sıcaklık*Nem*Dozlar arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde interaksiyon olduğu tespit edilmiştir ($p=0,00$) (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 20, 25 ve 30 °C sıcaklık ile % 55- 75 orantılı nemlerde, farklı dozlarda Klinoptilolit ile muamele edilmiş buğday ile *R. dominica* erginlerinde 7, 14 ve 21 gün maruz kalma sürelerinde elde edilen ölüm oranlarına ilişkin tekrarlı ölçümler (repeated measures) varyans analiz tablosu.

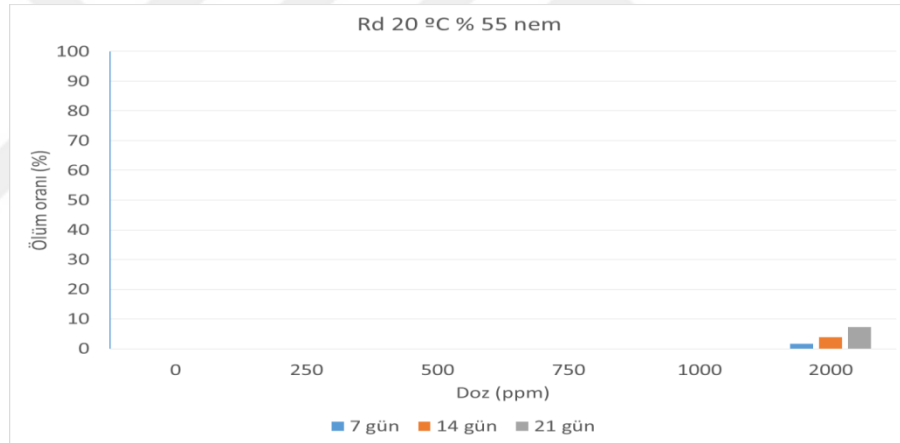
	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	p
Intercept	9383,13	1	9383,128	443,5453	0,000000
Sıcaklık	3653,76	2	1826,878	86,3574	0,000000
Nem	642,08	1	642,078	30,3514	0,000000
Doz	15649,59	5	3129,918	147,9528	0,000000
Sıcaklık*Nem	730,92	2	365,458	17,2754	0,000000
Sıcaklık*Doz	5370,01	10	537,001	25,3843	0,000000
Nem*Doz	1933,85	5	386,770	18,2828	0,000000
Sıcaklık*Nem*Doz	2210,75	10	221,075	10,4503	0,000000
Hata (Muameleler arası)	6092,59	288	21,155		
Maruz Kalma Süresi	1739,25	2	869,624	235,2070	0,000000
Maruz Kalma Süresi *Sıcaklık	722,94	4	180,736	48,8835	0,000000
Maruz Kalma Süresi *Nem	184,31	2	92,155	24,9252	0,000000
Maruz Kalma Süresi *Doz	3232,66	10	323,266	87,4337	0,000000
Maruz Kalma Süresi *Sıcaklık*Nem	216,77	4	54,192	14,6574	0,000000
Maruz Kalma Süresi *Sıcaklık*Doz	1354,22	20	67,711	18,3137	0,000000
Maruz Kalma Süresi *Nem*Doz	499,95	10	49,995	13,5221	0,000000
Maruz Kalma Süresi *Sıcaklık*Nem*Doz	603,60	20	30,180	8,1628	0,000000
Hata (Muameleler içi)	2129,63	576	3,697		

Yukardaki çizelge incelendiğinde; ele alınan bağımsız değişkenler tek başına ya da bunların ikili ve üçlü interaksiyonları önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

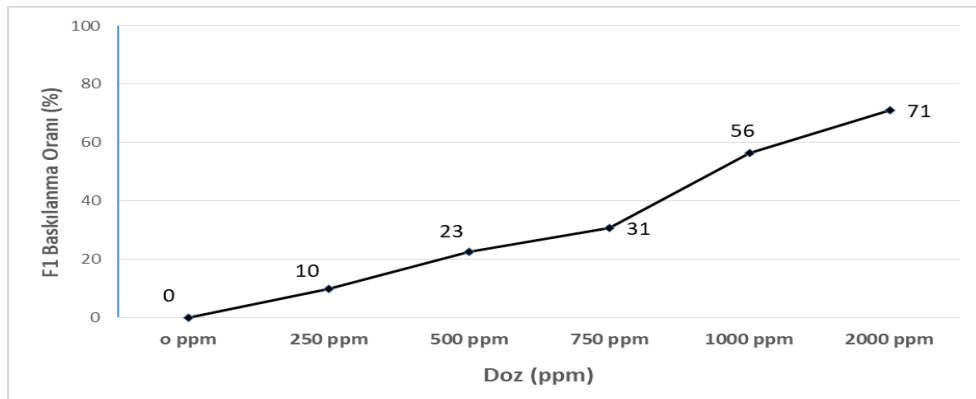
4.1.1.1.1 20 °C sıcaklık ve % 55 orantılı nemde Klinoptilolit etkinliği

20 derece % 55 orantılı nem ile yapılan çalışmada, 7., 14. ve 21. gün sonundaki sayımlarda elde edilen ölüm oranları karşılaştırmalı olarak Şekil 4.1’ de verilmiştir. Söz konusu çalışmada ölüm oranlarının; maruz kalma süresi ve doz artışına paralel olarak herhangi bir artış göstermediği saptanmıştır. Yalnızca en yüksek doz olan 2000 ppm’de ölüm oranı kaydedilmiştir.

R. dominica erginlerinin F1 döllerinin tespiti için 21. gün sayımının ardından 60 günlük bekleme sonucunda, deneme kaplarındaki canlı ve ölü bireyler olmak üzere toplam birey sayısı belirlenmiştir. Baskılanma oranlarına ilişkin hesaplama sonuçları Şekil 4.2’de verilmiştir. Yapılan çalışmalarda F1 verimi yönünden en yüksek baskılanma oranı yaklaşık olarak %71 ile 2000 ppm’ de görülürken, uygulama dozlarının hiç birinde %100 baskılanma gerçekleşmemiştir.



Şekil 4.1 Klinoptilolitle 20 °C - % 55 nemde yapılan çalışmada *R.dominica* ölüm oranları (%)

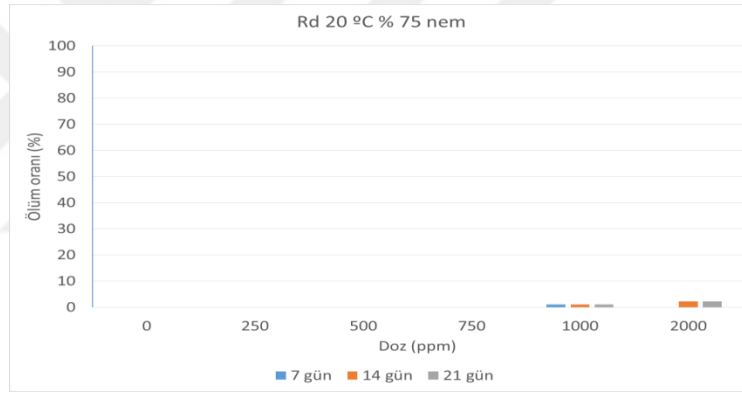


Şekil 4.2 Klinoptilolitle 20 °C ve % 55 nemde yapılan çalışmada *R.dominica* F1 baskılanma oranları (%)

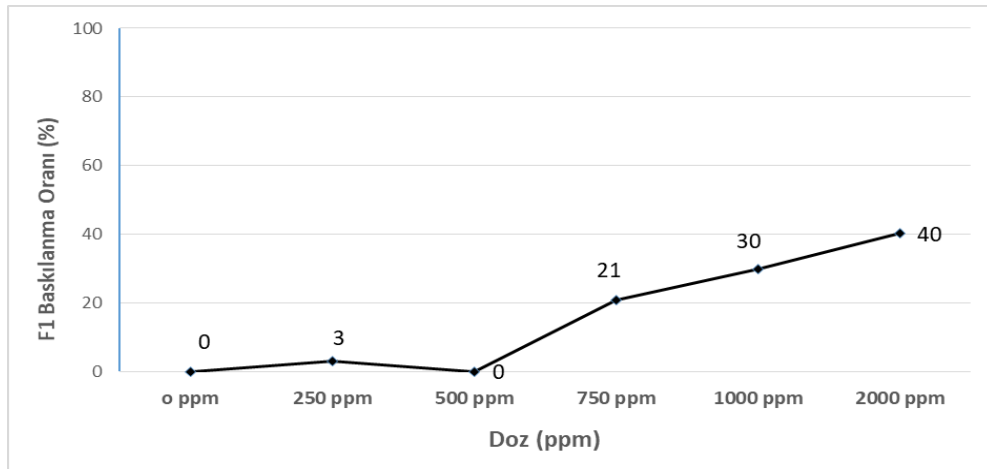
4.1.1.1.2 20 °C sıcaklık ve % 75 nemde Klinoptilolit etkinliği

20 derece % 75 orantılı nem ile yapılan çalışmada, 7., 14. ve 21. gün sonundaki sayımlarda elde edilen ölüm oranları karşılaştırmalı olarak Şekil 4.3’de verilmiştir. Söz konusu çalışmada ölüm oranlarının; maruz kalma süresi ve doz artışına paralel olarak herhangi bir artış göstermediği saptanmıştır. Ölüm oranı yalnızca 1000 ppm ve 2000 ppm’de kaydedilmiştir.

R. dominica erginlerinin F1 döllerinin tespiti için 21. gün sayımının ardından 60 günlük bekleme sonucunda, deneme kaplarındaki canlı ve ölü bireyler olmak üzere toplam birey sayısı belirlenmiştir. Baskılanma oranlarına ilişkin hesaplama sonuçları Şekil 4.4’de verilmiştir. Yapılan çalışmalarda F1 verimi yönünden en yüksek baskılanma oranı yaklaşık olarak % 40 ile 2000 ppm’ de görülürken, uygulama dozlarının hiç birinde %100 baskılanma gerçekleşmemiştir.



Şekil 4.3 Klinoptilolit ile 20 °C - % 75 nemde yapılan çalışmada *R.dominica* ölüm oranları (%)

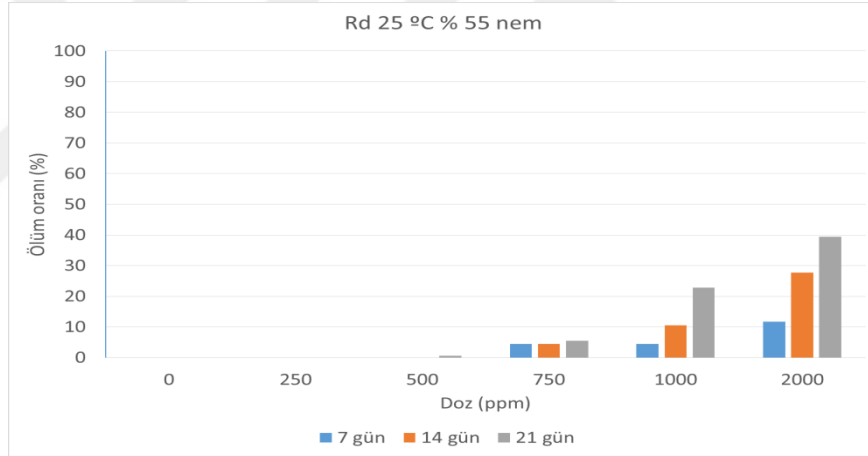


Şekil 4.4 Klinoptilolit ile 20 °C ve % 75 nemde yapılan çalışmada *R.dominica* F1 baskılanma oranları (%)

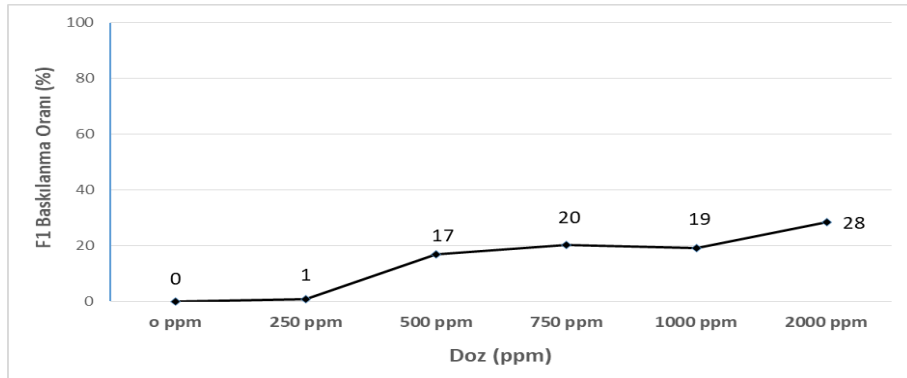
4.1.1.1.3 25 °C sıcaklık ve % 55 nemde Klinoptilolit etkinliği

25 derece % 55 orantılı nem ile yapılan çalışmada, 7., 14. ve 21. gün sonundaki sayımlarda elde edilen ölüm oranları karşılaştırmalı olarak Şekil 4.5’de verilmiştir. Söz konusu çalışmada ölüm oranlarının; maruz kalma süresi ve doz artışına paralel olarak artış gösterdiği saptanmıştır. 250 ppm dozda herhangi bir ölüm oranı tespit edilmemiştir.

R. dominica erginlerinin F1 döllerinin tespiti için 21. gün sayımının ardından 60 günlük bekleme sonucunda, deneme kaplarındaki canlı ve ölü bireyler olmak üzere toplam birey sayısı belirlenmiştir. Baskılanma oranlarına ilişkin hesaplama sonuçları Şekil 4.6’da verilmiştir. Yapılan çalışmalarda F1 verimi yönünden en yüksek baskılanma oranı yaklaşık olarak % 28 ile 2000 ppm’ de görülürken, uygulama dozlarının hiç birinde % 100 baskılanma gerçekleşmemiştir.



Şekil 4.5 Klinoptilolitle 25 °C - % 55 nemde yapılan çalışmada *R.dominica* ölüm oranları (%)



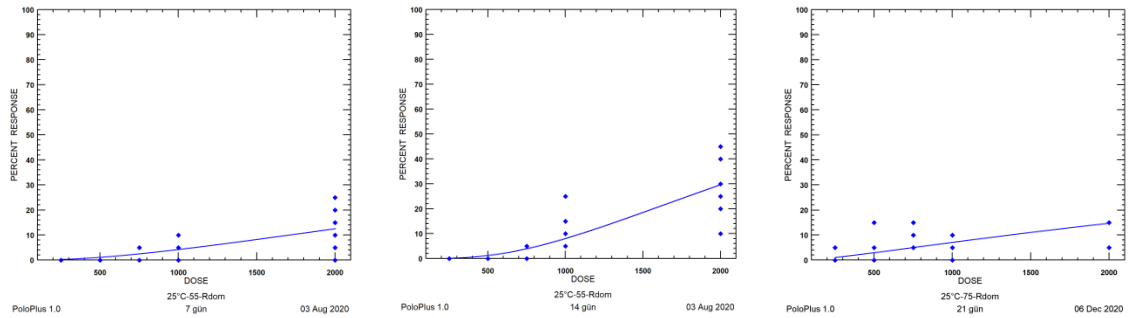
Şekil 4.6 Klinoptilolitle 25 °C ve % 55 nemde *R.dominica* F1 baskılanma oranları (%)

Denemelerde zeolitin erginler üzerine LD değerleri Çizelge 4.2’te verilmiştir. 21 gün sonunda elde edilen LD50 değeri 2177.8 mg/kg olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.2 Klinoptilolitle 25 °C ve % 55 nemde *R.dominica* LD₅₀ verileri ve eğim

Sıcaklık (°C)	Nem (%)	Maruz kalma Süresi (gün)	Eğim	Heterojenlik	LD50 (ppm)	LD90 (ppm)	LD95 (ppm)
					(%95 güven aralığı)		
25	55	7	1.9±0.36	0.58	7950.7 (4603.9 - 25336.2)	36899.5 (14272.6 - 287426.3)	57016.1 (19636.8 - 573161.2)
		14	2.9±0.3	0.55	3067.7 (2519.0 - 4129.3)	8530.6 (5874.1 - 15329.2)	11399.714 (7450.6 - 22283.9)
		21	3.1±0.3	0.72	2177.8 (1914.9 - 2586.5)	5591.8 (4326.6 - 8051.2)	7305.5 (5435.1 - 11141.7)

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

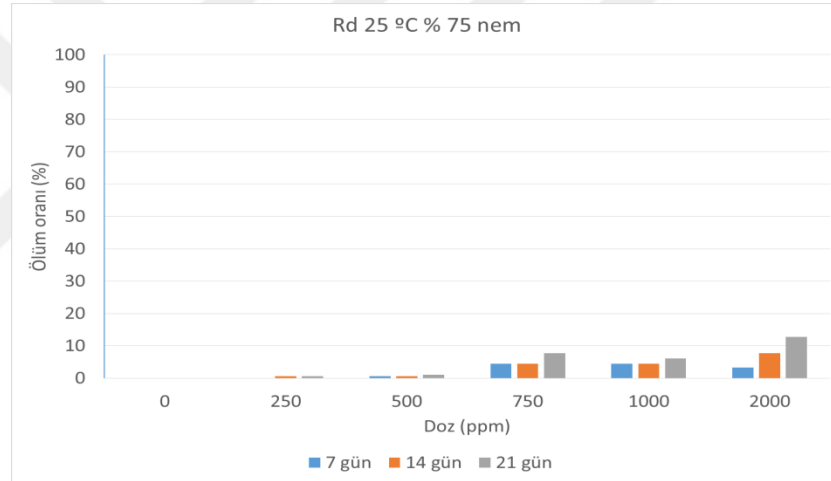


Şekil 4.7 25 °C - % 55 nemde farklı dozlarda uygulanan zeolitin 7 (üst-sol), 14 (üst-orta) ve 21 günde (sağ) *R. dominica* erginleri üzerindeki letal etkileri

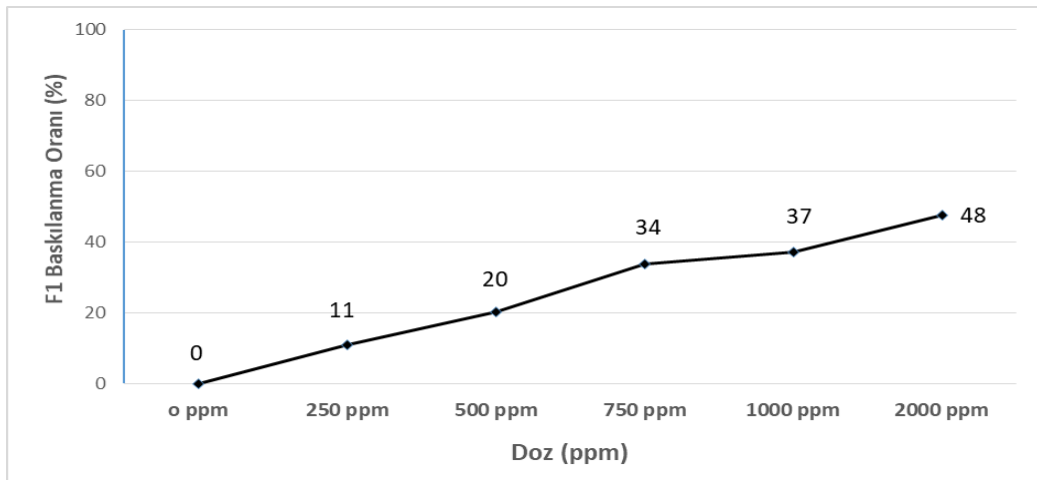
4.1.1.1.4 25 °C sıcaklık ve % 75 nemde Klinoptilolit etkinliği

25 derece % 75 orantılı nem ile yapılan çalışmada, 7., 14. ve 21. gün sonundaki sayımlarda elde edilen ölüm oranları karşılaştırmalı olarak Şekil 4.8’de verilmiştir. Söz konusu çalışmada ölüm oranlarının; maruz kalma süresi ve doz artışına paralel olarak artış gösterdiği saptanmıştır.

R. dominica erginlerinin F1 döllerinin tespiti için 21. gün sayımının ardından 60 günlük bekleme sonucunda, deneme kaplarındaki canlı ve ölü bireyler olmak üzere toplam birey sayısı belirlenmiştir. Baskılanma oranlarına ilişkin hesaplama sonuçları Şekil 4.9’da verilmiştir. Yapılan çalışmalarda F1 verimi yönünden en yüksek baskılanma oranı yaklaşık olarak % 48 ile 2000 ppm’ de görülürken, uygulama dozlarının hiç birinde % 100 baskılanma gerçekleşmemiştir.



Şekil 4.8 Klinoptilolit ile 25 °C ve % 75 nemde yapılan çalışmada *R.dominica* ölüm oranları (%)



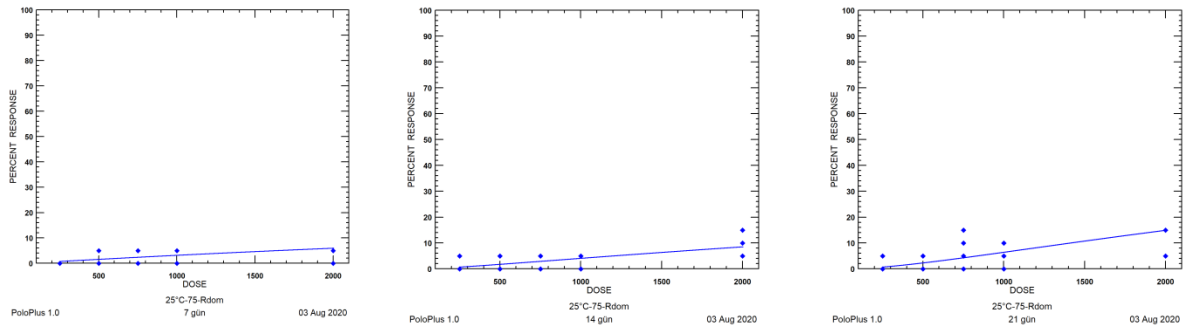
Şekil 4.9 Klinoptilolit ile 25 °C ve % 75 nemde *R.dominica* F1 baskılanma oranları (%)

Denemelerde zeolitin erginler üzerine LD₅₀, LD₉₀ ve LD₉₅ değerleri Çizelge 4.3' te verilmiştir. 21 gün sonunda elde edilen LD₅₀ değeri 0,81 mg/kg olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.3 Klinoptilolitle 25 °C ve % 75 nemde *R.dominica* LD₅₀ verileri ve eğim

Sıcaklık (°C)	Nem (%)	Maruz kalma Süresi (gün)	Eğim	Heterojenlik	LD50 (ppm)	LD90 (ppm)	LD95 (ppm)
					(%95 güven aralığı)		
25	75	7	1.0±0.4	0.38	71258.3 (12228.3 - 550899181.2)	1331371.5 (71063.0 - 0.0)	3053103.271 (116853.8 - 0.0)
		14	1.2±0.3	0.44	25614.5 (8377.6 - 735604.6)	275625.8 (41023.1 - 90023248.0)	540543.317 (64253.4 - 352291826.1)
		21	1.4±0.3	0.81	11190.9 (5599.0 - 50048.8)	91321.6 (26039.2 - 1438810.1)	165588.4

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

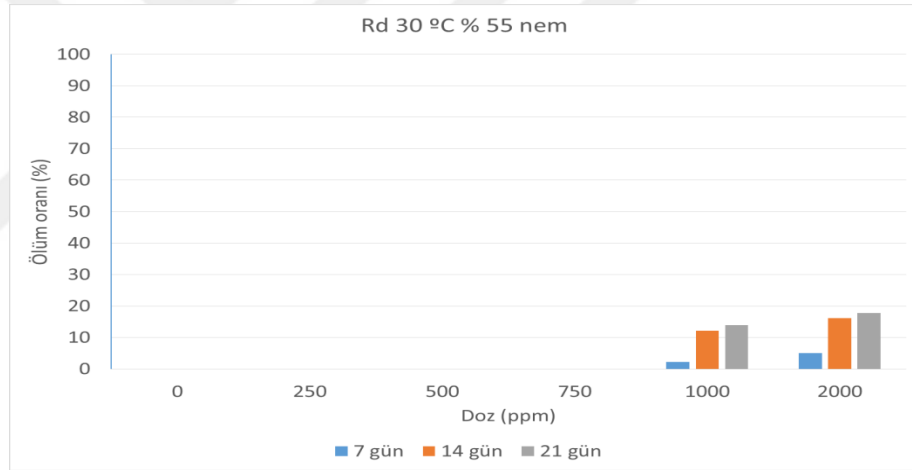


Şekil 4.10 25 °C - % 75 nemde farklı dozlarda uygulanan Klinoptilolitin 7 (üst-sol), 14 (üst-orta) ve 21 günde (sağ) *R. dominica* erginleri üzerindeki letal etkileri

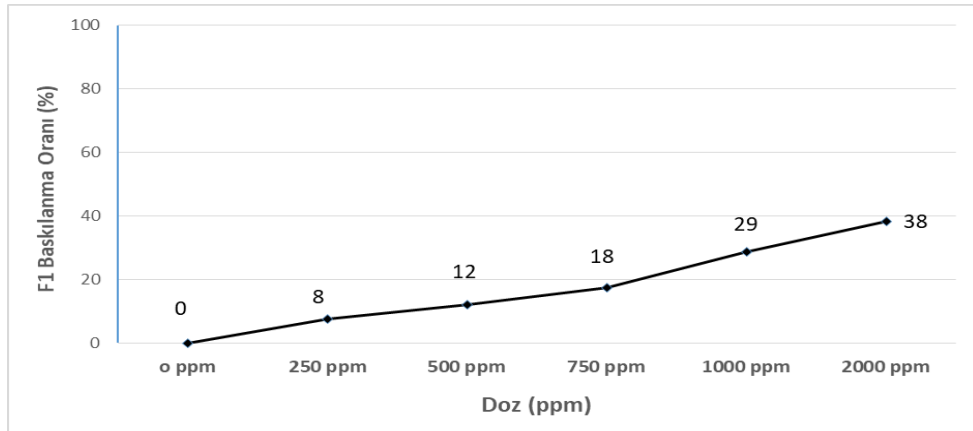
4.1.1.1.5 30 °C sıcaklık ve % 55 nemde Klinoptilolit etkinliği

30 derece % 55 orantılı nem ile yapılan çalışmada, 7., 14. ve 21. gün sonundaki sayımlarda elde edilen ölüm oranları karşılaştırmalı olarak Şekil 4.11’de verilmiştir. Söz konusu çalışmada ölüm oranlarının; maruz kalma süresi ve doz artışına paralel olarak herhangi bir artış göstermediği saptanmıştır. Ölüm oranı yalnızca 1000 ppm ve 2000 ppm’de kaydedilmiştir.

R. dominica erginlerinin F1 döllerinin tespiti için 21. gün sayımının ardından 60 günlük bekleme sonucunda, deneme kaplarındaki canlı ve ölü bireyler olmak üzere toplam birey sayısı belirlenmiştir. Baskılanma oranlarına ilişkin hesaplama sonuçları Şekil 4.12’de verilmiştir. Yapılan çalışmalarda F1 verimi yönünden en yüksek baskılanma oranı yaklaşık olarak % 38 ile 2000 ppm’ de görülürken, uygulama dozlarının hiç birinde % 100 baskılanma gerçekleşmemiştir.



Şekil 4.11 Klinoptilolit ile 30 °C - % 55 nemde yapılan çalışmada *R. dominica* ölüm oranları (%)



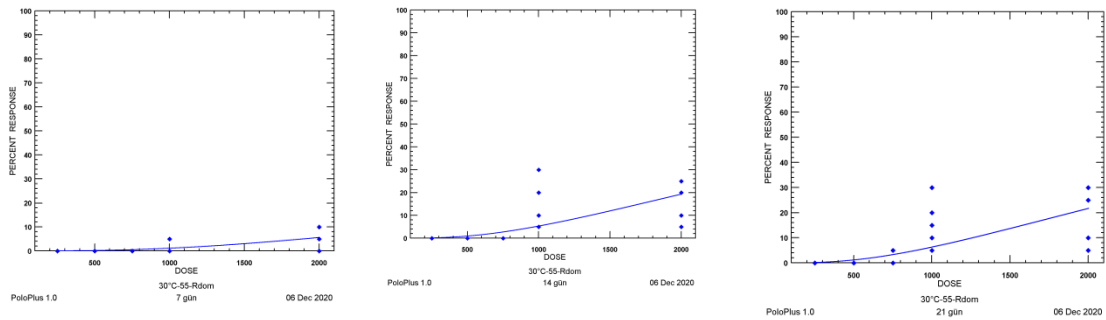
Şekil 4.12 Klinoptilolit ile 30 °C ve % 55 nemde *R. dominica* F1 baskılanma oranları (%)

Denemelerde zeolitin erginler üzerine LD₅₀, LD₉₀ ve LD₉₅ değerleri Çizelge 4.4’de verilmiştir. 21 gün sonunda elde edilen LD₅₀ değeri 4461.5 mg/kg olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.4 Klinoptilolitle 30 °C ve % 55 nemde *R.dominica* LD₅₀ verileri ve eğim

Sıcaklık (°C)	Nem (%)	Maruz kalma Süresi (gün)	Eğim	Heterojenlik	LD50 (ppm)	LD90 (ppm)	LD95 (ppm)
					(%95 güven aralığı)		
30	55	7	2.3±0.7	0.46	9574.1 (4753.4 - 96744.3)	33818.0 (10876.2 - 1536861.7)	48362.9 (13732.7 - 3370785.8)
		14	2.5±0.4	1.26	4461.4 (3136.3 - 8811.7)	14601.8 (7719.8 - 52051.3)	20435.3 (9944.0 - 86307.5)
		21	2.5±0.4	1.26	4461.5 (3136.3 - 8811.7)	14601.8 (7719.8 - 52051.3)	20435.3 (9944.0 - 86307.5)

Çalışmada her bir haftaya ait elde edilen probit eğrileri de Şekil 4.13’ de verilmektedir

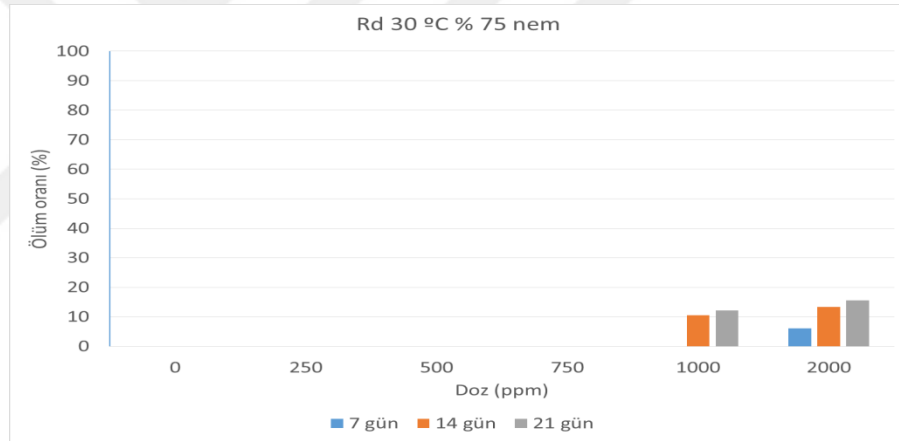


Şekil 4.13 30 °C - % 55 nemde farklı dozlarda uygulanan zeolitin 7 (üst-sol), 14 (üst-orta) ve 21 günde (sağ) *R. dominica* erginleri üzerindeki letal etkileri

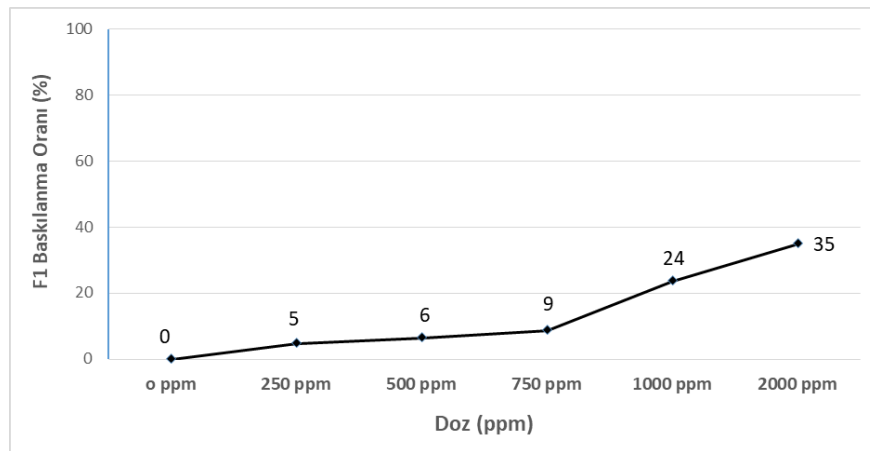
4.1.1.1.6 30 °C sıcaklık ve % 75 nemde Klinoptilolit etkinliği

30 derece % 75 orantılı nem ile yapılan çalışmada, 7., 14. ve 21. gün sonundaki sayımlarda elde edilen ölüm oranları karşılaştırmalı olarak Şekil 4.14’de verilmiştir. Söz konusu çalışmada ölüm oranlarının; maruz kalma süresi ve doz artışına paralel olarak herhangi bir artış göstermediği saptanmıştır. Ölüm oranı yalnızca 1000 ppm ve 2000 ppm’de kaydedilmiştir.

R. dominica erginlerinin F1 döllerinin tespiti için 21. gün sayımının ardından 60 günlük bekleme sonucunda, deneme kaplarındaki canlı ve ölü bireyler olmak üzere toplam birey sayısı belirlenmiştir. Baskılanma oranlarına ilişkin hesaplama sonuçları Şekil 4.15’de verilmiştir. Yapılan çalışmalarda F1 verimi yönünden en yüksek baskılanma oranı yaklaşık olarak % 35 ile 2000 ppm’ de görülürken, uygulama dozlarının hiç birinde % 100 baskılanma gerçekleşmemiştir.



Şekil 4.14 Klinoptilolit ile 30 °C ve % 75 nemde *R.dominica* ölüm oranları (%)



Şekil 4.15 Klinoptilolit ile 30 °C ve % 75 nemde *R.dominica* F1 baskılanma oranları (%)

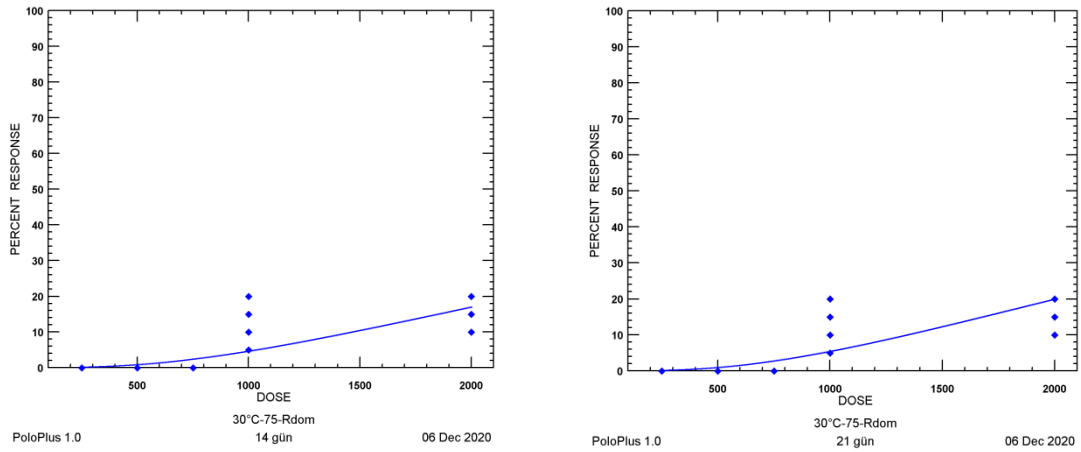
Denemelerde zeolitin erginler üzerine LD₅₀, LD₉₀ ve LD₉₅ değerleri Çizelge 4.5’de verilmiştir. 21 gün sonunda elde edilen LD₅₀ değeri 4309.5 mg/kg olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.5 Klinoptilolitle 30 °C ve % 75 nemde *R.dominica* LD₅₀ verileri ve eğim

Sıcaklık (°C)	Nem (%)	Maruz kalma Süresi (gün)	Eğim	Heterojenlik	LD50 (ppm)	LD90 (ppm)	LD95 (ppm)
					(%95 güven aralığı)		
30	75	7			-	-	-
		14	2.5±0.4	1.26	4461.5 (3136.3 - 8811.7)	14601.8 (7719.8 - 52051.3)	20435.3 (9944.0 - 86307.5)
		21	2.5±0.4	0.87	4309.5 (3185.5 - 7282.2)	13782.8 (7958.0 - 36767.8)	19163.3 (10296.8 - 58296.2)

(a)güven aralığı $P \leq 0.05$

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



Şekil 4.16 30 °C - % 75 nemde farklı dozlarda uygulanan zeolitin 14 (sol) ve 21 günde (sağ) *R. dominica* erginleri üzerindeki letal etkileri

4.1.1.1.7 *Rhyzopertha dominica* erginlerinde klinoptilolit etkinliğinin “Maruz Kalma Süresi* Sıcaklık* Nem* Doz” kombinasyonlarında değerdendirilmesi

Klinoptilolit farklı konsantrasyonlarının 20, 25 ve 30 °C sıcaklıkta, % 55- 75 nem ve 7, 14 ve 21 gün maruz kalma sürelerinde *R. dominica* erginleri üzerindeki öldürücü etkisi Çizelge 4.6’ da verilmiştir.

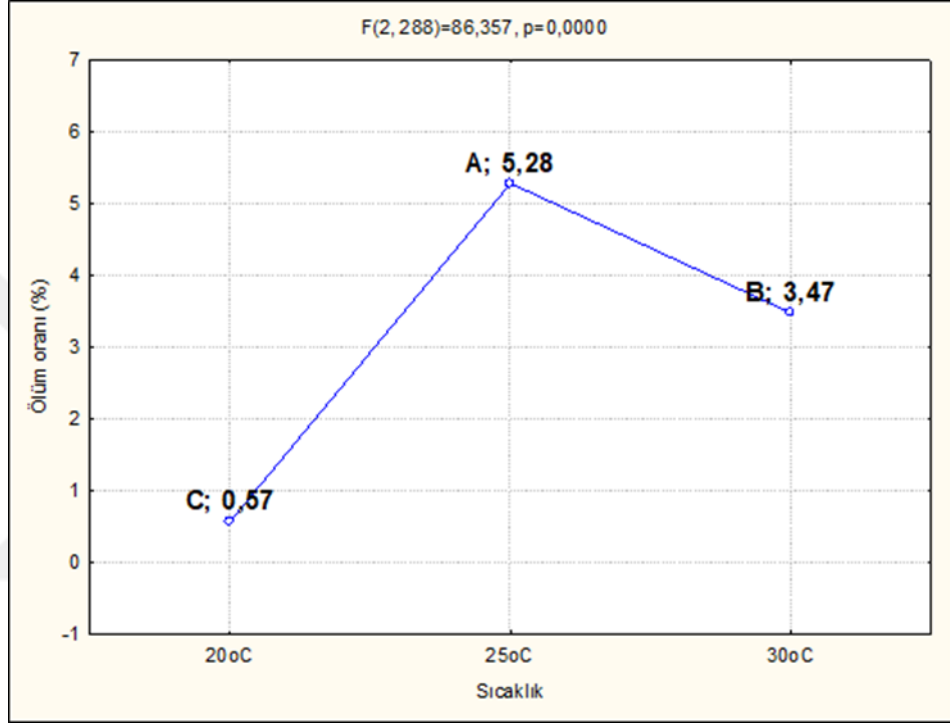
Çizelge 4.6 Klinoptilolit farklı konsantrasyonlarının 20, 25 ve 30 °C sıcaklıkta, % 55- 75 nem ve 7, 14 ve 21 gün maruz kalma sürelerinde *R. dominica* erginleri ölüm oranı (%) (ortalama ± standart hata)

Sıcaklık (°C)	Nem (%)	Doz (ppm)	Maruz Kalma Süresi (gün)		
			7	14	21
20	55	0	0±0	0±0	0±0
		250	0±0	0±0	0±0
		500	0±0	0±0	0±0
		750	0±0	0±0	0±0
		1000	0±0	0±0	0±0
		2000	1,67±0,83	3,89±1,11	7,22±1,69
	75	0	0±0	0±0	0±0
		250	0±0	0±0	0±0
		500	0±0	0±0	0±0
		750	0±0	0±0	0±0
		1000	1,11±0,73	1,11±0,73	1,11±0,73
		2000	0±0	2,22±1,21	2,22±1,21
25	55	0	0±0	0±0	0±0
		250	0±0	0±0	0±0
		500	0±0	0±0	0,56±0,56

Çizelge 4.6 Klinoptilolit'in farklı konsantrasyonlarının 20, 25 ve 30 °C sıcaklıkta, % 55-75 nem ve 7, 14 ve 21 gün maruz kalma sürelerinde *R. dominica* erginleri ölüm oranı (%) (ortalama $\pm$ standart hata) (devam)

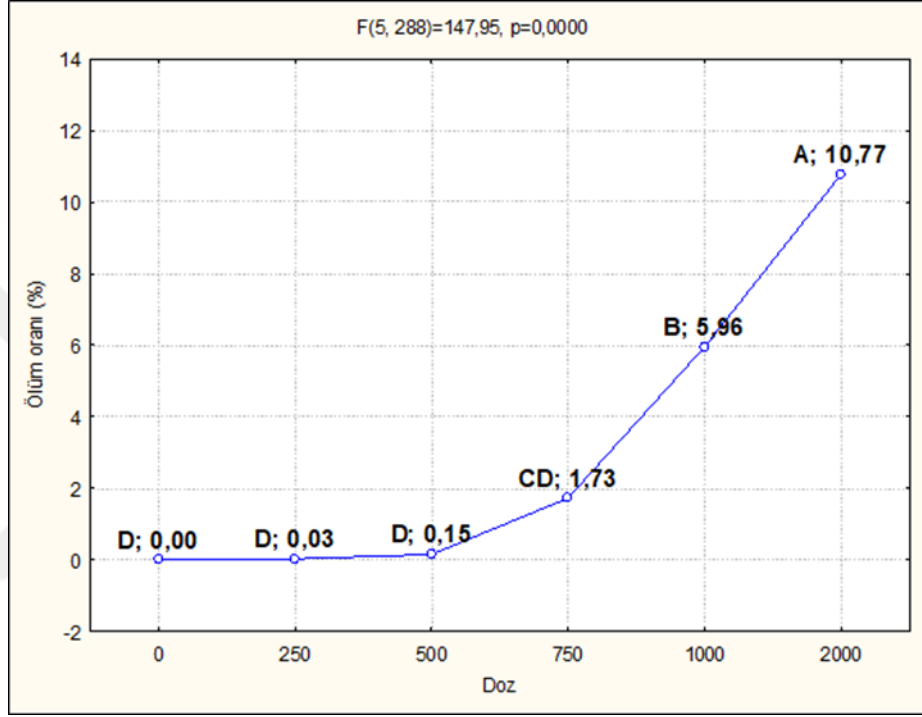
Sıcaklık (°C)	Nem (%)	Doz (ppm)	Maruz Kalma Süresi (gün)		
			7	14	21
25	55	750	4,44 $\pm$ 0,56	4,44 $\pm$ 0,56	5,56 $\pm$ 0,56
		1000	4,44 $\pm$ 1,3	10,56 $\pm$ 2,12	22,78 $\pm$ 2,06
		2000	11,67 $\pm$ 2,89	27,78 $\pm$ 3,55	39,44 $\pm$ 3,86
	75	0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
		250	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0,56 $\pm$ 0,56
		500	0,56 $\pm$ 0,56	0,56 $\pm$ 0,56	1,11 $\pm$ 0,73
		750	4,44 $\pm$ 0,56	4,44 $\pm$ 0,56	7,78 $\pm$ 1,47
		1000	4,44 $\pm$ 0,56	4,44 $\pm$ 0,56	6,11 $\pm$ 1,11
		2000	3,33 $\pm$ 0,83	7,78 $\pm$ 1,47	12,78 $\pm$ 1,47
30	55	0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
		250	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
		500	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
		750	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
		1000	2,22 $\pm$ 0,88	12,22 $\pm$ 2,65	13,89 $\pm$ 2,61
		2000	5 $\pm$ 1,44	16,11 $\pm$ 2,86	17,78 $\pm$ 3,02
	75	0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
		250	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
		500	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
		750	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
		1000	0 $\pm$ 0	10,56 $\pm$ 1,94	12,22 $\pm$ 1,88
		2000	6,11 $\pm$ 1,11	13,33 $\pm$ 1,18	15,56 $\pm$ 1,55

6 farklı dozda Klinoptilolit (Zeolit) ile muamele görmüş buğday ile *R. dominica* erginlerinde yapılan denemelerde tek başına sıcaklığın etkisi incelendiğinde (Şekil 4.17), 25°C sıcaklıkta gerçekleşen ölüm oranları istatistiksel olarak; 20°C ve 30°C sıcaklıkta gerçekleşen ölüm oranlarından önemli düzeyde yüksek bulunmuştur ($F_{2,288}=86,357$; $p=0,000$).

