

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DEPOLANMIŞ FARKLI BUĞDAY ÇEŞİTLERİNDE *Sitophilus oryzae* (L.)
(COLEOPTERA:CURCULIONIDAE) İLE SAVAŞIMDA DİYATOM
TOPRAĞININ KULLANIMI ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR

Özge KIYICI

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

ANKARA
2021

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DEPOLANMIŞ FARKLI BUĞDAY ÇEŞİTLERİNDE *Sitophilus oryzae* (L.) (COLEOPTERA:CURCULIONIDAE) İLE SAVAŞIMDA DİYATOM TOPRAĞININ KULLANIMI ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mevlüt EMEKÇİ

Bu tezde, altı farklı buğday çeşidine 0, 250, 500, 750 ve 1000 ppm dozlarında uygulanan Antalya ili menşeli doğal diyatom toprağının 25°C sıcaklık ve %55 ve %75 orantılı nem koşullarında 7, 14 ve 21 günlük uygulama sürelerinde *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera:Curculionidae) ergin bireylerinin ölüm oranı ve yeni nesil (F1) ergin gelişimi üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre; buğday çeşitlerinde *S. oryzae* erginlerinde diyatom dozu ve uygulama süresi artışı ölüm oranlarını artırırken; orantılı nem artışı ise ergin ölümünde azalışa neden olmuştur. *S. oryzae* erginlerinde %100 ölüm oranları 25°C sıcaklık ve %55 orantılı nemde 21 günlük uygulamadan sonra, İkizce ve Demir çeşitlerinde; 750 ppm konsantrasyonda, Şanlı ve Kenanbey çeşitlerinde; 500 ppm’de ve Bayraktar çeşidinde ise 1000 ppm’de görülmüştür. Tosunbey çeşidinde mutlak ölüm görülmemekle birlikte en yüksek ölüm oranı %55 orantılı nemde en yüksek doz ve uygulama süresinde (1000 ppm, 21 gün) %48 olarak belirlenmiştir.

F1 baskılanma oranı *S. oryzae*’ de doz artışı ve nemin azalması ile artmıştır. En yüksek baskılanma oranları; İkizce çeşidinde %90,91, Demir çeşidinde %99,47, Şanlı çeşidinde %97,65, Kenanbey çeşidinde %96,52, Bayraktar çeşidinde ise %98,36 olarak görülmüştür.

Elde edilen sonuçlar buğday çeşitlerinin denemelerde kullanılan diyatom toprağının performansını etkilediğini göstermektedir. Ancak bu durumun diğer zararlı türler açısından da değerlendirilmesine yönelik ilave çalışmalara gereksinim duyulmaktadır.

Mart 2021, 87 sayfa

Anahtar Kelimeler: *Sitophilus oryzae*, diyatom toprağı, ölüm oranı, baskılanma oranı, F1 ergin gelişimi

ABSTRACT

Master Thesis

INVESTIGATIONS ON THE USE OF DIATOMACEOUS EARTH FOR THE CONTROL OF *Sitophilus oryzae* (L.) (COLEOPTERA:CURCULIONIDAE) IN DIFFERENT WHEAT VARIETIES

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

Supervisor: Prof. Dr. Mevlüt EMEKÇİ

In this thesis, the effects of natural diatomaceous earth (DE) of Antalya (Turkey) origin admixed to six different local wheat varieties at 0, 250, 500, 750 and 1000 ppm doses on the adult mortality of *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera:Curculionidae) for 7, 14 and 21-day exposures were investigated in the laboratory at 25°C temperature, and 55% -75% relative humidity (RH). The F1 progeny development of *S. oryzae* was also determined.

Mortality rate of *S. oryzae* adults in wheat varieties increased proportionally with dose rate and exposure time; however, increase in humidity decreased the adult mortality. Complete mortality of *S. oryzae* adults was observed at 25°C and 55% RH after 21 days of exposure at 750 ppm for İkizce and Demir varieties, at 500 ppm for Şanlı and Kenanbey varieties and 1000 ppm for Bayraktar variety. The highest adult mortality observed in Tosunbey variety was 48% with the highest dose and exposure time (1000 ppm, 21 d) at %55 humidity.

F1 suppression rate of *S. oryzae* increased with the increase of the dose rate and with the decrease of humidity. The highest suppression rates calculated for the wheat varieties were 90.91% in İkizce variety, 99.47% in Demir variety, 96.52% in Kenanbey variety and 98.36% in Bayraktar variety.

Our results showed that wheat grain varieties affected the performance of the diatomaceous earth used; however, additional studies are needed to confirm this using different insect species.

March 2021, 87 pages

Keywords: *Sitophilus oryzae*, mortality rate, suppression rate, diatomaceous earth

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Hızla artan dünya nüfusu, bozulan ekolojik denge ve son yıllarda daha çok hissedilmeye başlayan iklim krizi olgusu birçok alanda olduğu gibi tarımsal üretim faaliyetlerinde de sorunlara neden olmaktadır. Bu bağlamda, sürdürülebilir yeterli ve sağlıklı gıda temini için hem hasat öncesi yetiştirme döneminde, hem de hasat sonrası depolama sürecinde ürünlerin zararlı ve hastalıklarla karşı korunmasında toksik pestisitlere alternatif preparat ve yöntemler önem kazanmıştır.

Pek çok insanın gıda ihtiyacını karşılayan, zengin besin değerine sahip buğday, arpa, çeltik, mısır gibi tahıllar, belirli süreler sonrasında pazara sunulabilme imkanı sunduğu için; bu ürünlerde depolama faaliyetleri kritik önem taşımaktadır. Uzun süreler depolanan ürünlerde uygun şartlar sağlanmadığında çok ciddi nitelik ve nicelik kaybı görülmektedir. Bu kayıplara yol açan en büyük etkenlerden biri de zararlılardır. Depo zararlılarının mücadelesinde çok yaygın kullanılan kimyasal mücadele yöntemleri birçok açıdan avantaj sağlasa da doğaya ve insan sağlığına zarar verdiğine dair çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmada pestisit kullanımına alternatif yöntemlerden olan fiziksel mücadele yöntemlerinden inert tozlar sınıfına dahil diatom toprağının değişik buğday çeşitleri üzerindeki performansı araştırılarak çeşit direnci ve diatom toprağının birlikte kullanım olanakları sorgulanmıştır.

Ülkemizde bu alandaki ilk çalışma niteliğinde olan bu konuyu çalışmamı sağlayan danışman hocam Prof. Dr. Mevlüt EMEKCİ'ye; yine bu süreçte tavsiyeleri için Prof. Dr. A. Güray FERİZLİ'ye (Ankara Üniversitesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı); Diatom Toprağını temin eden Sayın Özcan TENGİLİMOĞLU ve Sayın Hüdayi ACAR'a, buğday çeşitlerini temin eden Sayın Dr. Sinan AYDOĞAN'a (Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü) teşekkür ederim.

Tez çalışmalarımda desteğini esirgemeyen Arş. Gör. Nesrin ORMANOĞLU'na ve diğer çalışma arkadaşlarıma; tüm eğitim hayatımda olduğu gibi bu süreçte de sabırla yanımda olan değerli aileme teşekkür ederim.

Özge KIYICI

Ankara, Mart 2021

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	17
3.1 Materyal	17
3.1.1 Çalışmada kullanılan tür	17
3.1.2 Çalışmada kullanılan diyatom toprağı.....	18
3.1.3 Çalışmada kullanılan buğday çeşidi	19
3.1.4 Diğer materyal.....	20
3.2 Yöntem	20
3.2.1 <i>Sitophilus oryzae</i> 'nin yetiştirilmesi.....	20
3.2.2 Deneme düzeneğı.....	21
3.2.3 Biyolojik denemeler	22
3.2.4 İstatiksel analiz	24
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	25
4.1 Buğday Çeşitlerine Farklı Konsantrasyonlarda Uygulanan Diyatom Toprağıının Değişik Orantılı Nemlerde <i>Sitophilus oryzae</i> Üzerinde Etkileri	25
4.2 Diyatom toprağıının farklı konsantrasyonlarda ve değişik orantılı nemlerde buğday çeşitlerinde F1 ergin gelişimi	54
4.3 Buğday Çeşitlerinde Diyatom Toprağıının Farklı Dozlarında 25°C Sıcaklık ve %55 ve %75 Orantılı Nemlerde <i>Sitophilus oryzae</i> Erginlerinde Hesaplanan LD ₅₀ ve LD ₉₅ Değerleri	63
4.4 Değişik Buğday Varyetelerinde <i>Sitophilus oryzae</i> 'nin Gelişimi	71
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	75
KAYNAKLAR	82
ÖZGEÇMİŞ.....	87

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

°C	Santigrat derece
g	Gram
kg	Kilogram
CaO	Kalsiyum oksit
MgO	Manganez oksit
ppm	Milyonda bir birim
%	Yüzde
LD50	Deney hayvanlarının %50'sini öldürmek için gerekli doz miktarı
LD95	Deney hayvanlarının %95'ini öldürmek için gerekli doz miktarı
F1	Yeni nesil ergin



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 <i>Sitophilus oryzae</i>	17
Şekil 3.2 Denemelerde kullanılan diyatom toprağı.....	18
Şekil 3.3 Buğday çeşitlerinin genel görüntüsü.....	19
Şekil 3.4 a. Hassas terazi b. CAS Micro Weighing Scale MW-II c. Elek d. Yumuşak pens e. Data logger	20
Şekil 3.5 <i>Sitophilus oryzae</i> 'nin yetiştirilmesinde kullanılan kavanozlar b. Kültür odası.....	21
Şekil 3.6 a,b Deneme düzenekleri c. Gliserin solusyonu	21
Şekil 3.7 Deneme kurulurken kullanılan PVC poşetler	22
Şekil 3.8 Sayım yaparken resim ve kullanılan araç gereçler	23
Şekil 4.1 Diyatom toprağının farklı buğday çeşitlerinde <i>Sitophilus oryzae</i> erginleri üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p<0,05$)	28
Şekil 4.2 Diyatom toprağının %55 ve %75 orantılı nemlerde <i>Sitophilus oryzae</i> erginleri üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p<0,05$).....	28
Şekil 4.3 Diyatom toprağının farklı dozlarda <i>Sitophilus oryzae</i> üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p<0,05$)	29
Şekil 4.4 Diyatom toprağının farklı buğday çeşitlerinde %55 ve %75 orantılı nemlerde <i>Sitophilus oryzae</i> erginleri üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p<0,05$).....	30
Şekil 4.5 Diyatom toprağının %55 ve %75 orantılı nemlerde değişik buğday çeşitlerinde <i>Sitophilus oryzae</i> üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p<0,05$).....	30
Şekil 4.6 Diyatom toprağının 1000 ppm konsantrasyonunda %55 ve %75 orantılı nemlerde ve uygulama sürelerinde farklı buğday çeşitlerinde <i>Sitophilus</i> <i>oryzae</i> üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p<0,05$).....	31
Şekil 4.7 Diyatom toprağının farklı ekmeklik buğday çeşitlerinde değişik dozlarda <i>Sitophilus oryzae</i> üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p<0,05$).....	32
Şekil 4.8 Denemenin 21. gününde buğday çeşitlerinde diyatom toprağının değişik konsantrasyonlarının %55 ve %75 orantılı nemlerde <i>Sitophilus oryzae</i> üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p<0,05$)	33
Şekil 4.9 Diyatom toprağının farklı dozlarının buğday çeşitlerinde <i>Sitophilus oryzae</i> üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p<0,05$)	34

Şekil 4.10 Diyatom toprağının %55 ve %75 orantılı nem ve farklı dozlarda <i>Sitophilus oryzae</i> erginleri üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p<0,05$)	35
Şekil 4.11 Diyatom toprağının farklı dozlarda ve %55 ve %75 orantılı nemlerde <i>Sitophilus oryzae</i> üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p<0,05$)	36
Şekil 4.12 Diyatom toprağının değişik dozlarının farklı buğday çeşitlerinde %55 ve %75 orantılı nemlerde <i>Sitophilus oryzae</i> üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p<0,05$).....	37
Şekil 4.13 Diyatom toprağının değişik uygulama sürelerinde <i>Sitophilus oryzae</i> üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p<0,05$)	38
Şekil 4.14 Diyatom toprağının farklı buğday çeşitlerinde değişik uygulama sürelerinde <i>Sitophilus oryzae</i> üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p<0,05$)	38
Şekil 4.15 Diyatom toprağının farklı buğday çeşitlerinde değişik uygulama sürelerinde <i>Sitophilus oryzae</i> üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p<0,05$)	39
Şekil 4.16 Diyatom toprağının %55 ve %75 orantılı nemlerde değişik uygulama sürelerinde <i>Sitophilus oryzae</i> üzerinde etkisi (Duncan testi; $p<0,05$).....	40
Şekil 4.17 Diyatom toprağının farklı dozlarda değişik uygulama sürelerinde <i>Sitophilus oryzae</i> üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p<0,05$)	40
Şekil 4.18 Diyatom toprağının farklı buğday çeşitlerinde %55 ve %75 orantılı nemlerde değişik uygulama sürelerinde <i>Sitophilus oryzae</i> erginleri üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p<0,05$)	41
Şekil 4.19 Diyatom toprağının değişik buğday çeşitlerinde %55 ve %75 orantılı nemlerde farklı uygulama sürelerinde <i>Sitophilus oryzae</i> erginleri üzerinde öldürücü etkisi (İ: İkizce, T:Tosunbey, D:Demir, Ş:Şanlı, K:Kenanbey, B:Bayraktar) (Duncan testi; $p<0,05$).....	42
Şekil 4.20 Diyatom toprağının farklı buğday çeşitlerinde değişik uygulama sürelerinde ve dozlarda <i>Sitophilus oryzae</i> erginleri üzerinde öldürücü etkisi (İ: İkizce, T:Tosunbey, D:Demir, Ş:Şanlı, K:Kenanbey, B:Bayraktar) (Duncan testi; $p<0,05$).....	43
Şekil 4.21 Diyatom toprağının buğday çeşitlerinde değişik uygulama sürelerinde ve farklı dozlarda <i>Sitophilus oryzae</i> erginleri üzerinde öldürücü etkisi (İ:İkizce, T:Tosunbey, D:Demir, Ş:Şanlı, K:Kenanbey, B:Bayraktar) (Duncan testi; $p<0,05$).....	44
Şekil 4.22 Diyatom toprağının buğday çeşitlerinde değişik uygulama sürelerinde ve farklı dozlarda <i>Sitophilus oryzae</i> erginleri üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p<0,05$).....	45

Şekil 4.23 Diyatom toprağının farklı uygulama sürelerinde %55 ve %75 orantılı nemde <i>Sitophilus oryzae</i> üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p<0,05$)..	46
Şekil 4.24 Diyatom toprağının %55 ve %75 orantılı nemlerde farklı uygulama sürelerinde <i>Sitophilus oryzae</i> üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p<0,05$)	47
Şekil 4.25 Denemenin 21. gününde buğday çeşitlerinde diyatom toprağının farklı dozlarının %55 ve %75 orantılı nemlerde <i>Sitophilus oryzae</i> üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p<0,05$).....	48
Şekil 4.26 Diyatom toprağının 1000 ppm dozda buğday çeşitlerinde %55 ve %75 orantılı nemlerde ve uygulama sürelerinde <i>Sitophilus oryzae</i> erginleri üzerinde öldürücü etkisi	49
Şekil 4.27 Diyatom toprağının %75 orantılı nemde buğday çeşitlerinde farklı dozlarda ve uygulama sürelerinde <i>Sitophilus oryzae</i> erginleri üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p<0,05$).....	50
Şekil 4.28 Denemenin 21. gününde diyatom toprağının farklı dozlarda %55 ve %75 orantılı nemlerde <i>Sitophilus oryzae</i> erginleri üzerinde öldürücü etkisi (İ:İkizce, T:Tosunbey, D:Demir, Ş:Şanlı, K:Kenanbey, B:Bayraktar) (Duncan testi; $p<0,05$).....	51
Şekil 4.29 Altı farklı buğday çeşidinde diyatom toprağının farklı dozlarının, %55 ve %75 orantılı nemlerde ve uygulama sürelerinde <i>Sitophilus oryzae</i> üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p<0,05$)	52
Şekil 4.30 Diyatom toprağının farklı dozlarının altı buğday çeşidinde %55 ve %75 orantılı nemlerde ve değişik uygulama sürelerinde <i>Sitophilus oryzae</i> üzerinde öldürücü etkisi	53
Şekil 4.31 Diyatom toprağının 1000 ppm dozunda buğday çeşitlerinde farklı uygulama sürelerinde ve %55 ve %75 orantılı nemlerde <i>Sitophilus oryzae</i> üzerindeki öldürücü etkisi (İ:İkizce, T:Tosunbey, D:Demir, Ş:Şanlı, K:Kenanbey, B:Bayraktar) (Duncan testi; $p<0,05$)	54
Şekil 4.32 Diyatom toprağının buğday çeşitlerinde <i>Sitophilus oryzae</i> 'nin F1 ergin gelişimine etkisi (Duncan testi; $p<0,05$)	57
Şekil 4.33 Diyatom toprağının %55 ve %75 orantılı nemlerde <i>Sitophilus oryzae</i> 'nin F1 ergin gelişimine etkisi (Duncan testi; $p<0,05$)	58
Şekil 4.34 Diyatom toprağının farklı dozlarda <i>Sitophilus oryzae</i> 'nin F1 ergin gelişimine etkisi (Duncan testi; $p<0,05$)	58
Şekil 4.35 Diyatom toprağının buğday varyetelerinde %55 ve %75 orantılı nemlerde <i>Sitophilus oryzae</i> 'nin F1 ergin gelişimine etkisi (Duncan testi; $p<0,05$)	59

Şekil 4.36 Diyatom toprağının farklı dozlarının %55 ve %75 orantılı nemlerde <i>Sitophilus oryzae</i> 'nin F1 ergin gelişimine etkisi (Duncan testi; $p<0,05$).....	60
Şekil 4.37 Diyatom toprağının buğday varyetelerinde farklı dozlarının %55 ve %75 orantılı nemlerde <i>Sitophilus oryzae</i> 'nin F1 ergin gelişimine etkisi.....	61
Şekil 4.38 Diyatom toprağının buğday varyetelerinde farklı dozlarının %55 ve %75 orantılı nemlerde <i>Sitophilus oryzae</i> 'nin F1 ergin gelişimine etkisi (Duncan testi; $p<0,05$).....	62
Şekil 4.39 %75 orantılı nemde 60 gün sonra buğdayda görülen zarar durumu ve <i>Sitophilus oryzae</i> F1 ergin gelişimi.....	62
Şekil 4.40 Değişik dozlarda uygulanan diyatom toprağının İkizce çeşidinde %55 orantılı nem koşullarında 7. (a), 14. (b) ve 21. günde (c) <i>Sitophilus oryzae</i> erginleri üzerindeki letal etkileri.....	65
Şekil 4.41 Değişik dozlarda uygulanan diyatom toprağının İkizce çeşidinde %75 orantılı nem koşullarında 7. (a), 14. (b) ve 21. günde (c) <i>Sitophilus oryzae</i> erginleri üzerindeki letal etkileri.....	65
Şekil 4.42 Değişik dozlarda uygulanan diyatom toprağının Tosunbey çeşidinde %55 orantılı nem koşullarında 7. (a), 14. (b) ve 21. günde (c) <i>Sitophilus oryzae</i> erginleri üzerindeki letal etkileri.....	66
Şekil 4.43 Değişik dozlarda uygulanan diyatom toprağının Tosunbey çeşidinde %75 orantılı nem koşullarında 7. (a), 14. (b) ve 21. günde (c) <i>Sitophilus oryzae</i> erginleri üzerindeki letal etkileri.....	66
Şekil 4.44 Değişik dozlarda uygulanan diyatom toprağının Demir çeşidinde %55 orantılı nem koşullarında 7. (a), 14. (b) ve 21. günde (c) <i>Sitophilus oryzae</i> erginleri üzerindeki letal etkileri.....	67
Şekil 4.45 Değişik dozlarda uygulanan diyatom toprağının Demir çeşidinde %75 orantılı nem koşullarında 7. (a), 14. (b) ve 21. günde (c) <i>Sitophilus oryzae</i> erginleri üzerindeki letal etkileri.....	67
Şekil 4.46 Değişik dozlarda uygulanan diyatom toprağının Şanlı çeşidinde %55 orantılı nem koşullarında 7. (a), 14. (b) ve 21. günde (c) <i>Sitophilus oryzae</i> erginleri üzerindeki letal etkileri.....	68
Şekil 4.47 Değişik dozlarda uygulanan diyatom toprağının Şanlı çeşidinde %75 orantılı nem koşullarında 7. (a), 14. (b) ve 21. günde (c) <i>Sitophilus oryzae</i> erginleri üzerindeki letal etkileri.....	68
Şekil 4.48 Değişik dozlarda uygulanan diyatom toprağının Kenanbey çeşidinde %55 orantılı nem koşullarında 7. (a), 14. (b) ve 21. günde (c) <i>Sitophilus oryzae</i> erginleri üzerindeki letal etkileri.....	69

