



T.C.

KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇEŞİTLİ DİATOM TOPRAKLARININ DEPOLANMIŞ
TAHİL ZARARLILARI, *Sitophilus granarius* (L.) ve
Rhyzopertha dominica (F.) 'ya KARŞI ETKİNLİĞİNİN
BELİRLENMESİ**

İNANÇ ŞAFAK DOĞANAY

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

KAHRAMANMARAŞ 2013

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇEŞİTLİ DİATOM TOPRAKLARININ DEPOLANMIŞ
TAHİL ZARARLILARI, *Sitophilus granarius* (L.) ve
Rhyzopertha dominica (F.)'ya KARŞI ETKİNLİĞİNİN
BELİRLENMESİ

İNANÇ ŞAFAK DOĞANAY

Bu tez,
Bitki Koruma Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS
derecesi için hazırlanmıştır.

KAHRAMANMARAŞ 2013

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi **İnanç Şafak DOĞANAY** tarafından hazırlanan ‘**Çeşitli Diatom Topraklarının Depolanmış Tahıl Zararlıları, *Sitophilus granarius* (L.) ve *Rhizopertha dominica* (F.)’ya Karşı Etkinliğinin Belirlenmesi** ’ adlı bu tez, jürimiz tarafından 12/08/2013 tarihinde oy birliği ile Bitki Koruma Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Ünvan, Ad ve Soyad (DANIŞMAN)

Prof. Dr. Ali Arda IŞIKBER

Anabilim Dalı, Üniversite Adı

Bitki Koruma Anabilim Dalı, KSÜ

Ünvan, Ad ve Soyad (ÜYE)

Prof. Dr. Ekrem ATAKAN

Anabilim Dalı, Üniversite Adı

Bitki Koruma Anabilim Dalı, ÇÜ

Ünvan, Ad ve Soyad (ÜYE)

Doç.Dr. M. Kubilay ER

Anabilim Dalı, Üniversite Adı

Bitki Koruma Anabilim Dalı, KSÜ

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. M. Hakkı ALMA

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

İnanç Şafak DOĞANAY

Bu çalışma **KSU Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi** tarafından desteklenmiştir.

Proje No: **2012/5-5YLS**

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri kanunundaki hükümlere tabidir.

**ÇEŞİTLİ DIATOM TOPRAKLARININ DEPOLANMIŞ TAHİL ZARARLILARI,
Sitophilus granarius (L.) ve *Rhyzopertha dominica* (F.)'ya KARŞI ETKİNLİĞİNİN
BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İNANÇ Ş. DOĞANAY

ÖZET

Bu çalışmada laboratuvar koşullarında iki farklı Türk diatom toprağının buğday, çeltik ve mısırdaki Buğday biti (*Sitophilus granarius* (L.)) ve Ekin kambur biti (*Rhyzopertha dominica* (F.))' ne karşı etkinlikleri araştırılmıştır. Bu amaçla Turco 1 ve Turco 2 isimli Türk diatom toprakları ile ticari diatom toprağı olan Insecto®'nun 0, 125, 250, 500, 750 ve 1000 ppm (mg/kg) konsantrasyonları buğday, çeltik ve mısırla karıştırılmıştır. Diatom uygulamasından 7 ve 14 gün sonra *S. granarius* ve *R. dominica*'nın ergin ölüm oranları belirlenmiştir. Ayrıca üç farklı diatom preparatına maruz bırakılan *S. granarius* ve *R. dominica*'nın yeni nesil sayıları da değerlendirilmiştir. Buğday ve çeltik üzerinde yürütülen biyolojik testlerde Turco 1 ile Insecto®'nun *S. granarius* erginlerine karşı etkinliği istatistiki olarak benzer olduğu görülürken, Turco 2'nin etkinliği diğer iki diatom çeşidinden önemli seviyede daha düşük bulunmuştur. Insecto® ve Turco 1 diatom uygulamasında %100 yakın ölümler yalnızca yüksek konsantrasyonlarda (750 ve 1000 ppm) elde edilmiştir. Buğday ve çeltik üzerinde Insecto® ve Turco 1'in 750 ve 1000 ppm konsantrasyonunda hiç yeni nesil ergin çıkışı görülmemiştir. *Sitophilus granarius* ile mısırdaki yürütülen çalışmalarda ise tüm diatom uygulamalarında ölüm oranları çok düşük bulunurken *S. granarius*'a ait ölüm oranları 14. gün sonunda en yüksek konsantrasyonda bile % 50'nin üzerine çıkmamıştır. Mısır üzerinde sadece Insecto®'nun 1000 ppm konsantrasyonunda ergin çıkışı gözlemlenmemiştir. Genel olarak *R. dominica* ile yürütülen testlerde elde edilen ölüm oranları *S. granarius*'a ait ölüm oranlarından daha düşük bulunmuştur. Buğday ve çeltikte Turco 1 ve Insecto®'nun 7. ve 14. gün sonundaki *R. dominica* erginlerine karşı etkinlikleri genellikle istatistiksel açıdan benzer bulunurken, Turco 2 ye ait ölüm oranları önemli derecede düşük olmuştur. Diatom topraklarının *R. dominica* erginlerine karşı çeltikteki etkinliğini belirlemek amacıyla yürütülen testlerde

elde edilen ölüm oranları buğdayda elde edilen ölüm oranlarından yüksek olmuştur. Çeltikte 1000 ppm konsantrasyonunda tüm diatom toprağı çeşitlerinde, 750 ppm konsantrasyonunda ise Turco 1 ile Insecto®'da ergin çıkışı gözlemlenmezken, buğdayda hiçbir diatom uygulaması *R. dominica*'nın ergin çıkışını engelleyememiştir. *Rhizopertha dominica* ile mısır üzerinde yapılan çalışmalarda çok düşük ölüm oranları elde edilmiştir. En yüksek ölüm oranı 14. gün sonunda % 30 ile Insecto®'nun 1000 ppm konsantrasyonunda elde edilmiş ve diatom çeşitlerinin tüm konsantrasyonlarında yeni nesil ergin çıkışı gözlemlenmiştir. 500 ppm ve aşağı konsantrasyonlarda Turco 1 ve Insecto®'nun *S. granarius* ve *R. dominica* karşı etkinliklerinin düşük olduğu ve yavru verimi engellenemediği bulunurken, 750 ve 1000 ppm konsantrasyonlarda yüksek ölüm oranlarının elde edildiği ve yavru veriminin önemli ölçüde azaltıldığı görülmüştür. Sonuç olarak bu çalışma özellikle buğday ve çeltikte Turco 1 isimli Türk diatom toprağının depolanmış tahıl zararlılarının kontrolünde kullanılabilme potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymuştur.

**DETERMINATION OF EFFICIENCY OF SOME DIATOMACEOUS EARTHS
AGAINST TO STORED-GRAIN INSECTS,
Sitophilus granarius (L.) and *Rhyzopertha dominica* (F.)**

MSc THESIS

İNANC S. DOGANAY

SUMMARY

In this study, efficiency of some Turkish diatomaceous earths against Granary weevil (*Sitophilus granarius* (L.)) and Lesser grain borer (*Rhyzopertha dominica* (F.)) on wheat, rice and maize was investigated under laboratory conditions. For this purpose, wheat, paddy rice and maize were treated at 0, 125, 250, 500, 750 and 1000 ppm concentrations of two Turkish diatomaceous earths (Turco 1 and Turco 2) and commercial diatom earth (Insecto®). Mortalities of *S. granarius* and *R. dominica* adults were determined after 7th and 14th day of the treatment. Progeny productions of *S. granarius* and *R. dominica* exposed to three diatomaceous earth formulations were also assessed. The efficacy of Turco 1 and Insecto® on wheat and paddy rice were similar, while Turco 2 had low efficacy against *S. granarius* adults. High mortalities of *S. granarius* adults were obtained only at high concentrations (750 and 1000 ppm) of Insecto® and Turco 1. There was no progeny production on wheat and paddy rice treated at concentration of 750 and 1000 ppm of Turco 1 and Insecto®. On maize, all diatomaceous earth treatments resulted in very low mortalities of *S. granarius* adults and mortalities of *S. granarius* adults did not exceed 50 % even at the end of 14th day of treatments. Only 1000 ppm concentration of Insecto® did not produce any adult emergences in F₁ generation on maize. Generally, all diatomaceous earth treatments resulted in lower mortalities of *R. dominica* than those of *S. granarius* on all commodities. Efficacy of Turco 1 and Insecto® against *R. dominica* adults at the end of 7th and 14th day of treatment were statistically similar on paddy rice and wheat, while Turco 2 had significantly lower mortalities than Turco 1 and Insecto®. Diatomaceous earth treatments resulted in higher mortalities of *R. dominica* adults on paddy rice than those on wheat. On paddy rice, no progeny production of *R. dominica* was recorded at 1000 ppm concentration of all diatomaceous earths and 750 ppm concentrations of Turco 1 and Insecto®, while none of diatomaceous earth treatments on wheat did not completely

prevent their progeny production. All diatomaceous earth treatments on maize resulted in the low mortalities of *R. dominica* adults. On maize, the highest mortality (30%) was recorded at 1000 ppm concentration of Insecto® at the end of 14th day of treatment and progeny productions were not prevented at all concentrations of all diatomaceous earths. Generally, 750 and 1000 ppm concentrations of Turco 1 and Insecto® on wheat and paddy rice resulted in high mortalities of *S. granarius* and *R. dominica* adults and significantly reduced progeny production, while 500 ppm and lower concentrations of Turco 1 and Insecto® had low efficacy against both tested insects and did not prevent their progeny production. In conclusion, this study indicated that Turkish diatomaceous earth, Turco 1 would have potential to be used for control of stored-grain insects especially on wheat and paddy rice.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans programı süresince yardımlarını esirgemeyen, manevi yönden bana her zaman destek olan, bölümümüzün laboratuvar ve diğer imkânlarını sunan, değerli danışman hocam Prof. Dr. Ali Arda IŞIKBER' e teşekkürlerimi sunarım.

Lisans öğrenimim boyunca her türlü desteğini sağlayan ve bana entomolojinin kapılarını açan değerli hocam, Prof. Dr. Ekrem ATAKAN'a en içten dileklerle saygılarımı sunarım.

Tez çalışmalarında ki yardımlarından dolayı, lisans öğrencisi Zehra AYDIN'a ve yüksek lisans öğrencisi Ahmet ÇELİK'e ve tüm depolanmış ürün zararlıları çalışma grubuna teşekkür ederim.

Ayrıca bana her zaman destek olan Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bitki Koruma Bölümündeki hocalarıma, arkadaşlarıma ve asistanlara, hayatta ve eğitim süresince beni her konuda destekleyen aileme ve arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunuyorum.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET.....	I
SUMMARY.....	III
TEŞEKKÜR.....	V
İÇİNDEKİLER.....	VI
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	XI
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
3. MATARYEL ve METOT.....	9
3.1. Materyal.....	9
3.1.1. Biyolojik testlerde kullanılan böcekler.....	9
3.1.2. Test edilen diatom toprakları.....	9
3.1.3. Çalışmada kullanılan tahıl çeşitleri.....	10
3.2. Metot.....	11
3.2.1. <i>Sitophilus granarius</i> erginlerinin yetiştirilmesi.....	11
3.2.2. <i>Rhyzopertha dominica</i> erginlerinin yetiştirilmesi.....	12
3.2.3. Biyolojik testler ve deneme yöntemi.....	12
3.3. Verilerin Değerlendirilmesi ve İstatistiksel Analizi.....	13
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	14
4.1. Buğday Üzerinde <i>Sitophilus granarius</i> İle Yürütülen Biyolojik Testler.....	14
4.1.1. Yedinci ve on dördüncü sonunda biyolojik testlerden elde edilen ölüm oranları.....	14
4.1.2. Biyolojik testler sonunda elde edilen <i>Sitophilus granarius</i> ' un yavru verimi.....	17
4.2. Çeltik Üzerinde <i>Sitophilus granarius</i> İle Yürütülen Biyolojik Testler...	19
4.2.1. Yedinci ve on dördüncü sonunda biyolojik testlerden elde edilen ölüm oranları.....	19
4.2.2. Biyolojik testler sonunda elde edilen <i>Sitophilus granarius</i> ' un yavru verimi.....	23
4.3. Mısır Üzerinde <i>Sitophilus granarius</i> İle Yürütülen Biyolojik Testler.....	25

	Sayfa No
4.3.1. Yedinci ve on dördüncü sonunda biyolojik testlerden elde edilen ölüm oranları.....	25
4.3.2 Biyolojik testler sonunda elde edilen <i>Sitophilus granarius</i> 'un yavru verimi.....	28
4.4. Buğday Üzerinde <i>Rhizopertha dominica</i> İle Yürütülen Biyolojik Testler..	30
4.4.1. Yedinci ve on dördüncü sonunda biyolojik testlerden elde edilen ölüm oranları.....	30
4.4.2. Biyolojik testler sonunda elde edilen <i>Rhizopertha dominica</i> 'nın yavru verimi.....	34
4.5. Çeltik Üzerinde <i>Rhizopertha dominica</i> İle Yürütülen Biyolojik Testler...	36
4.5.1. Yedinci ve on dördüncü sonunda biyolojik testlerden elde edilen ölüm oranları.....	36
4.5.2. Biyolojik testler sonunda elde edilen <i>Rhizopertha dominica</i> 'nın yavru verimi.....	39
4.6. Mısır Üzerinde <i>Rhizopertha dominica</i> İle Yürütülen Biyolojik Testler.....	41
4.6.1. Yedinci ve on dördüncü sonunda biyolojik testlerden elde edilen ölüm oranları.....	41
4.6.2. Biyolojik testler sonunda elde edilen <i>Rhizopertha dominica</i> 'nın yavru verimi.....	44
5. SONUÇLAR ve TARTIŞMA.....	47
6. KAYNAKLAR.....	51
7. ÖZGEÇMİŞ.....	55

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

mg	: Miligram
ppm	: Milyonda bir birim
g	: Gram
mm	: Milimetre
ml	: Mililitre
l	: Litre
kg	: Kilogram
%	: Yüzde
µm	: Mikron
cm²	: Santimetre kare
m²	: Metre kare
LSD	: En küçük önemlilik fark testi
°C	: Santigrat derece
LC₅₀	:Deney hayvanlarının % 50'sini öldürmek için gerekli konsantrasyon miktarı
µg	: Mikrogram

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 1. Biyolojik testlerde kullanılan <i>Rhyzopertha dominica</i> (F.) (a) ve <i>Sitophilus granarius</i> (L.) (b) erginleri.....	9
Şekil 2. Test edilen diatom toprakları Turco 1, Turco 2 ve Insecto®.....	10
Şekil 3. Biyolojik testlerde kullanılan buğday (a), çeltik (b) ve mısır (c) çeşitleri.....	11
Şekil 4. Buğday üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan <i>Sitophilus granarius</i> erginlerin 7. gün sonundaki ölüm oranları (%)......	16
Şekil 5. Buğday üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan <i>Sitophilus granarius</i> erginlerin 14. gün sonundaki ölüm oranları (%)......	16
Şekil 6. Buğday üzerinde yürütülen biyolojik testler sonunda elde edilen <i>Sitophilus granarius</i> ' un ortalama yeni nesil ergin sayıları (adet).....	19
Şekil 7. Çeltik üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan <i>Sitophilus granarius</i> erginlerin 7. gün sonundaki ölüm oranları (%)......	22
Şekil 8. Çeltik üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan <i>Sitophilus granarius</i> erginlerin 14. gün sonundaki ölüm oranları (%)......	22
Şekil 9. Çeltik üzerinde yürütülen biyolojik testler sonunda elde edilen <i>Sitophilus granarius</i> 'un ortalama yeni nesil ergin sayıları (adet).....	24
Şekil 10. Mısır üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan <i>Sitophilus granarius</i> erginlerin 7. gün sonundaki ölüm oranları (%)......	27
Şekil 11. Mısır üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan <i>Sitophilus granarius</i> erginlerin 14. gün sonundaki ölüm oranları (%)......	27
Şekil 12. Mısır üzerinde yürütülen biyolojik testler sonunda elde edilen <i>Sitophilus granarius</i> 'un ortalama yeni nesil ergin sayıları (adet).....	30
Şekil 13. Buğday üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan <i>Rhyzopertha dominica</i> erginlerin 7. gün sonundaki ölüm oranları (%)......	32
Şekil 14. Buğday üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan <i>Rhyzopertha dominica</i> erginlerin 14. gün sonundaki ölüm oranları (%)......	32

	Sayfa No
Şekil 15. Buğday üzerinde yürütülen biyolojik testler sonunda elde edilen <i>Rhizopertha dominica</i> 'nın ortalama yeni nesil ergin sayıları (adet).....	35
Şekil 16. Çeltik üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan <i>Rhizopertha dominica</i> erginlerin 7. gün sonundaki ölüm oranları (%).....	38
Şekil 17. Çeltik üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan <i>Rhizopertha dominica</i> erginlerin 14. gün sonundaki ölüm oranları (%).....	38
Şekil 18. Çeltik üzerinde yürütülen biyolojik testler sonunda elde edilen <i>Rhizopertha dominica</i> 'nın ortalama yeni nesil ergin sayıları (adet).....	41
Şekil 19. Mısır üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan <i>Rhizopertha dominica</i> erginlerin 7. gün sonundaki ölüm oranları (%).....	43
Şekil 20. Mısır üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan <i>Rhizopertha dominica</i> erginlerin 14. gün sonundaki ölüm oranları (%).....	43
Şekil 21. Mısır üzerinde yürütülen biyolojik testler sonunda elde edilen <i>Rhizopertha dominica</i> 'nın ortalama yeni nesil ergin sayıları (adet).....	46

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 1. Biyolojik testlerde kullanılan Türk diatom topraklarının (Turco 1 ve Turco 2) ve şahit ticari diatom toprağının (Insecto®) bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	10
Çizelge 2. Buğday üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan <i>Sitophilus granarius</i> erginlerinin ölüm oranları	15
Çizelge 3. Buğday üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına 14 gün süreyle maruz bırakılan <i>Sitophilus granarius</i> erginlerinin ölüm oranları.....	15
Çizelge 4. Buğday üzerinde yürütülen biyolojik testler sonunda elde edilen <i>Sitophilus granarius</i> 'un ortalama yeni nesil ergin sayıları (adet).....	18
Çizelge 5. Çeltik üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan <i>Sitophilus granarius</i> erginlerinin ölüm oranları	21
Çizelge 6. Çeltik üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına 14 gün süreyle maruz bırakılan <i>Sitophilus granarius</i> erginlerinin ölüm oranları	21
Çizelge 7. Çeltik üzerinde yürütülen biyolojik testler sonunda elde edilen <i>Sitophilus granarius</i> 'un ortalama yeni nesil ergin sayıları (adet).....	23
Çizelge 8. Mısır üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan <i>Sitophilus granarius</i> erginlerinin ölüm oranları	26
Çizelge 9. Mısır üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına 14 gün süreyle maruz bırakılan <i>Sitophilus granarius</i> erginlerinin ölüm oranları	26
Çizelge 10. Mısır üzerinde yürütülen biyolojik testler sonunda elde edilen <i>Sitophilus granarius</i> 'un ortalama yeni nesil ergin sayıları (adet).....	29
Çizelge 11. Buğday üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan <i>Rhizopertha dominica</i> erginlerinin ölüm oranları	31
Çizelge 12. Buğday üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına 14 gün süreyle maruz bırakılan <i>Rhizopertha dominica</i> erginlerinin ölüm oranları	31

	Sayfa No
Çizelge 13. Buğday üzerinde yürütülen biyolojik testler sonunda elde edilen <i>Rhizopertha dominica</i> 'nın ortalama yeni nesil ergin sayıları (adet).....	34
Çizelge 14. Çeltik üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan <i>Rhizopertha dominica</i> erginlerinin ölüm oranları.....	37
Çizelge 15. Çeltik üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına 14 gün süreyle maruz bırakılan <i>Rhizopertha dominica</i> erginlerinin ölüm oranları	37
Çizelge 16. Çeltik üzerinde yürütülen biyolojik testler sonunda elde edilen <i>Rhizopertha dominica</i> 'nın ortalama yeni nesil ergin sayıları (adet).....	40
Çizelge 17. Mısır üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan <i>Rhizopertha dominica</i> erginlerinin ölüm oranları	42
Çizelge 18. Mısır üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına 14 gün süreyle maruz bırakılan <i>Rhizopertha dominica</i> erginlerinin ölüm oranları	42
Çizelge 19. Mısır üzerinde yürütülen biyolojik testler sonunda elde edilen <i>Rhizopertha dominica</i> 'nın ortalama yeni nesil ergin sayıları (adet).....	45

1.GİRİŞ

Hızlı ve kontrolsüz şekilde artan dünya nüfusu nedeniyle yeni sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu sorunların başında her yeni doğan birey için gerekli olan enerji ve besin ihtiyacının karşılanması gelmektedir. Tarımsal üretimimizin önemli bir kısmını tahıllar oluşturmaktadır. Ülkemizde 2012 Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre 11 milyon hektarlık alanda tahıl üretimi yapılırken toplam tahıl üretimimiz 33 milyon tondur (TÜİK, 2013). FAO kaynaklarına göre 2012 yılı için Dünya tahıl üretimi yaklaşık 2.48 milyar ton (FAO, 2012) olup, bu rakama göre ülkemizin üretimi dünya üretiminin yaklaşık 1/75'idir.

Hasat edilen tahıllar hemen işlenmeyip çoğunlukla ticari ve ekonomik nedenlerden dolayı belirli bir süre depolanırlar. Depolamaya alınan tahılın işleninceye kadar geçen sürede, işleme için arzu edilen tane özelliklerini muhafaza etmesi istenilen bir özelliktir. Ürünlerin depolanması sırasında bazı biyotik ve abiyotik faktörler ürünlerde kayba neden olurlar. Uygun koşullarda saklanmayan tahıl; böceklenme, küflenme, kızılaşma, embriyo zedelenmesi, çimlenme gücü kaybı ve çürüme gibi zararlara uğrayabilir. Olumsuz gelişmeler tahılın ticari, biyolojik (tohumluk), beslenme ve teknolojik değerini düşürür. Tahılların depolarda saklanması sırasında ürünlerde kayba neden olan biyotik etmenlerin başında depolanmış ürün zararlısı böcekler gelmektedir. Depolanmış ürünlerde hayvansal kökenli organizmalarca neden olunan kayıplar genel olarak ortalama % 10 olarak kabul edilmektedir (Donahaye ve Messer, 1992). Depolanmış tahıllarla beslenen zararlılar, ürünlerin ağırlık ve çimlenme kapasitesini azaltarak kalitelerinin düşmesine neden olmaktadır. Yoğun bulaşmalar olduğu durumda ürünün gıda maddesi olarak değerini sıfıra düşürebilir.

Türkiye'de depolanmış tarımsal ürünlerde çeşitli zararlılara karşı yoğun şekilde sentetik pestisit uygulaması yapılmaktadır. Bu pestisitler arasında malathion, pirimiphos-metil, chlorpyrifos-metil gibi koruyucu kontak insektisitler yanında metil bromid ve alüminium-fosfin gibi fumigantlar bulunmaktadır. Ülkemizde ve dünyada depolarda bulaşık ürünün zararlılardan temizlenmesi için en etkili ve en çok kullanılan yöntem fumigasyondur. Fumigantlar içerisinde en yaygın olarak kullanılanlar ise metil bromid ve fosfindir (Bond, 1984; Taylor, 1994).

Metil bromidin hızlı biyolojik aktivite göstermesine rağmen, ozon tabakasını delici özelliği ve insanlara ve çevre sağlığına olumsuz etkileri bulunmaktadır. Bu nedenle

ülkemizin de onayladığı Birleşmiş Milletler Montreal Sözleşmesi uyarınca kullanımı kısıtlanmış ve yasaklanmıştır (UNEP, 1995). Fosfinle fumigasyonda ise, dünyada 45'den fazla ülkede depo zararlılarının fosfine karşı dayanıklılık geliştirdikleri tespit edilmiştir (Bell ve Wilson, 1995; Chaudry, 1995; Athié ve ark., 1998). Depolanmış tahılların zararlı böceklerden korunması amacıyla doğrudan ürüne uygulanan bazı insektisitlerin kalıntıları tüketiciye önemli seviyede akut ve kronik olarak zarar verebilmektedir. Diğer taraftan, zararlılarda dayanıklılık gelişimi uygulamada sorunların yaşanmasına neden olmaktadır. Depolanmış ürünlerde yoğun olarak ürüne karıştırılma şeklinde uygulanan malathiona karşı da direnç geliştiği yaygın olarak bilinen bir gerçektir (Champ ve Dyte, 1976). Depo zararlılarının mücadelesi için sentetik insektisitlerin ve fumigantların kullanımı yıldan yıla birçok probleme (dayanıklılık, kullanıcıya toksisitesi, çevreye zararı (ozon delici özelliği), üründe kalıntı, vs.) neden olmaktadır. Bugün geleneksel olarak kullanılan fumigantların ve koruyucu kontak insektisitlerin artan zararlarından dolayı birçok araştırmacı alternatif mücadele yöntemlerine yönelmişlerdir.