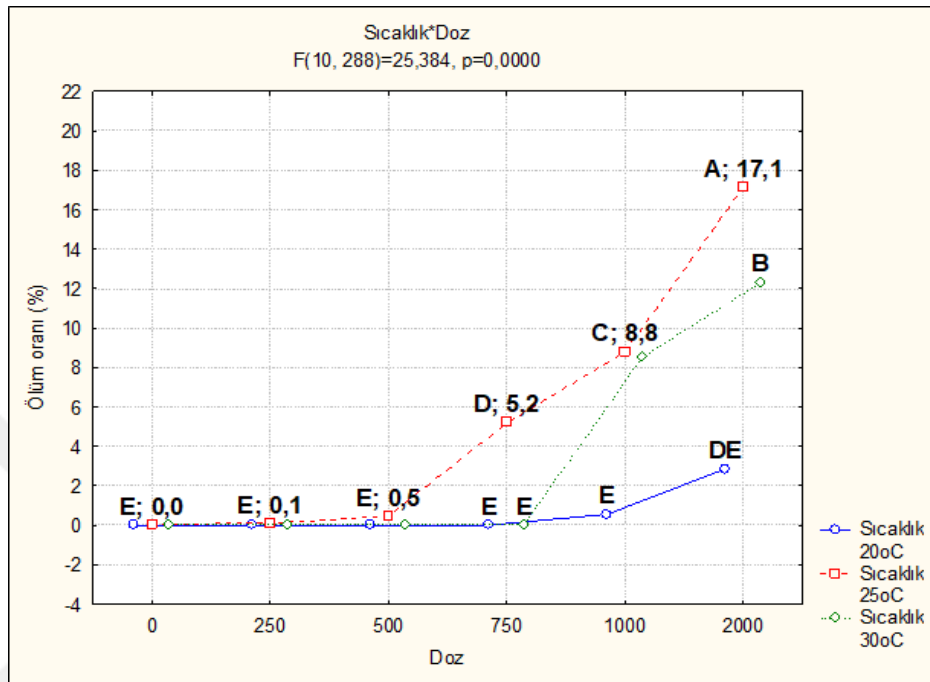


Şekil 4.17 Klinoptilolit'in 20, 25 ve 30 °C sıcaklıkta *R. dominica* erginleri üzerindeki etkisi

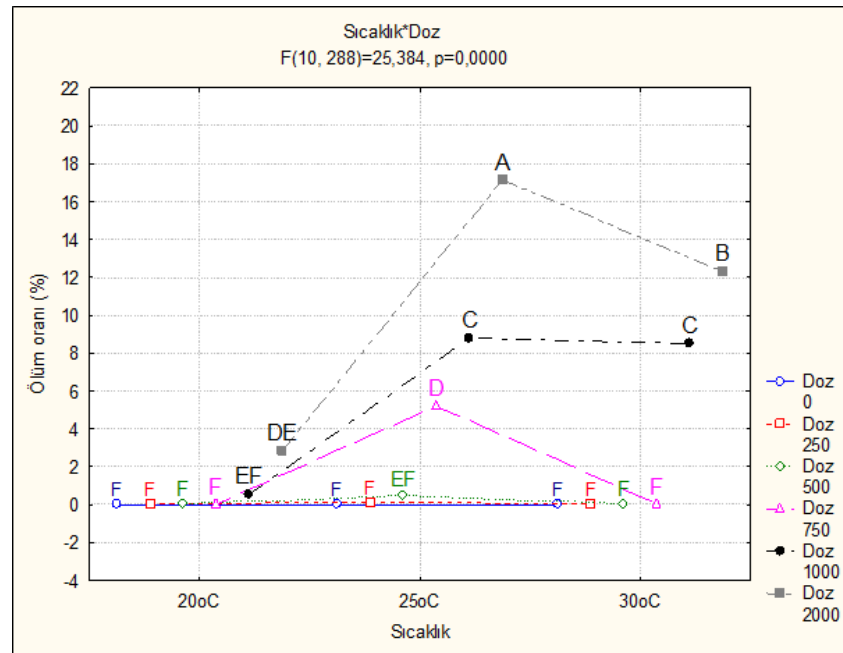
Klinoptilolit'in farklı konsantrasyonlarının *R. dominica* erginleri üzerindeki etkisi incelendiğinde (Şekil 4.18); uygulama dozundaki artışa paralel olarak ölüm oranlarının arttığı kaydedilmiştir. En yüksek ölüm oranına çalışmada kullanılan en yüksek doz olan 2000 ppm konsantrasyonda ulaşılmış olup en yüksek dozda dahi, mutlak ölümün elde edilemediği saptanmıştır ($F_{5, 288}=147,95$; $p=0,00$).



Şekil 4.18 Klinoptilolit'in farklı dozlarının *R. dominica* erginleri üzerindeki öldürücü etkisi ($p<0,05$)

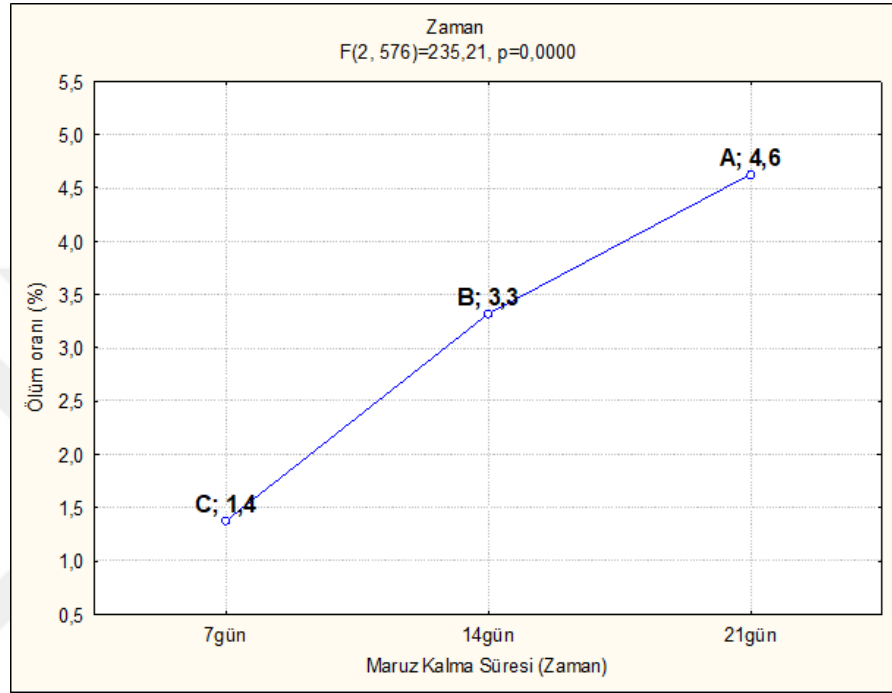


Şekil 4.19 Klinoptilolit'in farklı dozlarının 20, 25, 30 °C sıcaklıkta *R. dominica* etkisi



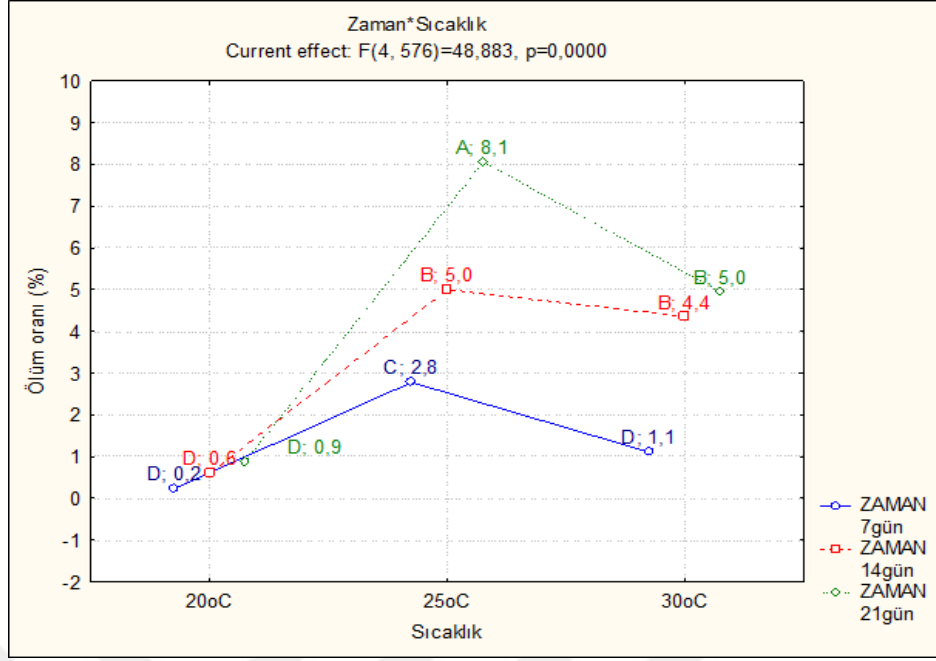
Şekil 4.20 Klinoptilolitin 20, 25 ve 30 °C sıcaklıkta farklı dozlarının *R. dominica* üzerindeki etkisi

Klinoptilolite maruz kalma süresinin *R. dominica* erginleri üzerindeki etkisi incelendiğinde (Şekil 4.21); süre arttıkça ölüm oranında artış olduğu kaydedilmiştir. ($F_{2, 576}=235,21$; $p=0,00$). En yüksek ölüm oranı en fazla maruz kalma süresi olan 21. gün sayımlarında kaydedilmiştir.



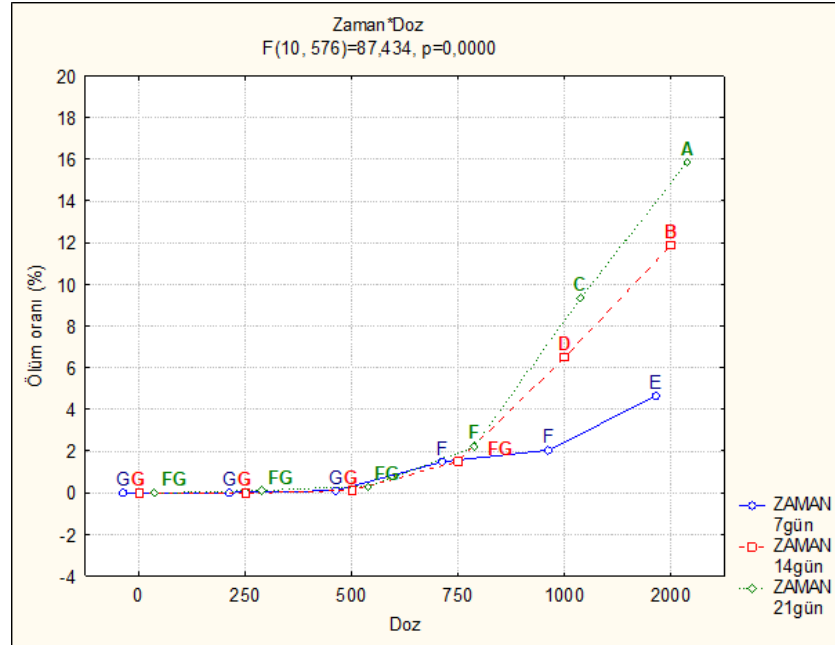
Şekil 4.21 Klinoptilolite maruz kalma süresinin *R. dominica* üzerindeki etkisi ($p<0,05$)

Maruz kalma süresi ve sıcaklığın *R. dominica* erginleri üzerindeki etkisi incelendiğinde (Şekil 4.22); 20 °C’ de 7, 14 ve 21 gün sayımlarında elde edilen ölüm oranları arasında kayda değer bir fark bulunamazken, 25 °C ve 30 °C’de 7, 14 ve 21 günlük uygulamalarda maruz kalma süresi arttıkça ölüm oranının arttığı görülmüştür ($F_{4, 576} = 48,883$, $p=,00$).



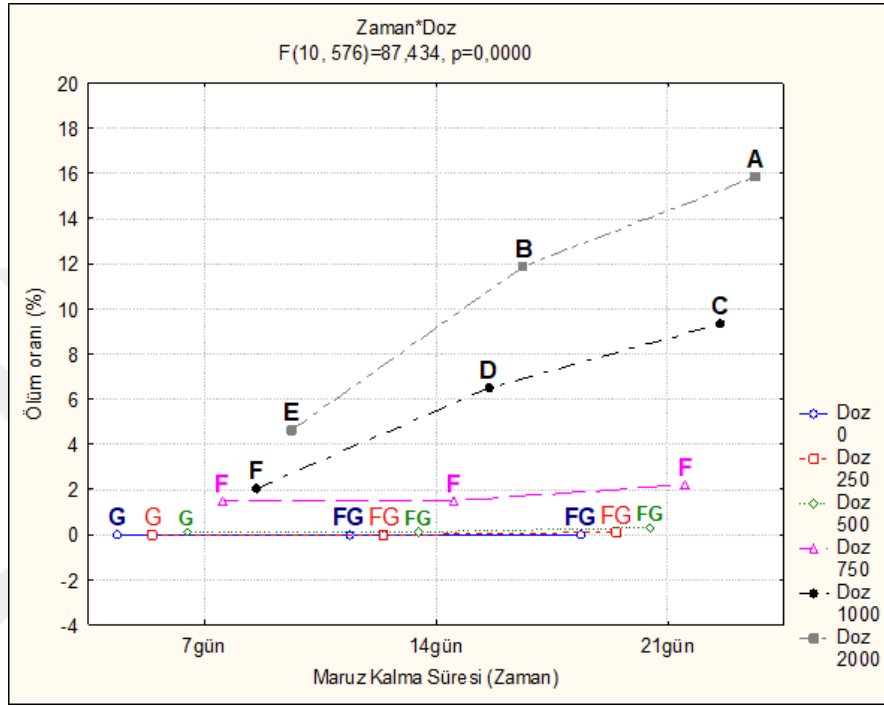
Şekil 4.22 Klinoptilolitinin 20, 25 ve 30 °C sıcaklıkta ve farklı maruz kalma sürelerinde *R. dominica* erginleri üzerindeki etkisi (p<0,05)

Farklı dozlarda Klinoptilolite 7, 14 ve 21 gün maruz kalmanın *R. dominica* erginleri üzerindeki etkisi incelendiğinde (Şekil 4.23); maruz kalma süresi ve uygulama dozundaki artışın ölüm oranını arttırdığı kaydedilmiştir (F_{10, 576}=87,434; p=0,00).



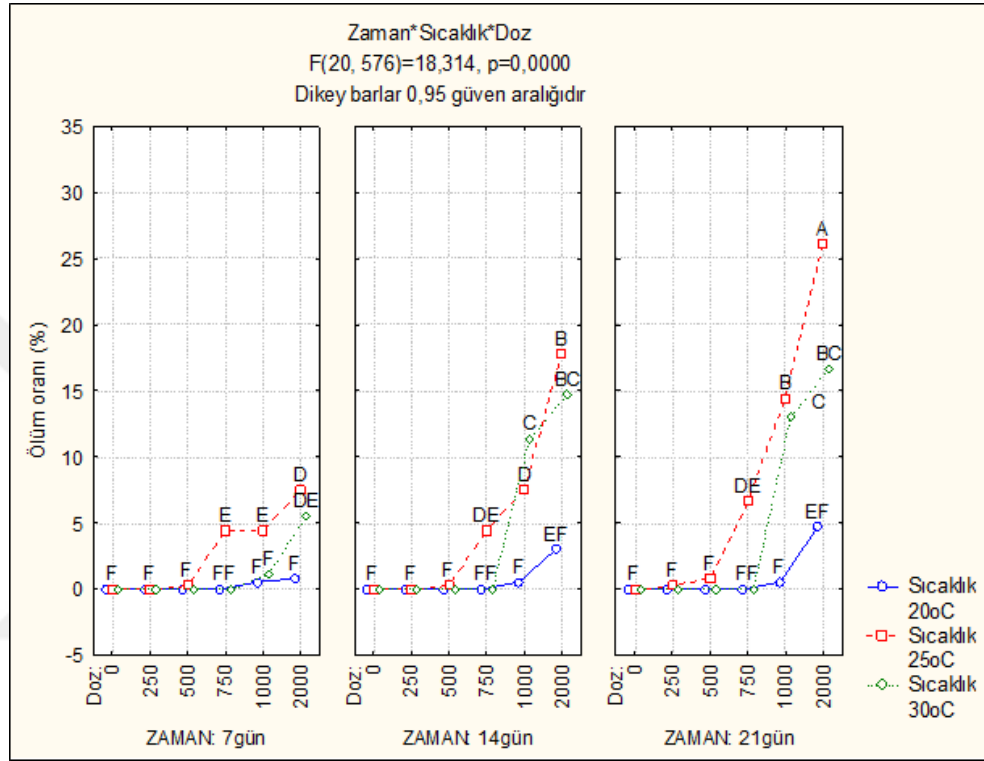
Şekil 4.23 Klinoptilolitinin değişik dozlarına 7, 14 ve 21 gün maruz kalmanın *R. dominica* üzerindeki etkisi.

Klinoptilolitinin etkisi 0, 250, 500 ve 750 ppm dozlarında maruz kalma süresindeki artışa bağlı olarak çok fazla değişkenlik göstermezken; 1000 ppm ve üzerindeki dozlarda maruz kalma süresi arttıkça ölüm oranlarının da arttığı görülmüştür ($F_{10,576} = 87,434$, $p=0,00$) (Şekil 4.24)



Şekil 4.24 Klinoptilolitinin farklı dozlarına 7, 14 ve 21 gün maruz kalmanın *R. dominica* üzerindeki etkisi ($p<0,05$)

Klinoptilolit'in farklı dozlarına 20, 25, 30 °C sıcaklıklarda 7, 14 ve 21 gün maruz kalmanın *R. dominica* erginleri üzerindeki etkisi incelendiğinde (Şekil 4.25); en yüksek ölüm oranı 25 °C sıcaklıkta kaydedilmiştir. Ölüm oranlarındaki zamana bağlı artış 1000 ppm ve üzerinde daha belirgin olmuştur ($F_{20, 576} = 18,314$; $p=0,00$).

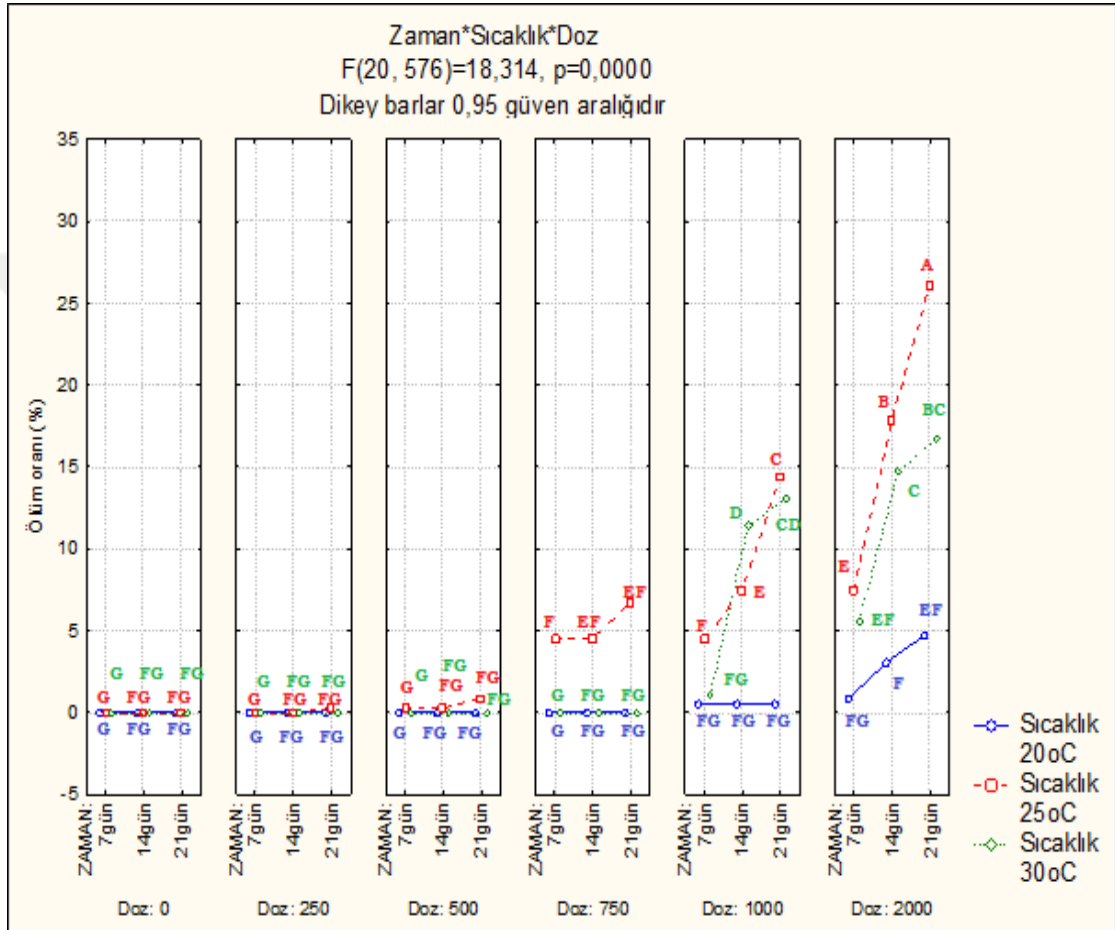


Şekil 4.25 Klinoptilolit dozlarına 20, 25, 30 °C sıcaklıklarda 7, 14 ve 21 gün maruz kalmanın *R. dominica* erginleri üzerindeki etkisi

0-750 ppm aralığındaki uygulama dozlarında ölüm oranları; sıcaklık ve uygulama sürelerindeki artıştan etkilenmemiştir.

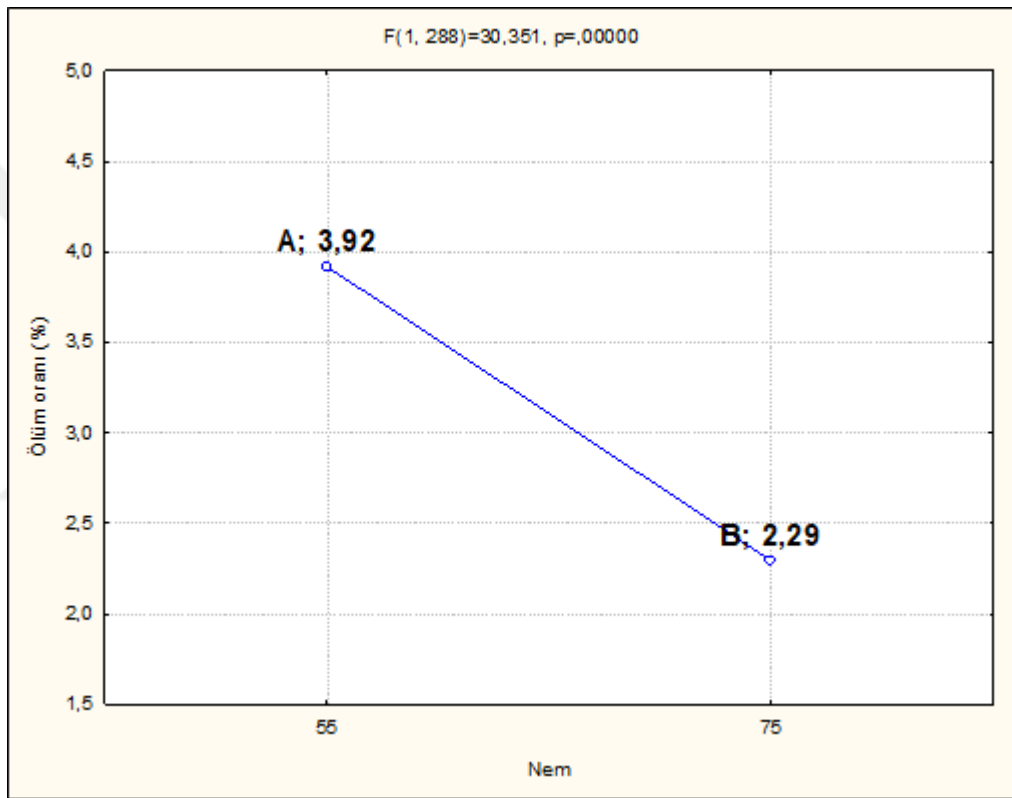
20 °C sıcaklıkta; 1000 ppm dozda ölüm oranları arasında 7, 14 ve 21 gün maruz kalma süreleri açısından önemli farklılık görülmezken, 2000 ppm dozda maruz kalma süresi artışına paralel olarak ölüm oranı da artmıştır. En yüksek ölüm oranı 21 gün sayımlarında elde edilmiştir (Şekil 4.26).

25 °C sıcaklıkta 750 ppm ve üzerinde, 30 °C sıcaklıkta ise 1000 ppm ve üzerinde maruz kalma süresi artışına paralel olarak ölüm oranı artmıştır. 25 ve 30 °C sıcaklıklarda da en yüksek ölüm oranları 2000 ppm’de 21 gün sayımlarında elde edilmiştir.



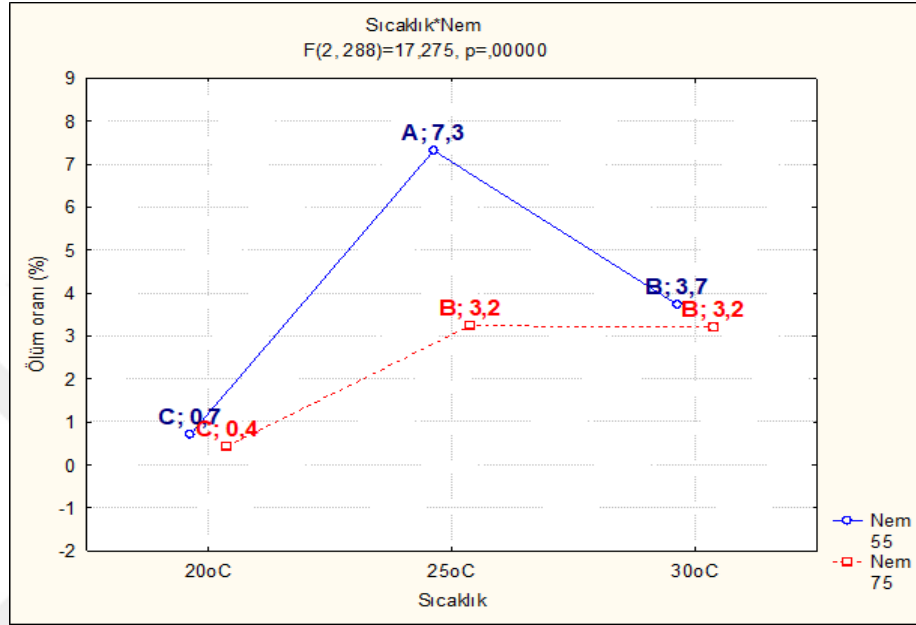
Şekil 4.26 Klinoptilolitinin farklı dozlarının 20, 25, 30 °C sıcaklıkta ve 7, 14, 21 gün maruz kalma sürelerinde *R. dominica* üzerindeki etkisi

Klinoptilolit ile % 55 ve % 75 orantılı nemlerde yürütülen deneme sonuçları incelendiğinde (Şekil 4.27), % 55 orantılı nemde gerçekleşen ölüm oranları istatistiksel olarak; % 75 orantılı nemde gerçekleşen ölüm oranlarından yüksek bulunmuştur ($F_{1,288}=30,351$; $p=0,00$).

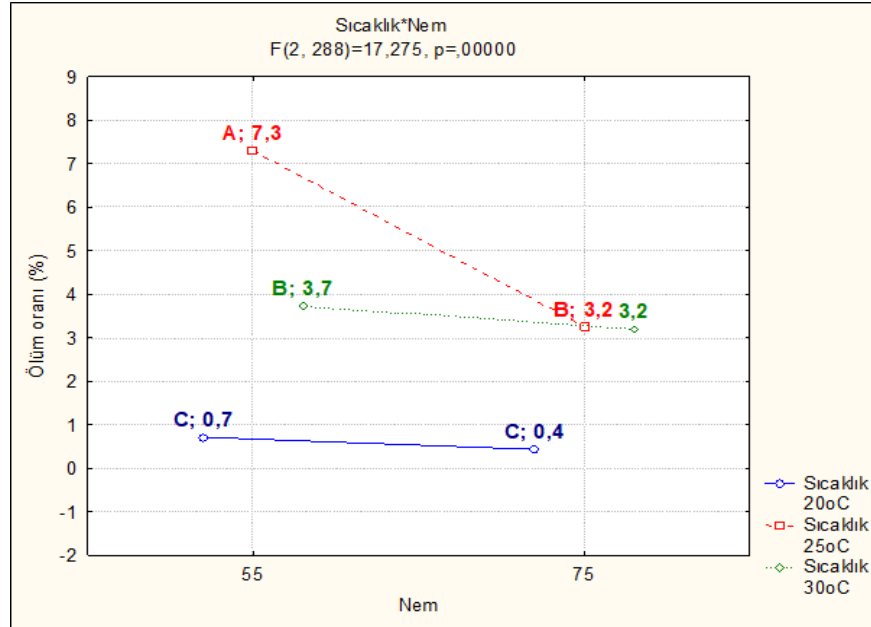


Şekil 4.27 Klinoptilolit in % 55 ve % 75 orantılı nemde *R. dominica* erginleri üzerindeki etkisi

Sıcaklık ve nemin etkisi birlikte incelendiğinde (Şekil 4.28, Şekil 4.29); 20 ve 30 °C sıcaklıklarda nem miktarındaki değişikliğin ölüm oranına kayda değer bir etkisinin olmadığı görülmüştür. 25 °C sıcaklıkta ise % 55 nemde gerçekleşen ölüm oranının % 75 nemde gerçekleşen ölüm oranından daha fazla olduğu kaydedilmiştir ($F_{2,288} = 17,275$; $p=0,00$).

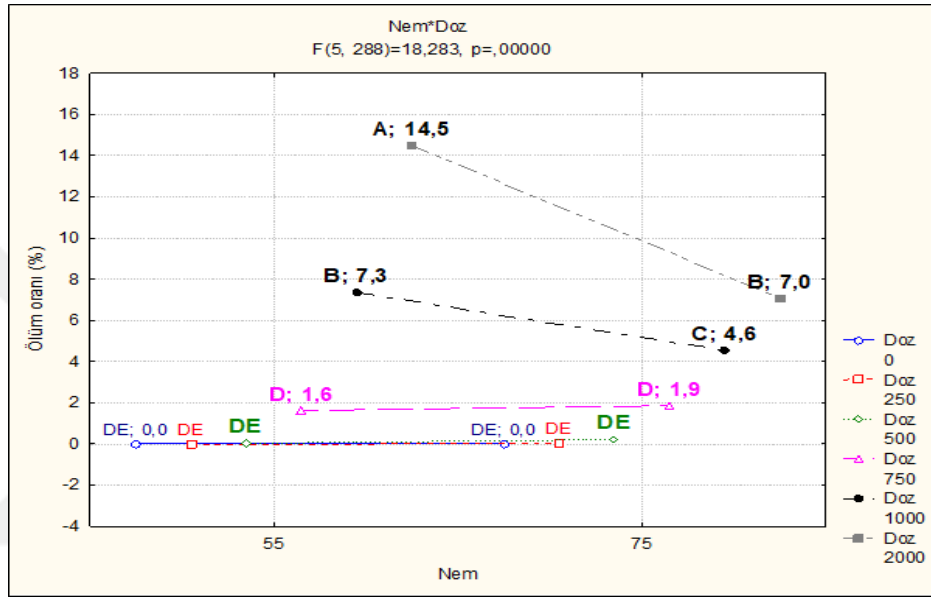


Şekil 4.28 Klinoptilolitin 20, 25 ve 30 °C ile % 55- 75 nemlerde *R. dominica* üzerindeki etkisi

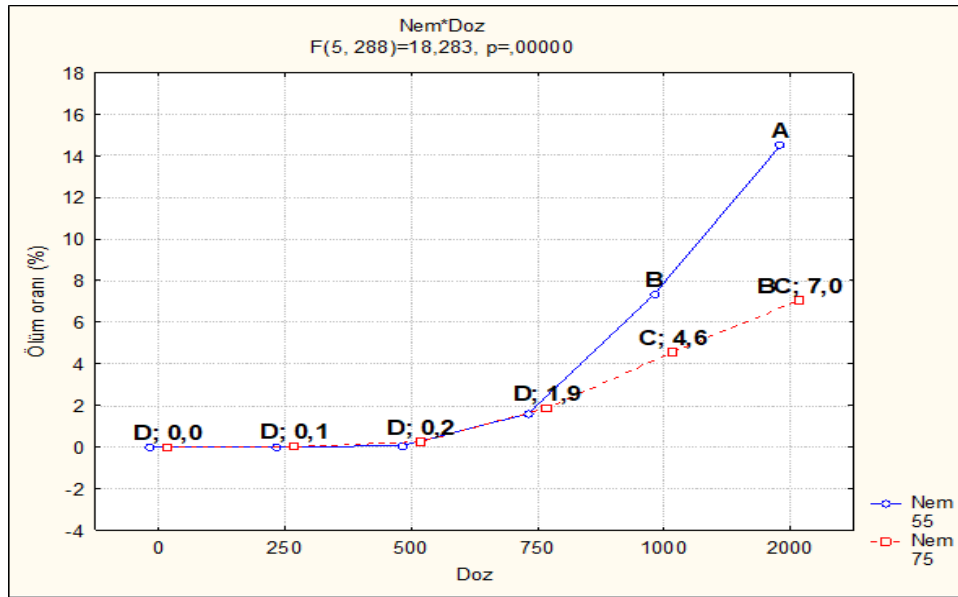


Şekil 4.29 Klinoptilolitin 20, 25 ve 30 °C sıcaklıklar ile % 55- 75 nemlerde *R. dominica* üzerindeki etkisi

Klinoptilolit uygulama dozu ile nemin etkisi birlikte incelendiğinde (Şekil 4.30); 750 ppm ve altındaki uygulama dozlarında ölüm oranı açısından farklı nemler arasında kayda değer bir fark olmadığı, 1000 ve 2000 ppm dozlarda ise nem artışına ters orantılı olarak ölüm oranlarının arttığı belirlenmiştir ($F_{5,288}=18,283$; $p=0,00$). % 55- 75 orantılı nem çalışmalarında doz artışına paralel olarak ölüm oranlarında artış kaydedilmiştir. En yüksek ölüm oranı % 55 nem ile yapılan çalışmada 2000 ppm dozda kaydedilmiştir (Şekil 4.31).

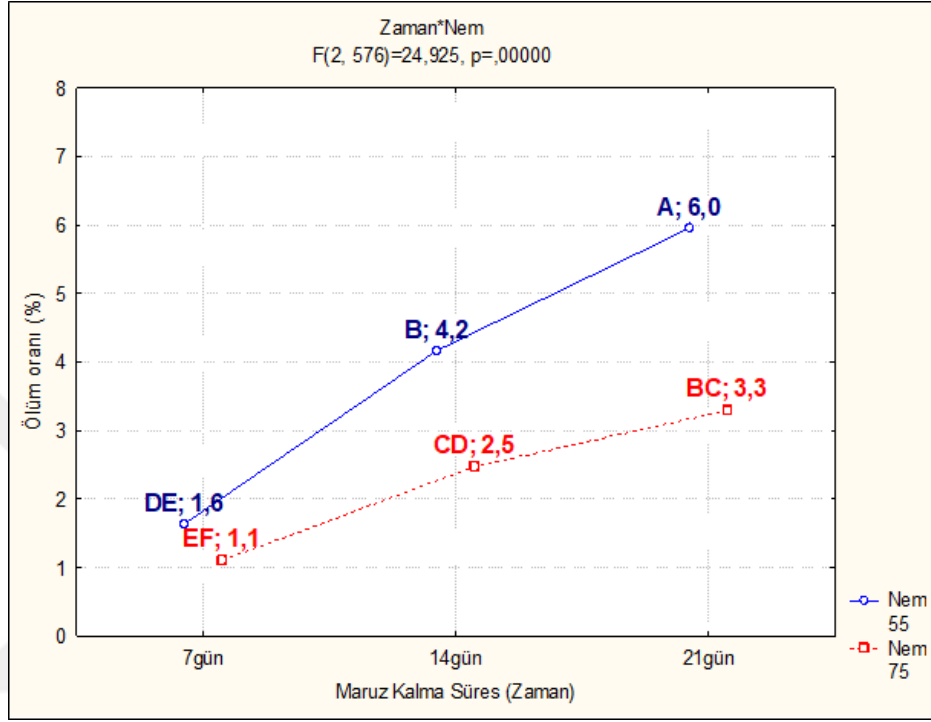


Şekil 4.30 Klinoptilolitinin farklı dozlarının % 55 ve 75 nemlerde *R. dominica* üzerindeki etkisi

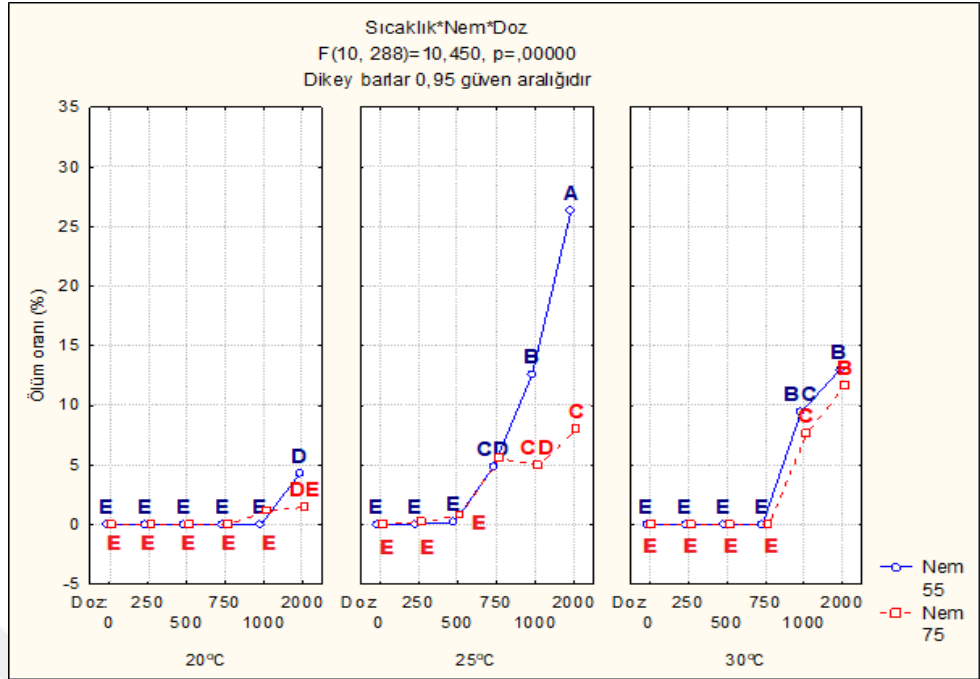


Şekil 4.31 Klinoptilolitinin farklı dozlarının % 55 ve 75 nemlerde *R. dominica* üzerindeki etkisi

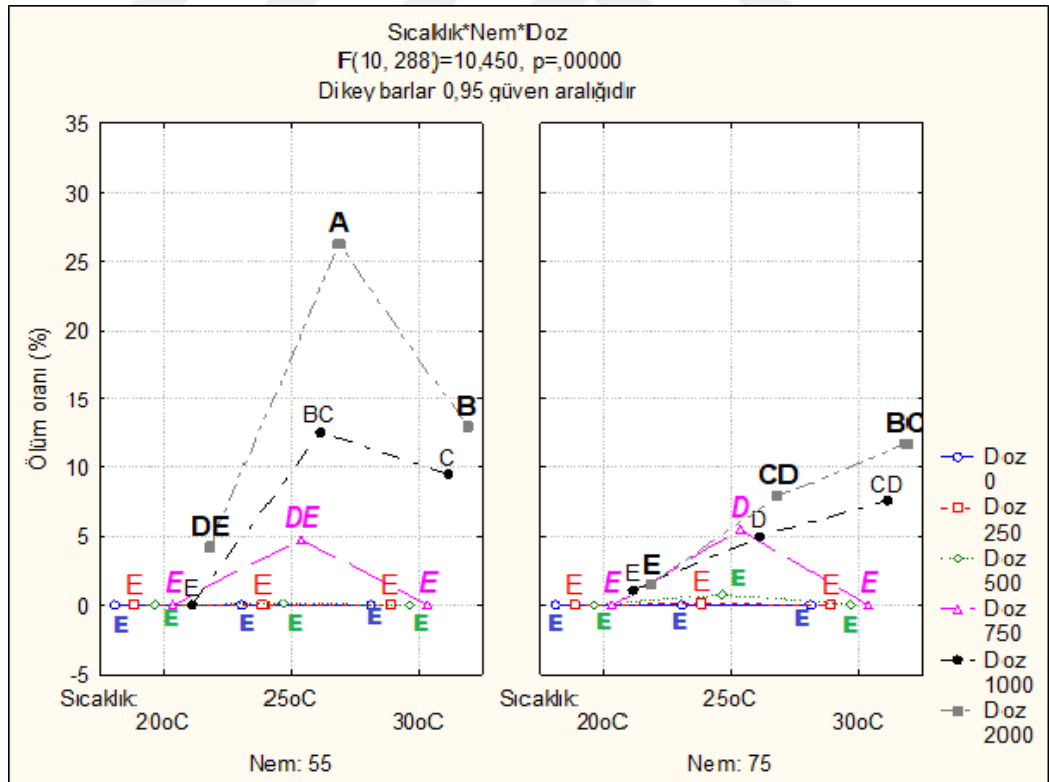
Klinoptilolite maruz kalma süresi ile nemin etkisi birlikte incelendiğinde (Şekil 4.32); her iki nem uygulamasında da maruz kalma süresi arttıkça ölüm oranlarının da arttığı belirlenmiştir ($F_{2,576}=24,925$; $p=0,00$).