Şekil 4.49 Değişik dozlarda uygulanan diyatom toprağının Kenanbey çeşidinde %75 orantılı nem koşullarında 7. (a), 14. (b) ve 21. günde (c) <i>Sitophilus oryzae</i> erginleri üzerindeki letal etkileri.....	69
Şekil 4.50 Değişik dozlarda uygulanan diyatom toprağının Bayraktar çeşidinde %55 orantılı nem koşullarında 7. (a), 14. (b) ve 21. günde (c) <i>Sitophilus oryzae</i> erginleri üzerindeki letal etkileri.....	70
Şekil 4.51 Değişik dozlarda uygulanan diyatom toprağının Bayraktar çeşidinde %75 orantılı nem koşullarında 7. (a), 14. (b) ve 21. günde (c) <i>Sitophilus oryzae</i> erginleri üzerindeki letal etkileri.....	70
Şekil 4.52 Diyatom toprağı uygulanmayan değişik buğday varyetelerinde 25°C sıcaklık ve %55 orantılı nemde 21. günde <i>S. oryzae</i> birikimli ergin ölüm oranı (%) ve F1 ergin sayısı	72
Şekil 4.53 Diyatom toprağı uygulanmayan değişik buğday varyetelerinde 25°C sıcaklık ve %75 orantılı nemde 21. günde <i>S. oryzae</i> birikimli ergin ölüm oranı (%) ve F1 ergin sayısı	72
Şekil 4.54 Diyatom toprağı uygulanmayan değişik buğday varyetelerinde 25°C sıcaklık ve %55 ve %75 orantılı nemlerde 21. günde <i>S. oryzae</i> birikimli ergin ölüm oranı (%) (Duncan testi; $p<0,05$)	73
Şekil 4.55 Diyatom toprağı uygulanmayan değişik buğday varyetelerinde 25°C sıcaklık ve %55 ve %75 orantılı nemlerde 21. günde <i>S. oryzae</i> F1 ergin sayısı (Adet) (Duncan testi; $p<0,05$)	74

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1 Diyatom toprağı ile muamele edilen altı farklı buğday çeşidinde 25°C sıcaklık, %55 ve 75 orantılı nemde <i>Sitophilus oryzae</i> erginlerinde farklı uygulama sürelerinde öldürücü etkisine ilişkin tekrarlı ölçümler (Repetead Measures) varyans analiz tablosu	25
Çizelge 4.2 Diyatom toprağının farklı konsantrasyonlarının farklı çeşit, nem ve uygulama sürelerinde <i>Sitophilus oryzae</i> erginlerindeki ölüm oranı (%) (ortalama ± standart hata).....	26
Çizelge 4.3 Diyatom toprağının buğday çeşitlerinde farklı dozlarının değişik orantılı nem ve uygulama sürelerinde <i>Sitophilus oryzae</i> F1 ergin gelişimi üzerindeki etkisine ilişkin varyans analiz tablosu	55
Çizelge 4.4 Değişik dozlarda diyatom toprağı ile muamele edilen buğday varyetelerine farklı orantılı nemlerde ve değişik uygulama sürelerinde maruz bırakılan <i>Sitophilus oryzae</i> 'de F1 ergin gelişimi.....	55
Çizelge 4.5 Buğday varyetelerinde diyatom toprağının değişik dozlarının farklı uygulama sürelerinde %55 ve %75 orantılı nem koşullarında yapılan çalışmada <i>Sitophilus oryzae</i> erginlerine ait elde edilen LD50 ve LD95 verileri ve eğim (ppm; ortalama ± standart hata)	63

1. GİRİŞ

Ülkemiz dünyanın 7. büyük tarımsal ürün üreticisi olarak hasat sonu depolamanın önemli olduğu bir ülkedir. Fındık, kuru meyveler, tahıllar ve mamülleri, baklagiller ve tütün gibi depolamaya konu olan geniş bir ürün yelpazesine sahiptir (FAO, <http://www.fao.org/turkey/fao-in-turkey/turkey-at-a-glance/en/>, 2020).

Ülkemizde tarım alanlarımızın nadas alanları dışında 15,4 milyon hektarı tarla ziraatinde kullanılırken, bu alanın yaklaşık 10,77 milyon hektarlık kısmında hububat yetiştirilmektedir. Toplam tahıl üretimimiz 34.3 milyon ton civarındadır ve hububat ekim alanı içerisinde %64'lük pay ile buğday ilk sırada üretilirken, %27'lik payla arpa ikinci sırada ve %5,9'luk payla üçüncü sırayı mısır takip etmektedir. Bu ürünler dışında sırasıyla çeltik, çavdar, yulaf ve tritikale üretilmektedir. Ayrıca Türkiye dünya buğday üretiminde onuncu sıradayken, arpa üretiminde altıncı sıradadır (TMO, <https://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/sektorraporlari/hububat2019.pdf>, 2020).

Birim alandan daha fazla verim sağlamaya yönelik çalışmaların yanında, ürünlerin hasattan tüketime kadar geçen sürede nitelik ve niceliğinin mutlaka korunması gerekmektedir. Hasat sonu tahıllar büyük miktarlarda ve uzun sürelerde depolanmaktadır. Önlem alınmadığı sürece depolama koşullarında kayıplar görülebilir. Bu kayıplarda hayvansal kökenli organizmaların neden olduğu oran ortalama %10 olarak kabul edilmektedir (Donahaye ve Messer, 1992). Depolanmış ürün zararlıları ekolojik koşulların kendileri için elverişli olduğu her ortamda bulunmaktadır. Bulundukları üründe beslenerek, kirlenmelere ve ürün kalitesinde düşüşe sebep olmaktadır. Mücadele ederken de etkili bir sonuç alabilmek adına zararlıların biyolojisi ve ekolojisi hakkında bilgi sahibi olunmalıdır.

Depolanmış ürün zararlıları ile mücadelede dünyada ve ülkemizde en yaygın kimyasal mücadele kullanılmaktadır ve bu amaçla kullanılan insektisitlerin zararlıları kısa sürede öldürmesinin yanı sıra çevreye ve insan sağlığına da zarar verdiği bilinen bir durumdur (Emekci ve Ferizli, 2000). Ek olarak zararlılarda direnç oluşumu da söz konusudur.

Depolarda kimyasal mücadele metotlarından en çok fümigasyon kullanılmaktadır. Fümigasyon zararlılarla mücadelede hem hızlı ve düşük maliyetli olması hem de etkili bir yöntem olmasından dolayı tercih edilmektedir. Fosfin ve metil bromit tüm dünyada depolanmış ürün korumasında en yaygın olarak kullanılan iki fümiganttır (Rajendran ve Sriranjini, 2008). Fakat metil bromit ülkemizde 2004 yılı itibariyle (karantina ve yükleme öncesi uygulamalar hariç) kullanımdan kaldırılmış bir fümiganttır. Bu nedenle artık sadece fosfin kullanılmaktadır. Dünyada birçok ülkede zararlıların fosfine karşı direnç gösterdiği görülmüştür. Türkiye’de de yapılan bir çalışma sonucu *T. castaneum* (Herbst.) (Coleoptera:Tenebrionidae) isimli zararlının fosfine karşı direnç gösterdiği de belirlenmiştir (Kocak vd, 2015).

Günümüzde tarımın diğer alanlardaki organizmalarla mücadelede olduğu gibi depolanmış ürünlerdeki zararlılarla mücadelede de gerek kalıntı ve gerekse zararlılarda direnç oluşumu nedeniyle kimyasal mücadele dışındaki diğer yöntemlere ilgi artmıştır. İşçi sağlığı ve tüketicinin de sağlıklı gıda talebini kapsayan bu yöntemler üzerinde çalışmalar giderek yoğunlaşmıştır. Alternatif mücadele yöntemleri düşünüldüğünde fiziksel mücadele depo zararlıları ile mücadelede önem arz etmektedir. Havalandırma, hermetik depolama, değiştirilmiş atmosfer, iyonize radyasyon, yüksek- düşük sıcaklık uygulamaları, nem içeriği, mekanik yaralama (entoleter) ve inert tozlar bu yöntemlerden bazılarıdır. Diğer mücadele yöntemlerine göre bazı avantajları; kimyasal mücadelede olduğu gibi kayıt altına alınmalarına gerek olmaması, ürün üzerinde ya da uygulama alanında kalıntı bırakmaması, duyarlılık açısından kullanılan metota göre türler arasında farklılıklar gösterse de yüksek-düşük sıcaklık gibi uygulamalarda direnç görülmemesidir (Fields ve White, 2002). Bunların yanında bazı metotlarda zararlı ölümlerinde gecikmeler görülebilir. Fakat yine de bazen popülasyondaki artışları tamamen yok etmese de yavaşlatabilir.

Fiziksel mücadele yöntemlerinden biri olan inert tozlar sınıfına dahil diatom toprağı, memelilere toksik olmaması ve kalıntı bırakmayışı nedeniyle iyi bir alternatiftir. Kolayca üründen yıkanarak temizlenebilir, kimyasal olarak tepkimeye girmez. Toksik olmaması ve çevreye zararlı olmaması nedeniyle ambalaj kutuları geri dönüştürülebilir, bu da sürdürülebilirliğe katkı sağlar. Küçük miktarlarda fazla yer kaplamadan

saklanabileceği gibi, kolay taşınabilmesi de avantaj sağlar. Dezavantajı ise tane akışkanlığını ve tahılın yığın yoğunluğunu azaltması, bazı koşullara bağlı olarak etki etmemesi, tozdan dolayı uygulama sırasında ekipman gerektirmesi ve kristal silika varlığının sebep olduğu sağlık sorunlarıdır (Korunic, 1998).

Diyatom toprağı, dünya çapında milyonlarca yıl önce yaşamış olan tek hücreli alglerin iskelet kalıntılarının bulunduğu kireçli tortullardan elde edilmektedir ve yüksek bir silika dioksit yapısına sahiptir (Fields, 2006). Hem hasat öncesi hem hasat sonrası depolamada uygulanabilir. Böcekler aktif haldeyken toz vücutlarına tutunur ve böcek kütikülünün mumsu tabakasını aşındırıp yağı emerek su kaybedilmesi sonucu kuruyarak ölüm gerçekleşmektedir (Ebeling, 1971).

Diyatom toprağının böcek öldürücü etkisi birçok faktöre göre değişkenlik göstermektedir. Diyatom toprağının çıkarıldığı kaynak, uygulandığı zararlı türü, zararlının biyolojik evresi, sıcaklık, tahılın nem içeriği, uygulama yöntemi gibi faktörler diyatomun etkinliğini belirlemektedir (Shah ve Khan, 2014). Diyatom toprağından maksimum fayda sağlayabilmek için bu koşulların en uygun olduğu durumlar belirlenmelidir.

Bu çalışmada Türkiye orijinli bir doğal diyatom toprağının farklı buğday çeşitlerinde 25°C sıcaklık ve %55 ve %75 oransal nemlerde tahıl depolarında önemli zarara yol açan *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera:Curculionidae) (pirinç biti) üzerindeki etkinliği araştırılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Tahıl varyetelerinin ve diyatom toprağının *Sitophilus oryzae* üzerinde etkisi ile ilgili olarak yapılan kaynak araştırması diğer depo zararlarını da içerecek şekilde genişletilerek taranan kaynaklar aşağıda verilmiştir.

Singh vd. (1974) ticari değeri yüksek beş buğday varyetesinde *S. oryzae*'nin yumurta bırakma ve gelişimi üzerinde çalışmıştır. 19, 25 ve 30°C sıcaklıklar ve %45, %60, %75 ve %90 orantılı nem koşullarında yürütülen çalışmalarda *S. oryzae*'lerin gelişiminin iri danelerde daha fazla olduğu ve *S. oryzae*'nin yumurta bırakma ve gelişiminin tüm çeşitlerde en yüksek nem içeriğinde sahip çeşitte daha fazla olduğu görülmüştür. Ayrıca *S. oryzae* yumurta bırakma ve gelişme oranlarının danenin fiziksel yapısından, kepek ve endosperminden de etkilendiğini belirtmiştir. Yumurta bırakma ve gelişmenin en fazla %75 orantılı nemde ve %15-15,5 nem içeren tüm çeşitlerde olduğu görülmüştür. Yumurta bırakma ve gelişme hızları ise sıcaklık arttıkça yükselmiştir.

Dobie ve Kilminster (1978) Tahıl ürünlerinin hasat sonrası zararlı istilasına duyarlılık seviyesini belirlemek adına; tritikale, buğday, arpa ve mısırdaki *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) (Coleoptera:Curculionidae), *Sitophilus oryzae* ve *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera:Curculionidae)'un duyarlılığı üzerine çalışmıştır. Tritikale'de gelişen F1 ergin sayısı, buğdayda gelişen F1 ergin sayısının iki katından biraz daha az; mısır ve arpada gelişenlerin ise üç katı olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak bu çalışma, üç *Sitophilus* türünün de sayılarının tritikale üzerinde; buğday, arpa ve mısıra göre daha hızlı artabileceğini göstermiştir.

Arthur (2000) *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera:Silvanidae) erginlerini 4-72 saat diyatom toprağı ile (Protect – It) muamele edilmiş buğdaya maruz bırakmış ve daha sonra erginler uzaklaştırılarak diyatom toprağı uygulanmamış buğdayda 1 hafta tutulmuştur. Denemeler 22, 27 ve 32°C sıcaklıkta ve %40, %57 ve %75 oransal nemlerde yürütülmüştür. İlk maruz bırakmadan sonra sıcaklık ve uygulama süresi arttıkça ölüm oranı da artmıştır fakat nem etkisinin sıcaklıkla istikrarsız olduğu görülmüştür. 7 günlük uygulama süresi sonrası ölüm oranının başlangıçtaki ölüm

oranından daha fazla olduğu görülmüş; uygulama süresi ve sıcaklık arttıkça arttığı tespit edilmiştir. 4 ila 24 saat maruz kalan böceklerin ölüm oranının 22 ve 27°C sıcaklık %75 orantılı nemde, %40 ve %57 orantılı nemde maruz kalanlara oranla büyük ölçüde düşük olduğu gözlenmiştir. Tüm oransal nem değerlerinde ise 3 günlük uygulama süresinde böceklerin neredeyse tamamının 1 hafta sonra öldüğü görülmüştür. Sonuç olarak denemeler *O. surinamensis*'in Protect-It formülasyonuna karşı hassas olduğunu ve ortamdan uzaklaştırıldıklarında bile maruziyet etkisinin devam ettiğini göstermiştir.

Fields ve Korunic (2000) böcek ölüm oranlarının; diyatom toprağının kaynağı, zararlı türü, tahıl nem içeriği, sıcaklık, uygulama metodu ve uygulama süresine bağlı olarak etkilendiğine dair araştırmalar yapmıştır. Tüm denemelerde zararlı türü ya da diyatom toprağının kaynağı ne olursa olsun, tahılın nem içeriği ne kadar düşük olursa ölüm oranının o kadar arttığı belirtilmiştir. Diyatom toprağı etkinliğini, alındığı coğrafyanın etkilediği görülmüştür. *S. oryzae* için; nem içeriğine ilişkin ölüm tepkisi farklı kaynaklardan tedarik edilen diyatom toprağı için değiştiği, ancak *Tribolium castaneum* için değişmediği belirtilmiştir. Test edilen tüm böcekler arasında *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) (Coleoptera:Laemophloeidae) ' un diyatom toprağına en duyarlı tür olduğu görülürken, *Oryzaephilus surinamensis* ve *S. oryzae*'nin *Cryptolestes ferrugineus*'a göre daha toleranslı olduğu, *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera:Bostrichidae) ve *T. castaneum*'un ise en toleranslı türler olduğu tespit edilmiştir. Diyatom toprağının toz halinde uygulanmasının ise, sulu sprey olarak uygulanmasına göre daha etkili olduğu saptanmıştır. *C. ferrugienus* için sıcaklık düştükçe diyatom toprağı etkinliği de azalmış, *S. oryzae* içinse; bazı diyatom topraklarında etkinlik düşük sıcaklıklarda artmışken bazılarında düşük sıcaklıkla azaldığı belirtilmiştir.

Arthur (2002), ilk denemesinde 22, 27 ve 32°C sıcaklık, %40, %57 ve %75 orantılı nem şartlarında, 300 ppm Protect-It formülasyonunda diyatom toprağı kullanılan buğday ile *S. oryzae* erginleri üzerinde araştırma yapmıştır. %40 ve %57 orantılı nemde hiçbir canlılık görülmezken, %75 orantılı nemde görülen canlılık; popülasyon yoğunluğu ve sıcaklıkla ilişkilendirilmiştir. Her yoğunlukta (10, 20 ve 30 birey) sıcaklığın artmasıyla canlılık azalmıştır. 22°C sıcaklıkta herhangi bir nem değerinde F1 ergin gelişimi

görülmezken, %75 orantılı nemde 27°C ve 32°C sıcaklıkta maksimum sayıda F1 ergin gelişimi gözlenmiştir. Yazar ikinci denemesinde diyatom toprağının 300 ppm konsantrasyonunu; farklı oranlarda buğdayla muamele ederek içine konulmuş *S. oryzae* erginlerini 27°C sıcaklıkta, %57 ve %75 orantılı nemde; 7, 14 ve 21 gün süreyle maruz bırakmıştır. Ölüm oranının diyatom toprağı konsantrasyonu ve uygulama süresinin artmasıyla yükselmiş olduğunu ve %57 orantılı nemde %75 orantılı neme göre daha fazla olduğunu bildirmiştir. Bu araştırmaya göre yüksek orantılı nemlerde daha düşük ölümlerin görülmesi sıcaklık ve orantılı nemin *S. oryzae*'nin üreme gücü ve popülasyon gelişimi üzerindeki etkileri ile de ilişkilendirilmektedir.

Arthur ve Throne (2003) 35 g ekmeklik buğdayı ticari bir diyatom toprağı formülasyonu olan Protect-It'nin 300 ppm dozu ile muamele ederek 22, 27 ve 32°C sıcaklıklarında *S. oryzae*'nin farklı popülasyon yoğunluklarında ve farklı yaşam evreleri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Diyatom toprağı ile muamele edilmiş buğdaylardaki erginlerin ölüm oranı genellikle kontrol gruplarındaki ölüm oranlarından daha yüksek çıkmıştır. 22°C sıcaklıkta %50-90 arasındayken, 27°C sıcaklıkta ise >%90 şeklinde olmuştur. Çoğu kombinasyonda diyatom toprağına maruz kalan örnekler, kontrol gruplarına göre F1 ergin gelişimini %60-90 oranında bastırmıştır. Sonuç olarak *S. oryzae*'nin diyatom toprağına duyarlı olduğu görülmüş fakat ergin *S. oryzae*'ler diyatom toprağına maruz bırakılarak öldürülse bile yine de bir miktar yumurtlama meydana gelebildiği ve ergin baskılanmasının mutlak olmadığı görülmüştür. Sonuç olarak *S. oryzae* ve *S. zeamais* gibi taneye içten istila eden zararlılarda, ürünlere diyatom toprağı uygulanması istilayı tam olarak ortadan kaldırmaya bile bastırmaya yardımcı olabileceği belirlenmiştir.