Alternatif mücadele yöntemleri içerisinde en çok önem kazananı fiziksel savaşım teknikleridir. Fiziksel savaşım teknikleri olarak, modifiye atmosfer, kurutma, düşük ve yüksek sıcaklık, radyo ve mikro dalgaları, iyonize radyasyon, elektrikli ışık tuzakları, ekstraksiyon (eleme, suya daldırma), fiziksel zarar verme (impact machines) ve diatom uygulamaları sayılabilir. Son yıllarda fiziksel savaşım yöntemlerine ve bunlar içerisinde diatom toprağı gibi inert tozlara olan ilgi artmıştır. Depo zararlısı böceklerin kimyasal savaşımında kullanılan etkili maddelere nazaran diatom toprağına daha az direnç göstermesi, diatom toprağının uygulama yapılan ürün üzerinden daha kolay uzaklaştırılması ve kalıntı bırakmaması, son olarak memelilere ve çevreye daha düşük toksisite göstermesi nedeniyle diatom toprakları depolanmış ürün zararlısı böceklerin mücadelesinde kullanılmaya başlanmıştır (Fields, 1998).

Diatom toprağı (Diatomaceous Earth, DE) organik kökenli bir madde olup, tatlı ve tuzlu su kaynaklarındaki planktonların ölüp, fosilleşmesiyle oluşan bir maddedir. Kimyasal olarak incelendiğinde bünyelerinde yüksek miktarda Silisyum oksit (SiO_2) içermektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda diatom topraklarının depo zararlısı böcekler üzerinde öldürücü etki gösterdiği belirlenmiştir (Wakil ve Shabbir, 2005; Athanassiou ve ark., 2007; Kostyukovsky ve ark., 2010). Diatom toprağının orijininin ve formülasyonunun fiziksel özelliklerinin diatom toprağının zararlılara olan etkinliğini önemli düzeyde etkilediği bildirilmektedir (Korunic, 1997). Ayrıca, diatom toprakları sanayide birçok alanda

filtrasyon, absorbant, dolgu ve katkı malzemesi olarak da kullanılmaktadır (Çetin ve Taş, 2012).

Diatom topraklarının böcekler üzerinde kimyasal bir etki mekanizması olmadığı için fiziksel bir savaşım yöntemidir. Diatom toprağının böcekler üzerindeki etki mekanizması incelendiğinde, diatom toprağının böceklerin vücut duvarına yapıştığı ve yağ hücrelerini absorbe ederek böceklerin su kaybından ölümüne neden olduğu saptanmıştır (Ebeling, 1971). Diatom toprağı uygulamalarının olumsuz yönleri ise yüksek nemli ürünlerde kullanılamaması, internal zararlılarda ergin öncesi dönemlere etkili olmaması ve sağlık problemleridir. Diatom toprağının kullanımındaki asıl olumsuz yön, tahılın akıcılık özelliğindeki ve tahılın yoğunluğundaki düşüştür. Ayrıca, diatom toprağının değirmen makinelerinde aşınmaya yol açması olasılığı nedeniyle zarar verebileceği de düşünülmektedir (Fields, 1998). Diatom toprağı kaynağına ve işlenmesine bağlı olarak % 0.1 ile %60 arasında kristalize silika içermektedir. Böcekler karşı kullanılan diatom topraklar %7' den daha düşük kristalize silika içermektedir. Kristalize silikanın solunum yoluyla alındığında kansorejenik etki gösterebildiği bildirilmektedir. Diğer taraftan, inert tozların memelilere düşük toksisiteye sahip olduğu (sıçanlar için oral yolla LD₅₀ değeri >5000 mg/kg vücut ağırlığı), tahıllarda bozulmadan kalabildiği, toksik kalıntı oluşturmadığı ve nem düşük olduğu sürece zararlılara karşı etkili olduğu bildirilmektedir (Subramanyam ve Roesli, 2000).

Değişik ülkelerden elde edilen diatom toprağının depolanmış ürün zararlılarına karşı etkinliğini belirlenmesi ile ilgili yapılmış bir çok çalışma bulunmasına (Korunic, 1998; Subramanyam ve ark., 1994; Athanassiou ve ark., 2007; Kostyukovsky ve ark., 2010; Wakil ve Shabbir, 2005) rağmen Türkiye'de üretilen ve işlenen diatom toprağının depolanmış ürün zararlılarına karşı etkinliği üzerine halihazırda yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada iki farklı Türk diatom toprağının buğday, çeltik ve mısır üzerinde depolanmış tahıl zararlıları, Buğday biti (*Sitophilus granarius* (L.)) ve Ekin Kambur Biti (*Rhyzopertha dominica* (F.))' ne karşı etkinliği ve depolanmış tahıl zararlılarının mücadelesinde kullanılabilme potansiyeli araştırılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Desmarchelier ve Dines (1987) 25 °C sıcaklık ve % 65 oransal nem koşullarında buğday üzerinde Dryacide® isimli ticari diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan *R. dominica*, *S. granarius*, *Sitophilus oryzae* (L.), *Tribolium castaneum* (Herbst) erginlerin 7. ve 28. gün sonunda ölüm oranlarını ve yavru verimini belirlemişlerdir. Yirmi sekizinci gün sonunda *S. granarius* için % 100 ölüm oranı elde edebilmek için 1500-2000 mg/kg, *R. dominica* için ise 750-1000 mg/kg konsantrasyonlara ihtiyaç olduğunu belirtmişlerdir. Yeni nesil ergin sayılarını belirledikleri çalışmalarda ise *S. granarius* ve *R. dominica* da hiç yeni nesil ergin çıkışı olmaması için sırasıyla 2000-3000 mg/kg ve 750-1000 mg/kg konsantrasyonların yeterli olduğunu belirlemişlerdir. Aynı çalışmada *S. granarius* erginleri 25 °C sıcaklıkta %45, %55 ve %65 orantılı nem koşullarında 0.1g/kg Dryacide® konsantrasyonuna 7 gün süreyle maruz bırakılmıştır. Farklı nem koşullarındaki ölüm oranları sırasıyla %100, %85 ve %22 olarak belirlenirken, ortamdaki nem oranı arttıkça diatomun böcekler üzerindeki etkinliğinin azaldığı bildirilmişlerdir.

Aldryhim (1990) 20°C ile 30°C sıcaklık ve %40 ile %60 orantılı nem koşullarında *S. granarius* ve *Tribolium confusum* Jacquelin du Val' a karşı Dryacide® isimli ticari diatom preparatının 0, 250, 500, 750 ve 1000 µg/g konsantrasyonlarını denemiştir. İkinci ve yedinci günlerde uygulamalardaki ölü ergin sayıları belirlenmiştir. Çalışma sonucunda *S. granarius* için 20 °C sıcaklık ve % 40 oransal nem koşullarında 2. gün için LC₅₀ değeri 680 µg/g iken, aynı koşullarda 7. gün için LC₅₀ değeri 250 µg/g' dan düşük bulunmuştur. 20°C ve % 60 oransal nem koşullarında ise 2. gün için LC₅₀ değeri 1662 µg/g iken, 7. gün için 263 µg/g olarak saptanmıştır. Aynı çalışmada *S. granarius* için ergin sayısında azalma incelendiğinde, 20 °C sıcaklık ve %60 orantılı nem koşullarında ergin sayısında azalma %90.9 iken, 20 °C sıcaklık ve %40 orantılı nemde ise %100 olarak belirlenmiştir. 20 °C sıcaklık ve % 60 orantılı nem koşullarında Dryacide® isimli ticari diatom preparatının 500, 750 ve 1000 µg/g'lık uygulama konsantrasyonlarında hiç yeni nesil ergin çıkışı gerçekleşmemiştir.

Aldryhim (1993) 20°C ile 30°C sıcaklık ve %40 ile %60 orantılı nem koşullarında üç farklı buğday çeşidi (durum, sert ve yumuşak buğday) üzerinde Dryacide® isimli ticari diatom toprağı preparatının farklı konsantrasyonlarda *R. dominica* erginlerine karşı etkinliklerini araştırmıştır. Çalışma sonucunda tüm sıcaklık ve nem koşullarında (30 °C, % 60 orantılı nem 7. gün sayımı hariç) makarnalık buğday için hesaplanan LC₅₀ değerleri yumuşak ekmeklik buğday için hesaplanan LC₅₀ değerlerinden daha düşük olmuştur. 20 °C

sıcaklık ve %40 orantılı nem koşullarında makarnalık buğdayda 2. gün sonunda hesaplanan LC₅₀ değeri 591 µg/g iken, aynı koşullarda ekmeklik buğdayda hesaplanan LC₅₀ değeri 1044 µg/g olmuştur. 30 °C sıcaklık ve %40 orantılı nem koşullarında ise aynı değerler sırasıyla 307 µg/g ile 373 µg/g olarak hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda uygulama süresi ve sıcaklık arttıkça LC₅₀ değerlerinin düştüğü, nem oranı arttıkça da LC₅₀ değerlerinin yükseldiği görülmüştür.

Fields ve Korunic (2000) ürünün nem içeriğinin diatom toprağının etkinliği üzerindeki etkisinin belirlemek için yaptıkları çalışmada izotonik tuzlar kullanarak ürün nemini değiştirmişler ve *R. dominica* erginlerinin buğdayda 5. ve 14. gün sonundaki ölüm oranlarını hesaplamışlardır. Çalışma sonucunda 5. gün sonunda %11.8 nem içeriğine sahip buğdayda ölüm oranını % 72 olarak belirlerken, %13.9 ürün nemine sahip buğdayda %39 ve %15 nem içeriğine sahip buğdayda ise % 17 olarak belirlemişlerdir. On dördüncü gün sonunda %11.8, %13.9 ve %15 nem içeriğine sahip buğdaylarda *R. dominica* erginlerin ölüm oranlarını sırasıyla %90, %68 ve %58 olarak belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda ürünün nem içeriği arttıkça diatom uygulamalarından elde edilen ölüm oranlarının düştüğünü gözlemlemişlerdir.

Arthur (2002) yürüttüğü çalışmada 3 farklı nem koşullarında (%40, %57 ve %75) Protect-It® isimli ticari diatom toprağının *S. oryzae* erginleri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışma sonucunda nem oranı arttıkça ölüm oranları düşmüş ve yeni nesil erginlerinin sayısı artmıştır. 27 °C sıcaklık ve 300 ppm konsantrasyonunda yürüttüğü çalışmada 10 birey kullandığı testlerde %40, %57 ve %75 orantılı nem koşullarında çıkan yeni nesil ergin sayılarını sırasıyla 1.5, 32 ve 106.7 adet olarak belirlemiştir. Aynı sıcaklık ve nem koşullarında 20 birey ile yürüttüğü çalışmada ise yeni nesil ergin sayılarını sırasıyla 3.7, 85.8 ve 190.2 adet olarak hesaplamıştır. Otuz birey ile yürüttüğü denemede ise yeni nesil ergin sayılarını sırasıyla 6.2, 83.7 ve 187.5 adet olarak belirlemiştir. Çalışma sonucunda nem oranındaki artış ile ölüm oranlarının azalması, dolayısıyla yeni nesil ergin sayısı artışını *S. oryzae*'nin yüksek nemde daha iyi gelişmesine bağlamıştır.

Athanassiou ve ark. (2003) ticari diatom toprağı olan SilicoSec®' in *S. oryzae* erginleri üzerindeki etkinliğini 0.125, 0.25, 0.5, 1 ve 1.5 g/kg konsantrasyonlarda pirinç, çeltik, mısır ve arpaya karıştırarak araştırmışlardır. Çalışmada 1., 2., 7. ve 14. gün sonunda ölüm oranları ile 45. ve 90. günlerde yeni nesil ergin sayılarını belirlemişlerdir. Çalışmada tahılın tipinin, uygulama süresinin ve uygulama konsantrasyonunun istatistiksel olarak önemli etkiye sahip olduğunu bulmuşlardır. Çeltikte yürüttükleri denemelerde 1 ve 1.5

g/kg konsantrasyonlarda 7. gün sonunda %100 ölüm oranı elde edilirken, 90 gün sonra hiç yeni nesil ergin çıkışı gözlemlenmemişlerdir. Pirinç ile yürütülen testlerde ise 14. gün sonunda bile % 100 ölüm oranı yakalanamamış ve önemli sayıda yeni nesil ergin çıkışı gözlemlenmiştir. Arpa ile yürütülen testlerde 1 ve 1.5 g/kg konsantrasyonlarda ölüm oranları 7. gün sonunda % 100 olmasına rağmen yeni nesil ergin çıkışı engellenememiştir. Mısır kullanılan biyolojik testlerde 1.5 g/kg konsantrasyonda 14. gün sonunda ölüm oranı %65'i geçememiş ve dolayısıyla çok başarılı sonuçlar alınamamıştır.

Athanassiou ve ark. (2004) çavdar, yulaf ve triticalesde ticari diatom toprağı Insecto® , SilicoSec®, ve PyriSec®' in *S. oryzae* ve *T. confusum* erginlerine karşı etkinliğini belirlemişlerdir. Çalışma 26 °C sıcak ve %60 orantılı nemde 0.75, 1 ve 1.5 g/kg konsantrasyonda ürüne karıştırılarak yürütülmüş ve böcek ölümlerini 24 saat, 48 saat, 7 gün ve 14 gün sonra belirlemişlerdir. Ayrıca *T. confusum*' da ölümleri 21 gün sonra da belirlemişlerdir. Tüm tahıllarda 7 günlük diatom uygulamalarının *S. oryzae* erginlerinin %100 ölümüne neden olduğunu belirlemişlerdir. *Tribolium confusum* erginlerinde ölümlerin 21 günlük uygulamada dahi %100' e ulaşmadığını bildirmişlerdir. Ölüm oranının *T. confusum* için yulafta diğer iki ürüne oranla daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. *Sitophilus oryzae* için denenen tüm konsantrasyonlarda 7 günlük uygulama sonunda aynı düzeyde ölüm belirlemişlerdir. PyriSec® isimli diatom toprağının *S. oryzae*' ye karşı çalışılan diğer iki diatom toprağından daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Test edilen her iki böcek türünde, muamele edilmiş tahılda bıraktıkları yumurtalardan gelişen birey sayılarının kontroldekine oranla önemli düzeyde düştüğünü belirlemişlerdir. Ancak, yavru verimi açısından ürün, uygulama dozu ve formülasyonun önemli bir fark oluşturmadığını belirlemişlerdir. Test edilen her iki böcek türü için muamele edilmiş çavdar üzerinde ve *S. oryzae* için ise triticales üzerinde yeni nesil ergin çıkışı olmadığını belirtmişlerdir.

Athanassiou ve Kavelleriatos (2005) SilicoSec® isimli ticari diatom toprağının doğal piretrin ile zenginleştirilmiş formülasyonu olan PyriSec® isimli ticari diatom toprağını *R. dominica* erginlerine olan etkisini belirlemek için farklı tahıl çeşitleriyle (buğday, pirinç ve mısır) karıştırmışlardır. Biyolojik testlerde 0.75, 1 ve 1.5 g/kg konsantrasyonlarını kullanmışlar ve 1., 2., 7. ve 14. gün sonunda ölüm oranlarını belirlemişlerdir. Bütün konsantrasyonlarda genel olarak en yüksek ölüm oranı buğdayda elde edilirken, bunu sırasıyla mısır ile pirinç takip etmiştir. Aynı çalışmada ürünlere diatom toprağının yapışma

oranlarını da belirlemişlerdir. En yüksek yapışma oranı %92 ile pirinçte elde edilirken, en düşük yapışma oranı %10 ile mısırdaki saptanmıştır.

Athanassiou ve ark. (2007) 26°C ve %65 nispi nemde, buğday ve mısırdaki 3 farklı ticari diatom preparatını (Insecto®, PyriSec® ve Protect-It®) ayrı ayrı, ikili ve üçlü kombinasyonlarını 0.25, 0.50 ve 0.75 g/kg konsantrasyonlarda buğday ve mısırdaki *R. dominica*, *T. confusum* ve *S. oryzae* erginlerine karşı test etmişlerdir. Araştırma sonucunda; *R. dominica* için 7. gün sonunda tüm konsantrasyonlarda Insecto® en düşük etkiye sahip olmuştur. Her üç diatom preparatının karıştırılıp uygulandığı tüplerde ise en yüksek konsantrasyon olan 0.75 g/kg uygulamalarında ölüm oranı mısırdaki %96.1 iken buğdayda %100 olmuştur. Çalışma sonucunda her üç böcek türü için buğdayda yürütülen çalışmalarda elde edilen ölüm oranları genellikle mısırdaki yürütülen denemelerden daha yüksek çıkmıştır.

Kostyukovsky ve ark. (2010) DDDE® (Detia Degesch Diatomaceous Earth) isimli ticari diatom toprağı preparatının 0.5, 1, 2 ve 4 g/kg konsantrasyonlarının *S. oryzae*, *R. dominica*, *O. surinamensis*, *T. castaneum* erginlerine karşı etkinliklerini belirlemişlerdir. Diatom uygulamalarında 14, 21 ve 30 gün sonra test edilen böceklerin ölüm oranlarını hesaplamışlardır. Çalışma sonucunda test edilen depo zararlısı böcekler içerisinde *R. dominica* ve *T. castaneum* erginlerinin, uygulama yapılan diğer iki depo zararlısı böceğe nazaran diatom toprağına daha dayanıklı olduğunu bulmuşlardır. En yüksek konsantrasyon olan 4 g/kg konsantrasyonunun 30. gün sayımlarında bile bu iki zararlıya ait ölüm oranlarının %100'e ulaşamadığını belirtmişlerdir.

Wakil ve ark. (2010) Bitter barkomycin ile zenginleştirilmiş DEBBM-P/WP isimli diatom toprağı ile Protect-It isimli ticari diatom toprağını *R. dominica* erginleri üzerindeki etkisini belirledikleri çalışmada diatom topraklarını kuru toz ve saf suda çözündürerek petri tabakaları üzerine püskürtmüşlerdir. Çalışmada DEBBM-P/ WP için 0, 0.5, 1, 1.5 ve 2 g/m² konsantrasyonları, Protect-It için ise 0, 3, 4, 5 ve 6 g/m² konsantrasyonları kullanılmışlar ve 1, 2, 3 ve 4. gün sonunda böceğin ölüm oranlarını belirlemişlerdir. Protect-It ile yürütülen testlerde 3 g/m² konsantrasyonda 1. gün sonunda elde edilen ölüm oranı %37.9 olarak belirlenirken; 2., 3. ve 4. gün sonunda belirlenen ölüm oranları sırasıyla %83.3, %100 ve %100 olmuştur. Ancak diatomun sulandırılıp kullanıldığı denemelerde ise ölüm oranları toz formülasyondakilerden daha düşük bulunmuş ve hiçbiri uygulamada %100 ulaşamamıştır. DEBBM-P/WP isimli diatomun en düşük dozu olan 0.5 g/m²'de kuru toz

uygulamalarında 1. gün sonunda ölüm oranı %83.2 iken, sulandırılmış formülasyonda % 50.8 olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda her iki diatom preparatı içinde toz formülasyonda elde edilen ölüm oranlarının sulandırılarak kullanılan diatom uygulamalarından elde edilenlerden daha yüksek olduğunu bulunmuşlardır.

Beriş ve ark. (2011) *R. dominica* erginleri ile yürüttükleri çalışmada Insecto®' nun 0.25, 0.5, 1, 1.5 ve 2 g/kg dozlarını kullanmışlar ve 7., 14. ve 21. günlerde ölüm oranlarını ve LD₅₀ değerlerini hesaplamışlardır. 25 °C ve %40 oransal nem koşullarında 7., 14. ve 21. gün sonlarında hesaplanan LD₅₀ değerleri sırasıyla 1.43, 1.31 ve 1.02 g/kg olurken, aynı sıcaklık koşullarında %55 oransal nemde ise sırasıyla 1.59, 1.31 ve 0.93 g/kg olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda nem oranı arttıkça genellikle LD₅₀ değerlerini de arttığını ve sayımlar neticesinde ölüm oranlarının azaldığını belirlemişlerdir.

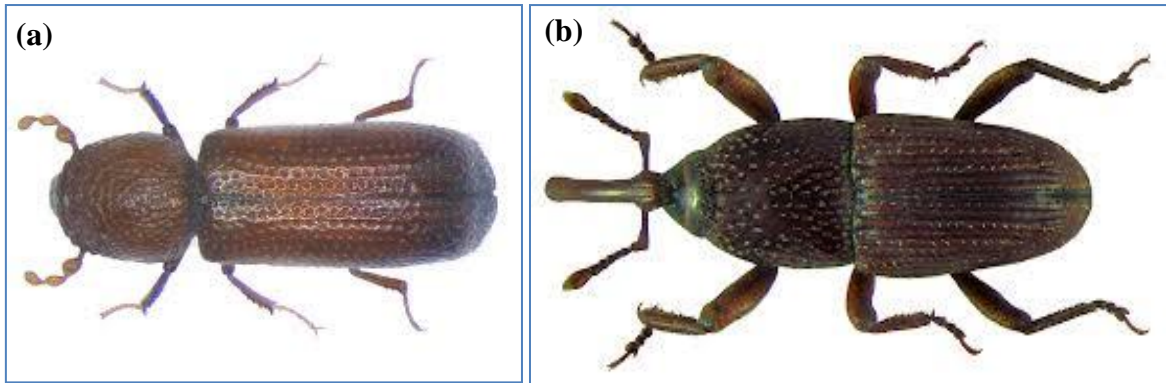
3. MATERYAL ve METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Biyolojik testlerde kullanılan böcekler

Türkiye orijinli diatom topraklarının depolanmış tahıl zararlılarına karşı etkinliğini belirlemek için yürütülen bu mevcut çalışmada ülkemizde tahıl depolarında yaygın olarak rastlanan Ekin Kambur biti (*Rhyzopertha dominica* (F.)) (Coleoptera: Bostrychidae) ve Buğday biti (*Sitophilus granarius* (L.)) (Coleoptera: Curculionidae) erginleri kullanılmıştır.

Biyolojik testlerde kullanılan Buğday biti ve Ekin Kambur biti erginleri K.S.Ü. Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü' nde buğday üzerinde yetiştirilen stok kültürlerden elde edilmiştir. Bu stok kültürler Adana ili ve çevresindeki buğday depolarından elde edilmiştir.



Şekil 1. Biyolojik testlerde kullanılan *Rhyzopertha dominica* (F.) (a) ve *Sitophilus granarius* (L.) (b) erginleri. (<http://commons.wikimedia.org>)

3.1.2. Test edilen diatom toprakları

Bu çalışmada, Türk firması Beg-Tuğ Mineral tarafından üretilen iki farklı Türk diatom toprağı kullanılmıştır. Üretici firma diatom topraklarını Ankara İli Ayaş İlçesi Başbereket Köyü' nde bulunan diatom rezervlerini işleyerek elde etmiştir. Üretici firmadan temin edilen farklı diatom topraklarına Turco 1 ve Turco 2 kodlu isimler verilmiştir. Şahit olarak kullanılan ticari diatom toprağı “Insecto®” ise üretici firmadan (Insecto Natural Products Inc. Costa Mesa, California, ABD) temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan diatom preparatlarına ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 1’ de verilmektedir.

Çizelge 1. Biyolojik testlerde kullanılan Türk diatom topraklarının (Turco 1 ve Turco 2) ve şahit ticari diatom toprağının (Insecto®) bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Özellikler	SiO ₂ Oranı (%)	Partükül çapı büyüklüğü (µm)	Renk
Turco 1*	87.3	11.2	Sarımsak-beyaz
Turco 2*	85.5	6.5	Beyaz
Insecto**	87.0	8.2	Sarımsak-beyaz

*Turco 1 ve Turco 2 'ye ait veriler Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Analiz Laboratuvar'ı tarafından gönderilen numuneler üzerinde yapılan analiz sonuçlarından elde edilirken, **Insecto'ya ait veriler Korunic,1997; Athanassiou ve ark., 2007; Ziaee ve Khashaveh, 2007 'den alınmıştır.