Şekil 4.32 % 55 ve 75 nemlerde Klinoptilolite maruz kalma sürelerinin *R. dominica* üzerindeki etkisi

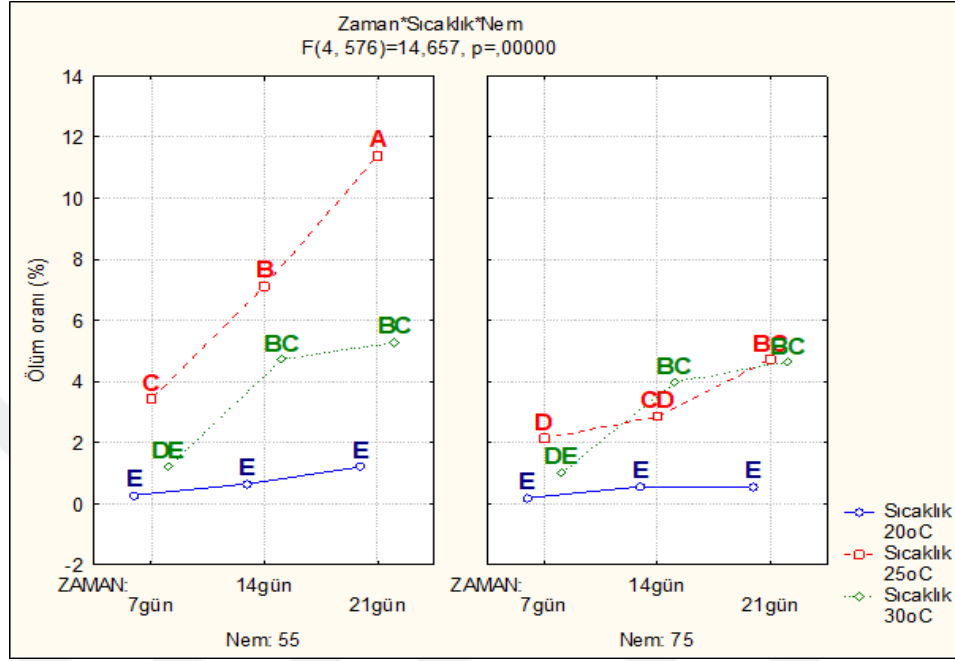


Şekil 4.34 Klinoptilolitinin farklı dozlarında 20, 25, 30 °C sıcaklıklar ile % 55 ve 75 nemin *R. dominica* üzerindeki etkisi

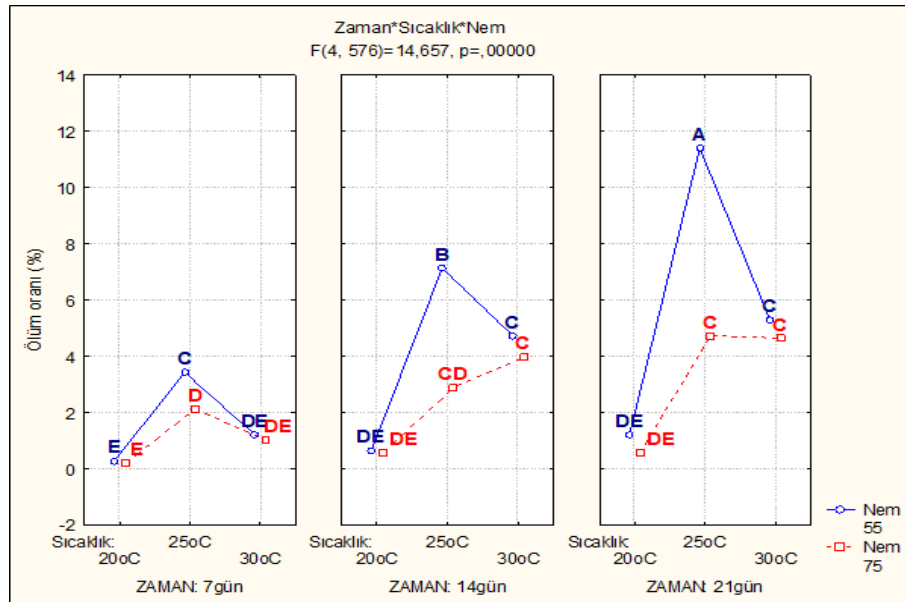


Şekil 4.35 Klinoptilolitinin farklı dozlarında 20, 25, 30 °C sıcaklıklar ile % 55 ve 75 nemin *R. dominica* üzerindeki etkisi

Sıcaklık, nem ve maruz kalma süresinin etkisi birlikte incelendiğinde; 20, 25, 30 °C sıcaklıklar ve % 55 - 75 nem çalışmalarında maruz kalma süresindeki artışa paralel olarak ölüm oranlarının da arttığı kaydedilmiştir. ($F_{4,576}=14,657$; $p=0,00$) (Şekil 4.36, Şekil 4.37)

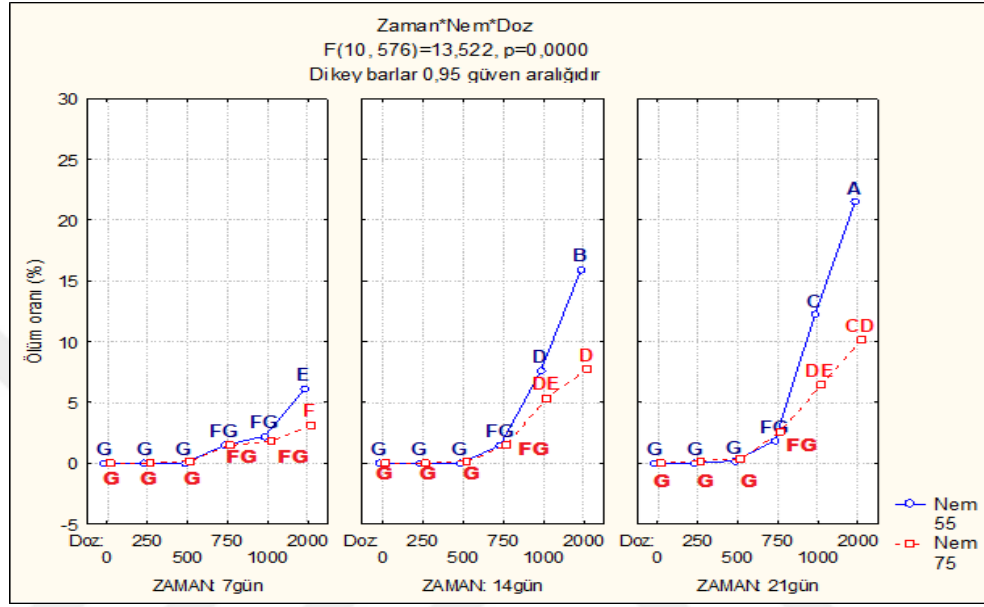


Şekil 4.36 20, 25, 30 °C sıcaklıklar ile % 55 ve 75 nemde Klinoptilolite maruz kalma sürelerinin *R. dominica* üzerindeki etkisi

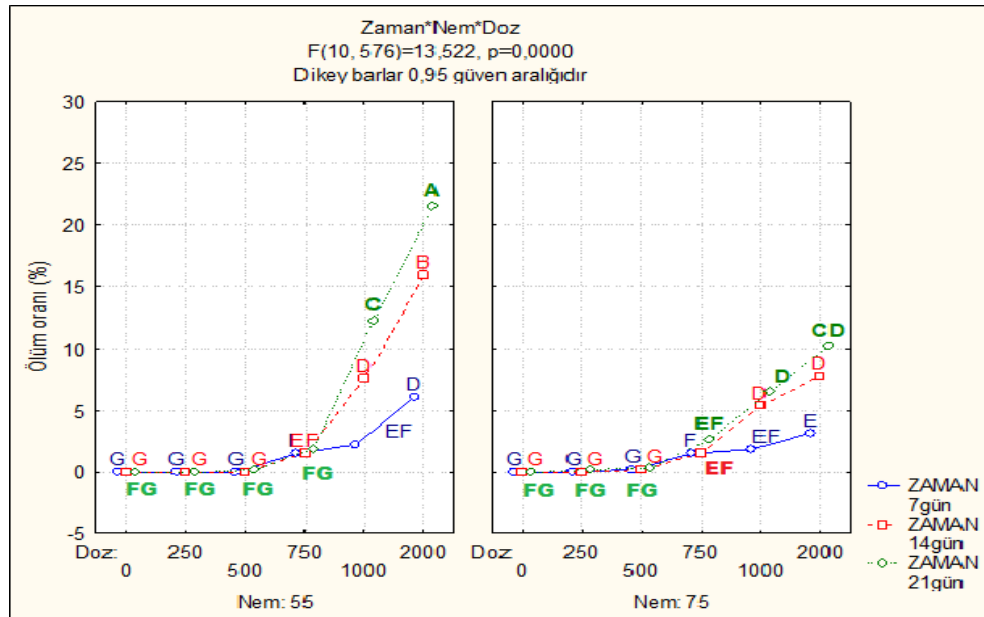


Şekil 4.37 20, 25, 30 °C sıcaklıklar ile % 55 ve 75 nemde Klinoptilolite maruz kalma sürelerinin *R. dominica* üzerindeki etkisi

% 55 ve 75 nemde Klinoptilolitin farklı dozlarına maruz kalma süresinin etkisi birlikte incelendiğinde; 750 ppm ve altındaki dozlarda ölüm oranının nem ve maruz kalma süresinden etkilenmediği görülmüştür. 750 ppm ve üzeri dozlarda, maruz kalma süresi ile doz artışına paralel olarak ölüm oranı artarken, ölüm oranındaki bu artış ile nem artışı arasında ters ilişki olduğu kaydedilmiştir ($F_{10,576}=13,522$; $p=0,00$).

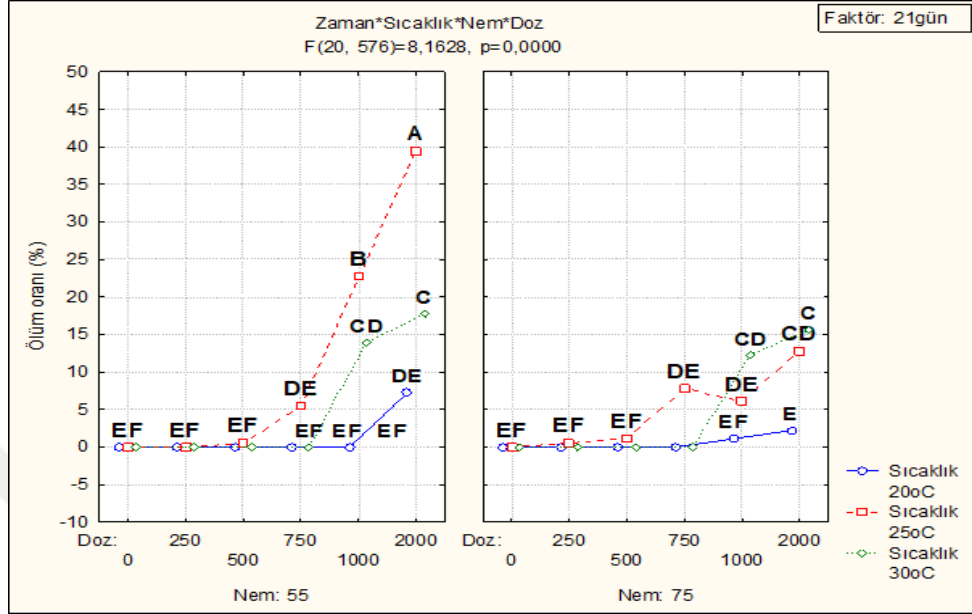


Şekil 4.38 Klinoptilolitin farklı dozlarına % 55 ve 75 nemde 7, 14, 21 gün maruz kalınmasının *R. dominica* üzerindeki etkisi

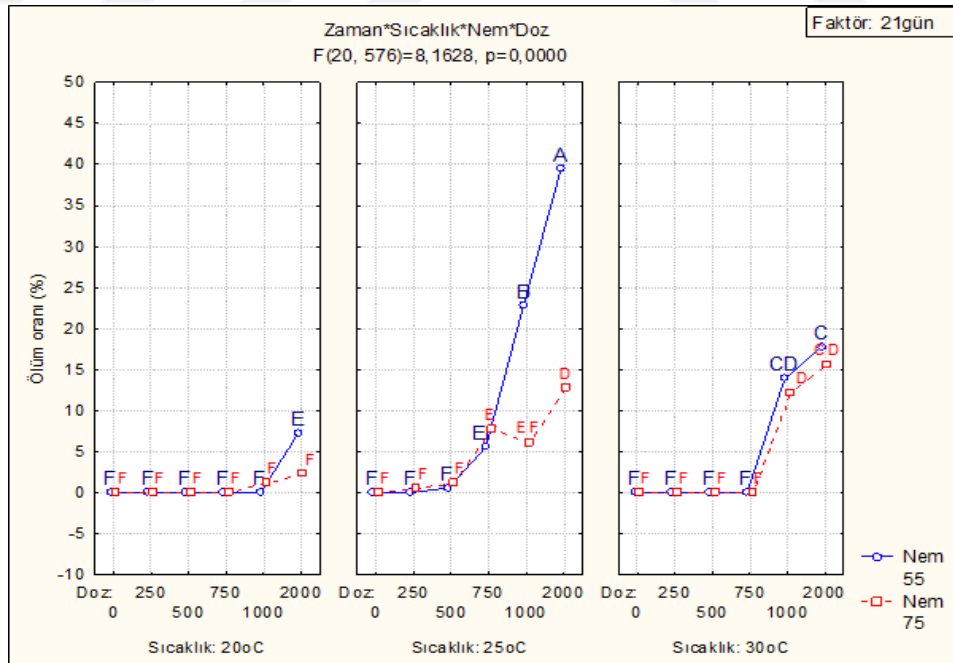


Şekil 4.39 Klinoptilolitin farklı dozlarına % 55 ve 75 nemde 7, 14, 21 gün maruz kalınmasının *R. dominica* üzerindeki etkisi

En yüksek ölüm oranının kaydedildiği 21. gün sayımları nem, doz ve sıcaklık kombinasyonlarıyla incelendiğinde; 25 °C sıcaklık % 55 nemde 750 ppm ve üzerinde doz artışına paralel olarak ölüm oranında artış olduğu kaydedilmiştir. ($F_{20,576}=8,1628$).

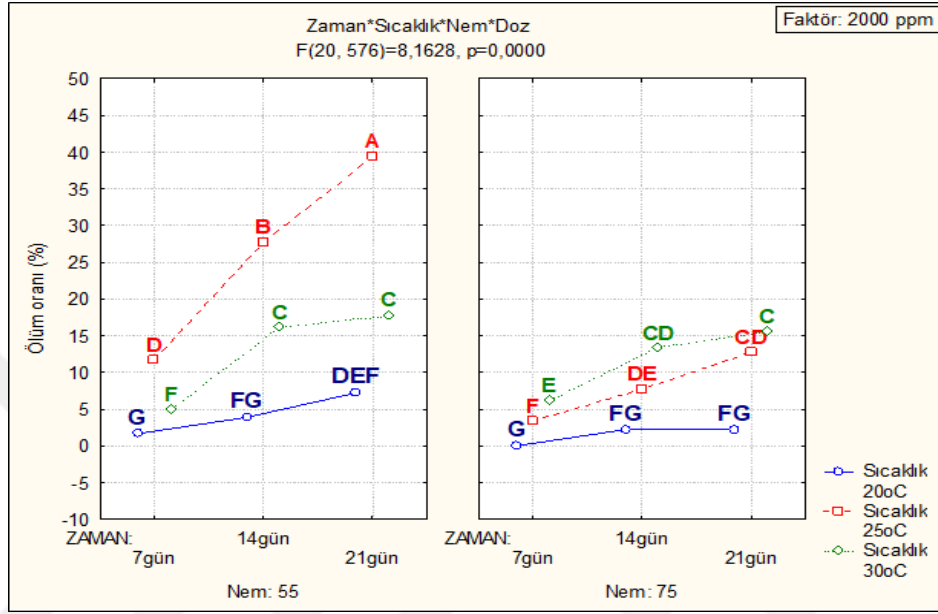


Şekil 4.40 Klinoptilolitinin farklı dozlarının 21. gün sayımlarında 20, 25, 30 °C sıcaklıklar ile % 55 - 75 nemde *R. dominica* üzerindeki etkisi

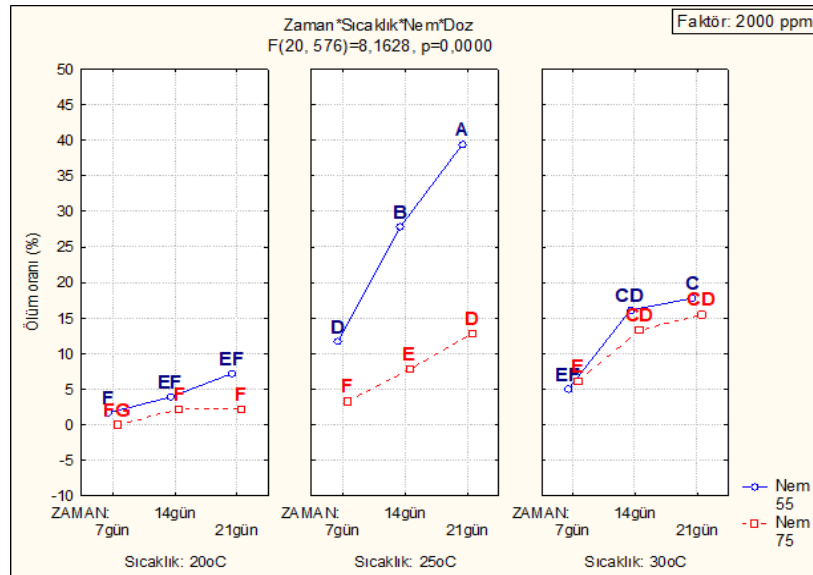


Şekil 4.41 Klinoptilolitinin farklı dozlarının 21. gün sayımlarında 20, 25, 30 °C sıcaklıklar ile % 55 - 75 nemde *R. dominica* üzerindeki etkisi

En yüksek ölüm oranının kaydedildiği 2000 ppm çalışmaları nem, gün ve sıcaklık kombinasyonlarıyla incelendiğinde; % 75 nemde sıcaklık artışı ve maruz kalma süresindeki artışın ölüm oranını artırdığı kaydedilmiştir. % 55 nemde ise nem, sıcaklık ve maruz kalma süresi arasında sabit bir korelasyon olmadığı görülmüştür ($F_{20,576}=8,1628$; $p=0,00$).



Şekil 4.42 Klinoptilolit 2000. ppm dozunun 20, 25, 30 °C sıcaklıklar ile % 55 - 75 nemde 7, 14, 21 günde *R. dominica* üzerindeki etkisi



Şekil 4.43 Klinoptilolit 2000. ppm dozunun 20, 25, 30 °C sıcaklıklar ile % 55 - 75 nemde 7, 14, 21 günde *R. dominica* üzerindeki etkisi

4.1.1.1.8 Farklı dozlarda Klinoptilolit *R.dominica* F1 verimine etkisinin Sıcaklık* Nem* Doz kombinasyonlarında değerlendirilmesi

Klinoptilolit farklı dozlarının, 20, 25, 30 °C’de ve % 55- 75 nemde *R. dominica* bireylerinde F1 gelişimi üzerindeki etkileri incelendiğinde; sıcaklık ile doz parametrelerinin tek başlarına veya birlikte F1 gelişimini ciddi oranda etkilediği bulunmuştur (Çizelge 4.7).

Sayımlar sonucunda elde edilen F1 ergin verileri incelendiğinde; doz ve sıcaklık artışına bağımlı olarak ergin gelişim miktarının düştüğü görülmektedir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.7 Klinoptilolite 20, 25, 30 °C’de ve 7, 14, 21 gün maruz kalma sürelerinde *R. dominica* F1 ergin gelişimi üzerindeki etkisine ilişkin varyans analiz tablosu

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	p
Intercept	7417755	1	7417755	5504,468	0
Sıcaklık	7872728	2	3936364	2921,044	0
Nem	16384	1	16384	12,158	0,000565
Doz	166630	5	33326	24,73	0
Sıcaklık*Nem	32155	2	16078	11,931	0,000011
Sıcaklık*Doz	168136	10	16814	12,477	0
Nem*Doz	1494	5	299	0,222	0,95298
Sıcaklık*Nem*Doz	4138	10	414	0,307	0,979048
Hata	388105	288	1348		

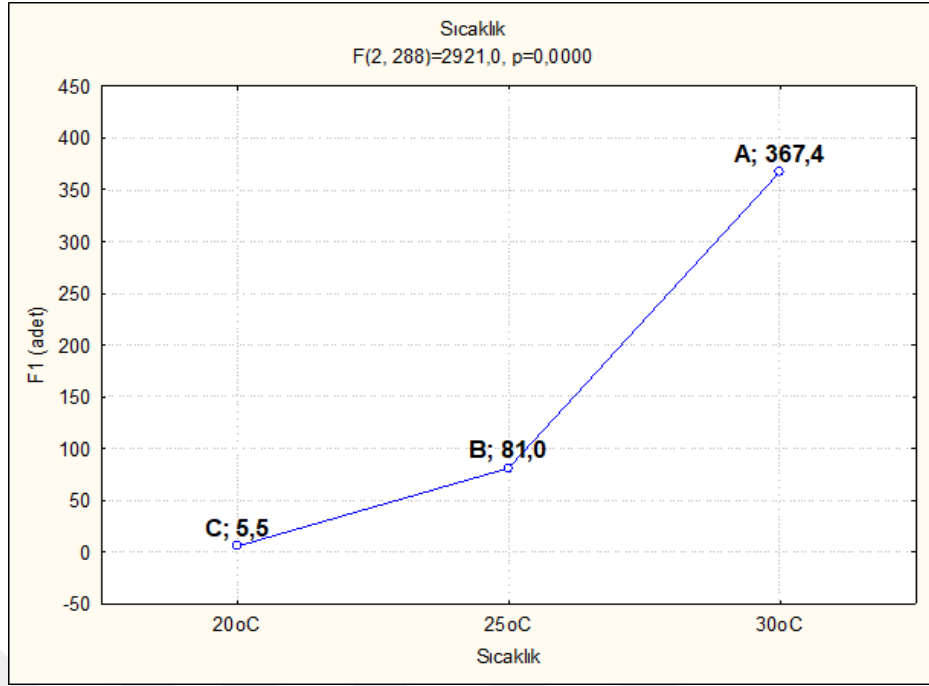
Çizelge 4.8 Klinoptilolit in farklı dozlarında 20, 25 ve 30 °C sıcaklıkta ve % 55- 75 nem koşullarında *Rhyzopertha dominica* F1 verimi

Sıcaklık (°C)	Nem (%)	Doz (ppm)	F1 ergin sayısı (adet)	F1 Gelişimi Baskılanma oranı (%)
20	55	0	6,89±0,84	
		250	6,22±0,52	9,72
		500	5,33±0,41	22,64
		750	4,78±0,7	30,62
		1000	3±0,47	56,46
		2000	2±0,37	70,97
	75	0	7,44±0,67	
		250	7,22±0,57	2,96
		500	7,44±0,41	0,00
		750	5,89±0,63	20,83
		1000	5,22±0,78	29,84
		2000	4,44±0,5	40,32
25	55	0	94,89±5,5	
		250	95,67±3,56	-0,82
		500	79±4,72	16,75
		750	75,56±10,44	20,37
		1000	76,89±3,34	18,97
		2000	68±9,8	28,34
	75	0	107,22±12,46	
		250	95,44±5,19	10,99
		500	85,44±7,54	20,31

Çizelge 4.8 Klinoptilolit in farklı dozlarında 20, 25 ve 30 °C sıcaklıkta ve % 55- 75 nem koşullarında *Rhyzopertha dominica* F1 verimi (devam)

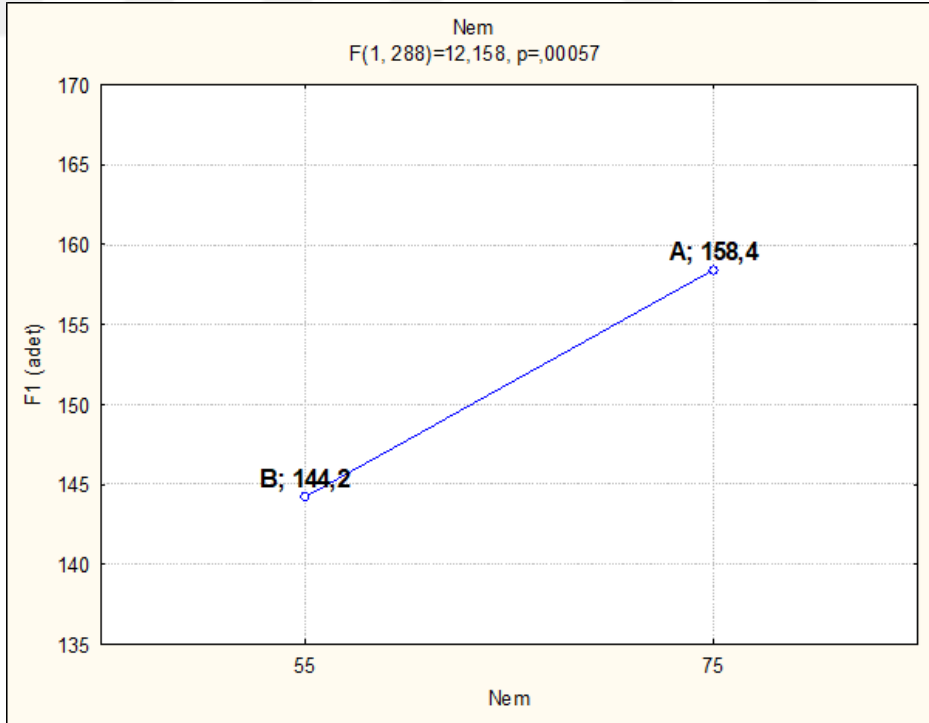
Sıcaklık (°C)	Nem (%)	Doz (ppm)	F1 ergin sayısı (adet)	F1 Gelişimi Baskılanma oranı (%)
25	75	750	71±6,2	33,78
		1000	67,22±7,79	37,31
		2000	56,11±5,57	47,67
30	55	0	418,89±11,36	
		250	387±3,77	7,61
		500	369±7,91	11,91
		750	345,44±11,04	17,53
		1000	298,56±16,34	28,73
		2000	258,44±23,07	38,3
	75	0	447±26,31	
		250	425,44±30,46	4,82
		500	418,44±11,89	6,39
		750	408,67±21,99	8,57
		1000	341,33±18,77	23,64
		2000	290,56±31,81	35

Yalnızca sıcaklık yönüyle değerlendirildiğinde; sıcaklık arttıkça *R.dominica* F1 veriminin önemli ölçüde artış gösterdiği kaydedilmiştir ($F_{2, 288}=2921,0$; $p=0,00$) (Şekil 4.44).



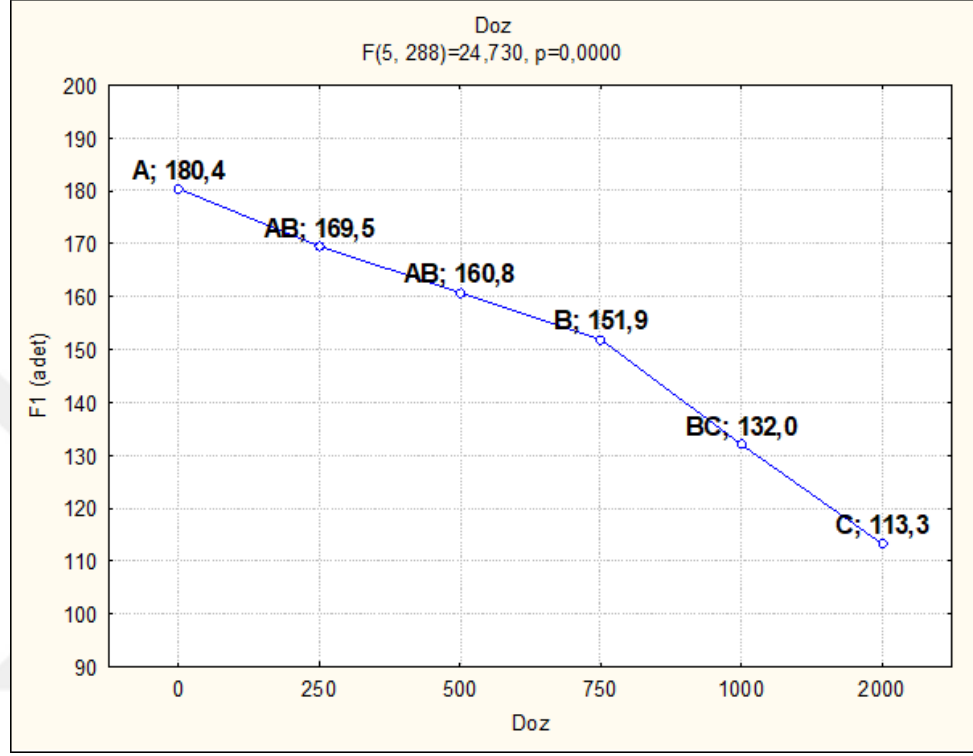
Şekil 4.44 Farklı sıcaklık koşullarında *R. dominica* F1 verimi

Yalnızca nem yönüyle değerlendirildiğinde; *R.dominica* F1 veriminin nem artışına paralel olarak önemli ölçüde artış gösterdiği kaydedilmiştir ($F_{1,288}=12,158$) (Şekil 4.45).



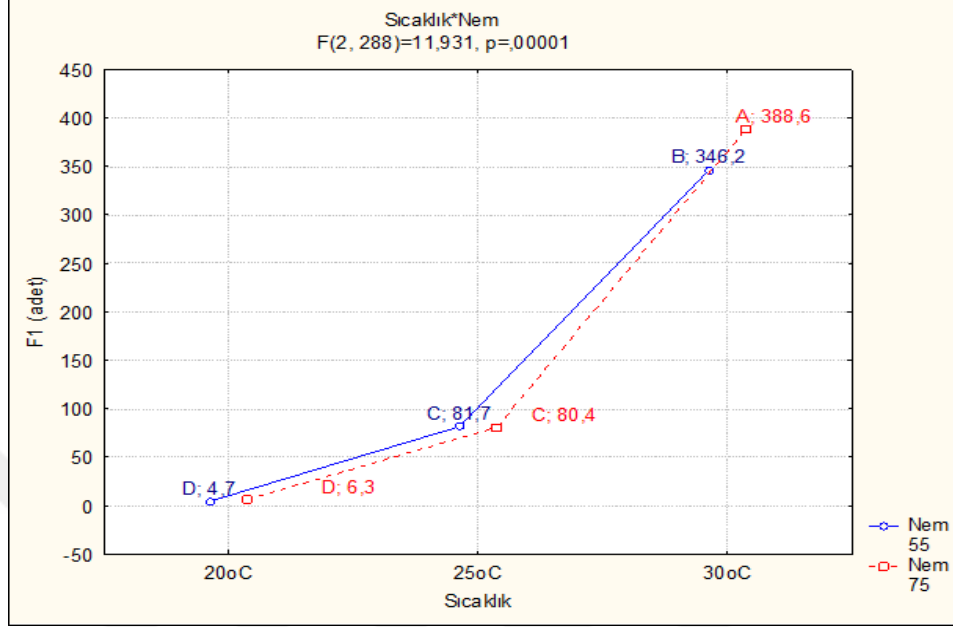
Şekil 4.45 Farklı nem koşullarında *R. dominica* F1 verimi

Yalnızca uygulama dozu yönüyle değerlendirildiğinde; Klinoptilolit'in uygulama dozu arttıkça *R. dominica* F1 veriminin düştüğü kayıt altına alınmıştır ($F_{5,288}=24,730$) (Şekil 4.46).



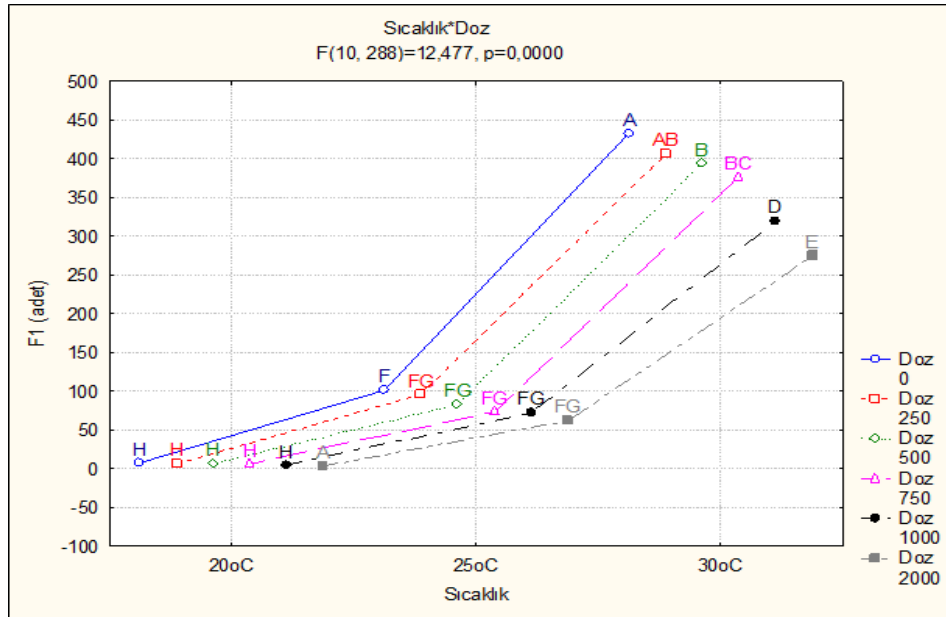
Şekil 4.46 Klinoptilolit'in farklı dozlarında *R. dominica* F1 verimi

Sıcaklık ve nemin F1 verimi üzerindeki etkisine bakıldığında; hem % 55 hem de % 75 nem koşullarında F1 verimi sıcaklığa bağlı olarak artış göstermiştir ($F_{2,288}=11,931$; $p=0,00$).



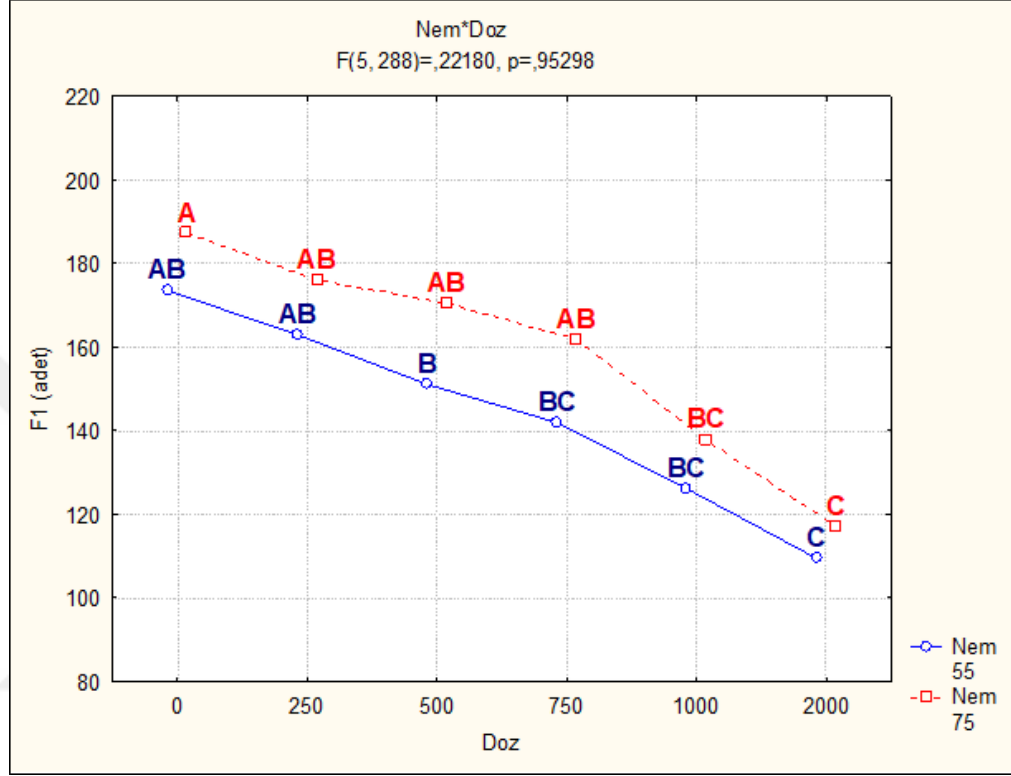
Şekil 4.47 Sıcaklık ve nemin *R. dominica* F1 verimine etkisi

Sıcaklık ve uygulama dozunun F1 verimi üzerindeki etkisine bakıldığında; her bir dozda sıcaklık artışına paralel olarak F1 veriminin artış gösterdiği kaydedilmiştir ($F_{2,288}=11,931$; $p=0,00$) (Şekil 4.48).



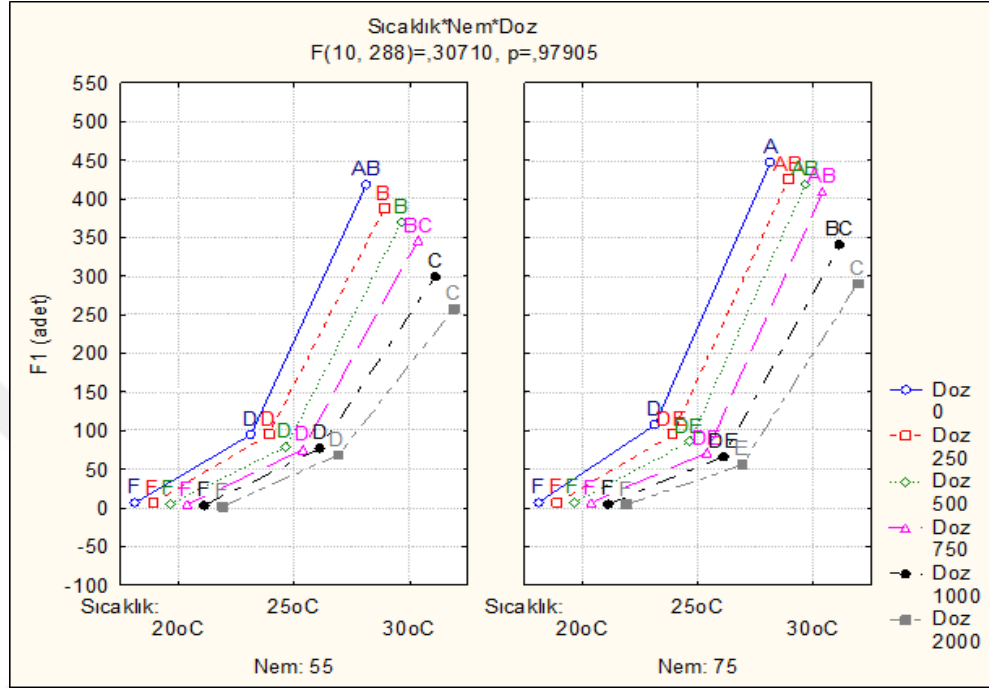
Şekil 4.48 Sıcaklık ve dozun *R. dominica* F1 verimine etkisi

Nem ve uygulama dozunun F1 verimi üzerindeki etkisine bakıldığında; her bir dozda nem artışına paralel olarak F1 veriminin artış gösterdiği, her bir nemde ise doz artışına bağlı olarak F1 veriminin azaldığı kaydedilmiştir ($F_{5,288}=,22180$) (Şekil 4.49).