Athanassiou vd. (2003) SilicoSec adlı diyatom toprağı formülasyonu ile *S. oryzae*'ye karşı pirinç, çeltik, mısır ve arpa üzerinde deneyler yapmıştır. SilicoSec'in beş farklı dozda (125, 250, 500, 1000 ve 1500 ppm), dört farklı maruz bırakma süresiyle (1, 2, 7, 14 gün) uygulamalar yapmıştır. 14 günlük sayım sonrası, tüm maruz bırakılan erginler çıkarılarak diyatom toprağı ile muamele edilmiş ürünlerdeki ergin gelişimi 45 ve 90 gün sonra gözlenmiştir. SilicoSec'in *S. oryzae*'ye karşı öldürücü etkisi; kullanılan tahıl türü, doz oranı ve uygulama süresinden oldukça etkilenmiştir. Test edilen tüm ürünlerde

uygulama süresinin uzaması, ergin ölümünü arttırmıştır. Mısırdaki SilicoSec etkisinin doz oranının en yüksek olduğu durumda ve 14 günlük uygulama süresinde bile ergin ölümünün %65'i geçmemesi üzerine pek tatmin edici olmadığı görülmüştür. Hatta diyatom toprağı ile muamele edilmiş mısırdaki ergin üretimi doz oranına bakılmaksızın yüksek çıkmıştır. Arpada ise en yüksek iki doz oranı ve 7 günlük uygulama süresinden sonra %100 ergin ölümü olmuştur fakat en yüksek doz oranında bile mutlak ölüm sağlanamamıştır. 1000 ve 1500 ppm SilicoSec ile muamele edilmiş çeltikte ise, tatmin edici bir koruma seviyesi elde edilmiştir. Bu iki oranda da tüm erginler 7 günlük maruz bırakma süresinden sonra ölmüştür ve 90 günlük inkubasyon süresi boyunca hiçbir döl ürememiştir. Bunun aksine 1500 ppm SilicoSec/kg ile muamele edilmiş pirinçteki ölüm oranı 14 günlük uygulama süresinden sonra bile %100'e ulaşamamıştır ve çok sayıda ergin kaydedilmiştir.

Athanassiou vd. (2004) yulaf, çavdar ve tritikaleye uygulanan üç çeşit diyatom toprağı formülasyonunun (Insecto, SilicoSec, PyriSec) ergin *S. oryzae* üzerine etkisini araştırmıştır. 26°C sıcaklık ve %60 orantılı nem koşullarında ürünlere 750, 1000 ve 1500 ppm konsantrasyonlarında diyatom toprağı uygulanarak belirli sürelerde (1, 2, 7 ve 14 gün) bu ürünlerde *S. oryzae* erginleri maruz bırakılmıştır. Üç tahıla da uygulanan farklı konsantrasyonlardaki diyatom toprağı muamelesinden 7 gün sonra *S. oryzae* erginlerinin ölüm oranlarının %100 olduğu kaydedilmiştir. Ayrıca üç diyatom formülasyonu da eşit derecede etki göstermiştir fakat 2 günlük uygulamadan sonra PyriSec, diğer iki diyatom formülasyonuna göre *S. oryzae*'de daha yüksek ölüm oranına sahip olmuştur. Sonuç olarak diyatom toprağı uygulanan tahıllardaki ölüm oranlarının, diyatom toprağı uygulanmayan tahıllara göre önemli ölçüde yüksek olduğu görülürken; formülasyonlar ve doz oranları arasında da önemli farklılıklar kaydedilmiştir. Diyatom toprağı uygulanan üç tahılda da *S. oryzae* için ergin üretimi olmamıştır.

Athanassiou vd. (2005) araştırmasında *Sitophilus oryzae* erginlerine karşı; Silicosec, Biofa GmbH ve Germany gibi diyatom toprağı formülasyonlarını 250, 500, 1000 ve 1500 ppm konsantrasyonlarında buğdayla muamele ederek; 22, 25, 27, 30 ve 32°C sıcaklıklarında maruz bırakmıştır. Ölü erginlerin sayısı; 1, 2, 7 ve 14 gün uygulama sürelerinden sonra kayıt altına alınmıştır. Çalışmada diyatom toprağı konsantrasyonu,

sıcaklık ve uygulama süresinin ölüm oranını önemli ölçüde etkilediği belirlenmiştir. SilicoSec'in etkisinin *S. oryzae*' ye karşı sıcaklıkla birlikte arttığı gözlemlenmekle birlikte; genel olarak diyatom toprağı konsantrasyonlarının 1000 ve 1500 ppm'de *S.oryzae*'ye karşı tatmin edici düzeyde koruma sağladığı belirtilmiştir. F1 ergin gelişimi ise yalnızca 22°C sıcaklıkta, 250 ve 500 ppm'de görülmüştür.

Athanassiou vd. (2005) Insecto, PyriSec ve SilicoSec diyatom toprağı formülasyonlarının arpa ve buğday üzerinde *S. oryzae*'ye karşı öldürücü etki ve kalıntı durumu üzerine çalışmıştır. 4 kg arpa ve buğday belirtilen diyatom toprağı formülasyonlarıyla üç doz oranında (0.75, 1 ve 1.5 g/kg tahıl) muamele edilerek 26°C sıcaklıkta saklanmıştır. Bu partilerden 450 günlük depolama süresi tamamlanana kadar 45 günde bir numune alınmıştır. Alınan numunelere ergin *S. oryzae*'ler konularak 26°C sıcaklıkta ve %57 orantılı nemde bekletilmiştir. Diyatom toprağı etkinliği, muamele edilmiş tahıllarda *S. oryzae* erginlerini belirli süreler maruz bıraktıktan sonra ergin ölüm oranları kaydedilerek belirlenmiştir. 14 günlük uygulama süresinden sonra sayım yapılarak ergin *S. oryzae*'ler uzaklaştırılmış, akabinde diyatom toprağı ile muamele edilmiş ürünlerde ergin üretim kapasitesini belirlemek amacıyla numuneler aynı koşullar altında 45 gün daha bekletilmiştir. İlk 270 günlük depolamada ölüm oranı >%90 ve ergin gelişimi her örnek için <1 olduğu görülmüştür. 270 gün sonra ergin ölümlerinde kademeli olarak azalmalar olmuş ve buna bağlı olarak ergin gelişimi artmıştır. 270 gün depolama süresince diyatom toprağı formülasyonları test edilen iki tahıl ürünü için de eşit derecede etkiliyken, 315 günlük depolamadan sonra *S. oryzae* ölüm oranı arpada buğdaya göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Ferizli ve Beris (2005) 25°C sıcaklık, %40 ve %55 oransal nemlerde farklı dozlarda Protect-It diyatom toprağını buğday ile muamele ederek *R. dominica*'ya karşı uygulamıştır. Tüm uygulama sürelerinden sonra ölü ve canlı erginler sayılarak, canlılar uzaklaştırılmış olup buğday kapları F1 erginleri çıkana kadar 8 hafta nem odasında tutulmuştur. F1 ergin gelişimi tüm doz oranlarında kontrol grubuna göre önemli farklılıklar göstermiştir. Doz oranı arttıkça ölüm oranlarının artmasına rağmen, totalde en yüksek dozda bile mutlak ölüm elde edilememiştir. F1 ergin gelişiminin nem ile olan ilişkisine bakıldığında ise her iki orantılı nem koşulunda da dozla birlikte azalmış olup;

her maruz bırakma aralığı için F1 gelişimi diyatom toprağı dozu artışı ile birlikte azalmıştır. Popölasyonun baskılanması ise tüm uygulama sürelerinde 1000 ppm doz ile sağlanmıştır. Sonuç olarak Protect- It'nin F1 gelişiminin azalmasına yardımcı olduğunu ve popölasyon kontrolünün %77 ölüm oranı ile 1000 ppm doz ile sağlandığı tespit edilmiştir.

Kavallieratos vd. (2005) 26°C sıcaklık ve %55 orantılı nem koşullarında yürütölen çalışmada, Insecto ve SilicoSec diyatom toprağı formölasyonlarının; 750, 1000 ve 1500 ppm konsantrasyonlarını 8 farklı tahıl ürününde (buğday, kavuzlu arpa, kavuzsuz arpa, yulaf, çavdar, tritikale, pirinç ve mısır) *Rhyzopertha dominica* erginleri üzerindeki etkisini araştırmıştır. 1, 2, 7 ve 14 günlük uygulama süresi sonrasında *R. dominica* erginlerinin ölüm oranları kaydedilmiş ve tüm erginler kaplardan uzaklaştırılmıştır. Ardından denemeler F1 ergin üretimini belirlenmesi amacıyla aynı koşullar altında 60 gün bekletilmiştir. Çalışmada ürünler ve diyatom toprağı formölasyonları arasında önemli farklılıklar göröldüğü; 14 günlük uygulama sonrası en düşük doz oranlarında bile buğday ve tritikalede ergin ölüm oranlarının >%90, kavuzsuz arpada ise ergin ölümünün önemli ölçüde düşük olduğı belirtilmiştir. F1 ergin üretimine bakıldığında genel olarak kavuzsuz arpada diğör ürünlere göre daha fazla birey tespit edilmiş ve baskılanma oranının en yüksek pirinçte (>%87) ve en düşük mısırdaki (<%6) olduğı belirtilmiştir.

Korunic ve Fields (2006) doğıal Diafil 610 ve Celatom MN 23 diyatom toprağı formölasyonlarını belirli konsantrasyonlarda (0, 250, 500, 750 ve 1000 ppm) buğdayla muamele ederek *S. oryzae*, *S. zeamais* ve *S. granarius* üzerindeki etkilerini incelemiştir. Deneyin başında buğday %13.3 nem içeriğine sahipken, deney boyunca 30°C sıcaklık ve %70 $\pm$ 5 orantılı nemde tutulmuştur. Farklı uygulama süreleri (4, 14 ve 21 gün) kullanılarak yapılan denemelerde ölüm oranlarına bakıldığında en hassas *S. zeamais* iken, *S. oryzae* ve *S. granarius*' un dirençli olduğı görölmüştür. Ayrıca Celatom MN 23, Diafil 610'dan biraz daha etkili olduğı gözlenmiştir.

Dal Bello vd. (2006) Arjantinden tedarik edilen diyatom toprağını hem tek başına hem de su veya *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Hyphomycetes: Moniliales) ile kombine ederek *S. oryzae*'ye karşı uygulamıştır. Diyatom toprağı, *S. oryzae*'nin %68'ini öldürerek fungal toza göre önemli ölçüde etki göstermiştir. *B. Bassiana* ve diyatom toprağı içeren toz formülasyonlar, su ile kombine edilen uygulamalara göre daha yüksek ortalama ölüm süresi göstermiştir.

Vassilakos vd. (2006) *Beauveria bassiana* formülasyonlarının *S. oryzae* erginlerine karşı depolanmış buğdaydaki öldürücü etkisini değerlendirmek için çalışmalar yapmıştır. *B. bassiana* etkisini görebilmek için formüle edilmiş Naturalis ürünü 2500, 5000 ve 10 000 ppm dozlarında uygulanmıştır. Ayrıca buğday 200 ve 500 ppm konsantrasyonlarında SilicoSec formülasyonu ile tek başına ya da belirtilen fungal dozlarıyla birlikte kombine edilerek uygulanmıştır. Ölü erginler 1, 2, 7 ve 14 gün sonra sayılmıştır. Denemeler 22, 26 ve 30°C sıcaklıkta ve %55 orantılı nemde yürütülmüştür. Genel olarak sıcaklık arttıkça diyatom toprağının öldürücü etkisi daha çok artmıştır. Fakat *B. bassiana*'nın 30°C sıcaklığa göre 26°C sıcaklıkta daha etkili olduğu görülmüştür. Diyatom toprağının fungal formülasyon ile eşzamanlı olarak kullanılmasının bu olumsuz etkiyi hafiflettiği gözlenmiştir. Sonuç olarak bazı kombinasyonlarda diyatom toprağına bağlı fungal etki katkı sağlarken, bazılarında ise olumsuz etki gözlenmiştir.

Athanassiou vd. (2007) ticari üç diyatom toprağı formülasyonunu (Insecto, PyriSec ve Protect-It) tek başına, birbirleriyle ya da üçünü birden kombine ederek buğday ve mısırdaki *S. oryzae*'ye karşı denemeler yapmıştır. Üç durumda da konsantrasyonlar; 250, 500 ve 750 ppm olarak belirlenerek; çalışmalar 26°C sıcaklık ve %65 orantılı nemde yürütülmüştür. 7 günlük uygulama süresinden sonra ölüm oranları kaydedilerek; *S. oryzae* erginlerinin, önemli ölçüde diyatom toprağı formülasyonları, uygulandıkları ürün ve konsantrasyondan etkilenmiş oldukları belirlenmiştir. Hatta bazı kombinasyonlarda %100 ölüm oranı sağlanmıştır. Ayrıca tüm diyatom toprağı formülasyonlarının buğday üzerinde mısıra göre daha etkili olduğu belirlenmiştir. Genel olarak buğday ve mısırdaki iki ya da üç diyatom toprağı formülasyonunun karıştırılarak kullanılmasının, tek bir çeşit diyatom toprağı formülasyonu uygulamasına göre daha

etkili olduğu gözlenmiştir. Bu çalışma, birkaç diyatom toprağı formülasyonunun karıştırılarak, düşük konsantrasyonlarda bile oldukça etkili olabilecek yeni bir diyatom toprağı formülasyonunun ortaya konulabileceğini göstermiştir.

Chanbang vd. (2007) denemelerde çeltikle muamele edilen iki ticari diyatom toprağının (Insecto, Protect-It) *Rhyzopertha dominica*’ ya karşı etkisini araştırmıştır. *R. dominica*, 400 ve 500 ppm diyatom toprağı ile muamele edilen çeltikte çeşitli zaman aralıklarında maruz bırakılarak ölüm oranları değerlendirilmiştir. Denemeler F1 gelişimi görülene kadar 8 hafta boyunca farklı sıcaklıklarda (27°C ve 32°C) ve orantılı nemlerde (%57 ve %75) tutulmuştur. Diyatom toprağı ile muamele edilmiş çeltik ve diyatom toprağı uygulanmamış çeltik arasında önemli farklılıklar görülürken, iki ticari diyatom toprağı formülasyonunun etkisi arasında önemli farklılıklar görülmemiştir. Uygulama süresi arttıkça ölüm oranının da artarak, maruz bırakma aralığına bağılı olarak %15.8 ile %69.2 arasında değıştiğı belirtilmiştir. Kontrol grubu da dahil olmak üzere tüm denemelerde 32°C sıcaklıkta 27°C sıcaklığa göre daha çok ergin gelişimi olduğı görülmüştür. Sonuç olarak bu çalışma iki diyatom toprağı formülasyonunun da *R. dominica*’ yı baskılamadığını ve mutlak ölüm için diğeri insektisitlerle kombine edilerek kullanılabileceğini göstermiştir.

Athanassiou vd. (2008) *S.oryzae* erginlerinin görüldüğü ürünlerde üç diyatom toprağı formülasyonunun (Protect-It, PyriSec ve DEBMM) öldürücü etki yapıp yapmadığını değerlendirmek için çalışmalar yapmıştır. %10 silika jel içeren Protect-It ve doğal bitki ekstraktı bitterbarkomisin ile piretrum içeren PyriSec ve DEBMM diyatom toprağı formülasyonlarını; buğday, arpa ve mısıra uygulayarak *S. oryzae* popülasyonları üzerinde her bir ürünün duyarlılığı değerlendirilmiştir. Denemelerde Protect-It ve PyriSec 500 ppm, DEBMM ise 150 ve 75 ppm konsantrasyonda kullanılarak, çalışmalar 25°C sıcaklık ve %55 orantılı nemde gerçekleştirilmiştir. *S. oryzae* erginleri 7 ve 14 günlük uygulama süresinden sonra sayılarak ölüm oranları gözlemlenmiştir. Arpada yetiştirilen *S. oryzae*’ ler tüm diyatom toprağı formülasyonlarının kullanıldığı ürünler arasında en toleranslı olan iken, mısırdaki yetiştirilenlerin ise en hassas olduğı görülmüştür. Diyatom toprağını etkinliğinin ise genel olarak buğday ya da arpaya göre mısırdaki daha

düşük olduğu bulunmuştur. Ayrıca Protect-It ve PyriSec'in buğday ve arpada DEBBM'ye göre daha etkiliyken, mısırdaki etkili olmadığı görülmüştür.

Athanassiou vd. (2008) entomopatojen bir fungus olan *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin (Deuteromycotina:Hyphomycetes)'i (8×10^6 ve 8×10^8 konidyum/kg) buğday ve arpayla yalnız ya da 250 ppm konsantrasyonunda diyatom toprağı formülasyonları ile kombine ederek denemeler yapmıştır. Denemeler ergin *S. oryzae* kullanılarak 5 ay boyunca sürdürülmüştür. Çalışmalar 27°C sıcaklık ve %65 orantılı nem koşullarında yürütülmüştür. Ölüm oranı değerlendirmeleri 7 ve 14. günde yapılmış, 14 günlük sayımlardan sonra tüm erginler uzaklaştırılarak numuneler ergin gelişimi kaydetmek adına 60 gün boyunca aynı ortam koşullarında inkübe edilmiştir. Her iki tahılda da 7 gün maruz bırakılan *S. oryzae* ölüm oranı 5 aylık süre boyunca azalmıştır fakat maksimum ölüm oranı genellikle en yüksek fungal oranının diyatom toprağı ile kombinasyonunda görülmüştür. *S. oryzae* ergin ölümünün buğdaya göre mısırdaki daha düşük olduğu, ergin gelişiminin 5 ay boyunca gittikçe arttığı fakat bu artışın muameleye göre değişiklik gösterdiğini belirtmiştir.

Vayias ve Stephou (2009) bir bitki ekstraktı olan bitterbarkomisin ile geliştirilmiş bir diyatom toprağı formülasyonu olan DEBBM'yi, 50 ppm, 100 ppm ve 150 ppm dozlarında sert buğday, arpa, çeltik ve mısıra uygulamıştır. *Sitophilus oryzae*, *Tribolium confusum* Jacquelin du Val. (Coleoptera:Tenebrionidae) ve *Cryptolestes ferrugineus* erginlerine karşı yapılan denemelerde 20, 25 ve 30°C sıcaklık ile %55 ve %75 oransal nem değerleri kullanılmıştır. Ölüm oranı ve ergin gelişimi 7 ve 14 günlük uygulama sonrası gözlenmiştir. DEBBM etkinliğinin; doz, uygulama süresi ve sıcaklığın artışıyla kademeli olarak artmış olduğu fakat orantılı nem değerinin artmasıyla düştüğü belirtilmiştir. Tüm türlerde ölüm oranının, diğer tahıllara göre arpada daha fazla olduğu görülmüştür. Mısır ve çeltikte ise arpa ve buğdaya göre daha düşük olduğu gözlenmiştir. DEBBM her üç türde de önemli ölçüde ölüm oranını arttırmasına rağmen, ergin gelişimi tamamen önlenemese de diyatom toprağı uygulanmayan ürünlere göre daha düşük olduğu belirtilmiştir.

Mebarkia vd. (2010) on iki ekmeklik buğday çeşidinde $27\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve $\%70\pm 5$ orantılı nem koşullarında *S. granarius*'un gelişimini araştırmıştır. Bu çeşitlerin *S. granarius*'a bağlı duyarlılığının tahıl bileşenlerinin içeriğine bağlı olabileceğini göstermekle birlikte; dirençli çeşitlerin daha yüksek karbonhidrat ve düşük protein içeriğine sahip olabileceğini belirtmiştir.

Rojht vd. (2010a) Sırbistan, Yunanistan ve Slovenya'dan tedarik edilen üç yerel diyatom ve ticari bir diyatom toprağı formülasyonu olan SilicoSec'i; 100, 300, 500 ve 900 ppm konsantrasyonlarında buğdaya uygulayarak; yerel diyatom topraklarının *S. oryzae* erginleri üzerinde etkinliğini 20, 25 ve 30°C sıcaklıklarında, $\%55$ ve $\%75$ orantılı nem koşullarında gözlemlemiştir. 7, 14 ve 21 günlük uygulama sürelerinden sonra, ölüm oranlarının doz ve uygulama süresi artışı ile arttığını ve tüm örneklerde (Slovenya ve Yunanistan'dan tedarik edilen diyatom toprağı dışında) 900 ppm konsantrasyonda ve 21 günlük uygulama süresinde ölüm oranının $\%90$ 'ın üzerinde olduğunu belirtmiştir. SilicoSec, 900 ppm dozda 14 günlük uygulamada $\%100$ ölüm oranıyla en etkili diyatom toprağı iken; Slovenya menşeli diyatom toprağında 20°C sıcaklık ve $\%55$ orantılı nemde ölüm oranı $\%85,3$, Yunanistan menşeli diyatom toprağında ise 25°C sıcaklık ve $\%75$ orantılı nemde ölüm oranı $\%67,6$ olarak bulunmuştur.