Şekil 2. Test edilen diatom toprakları, Turco 1, Turco 2 ve Insecto®.

3.1.3. Çalışmada kullanılan tahıl çeşitleri

Biyolojik testlerde % 11 ürün nemi içeren “ Elbistan Yazlığı” yumuşak ekmeçlik buğday çeşidi (*Triticum aestivum* L.), mısır ve çeltik için ise sırasıyla %10 ürün nemi içeren

danelik “Pioneer-3394” mısır çeşidi (*Zea mays* L.) ve %12 ürün nemi içeren kavuzlu “Osmancık-97” çeşidi (*Oryza sativa* L.) kullanılmıştır.



Şekil 3. Biyolojik testlerde kullanılan buğday (a), çeltik (b) ve mısır (c) çeşitleri.

3.2. METOT

3.2.1. *Sitophilus granarius*' un yetiştirilmesi

Çalışmada kullanılan *S. granarius*' un kültüre alınmasında % 11 ürün nemi içeren “Elbistan Yazlığı” yumuşak ekmeklik buğday çeşidi kullanılmıştır. *Sitophilus granarius*' un yetiştirilmesinde kullanılan buğday diğer depo zararlıları ile bulaşık olabileceği için kullanılmadan önce yaklaşık bir hafta süre ile -20 °C sıcaklıkta tutulmuştur. Böcekler ise 2 mm'lik Retsch marka elek yardımıyla elenerek bulaşık buğdaydan ayrılmıştır. Bir litrelik cam kavanozlar içerisine 250 gram buğday ilave edildikten sonra ortalama 200-300 adet karışık cinsiyette erginler bırakılmış ve kavanozların ağızları kavanoz içerisine hava giriş çıkışını engellemeyecek genişlikteki tülle kapatılmıştır. Hazırlanan kavanozlar 26±1°C 'de % 60±5 nemde 1 hafta süre ile karanlık ortamda tutulmuş ve erginlerin yumurta bırakması sağlanmıştır. Yumurtaların açılması, larvaların gelişmesi ve ergin çıkışları sık sık kontrol edilmiştir. Kırk-kırk beş gün sonra ise yeni nesil erginler elde edilmiş ve bunlar elekler yardımıyla bulaşık buğdaydan ayrılarak bulaşık olmayan buğday içerisine alınarak kültürün devamlılığı sağlanmıştır. Bu işlem çalışma süresince devam etmiştir.

3.2.2. *Rhizopertha dominica*'nın yetiştirilmesi

Rhizopertha dominica'nin yetiştirilmesinde besin olarak buğday kırması ve kuru mayadan (*Saccaromyces cerevisiae*) oluşan karışım kullanılmıştır. Kültürün yetiştirilmesinde kullanılan Elbistan Yazlığı yumuşak ekmeklik buğday çeşidi kırma makinesinde kaba irilikte öğütülmüş ve herhangi bir böcek ile bulaşık olabilme ihtimaline karşı bir hafta süre ile -20 °C'de derin dondurucuda tutulmuştur. Buğday kırmasına %5 oranında kuru maya ilave edilmiştir. Hazırlanan kültür kavanozlarına 300-400 gr besin ilave edildikten sonra ekin kambur biti yumurtaları ilave edilmiştir.

Rhizopertha dominica erginleri yumurtalarını dane üzerine yapıştırmakta ancak bu yumurtalar eleme işlemleri sırasında daneler üzerinden kolay bir şekilde düşmektedir. Bu nedenle Ekin kambur biti erginleri % 5 kuru maya içeren buğday unu içerisinde 2 gün tutulmuş ve yumurta bırakması sağlanmıştır. İçerisinde ergin bulunan kavanozlar 2. gün sonunda 500 µm ve 212 µm'lik elek kombinasyonu ile elenmiştir. Bu eleme işlemi sonucunda böcekler 500 µm'lik elekte, yumurtalar 212 µm'lik elekte ve un ise toplama kabında birikmiştir. 212 µm'lik elekte biriken yumurtalar elekten alınıp daha önce hazırlanmış olan buğday kırması- maya karışımı içerisine alınmıştır. Hazırlanan kültür kavanozlarının ağızları kavanozların içerisine hava girişini engellemeyecek genişlikteki tül ile kapatılmıştır. Kültürler 30±1 °C ve % 60±5 nemde inkübatör içerisinde karanlık ortamda tutulmuştur.

3.2.3. Biyolojik testler ve deneme yöntemi

Biyolojik testler 50 ml'lik plastik santrifüj tüpleri ve 75 ml'lik cam tüplerde yürütülmüştür. Buğdayda yürütülen denemeler plastik santrifüj tüplerinde, çeltik ve mısırdaki yürütülen denemeler ise cam tüplerde yürütülmüştür. Denemelerde kullanılan buğday, çeltik ve mısır 1 hafta süre ile -20 °C sıcaklıktaki derin dondurucuda bekletilerek olası zararlı bulaşıklığı yok edilmiştir. Derin dondurucudan çıkarılan ürünler terazi yardımıyla 40'ar g tartılarak deneme tüplerine koyulmuştur.

Biyolojik testlerde 40 gr ürüne Turco 1 ve Turco 2 ve Insecto®'nun 125, 250, 500, 750 ve 1000 ppm (mg diatom toprağı / kg ürün) konsantrasyonları kullanılmıştır. Hassas terazi yardımıyla belirtilen konsantrasyonlara karşılık gelen diatom toprakları tartılmıştır. Tartılan diatom toprakları deneme tüpleri içerisindeki 40 gr ürün üzerine ilave edilmiştir. Ürün ve diatom toprağı içeren tüpler yaklaşık olarak 10 dakika boyunca elle sallanmıştır ve böylece diatom toprağının ürünün içerisinde homojen olarak dağılması sağlanmıştır.

Biyolojik testlerde 10 günlük ve karışık cinsiyette *S. granarius* ve *R. dominica* erginleri kullanılmıştır. Bu amaçla daha önce yapılan böcek kültürleri 2 mm' lik metal elekler yardımıyla elenmiştir. 10 günlük ve karışık cinsiyette 20 adet *S. granarius* ve *R. dominica* ergin bireyler deneme tüpleri içerisindeki ürün üzerine bırakılmıştır. Tüplerin ağzı böceklerin hava almasını engellemeyecek şekilde tülle kapatılmıştır. Denemelerde kontrol amacıyla diatom uygulanmamış temiz ürün üzerine 20 adet ergin böcek eklendikten sonra deneme tüplerinin ağzı tülle kapatılmıştır. İşlem bittikten sonra tüpler $26\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve % 65 ± 5 nispi nemde sahip üretim odasında karanlık ortamda tutulmuştur. Her ürün çeşidi ve konsantrasyon uygulaması için 5 tekerrür kullanılmıştır. Denemeler tesadüf parseller deneme desenine göre kurulmuştur.

Denemenin kurulmasından 7 ve 14 gün sonra uygulama kaplarındaki karışım metal elekler yardımıyla elenmiş ve ölü-canlı böcek sayısı belirlenmiştir. On dördüncü günde ergin ölümleri belirlendikten sonra uygulama tüpleri içerisindeki tüm ölü ve canlı böcekler metal elekler yardımıyla dışarı alınmıştır ve daneleri içeren uygulama kapları *S. granarius* ve *R. dominica*'nın yeni nesil ergin sayısını belirlemek için sırasıyla 45 ve 56 gün süre ile üretim odasında karanlık ortamda tutulmuştur. Belirtilen süreler sonunda uygulama kapları içerisindeki daneler metal elekler yardımıyla elenmiştir ve yeni nesil ergin sayıları kayıt edilmiştir.

3.3. Verilerin Değerlendirilmesi ve İstatistik Analizi

Biyolojik testlerin 7. ve 14. gün sayımları sonrası diatom preparatlarının her bir konsantrasyonu için uygulamaya alınan birey sayılarını, uygulama sonrası ölen birey sayılarını ve 45. ve 56. gün sonunda belirlenen yeni nesil ergin sayılarını içeren EXCEL tabloları oluşturulmuştur. Her bir üründe diatom uygulamalarının 7. ve 14. gün ölüm oranlarının (%) ayrı ayrı Arcsin transformasyonu uygulandıktan sonra SAS 9 (SAS Ins., 2009) istatistik programı kullanılarak çift yönlü (faktörler; diatom çeşidi ve uygulama konsantrasyonu) varyans analizine (ANOVA) (Proc GLM; SAS Ins., 2009) tabi tutulmuştur. Yeni nesil ergin sayılarına ait verilere ise transformasyon yapılmadan aynı istatistiksel analiz uygulanmıştır. Hem ölüm oranları hem de yeni nesil ergin sayılarına ait ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde LSD testi kullanılarak belirlenmiştir.

4.ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Buğday Üzerinde *Sitophilus granarius* İle Yürütülen Biyolojik Testler

4.1.1. Yedinci ve on dördüncü sonunda biyolojik testlerden elde edilen ölüm oranları

Buğday üzerinde diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına 7 ve 14 gün süreyle maruz bırakılan *S. granarius* erginlerin ölüm oranları (%) sırasıyla Çizelge 2 ve Çizelge 3’de verilmektedir. Yapılan çift yönlü varyans analizleri sonucunda 7. ve 14. günde diatom çeşitlerinin (7. gün için $F_{2,72} = 28.91$, $P < 0.0001$; 14. gün için $F_{2,72} = 55.62$, $P < 0.0001$) ve uygulama konsantrasyonlarının (7. gün için $F_{5,72} = 84.62$, $P < 0.0001$; 14. gün için $F_{5,72} = 176.46$, $P < 0.0001$) ölüm oranları üzerinde istatistiksel açıdan önemli etkiye sahip olduğu ve bu iki faktörün arasında interaksiyonun (7. gün için $F_{10,72} = 5.96$, $P < 0.0001$; 14. gün için $F_{10,72} = 11.46$, $P < 0.0001$) istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır.

Herbir konsantrasyondaki diatom çeşitlerinin etkisi incelendiğinde 7. ve 14. gün sonunda tüm konsantrasyonlarda (7. gün için 1000 ppm ve 14. gün için 250 ppm konsantrasyonları hariç) Turco 1 ile Insecto®’ya ait ölüm oranları arasında istatistiksel açıdan önemli seviyede farklılık bulunmazken, Turco 2 ‘ye ait ölüm oranları ise 7. ve 14. gün için 125 ve 250 ppm haricindeki tüm konsantrasyonlarda diğer iki diatom çeşidindeki (Turco 1 ve Insecto®) ölüm oranlarından istatistiki olarak önemli seviyede daha düşük olduğu bulunmuştur (Çizelge 2; Çizelge 3). Düşük konsantrasyonlarda (125 ve 250 ppm) tüm diatom çeşitleri 7. ve 14. gün sonunda %1 ile %25 arasında değişen çok düşük ölüm oranlarına sahip olmuşlardır. 500 ppm ve üzeri konsantrasyonlarda, 7. gün sonunda Turco 1’e ait ölüm oranları Insecto®’dan, 14. gün sonunda ise Insecto®’ya ait ölüm oranları Turco 1’de elde edilen ölüm oranlarından daha yüksek olsa da yapılan istatistik analizlerinde aralarında istatistiksel olarak önemli farklılık olmadığı görülmüştür (7. gündeki 1000 ppm konsantrasyonu hariç). Yedinci gün ve 14. gün sonunda hiçbir diatom uygulamasında *S. granarius* erginlerin %100 ölümü gerçekleşmemiştir (Çizelge 2, Çizelge 3). *Sitophilus granarius* erginlerin en yüksek ölüm oranına (%99) 14. gün sonunda Insecto®’nun 1000 ppm konsantrasyonunda ulaşılmıştır.

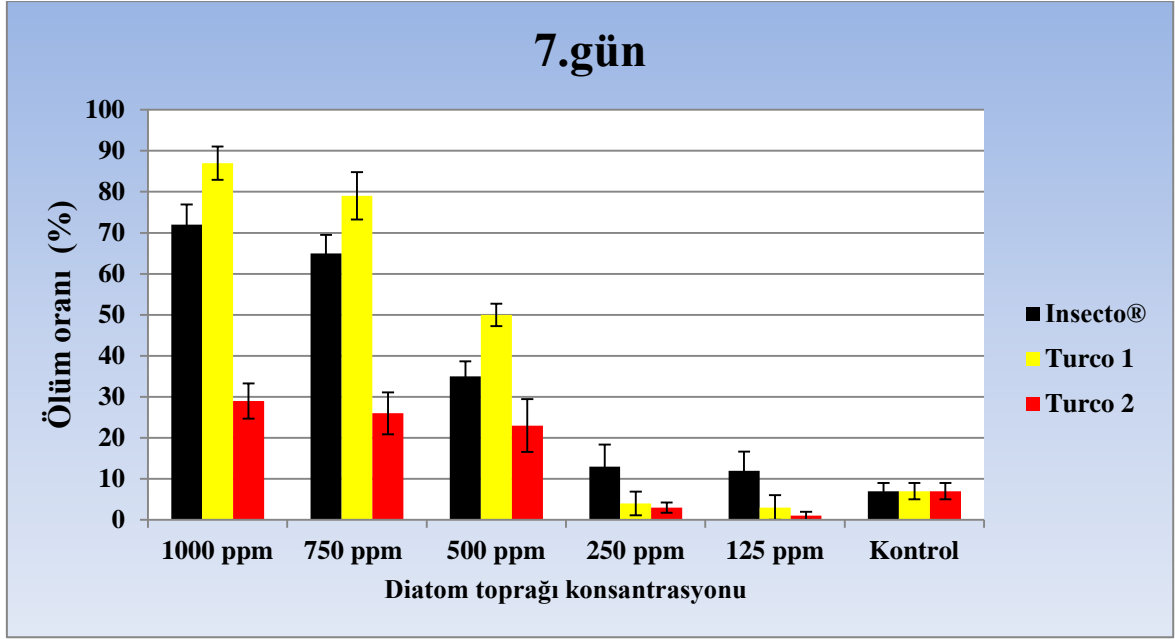
Çizelge 2. Buğday üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan *Sitophilus granarius* erginlerinin ölüm oranları

Konsantrasyon	Ölüm oranı (%)±S.hata			F ve P değeri	LSD değeri
	Turco 1	Turco 2	Insecto®		
1000 ppm	87.0±4.0 Aa	29.0±4.3 Ac	72.0±4.8 Ab	F _{2,12} =27.80 P<0.0001	11.558
750 ppm	79.0±5.7 Aa	26.0±5 Ab	65.0±4.4 Aa	F _{2,12} =23.21 P<0.0001	11.020
500 ppm	50.0±2.7 Ba	23.0±6.4 Ab	36.0±3.6 Ba	F _{2,12} =8.23 P<0.01	9.240
250 ppm	4.0±2.9 Ca	3.0±1.2 BCa	13.0±5.3 Ca	F _{2,12} =1.81 P=0.2054	-
125 ppm	3.0±3 Ca	1.0±1 Ca	12.0±4.6 Ca	F _{2,12} =3.57 P=0.0606	-
Kontrol*	7.0±2 C	7.0±2 B	7.0±2 C	-	-
F ve P değeri	F _{5,24} =51.12 P<0.0001	F _{5,24} =14.58 P<0.0001	F _{5,24} =24.03 P<0.0001		
LSD değeri	12.106	9.722	11.686		

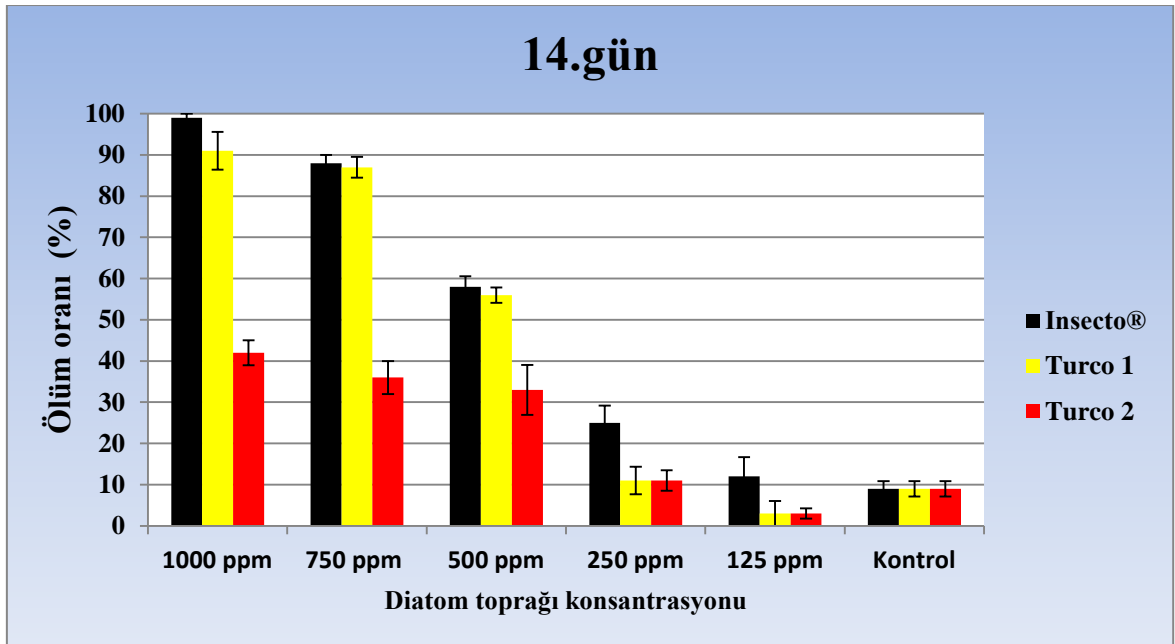
Çizelge 3. Buğday üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına 14 gün süreyle maruz bırakılan *Sitophilus granarius* erginlerin ölüm oranları

Konsantrasyon	Ölüm oranı (%)±S.hata			F ve P değeri	LSD değeri
	Turco 1	Turco 2	Insecto®		
1000 ppm	91.0±4.5 Aa	42.0±3 Ab	99.0±1 Aa	F _{5,12} =41.42 P<0.0001	11.802
750 ppm	87.0±2.5 Aa	36.0±4 Ab	88.0±2 Ba	F _{5,12} =72.13 P<0.0001	6.8992
500 ppm	56.0±1.8 Ba	33.0±6 Ab	58.0±2.5 Ca	F _{5,12} =8.94 P<0.01	6.2948
250 ppm	11.0±3.3 Cb	11.0±2.4 Bb	25.0±4.1 Da	F _{5,12} =4.05 P<0.05	10.398
125 ppm	3.0±3 Da	3.0±1.2 Ca	12.0±4.6 Ea	F _{5,12} =2,34 P=0.1387	-
Kontrol*	9.0±1.8 C	9.0±1.8 B	9.0±1.8 E	-	-
F ve P değeri	F _{5,24} =63.61 P<0.0001	F _{5,24} =30.13 P<0.0001	F _{5,24} =97.26 P<0.0001		
LSD değeri	11.055	7.29	8.5898		

Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde LSD testine göre verilmiştir. Aynı sütundaki farklı büyük harfler ve aynı satırdaki farklı küçük harfler istatistik olarak birbirinden farklıdır. *Tüm diatom uygulamalarında beş tekerürlü tek kontrol grubu oluşturulmuştur.



Şekil 4. Buğday üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan *Sitophilus granarius* erginlerin 7. gün sonundaki ölüm oranları (%).



Şekil 5. Buğday üzerinde üç farklı diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan *Sitophilus granarius* erginlerin 14. gün sonundaki ölüm oranları (%).

Herbir diatom çeşidinde konsantrasyonların etkisi incelendiğinde genel olarak Turco 1 ve Insecto®’da konsantrasyon artıktça *S. granarius* erginlerinin ölüm oranlarında önemli seviyede artışın olduğu görülmüştür. Yedinci gün sonunda tüm diatom çeşitlerinde konsantrasyonun 125 ppm’den 250 ppm’e arttırılması *S. granarius* erginlerinin ölüm oranlarında istatistiksel açıdan önemli seviyede artışa neden olmazken, konsantrasyondaki bu artış 14. gün sonunda ise istatistiksel açıdan önemli seviyede artışa neden olmuştur (Çizelge 2, Çizelge 3). Uygulama konsantrasyonların 250 ppm’den 500 ppm’ e ve 500 ppm den 750 ppm’ e (Turco 2 hariç) arttırılması tüm diatom çeşitlerinde 7. ve 14. gün sonunda *S. granarius* ölümlerinde istatistiksel açıdan önemli artışa neden olmuştur. Tüm diatom topraklarının 750 ve 1000 ppm konsantrasyonlarında 7. ve 14. gün sonlarında elde edilen ölüm oranlarının (Insecto®’nun 14. gün sonuçları hariç) istatistiki açıdan benzer olduğu görülmüştür(Çizelge 2, Çizelge 3). Tüm diatom toprakları için en yüksek ölüm oranları 1000 ppm konsantrasyonlarında gerçekleşirken, aynı konsantrasyonda diatom çeşitlerinin *S. granarius* erginlerine karşı büyükten küçüğe doğru etkinlik sıralaması 7. gün sonunda Turco 1 > Insecto® > Turco 2 iken; 14. gün sonunda Insecto® > Turco 1 > Turco 2 olarak geçekleşmiştir.

4.1.2. Biyolojik testler sonunda elde edilen *Sitophilus granarius*’ un yavru verimi

Buğday üzerinde yürütülen biyolojik testler sonunda elde edilen *S. granarius*’ un ortalama yeni nesil ergin sayıları (adet) Çizelge 4’ de verilmektedir. Yapılan çift yönlü varyans analizleri sonucunda diatom çeşitlerinin ($F_{2,72} = 82.62$, $P < 0.0001$) ve uygulama konsantrasyonlarının ($F_{5,72} = 110.19$, $P < 0.0001$) yeni nesil ergin sayıları üzerinde istatistiksel açıdan önemli etkiye sahip olduğu ve bu iki faktörün arasında interaksiyonun ($F_{10,72} = 8.38$, $P < 0.0001$) istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır.

Herbir konsantrasyondaki diatom çeşitlerinin etkisi incelendiğinde Turco 1 ile Insecto® ‘ya ait *S. granarius*’ un yeni nesil ergin sayılarında 125 ve 250 ppm haricindeki tüm konsantrasyonlarda istatistiksel açıdan önemli seviyede farklılıklar bulunmazken Turco 2’ye ait yeni nesil ergin sayıları ise tüm konsantrasyonlarda diğer iki diatom çeşidindeki (Turco 1 ve Insecto®) yeni nesil ergin sayılarından istatistiki olarak önemli seviyede daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4). Düşük konsantrasyonlarda (125 ve 250 ppm) Insecto®’ ya ait yeni nesil ergin sayıları Turco 1 ve Turco 2’ ye ait yeni nesil ergin sayılarından önemli seviyede daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4). Insecto® için 750 ve 1000 ppm, Turco 1 için yalnızca 1000 ppm konsantrasyonunda hiç yeni nesil ergin çıkışı gözlemlenmemiştir. Insecto®’nun 250 ve 500 ppm konsantrasyonlarında yeni nesil ergin

sayısı ortalama 1 bireyin altında gerçekleşirken Turco 1'in aynı konsantrasyonlarında yavru veriminde yüksek sayıda ergin çıkışı (sırasıyla ortalama 32 ve 9.2 adet birey) olduğu görülmüştür. Turco 2 'nin tüm konsantrasyonlarında yavru veriminde ortalama 22 ile 107 adet arasında değişen yüksek sayıda ergin çıkışları görülmüştür.