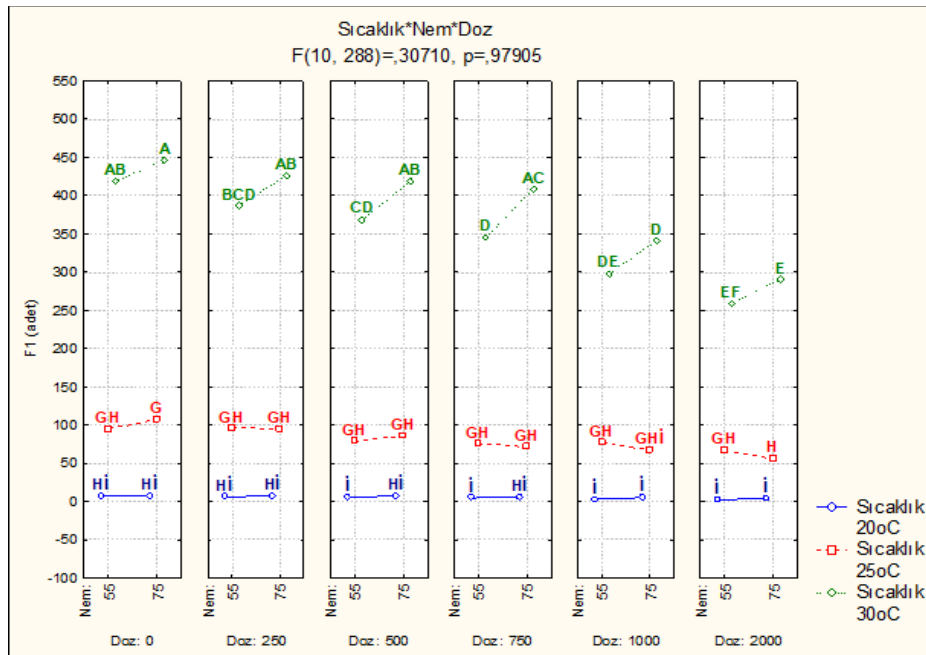


Şekil 4.49 Nem ve uygulama dozunun *R. dominica* F1 verimine etkisi

Nem, sıcaklık ve uygulama dozunun F1 verimine etkisine bakıldığında; her bir dozda sıcaklık ve nem artışına paralel olarak F1 ergin gelişimi artış gösterirken, her bir sıcaklık ve nemde artan doza bağlı olarak F1 ergin gelişiminin düştüğü kaydedilmiştir ($F_{10,288}=,30710$) (Şekil 4.50, Şekil 4.51).



Şekil 4.50 Nem, sıcaklık ve uygulama dozunun *R. dominica* F1 verimine etkisi



Şekil 4.51 Nem, sıcaklık ve uygulama dozunun *R. dominica* F1 verimine etkisi

4.1.1.2 *Tribolium confusum* üzerindeki etkisi

Manisa ili Gördes yöresi menşeli Klinoptilolit *Tribolium confusum*’un 7- 14 günlük erginlerinin üzerindeki kısa süreli öldürücü ve F1 gelişimini baskılayıcı etkisi 20, 25 ve 30 °C sıcaklık ve %55 - %75 orantılı nem koşullarında 6 farklı doz ile muamele edilen buğdayda sırasıyla 7, 14 ve 21 günlük maruz bırakma ve 60 günlük bekleme süreleri sonunda yapılan ergin sayımları (F1) sonucunda tespit edilmiştir.

Zeolitin etkisini belirlemek yürütülen çalışmaya ait veriler; tekrarlı ölçümler (Repeated Measures) varyans analizi tekniği ile analiz edilmiş, sıcaklık ve zeolit konsantrasyonu gruplar arası değişken, maruz kalma süresi ise grup içi değişken olarak ele alınmıştır (Çizelge 4.1). Ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan Çoklu Aralık Testi ile belirlenmiştir ($p<0,05$).

Zeolitin kısa dönemde Un Biti üzerindeki öldürücü etkisine ilişkin yapılan varyans analizinde Süre*Sıcaklık*Nem*Dozlar arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde interaksiyon olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.9).

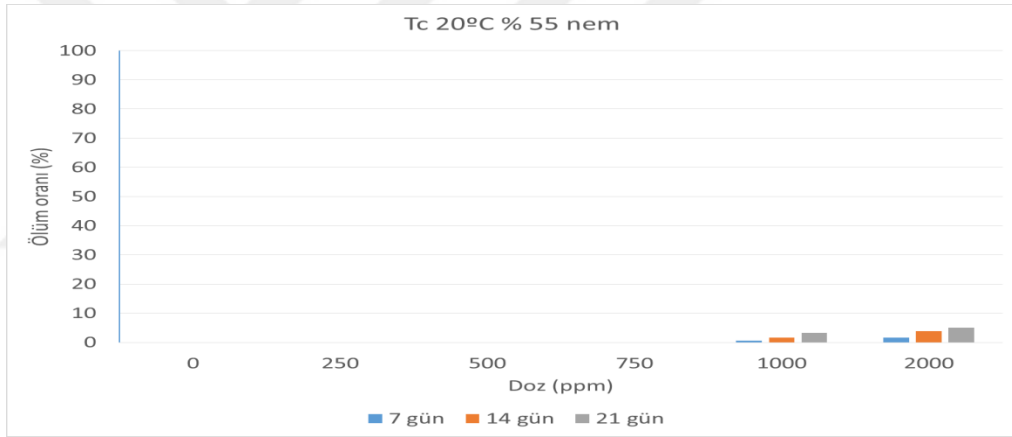
Çizelge 4.9 Farklı sıcaklık ve orantılı nemlerde farklı dozlarda zeolit ile muamele edilen buğday ile *T.confusum* erginlerinde farklı uygulama sürelerinde elde edilen ölüm oranlarına ilişkin tekrarlı ölçümler (repeated measures) varyans analiz tablosu

	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	p
Intercept	469	1	468,75000	92	0,0000
Sıcaklık	28	2	13,96600	3	0,0663
Nem	11	1	11,34260	2	0,1369
Doz	930	5	185,91050	36	0,0000
Sıcaklık*Nem	9	2	4,70680	1	0,3985
Sıcaklık*Doz	108	10	10,84880	2	0,0225
Nem*Doz	51	5	10,10800	2	0,0812
Sıcaklık*Nem*Doz	50,463	10	5,0463	0,98966	0,452447
Hata (Muameleler arası)	1468,519	288	5,099		
Maruz Kalma Süresi	282,099	2	141,0494	72,15789	0
Maruz Kalma Süresi *Sıcaklık	31,173	4	7,7932	3,98684	0,003362
Maruz Kalma Süresi *Nem	11,728	2	5,8642	3	0,050566
Maruz Kalma Süresi *Doz	447,84	10	44,784	22,91053	0
Maruz Kalma Süresi *Sıcaklık*Nem	15,432	4	3,858	1,97368	0,097048
Maruz Kalma Süresi *Sıcaklık*Doz	58,333	20	2,9167	1,49211	0,077551
Maruz Kalma Süresi *Nem*Doz	39,815	10	3,9815	2,03684	0,027821
Maruz Kalma Süresi *Sıcaklık*Nem*Doz	37,654	20	1,8827	0,96316	0,506125
Hata (Muameleler içi)	1125,926	576	1,9547		

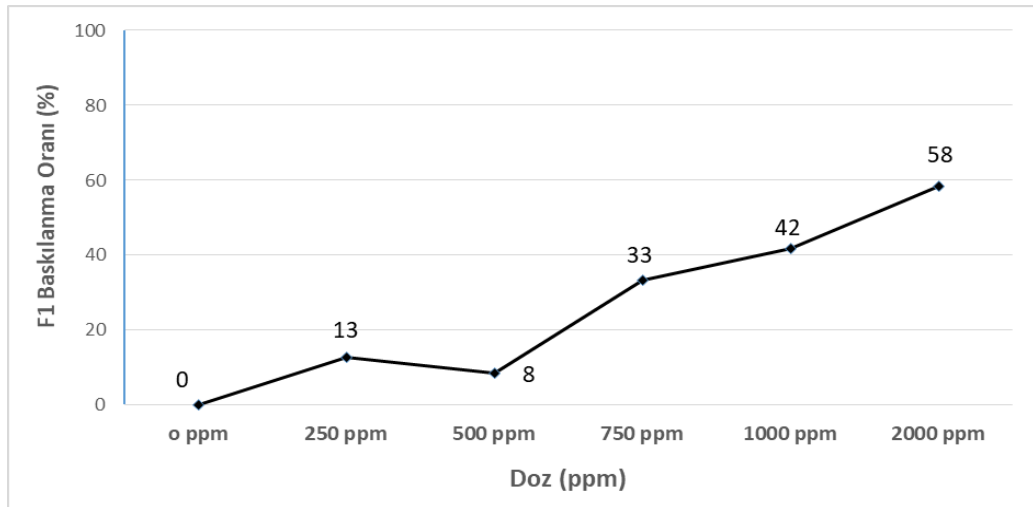
4.1.1.2.1 20 °C sıcaklık ve % 55 orantılı nemde Klinoptilolit etkinliği

20 derece % 55 orantılı nem ile yapılan çalışmada, 7., 14. ve 21. gün sonundaki sayımlarda elde edilen ölüm oranları karşılaştırmalı olarak Şekil 4.52’de verilmiştir. Söz konusu çalışmada ölüm oranlarının; maruz kalma süresi ve doz artışına paralel olarak herhangi bir artış göstermediği saptanmıştır. Yalnızca 1000 ppm ve 2000 ppm’de ölüm oranı kaydedilmiştir.

T.confusum erginlerinin F1 döllerinin tespiti için 21. gün sayımının ardından 60 günlük bekleme sonucunda, deneme kaplarındaki canlı ve ölü bireyler olmak üzere toplam birey sayısı belirlenmiştir. Baskılanma oranlarına ilişkin hesaplama sonuçları Şekil 4.53’de verilmiştir. Yapılan çalışmalarda F1 verimi yönünden en yüksek baskılanma oranı yaklaşık olarak %58 ile 2000 ppm’ de görülürken, uygulama dozlarının hiç birinde %100 baskılanma gerçekleşmemiştir.



Şekil 4.52 Klinoptilolit ile 20 °C ve % 55 nemde *T.confusum* ölüm oranları (%)



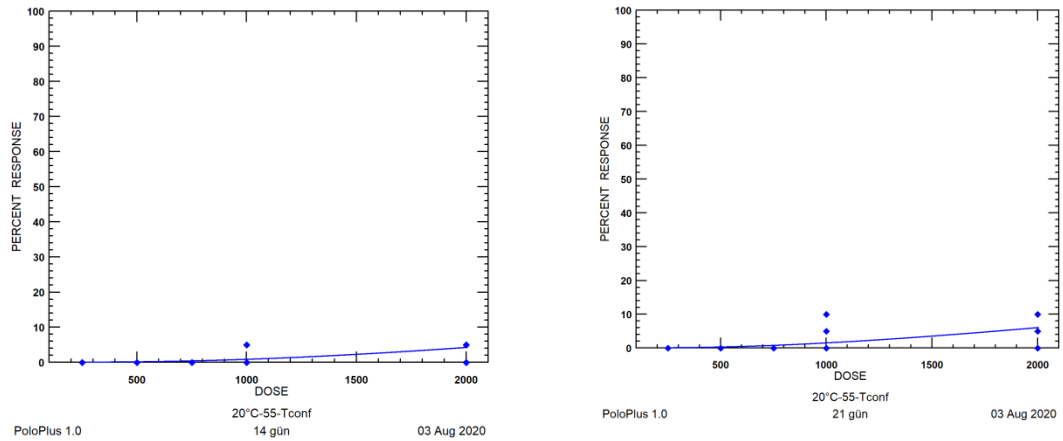
Şekil 4.53 Klinoptilolit ile 20 °C ve % 55 nemde *T.confusum* F1 baskılanma oranları (%)

Denemelerde zeolitin erginler üzerine LD₅₀, LD₉₀ ve LD₉₅ değerleri Çizelge 4.10’da verilmiştir. 21 gün sonunda elde edilen LD₅₀ değeri 11248.1 mg/kg olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.10 Klinoptilolitle 20 °C ve % 55 nemde *T. confusum* LD₅₀ verileri ve eğim

Sıcaklık (°C)	Nem (%)	Maruz kalma Süresi (gün)	Eğim	Heterojenlik	LD50 (ppm)	LD90 (ppm)	LD95 (ppm)
					(%95 güven aralığı)		
20	55	7	-	-	-	-	-
		14	2.2±0.7	0.40	11825.2 (5079.2 - 448349.0)	44146.8 (11519.7 - 15758225.2)	64132.5 (14509.4 - 43287249.9)
		21	2.1±0.6	0.53	11248.1 (5219.6 - 128491.6)	46665.6 (13378.0 - 2623735.1)	69850.2 (17443.4 - 6179225.1)

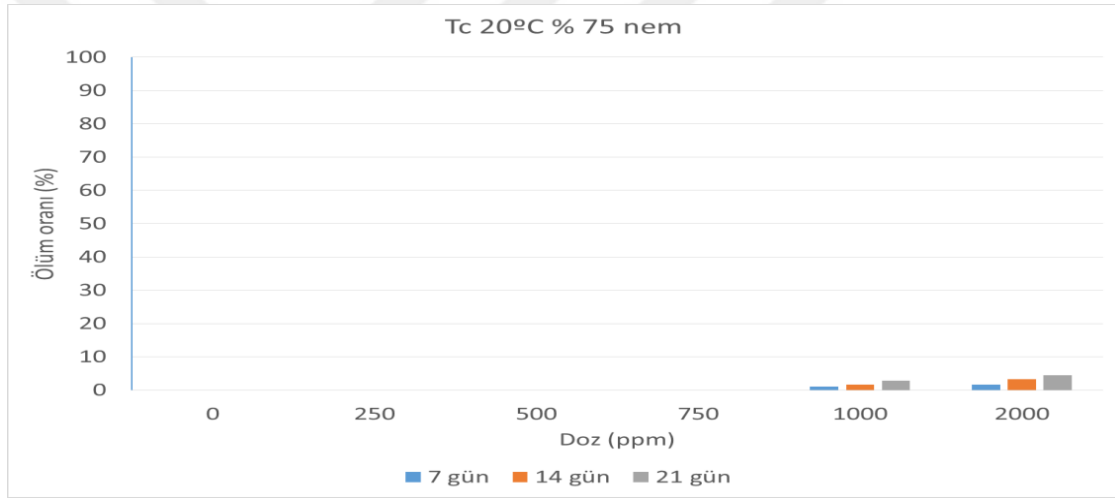
Çalışmada her bir haftaya ait elde edilen probit eğrileri de Şekil 4.54’ de verilmektedir



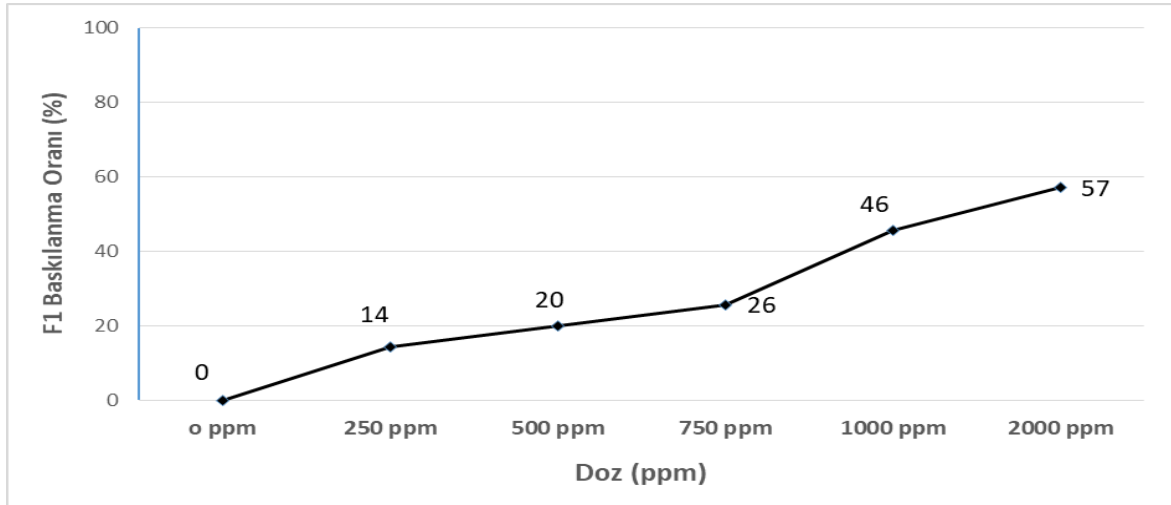
Şekil 4.54 20 °C - % 55 nemde farklı dozlarda uygulanan Klinoptilolitin 14 (sol) ve 21 günde (sağ) *T. confusum* erginleri üzerindeki letal etkileri

4.1.1.2.2 20 °C sıcaklık ve % 75 orantılı nemde Klinoptilolit etkinliği

20 derece % 75 orantılı nem ile yapılan çalışmada, 7., 14. ve 21. gün sonundaki sayımlarda elde edilen ölüm oranları karşılaştırmalı olarak şekil 4.55’de verilmiştir. Ölüm oranlarının; maruz kalma süresi ve doz artışına paralel olarak herhangi bir artış göstermediği saptanmıştır. Yalnızca 1000 ppm ve 2000 ppm’de ölüm oranı kaydedilmiştir. *T.confusum* erginlerinin F1 döllerinin tespiti için 21. gün sayımının ardından 60 günlük bekleme sonucunda, deneme kaplarındaki toplam birey sayısı belirlenmiştir. Baskılanma oranlarına ilişkin hesaplama sonuçları şekil 4.56’da verilmiştir. F1 verimi yönünden en yüksek baskılanma oranı % 57 ile 2000 ppm’ de görülürken, uygulama dozlarının hiç birinde %100 baskılanma gerçekleşmemiştir.



şekil 4.55 Klinoptilolit ile 20 °C ve % 75 nemde *T.confusum* lm oranları (%)



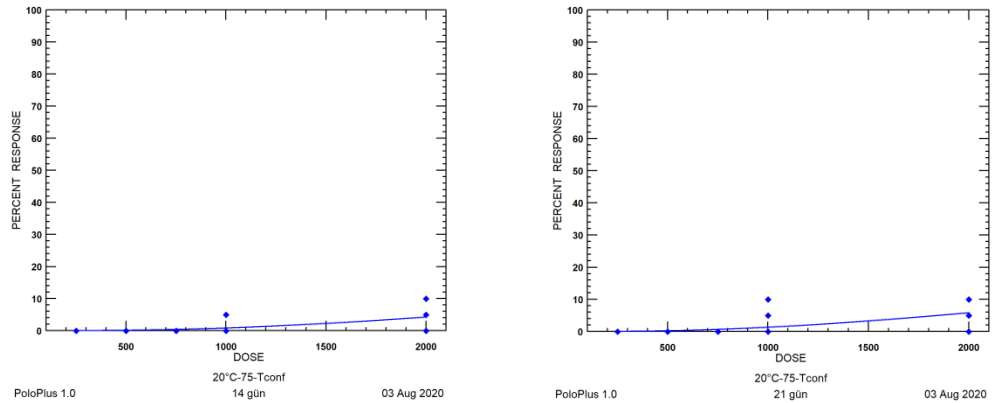
şekil 4.56 Klinoptilolit ile 20 °C ve % 75 nemde yapılan çalışmada *T.confusum* F1 baskılanma oranları (%)

Denemelerde zeolitin erginler üzerine LD₅₀, LD₉₀ ve LD₉₅ değerleri Çizelge 4.11’de verilmiştir. 21 gün sonunda elde edilen LD₅₀ değeri 10469.7 mg/kg olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.11 Klinoptilolitle 20 °C ve % 75 nemde *T. confusum* LD₅₀ verileri ve eğim

Sıcaklık (°C)	Nem (%)	Maruz kalma Süresi (gün)	Eğim	Heterojenlik	LD50 (ppm)	LD90 (ppm)	LD95 (ppm)
					(%95 güven aralığı)		
20	75	7	-	-	-	-	-
		14	2.2±0.7	0.46	11825.2 (5079.2 - 448349.0)	44146.8 (11519.7 - 15758225.2)	64132.5 (14509.4 - 43287249.9)
		21	2.2±0.6	0.64	10469.7 (5005.2 - 113582.2)	40329.2 (12172.1 - 2067599.0)	59108.9 (15636.6 - 4713397.9)

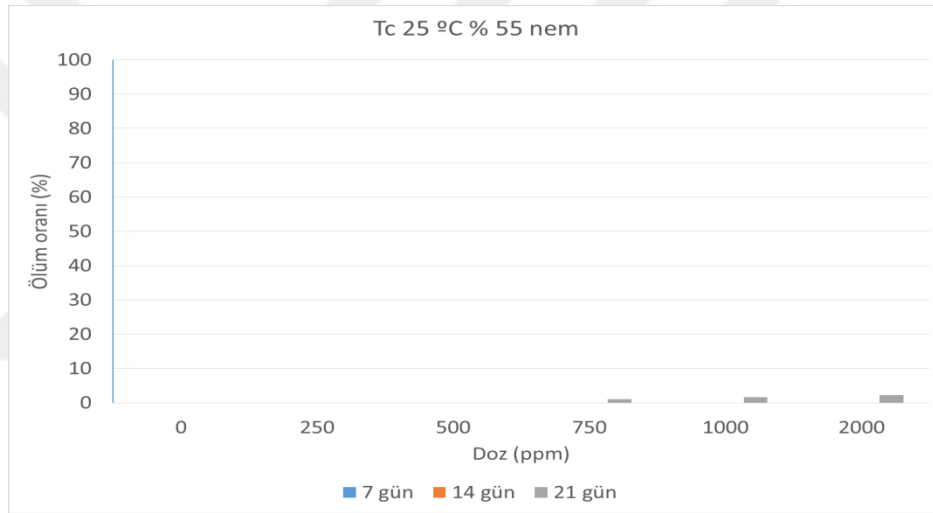
Çalışmada her bir haftaya ait elde edilen probit eğrileri de Şekil 4.57’ de verilmektedir.



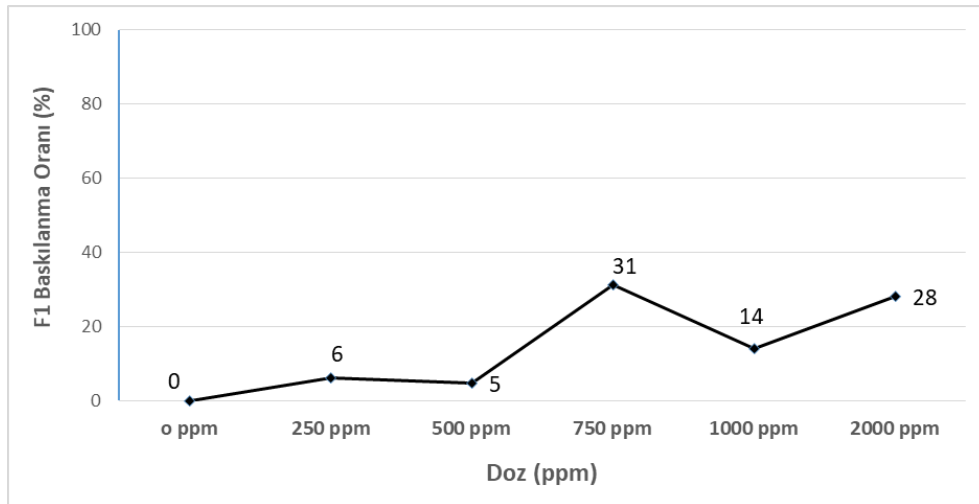
Şekil 4.57 20 °C - % 75 nemde farklı dozlarda uygulanan Klinoptilolitin 14 (sol) ve 21 günde (sağ) *T. confusum* erginleri üzerindeki letal etkileri

4.1.1.2.3 25 °C sıcaklık ve % 55 orantılı nemde Klinoptilolit etkinliği

25 derece % 55 orantılı nem ile yapılan çalışmada, 7., 14. ve 21. gün sonundaki sayımlarda elde edilen ölüm oranları karşılaştırmalı olarak Şekil 4.58’de verilmiştir. Söz konusu çalışmada ölüm oranlarının; maruz kalma süresi ve doz artışına paralel olarak herhangi bir artış göstermediği saptanmıştır. *T.confusum* erginlerinin F1 döllерinin tespiti için 21. gün sayımının ardından 60 günlük bekleme sonucunda, deneme kaplarındaki canlı ve ölü bireyler olmak üzere toplam birey sayısı belirlenmiştir. Baskılanma oranlarına ilişkin hesaplama sonuçları Şekil 4.59’da verilmiştir. Yapılan çalışmalarda F1 verimi yönünden uygulama dozlarının hiç birinde %100 baskılanma gerçekleşmemiştir.



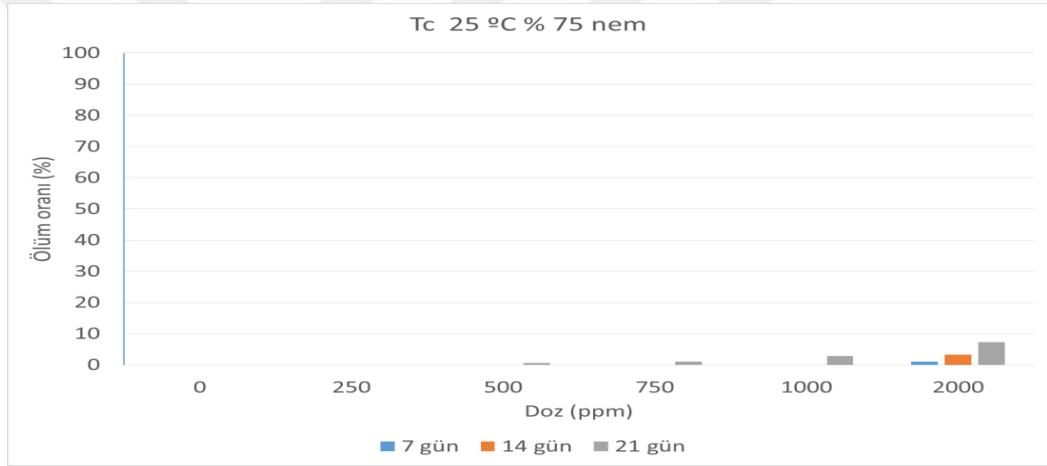
Şekil 4.58 Klinoptilolit ile 25 °C ve % 55 nemde *T.confusum* ölüm oranları (%)



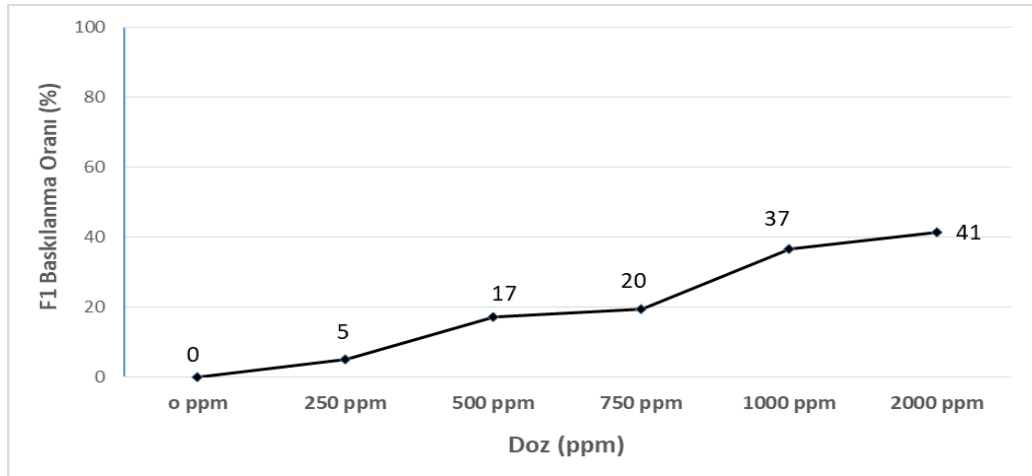
Şekil 4.59 Klinoptilolit ile 25 °C ve % 55 nemde yapılan çalışmada *T.confusum* F1 baskılanma oranları (%)

4.1.1.2.4 25 °C sıcaklık ve % 75 orantılı nemde Klinoptilolit etkinliği

25 derece % 75 orantılı nem ile yapılan çalışmada, 7., 14. ve 21. gün sonundaki sayımlarda elde edilen ölüm oranları karşılaştırmalı olarak şekil 4.60'da verilmiştir. Söz konusu çalışmada ölüm oranlarının; maruz kalma süresi ve doz artışına paralel olarak artış gösterdiği saptanmıştır. En yüksek doz olan 2000 ppm'de en yüksek ölüm oranı kaydedilmiştir. *T.confusum* erginlerinin F1 döllerinin tespiti için 21. gün sayımının ardından 60 günlük bekleme sonucunda, deneme kaplarındaki canlı ve l bireyler olmak üzere toplam birey sayısı belirlenmiştir. Baskılanma oranlarına ilişkin hesaplama sonuçları şekil 4.61'de verilmiştir. Yapılan alışmalarda F1 verimi yönünden en yüksek baskılanma oranı yaklaşık olarak % 41 ile 2000 ppm' de görülürken, uygulama dozlarının hiç birinde %100 baskılanma gerçekleşmemiştir.



şekil 4.60 Klinoptilolit ile 25 °C ve % 75 nemde *T.confusum* lm oranları (%)



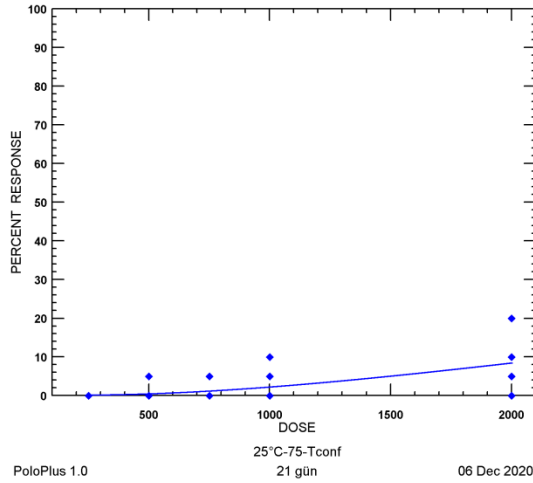
şekil 4.61 Klinoptilolit ile 25 °C ve % 75 nemde yapılan çalışmada *T.confusum* F1 baskılanma oranları (%)

Denemelerde zeolitin erginler üzerine LD₅₀, LD₉₀ ve LD₉₅ değerleri Çizelge 4.12’de verilmiştir. 21 gün sonunda elde edilen LD₅₀ değeri 8874.9 mg/kg olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.12 Klinoptilolitle 25 °C ve % 75 nemde *T. confusum* LD₅₀ verileri ve eğim

Sıcaklık (°C)	Nem (%)	Maruz kalma Süresi (gün)	Eğim	Heterojenlik	LD50 (ppm)	LD90 (ppm)	LD95 (ppm)
					(%95 güven aralığı)		
25	75	7	-	-	-	-	-
		14	-	-	-	-	-
		21	2.1±0.5	0.82	8874.9 (4804.8 - 40903.1)	35374.3 : (12711.7 - 474433.1)	52351.4 (16722.6 - 951919.9)

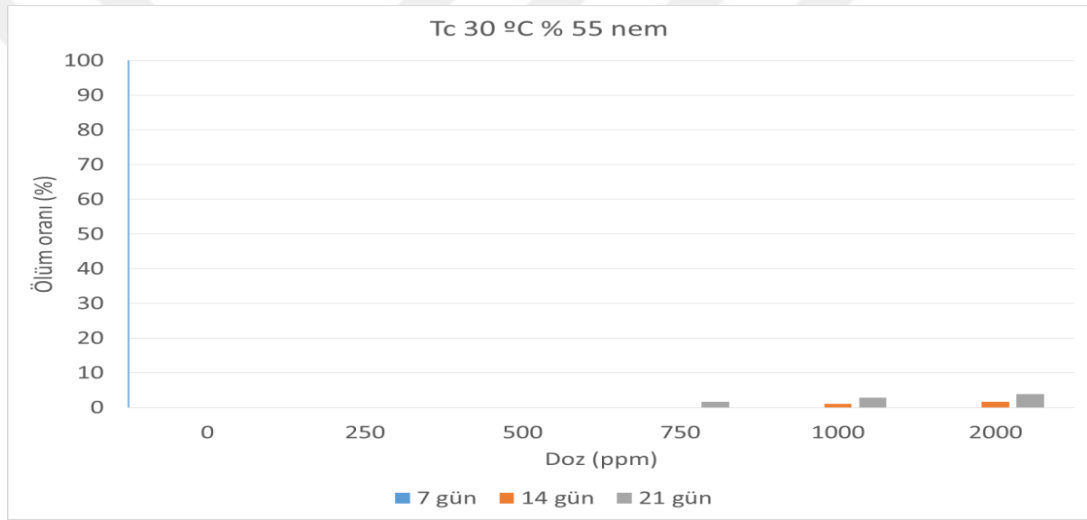
Çalışmada 21. güne ait elde edilen probit eğrisi de Şekil 4.62’ de verilmektedir.



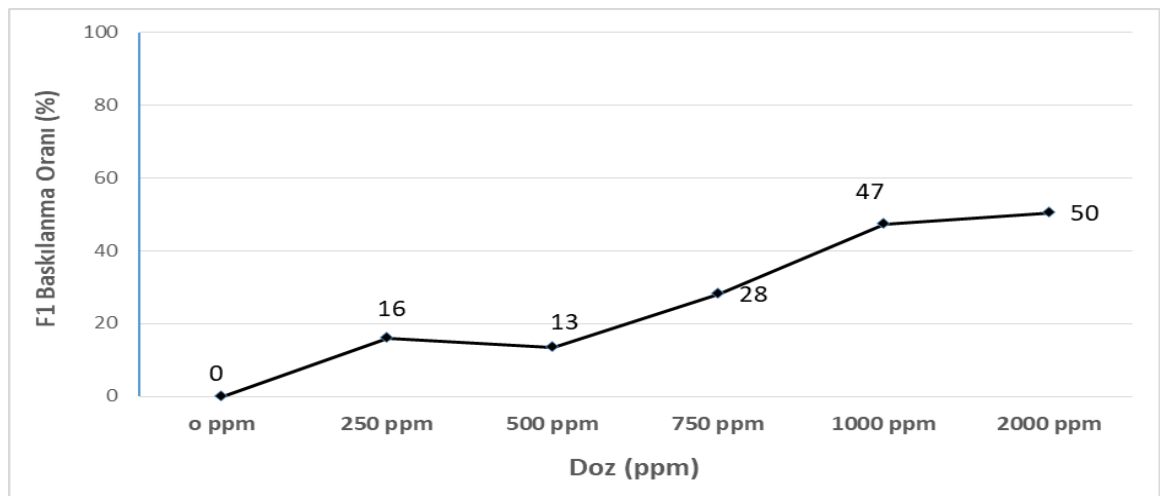
Şekil 4.62 25 °C - % 75 nemde farklı dozlarda uygulanan Klinoptilolitin 21 günde *T. confusum* erginleri üzerindeki letal etkisi

4.1.1.2.5 30 °C sıcaklık ve % 55 orantılı nemde Klinoptilolit etkinliği

30 derece % 55 orantılı nem ile yapılan çalışmada, 7., 14. ve 21. gün sonundaki sayımlarda elde edilen ölüm oranları karşılaştırmalı olarak Şekil 4.63’de verilmiştir. Söz konusu çalışmada ölüm oranlarının; maruz kalma süresi ve doz artışına paralel olarak bir artış gösterdiği saptanmıştır. *T.confusum* erginlerinin F1 dölllerinin tespiti için 21. gün sayımının ardından 60 günlük bekleme sonucunda, deneme kaplarındaki canlı ve ölü bireyler olmak üzere toplam birey sayısı belirlenmiştir. Baskılanma oranlarına ilişkin hesaplama sonuçları Şekil 4.64’de verilmiştir. Yapılan çalışmalarda F1 verimi yönünden en yüksek baskılanma oranı yaklaşık olarak % 50 ile 2000 ppm’ de görülürken, uygulama dozlarının hiç birinde %100 baskılanma gerçekleşmemiştir.



Şekil 4.63 Klinoptilolit ile 30 °C ve % 55 nemde *T.confusum* ölüm oranları (%)



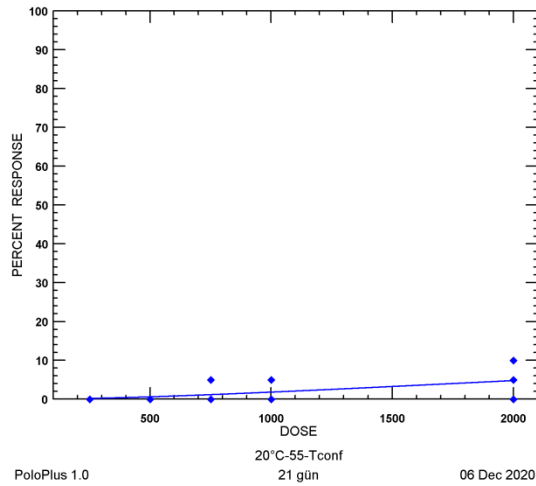
Şekil 4.64 Klinoptilolit ile 30 °C ve % 55 nemde yapılan çalışmada *T.confusum* F1 baskılanma oranları (%)

Denemelerde zeolitin erginler üzerine LD₅₀, LD₉₀ ve LD₉₅ değerleri Çizelge 4.13' te verilmiştir. 21 gün sonunda elde edilen LD₅₀ değeri 28600.1 mg/kg olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.13 Klinoptilolitle 30 °C ve % 55 nemde *T. confusum* LD₅₀ verileri ve eğim

Sıcaklık (°C)	Nem (%)	Maruz kalma Süresi (gün)	Eğim	Heterojenlik	LD50 (ppm)	LD90 (ppm)	LD95 (ppm)
					(%95 güven aralığı)		
30	55	7	-	-	-	-	-
		14	-	-	-	-	-
		21	1.5±0.5	0.54	28600.1 (7971.9 - 7373106.5)	220318.4 (28189.5 - 1855670518.2)	393018.7 (40267.2 - 8907281283.8)

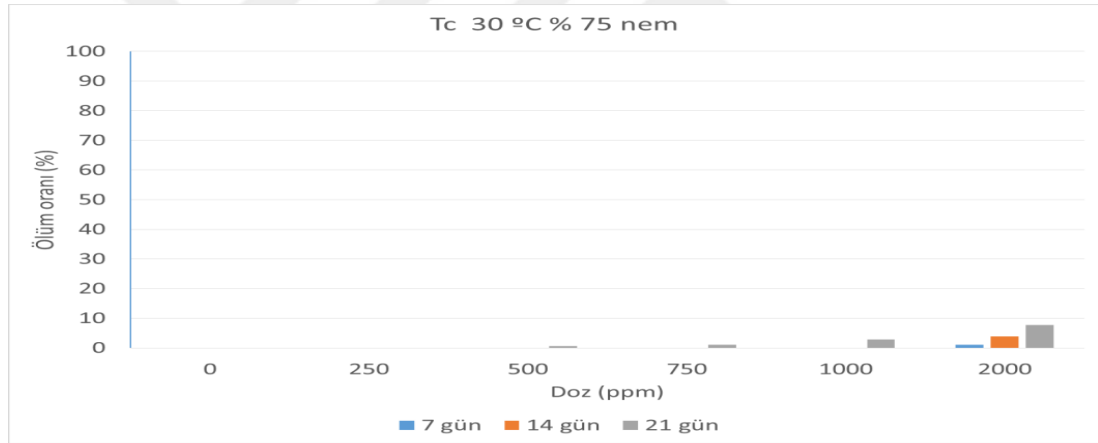
Çalışmada 21.güne ait elde edilen probit eğrisi Şekil 4.65' de verilmektedir.



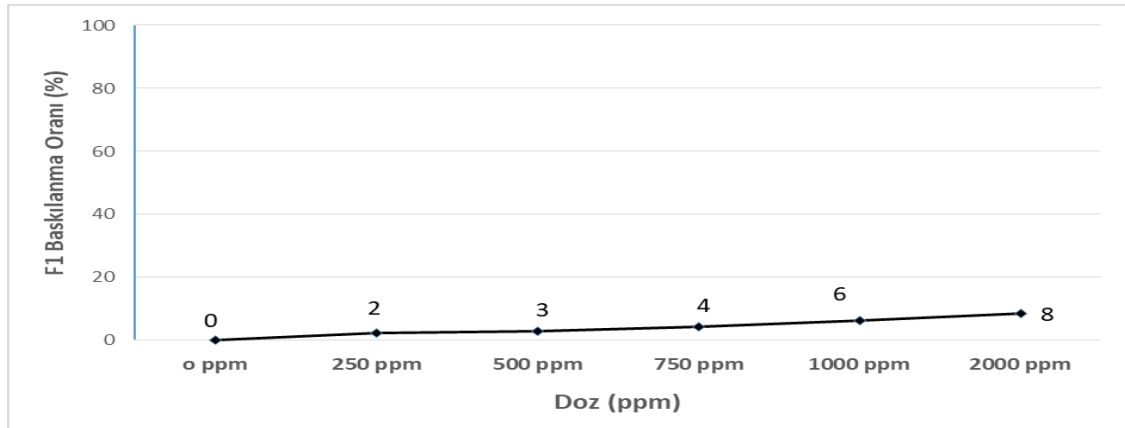
Şekil 4.65 30 °C - % 55 nemde farklı dozlarda uygulanan zeolitin 21 günde *T. confusum* erginleri üzerindeki letal etkisi

4.1.1.2.6 30 °C sıcaklık ve % 75 orantılı nemde Klinoptilolit etkinliği

30 derece % 55 orantılı nem ile yapılan çalışmada, 7., 14. ve 21. gün sonundaki sayımlarda elde edilen ölüm oranları karşılaştırmalı olarak Şekil 4.66’da verilmiştir. Söz konusu çalışmada ölüm oranlarının; maruz kalma süresi ve doz artışına paralel olarak bir artış gösterdiği saptanmıştır. Yalnızca en yüksek doz olan 2000 ppm’de ölüm oranı kaydedilmiştir. En yüksek doz olan 2000 ppm’de en yüksek ölüm oranı kaydedilmiştir. *T.confusum* erginlerinin F1 döllerinin tespiti için 21. gün sayımının ardından 60 günlük bekleme sonucunda, deneme kaplarındaki canlı ve ölü bireyler olmak üzere toplam birey sayısı belirlenmiştir. Baskılanma oranlarına ilişkin hesaplama sonuçları Şekil 4.67’de verilmiştir. Yapılan çalışmalarda F1 verimi yönünden en yüksek baskılanma oranı yaklaşık olarak % 8 ile 2000 ppm’ de görülürken, uygulama dozlarının hiç birinde % 100 baskılanma gerçekleşmemiştir.