Rojht vd. (2010b) Slovenya, Yunanistan ve Sırbistan'dan alınan diyatom toprağı örnekleriyle diyatom toprağının jeokimyasal yapısının ergin *S. oryzae*'ler üzerindeki öldürücü etkisini belirlemek için araştırmalar yapmıştır. Ticari bir diyatom toprağı formülasyonu olan SilicoSec kontrol grubu olarak denemelerde kullanılmıştır. 20, 25 ve 30°C sıcaklıklarında, $\%55$ ve $\%75$ orantılı nem koşullarında yürütülen çalışmalarda diyatom toprağı dozları; 100, 300, 500 ve 900 ppm olarak belirlenerek ürünlere uygulanmıştır. Ergin ölüm oranı 7, 14 ve 21 günlük uygulama süresinden sonra kaydedilmiştir. Denemelerden önce kullanılacak olan tüm diyatom topraklarının jeokimyasal bileşimi ICP analizleri ile belirlenmiştir. Diyatom toprağı etkinliği önemli ölçüde silika ile ilişkilendirilirken, MnO ve CaO ile de az da olsa korelasyon gösterdiği belirtilmiştir.

Wakil vd. (2010) farklı uygulama sürelerinde DEBBM-P/WP diyatom toprağı formülasyonunu m²' ye 0, 0.5, 1, 1.5 ve 2 g konsantrasyonlarında; Protect-It formülasyonunu ise m²' ye 0, 3, 4, 5 ve 6 g uygulayarak yaptığı çalışmada *S. oryzae* erginlerinin ölüm oranlarını belirlemiştir. Bu çalışmaya göre uygulama süresi artışı ile ölüm oranı da artmıştır. Örneğin 24 saat m²' ye 3 g uygulanan Protect-It' de ölüm oranı 35.6 iken, m²'ye 0.5 g uygulanan DEBBM-P/WP' de ölüm oranı 82.9, 48 saat m²'ye 3 g uygulanan Protect-It' de ölüm oranı 82.3 iken, m²' ye 0.5 g uygulanan DEBBM-P/WP'de ölüm oranı 97.1 olduğu kaydedilmiştir. Kuru tozların WP formülasyonlara göre daha etkili olduğu görülmekle birlikte tüm ölüm oranlarının Protect-It' ye göre DEBBM-P/WP'de daha yüksek olduğu görülmüştür.

Riasat vd. (2011) 30±2°C sıcaklık ve %55 orantılı nemde yürütülen çalışmada buğdayda *R. dominica*'ya karşı *Beauveria bassiana* ve diyatom toprağının (Diafil 610) öldürücü etkisini araştırmıştır. *B. bassiana* (2.23 x 10⁷, 2.23 x 10⁸ ve 2.23 x 10⁹ konidi kg⁻¹) ve Diafil 610 (200 ve 400 ppm) uygulanan buğdaya maruz bırakılan *R. dominica* erginlerinin ölüm oranları; 8, 16 ve 24 gün sonra kaydedilmiştir. Sonuç olarak entomopatojen fungus ve diyatom toprağının 400 ppm'lik kombinasyonunda uygulama süresi artışı ile birlikte *R. dominica* erginlerinde mutlak ölümün gerçekleştiği belirlenmiştir.

Athanassiou vd. (2014) üç diyatom toprağı formülasyonunu mısıra uygulayarak 20, 25, 30°C sıcaklıklarında, %55 ve %75 orantılı nemlerde *Prostephanus truncatus* erginlerine karşı denemeler yapmıştır. Protect-It ve PyriSec 500, 1000 ve 1500 ppm doz oranlarında kullanılırken, DEA-P 75, 150 ve 500 ppm dozlarında uygulanmıştır. Protect-It ve PyriSec diyatom topraklarının tüm konsantrasyonlarında ergin canlılığının ve gelişiminin yüksek olduğu görülürken, DEA-P'de ise en düşük doz oranında bile *P. truncatus* erginlerinde mutlak ölüm sağlandığı ve ergin gelişiminin baskılandığı görülmüştür. Genel olarak bakıldığında ise Protect-It ve PyriSec 20°C sıcaklıkta, 30°C sıcaklığa göre daha etkili olduğu gözlenmiştir. Ayrıca DEA-P'nin etkinliğinin incelenen tüm sıcaklık ve orantılı nem değerlerinde yüksek olduğu belirtilmiştir.

Nwaubani vd. (2014) hammaddesi Nijerya'nın Bularafa ve Abakire bölgelerinden elde edilen diyatom topraklarının *S.oryzae* üzerinde etkisini araştırmıştır. Ticari bir diyatom olan Insecto kontrol grubu olarak deneylerde kullanılmıştır. Çalışmalar 30°C sıcaklıkta ve %55 orantılı nemde yürütülmüş olup; *S. oryzae* erginlerini diyatom toprağının 1000 ppm konsantrasyonu ile muamele edilmiş buğdayda maruz bırakmıştır. Insecto, Bularafa ve Abakire diyatom topraklarının 14 günlük uygulama süresi sonrasında *S. oryzae* ergin ölümünün sırasıyla %100, 100 ve 81 olduğu ve uygulama süresinin artmasıyla ölüm oranının da arttığı belirlenmiştir.

F1 gelişimi ve ölüm oranına bakıldığında Bularafa ve Insecto diyatom toprağı formülasyonlarının, Abakire'ye göre daha etkili olduğu görülmüştür. Ayrıca, Bularafa ve Insecto diyatom topraklarının Abakire diyatom toprağına göre daha fazla silika içerdiği ve Abakire partikül boyutunun daha küçük olduğu bildirilmiştir. Bu silika içerme düzeyi ve partikül boyutu Bularafa ve Insecto diyatom topraklarının, Abakire' ye göre neden daha etkili olduğunu açıklamıştır. Sonuç olarak *S. oryzae*'ye karşı etkili olma sırası Insecto > Bularafa > Abakire şeklinde olduğundan, Bularafa'nın Nijerya' da depo zararlıları ile mücadelede daha yüksek potansiyel taşıdığını belirtmiştir.

Baldassari ve Martini (2014) *S. oryzae*' ye karşı iki ticari diyatom toprağı formülasyonunun (Protector ve SilicoSec) öldürücü etkisini araştırmıştır. Denemeler 26.7°C sıcaklık ve %60 orantılı nem ortamında yürütülmüştür. Her iki diyatom toprağı formülasyonunun 500 ve 1000 ppm konsantrasyonları buğdayla muamele edilmiştir. *S. oryzae* erginlerinin ölüm oranları 2, 7 ve 14 günlük uygulamadan sonra kaydedilmiştir. İki diyatom toprağı formülasyonunda da öldürücü etki görülmüş ve ölüm oranlarının doz ve uygulama süresine göre etkilendiği belirtilmiştir. Protector'de 2 günlük uygulama süresinden sonra bile SilicoSec'e göre önemli düzeyde öldürücü etki görülmüştür. 14 günlük uygulama sonrası *S. oryzae* ortalama ölüm oranı, Protector'ün 500 ppm ve 1000 ppm'lik dozlarında sırasıyla %87 ve %92'nin üzerinde olmuştur. Bunlarla birlikte 7 ve 14 günlük uygulama süresinden sonraki sayımlarda fark görülmemiştir.

Ertürk vd. (2017) Çeltikte *Sitophilus oryzae* erginlerine karşı Protector (DT formülasyonu) ve DEA-P (DT ile abemectin karışım formülasyonu) formülasyonlarını farklı konsantrasyonlarda kullanarak, 30°C sıcaklık ve %75 orantılı nemde çalışmalarını yürütmüştür. Araştırmada 14 günlük uygulamada; Protector, *S. oryzae* erginlerinde 1000 ppm konsantrasyonunda %100 ölüm sağlarken, DEA-P aynı ölüm oranını 75 ppm konsantrasyonda sağlamıştır. F1 ergin verimi ise; Protector için 1750 ppm’ de, DEA-P’de ise 50 ppm konsantrasyonda %100 etkili olmuştur. Sonuç olarak bakıldığında hem Protector, hem de DEA-P’nin *S. oryzae*’ye karşı etkili formülasyonlar olduğu belirlenmiştir.

Mehta ve Kumar (2020) yedi farklı buğday çeşidinde *S. oryzae*’nin yaşam evrelerini incelemiştir. HPW-360 çeşidinde en düşük yumurta bırakma (%17.33) ve ergin çıkış (23.33 ergin) görülürken; en yüksek yumurta bırakma (%64) ve ergin çıkış (87.33 ergin) HPW-236 çeşidinde görülmüştür. HPW-249, HPW-349 ve HPW-360 çeşitleri daha az hassasken; HPW-155, HS-490 ve VL-892 çeşitleri kısmen hassas ve HPW-236 ise en çok hassas olan çeşit olarak bulunmuştur. Sonuç olarak bu çalışmada, uzun süre depolanacak çeşit seçiminde zararlılardan en çok etkilenen çeşitlerden kaçınılması yönünde çiftçilere fayda sağlayabileceği düşünülmüştür.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Çalışmada kullanılan tür

Çalışmada, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Depolanmış Ürün Zararlıları Laboratuvarında yetiştirilmekte olan *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) kültürü kullanılmıştır. Denemeler zararlının ergin evreleri üzerinde yürütülmüştür.



Şekil 3.1 *Sitophilus oryzae* ergini

S. oryzae ergini 2,5-4 mm'dir ve kırmızımsı kahverengidir. Erginlerde her bir elytron üzerinde ikişer adet turuncu leke bulunur. Arka kanatlar körelmemiş olduğu için erginler uçuşa yeteneğine sahiptir. Diğer özellikleri *Sitophilus granarius* (L.)' a benzer (Yıldırım vd. 2001). Buğday bitinden boyut olarak biraz daha küçük olması nedeniyle de ayırt edilebilir.

Ergin dişiler yumurtalarını depoda tane içine bırakmaktadır ve bir dişi ortalama 120-280 adet yumurta bırakır. Erginler 4-5 ay yaşamakta ve yılda 5-6 döl vermektedir (Yıldırım vd. 2001).

Optimum koşullarda yumurtadan ergine geçiş süresi 26 gündür. *S. granarius*' a göre soğuğa daha duyarlıdır. Ürünlerde kızışma ve küflenmeye sebep olmakla birlikte zarar yaptıkları danelere sekonder zararlılar da saldırabilir (Özgür 1999).

Genel olarak birçok tahıl ürününde zarar yapmaktadır. Asıl zarar yapan ergin ve larva olmakla birlikte larva daneye içten zarar verirken ergin ise dışardan kemirerek beslenmektedir (Yıldırım vd. 2001).

3.1.2 Çalışmada kullanılan diyatom toprağı

Denemelerde Antalya ili'nden temin edilen diyatom toprağı kullanılmıştır.



şekil 3.2 Denemelerde kullanılan diyatom toprağı

3.1.3 Çalışmada kullanılan buğday çeşidi

Çalışmalarda Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü (Ankara) tarafından 2004 yılında tescil edilen Tosunbey, 1996 yılında tescil edilen İkizce, 2000 yılında tescil edilen Demir ve Bayraktar çeşitleri, 2009 yılında tescil edilen Kenanbey, 2016 yılında tescil edilen Şanlı çeşidi ekmeklik buğdaylar kullanılmıştır.

Çeşitlerin genel özelliklerine bakıldığında, Tosunbey için 1000 tane ağırlığı 30-35 g, hektolitre ağırlığı 79-80 kg, protein oranı %13-14'dür. İkizce için 1000 tane ağırlığı 30 g, hektolitre ağırlığı 79-81 kg, protein oranı %13'dür. Demir için 1000 tane ağırlığı 35,5 g, hektolitre ağırlığı 79,6 kg, protein oranı %13,9'dur. Bayraktar için 1000 tane ağırlığı 32-34 g, hektolitre ağırlığı 78-80 kg, protein oranı %11-14'tür. Kenanbey için 1000 tane ağırlığı 30-32 g, hektolitre ağırlığı 76-81 kg, protein oranı %12-14'tür. Şanlı için 1000 tane ağırlığı 32,7-43 g, hektolitre ağırlığı 77,4-83 kg, protein oranı %12,4-17'dir (<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tarlabitkileri/Menu/108/Ekmeklik-Bugday>, 2020).



Şekil 3.3 Buğday çeşitlerinin genel görüntüsü

3.1.4 Diğer materyal



(a)

(b)

(c)

(d)

(e)

Şekil 3.4 a. Hassas terazi b. CAS Micro Weighing Scale MW-II c. Elek d. Yumuşak pens e. Data logger

3.2 Yöntem

3.2.1 *Sitophilus oryzae*'nin yetiştirilmesi

Sitophilus oryzae'nin yetiştirilmesinde besin olarak pestisit uygulanmamış buğday kullanılmıştır. Kültürün yetiştirilmesinde kullanılan buğday, soğuk hava deposunda -20°C'de minimum 1 hafta tutularak olası zararlı bulaşıklığı yok edilmiştir. Sonrasında laboratuvar koşullarına uyumu için bir süre korunaklı bir şekilde bekletilerek kültürde kullanıma hazır hale getirilmiştir.

Sterilize edilmiş buğday 1 litrelik steril cam kavanozlara, kavanozun 1/3'ünü dolduracak şekilde aktarılmış ve üzerine karışık cinsiyetli 100 – 200 adet ergin konulmuştur. 1 hafta sonra bu kavanozdaki erginler elenerek uzaklaştırılmıştır. İçinde sadece tanelerin içlerine yumurta bırakılmış buğday olan cam kavanozlar laboratuvarında $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve $\% 55 \pm 5$ orantılı nem koşullarına ayarlanmış kültür odasına yerleştirilmiştir. 60 gün sonra yeni nesil ergin çıkışlarının gözlenmesiyle birlikte günlük olarak toplanan bireyler yeterli sürede bekletilerek 1-2 haftalık bireyler elde edilmiş ve denemelerde bu erginler kullanılmıştır.



(a)

(b)

Şekil 3.5 *Sitophilus oryzae*'nin yetiştirilmesinde kullanılan kavanozlar b. Kültür odası

3.2.2 Deneme düzeneği

Çalışmalarda 50 ml hacimli vida kapaklı PVC kaplar kullanılmıştır. Kapların kapaklarında hava sirkülasyonunu sağlamak için merkez noktasına yakın yerden böcek iğnesi ile çok sayıda olmak üzere böceklerin kaçamayacağı çok küçük delikçikler açılmıştır. Bu kaplar denemeler süresince, denemelerin yürütüldüğü orantılı nemi sağlamak için içinde gliserin solüsyonu (Forney and Brandl, 1992) bulunan kapaklı plastik küvetler (26,5 cm (en) x 15 cm (boy) x 23 cm (yükseklik)) içinde tutulmuştur. Deneme ortamının sıcaklık ve orantılı nem seviyeleri Hobo® ProTemp/RH marka veri kaydediciler (Onset Computer Corporation, ABD) ile düzenli olarak izlenmiştir.



(a)

(b)

(c)

Şekil 3.6 a,b Deneme düzenekleri c. Gliserin solusyonu

3.2.3 Biyolojik denemeler

Denemede kullanılacak olan ekmeklik buğday çeşitleri sıcaklık ve orantılı nem düzeyleri önceden ayarlanmış olan kabinlerde küvetlere serilerek 1 hafta süresince koşullandırılmıştır. Bu süre sonunda buğday gerekli miktarda tartılarak PVC poşetlere konulmuştur. Çalışmalarda 250, 500, 750 ve 1000 ppm dozlarına karşılık gelen diyatom miktarı, hassas terazide ölçümü yapılarak poşet içerisindeki buğdaya eklenmiş ve poşet balon şeklini alacak şekilde ağız kısmı bağlanmıştır. Poşet elde yaklaşık 5 dakika boyunca çalkanarak diyatom toprağının buğdaya yeknesak olarak karışması sağlanmıştır. Daha sonra diyatumlu buğday her bir deneme kabına 20 g/kap olacak şekilde tartılarak eklenmiştir. Bu şekilde hazır olan kaplara deneme için yetiştirilmiş olan 7 – 21 günlük erginler 20 ergin/kap olacak şekilde konulmuş ve kapakları kapatılmıştır.



Şekil 3.7 Deneme kurulurken kullanılan PVC poşetler

Denemelerde kontrol grubu için diyatom toprağı ile muamele edilmemiş buğday kullanılmıştır. Denemeler her bir doz için 10 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Deneme kapları PVC küvetler içine yerleştirilirken katmanlar arasına PVC ızgaralar konularak deneme kaplarının birbiri üstüne gelmesi engellenmiş ve hava dağılımının homojen olması sağlanmıştır. Deneme materyali 25°C sıcaklık ve %55 ve %75 orantılı nem içeren kabinlerde (Binder KB 720, Almanya) tutulmuştur.

3.2.3.1 Ergin ölümleri ile ilgili çalışmalar

Uygulamadan 7, 14 ve 21 gün sonra canlı ve ölü *S.oryzae* ergin sayısını belirlemek için deneme materyalleri kabinlerden çıkarılmıştır. 7 ve 14 gün sonra yapılan sayımlarda kap içerisindeki buğday beyaz bir kağıt üzerine dökülerek canlı ve ölü erginler yumuşak pensle seçilerek kayıt altına alındıktan sonra ölü erginler uzaklaştırılarak canlı erginler kaplara geri konulmuştur. 21 gün sonra yapılan sayımlarda canlı ve ölü ergin ayırımı yapılarak kayıt altına alındıktan sonra canlı erginler de ölü erginler gibi kaplardan uzaklaştırılmıştır. Erginleri alınan buğday F1 ergin sayısının belirlenmesi için tekrar aynı deneme kabına alınarak denemenin yürütüldüğü kabinlere yerleştirilmiştir.



Şekil 3.8 Sayım yaparken resim ve kullanılan araç gereçler

3.2.3.2 F1 ergin verimi ile ilgili çalışmalar

Deneme başlangıcından itibaren 21. gün sayımından sonra ergin ölümlerinin belirlenmesinin ve varsa canlı bireylerin uzaklaştırılmasının ardından içinde sadece buğday olan kaplar deneme koşullarında ilaveten 60 gün daha tutulmuştur. Bu süre sonunda canlı erginlerin sayımı yapılarak F1 verimi belirlenmiştir.

3.2.4 İstatiksel analiz

Denemelerde elde edilen verilere arcsine transformasyonu uygulanmış ve Tekrarlanan Ölçümler Varyans Analizi (Repeated Measures ANOVA) tekniği ile analiz edilmiştir. Ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testi ile belirlenmiştir. Kontrol grubunda 21. gündeki birikimli ergin ölüm oranı ve F1 ergin gelişimine ait veriler ise Faktöriyel Varyans Analizine tabi tutulmuş; farklı gruplar Duncan Testi ile belirlenmiştir.

Araştırmada, *S. oryzae* erginlerinin 25°C’de her bir nem koşulunda ve uygulamalar süresince elde edilen ölüm değerleri PoloPlus 1.0 paket programı ile probit analizine tabi tutulmuş ve LD₅₀ ve LD₉₅ değerleri hesaplanmıştır (LeOra Software, 2006).

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

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

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Diyatom toprağının altı farklı ekmeklik buğday çeşidinde 0, 250, 500, 750 ve 1000 ppm'lik dozlarının *Sitophilus oryzae* ergin bireylerinin ölümü üzerine olan etkisi 25°C sıcaklıkta, %55 ve %75 orantılı nem koşullarında 7, 14 ve 21 günlük uygulama sürelerinde araştırılmıştır. Buğday çeşidi, doz, sıcaklık ve orantılı nem koşullarında diyatom toprağının *S. oryzae*'nin F1 ergin gelişimi üzerindeki etkisi de belirlenmiştir.

4.1 Buğday Çeşitlerine Farklı Konsantrasyonlarda Uygulanan Diyatom Toprağının Değişik Orantılı Nemlerde *Sitophilus oryzae* Üzerinde Etkileri

Diyatom toprağının *S. oryzae* erginleri üzerindeki öldürücü etkisini belirlemek için 25°C sıcaklık ve %55 ve %75 orantılı nemlerde yürütülen denemelere ait verilerle yapılan varyans analizinde Çeşit*Süre*Orantılı nem*Dozlar arasında istatistiksel olarak önemli derecede interaksiyon olduğu saptanmıştır ($p=0,0$) (Çizelge 4.1.).