Çizelge 4. Buğday üzerinde yürütülen biyolojik testler sonunda elde edilen *Sitophilus granarius*' un ortalama yeni nesil ergin sayıları (adet)

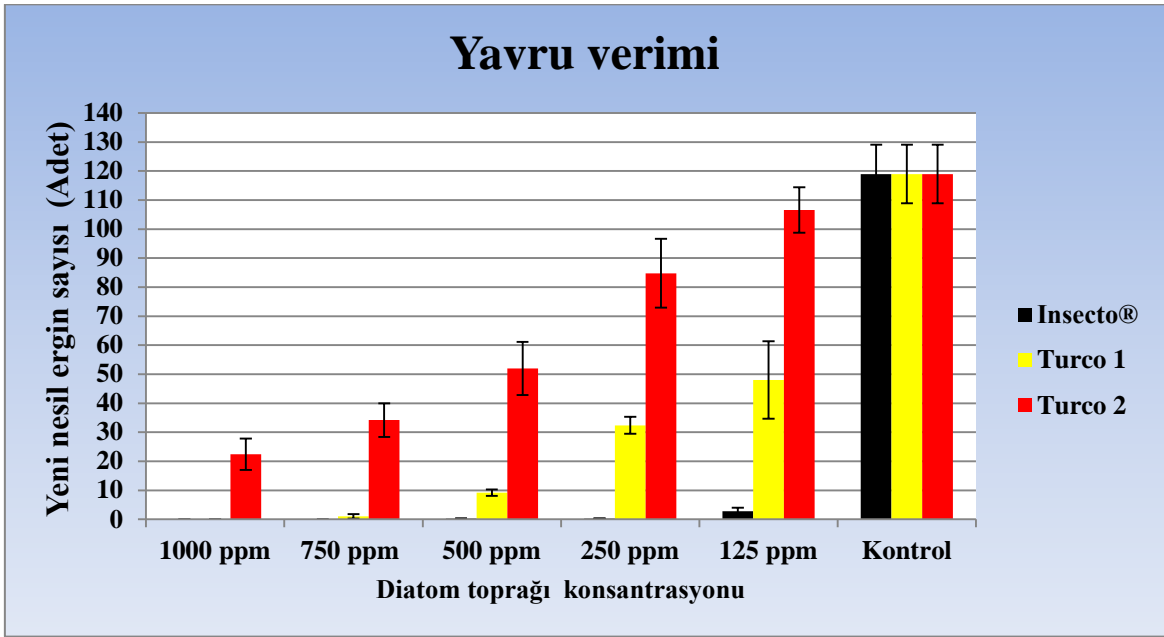
Konsantrasyon	Yeni nesil ergin sayısı (adet) ±S.hata			F ve P değeri	LSD değeri
	Turco 1	Turco 2	Insecto®		
1000 ppm	0±0 Cb	22.0±5.4 Da	0±0 Bb	F _{2,12} =17.39 P<0.001	9.557
750 ppm	1.0±0.8 Cb	34.2±5.8 CDa	0±0 Bb	F _{2,12} =33.39 P<0.0001	10.379
500 ppm	9.2±1.1 Cb	52.0±9.2 Ca	0.2±0.2 Bb	F _{2,12} =27.01 P<0.0001	16.409
250 ppm	32.4±3 Bb	84.8±12 Ba	0.2±0.2 Bc	F _{2,12} =36.60 P<0.0001	21.747
125 ppm	48.0±13 Bb	106.6±7.9 ABa	2.8±1.1 Bc	F _{2,12} =33.67 P<0.0001	27.635
Kontrol*	119.0±10.1 A	119.0±10.1 A	119.0±10.1 A	-	-
F ve P değeri	F _{5,24} =42.40 P<0.0001	F _{5,24} =20.86 P<0.0001	F _{5,24} =135.53 P<0.0001		
LSD değeri	20.324	25.289	12.118		

Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde LSD testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır. *Tüm diatom uygulamalarında beş tekerürlü tek kontrol grubu oluşturulmuştur.

Herbir diatom çeşidinde konsantrasyonların etkisi incelendiğinde tüm diatom çeşitlerinin tüm konsantrasyonlarına ait yeni nesil ergin sayıları kontrole ait yeni nesil ergin sayılarından istatistiki olarak önemli seviyede daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4). Özellikle Turco 1 ve Turco 2'de konsantrasyon arttıkça yeni nesil ergin sayılarında önemli seviye azalma olurken, Insecto®'da bu durum görülmemiştir (Çizelge4). Insecto®'nun tüm konsantrasyonlarındaki yeni nesil ergin sayıları istatistiki olarak aynı bulunmuştur. Bunun yanında Turco 1' in 500, 750 ve 1000 konsantrasyonlarındaki yeni nesil ergin sayıları istatistiki olarak benzer olurken bu konsantrasyonlarındaki ortalama yeni nesil ergin sayıları 125 ve 250 ppm konsantrasyonlarındakinden istatistiki olarak daha düşük olduğu görülmüştür (Çizelge 4). Turco 2' nin 750 ve 1000 konsantrasyonlarındaki yeni nesil ergin sayıları istatistiki olarak benzer olurken bu konsantrasyonlardaki yeni nesil

ergin sayıları 125 ve 250 ppm konsantrasyonlardakinden istatistiki olarak daha düşük olduğu görülmüştür (Çizelge 4).

Ancak Turco 2 yeni nesil ergin çıkışını azaltmasına rağmen hiçbir konsantrasyonda yeni nesil ergin çıkışını tamamen engelleyememiştir. Bunun yanında Turco 1'in 1000 ppm ve Insecto®'un 1000 ve 750 ppm konsantrasyonlarının yeni nesil ergin çıkışını tamamen engellendiği görülmüştür. Bu sonuçlar Insecto®'nun Turco 1'e göre daha düşük konsantrasyonda yeni nesil ergin çıkışını tamamen engelleyebileceğini göstermiştir.



Şekil 6. Buğday üzerinde yürütülen biyolojik testler sonunda elde edilen *Sitophilus granarius*'un ortalama yeni nesil ergin sayıları (adet).

4.2. Çeltik Üzerinde *Sitophilus granarius* İle Yürütülen Biyolojik Testler

4.2.1. Yedinci ve on dördüncü sonunda biyolojik testlerden elde edilen ölüm oranları

Çeltik üzerinde diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına 7 ve 14 gün süreyle maruz bırakılan *S. granarius* erginlerin ölüm oranları (%) sırasıyla Çizelge 5 ve Çizelge 6'da verilmektedir. Yapılan çift yönlü varyans analizleri sonucunda 7. ve 14. günde diatom çeşitlerinin (7. gün için $F_{2,72} = 41.06$, $P < 0.0001$; 14. gün için $F_{2,72} = 22.66$, $P < 0.0001$) ve uygulama konsantrasyonlarının (7. gün için $F_{5,72} = 110.73$, $P < 0.0001$; 14. gün için $F_{5,72} = 98.01$, $P < 0.0001$) ölüm oranları üzerinde istatistiksel açıdan önemli etkiye sahip olduğu ve bu iki faktörün arasındaki interaksiyonun sadece 7. günde (7. gün için $F_{10,72} = 2.76$, $P < 0.01$; 14. gün için $F_{10,72} = 1.93$, $P = 0.0545$) istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır.

Herbir konsantrasyondaki diatom çeşitlerinin etkisi incelendiğinde 7. ve 14. gün sonunda tüm konsantrasyonlarda (7. gün için 500 ppm ve 14. gün için 250 ve 500 ppm konsantrasyonları hariç) Turco 1 ile Insecto®'ya ait ölüm oranları arasında istatistiksel açıdan önemli seviyede farklılık bulunmazken, Turco 2 'ye ait ölüm oranları ise 7. ve 14. gün için 125 ve 1000 ppm haricindeki tüm konsantrasyonlarda diğer iki diatom çeşidindeki (Turco 1 ve Insecto®) ölüm oranlarından istatistiki olarak önemli seviyede daha düşük olduğu bulunmuştur (Çizelge 5; Çizelge 6). En düşük konsantrasyonda (125 ppm) tüm diatom çeşitleri 7. ve 14. gün sonunda %1 ile %16 arasında değişen çok düşük ölüm oranlarına sahip olduğu görülmüştür. Yedinci ve 14. gün sonunda 750 ve 1000 ppm konsantrasyonlarda Insecto®'ya ait ölüm oranları (7.gün 750 ppm hariç) Turco 1'e ait ölüm oranlarından daha yüksek olsa da yapılan istatistik analizlerde aralarında istatistiksel olarak önemli farklılık olmadığı görülmüştür. Yedinci ve 14. gün sonunda hiçbir diatom uygulamasında *S. granarius* erginlerin %100 ölümü gerçekleşmemiştir (Çizelge 5, Çizelge 6). *Sitophilus granarius* erginlerin en yüksek ölüm oranına (%99) 14. gün sonunda Insecto®'nun 1000 ppm konsantrasyonunda ulaşılmıştır.

Herbir diatom çeşidinde konsantrasyonların etkisi incelendiğinde genel olarak Turco 1 Turco 2 ve Insecto®'da konsantrasyon artıkça *S. granarius* erginlerinin ölüm oranlarında önemli seviyede artışın olduğu görülmüştür. Yedinci gün sonunda Insecto® hariç tüm diatom çeşitlerinde konsantrasyonun 125 ppm'den 250 ppm'e artırılması *S.granarius* erginlerinin ölüm oranlarında istatistiksel açıdan önemli seviyede artışa neden olmazken, konsantrasyondaki bu artış 14. gün sonunda sadece Insecto®'da istatistiksel açıdan önemli seviyede artışa neden olmuştur (Çizelge 5; Çizelge 6). Uygulama konsantrasyonların 250 ppm'den 500 ppm' e artırılması tüm diatom çeşitlerinde 7. ve 14. gün sonunda *S. granarius* ölümlerinde istatistiksel açıdan önemli artışa neden olmuşken, konsantrasyonun 500 ppm'den 750 ppm' artırılması 7. gün sonunda Turco 1 ve Turco 2' de, 14. gün sonunda ise sadece Turco 1'de istatistiksel açıdan önemli seviyede artışa neden olmuştur (Çizelge5; Çizelge 6). Tüm diatom topraklarının 750 ve 1000 ppm konsantrasyonlarında 7. ve 14. gün sonlarında elde edilen ölüm oranlarının (Insecto®'nun 7. gün sonuçları hariç) istatistiki açıdan benzer olduğu görülmüştür (Çizelge 5; Çizelge 6). Tüm diatom toprakları için en yüksek ölüm oranları 1000 ppm konsantrasyonlarında gerçekleşirken, aynı konsantrasyonda diatom çeşitlerinin 7. ve 14. günlersonunda *S. granarius* erginlerine karşı büyükten küçüğe doğru etkinlik sıralaması Insecto® > Turco 1 > Turco 2 olarak gerçekleşmiştir.

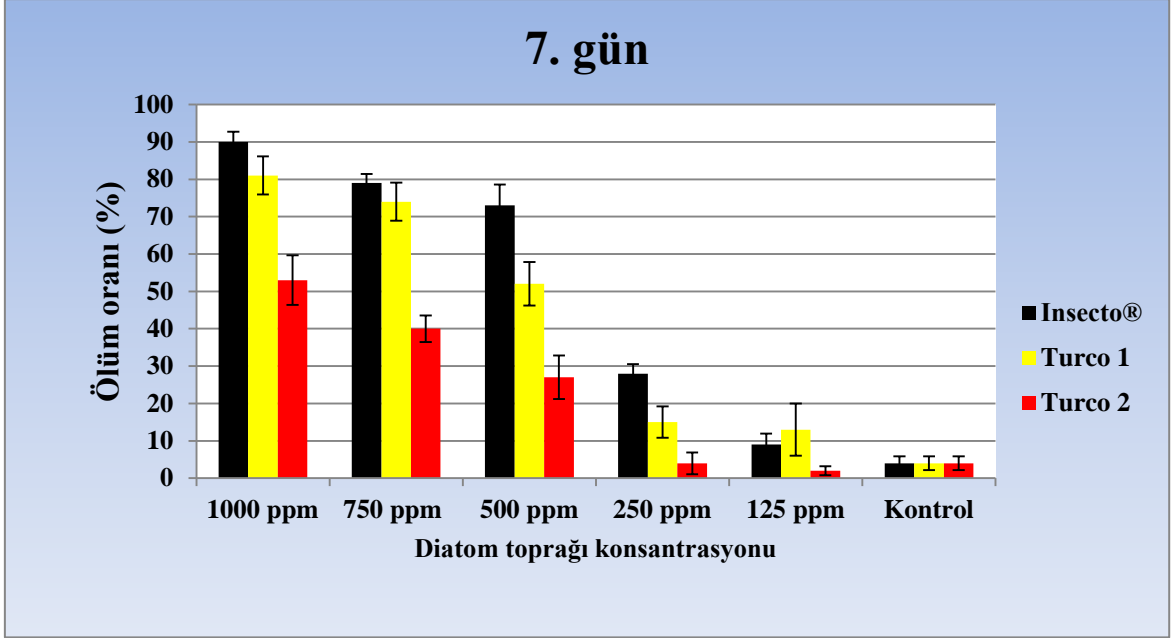
Çizelge 5. Çeltik üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan *Sitophilus granarius* erginlerinin ölüm oranları

Konsantrasyon	Ölüm oranı (%)±S.hata			F ve P değeri	LSD değeri
	Turco 1	Turco 2	Insecto®		
1000 ppm	81.0±5 Aa	53.0±6.6 Ab	90.0±2.7 Aa	F _{2,12} =11.61 P<0.01	12.363
750 ppm	79.0±5 Aa	40.0±3.5 Ab	79.0±2.4 Ba	F _{2,12} =25.11 P<0.0001	8.5463
500 ppm	52.0±5 Bb	27.0±5.8 Bc	73.0±5.6 Ba	F _{2,12} =15.84 P<0.001	10.946
250 ppm	15.0±4.1 Ca	4.0±2.9 Cb	28.0±2.5 Ca	F _{2,12} =12.86 P<0.01	10.686
125 ppm	13.0±7 CDa	2.0±1.2 Ca	9.0±2.9 Da	F _{2,12} =1.98 P=0.1806	-
Kontrol*	4.0±1.8 D	4.0±1.8 C	4.0±1.8 D	-	-
F ve P değeri	F _{5,24} =32.73 P<0.0001	F _{5,24} =25.60 P<0.0001	F _{5,24} =62.98 P<0.0001		
LSD değeri	14.424	10.508	9.9151		

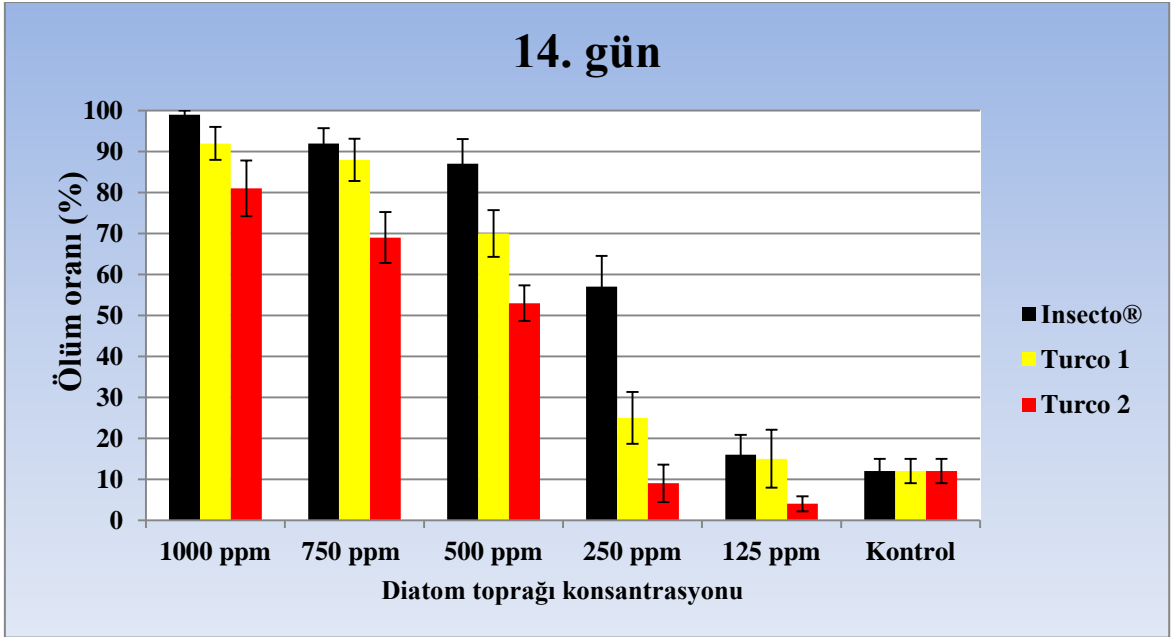
Çizelge 6. Çeltik üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına 14 gün süreyle maruz bırakılan *Sitophilus granarius* erginlerinin ölüm oranları

Konsantrasyon	Ölüm oranı (%)±S.hata			F ve P değeri	LSD değeri
	Turco 1	Turco 2	Insecto®		
1000 ppm	92.0±4 Aab	81.0±6.7 Ab	99.0±1 Aa	F _{2,12} =5.75 P<0.05	14.066
750 ppm	88.0±5.1 Aa	69.0±6.2 ABb	92.0±3.7 ABa	F _{2,12} =4.71 P<0.05	15.375
500 ppm	70.0±5.7 Bb	53.0±4.3 Bc	87.0±6 Ba	F _{2,12} =8.65 P<0.01	13.228
250 ppm	25.0±6.3 Cb	9.0±4.5 Cc	57.0±7.5 Ca	F _{2,12} =13.29 P<0.001	15.201
125 ppm	15.0±7 Ca	4.0±1.8 Ca	16.0±4.8 Da	F _{2,12} =1.47 P=0.2695	-
Kontrol*	12.0±3 C	12.0±3 C	12.0±3 D	-	-
F ve P değeri	F _{5,24} =29.30 P<0.0001	F _{5,24} =33.99 P<0.0001	F _{5,24} =39.03 P<0.0001		
LSD değeri	14.284	12.115	13.662		

Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde LSD testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütundaki farklı büyük harfler ve aynı satırdaki farklı küçük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır. *Tüm diatom uygulamalarında beş tekerürlü tek kontrol grubu oluşturulmuştur.



Şekil 7. Çeltik üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan *Sitophilus granarius* erginlerin 7. gün sonundaki ölüm oranları (%).



Şekil 8. Çeltik üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan *Sitophilus granarius* erginlerin 14. gün sonundaki ölüm oranları (%).

4.2.2. Biyolojik testler sonunda elde edilen *Sitophilus granarius*' un yavru verimi

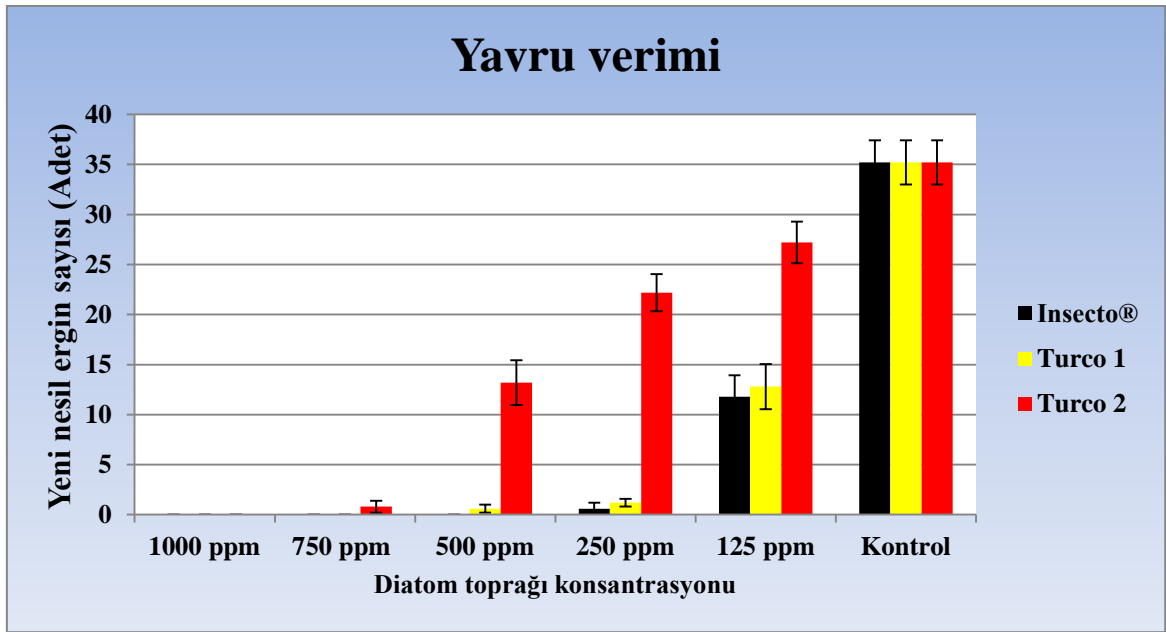
Çeltik üzerinde yürütülen biyolojik testler sonunda elde edilen *S. granarius*' un ortalama yeni nesil ergin sayıları (adet) Çizelge 7' de verilmektedir. Yapılan çift yönlü varyans analizleri sonucunda diatom çeşitlerinin ($F_{2,72} = 84.47$, $P < 0.0001$) ve uygulama konsantrasyonlarının ($F_{5,72} = 370.09$, $P < 0.0001$) yeni nesil ergin sayıları üzerinde istatistiksel açıdan önemli etkiye sahip olduğu ve bu iki faktörün arasında interaksiyonun ($F_{10,72} = 17.42$, $P < 0.0001$) istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır. Herbir konsantrasyondaki diatom çeşitlerinin etkisi incelendiğinde Turco 1 ile Insecto®'ya ait *S. granarius*' un ortalama yeni nesil ergin sayılarında tüm konsantrasyonlarda istatistiksel açıdan önemli seviyede farklılıklar bulunmazken, Turco 2'ye ait ortalama yeni nesil ergin sayıları ise 1000 ve 750 ppm hariç tüm konsantrasyonlarda diğer iki diatom çeşidindeki (Turco 1 ve Insecto®) yeni nesil ergin sayılarından istatistiki olarak önemli seviyede daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 7). Insecto® için 500, 750 ve 1000 ppm, Turco 1 için 750 ve 1000 ppm ve Turco 2 için 1000 ppm konsantrasyonlarında hiç yeni nesil ergin çıkışı gözlemlenmemiştir.

Çizelge 7. Çeltik üzerinde yürütülen biyolojik testler sonunda elde edilen *Sitophilus granarius*' un ortalama yeni nesil ergin sayıları (adet)

Konsantrasyon	Yeni nesil ergin sayısı (adet) \pm S.hata			F ve P değeri	LSD değeri
	Turco 1	Turco 2	Insecto®		
1000 ppm	0 \pm 0 Ca	0 \pm 0 Ea	0 \pm 0 Ca	-	-
750 ppm	0 \pm 0 Ca	0.8 \pm 0.5 Ea	0 \pm 0 Ca	$F_{2,12}=1.88$ $P=0.1945$	-
500 ppm	0.6 \pm 0.4 Cb	13.2 \pm 2.2 Da	0 \pm 0 Cb	$F_{2,12}=32.05$ $P<0.0001$	4.0567
250 ppm	1.2 \pm 0.3 Cb	22.2 \pm 1.8 Ca	0.6 \pm 0.6 Cb	$F_{2,12}=115.22$ $P<0.0001$	3.5312
125 ppm	12.8 \pm 2.2 Bb	27.2 \pm 2.0 Ba	11.8 \pm 2.1 Bb	$F_{2,12}=16.00$ $P<0.001$	6.6373
Kontrol*	35.2 \pm 2.2 A	35.2 \pm 2.2 A	35.2 \pm 2.2 A	-	-
F ve P değeri	$F_{5,24}=179.23$ $P<0.0001$	$F_{5,24}=87.21$ $P<0.0001$	$F_{5,24}=192.52$ $P<0.0001$		
LSD değeri	3.2371	4.6457	3.1391		

Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde LSD testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır. *Tüm diatom uygulamalarında beş tekerürlü tek kontrol grubu oluşturulmuştur.

Herbir diatom çeşidinde konsantrasyonların etkisi incelendiğinde tüm diatom çeşitlerinin tüm konsantrasyonlarına ait yeni nesil ergin sayıları kontrole ait yeni nesil ergin sayılarından istatistiki olarak önemli seviyede daha düşük bulunmuştur (Çizelge 7). Özellikle Turco 2’de konsantrasyon artıka yeni nesil ergin sayılarında önemli seviye azalma olurken, Insecto®’da ve Turco 1’de bu durum görülmemiştir (Çizelge7). Insecto®’nun ve Turco 1’in 125 ppm haricindeki tüm konsantrasyonlarındaki yeni nesil ergin sayıları istatistiki olarak benzer bulunmuştur. Turco 2’ nin ise 750 ve 1000 ppm konsantrasyonlarındaki ortalama yeni nesil ergin sayıları istatistiksel açıdan benzer olurken, bu konsantrasyonlardaki ortalama yeni nesil ergin sayıları 125, 250 ve 500 ppm konsantrasyonlarındakinden istatistiki açıdan daha düşük olduğu görülmüştür (Çizelge7). Konsantrasyon artışı Turco 2’nin yeni nesil ergin çıkışını azaltmasına rağmen 1000 ppm hariç hiçbir konsantrasyonda yeni nesil ergin çıkışını engelleyememiştir. Bunun yanında Turco 1’in 1000 ppm ve 750 ppm ve Insecto®’ un 1000 ve 750 ve 500 ppm konsantrasyonlarının yeni nesil ergin çıkışını tamamen engellendiği görülmüştür. Bu sonuçlar Insecto®’nun Turco 1’ e göre daha düşük konsantrasyonda yeni nesil ergin çıkışını tamamen engelleyebileceğini göstermiştir.