Şekil 4.66 Klinoptilolit ile 30 °C ve % 75 nemde *T.confusum* ölüm oranları (%)



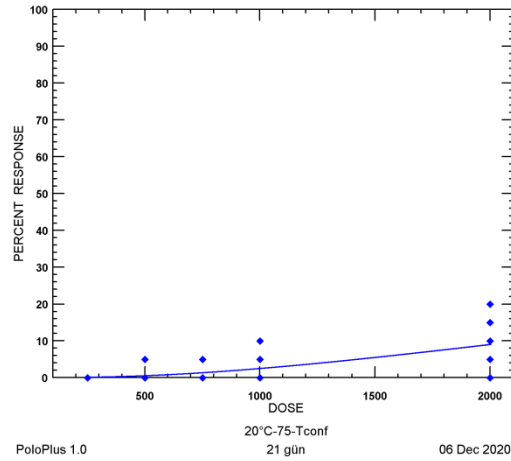
Şekil 4.67 Klinoptilolit ile 30 °C ve % 75 nemde yapılan çalışmada *T.confusum* F1 baskılanma oranları (%)

Denemelerde zeolitin erginler üzerine LD₅₀, LD₉₀ ve LD₉₅ değerleri Çizelge 4.14’de verilmiştir. 21 gün sonunda elde edilen LD₅₀ değeri 8822.2 mg/kg olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.14 Klinoptilolitle 30 °C ve % 75 nemde *T. confusum* LD₅₀ verileri ve eğim

Sıcaklık (°C)	Nem (%)	Maruz kalma Süresi (gün)	Eğim	Heterojenlik	LD50 (ppm)	LD90 (ppm)	LD95 (ppm)
					(%95 güven aralığı)		
30	75	7	-	-	-	-	-
		14	-	-	-	-	-
		21	2.1±0.5	0.79	8822.2 (4817.0 - 37874.5)	36366.3 (13171.1 - 438919.1)	54334.7 (17489.5 - 880462.1)

Çalışmada 21.güne ait elde edilen probit eğrisi Şekil 4.68’ de verilmektedir.



Şekil 4.68 30 °C - % 75 nemde farklı dozlarda uygulanan zeolitin 21 günde *T. confusum* erginleri üzerindeki letal etkisi

4.1.1.2.7 *Tribolium confusum* erginlerinde klinoptilolit etkinliğinin Maruz Kalma Süresi* Sıcaklık* Nem* Doz kombinasyonlarında değerlendirilmesi

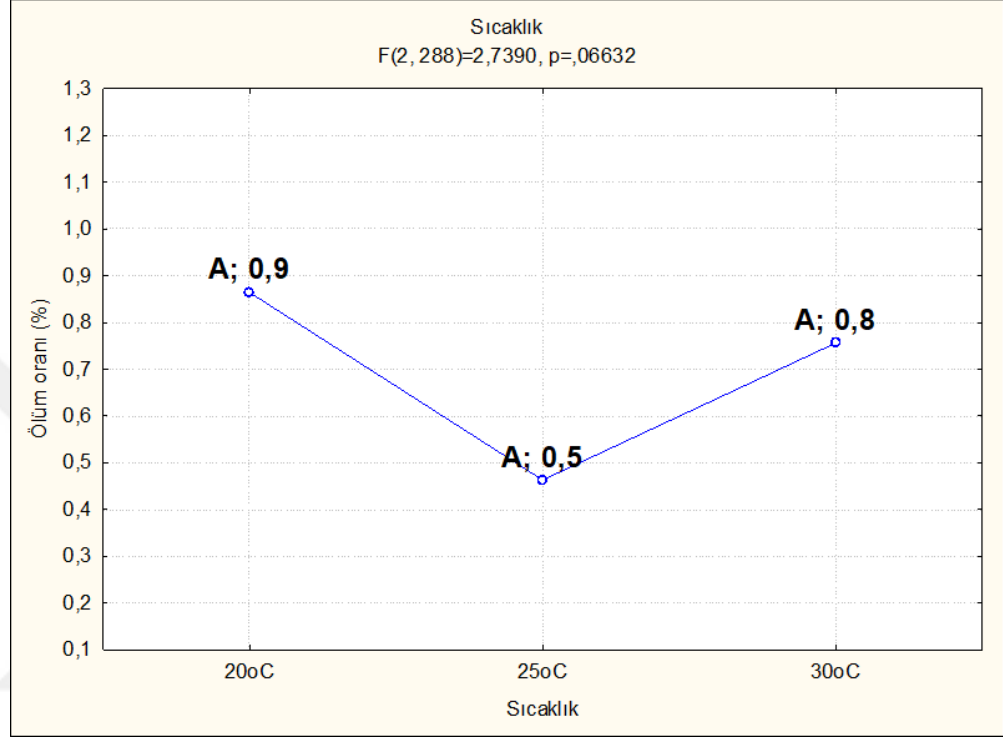
Klinoptilolit farklı konsantrasyonlarının 20, 25 ve 30 °C sıcaklıkta, % 55- 75 nem ve 7, 14 ve 21 gün maruz kalma sürelerinde *T. confusum* erginleri üzerindeki öldürücü etkisi Çizelge 4.15’ de verilmiştir.

Çizelge 4.15 20, 25 ve 30 °C sıcaklık ile % 55- 75 orantılı nemlerde, farklı dozlarda Klinoptilolit ile muamele edilmiş buğday ile *T. confusum* erginlerinde 7, 14 ve 21 gün maruz kalma sürelerinde elde edilen ölüm oranlarına ilişkin tekrarlı ölçümler (repeated measures) varyans analiz tablosu.

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	p
Intercept	469	1	468,75000	92	0,0000
Sıcaklık	28	2	13,96600	3	0,0663
Nem	11	1	11,34260	2	0,1369
Doz	930	5	185,91050	36	0,0000
Sıcaklık*Nem	9	2	4,70680	1	0,3985
Sıcaklık*Doz	108	10	10,84880	2	0,0225
Nem*Doz	51	5	10,10800	2	0,0812
Sıcaklık*Nem*Doz	50,463	10	5,0463	0,98966	0,452447
Hata (Muameleler arası)	1468,519	288	5,099		
Maruz Kalma Süresi	282,099	2	141,0494	72,15789	0
Maruz Kalma Süresi *Sıcaklık	31,173	4	7,7932	3,98684	0,003362
Maruz Kalma Süresi *Nem	11,728	2	5,8642	3	0,050566
Maruz Kalma Süresi *Doz	447,84	10	44,784	22,91053	0
Maruz Kalma Süresi *Sıcaklık*Nem	15,432	4	3,858	1,97368	0,097048
Maruz Kalma Süresi *Sıcaklık*Doz	58,333	20	2,9167	1,49211	0,077551
Maruz Kalma Süresi *Nem*Doz	39,815	10	3,9815	2,03684	0,027821
Maruz Kalma Süresi *Sıcaklık*Nem*Doz	37,654	20	1,8827	0,96316	0,506125
Hata (Muameleler içi)	1125,926	576	1,9547		

Çizelge 4.15 incelendiğinde; ele alınan bağımsız değişkenler tek başına ya da bunların ikili ve üçlü interaksiyonları önemli bulunmuştur.

Sıcaklığın *T. confusum* erginlerinde etkisi incelendiğinde, 25 °C sıcaklıkta gerçekleşen ölüm oranları istatistiksel olarak; 20 ve 30 °C sıcaklıkta gerçekleşen ölüm oranlarından daha düşük bulunmuştur. ($F_{2,288}=2,7390$; $p=0,06632$) (Şekil 4.69)



Şekil 4.69 Klinoptilolitin 20, 25 ve 30 °C’de *T. confusum* erginleri üzerindeki etkisi

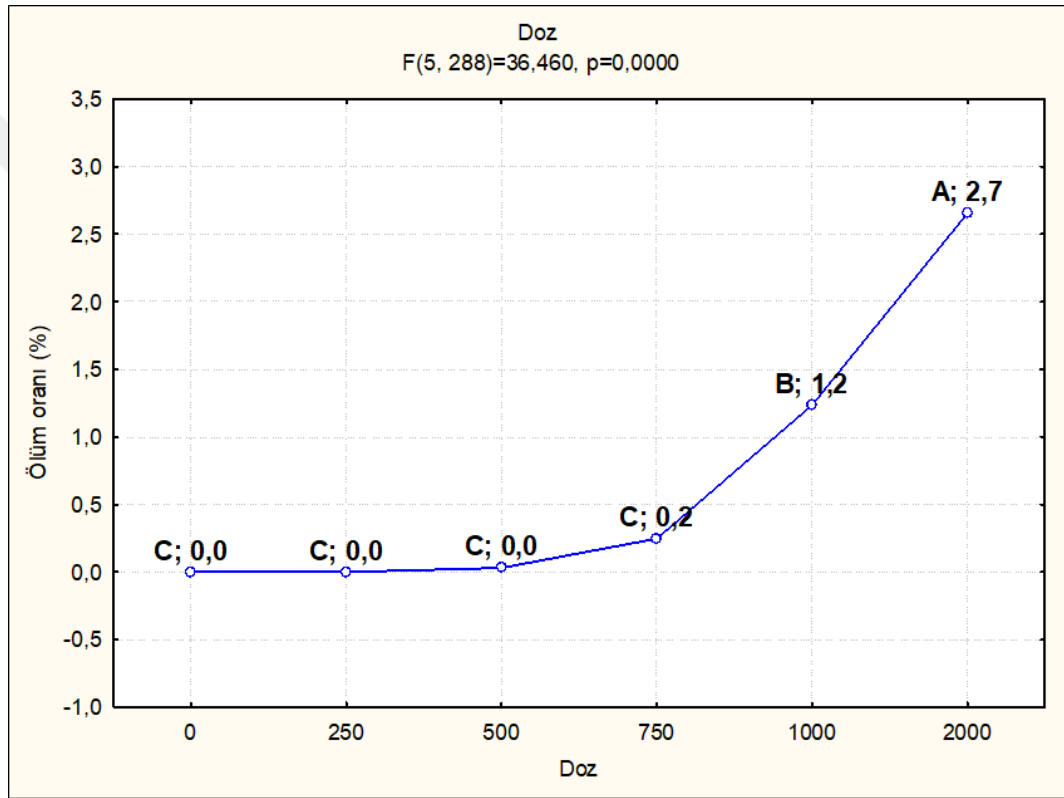
Çizelge 4.16 Klinoptilolitin farklı konsantrasyonlarının 20, 25 ve 30 °C sıcaklıkta, % 55- 75 nem ve 7, 14 ve 21 gün maruz kalma sürelerinde *T. confusum* erginleri ölüm oranı (%) (ortalama $\pm$ standart hata)

Sıcaklık (°C)	Nem (%)	Doz (ppm)	Maruz Kalma Süresi (gün)		
			7	14	21
20	55	0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
		250	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
		500	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
		750	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
		1000	0,56 $\pm$ 0,56	0,83 $\pm$ 3,33	3,33 $\pm$ 1,18
		2000	1,67 $\pm$ 0,83	0,73 $\pm$ 5	5 $\pm$ 0,83
	75	0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
		250	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
		500	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
		750	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
		1000	1,11 $\pm$ 0,73	0,83 $\pm$ 2,78	2,78 $\pm$ 1,21
		2000	1,67 $\pm$ 0,83	1,18 $\pm$ 4,44	4,44 $\pm$ 1,55
25	55	0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
		250	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
		500	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
		750	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 1,11	1,11 $\pm$ 0,73
		1000	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 1,67	1,67 $\pm$ 0,83
		2000	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 2,22	2,22 $\pm$ 0,88
	75	0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
		250	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0

Çizelge 4.16 Klinoptilolit'in farklı konsantrasyonlarının 20, 25 ve 30 °C sıcaklıkta, % 55- 75 nem ve 7, 14 ve 21 gün maruz kalma sürelerinde *T. confusum* erginleri ölüm oranı (%) (ortalama $\pm$ standart hata) (devam)

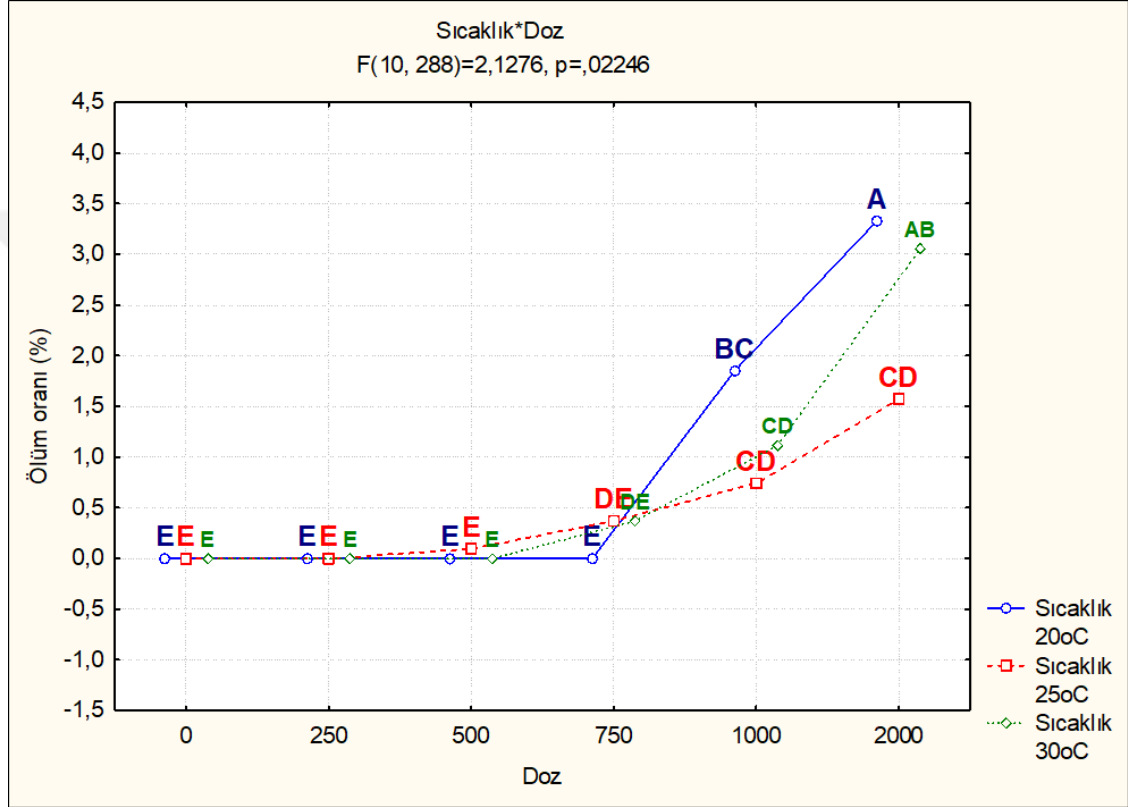
Sıcaklık (°C)	Nem (%)	Doz (ppm)	Maruz Kalma Süresi (gün)		
			7	14	21
25	75	500	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0,56	0,56 $\pm$ 0,56
		750	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 1,11	1,11 $\pm$ 0,73
		1000	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 2,78	2,78 $\pm$ 1,21
		2000	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 7,22	7,22 $\pm$ 2,22
30	55	0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
		250	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
		500	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
		750	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 1,11	1,11 $\pm$ 0,73
		1000	0 $\pm$ 0	0,73 $\pm$ 2,78	2,78 $\pm$ 0,88
		2000	0 $\pm$ 0	0,83 $\pm$ 3,89	3,89 $\pm$ 1,11
	75	0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
		250	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
		500	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0
		750	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 1,11	1,11 $\pm$ 0,73
		1000	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 2,78	2,78 $\pm$ 1,21
		2000	1,11 $\pm$ 0,73	1,82 $\pm$ 7,78	7,78 $\pm$ 2,37

Klinoptilolitin farklı konsantrasyonlarının *T. confusum* erginleri üzerindeki etkisi incelendiğinde (Şekil 4.70); 0-500 ppm arasındaki dozlarda doz artışının ölüm oranına bir etkisi olmazken, 750 ppm ve üzerinde uygulama dozundaki artışa paralel olarak ölüm oranlarının arttığı kaydedilmiştir. En yüksek ölüm oranına 2000 ppm konsantrasyonda (% 7,78) ulaşıldığı görülmekte olup, çalışmada kullanılan en yüksek dozda dahi, mutlak ölümün elde edilemediği saptanmıştır ($F_{5, 288}=36,460$; $p=0,00$) (Çizelge 4.16)



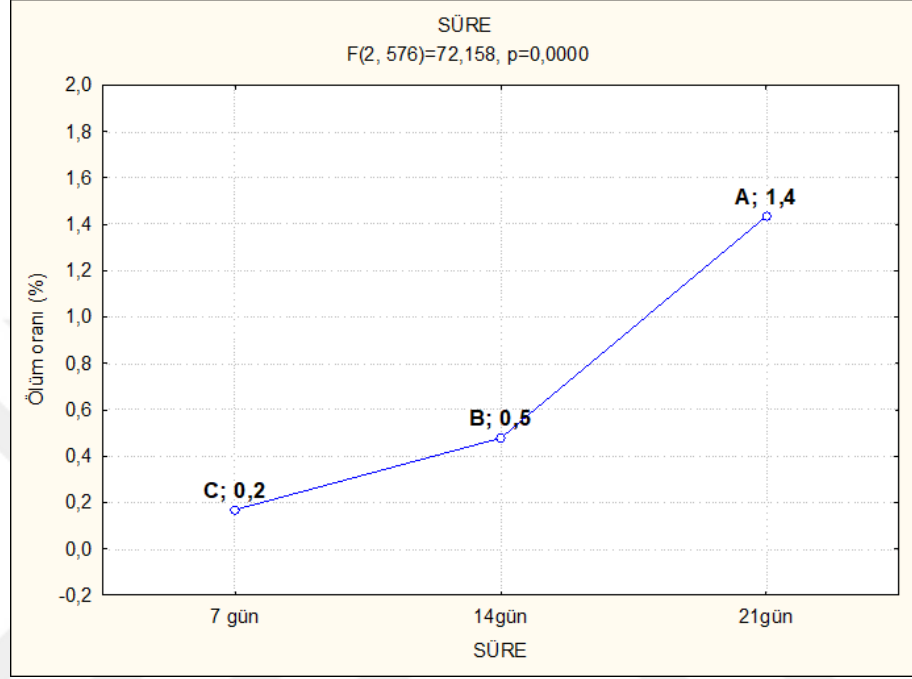
Şekil 4.70 Klinoptilolit'in farklı dozlarının *T. confusum* erginleri üzerindeki öldürücü etkisi

Sıcaklık ve uygulama dozunun etkisi birlikte incelendiğinde; her üç sıcaklıkta da 750 ppm ve altındaki uygulama dozlarında ölüm oranı açısından kayda değer bir fark olmadığı; 750 ppm üzerinde ise her bir sıcaklıkta kendi içerisinde doz arttıkça ölüm oranlarının arttığı belirlenmiş ancak sıcaklık ve doz arasında direk bir bağlantı bulunamamıştır ($F_{10, 288}=2,1276$; $p=,02246$) (Şekil 4.71).



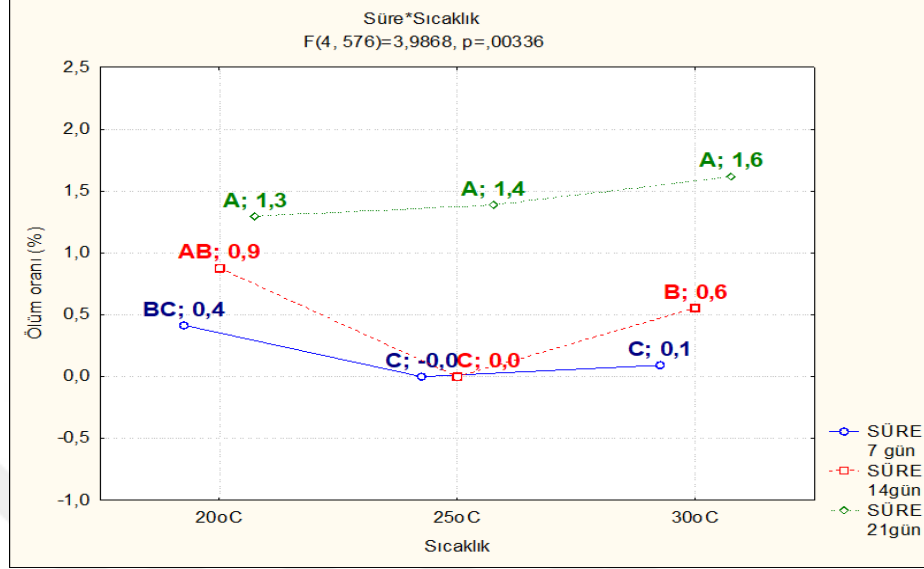
Şekil 4.71 Klinoptilolit'in farklı dozlarının 20, 25 ve 30 °C sıcaklıkta *T. confusum* üzerindeki etkisi

Klinoptilolite maruz kalma süresinin *T. confusum* erginleri üzerindeki etkisi incelendiğinde; süre arttıkça ölüm oranında artış olduğu kaydedilmiştir ($F_{2, 576}=72,158$; $p=0,00$) (Şekil 4.72)

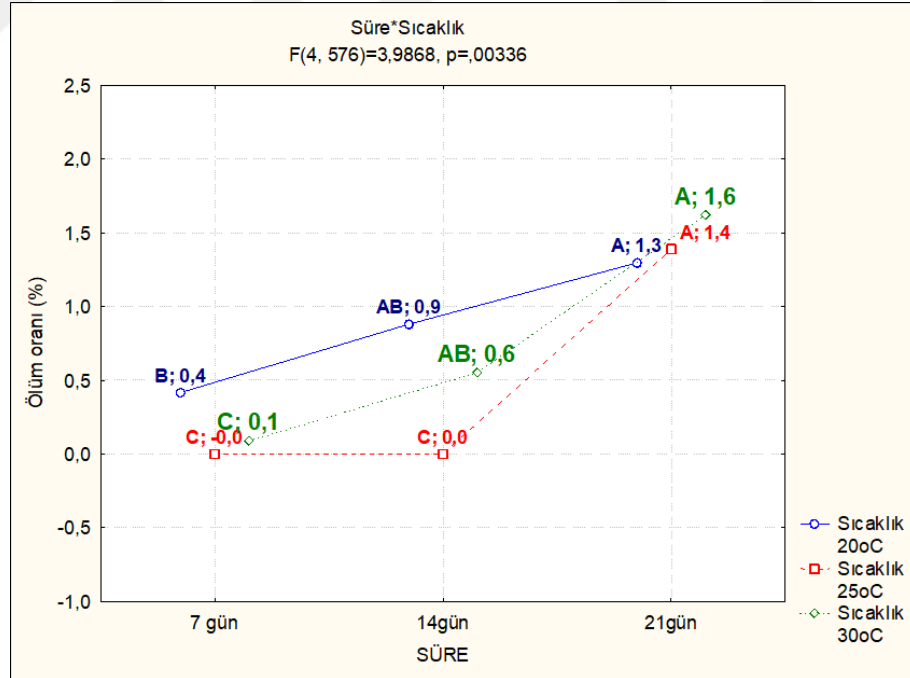


Şekil 4.72 Klinoptilolite maruz kalma süresinin *T. confusum* üzerindeki etkisi ($p<0,05$)

Maruz kalma süresi ve sıcaklığın *T. confusum* erginleri üzerindeki etkisi incelendiğinde; her üç sıcaklıkta da maruz kalma süresi arttıkça ölüm oranının arttığı görülmüştür.

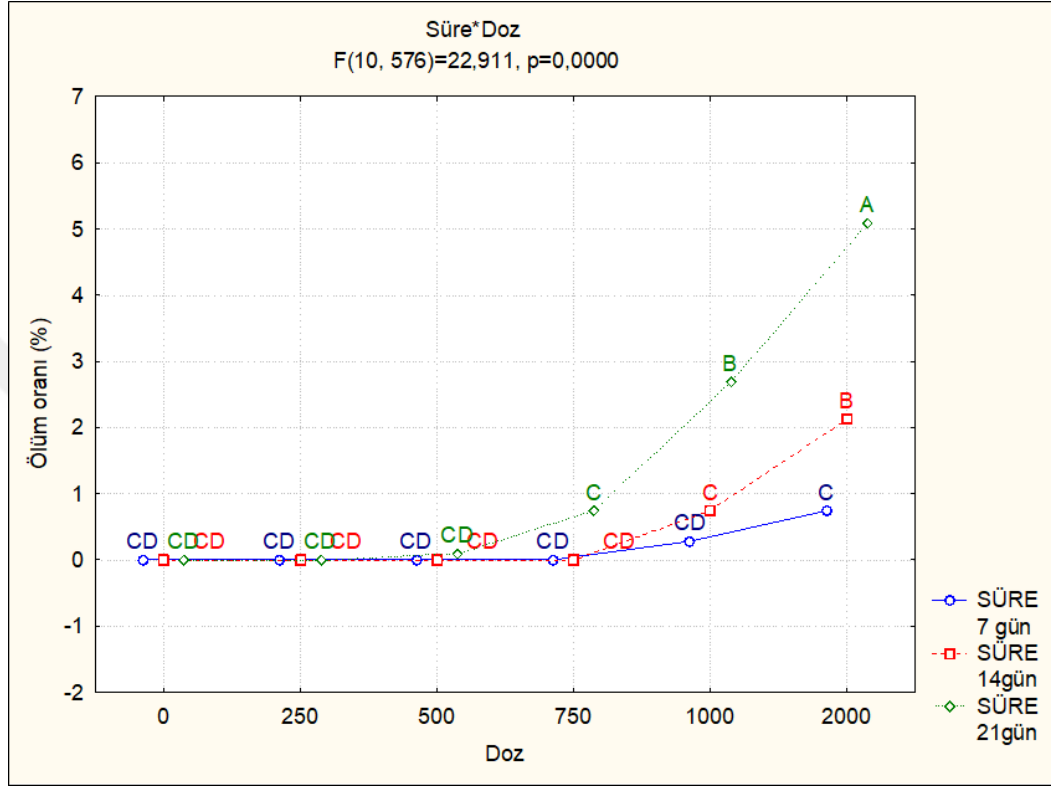


Şekil 4.73 Klinoptilolit 20, 25 ve 30 °C’ de 7, 14 ve 21 gün maruz kalma sürelerinde *T. confusum* erginleri üzerindeki etkisi (p<0,05)



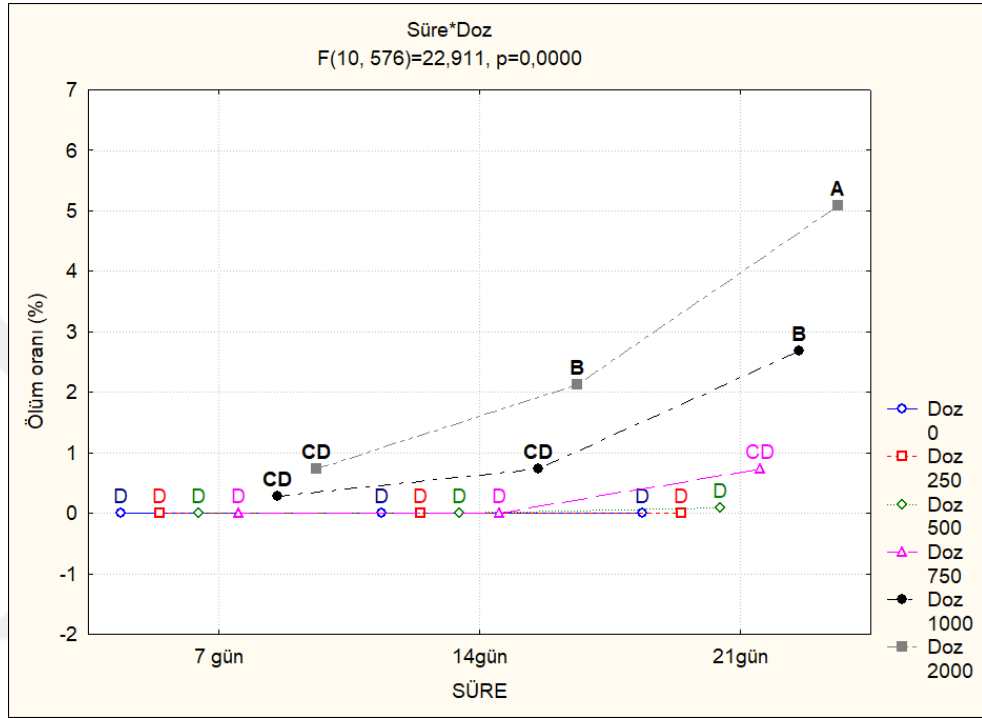
Şekil 4.74 Klinoptilolit 7, 14 ve 21 gün maruz kalma sürelerinde ve 20, 25 ve 30 °C sıcaklıkta *T. confusum* erginleri üzerindeki etkisi (p<0,05)

Farklı dozlarda Klinoptilolite 7, 14 ve 21 gün maruz kalmanın *T. confusum* erginleri üzerindeki etkisi incelendiğinde; maruz kalma süresi ve uygulama dozundaki artışın ölüm oranını arttırdığı kaydedilmiştir ($F_{10, 576}=22,911$; $p=0,00$) (Şekil 4.75).



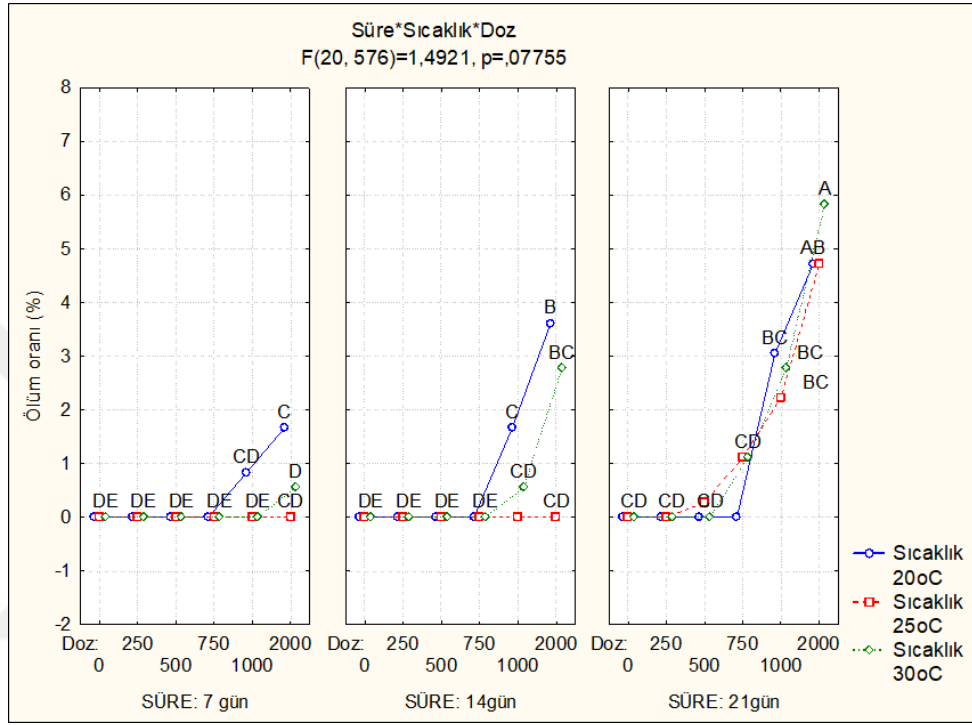
Şekil 4.75 Klinoptilolitin değişik dozlarına 7, 14 ve 21 gün maruz kalma sürelerinin *T. confusum* üzerindeki etkisi

Klinoptilolit'in etkisi 0, 250, 500 ve 750 ppm dozlarında maruz kalma süresi artışına bağlı olarak çok fazla değişkenlik göstermezken; 1000 ppm ve üzerindeki dozlarda maruz kalma süresi arttıkça ölüm oranlarının da arttığı görülmüştür ($F_{10,576} = 87,434$, $p=0,00$) (Şekil 4.76).

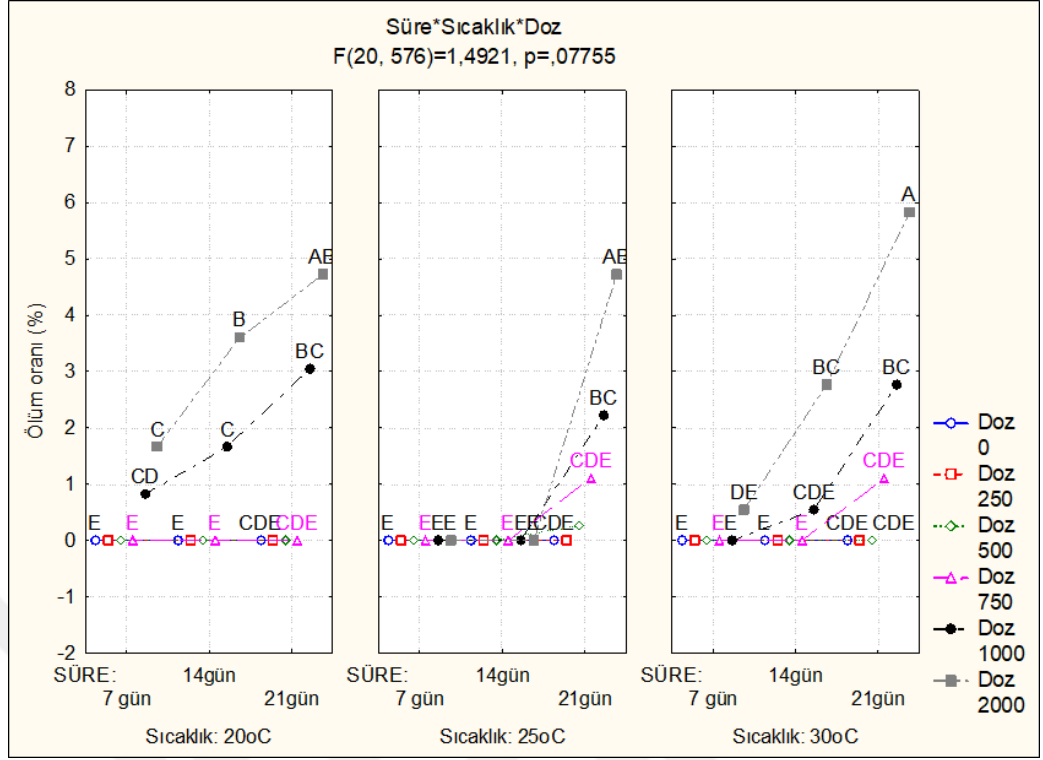


Şekil 4.76 Klinoptilolit'in farklı dozlarına 7, 14 ve 21 gün maruz kalmanın *T. confusum* üzerindeki etkisi ($p<0,05$)

Klinoptilolit farklı dozlarına 20, 25, 30 °C sıcaklıklarda 7, 14 ve 21 gün maruz kalmanın *T. confusum* erginleri üzerindeki etkisi incelendiğinde; en yüksek ölüm oranı 30 °C sıcaklıkta 2000 ppm dozda kaydedilmiştir. Ölüm oranlarındaki artış 1000 ppm ve üzerinde daha belirgin olmuştur ($F_{20, 576} = 1,4921$; $p=0,07755$) (Şekil 4.77, Şekil 4.78).



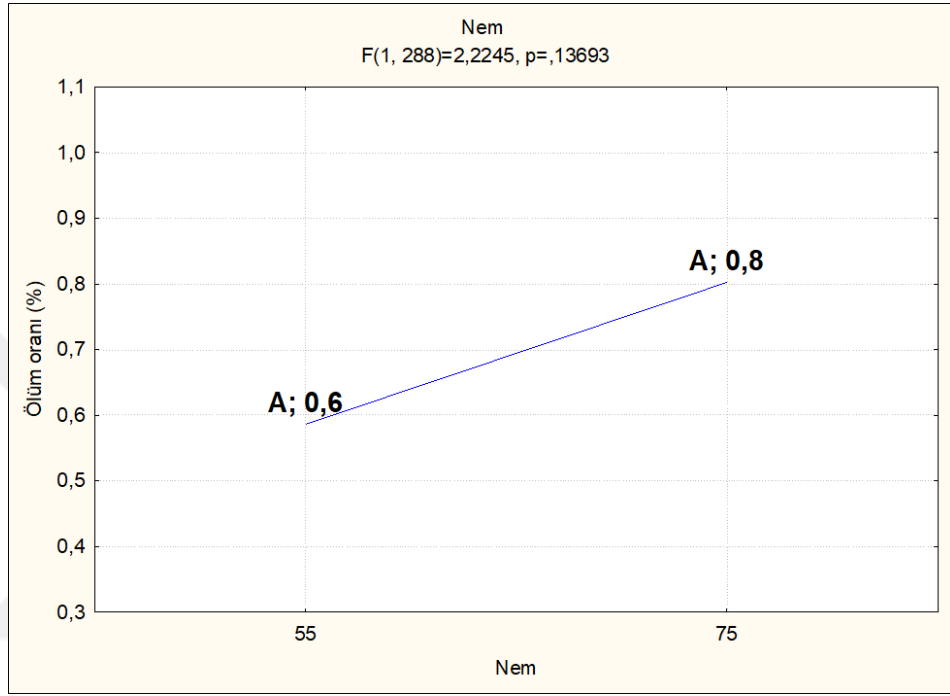
Şekil 4.77 Klinoptilolit dozlarına 20, 25, 30 °C sıcaklıklarda 7, 14 ve 21 gün maruz kalmanın *T. confusum* erginleri üzerindeki etkisi



Şekil 4.78 Klinoptilolit dozlarına 20, 25, 30 °C sıcaklıklarda 7, 14 ve 21 gün maruz kalmanın *T. confusum* erginleri üzerindeki etkisi

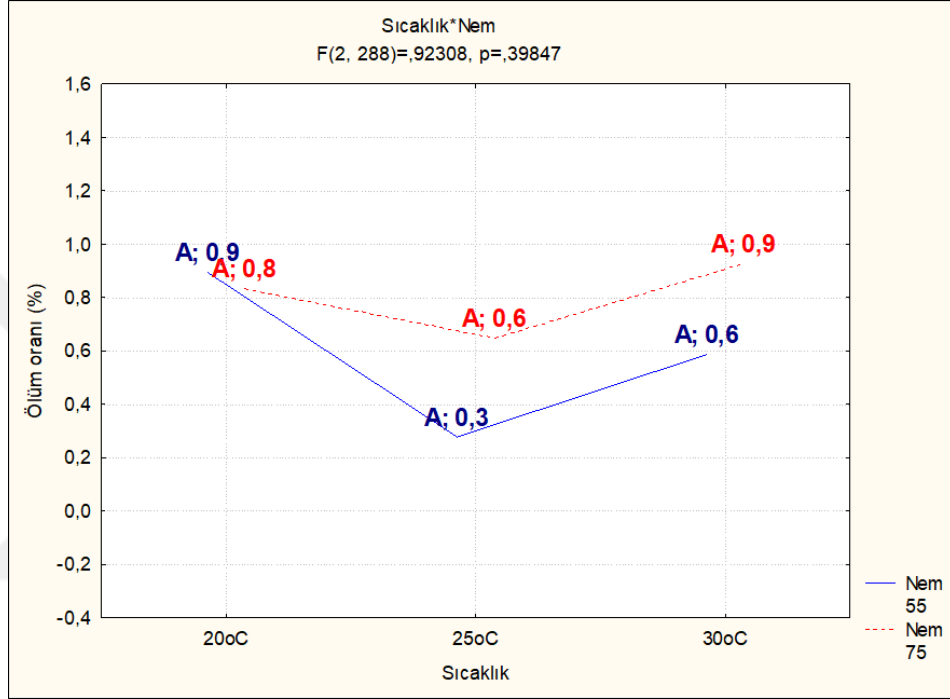
20 °C sıcaklıkta; 1000 ppm ve 2000 ppm dozlarında Klinoptilolite maruz kalma süresi artışına paralel olarak ölüm oranı da artmıştır. En yüksek ölüm oranı 21 gün sayımlarında elde edilmiştir.

Klinoptilolit ile % 55 ve % 75 orantılı nemlerde yürütülen deneme sonuçları incelendiğinde, % 75 orantılı nemde gerçekleşen ölüm oranları istatistiksel olarak; % 55 orantılı nemde gerçekleşen ölüm oranlarından yüksek bulunmuştur. Yani nem oranı arttıkça ölüm oranı da artmıştır ($F_{1,288}=2,2245$; $p=,13693$) (Şekil 4.79).