Çizelge 4.1 Diyatom toprağı ile muamele edilen altı farklı buğday çeşidinde 25°C sıcaklık, %55 ve 75 orantılı nemde *Sitophilus oryzae* erginlerinde farklı uygulama sürelerinde öldürücü etkisine ilişkin tekrarlı ölçümler (Repetead Measures) varyans analiz tablosu

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Intercept	1628311	1	1628311	17578,62	0
Çeşit	199621	5	39924	431,01	0
Orantılı nem	1005284	1	1005284	10852,66	0
Doz	458158	4	114539	1236,52	0
Çeşit*Orantılı nem	223856	5	44771	483,33	0
Çeşit*Doz	55287	20	2764	29,84	0
Orantılı nem*Doz	223452	4	55863	603,08	0
Çeşit*Orantılı nem*Doz	86684	20	4334	46,79	0
Hata	50020	540	93		
Süre	200476	2	100238	2273,42	0
Süre*Çeşit	17568	10	1757	39,85	0
Süre*Orantılı nem	51334	2	25667	582,13	0
Süre *Doz	33323	8	4165	94,47	0
Süre*Çeşit*Orantılı nem	20551	10	2055	46,61	0
Süre*Çeşit*Doz	48532	40	1213	27,52	0
Süre *Orantılı nem*Doz	75480	8	9435	213,99	0
Süre*Çeşit*Orantılı nem*Doz	49258	40	1231	27,93	0
Hata	47619	1080	44		

Çizelge 4.1’de de görüleceği üzere ele alınan bağımsız değişkenler tek başına ve bunların ikili, üçlü ve dörtlü interaksiyonları önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

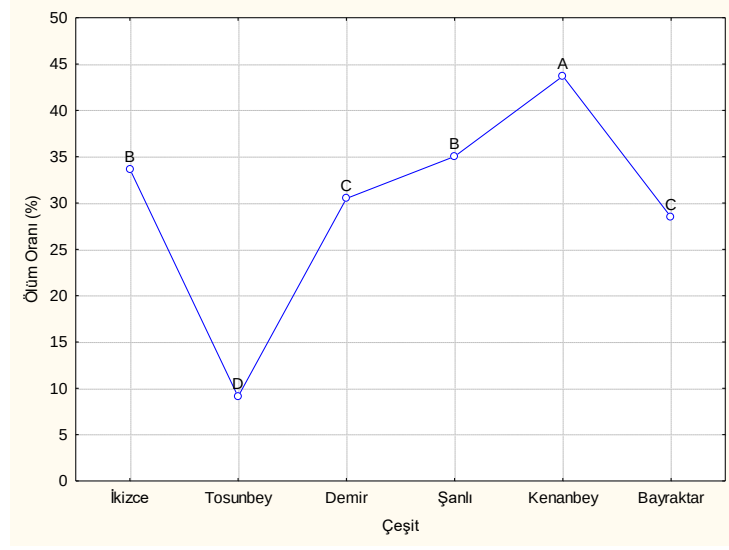
Çizelge 4.2 Diyatom toprağının farklı konsantrasyonlarının farklı çeşit, nem ve uygulama sürelerinde *Sitophilus oryzae* erginlerindeki ölüm oranı (%) (ortalama $\pm$ standart hata)

Çeşit	Orantılı Nem (%)	Doz (ppm)	Uygulama Süresi (Gün)		
			7	14	21
İkizce	55	0	2,48 $\pm$ 1,53	3,98 $\pm$ 1,94	8,45 $\pm$ 2,24
		250	1,48 $\pm$ 0,75	24,67 $\pm$ 7,27	87 $\pm$ 3,35
		500	6,03 $\pm$ 1,45	81,76 $\pm$ 4,34	98,97 $\pm$ 0,68
		750	43,5 $\pm$ 4,66	96 $\pm$ 1,63	100 $\pm$ 0
		1000	73,89 $\pm$ 5,3	99,5 $\pm$ 0,5	100 $\pm$ 0
	75	0	0,5 $\pm$ 0,5	1,5 $\pm$ 0,76	3 $\pm$ 1,11
		250	1 $\pm$ 0,67	1 $\pm$ 0,67	3 $\pm$ 1,11
		500	0,5 $\pm$ 0,5	2,5 $\pm$ 1,12	16,5 $\pm$ 2,89
		750	0,5 $\pm$ 0,5	3 $\pm$ 1,53	19 $\pm$ 6,14
		1000	4,5 $\pm$ 1,74	38 $\pm$ 4,78	87,5 $\pm$ 3
Tosunbey	55	0	1,5 $\pm$ 1,07	2,48 $\pm$ 1,53	6,45 $\pm$ 1,66
		250	1,95 $\pm$ 1,07	3,45 $\pm$ 1,28	10,43 $\pm$ 2,02
		500	1 $\pm$ 0,67	3 $\pm$ 1,11	21,5 $\pm$ 6,83
		750	2 $\pm$ 0,82	2,5 $\pm$ 0,83	27 $\pm$ 5,59
		1000	1,5 $\pm$ 0,76	8 $\pm$ 3,43	48 $\pm$ 8,98
	75	0	0,5 $\pm$ 0,5	0,5 $\pm$ 0,5	1 $\pm$ 0,67
		250	0 $\pm$ 0	0,5 $\pm$ 0,5	1,5 $\pm$ 1,07
		500	1,5 $\pm$ 1,07	5 $\pm$ 1,67	22,5 $\pm$ 4,61
		750	1 $\pm$ 0,67	8 $\pm$ 1,86	44,5 $\pm$ 6,12
		1000	0,5 $\pm$ 0,5	7 $\pm$ 2,26	38,5 $\pm$ 4,66
Demir	55	0	1 $\pm$ 0,67	3 $\pm$ 1,33	5,5 $\pm$ 2,29
		250	2,5 $\pm$ 1,12	40,83 $\pm$ 3,82	95,2 $\pm$ 1,81
		500	29,81 $\pm$ 5,44	89,52 $\pm$ 2,74	98,5 $\pm$ 0,76
		750	42 $\pm$ 3	97 $\pm$ 1,7	100 $\pm$ 0
		1000	80 $\pm$ 2,98	100 $\pm$ 0	100 $\pm$ 0
	75	0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	2 $\pm$ 1,11
		250	0 $\pm$ 0	0,5 $\pm$ 0,5	3,5 $\pm$ 1,3
		500	0,5 $\pm$ 0,5	0,5 $\pm$ 0,5	4 $\pm$ 1,25
		750	0,5 $\pm$ 0,5	1 $\pm$ 0,67	4,5 $\pm$ 1,17
		1000	2,5 $\pm$ 1,34	4 $\pm$ 2,08	6,5 $\pm$ 2,48

Çizelge 4.3 Diyatom toprağının farklı konsantrasyonlarının farklı çeşit, nem ve uygulama sürelerinde *Sitophilus oryzae* erginlerindeki ölüm oranı (%) (ortalama $\pm$ standart hata) (devam)

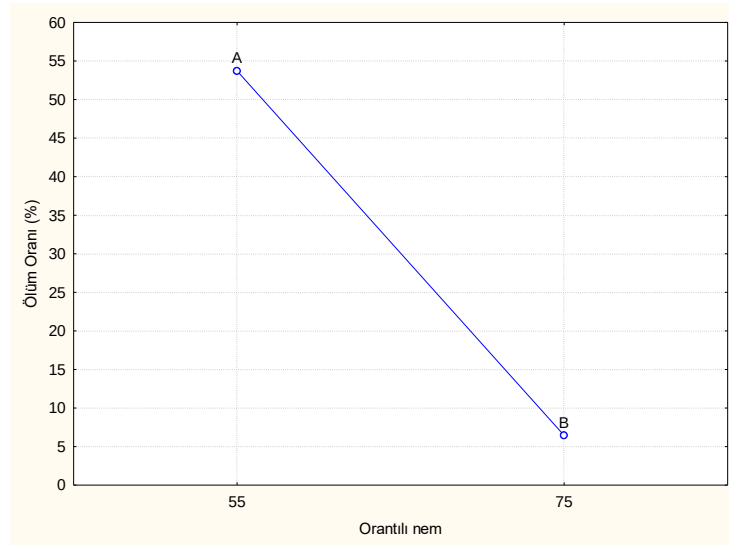
Şanlı	55	0	1 $\pm$ 0,67	3,5 $\pm$ 1,07	7,5 $\pm$ 2,61
		250	10 $\pm$ 3,73	49 $\pm$ 5,76	92,5 $\pm$ 2,27
		500	55,5 $\pm$ 4,8	98,5 $\pm$ 1,07	100 $\pm$ 0
		750	77,5 $\pm$ 3,67	99,5 $\pm$ 0,5	100 $\pm$ 0
		1000	92,5 $\pm$ 2,71	100 $\pm$ 0	100 $\pm$ 0
	75	0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	1 $\pm$ 0,67
		250	1 $\pm$ 0,67	1,5 $\pm$ 0,76	2 $\pm$ 0,82
		500	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	1 $\pm$ 0,67
		750	1 $\pm$ 0,67	1,5 $\pm$ 0,76	14,5 $\pm$ 2,63
		1000	0 $\pm$ 0	5 $\pm$ 1,83	35,5 $\pm$ 5,7
Kenanbey	55	0	9 $\pm$ 2,56	34,5 $\pm$ 4,25	62 $\pm$ 5,17
		250	19,5 $\pm$ 4,97	74,5 $\pm$ 4,5	96,5 $\pm$ 1,3
		500	77 $\pm$ 3,74	99,5 $\pm$ 0,5	100 $\pm$ 0
		750	97,5 $\pm$ 1,12	100 $\pm$ 0	100 $\pm$ 0
		1000	100 $\pm$ 0	100 $\pm$ 0	100 $\pm$ 0
	75	0	2,5 $\pm$ 1,54	2,5 $\pm$ 1,54	3 $\pm$ 1,53
		250	0 $\pm$ 0	0,5 $\pm$ 0,5	1 $\pm$ 0,67
		500	0,5 $\pm$ 0,5	1 $\pm$ 0,67	6 $\pm$ 1,94
		750	1,5 $\pm$ 0,76	2 $\pm$ 0,82	22,5 $\pm$ 2,91
		1000	2 $\pm$ 1,11	18 $\pm$ 4,84	78 $\pm$ 4,73
Bayraktar	55	0	1 $\pm$ 0,67	3 $\pm$ 1,11	6,5 $\pm$ 2,36
		250	3,5 $\pm$ 1,3	19 $\pm$ 3,4	63 $\pm$ 4,9
		500	18,5 $\pm$ 4,66	76 $\pm$ 3,48	99 $\pm$ 0,67
		750	60,5 $\pm$ 3,02	93 $\pm$ 2,26	99,5 $\pm$ 0,5
		1000	82 $\pm$ 3,09	99 $\pm$ 1	100 $\pm$ 0
	75	0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0,5 $\pm$ 0,5
		250	3 $\pm$ 1,33	4 $\pm$ 1,45	4 $\pm$ 1,45
		500	1 $\pm$ 1	2,5 $\pm$ 1,54	4,5 $\pm$ 1,74
		750	0 $\pm$ 0	0,5 $\pm$ 0,5	6 $\pm$ 2,21
		1000	0,5 $\pm$ 0,5	1 $\pm$ 0,67	3 $\pm$ 1,11

Diyatom toprağının farklı konsantrasyonlarının buğday çeşitlerinde *Sitophilus oryzae* erginleri üzerindeki öldürücü etkisine bakıldığında, buğday çeşidine göre ölüm oranlarının farklılık gösterdiği görülmüştür ($F_{5, 540}=431$; $p=0,0$) (Şekil 4.1).



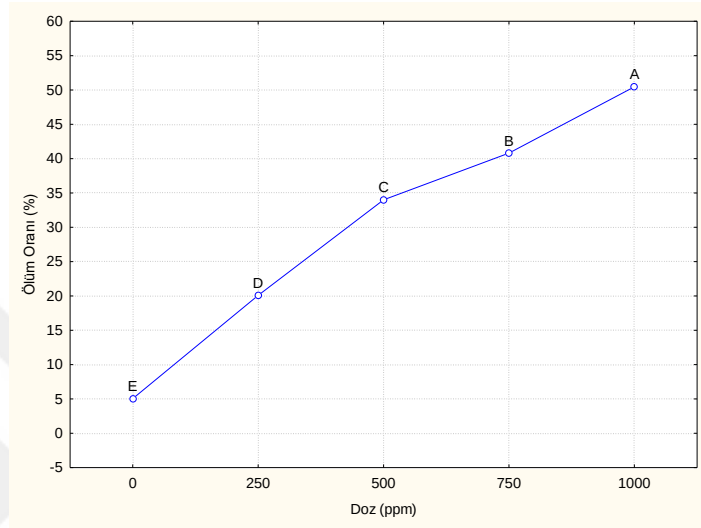
Şekil 4.1 Diyatom toprağının farklı buğday çeşitlerinde *Sitophilus oryzae* erginleri üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p < 0,05$)

Sitophilus oryzae erginlerinin ölümü üzerine orantılı nemin etkisine bakıldığında orantılı nemdeki azalmanın ölüm oranını önemli derecede arttırdığı saptanmıştır ($F_{1,540}=10853$; $p=0,0$) (Şekil 4.2).



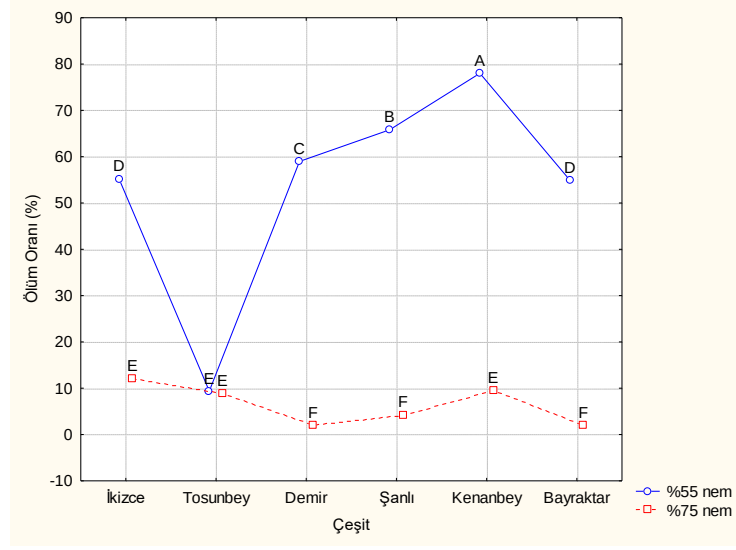
Şekil 4.2 Diyatom toprağının %55 ve %75 orantılı nemlerde *Sitophilus oryzae* erginleri üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p < 0,05$)

Diyatom toprağının farklı konsantrasyonlarının *Sitophilus oryzae* erginleri üzerindeki öldürücü etkisine bakıldığında, doz artışı ile birlikte ölüm oranlarının arttığı, en yüksek ölüm oranının 1000 ppm konsantrasyonunda olduğu görülmüştür ($F_{4, 540} = 1236,5$; $p=0,0$) (Şekil 4.3).



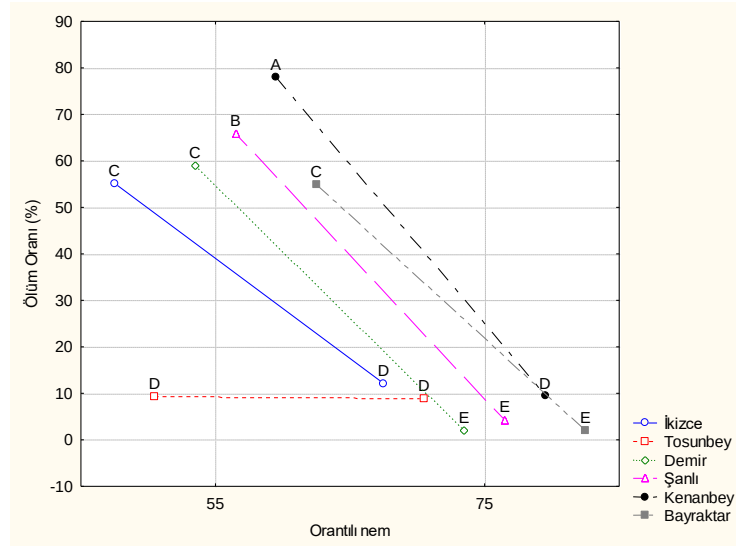
Şekil 4.3 Diyatom toprağının farklı dozlarda *Sitophilus oryzae* üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p<0,05$)

Buğday çeşitleri ve farklı orantılı nemin birlikte etkileşimine bakıldığında: %55 orantılı nemde buğday çeşitleri arasında *Sitophilus oryzae* erginleri ölüm oranları arasındaki farklılıklar önemli olarak bulunmuştur ($F_{5, 540} = 483,33$; $p=0,0$) (Şekil 4.4).



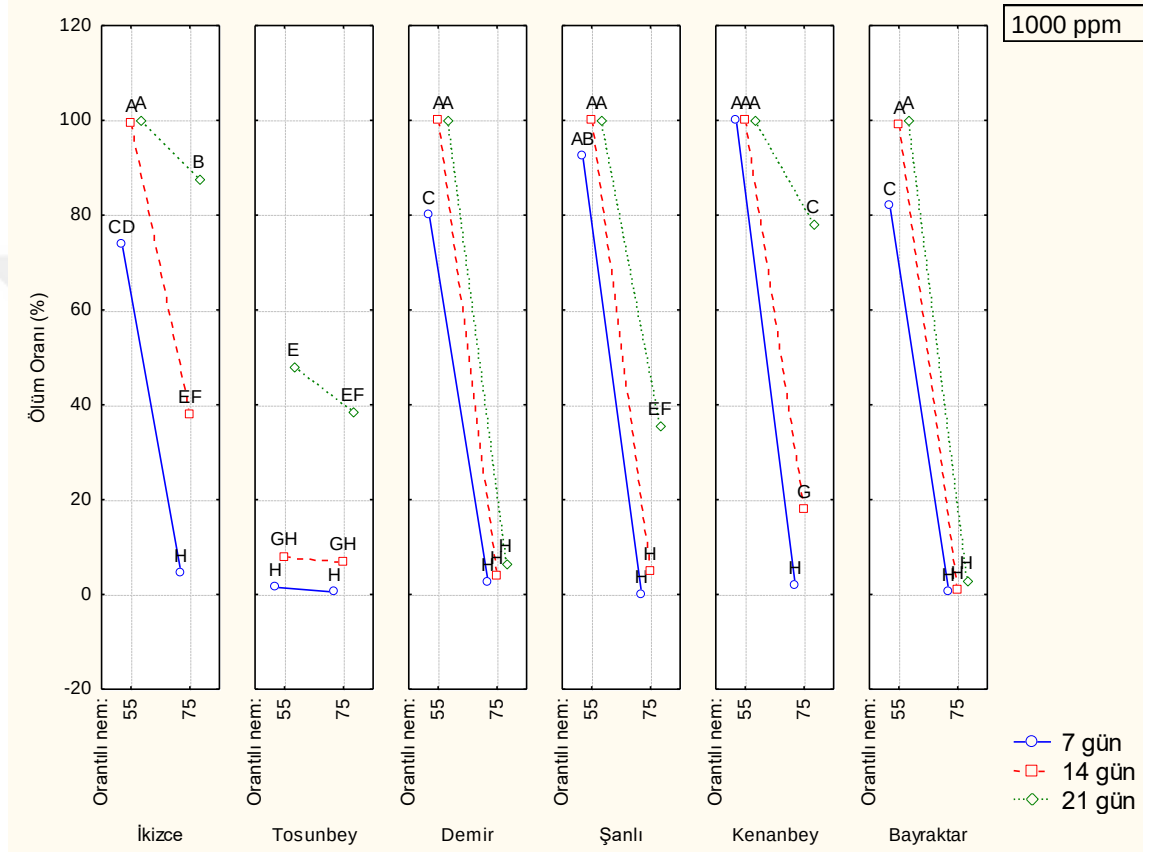
Şekil 4.4 Diyatom toprağının farklı buğday çeşitlerinde %55 ve %75 orantılı nemlerde *Sitophilus oryzae* erginleri üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p < 0,05$)

Buğday çeşidi ve değişken orantılı neme bakıldığında *Sitophilus oryzae* erginleri üzerinde beş buğday çeşidinde orantılı nemin azalmasıyla birlikte ölüm oranlarında artış gözlenirken, Tosunbey çeşidinde orantılı nem farklılığı ile ölüm oranları arasında herhangi bir değişim göstermemiştir ($F_{5, 540} = 483,33$; $p > 0,05$) (Şekil 4.5).