Şekil 9. Çeltik üzerinde yürütülen biyolojik testler sonunda elde edilen *Sitophilus granarius*' un ortalama yeni nesil ergin sayıları (adet).

4.3. Mısır Üzerinde *Sitophilus granarius* İle Yürütülen Biyolojik Testler

4.3.1. Yedinci ve on dördüncü sonunda biyolojik testlerden elde edilen ölüm oranları

Mısır üzerinde diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına 7 ve 14 gün süreyle maruz bırakılan *S. granarius* erginlerin ölüm oranları (%) sırasıyla Çizelge 8 ve Çizelge 9'da verilmektedir. Yapılan çift yönlü varyans analizleri sonucunda 7. ve 14. günde diatom çeşitlerinin (7. gün için $F_{2,72} = 1.98$, $P = 0.1531$; 14. gün için $F_{2,72} = 0.60$, $P = 0.5514$) ölüm oranları üzerinde istatistiksel açıdan önemli etkiye sahip olmadığı ancak uygulama konsantrasyonlarının (7. gün için $F_{5,72} = 15.98$, $P < 0.0001$; 14. gün için $F_{5,72} = 41.01$, $P < 0.0001$) 7. ve 14. günde ölüm oranları üzerinde istatistiki olarak önemli etkiye sahip olduğu saptanmıştır. Diatom çeşitleri ile uygulama konsantrasyonları arasındaki interaksiyonların (7. gün için $F_{10,72} = 0.66$, $P = 0.7614$; 14. gün için $F_{10,72} = 0.32$, $P = 0.5514$) 7. ve 14. günde istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır.

Yedinci gün sonunda herhangi bir diatom toprağı uygulanmamış çeltik üzerinde *S. granarius*' un doğal ölüm oranı ortalama % 2 olarak belirlenirken; bu oran 14. gün sonunda % 5'e ulaşmıştır. Herbir konsantrasyondaki diatom çeşitlerinin etkisi incelendiğinde yapılan varyans analizlerinde diatom çeşidinin 7. ve 14. gün sonundaki ölüm oranları üzerinde istatistiki olarak önemli etkiye sahip olmamıştır Buna göre 7. ve 14. gün sonunda tüm konsantrasyonlarda diatom çeşitlerinin ölüm oranları arasında önemli seviyede fark olmadığı görülmüştür (Çizelge 8; Çizelge 9). Tüm konsantrasyonlarda 7. ve 14. gün sonunda diatom çeşitleri oldukça düşük ölüm oranlarına sahip olmuştur. Diatom çeşitlerinin en yüksek konsantrasyonlarında 14. gün sonunda bile *S. granarius*'a ait ölüm oranları % 50'nin üzerine çıkmamıştır.

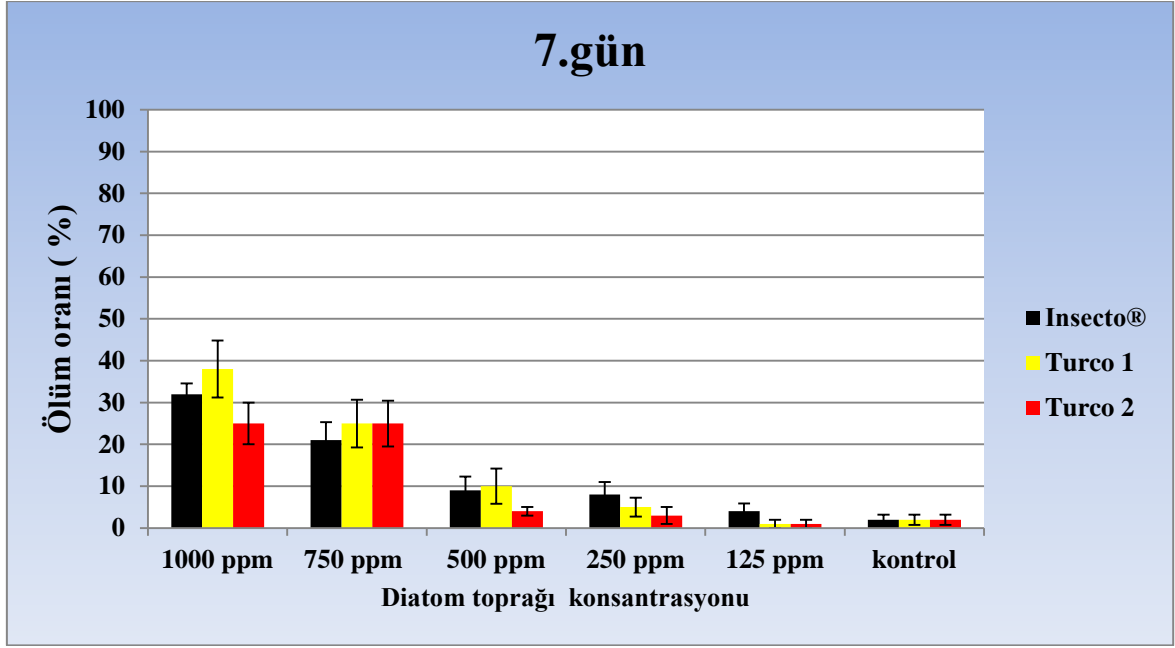
Çizelge 8. Mısır üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan *Sitophilus granarius* erginlerinin ölüm oranları

Konsantrasyon	Ölüm oranı (%)±S.hata			F ve P değeri	LSD değeri
	Turco 1	Turco 2	Insecto®		
1000 ppm	38.0±6.8 Aa	25.0±5 Aa	32.0±2.5 Aa	F _{2,12} =1.67 P=0.2291	-
750 ppm	25.0±5.7 Aa	25.0±5.4 Aa	21.0±4.3 Aa	F _{2,12} =0.14 P=0.8748	-
500 ppm	10.0±4.1 Ba	4.0±1 Ba	9.0±3.3 Ba	F _{2,12} =0.57 P=0.5811	-
250 ppm	5.0±2.2 BCa	3.0±2 Ba	8.0±3 Ba	F _{2,12} =1.65 P=0.2321	-
125 ppm	1.0±1 Ca	1.0±1 Ba	4.0±1.8C Ba	F _{2,12} =1.43 P=0.2766	-
Kontrol*	2.0±1.2 BC	2.0±1.2 B	2.0±1.2 C	-	-
F ve P değeri	F _{5,24} =12.44 P<0.0001	F _{5,24} =13.91 P<0.0001	F _{5,24} =11.63 P<0.0001		
LSD değeri	11.561	9.633	9.4292		

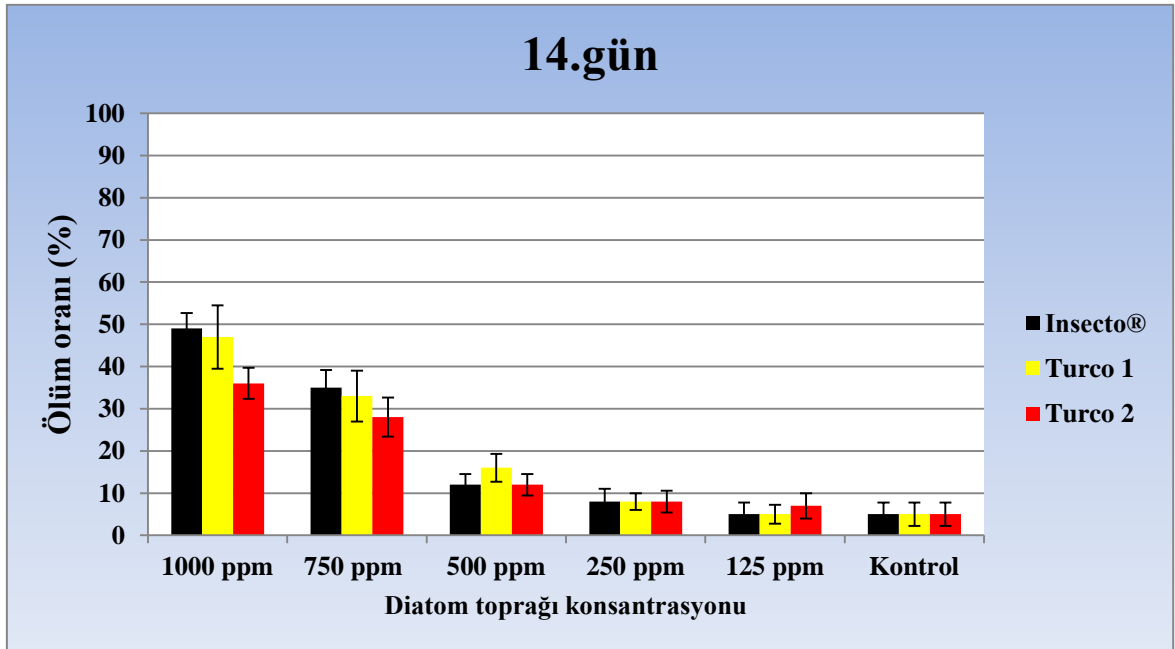
Çizelge 9. Mısır üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına 14 gün süreyle maruz bırakılan *Sitophilus granarius* erginlerinin ölüm oranları

Konsantrasyon	Ölüm oranı (%)±S.hata			F ve P değeri	LSD değeri
	Turco 1	Turco 2	Insecto®		
1000 ppm	47.0±7.5 Aa	36.0±3.6 Aa	49.0±3.6 Aa	F _{2,12} =0.98 P=0.4039	-
750 ppm	33.0±6 Aa	28.0±4.6 Aa	35.0±4.1 Aa	F _{2,12} =0.16 P=0.8532	-
500 ppm	16.0±3.3 Ba	12.0±2.5 Ba	12.0±2.5 Ba	F _{2,12} =0.72 P=0.5080	-
250 ppm	8.0±2 BCa	8.0±2.5 Ba	8.0±3 Ba	F _{2,12} =0.07 P=0.9360	-
125 ppm	5.0±2.2 Ca	7.0±3 Ba	5.0±2.7 Ba	F _{2,12} =0.07 P=0.9306	-
Kontrol*	5.0±2.7 C	5.0±2.7 B	5.0±2.7 B	-	-
F ve P değeri	F _{5,24} =13.32 P<0.0001	F _{5,24} =9.37 P<0.0001	F _{5,24} =20.41 P<0.0001		
LSD değeri	10.926	10.559	9.3474		

Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde LSD testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır. *Tüm diatom uygulamalarında beş tekerürlü tek kontrol grubu oluşturulmuştur.



Şekil 10. Mısır üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan *Sitophilus granarius* erginlerin 7. gün sonundaki ölüm oranları (%).



Şekil 11. Mısır üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan *Sitophilus granarius* erginlerin 14. gün sonundaki ölüm oranları (%).

Herbir diatom çeşidinde konsantrasyonların etkisi incelendiğinde genel olarak Turco 1’de konsantrasyon artıkça *S. granarius* erginlerinin ölüm oranlarında önemli seviyede artışın olduğu görülmüştür. Tüm diatom çeşitlerin 750 ve 1000 ppm konsantrasyonlarındaki ölüm oranları kontroldeki ölüm oranlarından önemli seviye daha yüksek bulunmuştur. Yedinci ve 14. gün sonunda tüm diatom çeşitlerinde konsantrasyonun 125 ppm’den 250 ppm’e ve 250 ppm’den 500 ppm’e artırılması *S. granarius* erginlerinin ölüm oranlarında istatistiksel açıdan önemli seviyede artışa neden olmazken, uygulama konsantrasyonunun 500 ppm’den 750 ppm’e yükseltilmesiyle tüm diatom çeşitlerinde 7. ve 14. gün sonlarında elde edilen ölüm oranlarında istatistiksel açıdan önemli seviyede artış gerçekleşmiştir (Çizelge 8; Çizelge 9). Tüm diatom topraklarının 750 ve 1000 ppm konsantrasyonlarında 7. ve 14. gün sonlarında elde edilen ölüm oranlarının istatistiki açıdan benzer olduğu görülürken, en yüksek ölüm oranları 1000 ppm konsantrasyonlarda bulunmuştur. Aynı konsantrasyonda diatom çeşitlerinin 7. gün sonunda *S. granarius* erginlerine karşı büyükten küçüğe doğru etkinlik sıralaması Turco 1 > Insecto® > Turco 2 iken; 14.gün sonunda Insecto® > Turco 1 > Turco 2 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 8; Çizelge 9).

.3.2. Biyolojik testler sonunda elde edilen *Sitophilus granarius*’ un yavru verimi

Mısır üzerinde yürütülen biyolojik testler sonunda elde edilen *S. granarius*’ un ortalama yeni nesil ergin sayıları (adet) Çizelge 10’ da verilmektedir. Yapılan çift yönlü varyans analizleri sonucunda diatom çeşitlerinin ($F_{2,72}=6.60$, $P<0.01$) ve uygulama konsantrasyonlarının ($F_{5,72}=41.16$, $P<0.0001$) ortalama yeni nesil ergin sayıları üzerinde istatistiksel açıdan önemli etkiye sahip olduğu ve bu iki faktörün arasında interaksiyonun ($F_{10,72}=0.66$, $P=0.761$) istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır.

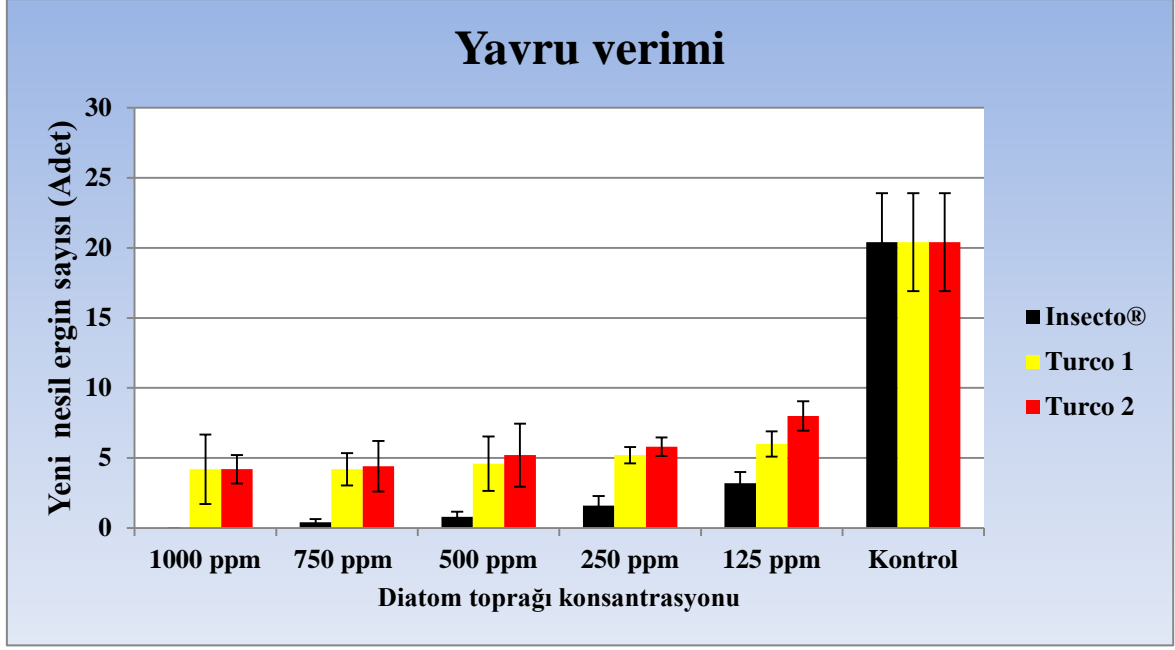
Herbir konsantrasyondaki 250 ppm haricindeki tüm konsantrasyonlarda diatom çeşitlerinin etkisi incelendiğinde Turco 1 ile Insecto® ‘ya ait *S. granarius*’ un ortalama yeni nesil ergin sayılarında istatistiksel açıdan önemli seviyede farklılıklar bulunmazken, Turco 2’nin 1000, 750 ve 500 ppm konsantrasyonlarından elde edilen ortalama yeni nesil ergin sayıları diğer diatom çeşitleri (Turco 1 ve Insecto®)’nden elde edilenlerle istatistiki olarak benzer bulunmuştur. Insecto®’dan elde edilen ortalama yeni nesil ergin sayısı 250 ppm konsantrasyonunda diğer 2 diatom çeşidinden (Turco 1 ve Turco 2) istatistiki olarak önemli derecede düşük olsada, 125 ppm konsantrasyonunda sadece Turco 2’den önemli seviyede düşük bulunmuştur.

Çizelge 10. Mısır üzerinde yürütülen biyolojik testler sonunda elde edilen *Sitophilus granarius*' un ortalama yeni nesil ergin sayıları (adet)

Konsantrasyon	Yeni nesil ergin sayısı (adet) ±S.hata			F ve P değeri	LSD değeri
	Turco 1	Turco 2	Insecto®		
1000 ppm	4.2±2.4 Ba	4.2±1 Ba	0±0 Ba	F _{2,12} =2.46 P=0.1275	-
750 ppm	4.2±1.1 Ba	4.4±1.8 Ba	0.4±0.2 Ba	F _{2,12} =3.27 P=0.0735	-
500 ppm	4.6±1.9 Ba	5.2±2.2 Ba	0.8±0.3 Ba	F _{2,12} =1.91 P=0.1908	-
250 ppm	5.2±0.5 Ba	5.8±0.6 Ba	1.6±0.6 Bb	F _{2,12} =12.48 P<0.01	1.981
125 ppm	6±0.8 Bab	8±1 Ba	3.2±0.8 Bb	F _{2,12} =6.87 P<0.05	2.8352
Kontrol*	20.4±3.5 A	20.4±3.5 A	20.4±3.5 A	-	-
F ve P değeri	F _{5,24} =9.94 P<0.0001	F _{5,24} =10.05 P<0.0001	F _{5,24} =27.75 P<0.0001		
LSD değeri	5.9149	5.732	4.3879		

Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde LSD testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır. *Tüm diatom uygulamalarında beş tekerürlü tek kontrol grubu oluşturulmuştur.

Herbir diatom çeşidinde konsantrasyonların etkisi incelendiğinde tüm diatom çeşitlerinin tüm konsantrasyonlarına ait ortalama yeni nesil ergin sayıları kontrole ait ortalama yeni nesil ergin sayılarından istatistiki olarak önemli seviyede daha düşük bulunmuştur (Çizelge 10). Tüm diatom toprakların konsantrasyon artış yeni nesil ergin sayılarında istatistiki açıdan önemli bir azalmaya neden olmazken ve her diatom çeşidinin tüm konsantrasyonlarında istatistiki açıdan benzer sayılarda ergin çıkışı saptanmıştır (Çizelge 10). Çalışma sonucunda sadece Insecto®'nun 1000 ppm konsantrasyonunda yeni nesil ergin çıkışı tamamen engellenmiştir.



Şekil 12. Mısır üzerinde yürütülen biyolojik testler sonunda elde edilen *Sitophilus granarius*' un ortalama yeni nesil ergin sayıları (adet).

4.4. Buğday Üzerinde *Rhyzopertha dominica* İle Yürütülen Biyolojik Testler

4.4.1. Yedinci ve on dördüncü sonunda biyolojik testlerden elde edilen ölüm oranları

Buğday üzerinde diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına 7 ve 14 gün süreyle maruz bırakılan *R. dominica* erginlerin ölüm oranları (%) sırasıyla Çizelge 11 ve Çizelge 12'de verilmektedir. Yapılan çift yönlü varyans analizleri sonucunda 7. ve 14. günde diatom çeşitlerinin (7. gün için $F_{2,72}=36.39$, $P<0.0001$; 14. gün için $F_{2,72}=37.35$, $P<0.0001$) ve uygulama konsantrasyonlarının (7. gün için $F_{5,72}=24.64$, $P<0.0001$; 14. gün için $F_{5,72}=48.38$, $P<0.0001$) ölüm oranları üzerinde istatistiksel açıdan önemli etkiye sahip olduğu ve bu iki faktörün arasında interaksiyonun (7. gün için $F_{10,72}=6.05$, $P<0.0001$; 14. gün için $F_{10,72}=5.17$, $P<0.0001$) istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır.

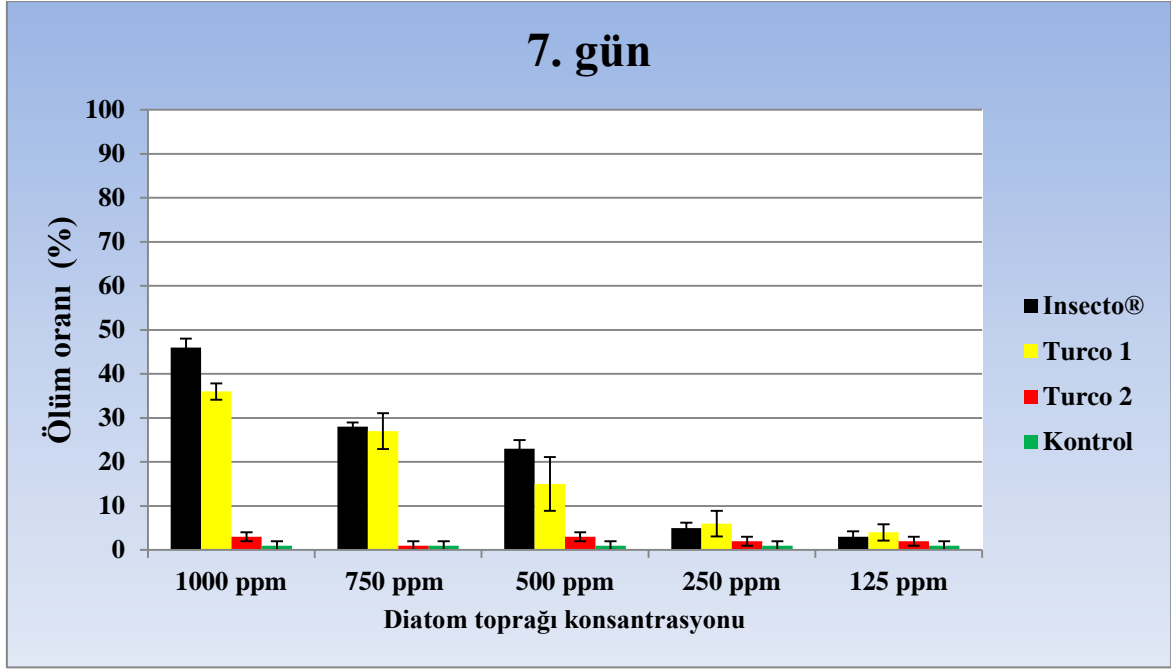
Çizelge 11. Buğday üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan *Rhizopertha dominica* erginlerinin ölüm oranları

Konsantrasyon	Ölüm oranı (%)±S.hata			F ve P değeri	LSD değeri
	Turco 1	Turco 2	Insecto®		
1000 ppm	36.0±1.8 Aa	3.0±2.0 Ab	46.0±1.8 Aa	F _{5,12} =64.01 P<0.0001	7.5337
750 ppm	27.0±4 Aa	1.0±1.0 Ab	28.0±4.8 Ba	F _{5,12} =34.61 P<0.0001	8.6919
500 ppm	15.0±6.1 Bab	3.0±2.0 Ab	23.0±2.5 Ba	F _{5,12} =5.11 P<0.05	15.164
250 ppm	6.0±2.9 CBa	2.0±1.2 Aa	5.0±1.5 Ca	F _{5,12} =0.87 P=0.4446	-
125 ppm	4.0±1.8 CBa	2.0±1.2 Aa	3.0±2.0 CDa	F _{5,12} =0.27 P=0.7670	-
Kontrol*	1.0±1.0 C	1.0±1.0 A	1.0±1.0 D	-	-
F ve P değeri	F _{5,12} =10.22 P<0.0001	F _{5,12} =0.27 P=0.9267	F _{5,12} =33.82 P<0.0001		
LSD değeri	12.233	-	8.0497		

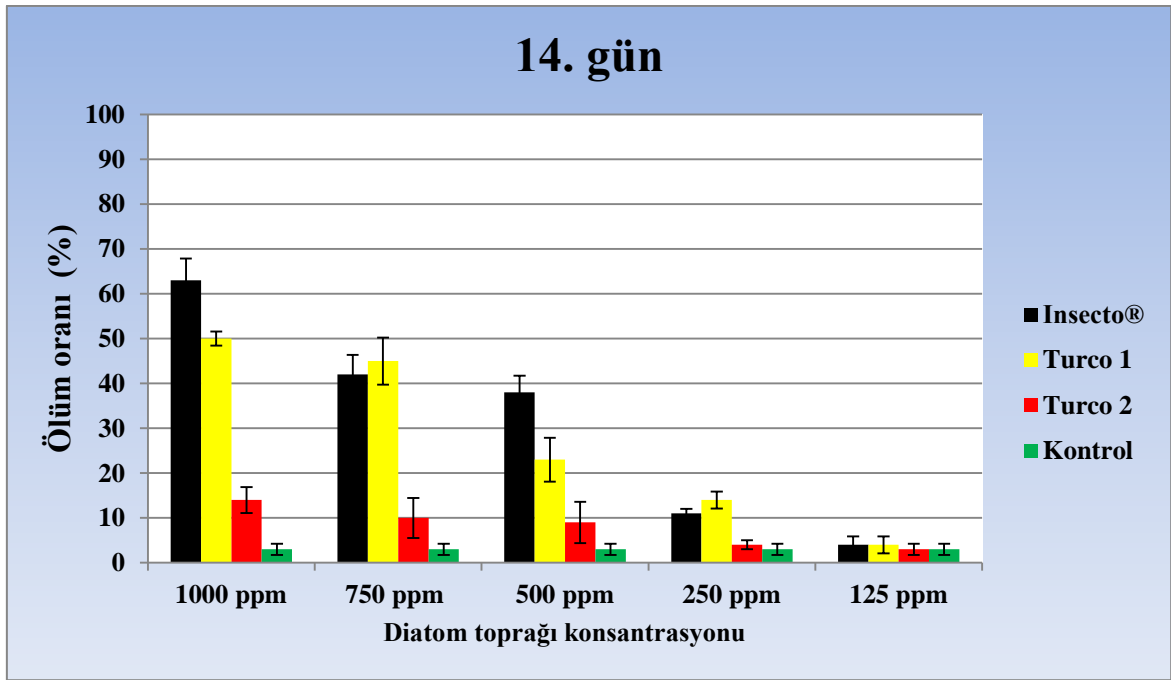
Çizelge 12. Buğday üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına 14 gün süreyle maruz bırakılan *Rhizopertha dominica* erginlerinin ölüm oranları

Konsantrasyon	Ölüm oranı (%)±S.hata			F ve P değeri	LSD değeri
	Turco 1	Turco 2	Insecto®		
1000 ppm	50.0±1.5 Ab	14.0±2.9 Ac	63.0±4.8 Aa	F _{5,12} =47.49 P<0.0001	7.2858
750 ppm	45.0±5.2 Aa	10.0±4.4 Ab	42.0±4.3 Ba	F _{5,12} =15.57 P<0.001	11.495
500 ppm	23.0±4.8 Ba	9.0±4.5 Ab	38.0±3.7 Ba	F _{5,12} =8.36 P<0.01	13.167
250 ppm	14.0±1.8 Ba	4.0±1.0 Ab	11.0±1.0 Ca	F _{5,12} =11.13 P<0.01	5.5693
125 ppm	4.0±1.8 Ca	3.0±1.2 Aa	4.0±1.8 Ca	F _{5,12} =0.03 P=0.9687	-
Kontrol*	3.0±1.2 C	3.0±1.2 A	3.0±1.2 D	-	-
F ve P değeri	F _{5,12} =29.16 P<0.0001	F _{5,12} =1.80 P=0.1500	F _{5,12} =45.06 P<0.0001		
LSD değeri	8.5985	-	8.0523		

Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde LSD testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. *Tüm diatom uygulamalarında beş tekerürlü tek kontrol grubu oluşturulmuştur.