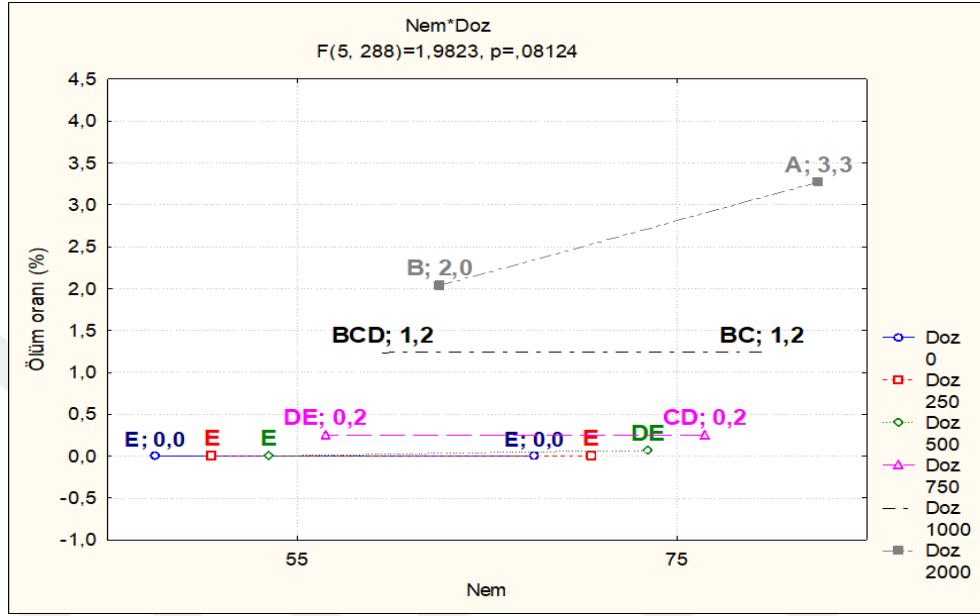
Şekil 4.79 Klinoptilolit in % 55 ve % 75 orantılı nemde *T. confusum* erginleri üzerindeki etkisi ($p<0,05$)

Sıcaklık ve nemin etkisi birlikte incelendiğinde (Şekil 4.80); 20 °C sıcaklıkta nem miktarındaki değişikliğin ölüm oranına kayda değer bir etkisinin olmadığı görülmüştür. 25 ve 30 °C sıcaklıklarda ise % 75 nemde gerçekleşen ölüm oranının % 55 nemde gerçekleşen ölüm oranından daha fazla olduğu kaydedilmiştir ($F_{2,288} = 9,92308$; $p=0,39847$) (Şekil 4.81).

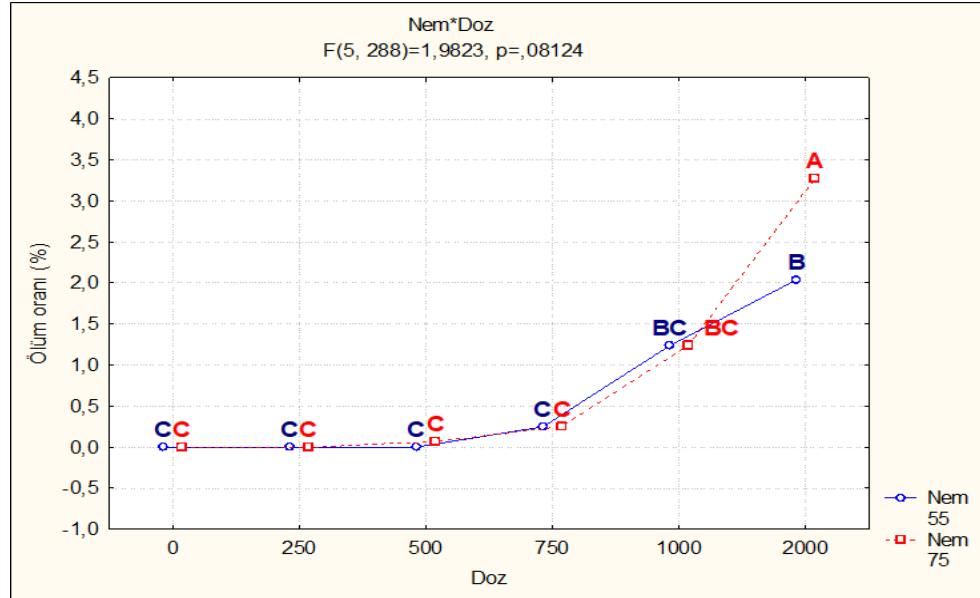


Şekil 4.80 Klinoptilolitin 20, 25 ve 30 °C sıcaklıklar ile % 55- 75 nemlerde *T. confusum* üzerindeki etkisi

Klinoptilolit'in uygulama dozu ile nemin etkisi birlikte incelendiğinde (Şekil 4.81); 1000 ppm ve altındaki uygulama dozlarında ölüm oranı açısından farklı nemler arasında kayda değer bir fark olmadığı, 2000 ppm'de ise nem artışına paralel olarak ölüm oranlarının arttığı belirlenmiştir. ($F_{5,288} = 1,9823$; $p = 0,08124$) (Şekil 4.82) En yüksek ölüm oranı % 75 nem ile 2000 ppm dozda kaydedilmiştir.

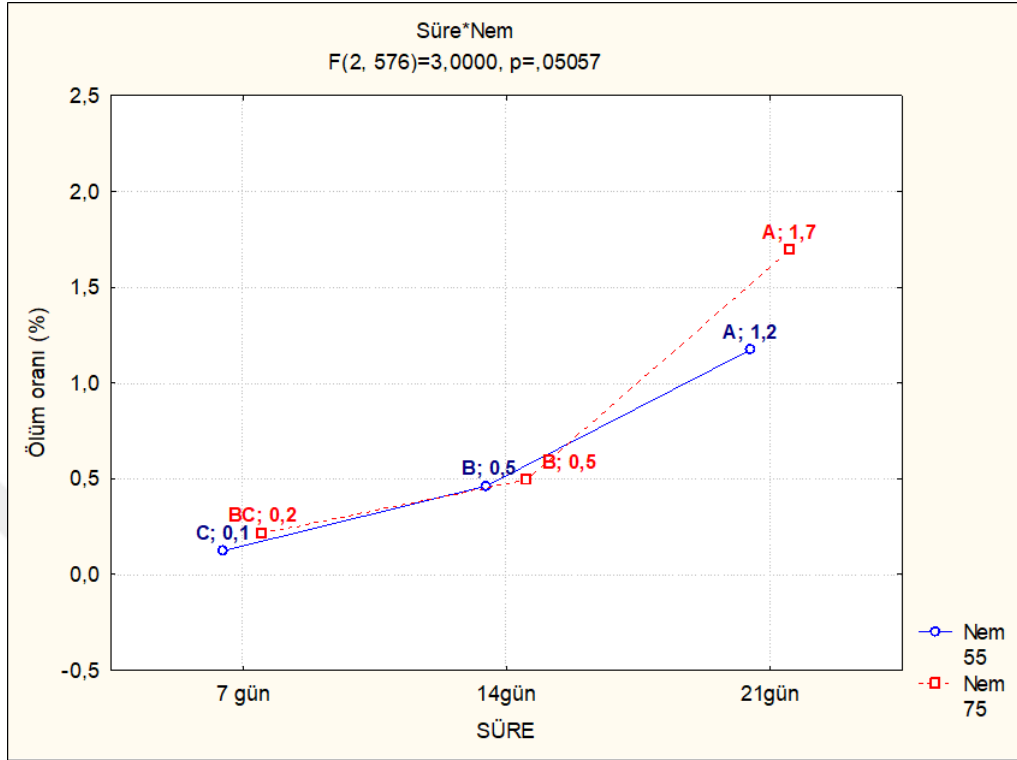


Şekil 4.81 Klinoptilolit'in farklı dozlarının % 55 ve 75 nemlerde *T. confusum* üzerindeki etkisi



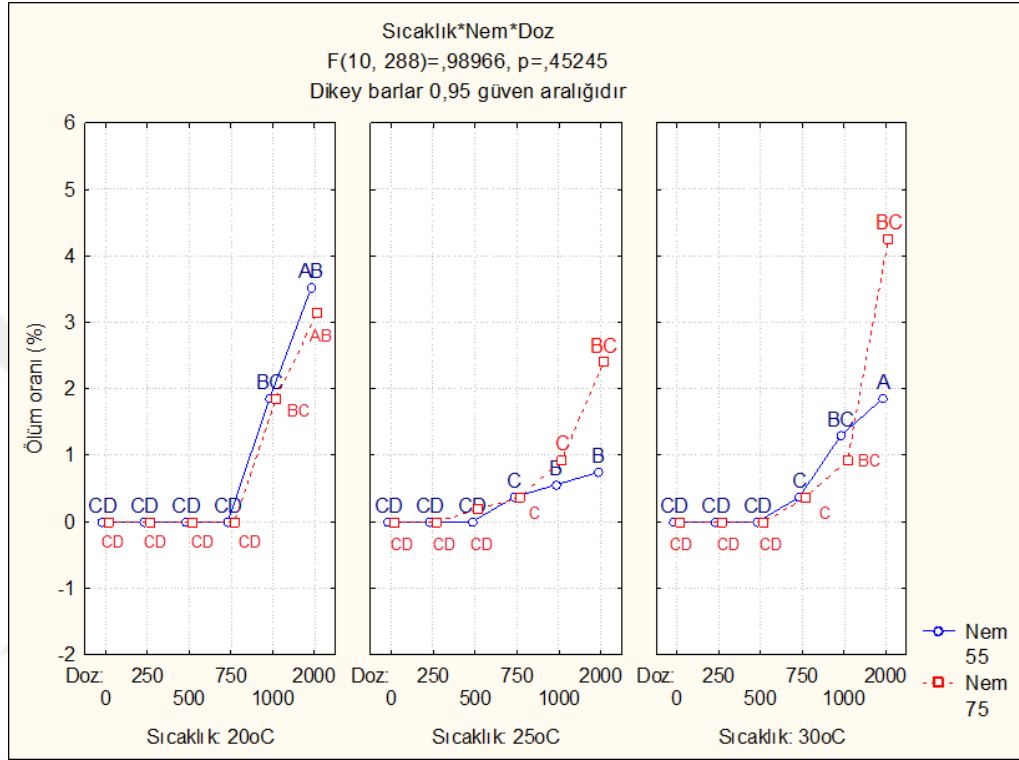
Şekil 4.82 Klinoptilolit'in farklı dozlarının % 55 ve 75 nemlerde *T. confusum* üzerindeki etkisi

Klinoptilolite maruz kalma süresi ile nemin etkisi birlikte incelendiğinde; her iki nem uygulamasında da maruz kalma süresi arttıkça ölüm oranlarının da arttığı belirlenmiştir.



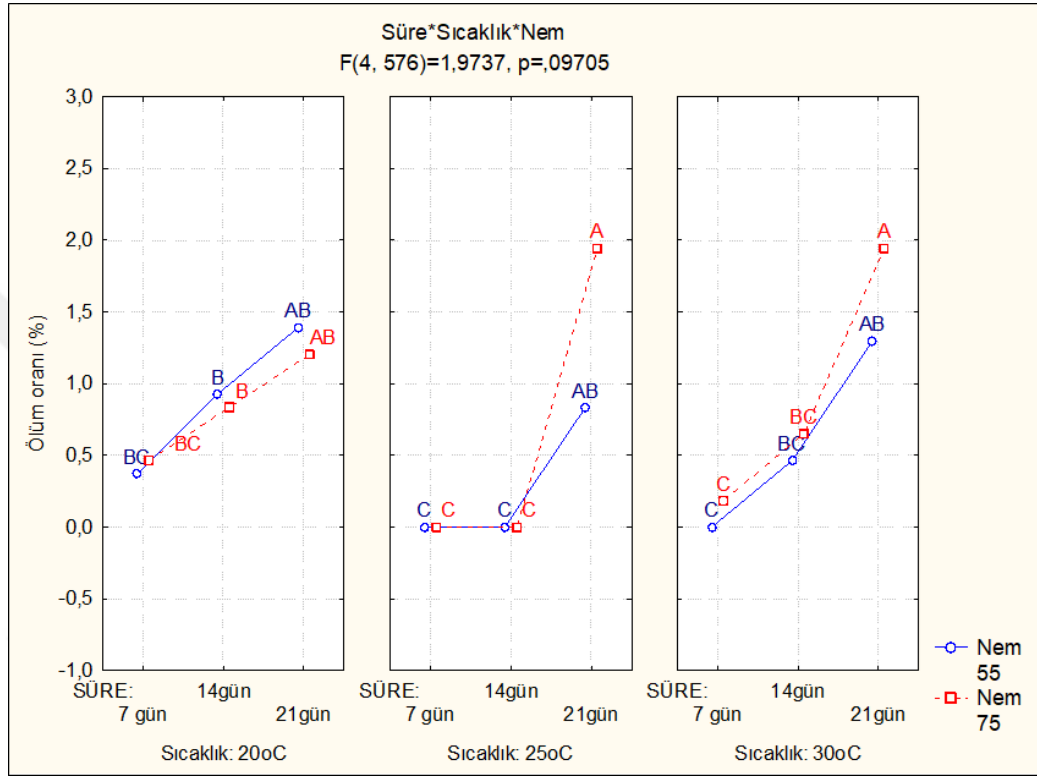
Şekil 4.83 % 55 ve 75 nemlerde Klinoptilolite maruz kalma sürelerinin *T. confusum* üzerindeki etkisi

20, 25, 30 °C sıcaklıklarda, % 55 ve 75 nemde Klinoptilolit'in farklı dozlarının etkisi birlikte incelendiğinde; 20 °C'de 750 ppm'den sonra ölüm oranı ile doz artışı arasında doğru, ölüm oranı nem miktarı arasında ters orantı bulunmuştur. 25 ve 30 °C sıcaklıklarda ise ölüm oranı ile nem miktarı arasında doğru orantı bulunmuştur ($F_{10,288} = 98966$; $p=0,00$) (Şekil 4.84).



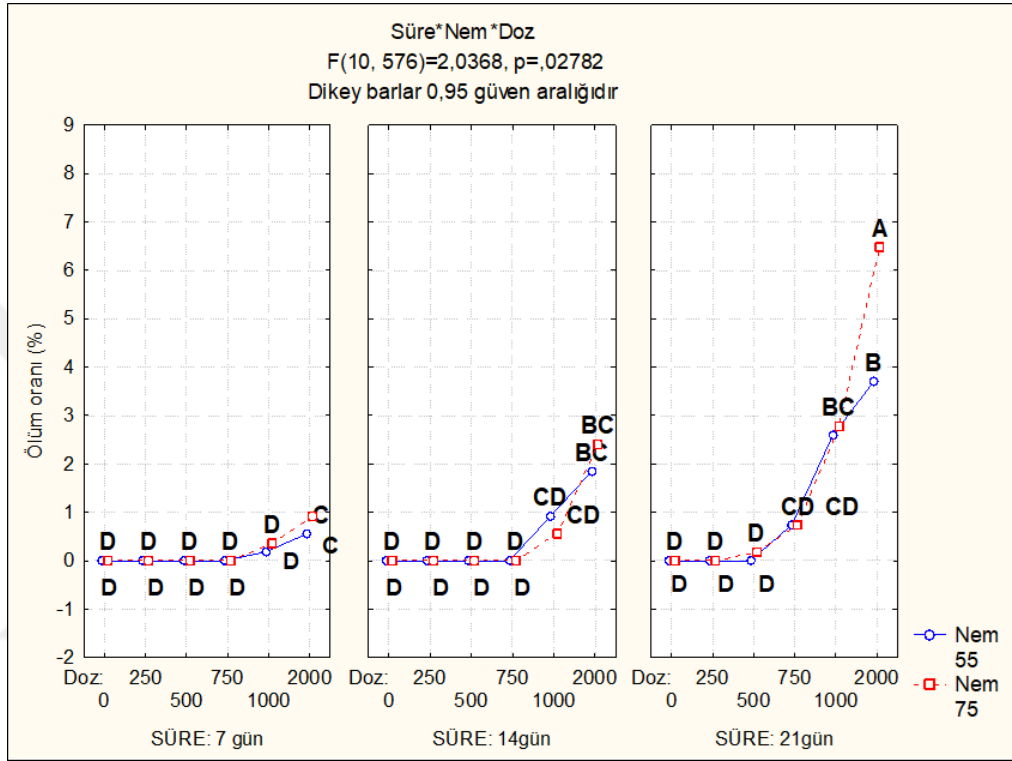
Şekil 4.84 Klinoptilolit'in farklı dozlarında 20, 25, 30 °C sıcaklıklar ile % 55 ve 75 nemin *T.confusum* üzerindeki etkisi

Sıcaklık, nem ve maruz kalma süresinin etkisi birlikte incelendiğinde; 20, 25, 30 °C sıcaklıklar ve % 55 - 75 nem çalışmalarında maruz kalma süresindeki artışa paralel olarak ölüm oranlarının da arttığı kaydedilmiştir ($F_{4,576} = 1,9737$; $p = 0,09705$) (Şekil 4.85).



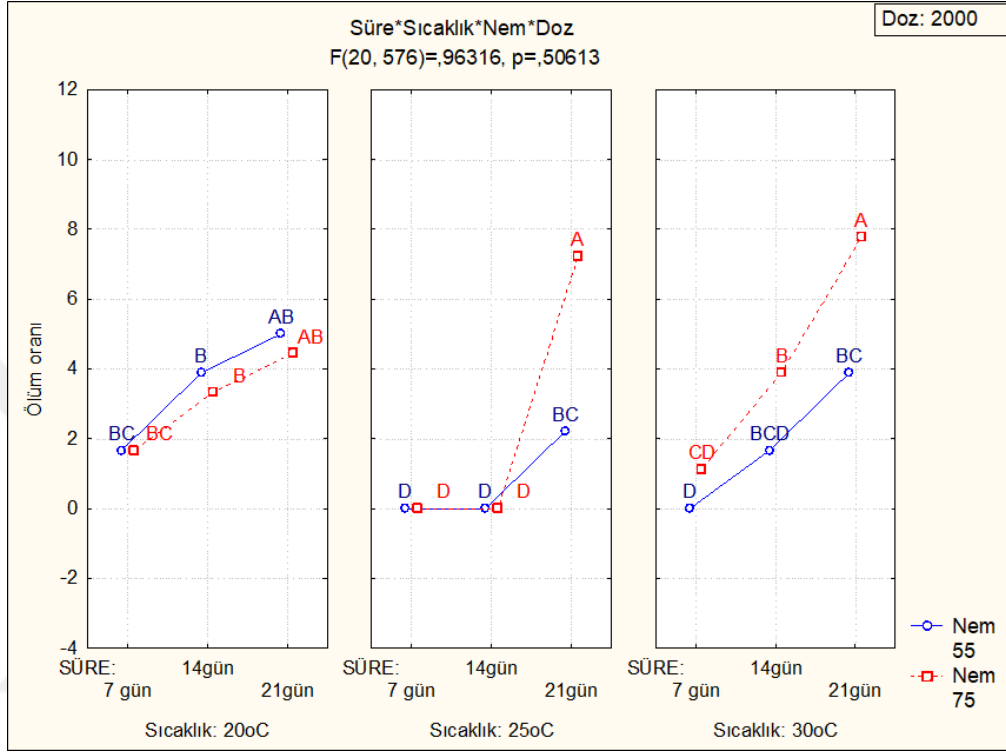
Şekil 4.85 20, 25, 30 °C sıcaklıklar ile % 55 ve 75 nemde Klinoptilolite maruz kalma sürelerinin *T. confusum* üzerindeki etkisi

% 55 ve 75 nemde Klinoptilolit'in farklı dozlarına maruz kalma süresinin etkisi birlikte incelendiğinde; 500 ppm ve altındaki dozlarda ölüm oranı nem ve maruz kalma süresinden etkilenmemiştir. 750 ppm ve üzeri dozlarda ise, maruz kalma süresi ile doz artışına paralel olarak ölüm oranı artmıştır ($F_{10,576}=2,0368$; $p=0,02782$) (Şekil 4.86).



Şekil 4.86 Klinoptilolit'in farklı dozlarının 20, 25, 30 °C sıcaklıklar ile % 55 ve 75 nemde *T. confusum* üzerindeki etkisi

En yüksek ölüm oranının kaydedildiği 2000 ppm çalışmaları maruz kalma süresi, nem ve sıcaklık kombinasyonlarıyla incelendiğinde; her iki nemde de maruz kalma süresi ile ölüm oranları arasında doğru orantı bulunmuştur. ($F_{20,576}=8,1628$; $p=0,00$) (Şekil 4.87)



Şekil 4.87 2000 ppm’ de 20, 25, 30 °C sıcaklıklar, % 55- 75 nemde maruz kalma süresinin *T. confusum* üzerindeki etkisi

4.1.1.2.8 Farklı dozlarda klinoptilolit *T. confusum* F1 Verimine Etkisinin Sıcaklık* Nem* Doz kombinasyonlarında değerlendirilmesi

Klinoptilolit farklı dozlarının, 20, 25, 30 °C’de ve % 55- 75 nemde *T. confusum* bireylerinde F1 gelişimi üzerindeki etkileri incelendiğinde; sıcaklık ile doz parametrelerinin tek başlarına veya birlikte F1 gelişimini ciddi oranda etkilediği bulunmuştur. (Çizelge 4.17)

Çizelge 4.17 Klinoptilolite 20, 25, 30 °C’de ve 7, 14, 21 gün maruz kalma sürelerinde *T. confusum* F1 ergin gelişimi üzerindeki etkisine ilişkin varyans analiz tablosu

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	p
Intercept	206216,9	1	206216,9	7120,780	0,000000
Sıcaklık	301729,9	2	150864,9	5209,447	0,000000
Nem	6171,0	1	6171,0	213,087	0,000000
Doz	3029,4	5	605,9	20,921	0,000000
Sıcaklık*Nem	14752,8	2	7376,4	254,711	0,000000
Sıcaklık*Doz	3761,8	10	376,2	12,990	0,000000
Nem*Doz	1064,5	5	212,9	7,352	0,000002
Sıcaklık*Nem*Doz	2295,4	10	229,5	7,926	0,000000
Hata	8340,4	288	29,0		

20, 25 ve 30 °C sıcaklıkta ve % 55- 75 nem koşullarında farklı dozlarda Klinoptilolit ile muamele edilmiş buğdaylarda sayımlar sonucunda elde edilen F1 ergin verileri incelendiğinde; ergin gelişim miktarının doz artışına ters orantılı olarak düştüğü, sıcaklık artışına paralel olarak ise arttığı görülmektedir (Çizelge 4.18)

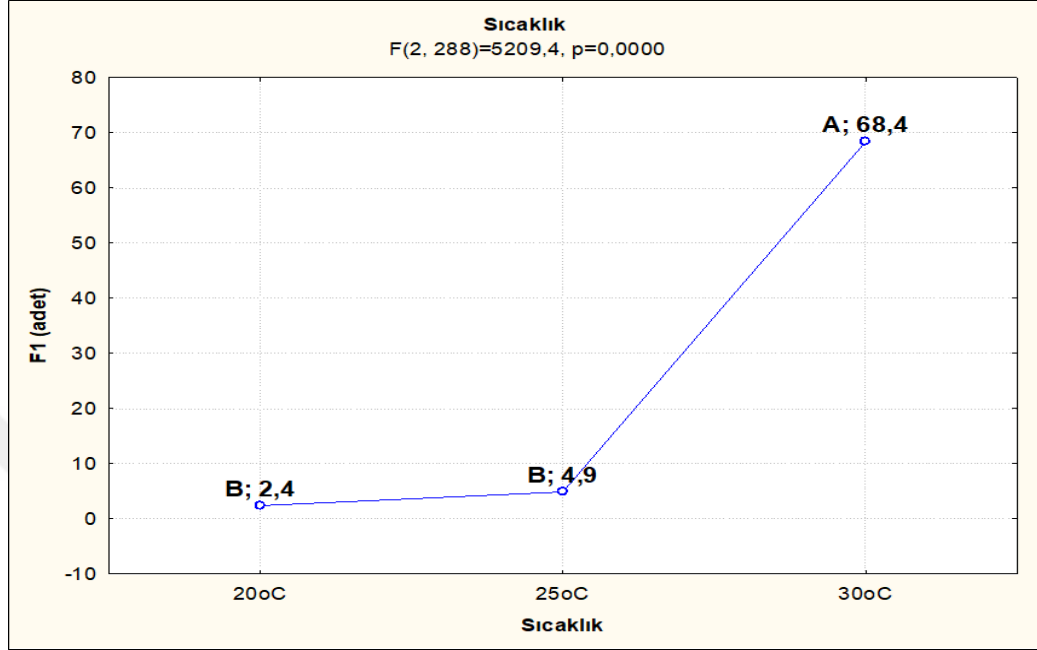
Çizelge 4.18 Klinoptilolit'in farklı dozlarında 20, 25 ve 30 °C sıcaklıkta ve % 55- 75 nem koşullarında *Tribolium confusum*' da F1 ergin gelişimi

Sıcaklık (°C)	Nem (%)	Doz (ppm)	F1 ergin sayısı (adet)	F1 Gelişimi Baskılanma oranı (%)
20	55	0	2,67±0,5	
		250	2,33±0,33	12,73
		500	2,44±0,29	8,61
		750	1,78±0,46	33,33
		1000	1,56±0,38	41,57
		2000	1,11±0,31	58,43
	75	0	3,89±0,51	
		250	3,33±0,71	14,4
		500	3,11±0,63	20,05
		750	2,89±0,48	25,71
		1000	2,11±0,54	45,76
		2000	1,67±0,44	57,07
25	55	0	7,11±1,83	
		250	6,67±1,05	6,19
		500	6,78±1,62	4,64
		750	4,89±1,3	31,22
		1000	6,11±0,73	14,06
		2000	5,11±0,81	28,13
	75	0	4,56±0,96	
		250	4,78±0,62	-4,82
		500	3,78±0,66	17,11

Çizelge 4.18 Klinoptilolit'in farklı dozlarında 20, 25 ve 30 °C sıcaklıkta ve % 55- 75 nem koşullarında *Tribolium confusum*' da F1 ergin gelişimi (devam)

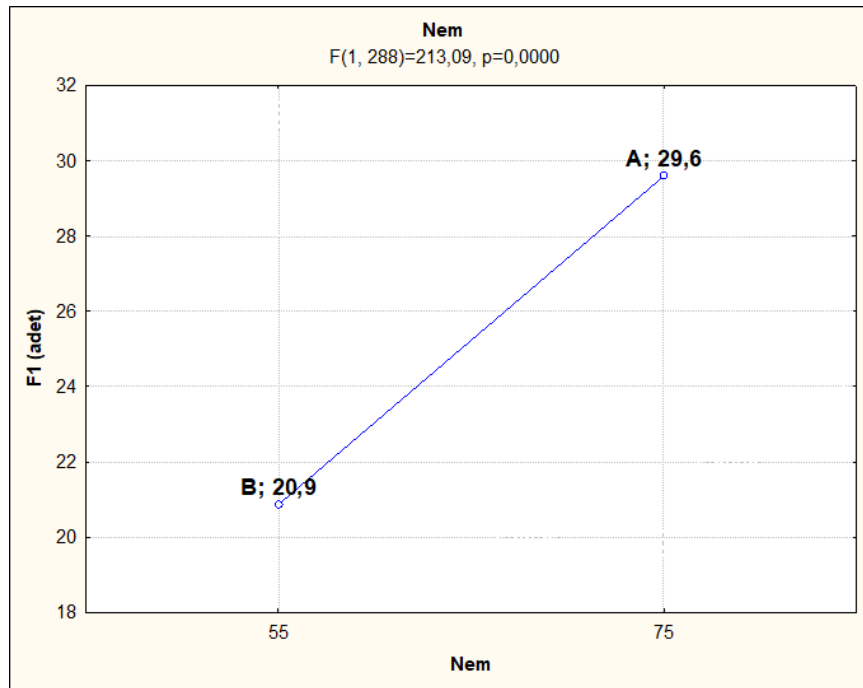
Sıcaklık (°C)	Nem (%)	Doz (ppm)	F1 ergin sayısı (adet)	F1 Gelişimi Baskılanma oranı (%)
25	75	750	3,67±0,58	19,52
		1000	2,89±0,54	36,62
		2000	2,67±0,53	41,45
30	55	0	73,56±1,82	
		250	61,89±3,18	15,86
		500	63,67±2,69	13,44
		750	52,78±3,18	28,25
		1000	38,67±1,76	47,43
		2000	36,44±2,6	50,46
	75	0	85,56±3,48	
		250	83,78±1,82	2,08
		500	83,33±3,08	2,61
		750	82±2,98	4,16
		1000	80,33±4,74	6,11
		2000	78,33±1,88	8,45

Yalnızca sıcaklık yönüyle değerlendirildiğinde; sıcaklık arttıkça *T. confusum* F1 veriminin önemli ölçüde artış gösterdiği kaydedilmiştir ($F_{2, 288}=5209,4$; $p=0,00$) (Şekil 4.88).



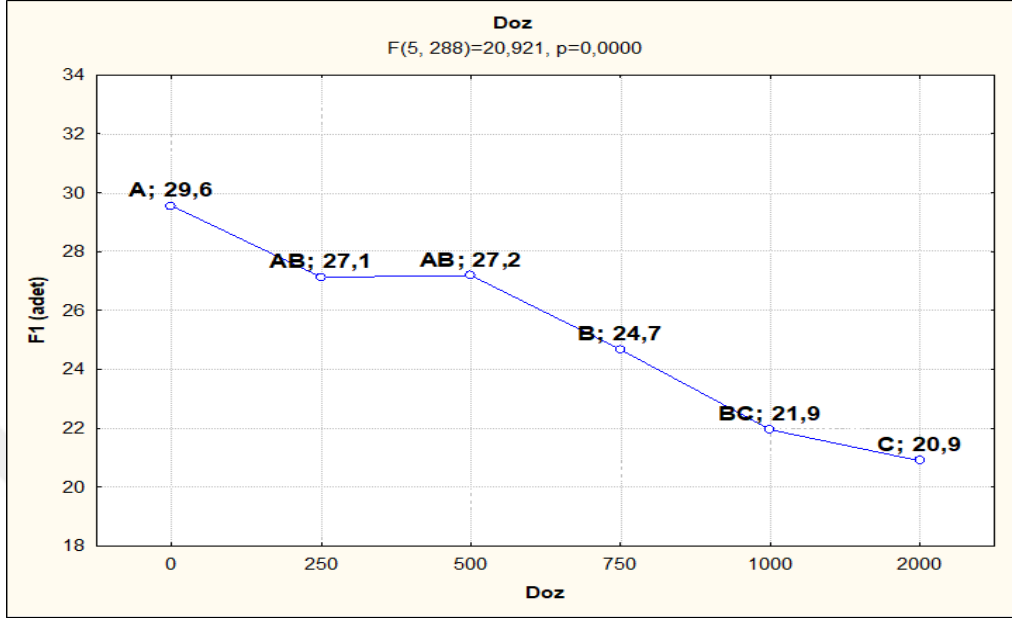
Şekil 4.88 Farklı sıcaklık koşullarında *T. confusum* F1 verimi

Yalnızca nem yönüyle değerlendirildiğinde; *T. confusum* F1 veriminin nem artışına paralel olarak önemli ölçüde artış gösterdiği kaydedilmiştir ($F_{1,288}=213,09$) (Şekil 4.89).



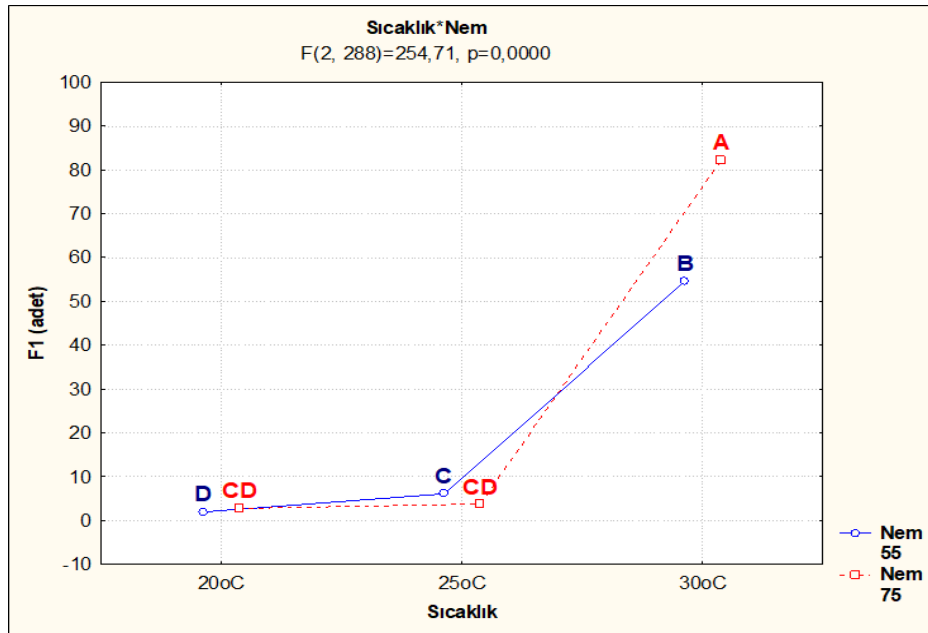
Şekil 4.89 Farklı nem koşullarında *T. confusum* F1 verimi

Yalnızca uygulama dozu yönüyle değerlendirildiğinde; Klinoptilolit'in uygulama dozu arttıkça *T. confusum* F1 veriminin düştüğü kayıt altına alınmıştır ($F_{5,288}=20,921$) (Şekil 4.90).



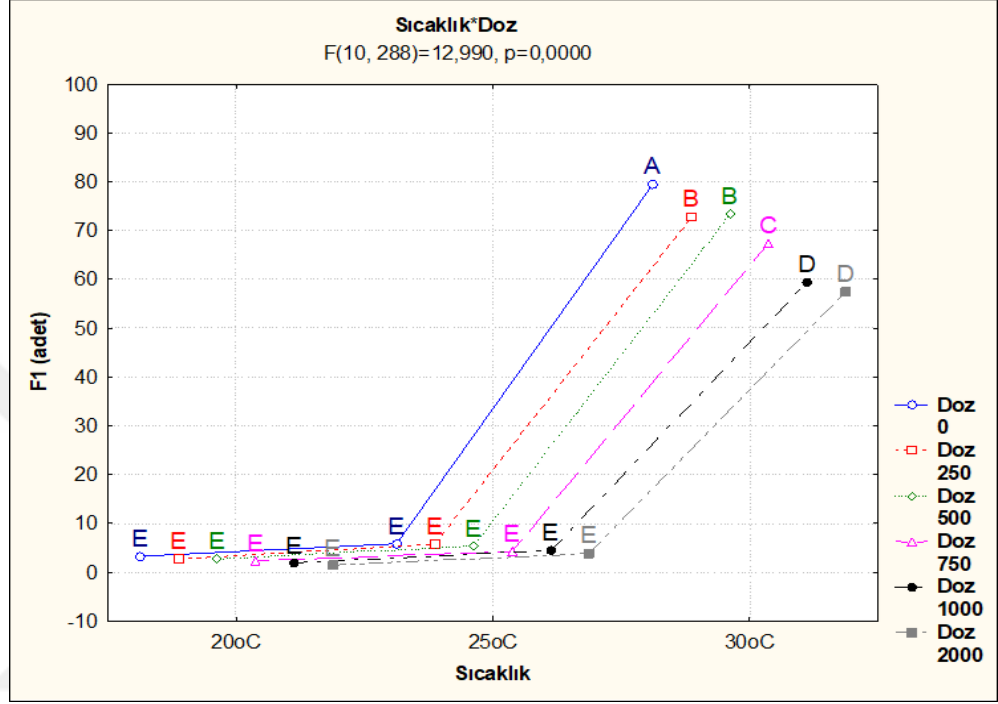
Şekil 4.90 Klinoptilolit'in farklı dozlarında *T. confusum* F1 verimi

Sıcaklık ve nemin F1 ergin gelişimi üzerindeki etkisine bakıldığında; hem % 55 hem de % 75 nem koşullarında F1 ergin gelişimi sıcaklığa bağlı olarak artış göstermiştir ($F_{2,288}=254,71$; $p=0,00$) (Şekil 4.91).



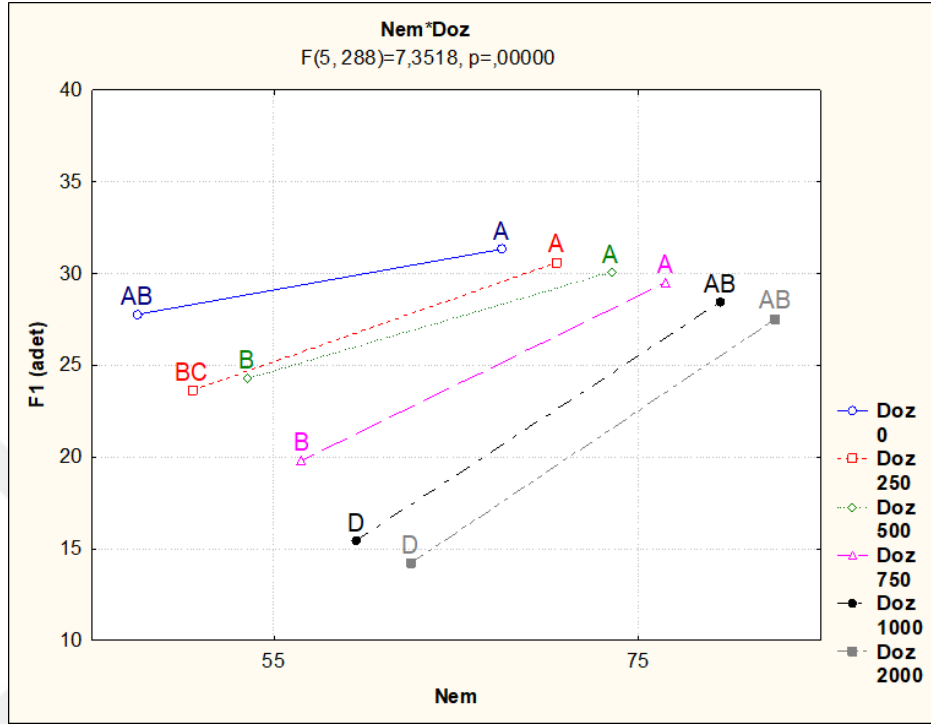
Şekil 4.91 Sıcaklık ve nemin *T. confusum* F1 verimine etkisi

Sıcaklık ve uygulama dozunun F1 verimi üzerindeki etkisine bakıldığında; her bir dozda sıcaklık artışına paralel olarak F1 veriminin artış gösterdiği kaydedilmiştir ($F_{2,288}=12,990$; $p=0,00$) (Şekil 4.92).

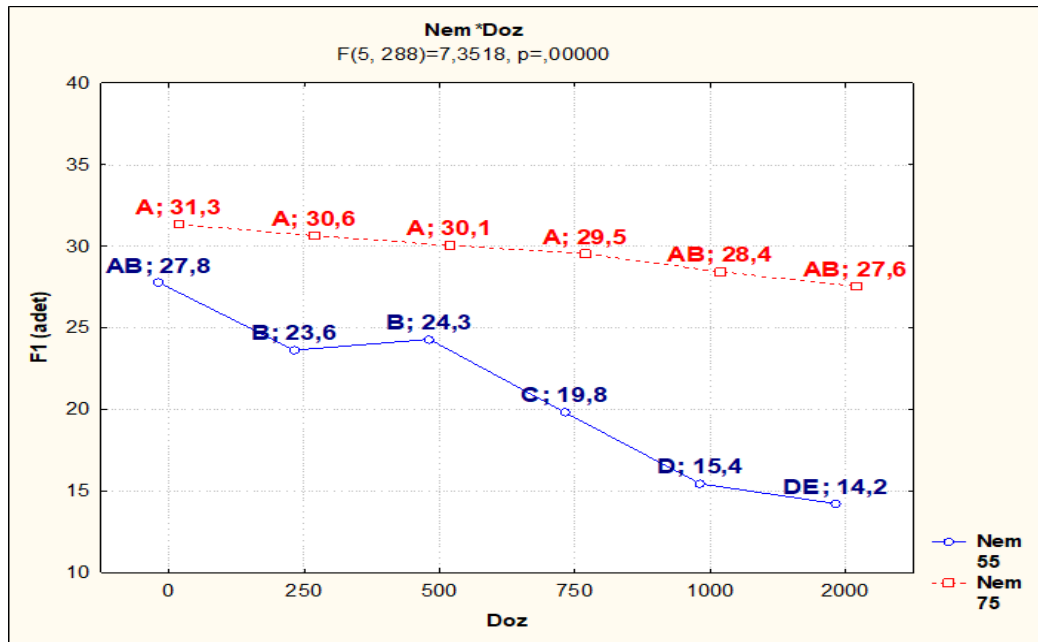


Şekil 4.92 Sıcaklık ve dozun *T. confusum* F1 verimine etkisi

Nem ve uygulama dozunun F1 verimi üzerindeki etkisine bakıldığında; her bir dozda nem artışına paralel olarak F1 ergin gelişiminin artış gösterdiği, her bir nemde ise doz artışına bağlı olarak F1 veriminin azaldığı kaydedilmiştir ($F_{5,288}=7,3518$) (Şekil 4.93).