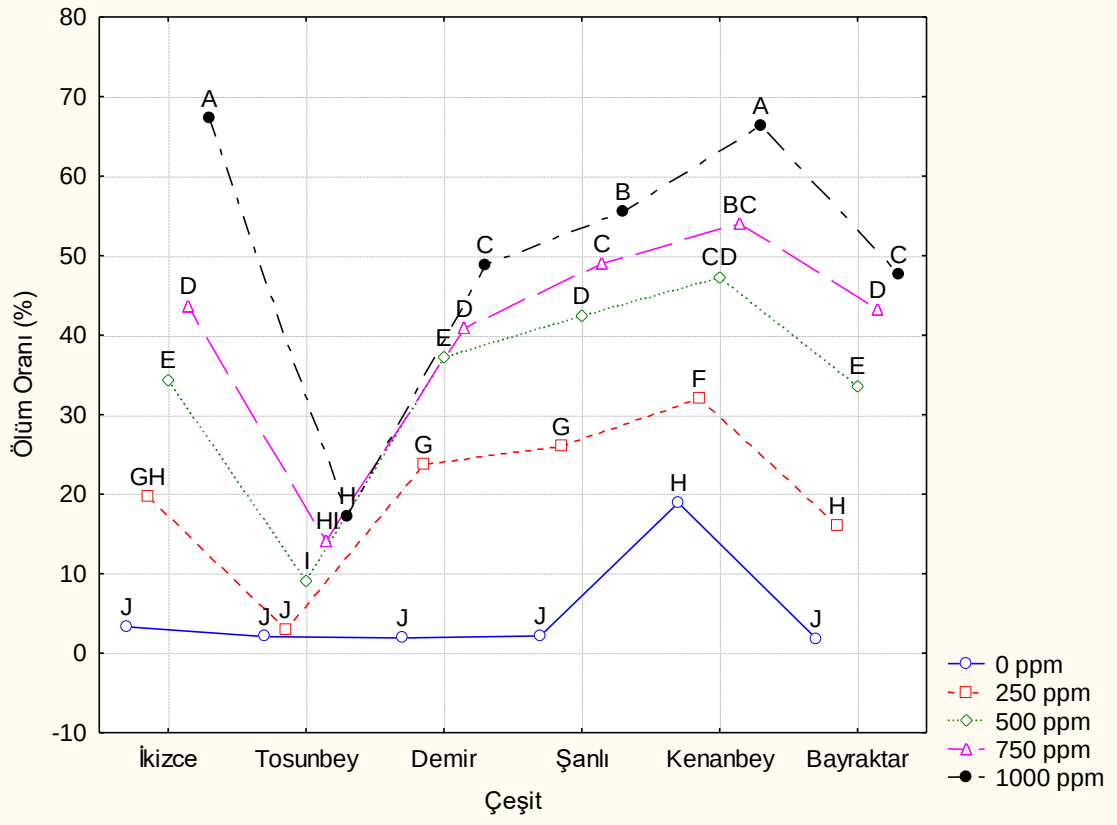
Şekil 4.5 Diyatom toprağının %55 ve %75 orantılı nemlerde değişik buğday çeşitlerinde *Sitophilus oryzae* üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p < 0,05$)

Tosunbey çeşidinde diyatom toprağının 1000 ppm konsantrasyonunda farklı orantılı nemlerde 7 ve 14 günlük uygulama sürelerinde elde edilen ölüm oranları, 21 günlük uygulamalarda elde edilen ölüm oranlarından daha düşük olduğu bulunmuştur ($F_{40, 1080}=27,930$; $p=0,0$) (Şekil 4.6).



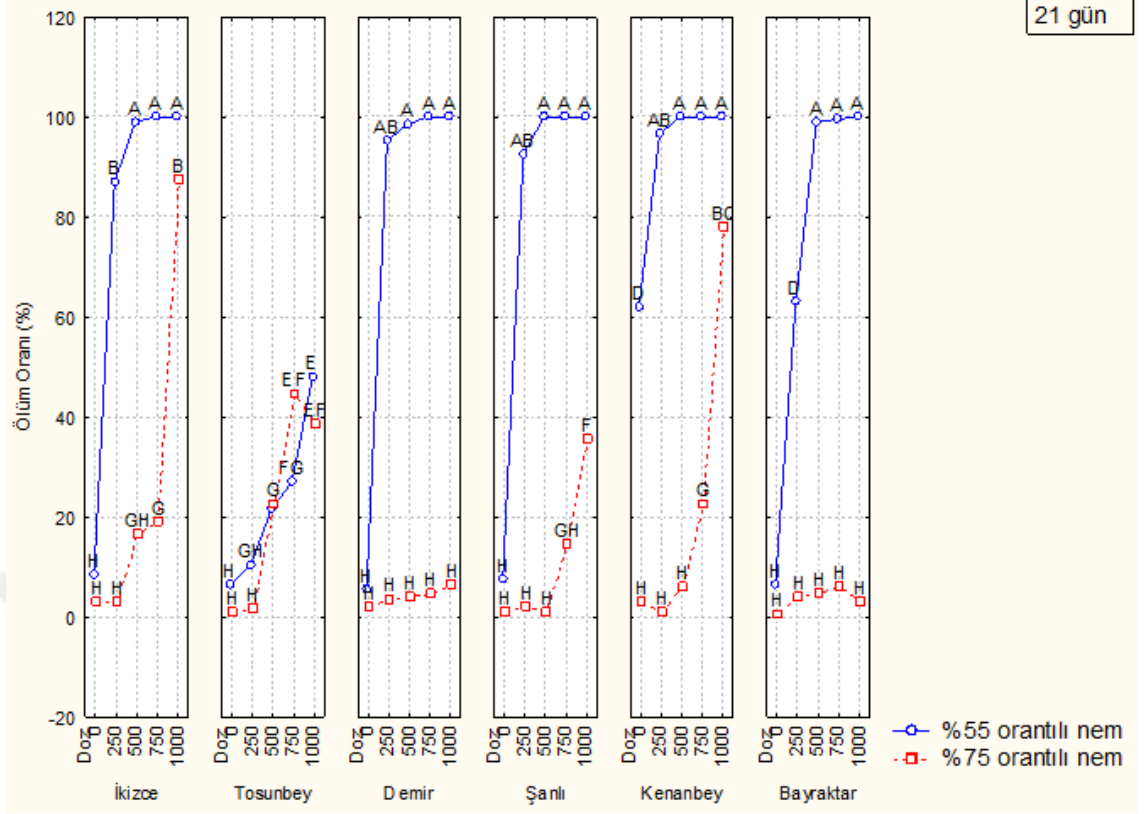
Şekil 4.6 Diyatom toprağının 1000 ppm konsantrasyonunda %55 ve %75 orantılı nemlerde ve uygulama sürelerinde farklı buğday çeşitlerinde *Sitophilus oryzae* üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p<0,05$)

Buğday çeşidi ve dozun birlikte etkileşimine bakıldığında; her altı buğday çeşidinde de doz artışına bağlı ölüm oranları kademeli olarak artmakla birlikte, tüm dozlarda en yüksek oranda ölüm Kenanbey çeşidinde görülmüştür ($F_{20, 540}=29,540$; $p=0,0$) (Şekil 4.7).



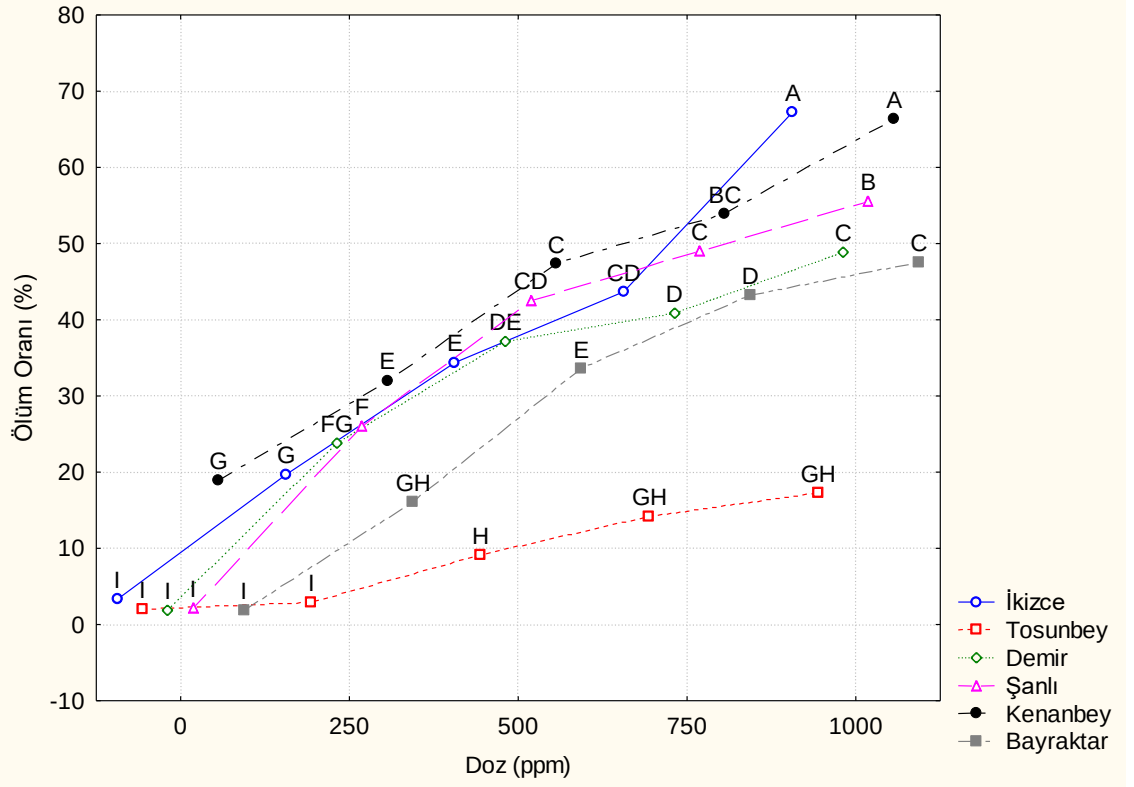
Şekil 4.7 Diyatom toprağının farklı ekmeklik buğday çeşitlerinde değişik dozlarda *Sitophilus oryzae* üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p < 0,05$)

Diyatom toprağının buğday çeşitlerinde *S. oryzae* erginleri üzerindeki 21 günlük etkisine bakıldığında, Kenanbey çeşidinde %55 orantılı nemde 250 ve 1000 ppm arası dozlarda ölüm oranlarının yüksek olduğu, %75 orantılı nemde ise 750 ppm ve üzeri dozda ölüm oranlarının arttığı gözlenmiştir ($F_{40, 1080}=27,930$; $p=0,0$) (Şekil 4.8).



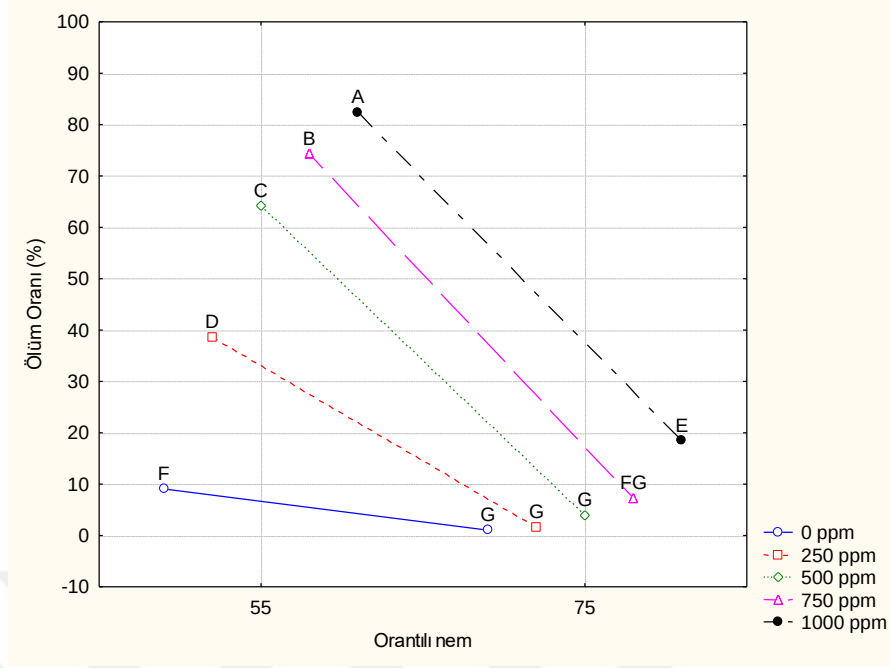
Şekil 4.8 Denemenin 21. gününde buğday çeşitlerinde diyatom toprağının değişik konsantrasyonlarının %55 ve %75 orantılı nemlerde *Sitophilus oryzae* üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p < 0,05$)

Diyatom toprağının farklı dozlarının buğday çeşitlerinde *Sitophilus oryzae* üzerindeki öldürücü etkisine bakıldığında doz artışıyla birlikte çeşitlerde ölüm oranlarının arttığı görülmüştür ($F_{20, 540} = 29,843$; $p = 0,0$) (Şekil 4.9).



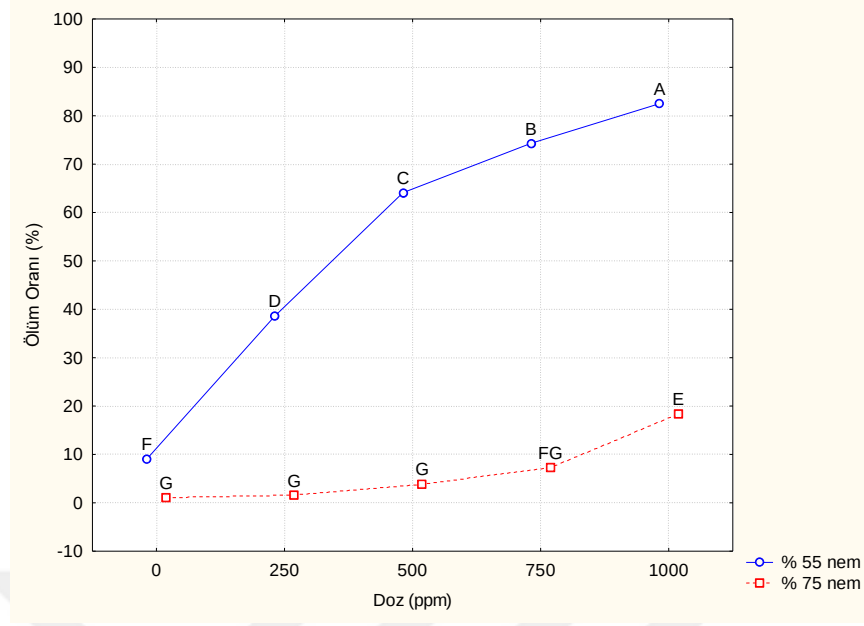
Şekil 4.9 Diyatom toprağının farklı dozlarının buğday çeşitlerinde *Sitophilus oryzae* üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p < 0,05$)

Diyatom toprağının farklı dozlarının değişken orantılı nem ile etkileşiminde *Sitophilus oryzae* erginleri üzerindeki öldürücü etkisine bakıldığında, %55 orantılı nemde doz artışı ile birlikte ölüm oranlarının istatistiksel olarak önemli düzeyde arttığı görülürken, %75 orantılı nemde 750 ppm ve altı dozlarda ölüm oranları istatistiksel olarak herhangi bir farklılık göstermemiştir ($F_{4, 540}=603,08$; $p > 0,05$) (Şekil 4.10).



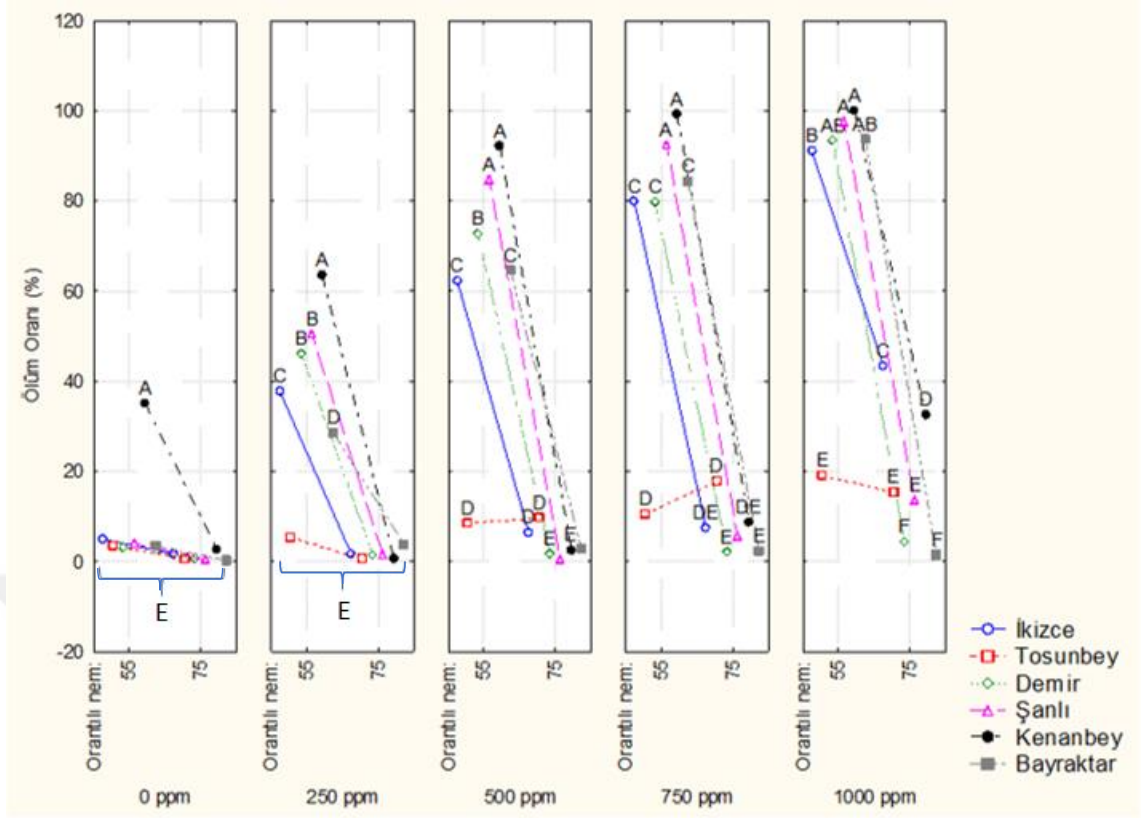
Şekil 4.10 Diatom toprağının %55 ve %75 orantılı nem ve farklı dozlarda *Sitophilus oryzae* erginleri üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p < 0,05$)

Diyatom toprağının farklı dozlarda ve değişik orantılı nemlerde *Sitophilus oryzae* üzerindeki öldürücü etkisine bakıldığında, düşük nemde doz artışına paralel ölüm oranlarında artışlar görülürken nem oranı arttıkça daha yüksek dozlarda ölüm artışının olduğu gözlenmiştir ($F_{4, 540} = 603,08$; $p=0,0$) (Şekil 4.11).