Şekil 13. Buğday üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan *Rhyzopertha dominica* erginlerin 7. gün sonundaki ölüm oranları (%).



Şekil 14. Buğday üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan *Rhyzopertha dominica* erginlerin 14. gün sonundaki ölüm oranları (%).

Herbir konsantrasyondaki diatom çeşitlerinin etkisi incelendiğinde 7. ve 14. gün sonunda tüm konsantrasyonlarda (14. gün için 1000 ppm konsantrasyonları hariç) Turco 1 ile Insecto®'ya ait ölüm oranları arasında istatistiksel açıdan önemli seviyede farklılık bulunmazken, Turco 2 'ye ait ölüm oranları ise 7. gün için 125, 250 ve 500 ppm, 14. gün içinse sadece 125 ppm haricindeki tüm konsantrasyonlarda diğer iki diatom çeşidindeki (Turco 1 ve Insecto®) ölüm oranlarından istatistiki olarak önemli seviyede daha düşük olduğu bulunmuştur (Çizelge 11; Çizelge 12). Düşük konsantrasyonlarda (125 ve 250 ppm) tüm diatom çeşitleri 7. ve 14. gün sonunda %1 ile %14 arasında değişen çok düşük ölüm oranlarına sahip olmuşlardır. 750 ppm ve üzeri konsantrasyonlarda, 7. ve 14. gün sonunda Insecto®'ya ait ölüm oranları Turco 1 'de elde edilen ölüm oranlarından daha yüksek olsa da istatistiksel analizler sonucunda aralarında önemli seviyede farklılık olmadığı görülmüştür (14. günde 750 ppm konsantrasyonu hariç). Yedinci gün ve 14. gün sonunda hiçbir diatom uygulamasında *R.dominica* erginlerin %100 ölümü gerçekleşmemiştir (Çizelge 11, Çizelge 12). *Rhizophorthera dominica* erginlerin en yüksek ölüm oranına (%63) 14. gün sonunda Insecto®'nun 1000 ppm konsantrasyonunda ulaşılmıştır.

Herbir diatom çeşidinde konsantrasyonların etkisi incelendiğinde 7. ve 14. gün sonunda Turco 1 ve Insecto®'da konsantrasyon arttıkça *R.dominica* erginlerinin ölüm oranlarında genel olarak önemli seviyede artışın olduğu görülmüştür (Çizelge 11; Çizelge 12). Bunun yanında Turco 2 'de konsantrasyon artışının *R.dominica* erginlerinin ölüm oranlarında önemli seviyede artışa neden olmadığı bulunmuştur. Insecto® ve Turco 1 'de konsantrasyonun 125 ppm'den 250 ppm'e çıkarılması 7. gün sonunda ölüm oranlarında istatistiksel açıdan önemli artışa neden olmazken, 14.gün sonunda sadece Turco 1 'de önemli artış görülmüştür. Konsantrasyonlar 250 ppm'den 500 ppm'e çıkarıldığında 7. ve 14. gün sonunda sadece Insecto®'da istatistiki açıdan önemli artış görülürken, konsantrasyonun 500 ppm'den 750 ppm' e çıkarılmasıyla Turco 1 'de istatistiki açıdan önemli seviyede artış görülmüştür (Çizelge 11, Çizelge 12). Yüksek konsantrasyonlarda (750 ve 1000 ppm) Turco 1 ve Turco 2 ' de 7. ve 14. gün sonlarındaki ölüm oranları istatistiki açıdan benzer olurken, Insecto®'dan elde edilen ölüm oranları arasında istatistiksel açıdan farklılık gözlemlenmiştir (Çizelge 11; Çizelge 12). Tüm diatom toprakları için en yüksek ölüm oranları 1000 ppm konsantrasyonlarında gerçekleşirken, aynı konsantrasyonda diatom çeşitlerinin *R. dominica* erginlerine karşı büyükten küçüğe doğru etkinlik sıralaması 7. ve 14. günler için sonunda Insecto® > Turco 1 > Turco 2 olarak gerçekleşmiştir.

4.2. Biyolojik testler sonunda elde edilen *Rhizopertha dominica*'nın yavru verimi

Buğday üzerinde yürütülen biyolojik testler sonunda elde edilen *R. dominica*'nın ortalama yeni nesil ergin sayıları (adet) Çizelge 13' de verilmektedir. Yapılan çift yönlü varyans analizleri sonucunda diatom çeşitlerinin ($F_{2,72}=6.82, P<0.01$) ve uygulama konsantrasyonlarının ($F_{5,72}=25.63, P<0.0001$) yeni nesil ergin sayıları üzerinde istatistiksel açıdan önemli etkiye sahip olduğu ve bu iki faktörün arasında interaksiyonun ($F_{10,72}=1.11, P=0.3686$) istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır. Her bir konsantrasyondaki diatom çeşitlerinin etkisi incelendiğinde Turco 1 ile Insecto® 'ya ait *R. dominica*'nın ortalama yeni nesil ergin sayılarında tüm konsantrasyonlarda istatistiksel açıdan farklılık bulunmazken, Turco 2'ye ait ortalama yeni nesil ergin sayıları ise 125 ve 250 ppm haricindeki tüm konsantrasyonlarda diğer iki diatom çeşidinden (Turco 1 ve Insecto®) elde edilen yeni nesil ergin sayılarından istatistiksel açıdan önemli seviyede yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 13). Düşük konsantrasyonlarda (125 ve 250 ppm) tüm diatom çeşitlerinden elde edilen yeni nesil ergin sayıları istatistiki olarak benzer bulunmuştur. Tüm diatom çeşitlerinin hiçbir konsantrasyonunda yeni nesil ergin çıkışı engellenememiştir.

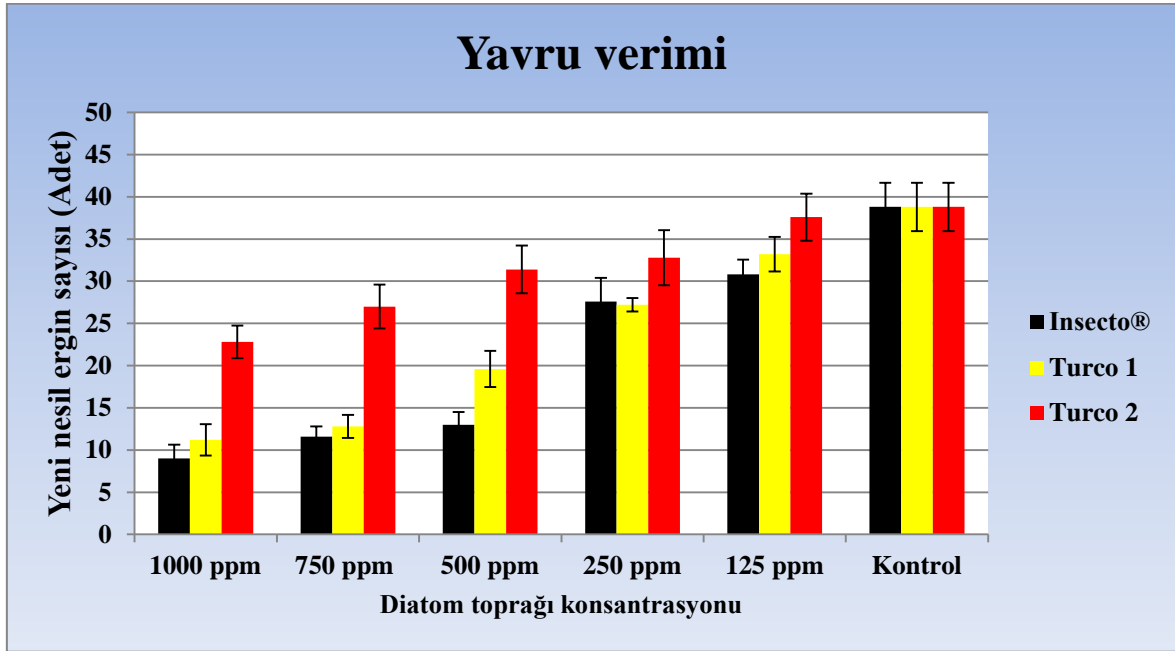
Çizelge 13. Buğday üzerinde yürütülen biyolojik testler sonunda elde edilen *Rhizopertha dominica*'nın ortalama yeni nesil ergin sayıları (adet)

Konsantrasyon	Yeni nesil ergin sayısı (adet)±S.hata			F ve P değeri	LSD değeri
	Turco 1	Turco 2	Insecto®		
1000 ppm	11.2±1.8 Db	22.8±1.93 Aa	9±1.6 Db	$F_{2,12}=8.26$ $P<0.01$	4.6117
750 ppm	12.8±1.3 Db	27±2.59 Aa	11.6±1.2 Db	$F_{2,12}=3.98$ $P<0.05$	3.7061
500 ppm	19.6±2.1 CDb	31.4±2.82 Aa	13±1.5 CDb	$F_{2,12}=2.03$ $P<0.05$	6.321
250 ppm	27.2±0.8 BCa	32.8±3.26 Aa	27.6±2.7 BCa	$F_{2,12}=1.03$ $P=0.3852$	-
125 ppm	33.2±2 ABa	37.6±2.79 Aa	30.8±1.7 BAa	$F_{2,12}=0.24$ $P=0.7910$	-
Kontrol*	38.8±2.8 A	38.8±2.8 A	38.8±2.8 A	-	-
F ve P değeri	$F_{5,24}=12.68$ $P<0.0001$	$F_{5,24}=2.47$ $P=0.0609$	$F_{5,24}=19.62$ $P<0.0001$		
LSD değeri	4.4073	-	4.0444		

Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde LSD testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütundaki farklı büyük harfler ve aynı satırdaki farklı küçük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

*Tüm diatom uygulamalarında beş tekerürlü tek kontrol grubu oluşturulmuştur.

Herbir diatom çeşidinde konsantrasyonların etkisi incelendiğinde 125 ppm hariç tüm konsantrasyonlarda Insecto® ve Turco 1' in ortalama yeni nesil ergin sayıları kontroldeki yeni nesil ergin sayılarından istatistiki olarak daha yüksek bulunmuştur. Turco 1 ile Insecto®'da konsantrasyon arttıkça yeni nesil ergin çıkışında istatistiki olarak önemli seviyede düşüş görülmüştür. Bu durum Turco 2'de gerçekleşmemiş ve tüm konsantrasyonlarda istatistiki olarak benzer sayılarda ergin çıkışı belirlenmiştir (Çizelge 13). Bunun yanında Insecto® ve Turco 1' in 500, 750 ve 1000 ppm konsantrasyonlarındaki yeni nesil ergin sayıları istatistiki olarak benzer olurken bu konsantrasyonlarındaki yeni nesil ergin sayıları 125 ve 250 ppm konsantrasyonlarındakinden istatistiki olarak daha düşük olduğu görülmüştür (Çizelge 13). Turco 1 ve Insecto®'da konsantrasyon artışının yeni nesil ergin çıkışını genel olarak azalttığı görülse de hiçbir zaman yeni nesil ergin çıkışını tamamen engellememiştir.



Şekil 15. Buğday üzerinde yürütülen biyolojik testler sonunda elde edilen *Rhizopertha dominica*'nın ortalama yeni nesil ergin sayıları (adet).

5. Çeltik Üzerinde *Rhizopertha dominica* İle Yürütülen Biyolojik Testler

4.5.1. Yedinci ve on dördüncü sonunda biyolojik testlerden elde edilen ölüm oranları

Çeltik üzerinde diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına 7 ve 14 gün süreyle maruz bırakılan *R. dominica* erginlerin ölüm oranları (%) sırasıyla Çizelge 14 ve Çizelge 15’de verilmektedir. Yapılan çift yönlü varyans analizleri sonucunda 7. ve 14. günde diatom çeşitlerinin (7. gün için $F_{2,72} = 26.94$, $P < 0.0001$; 14. gün için $F_{2,72} = 61.80$, $P < 0.0001$) ve uygulama konsantrasyonlarının (7. gün için $F_{5,72} = 43.47$, $P < 0.0001$; 14. gün için $F_{5,72} = 120.26$, $P < 0.0001$) ölüm oranları üzerinde istatistiksel açıdan önemli etkiye sahip olduğu ve bu iki faktörün arasında interaksiyonun sadece 14. gün sonunda (7. gün için $F_{10,72} = 1.52$, $P = 0.1511$; 14. gün için $F_{10,72} = 3.57$, $P < 0.001$) istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır.

Herbir konsantrasyondaki diatom çeşitlerinin etkisi incelendiğinde 7. ve 14. gün sonunda tüm konsantrasyonlarda Turco 1 ile Insecto®’ya ait ölüm oranları arasında istatistiksel açıdan önemli seviyede farklılık bulunmazken, Turco 2 ‘ye ait ölüm oranları ise 7. ve 14. gün 125 ppm haricindeki tüm konsantrasyonlarda diğer iki diatom çeşidindeki (Turco 1 ve Insecto®) ölüm oranlarından istatistiki olarak önemli seviyede daha düşük olduğu bulunmuştur (Çizelge 14; Çizelge 15). Düşük konsantrasyonlarda (125 ve 250 ppm) tüm diatom çeşitleri 7. ve 14. gün sonunda %1 ile %29 arasında değişen çok düşük ölüm oranlarına sahip olmuşlardır. 500 ppm ve üzeri konsantrasyonlarda, 7. ve 14. gün sonunda Insecto®’ya ait ölüm oranları Turco 1’de elde edilen ölüm oranlarından daha yüksek olsa da yapılan istatistik analizlerinde aralarında istatistiksel olarak önemli farklılık olmadığı görülmüştür (Çizelge 14; Çizelge 15). Yedinci ve 14. gün sonunda hiçbir diatom uygulamasında *R. dominica* erginlerin %100 ölümü gerçekleşmemiştir (Çizelge 14; Çizelge 15). *Rhizopertha dominica* erginlerin en yüksek ölüm oranına (%75) 14. gün sonunda Insecto®’nun 1000 ppm konsantrasyonunda ulaşılmıştır.

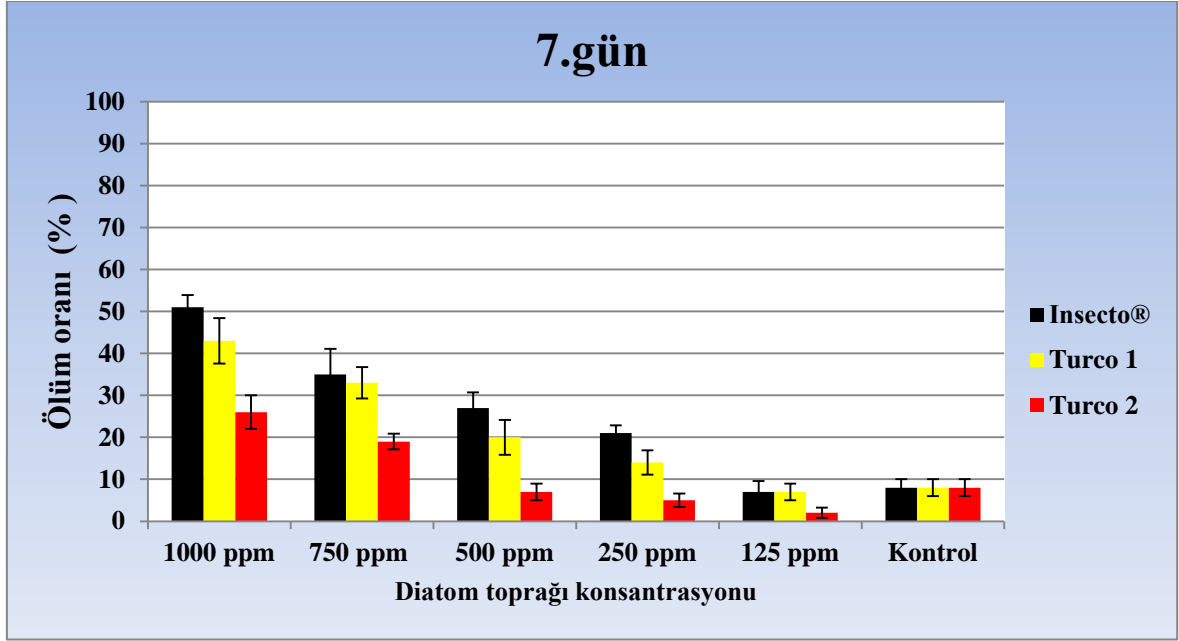
Çizelge 14. Çeltik üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan *Rhizopertha dominica* erginlerinin ölüm oranları

Konsantrasyon	Ölüm oranı (%)±S.hata			F ve P değeri	LSD değeri
	Turco 1	Turco 2	Insecto®		
1000 ppm	43.0±5.3 Aa	26.0±4 Ab	51.0±2.9 Aa	F _{5,12} =9.19 P<0.01	7.912
750 ppm	33.0±3.7 Aa	19.0±1.8 Ab	35.0±6.1 Ba	F _{5,12} =4.47 P<0.05	8.2017
500 ppm	20.0±4.1 Ba	7.0±2.0 Bb	27.0±3.7 BCa	F _{5,12} =8.96 P<0.01	9.2616
250 ppm	14.0±2.9 BCa	5.0±1.5 BCb	21.0±1.8 Ca	F _{5,12} =10.63 P<0.01	7.5297
125 ppm	7.0±2.0 Ca	2.0±1.2 BCa	7.0±2.5 Da	F _{5,12} =1.87 P=0.1969	-
Kontrol*	8.0±2.0 C	8.0±2 B	8.0±2.0 D	-	-
F ve P değeri	F _{5,12} =14.40 P<0.0001	F _{5,12} =11.68 P<0.0001	F _{5,12} =20.75 P<0.0001		
LSD değeri	8.2332	7.9997	7.7933		

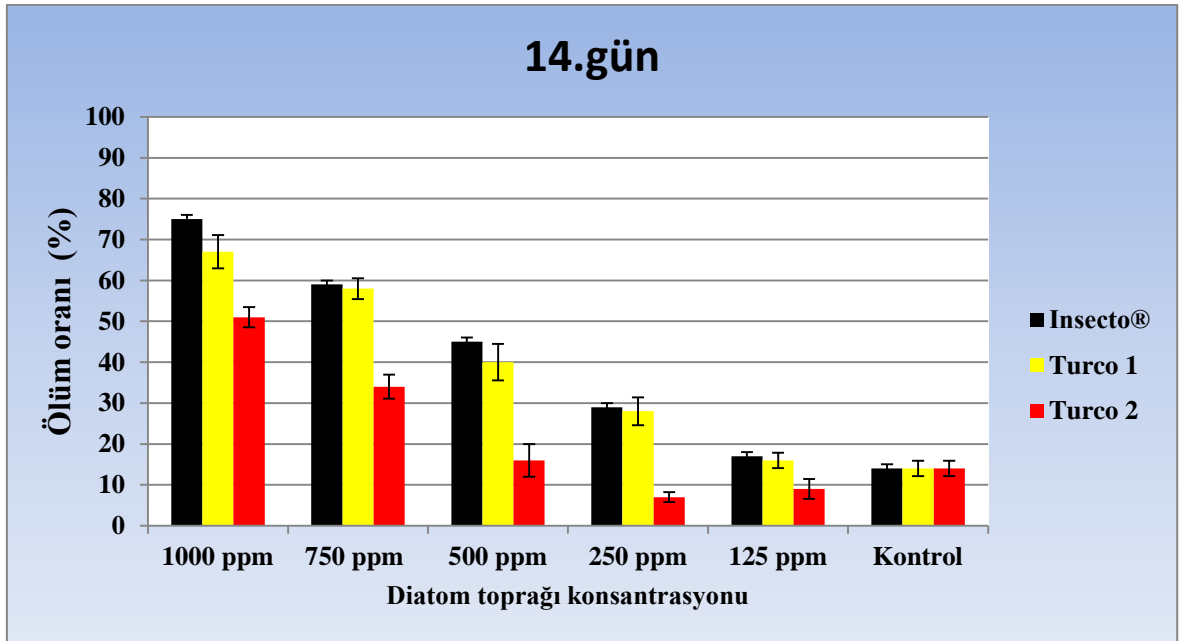
Çizelge 15. Çeltik üzerinde farklı üç diatom toprağının konsantrasyonlarına 14 gün süreyle maruz bırakılan *Rhizopertha dominica* erginlerinin ölüm oranları

Konsantrasyon	Ölüm oranı (%)±S.hata			F ve P değeri	LSD değeri
	Turco 1	Turco 2	Insecto®		
1000 ppm	67.0±4.0 Aa	51.0±2.4 Ab	75.0±2.7 Aa	F _{2,12} =13.69 P<0.001	6.168
750 ppm	58.0±2.5 Aa	34±2.9 Bb	59.0±2.4 Ba	F _{2,12} =27.72 P<0.0001	4.844
500 ppm	40.0±4.4 Ba	16.0±4.0 Cb	45.0±3.5 Ca	F _{2,12} =14.40 P<0.001	8.4218
250 ppm	28.0±3.3 Ca	10.0±1.5 Cb	29.0±2.9 Da	F _{2,12} =29.28 P<0.0001	5.5951
125 ppm	16.0±1.8 Da	7.0±1.2 Ca	17.0±2 Ea	F _{2,12} =3.34 P=0.0702	-
Kontrol*	14.0±1.8 D	14.0±1.8 C	14.0±1.8 E	-	-
F ve P değeri	F _{5,24} =44.32 P<0.0001	F _{5,24} =24.07 P<0.0001	F _{5,24} =77.93 P<0.0001		
LSD değeri	5.9924	7.1825	4.9876		

Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde LSD testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. *Tüm diatom uygulamalarında beş tekerürlü tek kontrol grubu oluşturulmuştur.