Şekil 4.93 Nem ve uygulama dozunun *T. confusum* F1 verimine etkisi



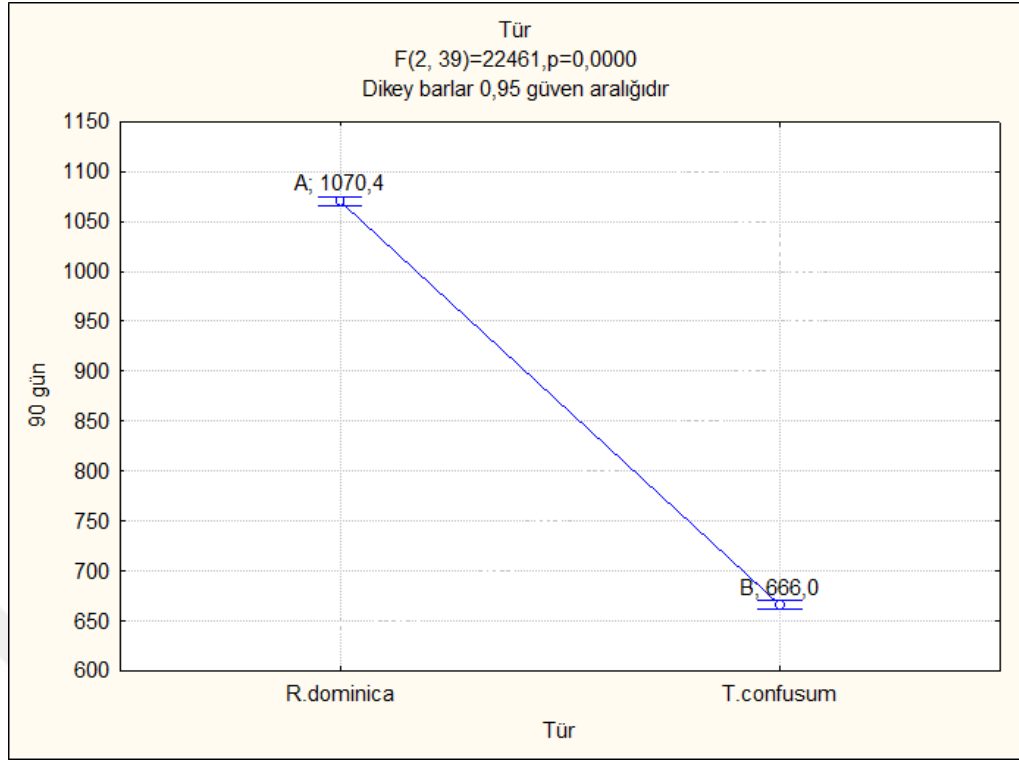
Şekil 4.94 Uygulama dozu ve nemin *T. confusum* F1 verimine etkisi

4.2 Uzun Dönem Uygulamaları

25 °C ve % 55±5 nem koşullarında, 90 gün ve 180 gün süreyle farklı dozlarda Klinoptilolite maruz kalmanın test böcekleri olan *R. dominica* ve *T. confusum* üzerindeki etkileri araştırılmıştır (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19 25 °C ve % 55±5 nemde 90 - 180 gün süreyle farklı dozlarda Klinoptilolite maruz kalmanın *R. dominica* ve *T. confusum* üzerine etkisi

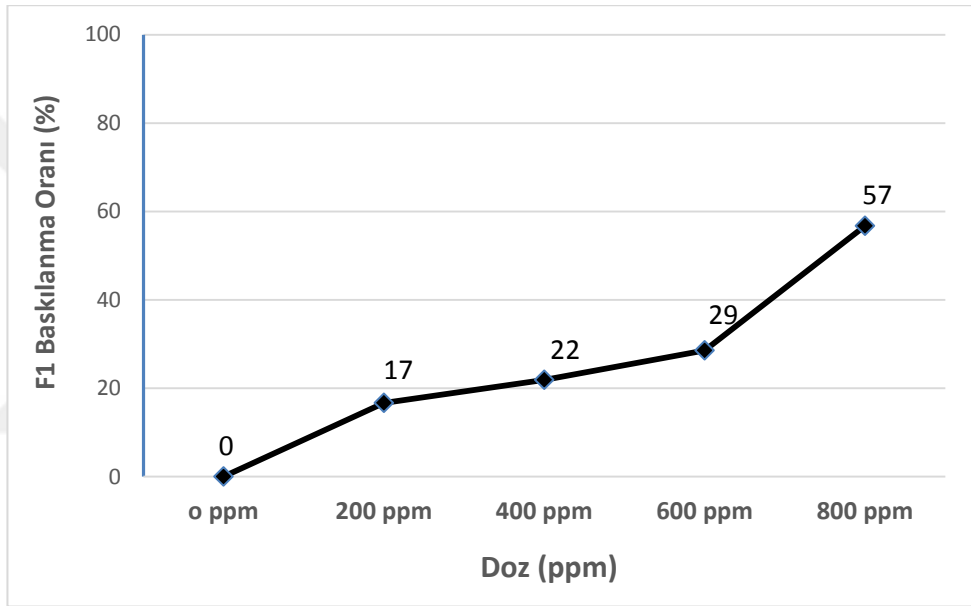
	Faktör	Faktör	N	90 gün	90 gün Standart hata	180 gün	180 gün Standart hata
Total			50	868,180	41,89141	1422,300	78,1928
Tür	<i>R.dominica</i>		25	1070,360	54,18856	1943,560	44,8093
Tür	<i>T.confusum</i>		25	666,000	28,68809	901,040	17,7611
Doz	0		10	1126,700	96,82597	1614,000	199,0882
Doz	200		10	971,700	77,10499	1513,300	187,5955
Doz	400		10	892,100	71,61912	1448,400	177,8141
Doz	600		10	837,200	58,52973	1373,900	170,9202
Doz	800		10	513,200	33,29524	1161,900	133,8157
Tür*Doz	<i>R.dominica</i>	0	5	1417,000	6,87750	2211,200	5,4900
Tür*Doz	<i>R.dominica</i>	200	5	1202,800	5,69561	2076,000	5,5946
Tür*Doz	<i>R.dominica</i>	400	5	1106,800	3,99249	1981,600	10,6705
Tür*Doz	<i>R.dominica</i>	600	5	1012,200	9,63016	1886,400	4,8949
Tür*Doz	<i>R.dominica</i>	800	5	613,000	2,54951	1562,600	16,8184
Tür*Doz	<i>T.confusum</i>	0	5	836,400	2,08806	1016,800	2,9052
Tür*Doz	<i>T.confusum</i>	200	5	740,600	4,15452	950,600	4,1785
Tür*Doz	<i>T.confusum</i>	400	5	677,400	4,22611	915,200	3,9294
Tür*Doz	<i>T.confusum</i>	600	5	662,200	3,24654	861,400	10,4719
Tür*Doz	<i>T.confusum</i>	800	5	413,400	1,43527	761,200	4,0915



Şekil 4.95 25 °C ve % 55±5 nemde 90 gün süreyle farklı dozlarda Klinoptilolite maruz kalmanın türler bazında etkisi

4.2.1 Klinoptilolit'in *Rhyzopertha dominica* üzerindeki 90 günlük etkisi

Rhyzopertha dominica erginlerinin 25 °C ve % 55±5 nemde 90 gün süreyle farklı dozlarda Klinoptilolite maruz bırakılmasının ardından canlı ergin bireyler sayılarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.20). Klinoptilolit'in popülasyon gelişimi üzerindeki baskılama oranı Şekil 4.97'de verilmiştir. 90 gün süreyle 800 ppm dozda Klinoptilolite maruz bırakma sonucunda popülasyonun % 57'sinin baskılandığı bulunmuştur. Kontrol grubuna kıyasla doz yükseldikçe azalan ergin sayıları, Klinoptilolit'in 90 gün koşullarında popülasyonu belli bir baskı altında tutacağını göstermektedir.



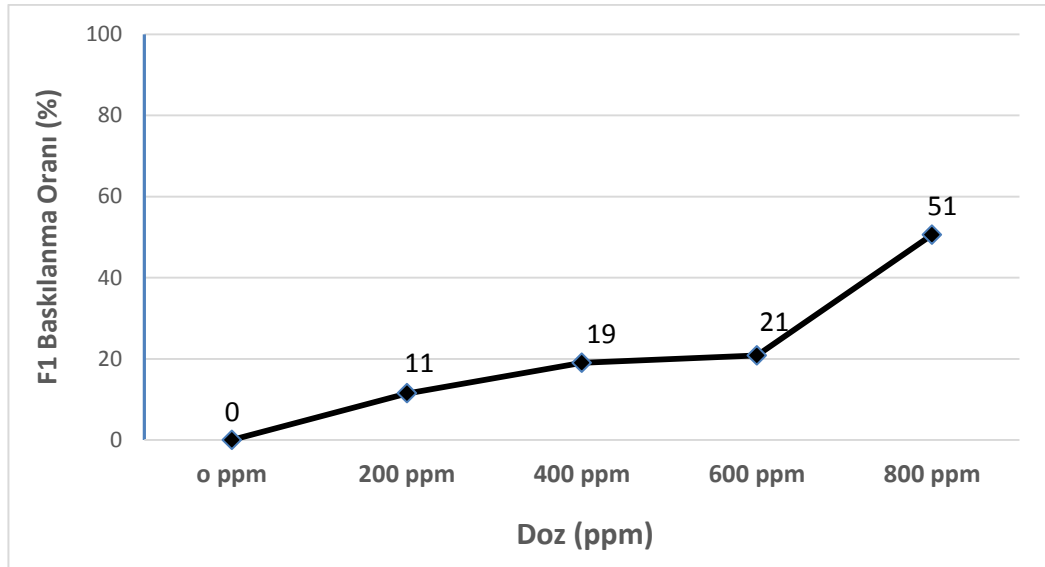
Şekil 4.96 25 °C ve % 55±5 nemde 90 gün süreyle farklı dozlarda Klinoptilolit'in *Rhyzopertha dominica* erginlerini baskılama oranları (%)

Çizelge 4.20 *R. dominica*'da 90 gün süreyle farklı dozlarda Klinoptilolite maruz kalınma sonucu elde edilen canlı ergin birey sayısı

	Canlı ergin birey sayısı						
	1.tekerrür	2.tekerrür	3.tekerrür	4.tekerrür	5.tekerrür	Toplam	Ortalama
Kontrol	1416	1429	1391	1422	1427	7085	1417
200 ppm	1218	1211	1205	1193	1187	6014	1180,6
400 ppm	1107	1102	1096	1109	1120	5534	1106,8
600 ppm	1040	985	997	1021	1018	5061	1012,2
800 ppm	619	605	611	618	612	3065	613

4.2.2 Klinoptilolitın *Tribolium confusum* üzerindeki 90 günlük etkisi

Tribolium confusum erginlerinin 25 °C ve % 55±5 nemde 90 gün süreyle farklı dozlarda Klinoptilolite maruz bırakılmasının ardından canlı ergin bireyler sayılarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.20). Klinoptilolitın popülasyon gelişimi üzerindeki baskılama oranı Şekil 4.98'de verilmiştir. 90 gün süreyle 800 ppm dozda Klinoptilolite maruz bırakma sonucunda popülasyonun % 51'inin baskılandığı bulunmuştur. Kontrol grubuna kıyasla elde edilen bu baskılanma oranı, Klinoptilolitın 90 gün koşullarında popülasyonu belli bir baskı altında tutacağını göstermektedir (Çizelge 4.21).



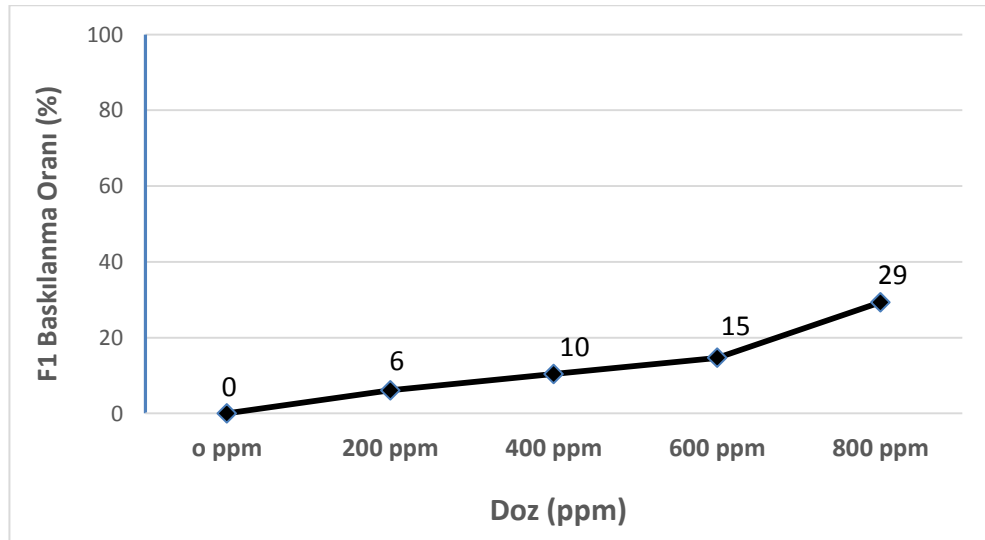
Şekil 4.97 25 °C ve % 55±5 nemde 90 gün süreyle farklı dozlarda Klinoptilolitın *Tribolium confusum* erginlerini baskılama oranları (%)

Çizelge 4.21 *T. confusum* 'da 90 gün süreyle farklı dozlarda Klinoptilolite maruz kalınma sonucu elde edilen canlı ergin birey sayısı

	Canlı ergin birey sayısı						
	1.tekerrür	2.tekerrür	3.tekerrür	4.tekerrür	5.tekerrür	Toplam	Ortalama
Kontrol	839	841	835	838	829	4182	836,4
200 ppm	756	741	739	735	732	3703	740,6
400 ppm	682	661	680	685	679	3387	677,4
600 ppm	669	651	668	663	660	3311	662,2
800 ppm	415	413	410	418	411	2067	413,4

4.2.3 Klinoptilolitın *Rhyzopertha dominica* üzerindeki 180 günlük etkisi

Rhyzopertha dominica erginlerinin 25 °C ve % 55±5 nemde 180 gün süreyle farklı dozlarda Klinoptilolite maruz bırakılmasının ardından canlı ergin bireyler sayılarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.21). Klinoptilolitın popülasyon gelişimi üzerindeki baskılama oranı Şekil 4.99'da verilmiştir. 90 gün süreyle 800 ppm dozda Klinoptilolite maruz bırakma sonucunda bulunan % 57 baskılanma oranı, 180 gün maruz bırakma sonunda % 29 olarak kaydedilmiştir. Kontrol grubuna kıyasla doz yükseldikçe ergin sayıları azalsa da, Klinoptilolitın 180 gün gibi uzun bir sürede popülasyon baskılayıcı etkisinin azalacağı görülmektedir (Çizelge 4.22).



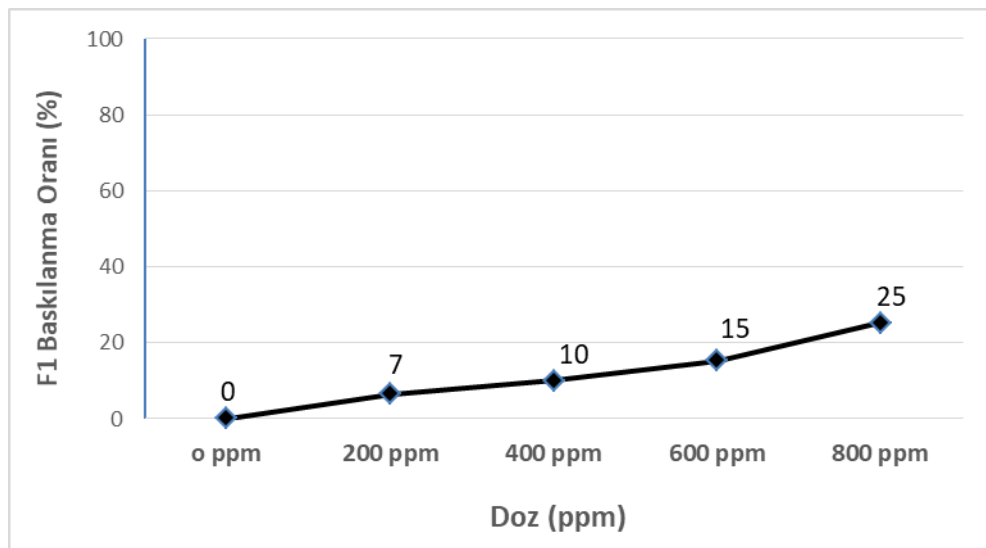
Şekil 4.98 25 °C ve % 55±5 nemde 180 gün süreyle farklı dozlarda Klinoptilolitın *Rhyzopertha dominica* erginlerini baskılama oranları (%)

Çizelge 4.22 *R. dominica*’da 180 gün süreyle farklı dozlarda Klinoptilolite maruz kalınma sonucu elde edilen canlı ergin birey sayısı

	Canlı ergin birey sayısı						
	1.tekerrür	2.tekerrür	3.tekerrür	4.tekerrür	5.tekerrür	Toplam	Ortalama
Kontrol	2218	2226	2195	2203	2214	11056	2211,2
200 ppm	2090	2067	2088	2073	2062	10380	2076
400 ppm	2018	1958	1967	1973	1992	9908	1981,6
600 ppm	1887	1892	1879	1901	1873	9432	1886,4
800 ppm	1581	1499	1597	1572	1564	7813	1562,6

4.2.4 Klinoptilolitinin *Tribolium confusum* üzerindeki 180 günlük etkisi

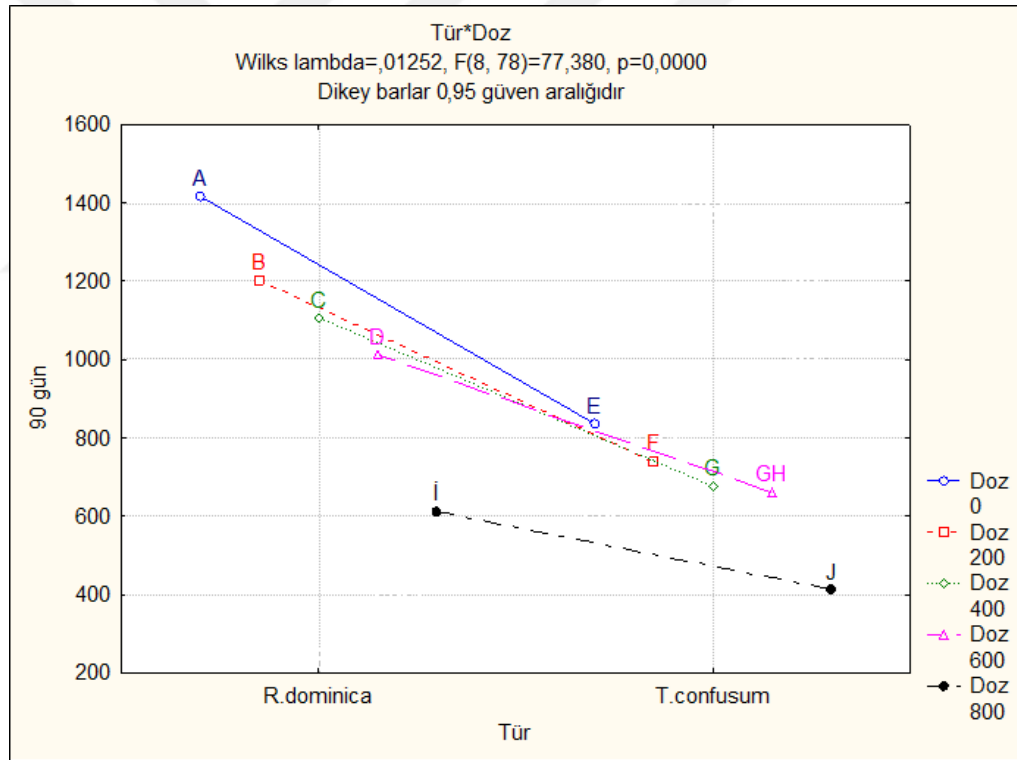
Tribolium confusum erginlerinin 25 °C ve % 55±5 nemde 180 gün süreyle farklı dozlarda Klinoptilolite maruz bırakılmasının ardından canlı ergin bireyler sayılarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.22). Klinoptilolitinin popülasyon gelişimi üzerindeki baskılama oranı Şekil 4.100’de verilmiştir. 90 gün süreyle 800 ppm dozda Klinoptilolite maruz bırakma sonucunda bulunan % 51 baskılanma oranı, 180 gün maruz bırakma sonunda % 25 olarak kaydedilmiştir. Kontrol grubuna kıyasla doz yükseldikçe ergin sayıları azalsa da, Klinoptilolitinin 180 gün gibi uzun bir sürede popülasyon baskılayıcı etkisinin azalacağı görülmektedir (Çizelge 4.23).



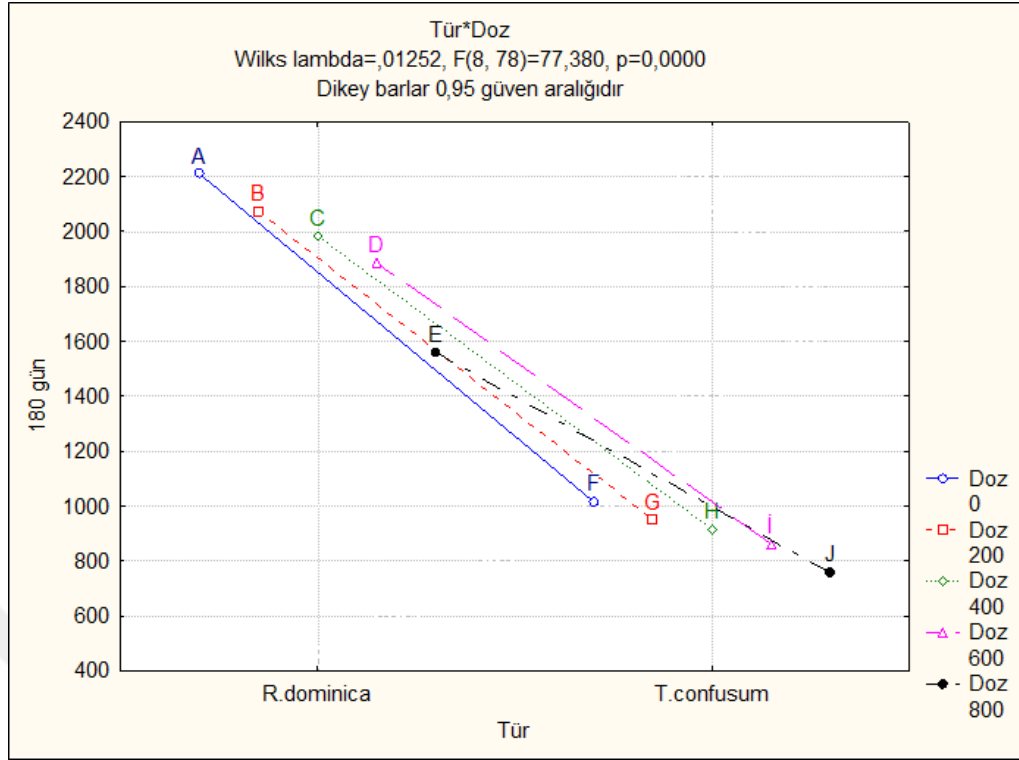
Şekil 4.99 25 °C ve % 55±5 nemde 180 gün süreyle farklı dozlarda Klinoptilolitinin *Tribolium confusum* erginlerini baskılama oranları (%)

Çizelge 4.23 *T. confusum* 'da 180 gün süreyle farklı dozlarda Klinoptilolite maruz kalınma sonucu elde edilen canlı ergin birey sayısı

	Canlı ergin birey sayısı						
	1.tekerrür	2.tekerrür	3.tekerrür	4.tekerrür	5.tekerrür	Toplam	Ortalama
Kontrol	1017	1021	1012	1009	1025	5084	1016,8
200 ppm	950	945	939	956	963	4753	950,6
400 ppm	911	903	915	922	925	4576	915,2
600 ppm	864	821	869	872	881	4307	861,4
800 ppm	751	769	754	772	760	4307	861,4



Şekil 4.100 90 gün sayımlarının doz*tür bazında incelenmesi



Şekil 4.101 180 gün sayımlarının doz*tür bazında incelenmesi

5. TARTIŞMA

Dünya üzerinde, beslenmede en büyük payı olan gıda maddesi şüphesiz ki tahıllardır. Tahıllar baskın bir enerji, karbonhidrat, protein ve lif kaynağı olarak kabul edilen tahıllar, E vitamini, bazı B vitaminleri, magnezyum gibi bir dizi mikro besin içerikleri nedeniyle insan hayatında besin kaynağı olarak çok önemli bir rol oynamaktadır. (McKevith 2004). İnsanların günlük enerji ihtiyaçlarının yarısına yakınına sağlayan buğday, tahıllar içerisinde tüketimde ilk sırada yer almaktadır. Ancak artan nüfusu beslemek için buğday üretimini artırmanın yanı sıra üretilen buğdayın evsafi bozulmayacak şekilde muhafazası da çok önemlidir.

Muhafaza ile buğdayın yem, gıda ve tohumluk kalitesinin uzun süre korunması amaçlanmaktadır. Ancak depolama esnasında koşulların uygun olmaması durumunda; ürünün miktarında oluşan kayıpların yanı sıra kalitesinde oluşan kayıplar tüketici sağlığı açısından büyük riskler oluşmaktadır.

Depolama esnasında buğday kalitesini etkileyen faktörler arasında en önemlileri sıcaklık, nem ve depolanmış ürün zararlılarının meydana getirdiği miktar ve kalite kayıplarıdır. Depolanmış ürün zararlılarıyla savaşında kimyasal ilaç kullanımı oldukça yaygın olarak uygulanmaktadır. Kimyasal mücadelede sentetik böcek öldürücülerin kullanımı en etkili yöntem olarak görülürken; bu kimyasalların rastgele kullanımı, böcek direnci, toksik kalıntılar ve insanlar ile çevre üzerindeki zararlı etkileri gibi birçok ciddi soruna neden olmuştur. Özellikle böceklerde zamanla ortaya çıkan direnç, depolarda savaşında alternatif mücadele yöntemlerinin önemini giderek artmaktadır.

Schlipalius vd (2012) ve Jagadeesan vd (2012) fosfin direnci izleme üzerine yaptıkları araştırmalarda, hem *Rhyzopertha dominica* hem de *Tribolium castaneum*'daki otozomal (cinsiyete bağlı olmayan) tek kopyalı bir gen olan “DLD” genindeki mutasyonların fosfin direncine neden olduğunu bulmuşlardır. Bu çalışma direnç çalışmaları için bir dönüm noktası olmuştur.

Böcek ilacı deregülasyonu, dirençli popülasyonlar ve böcek ilacı kalıntılarından kaynaklanan tüketici endişeleri nedeniyle, tahıl depolama endüstrisinde pestisit kullanımını azaltmak dünya çapında bir zorunluluk haline gelmiştir.

Bu çalışmada buğdayın tüm dünyada depolama aşamasındaki en önemli zararlılarından olan *Rhyzopertha dominica* ve *Tribolium confusum* ile mücadelede kimyasal savaşıma alternatif olarak kullanılabilecek fiziksel savaşım yöntemi kapsamında; Manisa ili Gördes yöresi menşeli Zeolit türevlerinden Klinoptilolit formunun etkinliği 0, 250, 500, 750, 1000 ve 2000 ppm dozlarında 20, 25 ve 30°C sıcaklıklar ile % 55 ve 75 orantılı nem koşullarında 7, 14 ve 21 günlük uygulama sürelerinde araştırılmıştır. Araştırmada sıcaklık, nem, zeolit konsantrasyonu ve maruz kalma süresi artışının her iki böceğin ölüm oranları ile F1 ergin sayısını nasıl etkilediği belirlenmiştir.

Literatürde zeolitin insektisidal özellikleri üzerine yapılan çalışmaların sayısı çok az olduğundan (Fields ve Korunic, 2000), tartışmada zeolitin yanı sıra diğer inert tozlarla yapılan çalışmalara da yer verilmiştir.

Rhyzopertha dominica'da denemeler boyunca mutlak ölüme ulaşamamıştır. En yüksek ölüm oranı % 39,44 ile 2000 ppm konsantrasyonda 25 °C sıcaklık % 55 orantılı nemde 21 gün sayımlarında elde edilmiştir (Çizelge 4.8). Benzer şekilde Sırbistan kökenli Minazel plus ve Minazel adlı 2 farklı doğal zeolit formülasyonu ile 24 °C ve % 45 orantılı nemde yapılan çalışmada Kljajic' vd (2010); zeolitleri 250, 500 ve 750 ppm dozlarında uyguladıkları buğday ile yürüttükleri denemelerde, *Rhyzopertha dominica*'da mutlak ölüme ulaşamamışlardır. Kljajic' vd (2010) tarafından *Rhyzopertha dominica*'da Minazel plus ve Minazel ile yapılan çalışmalarda en yüksek uygulama dozu olan 750 ppm' de sırasıyla % 52 ve % 79 oranlarında ölüm kaydedilmiştir. Çalışmalar arasındaki ölüm oranları farklarının, zeolitlerin kimyasal yapıları ve kullanılan dozlar arasındaki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışmamızda uygulama dozundaki artışın, *Rhyzopertha dominica*'da ölüm oranını arttırdığı görülmüştür (Şekil 4.14). En yüksek ölüm oranının elde edildiği 25 °C - % 55 orantılı nemde 21. günde 0, 250, 500, 750, 1000, 2000 ppm'de ölüm oranları sırasıyla % 0, % 0, % 0,56, % 5,56, % 22,78 ve % 39,44'dür. Korunic' (1997), DT'nin böcek öldürücü aktivitesinin, amorf silis içeriği ile bağlantılı fiziksel özelliklerine bağlı olduğunu; içerik ne kadar yüksekse etkinliğin de o kadar iyi olduğunu rapor etmiştir. Kljajic' vd., (2010)'a göre; inert tozların amorf yapısının insektisidal aktiviteyi arttırdığını varsayarsak, zeolit kristal yapısının ve düşük SiO₂ içeriğinin sonucu olarak, daha yüksek miktarda zeolit kullanımının mücadelede daha etkili olduğu düşünülmektedir.

Klinoptilolite maruz kalma süresinin *R. dominica* erginleri üzerindeki etkisi incelendiğinde; süre arttıkça ölüm oranında artış olduğu kaydedilmiştir. Literatüre bakıldığında; yapılan bazı çalışmalarda DT ile muamele edilmiş buğdaya maruz kalma süresi arttıkça ölüm oranının da arttığı görülmüştür (Fields et al., 2003.; Athanassiou et al., 2005). Çalışmamızda en yüksek ölüm oranının elde edildiği 2000 ppm konsantrasyonda 25°C- % 55 orantılı nemde ölüm oranları 7, 14 ve 21 günde sırasıyla % 11,67; % 27,78 ve % 39,44'dür.

R. dominica ile % 55 ve % 75 orantılı nemlerde yürütülen deneme sonuçları incelendiğinde, çalışılan bütün sıcaklıklarda % 55 orantılı nemde gerçekleşen ölüm oranları istatistiksel olarak; % 75 orantılı nemde gerçekleşen ölüm oranlarından daha yüksek bulunmuştur. En yüksek ölüm oranının elde edildiği 21 gün sayımlarında 2000 ppm konsantrasyonda 25 °C- % 55 orantılı nemde ölüm oranı % 39,44 iken, aynı doz – sıcaklık - maruz kalma süresi koşullarında % 75 orantılı nemde ölüm oranı % 12,78' dir (Çizelge 4.8). Ayrıca en yüksek doz olan 2000 ppm ile yapılan çalışmalarda 21.gün sayımlarında elde edilen diğer ölüm oranları sırasıyla; 20 °C - % 55 nemde % 7,22 iken, % 75 nemde % 2,22 ve 30 °C - % 55 orantılı nemde % 17,78 iken, % 75 nemde % 15,56 olarak bulunmuştur. Bohinc vd. (2018) doğal ve sentetik zeolitlerin mısır biti üzerindeki etkilerini inceledikleri araştırmalarında, 15, 20, 25 °C sıcaklıklar ile % 55 ve % 75 orantılı nem değerlerinde çalışmışlar ve *Sitophilus zeamais* ölümlerinin daha düşük

orantılı nem değerinden etkilendiği sonucuna varmışlardır. Başka bir çalışmada Athanassiou vd. (2004), DT'nin ticari formülasyonu olan Keepdry ile muamele edilen buğdayda, 20 °C sıcaklıkta ve 500 ppm dozda 14 gün sonunda *Sitophilus oryzae*'de % 55 orantılı nemde % 100, % 75 orantılı nemde ise daha düşük düzeyde olarak % 99,4 oranında ölüm elde edilmiştir. Vayias ve Stephou (2009), çeltikte bağıl nem ve sıcaklığın, DEBBM olarak bilinen ve bitki ekstraktı bitterbarkomycin katkılı DT formülasyonunun etkinliği üzerindeki etkilerini değerlendirilmiştir. *S.oryzae* erginleri ile yapılan çalışmada 7 ve 14 gün sayımlarında ölüm oranları sırasıyla % 55 orantılı nemde % 73,2 - % 80,3 iken % 75 orantılı nemde % 58,8 - % 66,9 olarak rapor edilmiştir. Vayias ve Stephou (2009) nispi nemde % 55 seviyesinden % 75'e artışın, bitterbarkomycin katkılı diatom toprağı formülasyonunun etkinliğinde anlamlı bir düşüşe neden olduğunu belirtmişlerdir. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde; kullanılan inert tozlar ve böcek türlerinin farklılığından kaynaklı olmak üzere farklı ölüm oranları elde edilmekle birlikte, bütün çalışmalarda bağıl nem değeri arttıkça ölüm oranlarındaki düşüşün ortak bir sonuç olduğu söylenebilir.

Kavallieratos vd (2017) ve Athanassiou (2017) çalışmalarında, sıcaklığın depo zararlılarının gelişme, hayatta kalma ve doğurganlık gibi çeşitli biyolojik özelliklerini etkileyen temel bir faktör olduğunu rapor etmişlerdir. Sıcaklığın değişik insektisitlerin üzerindeki etkisine bakıldığında; pek çok organik fosforlu insektisitlerin etkinliğinin depodaki sıcaklık artışına paralel olarak arttığı, pyretroidlerde ise bu durumun tam tersi olduğu görülmüştür (Johnson, 1990). Karbamatlı insektisitlerin etkinliğinde sıcaklığın rolünün olmadığı görülmüştür (Snelson, 1987). Sıcaklığın fosfin etkinliğine etkisi ise pozitifdir (Nayak ve Collins, 2008). Organik fosforlu insektisitler ve pyretroidlere karşı dayanıklı olan pek çok depo zararlısının mücadelesinde Spinosad'ın etkin olarak kullanıldığı görülmüştür (Daglish, 2008). Spinosad etkinliği ile sıcaklık ve nem arasında pozitif korelasyon olduğu rapor edilmiştir (Athanassiou vd., 2008). Bohinc vd. (2018), yaptıkları çalışmada farklı kökenli zeolitlerin *Sitophilus zeamais* üzerindeki etkisini değerlendirmişlerdir. 15, 20 ve 25 °C sıcaklıklar ile % 55 ve 75 orantılı nemde yürütülen çalışmalarda; *Sitophilus zeamais* erginlerinin ölüm oranlarının sıcaklık değerlerindeki yükselmeden etkilendiği sonucuna varmışlardır. Fields ve Korunic (2000); diatom toprağı ile yaptıkları çalışmalarında; inert tozların yüksek

sıcaklıklardan olumsuz etkilenmediğini ve bu yönleriyle uygulamada avantaj sağlayacağını belirtmişlerdir.

R. dominica ile yürütülen çalışmamızda en yüksek doz olan 2000 ppm’ de ölüm oranları; % 55 orantılı nemde sıcaklıklar yönüyle ele alındığında; 20 °C’de % 7,22 iken 25 °C’de % 39,44 olarak, % 75 orantılı nemde sıcaklıklar yönüyle ele alındığında ise; 20 °C’de % 2,22 iken 25 °C’de % 12,78 ve 30°C’de % 15,56 olarak kaydedilmiştir. Sıcaklık artışı ile birlikte böceklerin fiziksel ve katabolik faaliyetlerindeki artışa bağlı olarak solunum artışından kaynaklanan su kaybı söz konusu olmaktadır. Keza, fiziksel hareketliliklerinde artış olan böcekler, ürün içerisinde daha fazla gezineceğinden daha yüksek miktarda zeolite maruz kalabilecektir. Rigaux vd (2001), 14 farklı popülasyondan temin edilen *T. castaneum* erginlerini 7 gün boyunca 600 ppm dozda Protect-It (DT) ile muamele edilen buğdaya maruz bırakmışlardır. Araştırma sonunda dayanıklı böceklerin hassas olan böceklere göre daha yavaş hareket ettiğini belirtmişlerdir.

Şen vd (2019) yerel diatom toprağı uygulanan *R.dominica* erginlerinde 20 °C sıcaklıkta gerçekleşen ölüm oranlarının 25 ve 30 °C sıcaklıkta elde edilen ölüm oranlarından daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Astuti vd. (2013) tarafından optimum gelişme sıcaklığı 34 °C olarak rapor edilen *R.dominica* erginleri, yüksek sıcaklığı sevdikleri için 20 °C gibi nispeten düşük sıcaklıktan olumsuz olarak etkilenmektedirler.

Çalışmamızda *R.dominica*’da F1 ergin gelişimi 20°C sıcaklık % 55 orantılı nemde kontrol dâhil tüm dozlarda 6,89 - 2 adet ergin aralığında, % 75 orantılı nemde ise 7,44 – 4,44 adet ergin aralığında gerçekleşirken; 25 °C sıcaklık % 55 ve % 75 orantılı nemde 2000 ppm’de kontrole kıyasla önemli ölçüde azalarak sırasıyla 68 ve 56,11 adet ergin olarak sonuçlanmıştır (Çizelge 4.10). 30 °C sıcaklık % 55 ve % 75 orantılı nemde yine 2000 ppm’de kontrole kıyasla önemli ölçüde azalarak sırasıyla 258,44 ve 290,56 adet ergin olarak sonuçlanmıştır. F1 baskılanma oranları % 55 ve 75 orantılı nemlerde sırasıyla; 20 °C sıcaklıkta % 70,97 ve % 40,32; 25 °C sıcaklıkta % 28,34 ve % 47,67;

30 °C sıcaklıkta % 38,3 ve % 35 olarak kaydedilmiştir. En yüksek baskılanma oranı % 70,97 ile 20 °C sıcaklık % 55 orantılı nem çalışmasında elde edilmiştir. Benzer olarak Doğanay (2013), buğdaya uygulanan Türkiye menşeli doğal diatom toprağı ile (Turco 1) yaptığı çalışmasında 26 °C sıcaklıkta % 65 orantılı nemde 750 ve 1000 ppm dozlarda *R.dominica*’ da F1 veriminin sırasıyla % 41,02 ve % 63,25 oranlarında azaldığını rapor etmiştir. Bizim çalışmamızda 25 °C sıcaklık % 75 orantılı nemde 750 ve 1000 ppm dozlarda F1 baskılanma oranları sırasıyla % 33,78 ve % 47,67 olarak bulunmuştur. Çalışmalar arasındaki farklılıkların inert toz çeşidi başta olmak üzere partikül boyutu gibi etkenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

R.dominica ile 25 °C ve 30 °C sıcaklıklarda % 75 orantılı nemlerde yürüttüğümüz çalışmalarımızda LD değerleri sıcaklık ve maruz kalma süresi artışıyla azalmıştır (Çizelge 4.5, Çizelge 4.7). % 55 orantılı nemde yürüttüğümüz çalışmalarımızda ise LD değerleri maruz kalma süresi artışıyla azalırken, sıcaklık artışıyla artmıştır. LD₅₀ değeri 25 °C % 55 orantılı nemde 7, 14 ve 21 günlük uygulamalarda sırasıyla 7950,7; 3067,7 ve 2177,8 ppm olmuştur (Çizelge 4.4). *R.dominica*’ ya ait tüm bu değerler içerisinde 30 °C’ de 14 ve 21 günlük uygulamalar arasında farklılık bulunmamaktadır.

Çalışmamızda *T. confusum*’ da 20 °C’de LD₅₀ değerleri maruz kalma süresi artışıyla azalmıştır (Çizelge 4.12, Çizelge 4.13). 14.gün verilerinde % 55 ve % 75 orantılı nemde LD değerleri arasında farklılık bulunmamaktadır. % 55 orantılı nemde 14 ve 21 günlük uygulamalarda LD₅₀ değerleri sırasıyla 11825,2; 11248,1 ppm olmuştur. 25 ve 30 °C sıcaklıkta % 75 orantılı nemde ise 21.günde elde edilen LD değerleri arasında istatistiki olarak farklılık bulunmamaktadır (Çizelge 4.15, Çizelge 4.17). Shayesteh ve Ziaee (2007), DT formülasyonu SilicoSec® ile muamele edilen buğdayla 27 °C sıcaklık % 55 orantılı nemde yürüttükleri çalışmalarında, *T. castaneum* erginlerinde LD₅₀ değerlerinin maruz kalma süresi artışıyla azaldığını belirtmiştir. Kullanılan inert tozlar ve böcek türlerinin farklılığından kaynaklı olmak üzere farklı LD değerleri elde edilmekle birlikte, bütün çalışmalarda LD değerlerinin maruz kalma süresi artışıyla azalmasının ortak bir sonuç olduğu söylenebilir.

Ziaee vd (2007), SilicoSec® ile buğdayda yaptıkları araştırmalarında, *T. castaneum*’ da LD₅₀ değerlerinin maruz kalma süresi artışıyla azaldığını rapor etmişlerdir. Benzer şekilde Lü vd. (2017) de, sentetik zeolit ile muamele edilen bürölcede *Callosobruchus maculatus* ile yaptıkları araştırmalarında LD₅₀ ve LD₉₅ değerlerinin, maruz kalma süresindeki artışla azaldığını belirtmişlerdir. Floros vd. (2017), doğal zeolit uyguladıkları fasulye ile *Callosobruchus maculatus* üzerinde yaptıkları araştırmalarında 24, 24, 72 ve 96 saat uygulama sonunda LD₅₀ ve LD₉₉ değerlerinin bizim çalışmamızla benzer şekilde maruz kalma süresine bağılı olarak azaldığını rapor etmişlerdir.

İnert tozların böcekler üzerindeki etkinliğı, böceklerin vücutlarında tuttıkları optimum su miktarı ile ilgilidir. Kütikülada daha ince ve daha yumuşak waks tabakasına sahip olan böcekler ile vücut yüzeyi daha küçük olan böceklerin, inert tozlara daha duyarlı oldukları doğrulanmıştır. Ayrıca, dünyanın farklı yerlerinden böceklerin tozlara karşı farklı duyarlılık gösterdiği bulunmuştur (Golob, 1997; Korunić, 1998; Subramanyam and Roesli, 2000; Vayias et al., 2006).