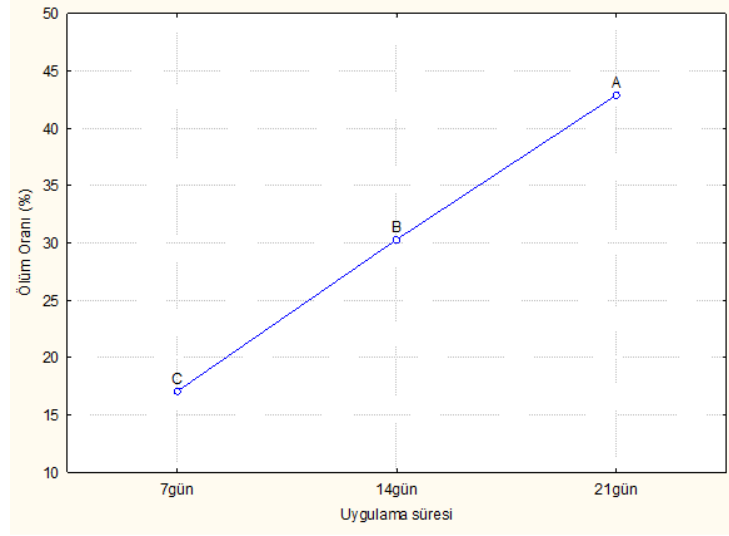
Şekil 4.11 Diatom toprağının farklı dozlarda ve %55 ve %75 orantılı nemlerde *Sitophilus oryzae* üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p < 0,05$)

Diyatom toprağının pirinç biti erginleri üzerinde ölümcül etkisine bakıldığında: buğday çeşidi, doz ve orantılı nem kombinasyonunda; dozlar kendi içinde sınıflandırıldığında - kontrol grubu ve Tosunbey çeşidi hariç- buğday çeşitlerinde düşük nemde doz artışına bağlı olarak ölüm oranlarında artış görüldüğü, İkizce çeşidinde ise 1000 ppm dozda %75 orantılı nemde diğer çeşitlere oranla istatistiksel olarak daha yüksek ölüm görüldüğü gözlemlenmiştir ($F_{20, 540} = 46,791$; $p=0,0$) (Şekil 4.12).



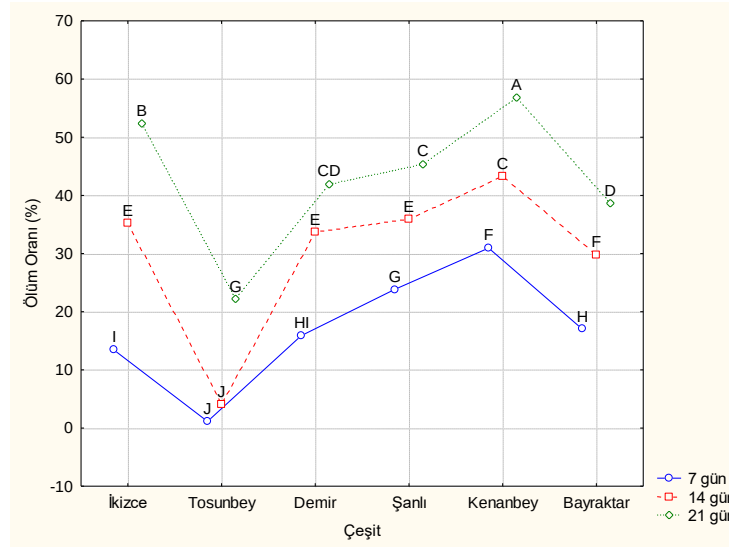
Şekil 4.12 Diyatom toprağının değişik dozlarının farklı buğday çeşitlerinde %55 ve %75 orantılı nemlerde *Sitophilus oryzae* üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p < 0,05$)

Uygulama süresinin *Sitophilus oryzae* erginlerinin ölümü üzerindeki etkisine bakıldığında tüm uygulama sürelerinde ölüm oranları arasındaki farklılıklar önemli olarak saptanmıştır ($F_{2, 1080} = 2273,4$; $p = 0,0$) (Şekil 4.13).



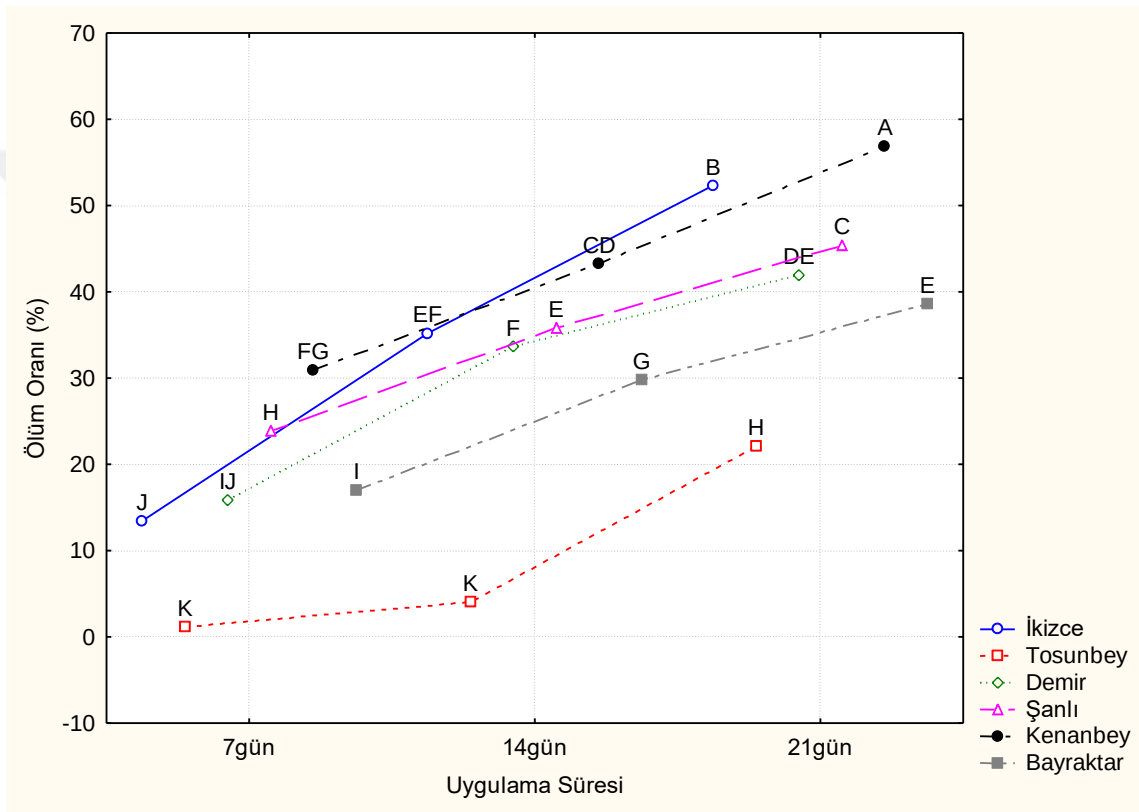
Şekil 4.13 Diyatom toprağının değişik uygulama sürelerinde *Sitophilus oryzae* üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p < 0,05$)

Uygulama süresi ve buğday çeşidi etkileşiminin *S. oryzae* erginleri üzerindeki öldürücü etkisine bakıldığında uygulama süresi artışının tüm çeşitlerde ölüm oranını arttırdığı gözlenmiştir ($F_{10, 1080} = 39,845$; $p = 0,0$) (Şekil 4.14).



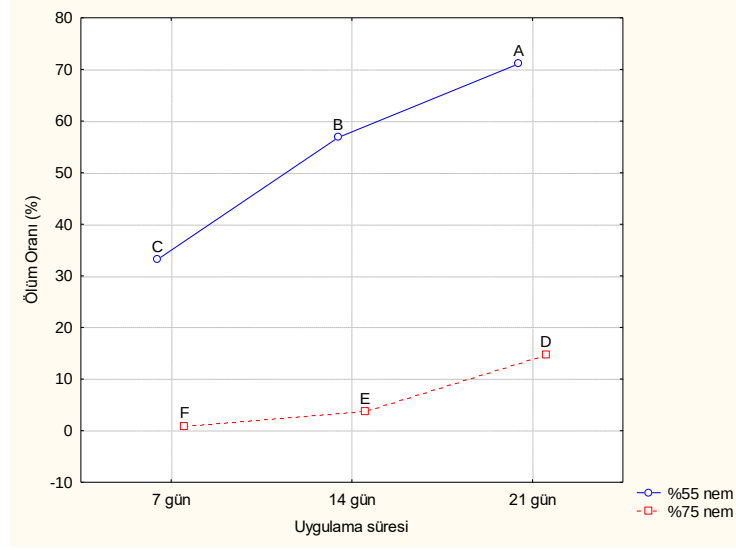
Şekil 4.14 Diyatom toprağının farklı buğday çeşitlerinde değişik uygulama sürelerinde *Sitophilus oryzae* üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p < 0,05$)

Buğday çeşitlerinde diyatom toprağının uygulama sürelerine bakıldığında Bayraktar, Şanlı, Kenanbey, İkizce ve Demir çeşitlerinde uygulama süresi artışına bağlı olarak *S. oryzae* erginlerinin ölüm oranlarının kademeli olarak arttığı gözlenirken; Tosunbey çeşidinde 7 ve 14 günlük uygulama süresi ölüm oranlarında istatistiksel anlamda değişiklik göstermemiş; 21 günlük uygulamada ise ölüm oranında artış olduğu görülmüştür ($F_{10, 1080}=39,845$; $p=0,0$) (Şekil 4.15).



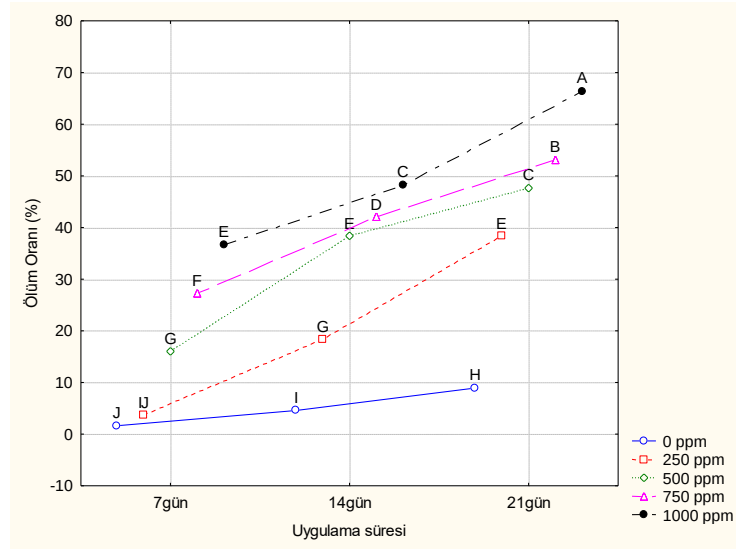
Şekil 4.15 Diyatom toprağının farklı buğday çeşitlerinde değişik uygulama sürelerinde *Sitophilus oryzae* üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p<0,05$)

Uygulama süresi ve orantılı nemin pirinç biti üzerindeki öldürücü etkisine bakıldığında her iki nemde uygulama süresi arttıkça ölüm oranı artmış olup, önemli düzeyde ölüm oranları %55 orantılı nemde görülmüştür ($F_{2, 1080}=582,13$; $p=0,0$) (Şekil 4.16).



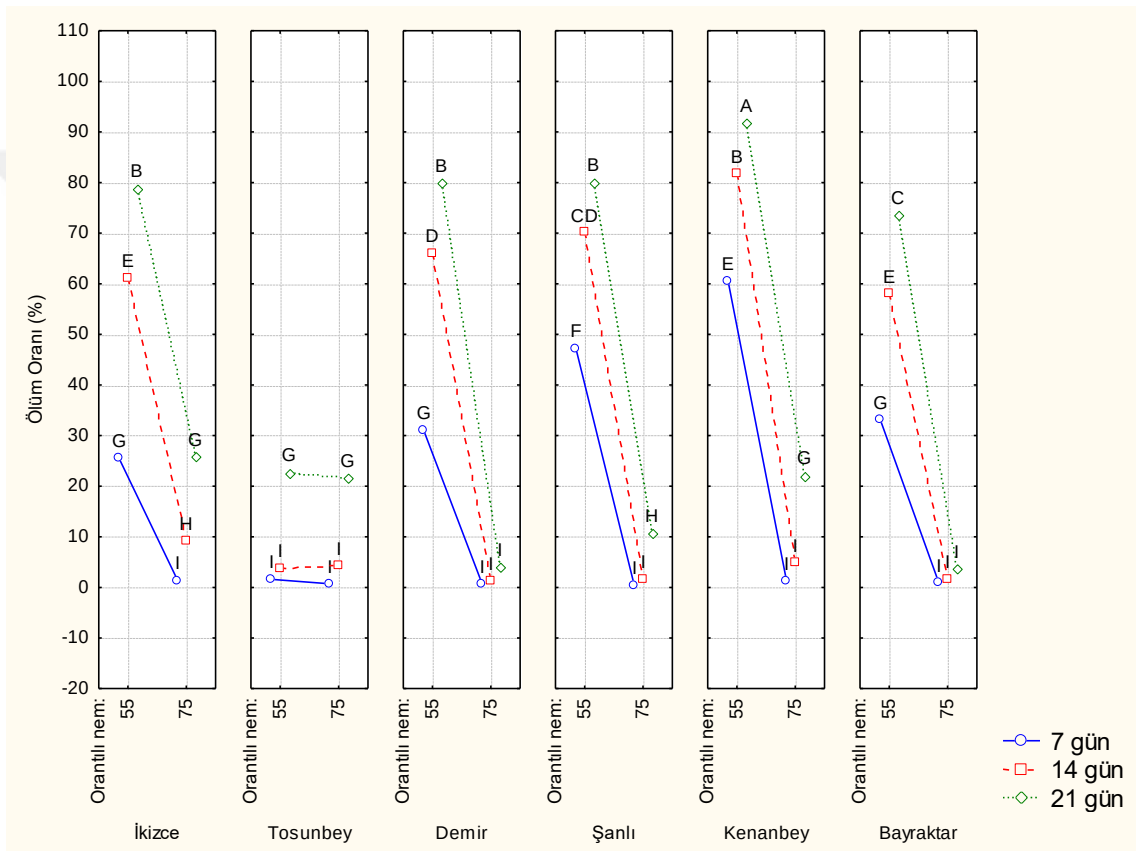
Şekil 4.16 Diyatom toprağının %55 ve %75 orantılı nemlerde değişik uygulama sürelerinde *Sitophilus oryzae* üzerinde etkisi (Duncan testi; $p<0,05$)

Uygulama süresi ve diyatom toprağı dozunun *Sitophilus oryzae* erginleri üzerinde öldürücü etkisine bakıldığında uygulama süresi artışının ve doz artışının ölüm oranını arttırdığı görülmüştür ($F_{8, 1080}=94,471$; $p=0,0$) (Şekil 4.17).



Şekil 4.17 Diyatom toprağının farklı dozlarda değişik uygulama sürelerinde *Sitophilus oryzae* üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p<0,05$)

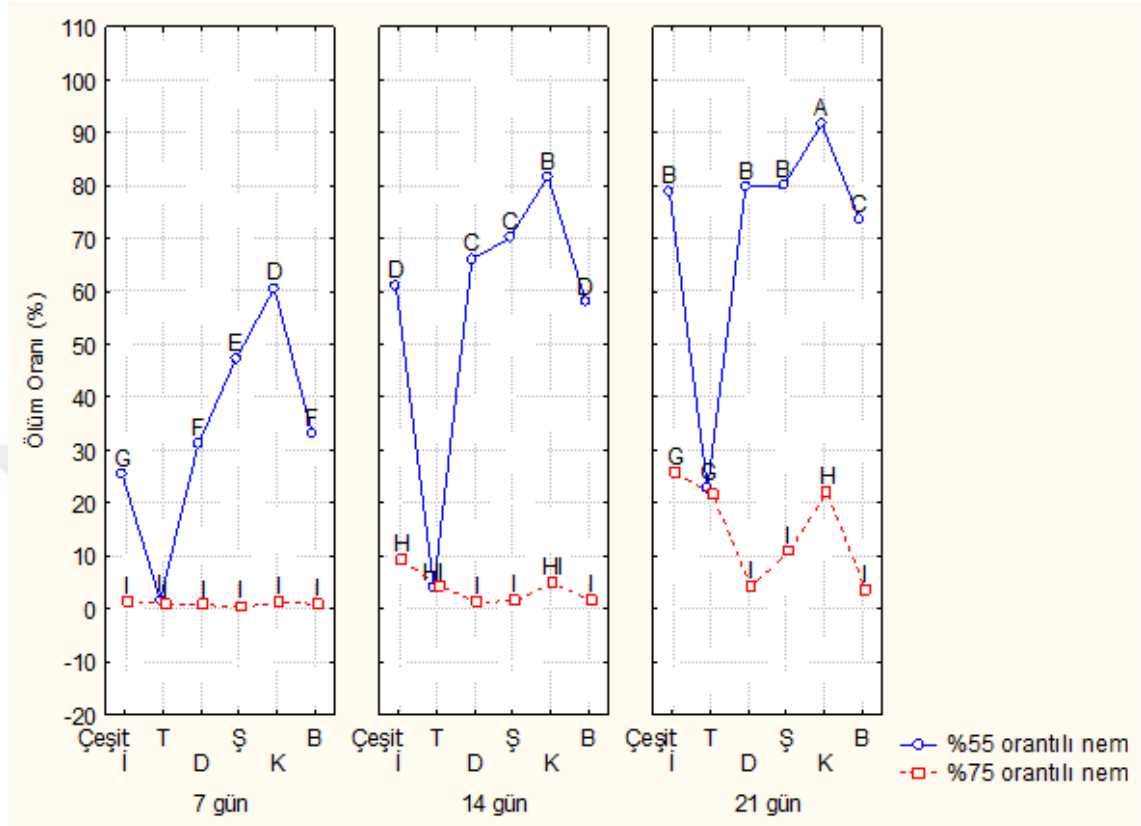
Diyatom toprağının buğday çeşitlerinde değişik uygulama süresi ve %55 ve %75 orantılı nemlerde pirinç biti erginleri üzerinde öldürücü etkisine bakıldığında, düşük nemde Şanlı ve Kenanbey çeşitlerinde 7 günlük uygulamada diğer çeşitlere oranla daha yüksek ölüm oranı görülmüş; diğer çeşitlerle genel duruma bakıldığında -Tosunbey çeşidi hariç- uygulama süresi arttıkça ölüm oranları da artmıştır ($F_{10, 1080}=46,610$, $p=0,0$) (Şekil 4.18).



Şekil 4.18 Diyatom toprağının farklı buğday çeşitlerinde %55 ve %75 orantılı nemlerde değişik uygulama sürelerinde *Sitophilus oryzae* erginleri üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p<0,05$)

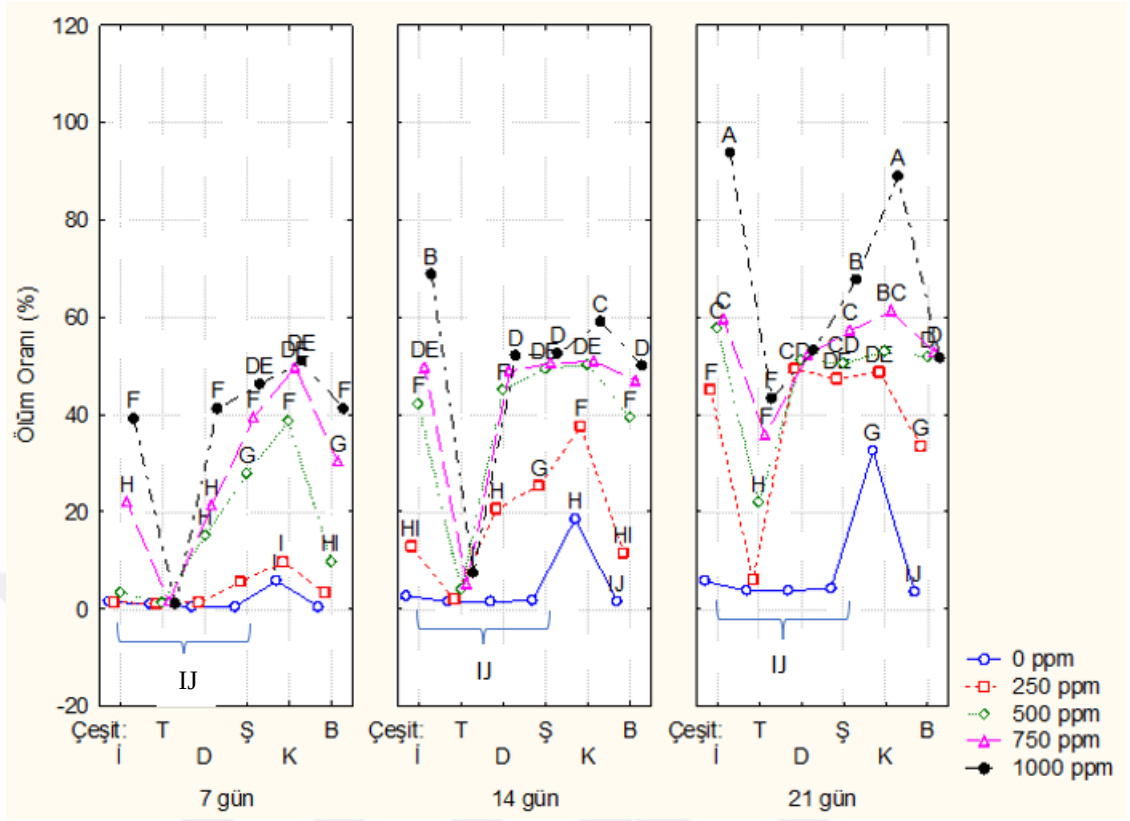
Buğday varyetelerinde diyatom toprağının *S. oryzae* erginleri üzerinde öldürücü etkisine bakıldığında %55 orantılı nemde uygulama süresi artışı ile ölüm oranlarının kademeli bir şekilde artmış olduğu; %75 orantılı nem koşullarında ise 21 günlük uygulama süresinde bazı çeşitlerde ölüm oranlarında artışın görülmesiyle birlikte, bu ölüm

oranlarının düşük nemdeki ölüm oranlarına yaklaştırmadığı tespit edilmiştir ($F_{10, 1080}=46,610$, $p=0,0$) (Şekil 4.19).