Şekil 16. Çeltik üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan *Rhyzopertha dominica* erginlerin 7. gün sonundaki ölüm oranları (%).



Şekil 17. Çeltik üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan *Rhyzopertha dominica* erginlerin 14. gün sonundaki ölüm oranları (%).

Herbir diatom çeşidinde konsantrasyonların etkisi incelendiğinde 7. ve 14. gün sonunda Turco 1 ve Insecto®’da konsantrasyon artıka *R.dominica* erginlerinin ölüm oranlarında genel olarak önemli seviyede artışın olduğu görülürken, Turco 2’de konsantrasyonlardaki artışın ölüm oranları üzerinde istatistiki açıdan genel olarak önemli etki göstermediği saptanmıştır (Çizelge 14; Çizelge 15). Konsantrasyonun 125 ppm’den 250 ppm’ çıkarılması 7. gün sonunda sadece Insecto®’dan elde edilen ölüm oranlarında istatistiki açıdan önemli seviyede artış göstermiştir. On dördüncü gün sonunda elde edilen ölüm oranlarında ise Turco 1 ve Insecto®’da istatistiki açıdan önemli seviyede artış gözlemlenmiştir. Uygulama konsantrasyonu 250 ppm’den 500 ppm’e çıkarıldığında ise 7.gün sonunda elde edilen ölüm oranları istatistiki olarak benzer olurken, 14. gün sonunda Turco 1 ve Insecto®’da istatistiki açıdan önemli seviyede artış gerçekleşmiştir (Çizelge 14; Çizelge 15). Konsantrasyon 500 ppm’den 750 ppm’e çıkarıldığında ise Insecto®’da 7. gün sonunda istatistiki açıdan önemli bir artış görülmezken, 14.gün sonunda elde edilen ölüm oranlarında tüm diatom çeşitlerinde istatistiki olarak önemli artış görülmüştür. Tüm diatom toprakları için en yüksek ölüm oranları 1000 ppm konsantrasyonlarında gerçekleşirken, aynı konsantrasyonda 7. ve 14. gün sonunda diatom çeşitlerinin *R. dominica* erginlerine karşı büyükten küçüğe doğru etkinlik sıralaması sonunda Insecto® > Turco 1 > Turco 2 olarak geçekleşmiştir.

4.5.2. Biyolojik testler sonunda elde edilen *Rhyzopertha dominica*’nın yavru verimi

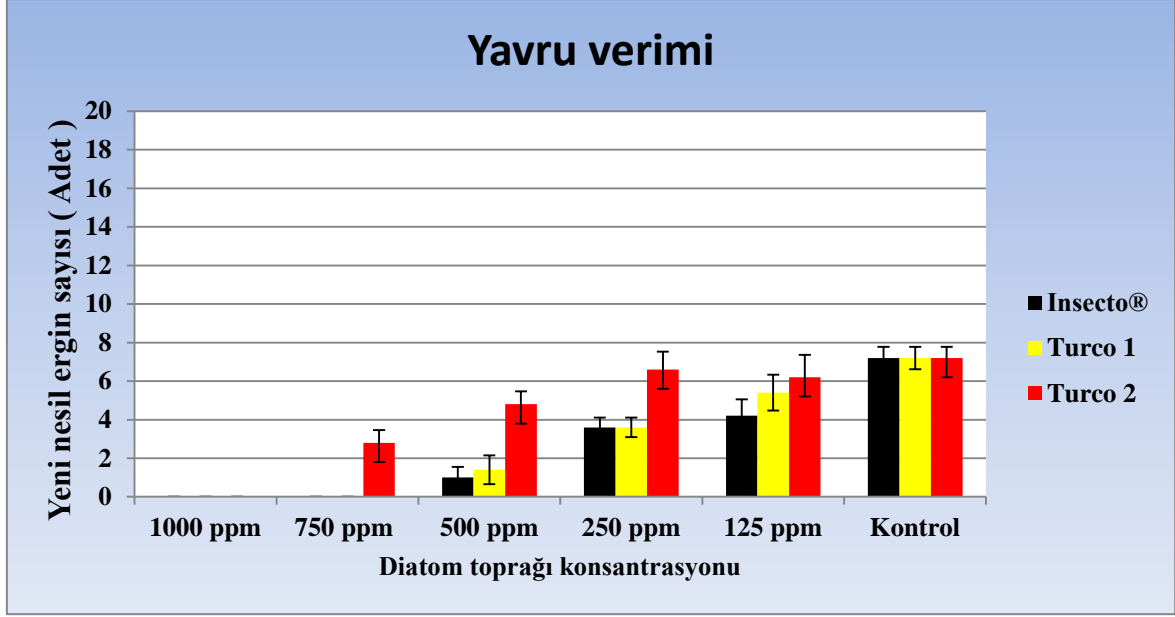
Çeltik üzerinde yürütölen biyolojik testler sonunda elde edilen *R. dominica*’nın ortalama yeni nesil ergin sayıları (adet) Çizelge 16’ da verilmektedir. Yapılan çift yönlü varyans analizleri sonucunda diatom çeşitlerinin ($F_{2,72}=16.75$, $P<0.0001$) ve uygulama konsantrasyonlarının ($F_{5,72}=120.26$, $P<0.0001$) yeni nesil ergin sayıları üzerinde istatistiksel açıdan önemli etkiye sahip olduğu ve bu iki faktörün arasında interaksiyonun ($F_{10,72}=3.57$, $P<0.05$) istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır. Herbir konsantrasyondaki diatom çeşitlerinin etkisi incelendiğinde Turco 1 ile Insecto®’ ya ait *R. dominica*’nın ortalama yeni nesil ergin sayılarında tüm konsantrasyonlarda istatistiksel açıdan farklılık bulunmazken, Turco 2’ye ait ortalama yeni nesil ergin sayıları ise 125 ve 1000 ppm haricindeki tüm konsantrasyonlarda diğer iki diatom çeşidinden (Turco 1 ve Insecto®) elde edilen yeni nesil ergin sayılarından istatistiksel açıdan önemli seviyede yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 16). Tüm diatom çeşitlerinde en düşük (125 ppm) ve en yüksek (1000 ppm) konsantrasyonlarından elde edilen ortalama yeni nesil ergin sayıları istatistiki olarak benzer bulunmuştur.

Çizelge 16. Çeltik üzerinde yürütülen biyolojik testler sonunda elde edilen *Rhizopertha dominica*'nın ortalama yeni nesil ergin sayıları (adet)

Konsantrasyon	Yeni nesil ergin sayısı (adet)±S.hata			F ve P değeri	LSD değeri
	Turco 1	Turco 2	Insecto®		
1000 ppm	0±0 Da	0±0 Da	0±0 Ca	-	-
750 ppm	0±0 Db	2.8±0.6 Ca	0±0 Cb	F _{5,12} =17.82 P<0.001	1.1801
500 ppm	1.4±0.7 Db	4.8±0.6 CBa	1±0.5 Cb	F _{5,12} =10.06 P<0.01	2.0284
250 ppm	3.6±0.5 Cb	6.6±0.9 BAa	3.6±0.5 Bb	F _{5,12} =6.52 P<0.05	2.0898
125 ppm	5.4±0.9 Ba	6.2±1.1 BAa	4.2±0.8 Ba	F _{5,12} =1.03 P=0.3878	-
Kontrol*	7.2±0.5 A	7.2±0.5 A	7.2±0.5 A	-	-
F ve P değeri	F _{5,24} =26.31 P<0.0001	F _{5,24} =13.25 P<0.0001	F _{5,24} =29.83 P<0.0001		
LSD değeri	1.6936	2.2036	1.526		

Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde LSD testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır. *Tüm diatom uygulamalarında beş tekerürlü tek kontrol grubu oluşturulmuştur.

Herbir diatom çeşidinde konsantrasyonların etkisi incelendiğinde Insecto® ve Turco 1 çeşitlerinin tüm konsantrasyonlarına ait yeni nesil ergin sayıları kontrole ait yeni nesil ergin sayılarından istatistiki olarak önemli seviyede daha düşük bulunmuştur (Çizelge 16). Turco 2'de konsantrasyon arttıkça yeni nesil ergin sayılarında önemli seviye azalma olurken, Turco 1 ve Insecto®'da genel olarak bu durum görülmemiştir (Çizelge16). Insecto® ve Turco 1'de 500 ppm ve üzeri konsantrasyonlarda yeni nesil ergin sayıları istatistiki olarak benzer bulunurken bu konsantrasyonlarda elde edilen ortalama yeni nesil ergin sayıları düşük konsantrasyonlardan (125 ve 250 ppm) istatistiki açıdan önemli seviyede düşük bulunmuştur. Turco 2 'de uygulama konsantrasyonundaki artış yeni nesil ergin çıkışı azaltmasına rağmen 1000 ppm haricinde hiçbir konsantrasyonda yeni nesil ergin çıkışı engellenememiştir. Bunun yanında Turco 1 ve Insecto®'da 1000 ve 750 ppm konsantrasyonlarının yeni nesil ergin çıkışı tamamen engellediği görülmüştür.



Şekil 18. Çeltik üzerinde yürütülen biyolojik testler sonunda elde edilen *Rhyzopertha dominica*'nin ortalama yeni nesil ergin sayıları (adet).

4.6. Mısır Üzerinde *Rhyzopertha dominica* İle Yürütülen Biyolojik Testler

4.6.1. Yedinci ve on dördüncü sonunda biyolojik testlerden elde edilen ölüm oranları

Mısır üzerinde diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına 7 ve 14 gün süreyle maruz bırakılan *R. dominica* erginlerin ölüm oranları (%) sırasıyla Çizelge 17 ve Çizelge 17'de verilmektedir. Yapılan çift yönlü varyans analizleri sonucunda 7. ve 14. günde diatom çeşitlerinin (7. gün için $F_{2,72}=9.28$, $P<0.001$; 14. gün için $F_{2,72}=8.65$, $P<0.001$) ve uygulama konsantrasyonlarının (7. gün için $F_{5,72}=7.04$, $P<0.0001$; 14. gün için $F_{5,72}=13.11$, $P<0.0001$) ölüm oranları üzerinde istatistiksel açıdan önemli etkiye sahip olduğu ve bu iki faktörün arasındaki interaksiyonun (7. gün için $F_{10,72}=1.52$, $P=0.1179$; 14. gün için $F_{10,72}=1.10$, $P=0.3726$) istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır.

Herbir konsantrasyondaki diatom çeşitlerinin etkisi incelendiğinde 7. ve 14. gün sonunda tüm konsantrasyonlarda Turco 1 ile Insecto®'ya ait ölüm oranları arasında istatistiksel açıdan önemli seviyede farklılık bulunmamıştır. Turco 2 'ye ait ölüm oranları ise 7. ve 14.gün sonunda sadece 1000 ve 750 ppm konsantrasyonlarında diğer iki diatom çeşidinden elde edilen ölüm oranlarından önemli seviyede daha düşük olduğu görülmüştür (Çizelge 17; Çizelge 18). Tüm konsantrasyonlarda 7. ve 14. gün sonunda diatom çeşitleri oldukça düşük ölüm oranlarına sahip olmuştur. Diatom çeşitlerinin en yüksek konsantrasyonlarında 14. gün sonunda bile ölüm oranları % 21'nin üzerine çıkmamıştır.

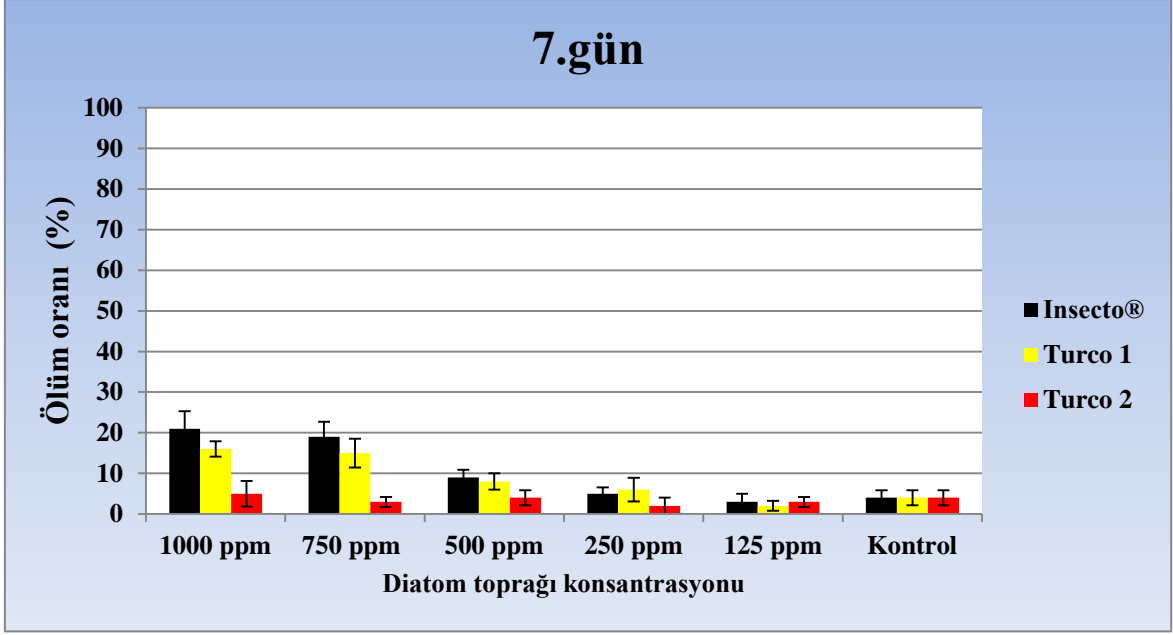
Çizelge 17. Mısır üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan *Rhizophorthera dominica* erginlerinin ölüm oranları

Konsantrasyon	Ölüm oranı (%)±S.hata			F ve P değeri	LSD değeri
	Turco 1	Turco 2	Insecto®		
1000 ppm	16.0±1.8 Aa	5.0±3.1 Ab	21.0±4.3 Aa	F _{5,12} =7.82 P<0.01	10.899
750 ppm	15.0±3.5 Aa	3.0±1.2 Ab	14.0±3.6 Aa	F _{5,12} =6.84 P<0.05	9.5084
500 ppm	8.0±2.0 ABa	4.0±1.8 Aa	9.0±1.8 ABa	F _{5,12} =2.78 P=0.1021	-
250 ppm	6.0±2.9 BCa	2.0±2.0 Aa	5.0±1.5 BCa	F _{5,12} =1.24 P=0.3236	-
125 ppm	2.0±1.2 Ca	3.0±1.2 Aa	3.0±2.0 Ca	F _{5,12} =0.14 P=0.8691	-
Kontrol*	4.0±1.8 BC	4.0±1.8 A	4.0±1.8 BC	-	-
F ve P değeri	F _{5,24} =5.33 P<0.01	F _{5,24} =0.26 P=0.9313	F _{5,24} =6.06 P<0.001		
LSD değeri	9.3375	-	9.3262		

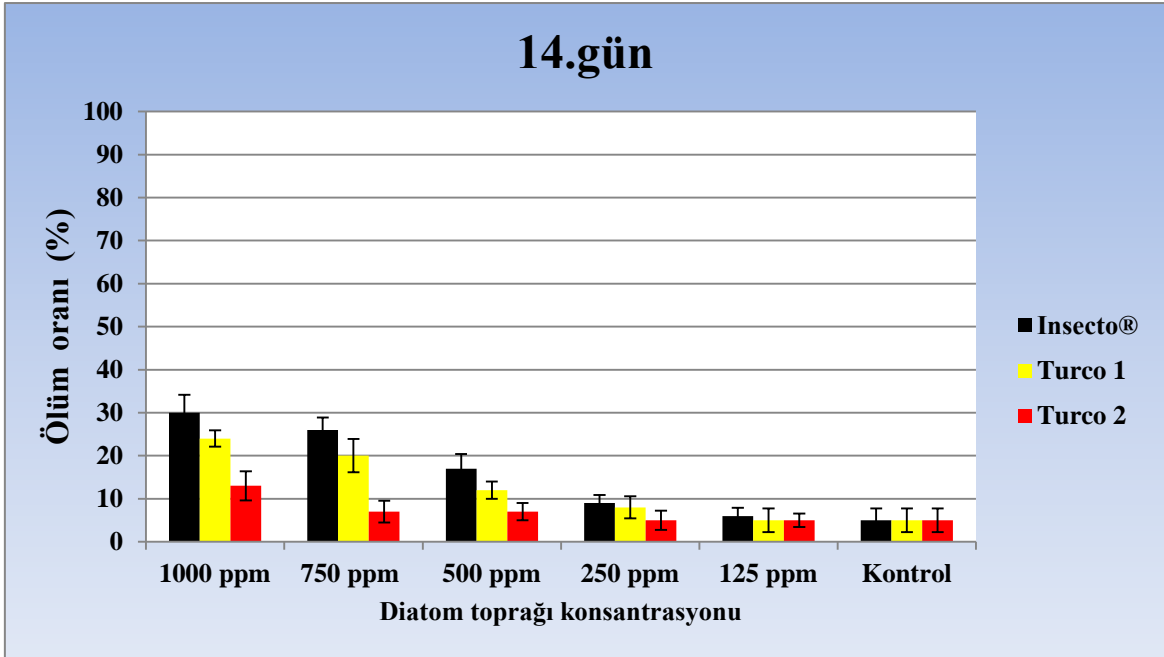
Çizelge 18. Mısır üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına 14 gün süreyle maruz bırakılan *Rhizophorthera dominica* erginlerinin ölüm oranları

Konsantrasyon	Ölüm oranı (%)±S.hata			F ve P değeri	LSD değeri
	Turco 1	Turco 2	Insecto®		
1000 ppm	24.0±1.8 Aa	13.0±3.3 Ab	30.0±4.1 Aa	F _{2,12} =7.09 P<0.01	7.5336
750 ppm	20.0±3.8 Aa	7.0±2.5 Ab	26.0±2.9 ABa	F _{2,12} =8.04 P<0.01	9.6187
500 ppm	12.0±2.0 ABa	7.0±2.0 Aa	17.0±3.3 BCa	F _{2,12} =3.11 P=0.0818	-
250 ppm	8.0±2.5 Ba	5.0±2.2 Aa	9.0±1.8 DCa	F _{2,12} =1.07 P=0.3740	-
125 ppm	5.0±2.7 Ba	5.0±1.5 Aa	8.0±1.8 Da	F _{2,12} =0.15 P=0.8604	-
Kontrol*	5.0±2.7 B	5.0±2.7 A	5.0±2.7 D	-	-
F ve P değeri	F _{5,24} =5.87 P<0.01	F _{5,24} =1.11 P=0.3797	F _{5,24} =10.37 P<0.0001		
LSD değeri	9.9665	-	8.6622		

Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde LSD testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler istatistik olarak birbirinden farklıdır. *Tüm diatom uygulamalarında beş tekerürlü tek kontrol grubu oluşturulmuştur.



Şekil 19. Mısır üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan *Rhyzopertha dominica* erginlerin 7. gün sonundaki ölüm oranları (%).



Şekil 20. Mısır üzerinde farklı üç diatom toprağının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan *Rhyzopertha dominica* erginlerin 14. gün sonundaki ölüm oranları (%).

Yedinci ve 14. gün sonunda 500 ppm ve üzeri konsantrasyonlarda, Insecto®'ya ait ölüm oranları (7.gün için 750 ppm hariç) Turco 1'de elde edilen ölüm oranlarından daha yüksek olsa da yapılan istatistik analizlerinde aralarında istatistiksel olarak önemli farklılık olmadığı görülmüştür (Çizelge 17; Çizelge 18). Herbir diatom çeşidinde konsantrasyonların etkisi incelendiğinde 7. ve 14. gün sonunda Turco 2' de konsantrasyon arttıkça *R. dominica* erginlerinin ölüm oranlarında istatistiki olarak önemli seviyede artış gerçekleşmemiştir (Çizelge 17; Çizelge 18). *Rhizophorthera dominica* erginlerin en yüksek ölüm oranına (%30) 14. gün sonunda Insecto®'nun 1000 ppm konsantrasyonunda ulaşılmış ve hiçbir diatom çeşidinin hiçbir konsantrasyonunda % 100 ölüm gerçekleşmemiştir. Tüm diatom toprakları için en yüksek ölüm oranları 1000 ppm konsantrasyonlarında gerçekleşirken, aynı konsantrasyonda sıralaması 7. ve 14. gün sonunda diatom çeşitlerinin *R. dominica* erginlerine karşı büyükten küçüğe doğru etkinlik sonunda Insecto® > Turco 1 > Turco 2 olarak gerçekleşmiştir.

4.6.2. Biyolojik testler sonunda elde edilen *Rhizophorthera dominica*'nın yavru verimi

Mısır üzerinde yürütülen biyolojik testler sonunda elde edilen *R. dominica*'nın ortalama yeni nesil ergin sayıları (adet) Çizelge 20' de verilmektedir. Yapılan çift yönlü varyans analizleri sonucunda diatom çeşitlerinin ($F_{2,72}=6.82$, $P<0.01$) ve uygulama konsantrasyonlarının ($F_{5,72}=25.63$, $P<0.0001$) yeni nesil ergin sayıları üzerinde istatistiksel açıdan önemli etkiye sahip olduğu ve bu iki faktörün arasında interaksiyonun ($F_{10,72}=1.11$, $P=0.3686$) istatistiksel açıdan önemli olmadığı görülmüştür.

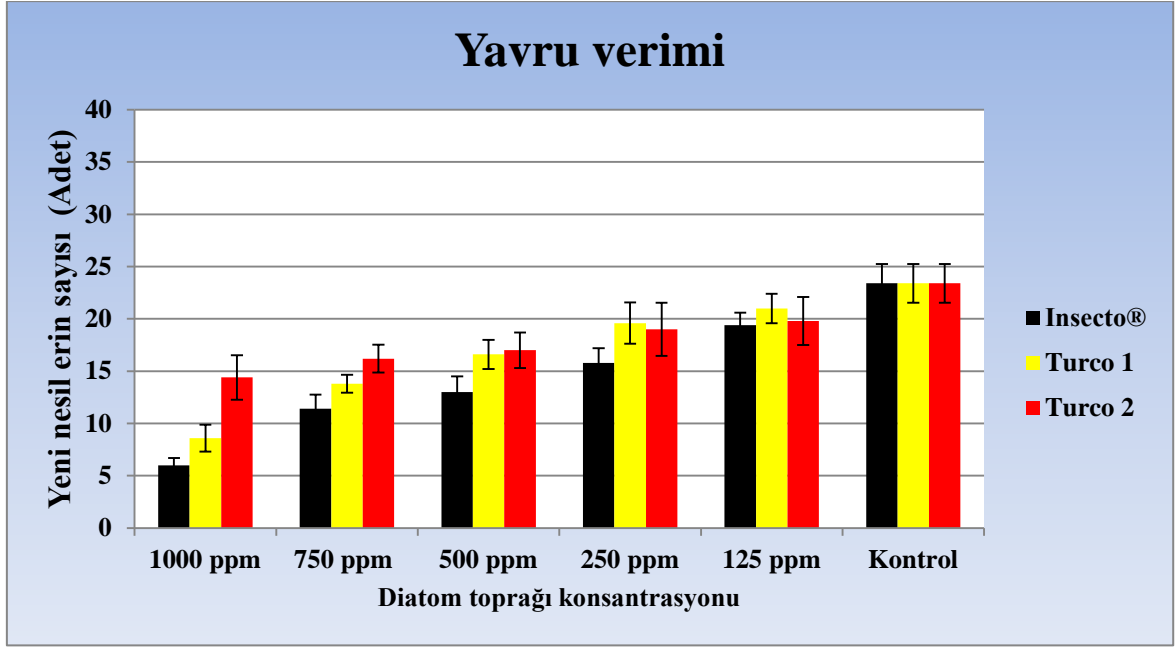
Herbir konsantrasyondaki diatom çeşitlerinin etkisi incelendiğinde 750 ve 1000 ppm haricindeki tüm konsantrasyonlarda tüm diatom çeşitlerine ait *R. dominica*'nın ortalama yeni nesil ergin sayıları aralarında istatistiksel açıdan önemli farklılık bulunmamıştır (Çizelge 19). 1000 ve 750 ppm konsantrasyonlarında Insecto®'dan elde edilen ortalama yeni nesil ergin sayıları Turco 1'den elde edilenlerden daha düşük olsa da aralarında istatistiki açıdan önemli farklılık görülmemiştir. Bunun yanında 1000 ppm konsantrasyonda Turco 2 'ye ait ortalama yeni nesil ergin sayıları diğer iki diatom çeşidinden (Turco 1 ve Insecto®) elde edilen yeni nesil ergin sayılarından istatistiksel açıdan önemli seviyede daha yüksek olduğu görülmüştür.