Yapılan çalışmalarda *Tribolium spp.*’nin depolanmış ürün zararlıları içerisinde inert tozlara en toleranslı tür olduğu teyid edilmiştir (Athanassiou vd. 2011; Kljajic et vd. 2010).

Tribolium confusum ile yaptığımız denemelerde, en yüksek ölüm oranı 30 °C sıcaklık % 75 orantılı nemde % 7,78 olarak kaydedilmiştir. Subramanyam ve Roesli (2000)’e göre; inert tozların etkinliğı için sıcaklık önemli bir faktördür, çünkü daha yüksek sıcaklıklarda böcekler suyu daha hızlı kaybederler ve inert toz etkinliğı önemli ölçüde artar. Benzer şekilde yapılan birçok çalışmada sıcaklık artışı ile doğru orantılı olarak ölüm oranlarının arttığı bildirilmektedir (Athanassiou vd. 2004, Athanassiou vd. 2006a, Ertürk vd. 2017). Bohinc vd. (2018) doğal ve sentetik zeolitlerin mısır biti üzerindeki etkilerini inceledikleri araştırmalarında 15, 20, 25 °C sıcaklıklar ile % 55 ve % 75 orantılı nem değerlerinde çalışmışlar ve zeolit in daha yüksek sıcaklık değerlerinde *S. zeamais* üzerinde daha ölümcül etkisi olduğu sonucuna varmışlardır.

Eroğlu vd. (2019), buğdaya uygulanan Zeocem ve Mycostop adlı iki farklı zeolit formülasyonunun *S. oryzae*’de, çalışılan en yüksek doz olan 1000 ppm’de, 21 gün sonunda - % 55 ve % 75 orantılı nemlerde- sırasıyla 20 °C sıcaklıkta % 87 ve % 56; 25 °C sıcaklıkta % 22 ve % 13; 30 °C sıcaklıkta ise % 72 ve % 40 oranında ölüme neden olduğunu bildirmektedir. Eroğlu vd. (2019)’nin çalışmalarında sıcaklık ve orantılı nem, zeolit etkinliğinde herhangi bir spesifik eğilime yol açmamıştır. Benzer şekilde *T.confusum* ile yaptığımız çalışmamızda da sıcaklık ve bağıl nemin herhangi bir spesifik etkiye neden olmadığı görülmüştür. Araştırmamızda kaydedilen en yüksek ölüm oranları % 55 ve % 75 orantılı nemler için sırasıyla 20 °C sıcaklıkta % 5 ve % 4,44; 25 °C sıcaklıkta % 2,22 ve % 7,22; 30 °C sıcaklıkta ise % 3,89 ve % 7,78 olmuştur (Çizelge 4.2). Literatürde kayıtlı çalışmalar arasında ölüm oranları arasındaki bu farklılıkların zeolit türüne, zeolit parçacık boyutuna ve böcek ırklarındaki farklılıklara bağlı olduğu düşünülmektedir.

İbrahim ve Salem (2019), buğday ve börülceye farklı dozlarda uygulanan 40-50 nm boyutundaki nano zeolit *T. confusum* ve *Callosobruchus maculatus* erginlerinin ölüm oranlarını, doz ve maruz kalma süresi artışı ile doğru orantılı olarak önemli ölçüde arttırdığını bildirmiştir. Bu araştırma ile uyumlu olarak, doz ve maruz kalma süresindeki artışla artan ölüm oranlarının gözlemlendiği çalışmamızda; en yüksek ölüm oranına 2000 ppm konsantrasyonda (% 7,78) ve 21. gün sayımlarında ulaşıldığı görülmüştür. Benzer olarak yapılan bazı çalışmalarda da ölüm oranının diatom ile muamele edilmiş buğdaya maruz kalma süresi ile doğru orantılı olarak arttığı rapor edilmiştir (Fields et al., 2003.; Athanassiou et al., 2005).

Araştırmamızda, *Tribolium confusum*’da en yüksek dozda dahi mutlak ölüm elde edilememiştir. Bunun yanı sıra Kljajic vd. (2010), Sırbistan kökenli Minazel plus ve Minazel adlı iki farklı doğal zeolit formülasyonunun buğdayda *T.castaneum* erginlerinde 24 °C sıcaklık ve % 45 orantılı nem koşullarında 21 günlük uygulamada % 94-100 arasında ölüme neden olduğunu rapor etmişlerdir. Bizim çalışmamızda kullanılan zeolit kimyasal yapısı ve boyutundaki farklılık ile kullanılan buğday çeşidinin farklı olması, daha düşük ölüm oranı elde edilmesinin nedeni olabilir. Andric

vd (2012), inert tozların insektisit etkinliğinin sadece uygulanan oranlara ve/veya maruz kalma süresine değil, aynı zamanda inert tozların türüne ve kaynağına da bağlı olarak değiştiğini ifade etmiştir.

Çalışmamızda *T. confusum*'da F1 ergin gelişimi 20°C sıcaklık % 55 orantılı nemde kontrol dâhil tüm dozlarda 1,11 – 2,67 adet ergin aralığında, % 75 orantılı nemde ise 1,67 – 3,89 adet ergin aralığında gerçekleşirken; 25 °C sıcaklıkta % 55 ve % 75 orantılı nemde 2000 ppm'de kontrole kıyasla önemli ölçüde azalarak sırasıyla 5,11 ve 2,67 adet ergin olarak sonuçlanmıştır. 30 °C sıcaklık % 55 ve % 75 orantılı nemde de yine 2000 ppm'de kontrole kıyasla önemli ölçüde azalarak sırasıyla 36,44 ve 78,33 adet ergin olarak sonuçlanmıştır. F1 gelişimi sıcaklığa paralel olarak artış gösterirken, en yüksek F1 gelişimi 30 derece sıcaklıkta kaydedilmiştir. *T. confusum*'da F1 baskılanma oranları % 55 - 75 orantılı nemler için sırasıyla 20 °C sıcaklıkta % 58,43 ve % 57,07; 25 °C sıcaklıkta % 28,13 ve % 41,45; 30 °C sıcaklıkta ise % 50,46 ve % 8,45 olarak kaydedilmiştir. En yüksek baskılanma oranı % 58,43 ile 20 °C sıcaklık ve % 55 orantılı nem kombinasyonunda elde edilmiştir.

Lü vd. (2017), sentetik zeolit ile muamele edilen börülcede *Callosobruchus maculatus*' un yumurta sayısındaki azalmanın, muamele edilmemiş börülce ile karşılaştırıldığında % 42,8 ile 87,9 arasında olduğunu belirtmişlerdir. 28 °C sıcaklık ve % 65 orantılı nemde zeolit ile muamele edilmiş börülce üzerinde F1 ergin veriminde muamele edilmemiş börülce ile karşılaştırıldığında % 2,7 ile 91,4 arasında değişen oranlarda azalma tespit etmişlerdir. Bizim çalışmamıza baktığımızda ise 30 °C ve % 55- 75 orantılı nem koşullarında F1 ergin verimindeki azalma 2,08 ile 50,46 arasında değişmiştir. Çalışılan böcekler farklı olmakla birlikte her iki çalışmada da F1 ergin verilerindeki benzerlik, zeolit konsantrasyonu artışının F1 ergin veriminde önemli ölçüde düşüşe neden olduğunu destekler mahiyettedir.

Literatür taramasında, yapılan çalışmalar içerisinde F1 ergin gelişiminin zayıf olması bakımından benzerlikler bulunmaktadır. Bu durum; tane içinde beslenen zararlıların aksine yumurta döneminden itibaren dıştan beslenen bir zararlı olan *T. confusum*'un

ergin öncesi dönemlerinin de inert tozlara doğrudan maruz kalarak ölmesi ile açıklanabilir (Dobie vd. 1991).

90 ve 180 gün süreyle 25 °C sıcaklık ve % 60 orantılı nem koşullarında 200, 400, 600 ve 800 ppm dozlarda yürütülen uzun dönem uygulamamızda; doz artışıyla birlikte *R. dominica* ve *T.confusum* ergin sayılarında düşüş olduğu görülmüştür. En yüksek doz başta olmak üzere tüm uygulama dozlarında *R.dominica*’ da 90 gün sayımlarında görülen baskılanma oranları (sırasıyla % 17, % 22, % 29 ve % 57) 180 gün sayımlarında görülen baskılanma oranlarından (sırasıyla % 6, % 10, % 15 ve % 29) daha yüksektir. *T.confusum*’ da da 90 gün sayımlarında görülen baskılanma oranlarının (sırasıyla % 11, % 19, % 21 ve % 51) 180 gün sayımlarında görülen baskılanma oranlarından (sırasıyla % 7, % 10, % 15 ve % 25) daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu da bize klinoptilolitin uzun dönemde popülasyonu belli bir düzeyde baskı altında tutabileceğini, ancak baskılayıcı etkinin zamanla kaybolabileceğini göstermektedir. Zamanla artan böcek sayısına bağlı olarak deneme kaplarındaki orantılı nem artışı, baskılayıcı etkinin git gide kaybolmasının nedeni olabilir. Benzer şekilde, Eroğlu (2015), bizim çalıştığımız dozlarda Zeolit + %30 silikajel formülasyonu ile muamele ettiği arpada, 25 °C ve % 55 nemde 90 gün sayımlarında doz artışına bağlı olarak *T.confusum* ergin sayısının azaldığını; fakat 180 gün sayımlarında kontrol grubuna göre önemli farklılık saptanmadığını; dolayısıyla zeolitin baskılayıcı etkisinin sınırlı olabileceğini ifade etmiştir.

Uzun dönem denemelerinde her iki böcekte de en yüksek baskılanma oranı 90 gün sonunda en yüksek doz olan 800 ppm’de kaydedilmiştir. *R.dominica*’ da en yüksek baskılanma oranı % 57, *T.confusum*’ da ise % 51 olarak kaydedilmiştir. Benzer şekilde Eroğlu (2015) *T.confusum* ile yaptığı çalışmasında en yüksek baskılanma oranı 90 gün sonunda en yüksek doz olan 800 ppm’de % 76 olarak bulunmuştur.

Elde edilen ölüm oranları farklı olsa da bizim çalışmamız ile benzer şekilde, zeolit etkinliğinin zaman bağlamında azalması Athanassiou vd. (2005)’in çalışmasında da

görülmektedir. 26 °C sıcaklık ve % 57 orantılı nem koşullarında üç farklı dozda (750, 1000 ve 1500 ppm) üç farklı ticari diyatom formülasyonu ile muamele edilen arpa ve buğdayda baskılanma oranları; 90. gün sonunda sırasıyla %98.7 ve %98.8; 180. gün sonunda sırasıyla %99.1 ve %98.2; 360. gün sonunda sırasıyla %94.1 ve % 76.6 ve 450. gün sonunda ise %68.4 ve %49.4 olarak gerçekleşmiştir. Bizim çalışmamızda her ne kadar tek bir zeolit formülasyonu ele alınmış olsa da; farklı inert toz uygulamalarında depolama süresinin artışıyla etkinliğin azalması yönüyle her iki çalışma birbirini destekler mahiyettedir.

Hafeez vd. (2016); yeni bir diyatom toprağı formülasyonu olan Inert-PMS'in kısa ve uzun dönem böcek öldürücü etkinliğini depolanmış buğdayda dört farklı böcek türünde [*Cryptolestes ferrugineus* (Stephens), *Liposcelis paeta* Pearman, *R. dominica*, *T. castaneum*] araştırmışlardır. 28 °C sıcaklık ve % 65 orantılı nem koşullarında 500, 750 ve 1000 ppm dozlarda; 30, 60, 90 ve 120 günlük uygulamalarla yürütülen denemeler donucunda etkinliğin 60 güne kadar sabit kalırken, 90 ve 120 gün depolamadan sonra düştüğünü belirtmişlerdir. Aynı çalışma kapsamında 1, 4 ve 7 gün süreyle yapılan kısa dönem çalışmalarında ise ergin ölüm oranlarının doz ve maruz kalma süresi artışı ile arttığı görülmüştür. Ayrıca çalışılan türler içerisinde diyatom toprağı formülasyonuna en dayanıklı türün *T. castaneum* olduğu belirtilmiştir.

Vayias and Athanassiou (2004); *T. confusum* ile yaptıkları çalışmalarında, yetişkin böceklerin diyatomlu toprağı karşı daha toleranslı, larvaların ise daha hassas olduğunu belirtmişlerdir. Larvalar içerisinde ise genç *T. confusum* larvalarının (1-3 evre) daha yaşlı larvalara (4-7 evre) göre önemli ölçüde daha duyarlı olduğunu rapor etmişlerdir. Benzer şekilde Subramanyam and Roesli (2000) de tahılların depolanması esnasında depolanmış ürün zararlılarında döl oluşumunu önlemenin, ebeveyn böceklerle karşı doğrudan mücadeleye yoğunlaşmaktan daha önemli olduğunu belirtmişlerdir. Yakın tarihli bir çalışmada Lü vd. (2017), sentetik zeolit ile 1 g / kg konsantrasyonda muamele edilen bürölcede *Callosobruchus maculatus*' ta muameleden 3 ay sonra bile yüksek ergin ölümleri gözlemlendiğini ve ayrıca F1 ergin ergin veriminin de önemli ölçüde düştüğünü tespit etmiştir.

Subramanyam and Roesli (2000)'e göre; inert tozların etkinliğini önemli ölçüde etkileyen faktörlerden birisi de tutundukları yüzey olup, mısır ve fasulye taneleri buğdaydan daha fazla lipid içerdiğinden daha yüksek emme ve dolayısıyla inert toz inaktivasyon gücüne sahiptirler.

Depo zararlılarıyla mücadelede inert tozların kullanımını engelleyen en önemli dezavantaj yüksek dozlarda etkili olabilmeleridir. Yüksek dozda kullanım sonucunda hektolitre ağırlığında azalma, depolamada eğim açısında artışa neden olması; aşındırıcı olması nedeniyle mekanik aksama zarar vermesi gibi endişeler yaratmaktadır. Ayrıca tüketici yönünden nihai ürüne inert tozların geçip geçmeyeceği ile ilgili endişeler de mevcuttur. Ancak uzun süreli kullanım amaçlı depolanan buğday, nihai ürüne işlenmeden önce pek çok aşamadan geçmektedir. Buğdayın değirmende işlenmeden önce temizlenmesi temel olarak iki aşamada yapılır. İlk aşamada buğday içerisindeki yabancı maddeler uygun metotlarla buğdaydan uzaklaştırıldıktan sonra, ikinci aşamada buğday üzerindeki gözle görünmeyen kirliliğin temizlenmesi için ürün fırçalanır veya yıkanır. Tüm bu işlemler yapıldıktan sonra buğday dış yüzeyine yapışık olan inert tozların büyük oranda temizleneceği düşünülmektedir. Eser miktarda kalabilecek olan inert tozlar da, buğdayın değirmende işlenmesi sırasında kepeğin ve kabuğun ayrılmasıyla birlikte üründen uzaklaşacaktır. Literatürde ürüne uygulanan inert tozların hangi miktarda kalıntı bıraktığı ile ilgili yapılmış çalışmalar sınırlıdır. Floros vd. 2017, inert tozların, yığın yoğunluğunu ve akış özelliklerini etkilediğini, ancak nihai ürünün (ekmek) kalitesini etkilemediğini belirtmiştir. Keza tohumluğun çimlenme yeteneği de olumsuz etkilenmemektedir. Haryadi et al. (1994) zeolit ile muamele edilmiş mısır ürününde çimlenmenin % 96,2 olduğunu rapor etmiştir. Yine Perez vd. (2012), zeolit uygulamasının nohut tanelerinin çimlenmesini olumsuz yönde etkilemediğini belirtmiştir. Öte yandan Athanassiou (2006), ürün içerisinde kırık taneler ile yüksek miktarda yabancı madde varlığının inert tozların etkinliğini önemli ölçüde azaltabileceğini belirtmiştir.

Desmarchelier ve Allen (2000), silika memelilerde birikmediğinden ve öğütme öncesinde tahıl temizleme esnasında DT neredeyse tamamen (% 99) ürün yüzeyinden uzaklaştırılabildiğinden, tüketici sağlığı için riskin mümkün olan en düşük seviyede olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca Eroğlu (2015), doğal zeolitin güvenli bir gıda katkı maddesi olarak kabul edildiğini belirtmiştir.

Tüm bu araştırmalar göz önüne alındığında; depo zararlılarıyla mücadelede zeolitin koruyucu olarak kullanılmasının, buğdayın tohumluk olarak kullanımı ve/veya insan sağlığı açısından herhangi bir risk oluşturmadığı söylenebilir. Ancak zeolitin tek başına veya bir insektisit ya da doğal ürünlerle kombinasyon halinde uygun dozajlarda pratik saha koşullarında (boş tahıl ambarları ve depolanmış ürünler üzerindeki) etkinliğinin araştırılması için ilave çalışmalar yapılması gerekmektedir.

Perez vd. (2012) yaptıkları çalışmada; nohutta zararlı *Lasioderma serricorne* (F.) (Anobiidae: Coleoptera)'ye karşı *Piper aduncum* subsp. *ossanum* (C.DC.) Saralegui (Piperaceae) ile Zeolit'in birlikte kullanımının etkinliği üzerine denemeler kurmuşlardır. Denemelerde Zeolit, PAO-1 ve PAO-2 kombinasyonları içerisinde en yüksek ölüm oranı ile F1 ergin çıkışındaki en yüksek azalmanın PAO-2 kombinasyonunda görüldüğü belirtilmiştir. Yapılan bu uygulamaların nohut tanelerinin çimlenmesini olumsuz yönde etkilemediği de rapor edilmiştir.

Daniel vd. (2013), Klinoptilolitin, İsviçre'de kolza alanlarında zararlı polen böceklerinin (*Meligethes* spp.) mücadelesinde kullanılabilirliği araştırmışlardır. 2008- 2011 yılları arasında Klinoptilolitin toz (drop-box gübre atıcı ya da Vicon pendulum yayıcı ile) ve sprey (ıslatıcı madde olarak Heliosol ile pülverizatörle) uygulamaları tarım alanlarında denenmiştir. 2009 ve 2010 yıllarında kuru ve güneşsiz havada yapılan 7 günlük uygulamalar sonucunda böceklerin yoğunluğunda %50-80'e varan azalmalar tespit edilmiştir. Uygulama alanlarında yapılan denemelerin çiçeklenme durumunu etkilemediği de kayıt altına alınmıştır.

İnert tozlar genel olarak yavaş etkili kontrol ajanlarıdır ve etkili olabilmeleri için yeterli bir süre gerektirir (Subramanyam ve Roesli, 2000; Athanassiou ve diğerleri, 2005). Bu nedenle, zeolitlerin beton yüzeylerde kullanılmak üzere b-cyutrin (Sehgal ve diğerleri, 2014) veya deltamethrin (Sehgal ve Subramanyam, 2014) gibi onaylanmış bir böcek ilacı ile birleştirilmesi, depo zararlılarının öldürölme hızını artırabilir.

Yapılan pek çok araştırmada diyatom toprağı formölasyonlarının depolanmış ürün zararlılarıyla mücadelede oldukça etkin olduğı bulunmuştur (Vayias vd., 2006, Wakil vd., 2006, Athanassiou vd., 2006, Athanassiou ve Korunic, 2007, Ferizli ve Beriş, 2005, Athanassiou vd., 2007). Entegre mücadelede kapsamında inert tozlar içerisinde yer alan ve mücadelede oldukça ümit var olan zeolitin etkinliğinin artırılması için çeşitli organik veya inorganik kökenli entomopatojenlerle farklı kombinasyonlarına dair daha fazla araştırma yapılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Akça İ., 2019, Depolanmış Ürün Zararlıları Ders Notu. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi / Bitki Koruma Bölümü Samsun, 2014.
- Alkan, M. ve Ertürk, S. 2020. Insecticidal efficacy and repellency of trans-anethole against four stored-product insect pests. Tarım Bilimleri Dergisi — Journal of Agricultural Sciences, 26; 64-70
- Andric G.G, Markovic M. M., Adamovic M., Dakovic A., Golic M. P., Kljajic P.J., (2012), Insecticidal potential of natural zeolite and diatomaceous earth formulations against rice weevil (Coleoptera: Curculionidae) and Red Flour Beetle (Coleoptera: Tenebrionidae), J. Econ. Entomol. 105(2): 670-678
- Andronikashvili T., Pagava K., Kurashvili T., Eprikashvili L. 2009. Possibility of application of natural zeolites for medicinal purposes. Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences 3 (2): 158–167.
- Anonim, 2019. <https://gozlemgazetesi.com/HaberDetay/21/1108152/zeolit-nedir-zeolit-ne-ise-yarar-manisa-gordes-1-5-milyar-ton-rezervlik-zeolit-madeni.html>
- Astuti, L.P., Mudjiono, G. , Rasminah, S. and Rahardjo, B.T., 2013. Influence of temperature and humidity on the population growth of *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae) on Milled Rice. Journal of Entomology, 10: 86-94.
- 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., Vayias, B.J., Dimizas, C.B., Kavallieratos, N.G., Papagregoriou, A.S., Buchelos, C.Th., 2005. Insecticidal efficacy of diatomaceous earth against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium confusum* du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) on stored wheat: influence of dose rate, temperature and exposure interval. Journal of Stored Products Research 41, 47– 55.

- Athanassiou, C.G. (2006). Influence of instar and commodity on insecticidal effect of two diatomaceous earth formulations against larvae of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Economic Entomology* 99, 1905-1911.
- Athanassiou, C. G., Kavallieratos, N. G., Dimizas, C. B., Vayias, B. J. and Tomanovic, Z. 2006a. Factors affecting the insecticidal efficacy of the diatomaceous earth formulation SilicoSec® against adults of the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) *Applied Entomology and Zoology*, 41 (2): 201–207
- Athanassiou, C. G., Kavallieratos, N. G., Peteinatos, G. G., Petrou, S. E., Boukouvala, M. C. and Tomanović Ž. (2007). Influence of temperature and humidity on insecticidal effect of three diatomaceous earth formulations against larger grain borer (Coleoptera: Bostrychidae). *Journal of Economic Entomology*, 100(2): 599–603.
- Athanassiou, C.G. and Korunic, Z. 2007. Evaluation of two new diatomaceous earth formulations, enhanced with abamectin and bitterbarkomycin, against four stored grain beetle species. *Journal of Stored Products Research*, 43(4): 468–473.
- Athanassiou C.G., Kavallieratos N.G., Yiailis A.E., Vayias B.J., Mavrotas C.S., Tomanovic Z., (2008) Influence of temperature and humidity on the efficacy of spinosad against four stored-grain beetle species. *Journal of Insect Science* 8,1e9.
- Athanassiou CG, Kavallieratos NG, Vayias BJ, Tomanovic Z, Petrovic A, Rozman V, Adler C, Korunic Z, Milovanovic 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 Prot* 30:329–339
- Athanassiou, C.G., Kavallieratos, N.G., Campbell, J.F., 2017. Competition of three species of *Sitophilus* on rice and maize. *PLoS ONE* 12,e0173377.
- Banks, J. And Fields, P. 1995. Physical methods for insect control in stored-grain ecosystems. Agriculture and Agri-Food Canada, Winnipeg, Manitoba, Canada. P 353
- Bohinc T., Dervic A., Horvat A., Kljajić P., Andric G., Golić M. P., Trdan S. 2018. Effects of natural and synthetic zeolites against maize weevil (*Sitophilus zeamais* Motschulsky, Coleoptera, Curculionidae) adults under laboratory

conditions. Integrated Protection of Stored Products IOBC-WPRS Bulletin Vol. 130, pp. 241-250

Chakravarthy A.K., Bhattacharyya A., Shashank P.R., Epiri T.T., Doddabasappa B. and Mandal S.K., (2012). DNA-tagged nano gold: A new tool for the control of the armyworm, *Spodoptera litura* Fab. (Lepidoptera: Noctuidae). *Afr. J. Biotechnol.*, 11: 9295-9301.

Champ B.R., Dyte C.E., (1976). Report of the FAO Global Survey of Pesticide Susceptibility of Stored Grain Pests. FAO Plant Production and Protection Series, No. 5, 297.

Chattha S. H., Hasfalina C. M., Mirani B. N ve Mahadi M. R., (2015) Traditional storage methods and their effect on quality char.of wheat grain in Sindh, Pakistan, *Agric Eng Int: CIGR Journal* Open access at <http://www.cigrjournal.org> Vol. 17, No. 4.

Collins P.J., (1990) A new resistance to pyrethroids in *Tribolium castaneum* (Herbst). *Pesticide Science* 28, 101–115.

Collins P.J., Lambkin T.M., Bridgeman B.W., Pulvirenti C., (1993) Resistance to grain-protectant insecticides in coleopterous pests of stored cereals in Queensland, Australia. *Journal of Economic Entomology* 86, 239–245.

Collins P.J., (1998) Resistance to grain protectants and fumigants in insect pests of stored products in Australia. In: Banks, H.J., Wright, E.J., Damcevski, K.A. (Eds.), *Stored Grain in Australia*. In: *Proceedings of the Australian Post-harvest Technical Conference*, Canberra. CSIRO, 26–29 May 1998, Canberra, Australia, pp. 55–57.

Collins P.J., Wilson D., (1987) Efficacy of current and potential grain protectant insecticides against a fenitrothion-resistant strain of the sawtoothed grain beetle, *Oryzaephilus surinamensis* L. *Pesticide Science* 20, 93–104.

Costa S.J. *Reducing Food Losses in Sub-Saharan Africa (Improving Post-Harvest Management and Storage Technologies of Smallholder Farmers)* UN World Food Programme; Kampala, Uganda: 2014.

Çetinel, G., Esenli, F. ve Baş, H., “Diğer Endüstri Mineralleri 1”, *Yeni Beş Yıllık Kalkınma Planı Özel İhtisas Komisyonu*, D.P.T. Raporu, (1996), No: 2421, Ankara

- Daglish G.J., (2007) Impact of resistance on the efficacy of binary combinations of spinosad, chlorpyrifos-methyl and s-methoprene against five stored-grain beetles.
- Dal Bello G., Padin S., Lastra C.L., Fabrizio M. 2001. Laboratory evaluation of chemical-biological control of the rice weevil (*Sitophilus oryzae* L.) in stored grains. *Journal of Stored Products Research* 37 (1): 77–84. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0022-474x\(00\)00009-6](https://doi.org/10.1016/s0022-474x(00)00009-6)
- Daniel, C. Dierurer, H., and Clerc, M. 2013. The potential of silicate rock dust to control pollen beetles (*Meligethes* spp.). *Integrated Control in Oilseed Crops IOBC-WPRS Bulletin Vol. 96*, pp. 47-55 47.
- De A., Bose R., Kumar A. ve Mozumdar S., (2014). Management of Insect Pests Using Nanotechnology: As Modern Approaches. In: Targeted Delivery of Pesticides Using Biodegradable Polymeric Nanoparticles, De, A., R. Bose, A. Kumar and S. Mozumdar (Eds.). Springer, India, ISBN-13: 978-81-322-1689-6, pp: 29-33.
- Desmarchelier, K.M., & Allen, S.E. (2000). Diatomaceous earth: health, safety, environment, residues and regulatory issues. In: *Proceedings 7th International Working Conference on Stored-product Protection*, Beijing, PR China. 309-312.
- Dobie P., Haines, C.P., Hodges, R.J., Prevett, P.F., and Rees, D.P. 1991. *Insect and arachnids of tropical stored products: Their biology and Identification*. Kent. U.K.: Natural Resources Institute. 248 pp
- Doğanay, Ş. İ., 2013. Çeşitli diatom topraklarının depolanmış tahıl zararlıları, *Sitophilus granarius* (L.) ve *Rhyzopertha dominica* (F.)'ya karşı etkinliğinin belirlenmesi Master Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Bölümü, 55 s.
- Dyer, A., “An Introduction To Zeolite Molecular Sieves”, (1988), John Wiley
- Edde, P.A., 2012. A review of the biology and control of *Rhyzopertha dominica*(F.) the lesser grain borer. *J. Stored Prod. Res.* 48, 1–18.
- Emekçi, M. and Ferizli, A.G. 2000. Current status of stored product protection in Turkey. In C. Adler & M. Schöller [eds.], *IOBC/WPRS Study Group Integrated Protection of Stored Products*, IOBC WPRS Bulletin, Vol. 23 (10) 2000:39- 45(1999).

- El-Bakry A. M., Youssef H. F., Abdel-Aziz1 N. F., Sammour E. A. 2019. Insecticidal potential of Ag-loaded 4A-zeolite and its formulations with Rosmarinus officinalis essential oil against rice weevil (*Sitophilus oryzae*) and lesser grain borer (*Rhyzopertha dominica*). Journal of Plant Protection Research, Vol. 59, No. 3: 324–333.
- Eroğlu N., (2015). Zeolit'in depolanmış ürün zararlısı *Tribolium confusum* Jacquelin Du Val (Coleoptera: Tenebrionidae)'a karşı mücadelede kullanım olanaklarının araştırılması. AÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 182 s.
- 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.
- 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, Türkiye Entomoloji Dergisi, 2017, 41 (3): 347-354.
- Esber R., Khamis Z.C., Al-Jouri E., 2018. Toxicity of some inert dusts kaolin, silica and zeolite against cowpea seed beetle *Callosobruchus maculatus* (F.) under laboratory conditions. Research Gate.
- Ferizli, A.G. and Beris G. (2005). Mortality and F1 progeny of the lesser grain borer. *Rhyzopertha dominica* (F). on wheat treated with diatomaceous earth: effects of rate. exposure period and relative humidity. Pest Management Science, Volume 61. Issue 11: 1103-1109
- Fields P. G., 1999. Diatomaceous earth: Advantages and limitations In: Z. Jin, Q. Liang, Y. Liang, X. Tan and L. Guan (Editors), Proceedings of the Seventh International Working Conference on Stored-product Protection, Beijing, China 14-19 October 1998. Sichuan Publishing House of Science and Technology, Chengdu, China, pp. 781-784
- 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.
- Fields, P.G., Allen, S., Korunic, Z., McLaughlin, A., Stathers, T., 2003. Standardised testing for diatomaceous earth. In: Credland, P.F., Armitage, D.M., Bell, C.H., Cogan, P.M., Highley, E. (Eds.). Advances in Stored Products Protection.

Proceedings of the Eighth International Working Conference on Stored Product Protection, 22–26 July 2002, York, UK. CABI International, Wallingford, UK, pp. 779–784.

Floros G.D., Kokkari A.İ., Kouloussis N.A., Kantiranis N.A., Damos P., Filippidis A., Koveos D.S. (2017). Evaluation of the natural zeolite lethal effects on adults of the bean weevil under different temperatures and relative humidity regimes. *Journal of Economic Entomology*, XX(X), 2017, 1–9

Food and Drug Administration. 2009. Defect Levels Handbook. The Food Defect Action Levels. Levels of natural or unavoidable defects in foods that present no health hazards for humans. <http://www.fda.gov/food/guidancecomplianceregulatoryinformation/guidancedocuments/sanitation/ucm056174.htm> #CHPTA. Accessed April 2011.

Forney, Charles & Brandl, David. (1992). Control of humidity in small controlled-environment chambers using glycerol-water solutions. *HortTechnology*. 2. 10.21273/HORTTECH.2.1.52.

Fornal J., Jelinski T., Sadowska J., Grunda S., Nawrot J., Niewiada A., WAECHALENSKI, J.R. ve Blaszczyk, W. 2007. Detection of granary weevil *Sitophilus granarius* L., Eggs and internal stage analysis. *J.Stor.Prod. Res.*, 43:142-148.

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.

Hafeez F., Ashraf M., Wakil W., Farooq 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), *Türkiye Entomoloji Dergisi*, Cilt 40 , Sayı 2.

Hagstrum, D. W., Subramanyam, Bh., 2009. Stored-product insect resource. AACC International, St. Paul, MN.

Haryadi, Y., Syarief R., Hubeis M., ve Herawati I., (1994). Effect of zeolite on the development of *Sitophilus zeamais* Motsch, 633-634. In E. Highley, E. J. Banks, and B. R. Champ (eds.), *Proceedings of the 6th International Working Conference on Stored Product Protection*, Canberra, Australia. CABI International, Canberra, Australia.

Hill, D.S., 2003. Pests of storage foodstuffs and their control. Kluwer Academic Publishers, New York.

https://www.researchgate.net/publication/223079754_Laboratory_assessment_of_insect_icial_effectiveness_of_natural_zeolite_and_diatomaceous_earth_formulations_against_three_stored-product_beetle_pests

<http://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/alim/2020/hubalimesasvebaremyg.pdf>

http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/19fec2f129fbdba_ek.pdf

İbrahim S.S., Salem N. Y. (2019) Insecticidal efficacy of nano zeolite against *Tribolium confusum* (Col., Tenebrionidae) and *Callosobruchus maculatus* (Col., Bruchidae). Bulletin of the National Research Centre, 43:92.

Jagadeesan R, Collins PJ, Daglish GJ, Ebert PR and Schlipalius DI, Phosphine resistance in the rust red flour beetle, *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae): inheritance, gene interactions and fitness costs. PLoS One 7(2):e31582 (2012).

Johnson D.L., (1990) Influence of temperature on toxicity of two pyrethroids to grasshoppers (Orthoptera: Acrididae). Journal of Economic Entomology 83, 366-373.

Jood S. ve Kapoor A. C. (1994) Vitamin contents of cereal grains as affected by storage and insect infestation, Plant Foods for Human Nutrition 46:237- 243.

Jood S, Kapoor A. C. ve Singh R. (1996), Effect of insect infestation and storage on lipids of cereal grains, J. Agric. Food Chem., 44, 1502-1506

Kavallieratos, N.G., Athanassiou, C.G., Guedes, R.N.C., Drempela, J.D., Boukouvala, M.C., 2017b. Invader competition with local competitors: displacement or co-existence among the invasive khapra beetle, *Trogoderma granarium* Everts 22(Coleoptera: Dermestidae), and two other major stored-grain beetles? Front. Plant. Sci 8, 1837

Keskin Ş., (2011), Değişik Süreler Depolanmış Buğdayların Fiziksel Ve Kimyasal Özellikleri İle Ekmeklik Kalitesine Böcek Üremesinin Etkileri.

Kljajic', P., G. Andric', M. Adamovic', M. Bodroz'a-Solarov, M. Markovic', Peric I. (2010). Laboratory assessment o insecticidal effectiveness of natural zeolite

and diatomaceous earth formulations against three stored-product beetle pests. J. Stored Prod. Res. 46

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.

Kocakuşak, S., Savaşçı, Ö.T. ve Ayok, T., “Doğal Zeolitler ve Uygulama Alanları”, M.A.M. Raporu, (2001), No: KM362, Kocaeli

Koçak E., Schlipalius D., Kaur R., Tuck A., Ebert P., Collins P., Yılmaz A. (2015) Türkiye Un Biti *Tribolium castaneum* (Herbst.) popülasyonlarında fosfin direncinin belirlenmesi, Türkiye Entomoloji Dergisi, 129- 136.

Koruníc Z. (1997). Rapid Assesment of the insecticidal value of diatomaceous earths without conducting bioassays. J. Stored Prod. Res.33: 219-229.

Koruníc Z., (1998), Diatomaceous Earths, a Group of Natural Insecticides, J. stored Prod. Res. Vol. 34, No. 2/3, 87- 97.

Kumar, D., Kalita, P., 2017. Reducing postharvest losses during storage of grain crops to strengthen food security in developing countries. Foods 6, 8.

Leiderer P. ve Dekorsy T.(2008). Interactions of nanoparticles and surfaces Tag der mÄundlichenPrÄufung: URL:<http://www.ub.unikonstanz.de/kops/volltexte/2008/5387/>; URN: <http://nbn-resolving.,de/urn:nbn:de:bsz:352-opus-53877>

Lü J., Sehgal B., Bhadriraju S. (2017) Insecticidal potential of a synthetic zeolite against the cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) (Coleoptera: Bruchidae). Journal of Stored Products Research 72: 28- 34.

Mason L., McDonough m. (2012) Biology, Behavior, and Ecology of Stored Grain and Legume Insects. K-State Research and Extension P156.

McKevith B. 2004. Nutritional aspects of cereals. Nutrition Bulletin 29 (2): 111–142. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-3010.2004.00418.x>

Mohammed HH (2013) Repellency of ethanolic extract of some indigenous plants against *Tribolium confusum* (du val) (Coleoptera: Tenebrionidae). IOSR J Agric Vet Sci (IOSR-JAVS) 2(6):27–31.

- Nayak M.K., Collins P.J., (2008) Influence of concentr., temp. and humi.on the toxicity of phosphine to the strongly phosphine-resistant psocid *Liposcelis bostrychophila* Badonnel (Psocoptera: Liposcelididae). Pest Management Science 64, 971-976.
- Pavelić K., Hadžija M., Bedrica L., Pavelić J., Đikić I., Katić M., Kralj M., Bosnar M.H., Kapitanović S., Poljak-Blaži M. 2001. Natural zeolite clinoptilolite: new adjuvant in anticancer therapy. Journal of Molecular Medicine 78 (12): 708–720. DOI: <https://doi.org/10.1007/s001090000176>
- Perez, J.C., Pino, O., Ramirez, S. and 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
- Ragaei M. and Sabry A. H.(2014). Nanotechnology for insect pest control . Inter. J. Sci., Environ. Tech., 3(2):528 – 545.
- Rigaux M., Haubruge E., 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., Sakkab M., Berillisc P., Athanassiou C.G. (2016), Insecticidal potential of zeolite formulations against three stored-grain insects, particle size effect, adherence to kernels and influence on test weight of grains, Journal of Stored Products Research, 93-101.
- Sabbour M.M., (2012). Entomotoxicity assay of two nanoparticle materials 1-(Al₂O₃ and TiO₂) against *Sitophilus oryzae* under laboratory and store conditions in Egypt. J. Novel Applied Sci., 1: 103-108.
- Sabbour M.M. (2013a). Entomotoxicity assay of Nanoparticle 4-(silica gel Cab-O-Sil-750, silica gel Cab-O-Sil-500) Against *Sitophilus oryzae* Under Laboratory and Store Conditions in Egypt. J Sci. Res. Reports, 1 (2): 67-74.
- Sabbour M.M. (2013b). Entomotoxicity assay of Nano-particle 3-(Zinc oxide ZnO) Against *Sitophilus oryzae* Under Laboratory and Store Conditions in Egypt. J Sci. Res. Reports, 1 (2): 50-57.
- Sabbour M. M., Abd El- Aziz S. E. , (2015) Efficacy of Nano-diatomaceous Earth against red flour beetle, *Tribolium castaneum* and confused Flour beetle, *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae) under Laboratory an Storage

conditions 'Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences', 4 (7):54-59

Schlupalius DI, Valmas N, Tuck A, Jagadeesan R, Ma L, Kaur R, et al, A core metabolic enzyme mediates resistance to phosphine gas. Science 338(6108):807–810 (2012).

Sehgal, B., Subramanyam, Bh, 2014. Efficacy of a new deltamethrin formulation on concrete and wheat against adults of laboratory and field strains of three stored-grain insect species. J. Econ. Entomol. 107, 2229e2238.

Sehgal, B., Subramanyam, Bh, Arthur, F.H., Gill, B.S., 2014. Variation in susceptibility of laboratory and field strains of three stored-grain insect species to b-cyfluthrin and chlorpyrifos-methyl plus deltamethrin applied to concrete surfaces. Pest Manag. Sci. 70, 576e587.

Shayesteh N., Ziaee M. (2007) Insecticidal efficacy of diatomaceous earth against *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae), Caspian Journal of Environmental Sciences, Vol. 5 No. 2pp. 119-123.

Snelson J.T., (1987) Grain Protectants. ACIAR monograph No. 3.

Stadler T., Buteler M. ve Weaver D.K., (2010). Novel use of nanostructured alumina as an insecticide. Pest Manage. Sci., 66: 577-579.

Subramanyam, BH. Roesli, R. (2000) Inert dusts, Alternatives to Pesticides in Stored-Product IPM. Kluwer Academic Publishers, 321-380.

Şen, R., Işıkber, A.A., Bozkurt, H., Sağlam, Ö. (2019). Effect of temperature on insecticidal efficiency of local diatomaceous earth against stored-grain insects. Türk. entomol. derg., 2019, 43 (4): 441-450, DOI: <http://dx.doi.org/10.16970/entoted.581656>

Tomečková V., Reháková M., Mojžišová G., Magura J., Wadsten T., Zelenáková K. 2012. Modified natural clinoptilolite with quercetin and quercetin dihydrate and the study of their anticancer activity. Microporous and Mesoporous Materials 147 (1): 59–67. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2011.05.031>

TÜİK 2019. <https://www.tuik.gov.tr/veri-tabanı-internet-adresi>.

- Vayias, B.J., Athanassiou, C.G., Kavallieratos, N.G., Buchelos, C.Th., 2006. Susceptibility of different European populations of *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae) to five diatomaceous earth formulations. Journal of Economic Entomology 99, 1899–1904.
- Vayias B. J. , 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.
- Vayias BJ, Athanassiou CG (2004) Factors affecting the insecticidal efficacy of the diatomaceous earth formulation Silico-Sec against adults and larvae of the confused flour beetle, *Tribolium confusum* Du Val (Coleoptera: Tenebrionidae). Crop Prot 23:565–573
- Wakil, W., Ashfaq, M., Shabbir, A., Javed, A. and Sagheer, M. 2006. Efficacy of diatomaceous earth (protect-it) as a protectant of stored wheat against *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae) Pakistan Entomology, Vol. 28. No.2.
- Wu Y., Wu Q., Zhou Y., Wang T. (2013), Zeolite improve animal health status and its mechanism, Journal of the Chinese Cereals and Oils Association 28 (5), 105-111.
- Winks R.G., Bailey S.W., (1965) Treatment and storage of export wheat in Australia. Tropical Stored Product Information 12, 178.