Çizelge 19. Mısır üzerinde yürütülen biyolojik testler sonunda elde edilen *Rhyzopertha dominica*'nın ortalama yeni nesil ergin sayıları (adet)

Konsantrasyon	Yeni nesil ergin sayısı (adet)±S.hata			F ve P değeri	LSD değeri
	Turco 1	Turco 2	Insecto®		
1000 ppm	8.6±1.2 Db	14.4±2.1 Aa	6±0.7 Eb	F _{2,12} =8.26 P<0.01	4.6117
750 ppm	13.8±0.8 Cab	16.2±1.3 Aa	11.4±1.36 Db	F _{2,12} =3.98 P<0.05	3.7061
500 ppm	16.6±1.4 BCa	17±1.7 Aa	13±1.52 DCa	F _{2,12} =2.03 P=0.1736	-
250 ppm	19.6±1.9 BAa	19±2.5 Aa	15.8±1.39 BCa	F _{2,12} =1.03 P=0.3878	-
125 ppm	21±1.4 BAa	19.8±2.2 Aa	19.4±1.21 BAa	F _{2,12} =0.24 P=0.7910	-
Kontrol*	23.4±1.8 A	23.4±1.8 A	23.4±1.8 A	-	-
F ve P değeri	F _{5,24} =12.68 P<0.0001	F _{5,24} =2.47 P=0.0609	F _{5,24} =19.62 P<0.0001		
LSD değeri	4.4073	-	4.0444		

Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde LSD testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. *Tüm diatom uygulamalarında beş tekerürlü tek kontrol grubu oluşturulmuştur.

Herbir diatom çeşidinde konsantrasyonların etkisi incelendiğinde Insecto® ve Turco 1'nin tüm konsantrasyonlarından elde edilen ortalama yeni nesil ergin sayıları arasında istatistiksel açıdan önemli farklılıkların olduğu görülmüştür (Çizelge 19). Turco 2'nin tüm konsantrasyonlarından elde edilen ortalama yeni nesil ergin sayıları arasında ise istatistiksel açıdan önemli farklılığın olmadığı bulunmuştur. Insecto® ve Turco 1'nin 500 ve 750 ppm konsantrasyonlarında elde edilen ortalama yeni nesil ergin sayıları istatistiksel açıdan benzerlik bulunurken, 1000 ppm konsantrasyonda elde edilen yeni nesil ergin sayıları diğer tüm konsantrasyonlardakinden istatistiksel açıdan daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 19). Turco 1 ve Insecto®'nun yüksek konsantrasyonları *R. dominica*'nın yeni nesil ergin sayısını büyük oranda düşürmesine rağmen diatom çeşitlerinin hiçbir konsantrasyonunda yeni nesil ergin çıkışı tamamiyle engellenememiştir.



Şekil 21. Mısır üzerinde yürütölen biyolojik testler sonunda elde dilen *Rhyzopertha dominica*' nın ortalama yeni nesil ergin sayıları (adet).

5. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada, Türk diatom toprağının depolanmış tahılların en önemli zararlısı, *Sitophilus granarius* ve *Rhyzopertha dominica*' ya karşı etkinlikleri araştırılmıştır. Bu amaçla buğday, çeltik ve mısır üzerinde iki farklı Türk diatom toprağın (Turco 1 ve Turco 2) ve Insecto® isimli ticari diatom toprağın 0, 125, 250, 500, 750 ve 1000 ppm (mg/kg) konsantrasyonlarında biyolojik testler yürütülmüştür. Diatom uygulamalarından 7 ve 14 gün sonra *S. granarius* ve *R. dominica* erginlerinin ölüm oranları ve 45 gün sonra ise yeni nesil ergin sayıları belirlenmiştir. Tüm testler 26±1°C sıcaklık ve % 65±3 nispi neme sahip böcek üretim odasında karanlık ortamda yürütülmüştür.

Buğdayda ve çeltik üzerinde *S. granarius* ile yürütülen biyolojik testler sonunda 7. ve 14. gün sonunda Insecto® ile Turco 1 *S. granarius* erginlerine karşı benzer etkinliğe sahip olurken Turco 2'ye ait ölüm oranları bu iki diatom toprağındakinden önemli seviyede düşük olduğu görülmüştür. *Sitophilus granarius* erginlerinin %100 yakın ölümleri Insecto® ve Turco 1'in yüksek konsantrasyonlarında (750 ve 1000 ppm) elde edilmiştir. 500 ppm konsantrasyonun altında her iki diatom preparatının *S. granarius* erginlerine karşı etkinliğinin düşük olduğu tespit edilmiştir. Benzer olarak değişik diatom preparatlarıyla yürütülen çalışmalarda diatom topraklarının tatmin edici etkinlik sağlaması için 400 ve 1000 ppm arasındaki konsantrasyonlarda uygulanması gerektiği vurgulanmıştır (Fields ve Korunic, 2000). Buğday ve çeltikte elde edilen sonuçların tersine mısırdaki tüm diatom preparatların *S. granarius* erginlerine karşı etkinliklerinin düşük olduğu en yüksek konsantrasyonda dahi ölüm oranının %50'yi geçmediği görülmüştür. Nitekim ticari olarak kullanılan diatom topraklarının farklı tahıl ürünlerinde çeşitli depolanmış tahıl zararlılarına karşı etkinliklerinin belirlendiği çalışmalarda diatom preparatlarının mısırdaki depolanmış tahıl zararlılarına karşı etkinliklerinin düşük olduğu bildirilmiştir (Athanassiou ve ark., 2003, 2007, 2009).

Buğday ve çeltik üzerinde yürütülen biyolojik testler sonucunda elde edilen ölüm oranları sonuçlarına paralel olarak Turco 1 ve Insecto®'nun 750 ve 1000 ppm konsantrasyonlarda hemen hemen hiç *S. granarius* ergin çıkışı gözlemlenmezken; Turco 2'nin tüm konsantrasyonlarında yüksek yeni nesil ergin çıkışları görülmüştür. Bu sonuçlar buğday ve çeltikte Turco 1 ve Insecto®'nun yüksek konsantrasyonlarda (750 ve 1000 ppm) *S. granarius*' un popülasyonunu baskı altına alabileceğini ortaya çıkarmıştır. Bazı araştırmacılar tarafından buğday ve çeltik üzerinde Insecto® ile yürütülen çalışmalarda bu çalışmada elde edilen sonuçlara paralel sonuçlar elde edilmiştir (Kavallieratos ve ark.,

2010; Chanbang ve ark., 2007). Ancak mısırdaki test edilen tüm diatom preparatlarının hiçbir konsantrasyonunda *S. granarius*' un yeni nesil ergin çıkışı tamamen engellenememiştir. Bu da mısırdaki test edilen tüm diatom preparatların *S. granarius*' un popülasyonunu baskı altına alamayacağını göstermiştir.

Yapılan biyolojik testlerde test edilen diatom preparatlarının *S. granarius* ve *R. dominica* üzerindeki etkinliklerin farklı olduğu belirlenmiştir. Buğdayda ve çeltik üzerinde *R. dominica* ile yürütülen biyolojik testler sonunda 7. ve 14.gün sonunda Turco 1 ile Insecto® *R. dominica* erginlerine karşı benzer etkinlik gösterirken Turco 2'nin etkinliği diğer iki diatom preparatından önemli seviyede daha düşük olduğu görülmüştür. Turco 1 ve Insecto® buğday ve çeltik üzerinde hiçbir konsantrasyonda *R. dominica* erginlerinin %100 ve %100 yakın ölümüne neden olmamıştır. En yüksek *R. dominica* ölümü (%75) Insecto®'nun 1000 ppm uygulamasında elde edilmiştir. Buğday ve çeltikte elde edilen sonuçların tersine mısırdaki tüm diatom preparatların *R. dominica* erginlerine karşı etkinliklerinin düşük olduğu en yüksek konsantrasyonda dahi ölüm oranı %30'yi geçmediği görülmüştür. Bu sonuçlar test edilen diatom preparatlarının *R. dominica* erginlerine karşı etkinliklerinin *S. granarius* erginlerine karşı göre daha düşük olduğunu göstermiştir. Benzer olarak yapılan birçok araştırmada *R. dominica*' nın diatom toprağı uygulamalarına en dayanıklı depolanmış tahıl zararlılarından biri olduğu bildirilmiştir (Kostyukovsky ve ark., 2010; Athanassiou ve ark., 2007). Diatom uygulamasına karşı böceğin hassasiyetlerindeki farklılığın böceğinin beslenme stratejisine, ürün içerisindeki hareketliliğine ve vücut yapısına ve büyüklüğüne bağlı olduğu bildirilmektedir (Fields ve Korunic, 2000; Kavallieratos ve ark., 2010; Athanassiou ve Kavallieratos, 2005). Arthur (2004) sıcaklık artışının diatom uygulamasının etkinliğini artırdığını bildirmiştir. Mevcut çalışmada diatom uygulamasına *S. granarius*' un *R. dominica*' ya göre daha hassas olması, çalışmanın yürütüldüğü 26±1°C *S. granarius* için *R. dominica* göre daha uygun gelişme sıcaklığı olması, ürün içerisinde *S. granarius*' un daha hareketli olması, *S. granarius*' un vücut büyüklüğünün daha fazla olması ve dolayısıyla diatom toprağına daha fazla maruz kalması ile açıklanabilir.

Rhyzopertha dominica için buğday ve mısır üzerinde yürütülen biyolojik testler sonucunda elde edilen ölüm oranları sonuçlarına paralel olarak test edilen tüm diatom preparatlarının yüksek konsantrasyonları (750 ve 1000 ppm) kontrol uygulamasına göre yeni nesil ergin çıkışları azatlığı ancak hiçbir diatom uygulaması *R. dominica* yeni nesil ergin çıkışını engelleyememiştir. Bu sonuçlar buğday ve mısırdaki test edilen tüm diatom

preparatlarının yüksek konsantrasyonlarında bile *R. dominica*'nın popülasyon gelişimini baskı altına alamayacağını ortaya çıkarmıştır. Bunun yanında çelik üzerinde yürütülen çalışmada tam tersi sonuçlar elde edilmiştir. Turco 1 ve Insecto®'nun 1000 ppm ve 750 ppm konsantrasyonlarında ve Turco 2 'nin 1000 ppm konsantrasyonunda hemen hemen hiç *R. dominica* ergin çıkışı gözlemlenmemiştir. Bu sonuçlar çeltikte Turco 1, Turco 2 ve Insecto®'nun' yüksek konsantrasyonlarında (1000 ppm ve 750 ppm) *R. dominica*'nın popülasyon gelişimini baskı altına alabileceğini göstermiştir. *Rhizopertha dominica* için buğday, çeltik ve mısır üzerinde ticari olarak kullanılan Insecto® ile yürütülen birçok çalışmada mevcut çalışmada elde edilen sonuçlara paralel sonuçlar elde edilmiştir (Athanassiou ve ark., 2007).

Yapılan birçok çalışmada diatom toprağının depolanmış ürün zararlısı böcekler üzerindeki öldürücü etkisi birçok faktöre bağlı olduğu; ürünün tipi, ürünün nem içeriği gibi ürünle ilgili faktörlerin çok önemli etkiye sahip oldukları ortaya konulmuştur (Fields ve Korunic, 2000). Diatom topraklarının farklı ürünlerde farklı etkinlik gösterdiği ve bu durumun diatomun ürüne yapışma miktarıyla ve böceğin ürünü tercih edip etmemesiyle açıklanabileceği bildirilmektedir (Fields ve Korunic, 2000; Kavallieratos ve ark., 2010; Athanassiou ve Kavallieratos, 2005). Mevcut çalışmada diatom uygulamalarında en yüksek ölüm oranlarının çeltik üzerinde elde edilmesi, çeltiğin bin dane ağırlığının düşük (33.87 gr) ve tüplere konulan dane sayısının (40 gr üründe 1250 adet) fazla olması nedeniyle diatom toprağının yapışabileceği yüzey alanının daha fazla olmasıyla ve ürünün kavuzlu ve sert bir yapıya sahip olmasıyla açıklanabileceği düşünülmektedir. Bunun yanında mısır üzerinde test edilen diatom uygulamalarının her iki böcek türüne karşı etkinliği diğer ürünlerden (buğday ve çeltik) daha düşük olmuştur. Bu durumun mısır bin dane ağırlığının daha yüksek (351.19 gr) ve tüplere konulan dane sayısının (40 gr üründe 115 adet) daha az olması nedeniyle diatom partiküllerinin yapışabileceği ürün yüzey alanının düşük olmasından kaynaklanabileceği söylenebilir. Nitekim, Athanassiou ve Kavallieratos (2005) farklı tahıl ürünlerinde ticari bir diatom preparatı olan PyriSec®'nin dane yüzeylerine yapışma oranlarını belirledikleri çalışmada, mısırın %10'luk oranla en düşük yapışma oranına sahip olduğunu, pirinç %92'lik yapışma oranı ile ilk sırada geldiğini ve buğdayda ise bu oran %80'nin üzerinde olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca buğday ve çeltiğin yüzeylerinin pürüzlü, mısırın ise pürüzsüz ve polar bir yapıda olması diatom toprağının ürüne yapışma oranını etkilediğini de bildirmişlerdir.

Son yıllarda tüketicilerin giderek bilinçlenmesi, kimyasal savaşta kullanılan pestisitlerin insan ve çevre sağlığına olumsuz yönlerinin ortaya çıkması nedeniyle kimyasal mücadeleye alternatif olabilecek yeni yöntemler araştırılmaktadır. Fiziksel olarak böceklere etki eden ve pestisitlere nazaran daha az olumsuz etkisi olan diatom toprakları depolanmış tahıl zararlıları mücadelesinde kullanılma potansiyelini artırmıştır. Dünya genelinde çok sayıda ticari olarak kullanılan diatom toprağı preparatı bulunmakta ve depolanmış tahıl zararlılarına karşı kullanılmaktadır. Ülkemiz çok zengin diatom rezervlerine sahip olmasına rağmen, henüz ülkemizdeki yerel kaynaklarında elde edilen ve ülkemizde işlenen bir ticari diatom toprağı mevcut değildir. Mevcut çalışmada laboratuvar koşullarında test edilen Türkiye orijinli Turco 1 ve Turco 2 kodlu diatom topraklarından Turco 1'in *S. granarius* ve *R. dominica* erginlerine karşı Insecto® isimli ticari diatom toprağı kadar etkili olduğu bulunmuştur. Bu bağlamda bu çalışma özellikle buğday ve çeltikte Turco 1 isimli Türk diatom toprağının depolanmış tahıl zararlılarının kontrolünde kullanılabilme potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymuştur. Ancak Turco 1 isimli Türk diatom toprağının ticari preparat haline getirilmesi ve kullanılabilmesi için laboratuvar dışında gerçek depo şartlarında insektisit özelliklerinin değerlendirilmesine, depolama tesislerinde bu diatom preparatın performansını ve davranışını etkileyebilecek bazı faktörlerin etkilerinin belirlenmesine, doğal koşullarda diatom toprağının uygulanabilirliğine ve gerçek depolama tesislerinde uzun süreli rezidüel etkisinin belirlenmesine yönelik çalışmaların geniş kapsamlı bir proje kapsamında yürütülmesi gerekmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Aldryim Y.N., 1990. Efficacy of the amorphous silica dust, Dryacide, against *Tribolium confusum* Duv. and *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Tenebrionidae and Curculionidae). *Journal of Stored Products Research*. 26: 207-210
- Aldryim Y.N., 1993. Combination of classes of wheat and environmental factors affecting the efficacy of amorphous silica dust, Dryacide, against *Rhyzopertha dominica* (F.). *Journal of Stored Products Research*. 29: 271-275
- Arthur F.H., 2002. Survival of *Sitophilus oryzae* (L.) on wheat treated with diatomaceous earth: Impact of biological and environmental parameters on product efficacy. *Journal of Stored Products Research*. 38: 305-313.
- Arthur F.H., 2004. Evaluation of methoprene alone and in combination with diatomaceous earth to control *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) on stored-wheat. *Journal of Stored Products Research*. 40: 485-498.
- Athanassiou C.G., Kavallieratos N.G., Tsaganou F.C., Vayias B.J., Dimizas C.B., Buchelos C.Th., 2003. Effect of grain type on the insecticidal efficacy of SilicoSec® against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Crop Protection*. 22: 1141-1147.
- Athanassiou C.G., Kavallieratos N.G., Andris N.S., 2004. Insecticidal effect of three diatomaceous earth formulations against adults of *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae) on oat, rye and triticale. *Journal of Economic Entomology*. 97: 2160-2167.
- Athanassiou C.G., Kavallieratos N.G., 2005. Insecticidal effect and adherence of PyriSec® in different commodities. *Crop Protection*. 24: 703-710.
- Athanassiou C.G., Kavallieratos N.G., Meletsis C.M., 2007. Insecticidal effect of three diatomaceous earth formulations, applied alone or in combination, against three stored-product beetle species on wheat and maize. *Journal of Stored Products Research*. 43: 330-334.
- Athanassiou C.G., Arthur F.H., Opit G.P., Throne J.E., 2009. Insecticidal effect of diatomaceous earth against three species of stored-product psocids on maize, rice and wheat. *Journal of Economic Entomology*. 102: 1673-1680.
- Athié I., A.R. Gomes R.A.R., Bolonhezi S., Valentini S.R.T., De Castro M.F.P., 1998. Effects of carbon dioxide and phosphine mixtures on resistant populations of stored-grain insects. *Journal of Stored Products Research*. 34: 27-32.

- Bell C.H., Wilson S.M. 1995. Phosphine tolerance and resistance in *Trogoderma granarium* Everts. (Coleoptera: Dermestidae). *Journal of Stored Products Research*. 31: 199-205.
- Beriş G., Ferizli A.G., Emekçi M. 2011. Effects of diatomaceous earth on the mortality and progeny production of *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrychidae). *Tarım Bilimleri Dergisi*. 17: 85-94.
- Bond E.J., Dumas T., Hobbs S., 1984. Corrosion of metals by the fumigant phosphine. *Journal of Stored Products Research*. 20: 57-63.
- Champ, B.R., Dyte, C.E., 1976. FAO Global Survey of Pesticide Susceptibility of Stored Grain Pests. FAO Plant Production Protection Ser. No. 5. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome.
- Chanbang Y., Arthur F.H., Wilde G.E., Throne J.E., 2007. Efficacy of diatomaceous earth to control *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae) in rough rice: Impacts of temperature and relative humidity. *Crop Protection*. 26: 923-929.
- Chaudry, M.Q., 1996. A review of the mechanisms involved in the action of phosphine as an insecticide and phosphine resistance in stored-product insect. *Pesticide Science*. 49: 213-228.
- Çetin M., Taş B., 2012. Biyolojik orijinli tek doğal mineral: Diyatomit. *Türkiye Bilim Araştırma Vakfı Dergisi*. 2: 28-46
- Desmarchelier J.m., Dines J.C., 1987. Dryacide treatment of stored wheat: Its efficacy against insects, and after processing. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 27 (2) : 309-312.
- Donahaye E.J., Messer E., 1992. Reduction in grain storage losses of small-scale farmers in tropical countries. Research Report RR-91-7, The Allan Shawn Feinstein World Hunger Program, Brown University, USA, 19 p.
- Ebeling W., 1971. Sorptive dusts for pest control. *Annual Review of Entomology*. 16: 123-158.
- FAO, 2012. Statistical Database. <http://faostat.fao.org/site>.
- Fields, P., 1998. Diatomaceous earth: Advantages and limitations. Proceedings of the 7th International Working Conference on Stored-Product Protection, 14-19 October 1998, Beijing, China. (Editörler: Jin, Z.; Liang, Q.; Liang, Y.; Tan, X.; Guan, L.) Sichuan Publishing House of Science and Technology, Chengdu, China, 1999, 781-784.

- Fields P., 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.
- Kavallieratos N.G., Athanassiou C.G., Vayias B.J., Kotzamanidis S., Synodis S.V., 2010. Efficacy and adherence ratio of diatomaceous earth and spinosad in three wheat varieties against three stored-product insect pests. *Journal of Stored Products Research*. 46: 73-80.
- Korunic Z., 1997. Rapid assessment of the insecticidal value of diatomaceous earth without conducting bioassays. *Journal of Stored Products Research*. 33: 219-229.
- Korunic Z., 1998. Diatomaceous earths, a group of natural insecticides. *Journal of Stored Products Research*. 34: 87-97
- Kostyukovsky M., Trostanetsky A., Menasherov M., Yasinov G., Hazan, T., 2010. Laboratory evaluation of diatomaceous earth against main stored product insect. Proceedings of the 10th International Working Conference on Stored-Product Protection, 27 June to 2 July 2010, Estoril, Portugal (Editörler: Carvalho, M.O.; Fields, P.G.; Adler, C.S.; Arthur, F.H.; Athanassiou, C.G.; Campbell, J.F.; Fleurat-Lessard, F.; Flinn, P.W.; Hodges, R.J.; Isikber, A.A.; Navarro, S.; Noyes, R.T.; Riudavets, J.; Sinha, K.K.; Thorpe, G.R.; Timlick, B.H.; Trematerra, P.; White, N.D.G.) Julius Kühn-Institut, Berlin, Germany, 701-704 s.
- SAS Institute Inc. 2009. SAS / STAT^R User's Guide, Version 6, 4th Ed. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Subramanyam, Bh; Swanson, C. L., Madamanchi, N., Norwood, S., 1994. Effectiveness of Insecto®, a new diatomaceous earth formulation, in suppressing several stored-grain insect species. Proceedings of the 6th International Working Conference on Stored-Product Protection, 17-23 April 1994, Canberra, Australia (Editörler: Highley, E.; Wright, E.J.; Banks, H.J.; Champ, B.R.) CAB International, Wallingford, United Kingdom, 1994, 650-659.
- Subramanyam Bh., Roesli R., 2000. Inert dust. In Subramanyam Bh, Hagstrum, D.W. (Eds), Alternatives to Pesticides in Stored- Product IPM. Kluwer Academic Publishers, Boston, MA, pp 321-379
- UNEP, 1995. Montreal Protocol on substances that deplete the ozone layer. 1994 Report of the Methyl Bromide Technical Options Committee. 1995 Assessment. UNEP, Nairobi, Kenya, 304 pp. ISBN 92- 807-1448-1448-1.

- Wakil W., Shabbir A. 2005. Evaluation of diatomaceous earth admixed with rice to control *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Pakistan Entomologist*. 27: 15-18
- Wakil W., Ashfaq, M., Ghazanfar, M.U., Riasat T., 2010. Susceptibility of stored-product insects to enhanced diatomaceous earth. *Journal of Stored Products Research*. 46: 248-249.
- Ziaee M., Nikpay A., Khashaveh A., 2007. Effect of oilseed type on the efficacy of five diatomaceous earth formulations against *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Pest Science*. 80: 199-204.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı, soyadı İnanç Şafak DOĞANAY
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 29.07.1987 ÇANAKKALE
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0 539 500 67 98
Faks : -
e-posta : inancdoganay@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	KSÜ / Bitki Koruma Bölümü	
Lisans	Çukurova Üniv. / Bitki Koruma Bölümü	2009
Lise	Kozan 50.Yıl Lisesi	2003

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2010-...	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü	Araştırma Görevlisi

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

- Atakan E., Özkan H., Doğanay İ. 2010.** Adana İlinde Yetiştirilen Bzaı Buğday Çeşit ve Genotiplerinde Buğday yaprak biti, *Sitobian avenae* (F.) (Hemiptera: Aphididae)'nin Populasyon Yoğunlukları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 25 (2) 9-16
- Atakan E., Özkan H., Doğanay İ. 2010.** Adana İlinde Yetiştirilen Bzaı Buğday Çeşit ve Genotiplerinde Buğday sülüğü, *Qulema melanopus* L. (Coleoptera: Chrysomelidae)'un Populasyon Yoğunlukları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 25 (2) 9-16

Hobiler

Doğa bilimleri, Böcek koleksiyonculuğu, kitap okumak