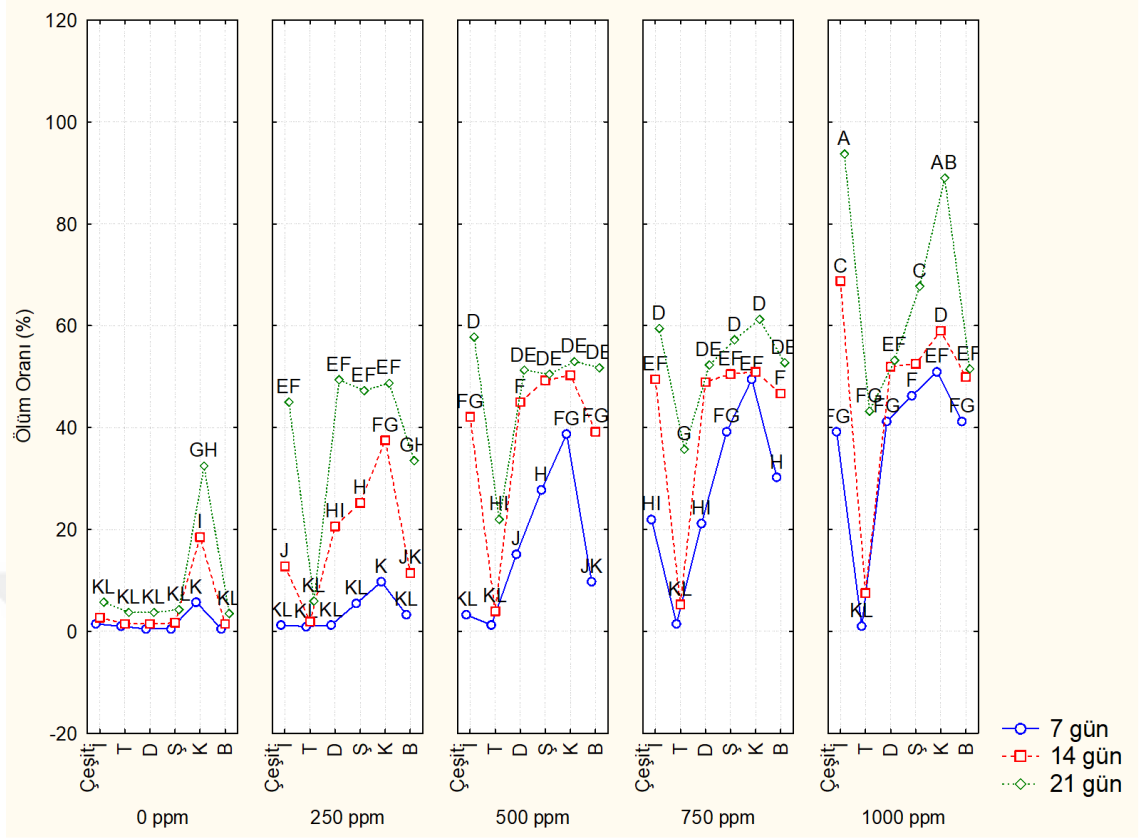
Şekil 4.19 Diyatom toprağının değişik buğday çeşitlerinde %55 ve %75 orantılı nemlerde farklı uygulama sürelerinde *Sitophilus oryzae* erginleri üzerinde öldürücü etkisi (İ: İkizce, T:Tosunbey, D:Demir, Ş:Şanlı, K:Kenanbey, B:Bayraktar) (Duncan testi; $p<0,05$)

Uygulama süresi ve diyatom toprağı dozunun buğday çeşitlerinde *S. oryzae* erginleri üzerindeki öldürücü etkisine bakıldığında, buğday varyetelerinde genel olarak uygulama süresi artışı ve doz artışının ölüm oranlarını arttırdığı görülmüştür ($F_{40, 1080}=27,518$, $p=0,0$) (Şekil 4.20).



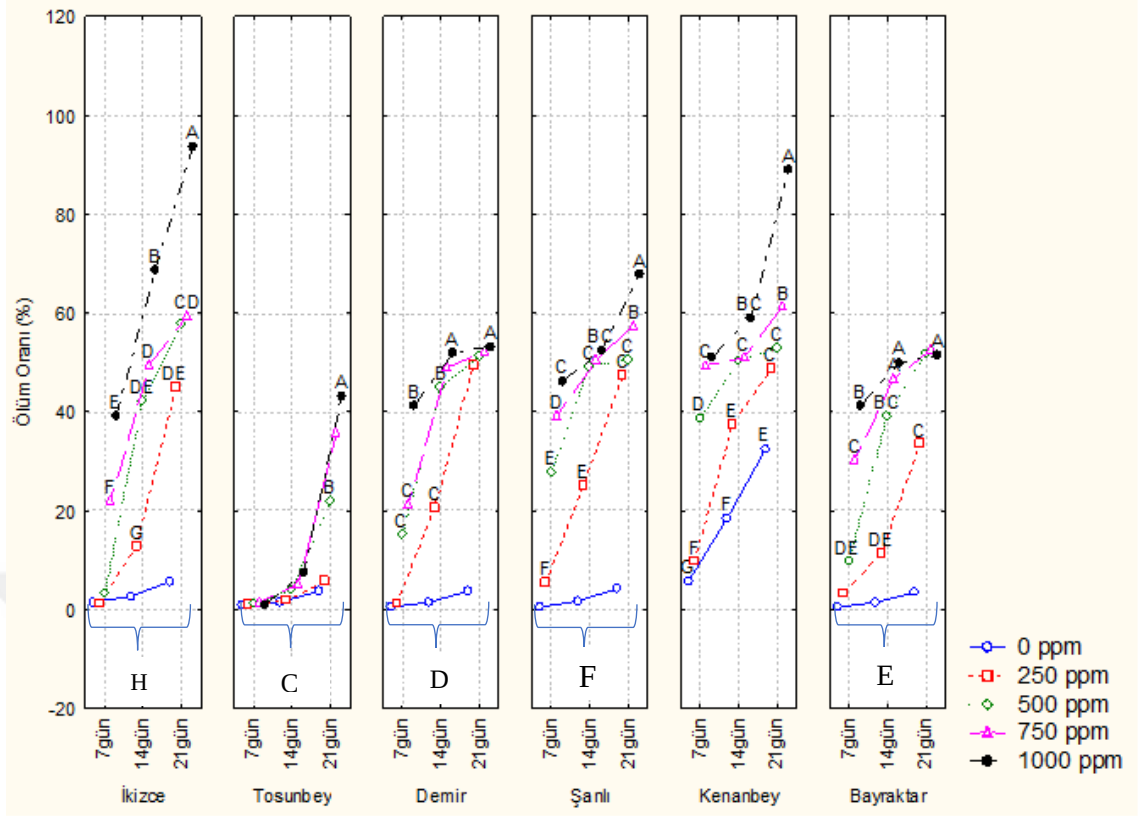
Şekil 4.20 Diyatom toprağının farklı buğday çeşitlerinde değişik uygulama sürelerinde ve dozlarda *Sitophilus oryzae* erginleri üzerinde öldürücü etkisi (İ: İkizce, T:Tosunbey, D:Demir, Ş:Şanlı, K:Kenanbey, B:Bayraktar) (Duncan testi; $p < 0,05$)

Buğday varyetelerinde diyatom toprağı dozunun ve uygulama süresinin pirinç biti üzerindeki öldürücü etkisine bakıldığında, her üç uygulama süresinde doz artışı ölüm oranlarında artışa neden olmakla birlikte bu artışın 250 ppm ve üzerinde dozlarda gittikçe daha belirgin olduğu gözlenmiştir. 7 ve 14 günlük uygulama süresine göre 21 günlük uygulama süresinde ölüm oranlarında her doz için istatistiksel olarak daha fazla artış olduğu belirlenmiştir ($F_{40, 1080}=27,518, p=0,0$) (Şekil 4.21).



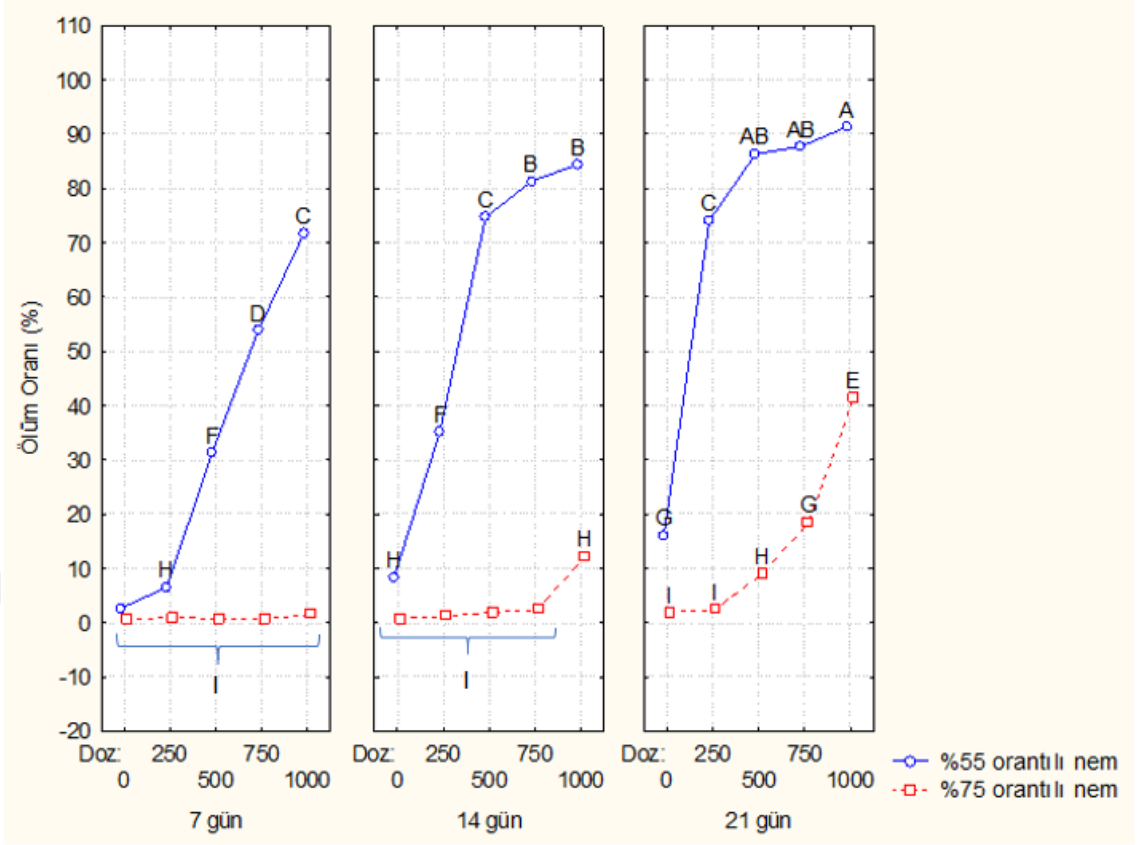
Şekil 4.21 Diyatom toprağının buğday çeşitlerinde değişik uygulama sürelerinde ve farklı dozlarda *Sitophilus oryzae* erginleri üzerinde öldürücü etkisi (İ:İkizce, T:Tosunbey, D:Demir, Ş:Şanlı, K:Kenanbey, B:Bayraktar) (Duncan testi; $p < 0,05$)

Her bir buğday çeşidi kendi içinde diyatom toprağı dozlarına göre harflendirildiğinde; genel olarak 500, 750 ve 1000 ppm dozlarında ölüm oranlarında artış olduğu belirlenmiştir ($F_{40, 1080}=27,518$, $p=0,0$) (Şekil 4.22).



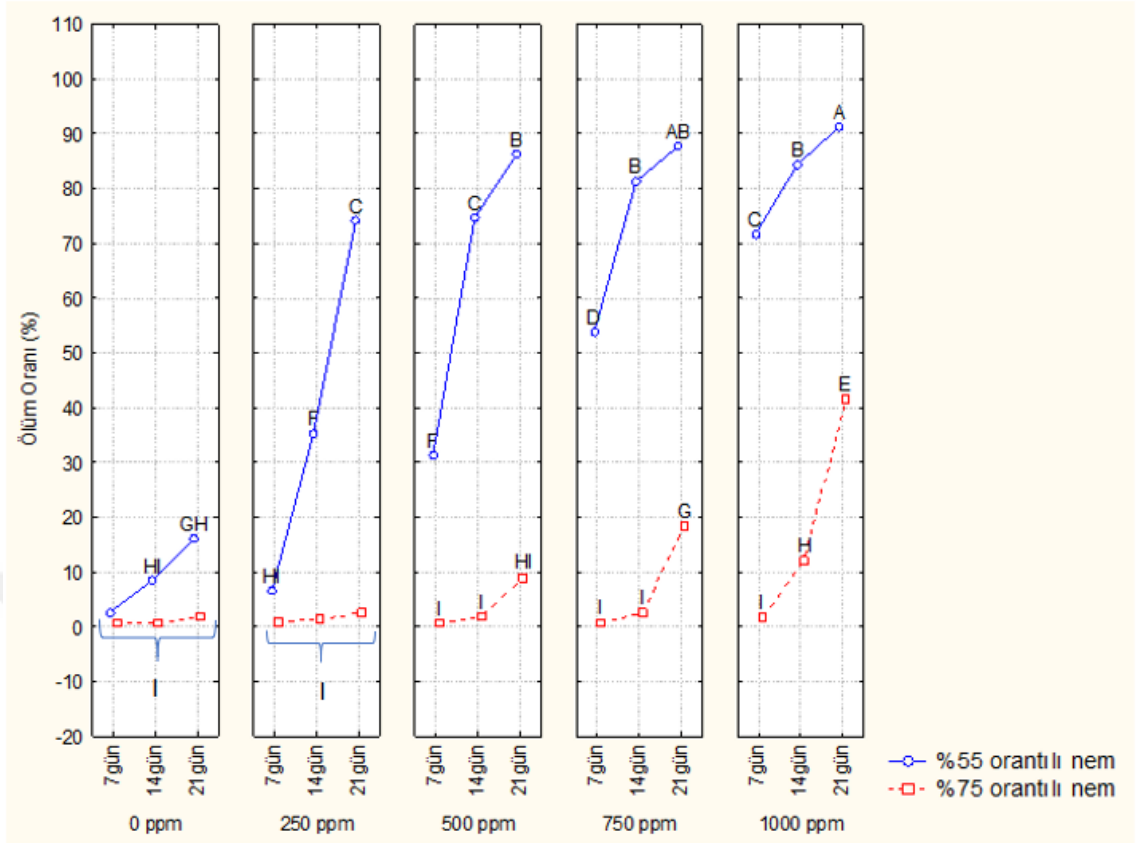
Şekil 4.22 Diyatom toprağının buğday çeşitlerinde değişik uygulama sürelerinde ve farklı dozlarda *Sitophilus oryzae* erginleri üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p < 0,05$)

Diyatom toprağı dozlarının %55 ve %75 orantılı nemler altında farklı uygulama sürelerinde *Sitophilus oryzae* üzerinde ölümcül etkisine bakıldığında; %55 orantılı nemde uygulama süresi ve doza bağlı olarak ölüm oranlarında kademeli olarak artış olduğu, %75 orantılı nemde ise 21. günde 750 ppm ve üzeri dozda ölüm oranlarında artış olduğu görülmüştür ($F_{8, 1080} = 213,99$; $p = 0,0$) (Şekil 4.23).



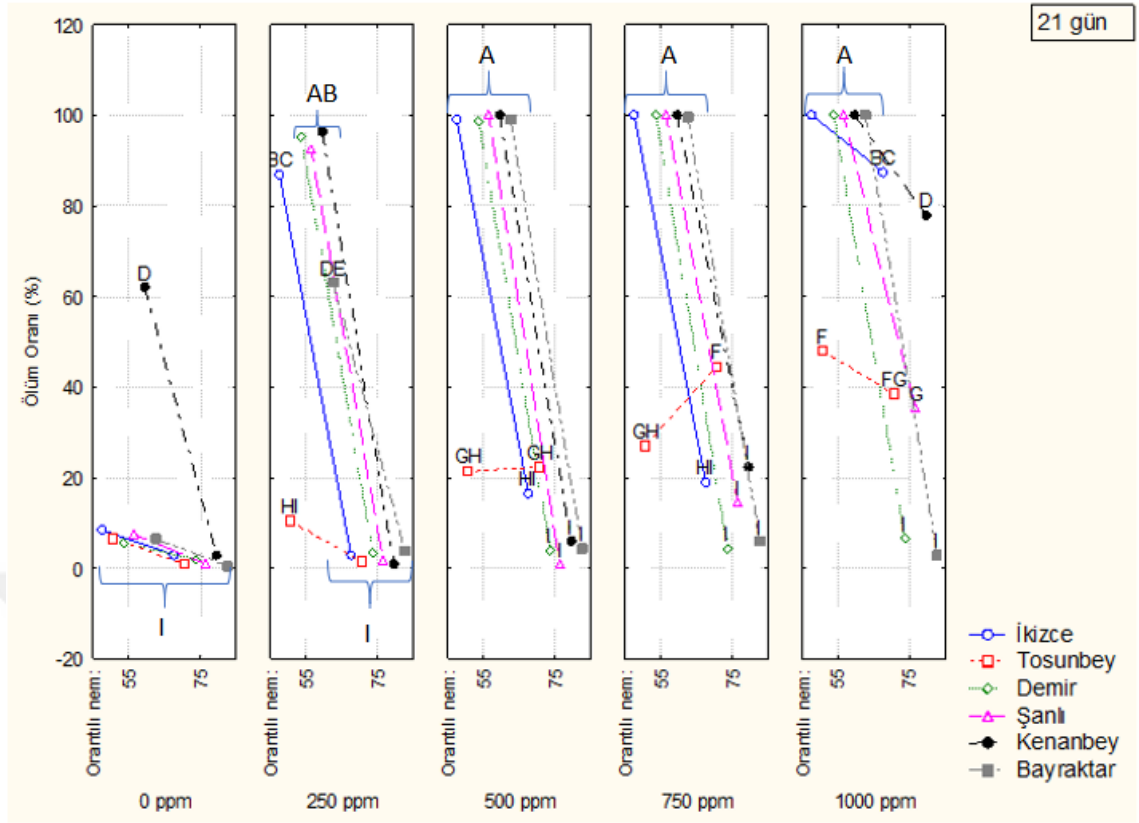
Şekil 4.23 Diyatom toprağının farklı uygulama sürelerinde %55 ve %75 orantılı nemde *Sitophilus oryzae* üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p < 0,05$)

%55 orantılı nemde; diyatom toprağının 250 ppm ve üzeri konsantrasyonlarında uygulama süresi artışı ile birlikte pirinç biti üzerinde ölüm oranlarının da arttığı gözlenmiştir ($F_{8, 1080} = 213,99$; $p = 0,0$) (Şekil 4.24).



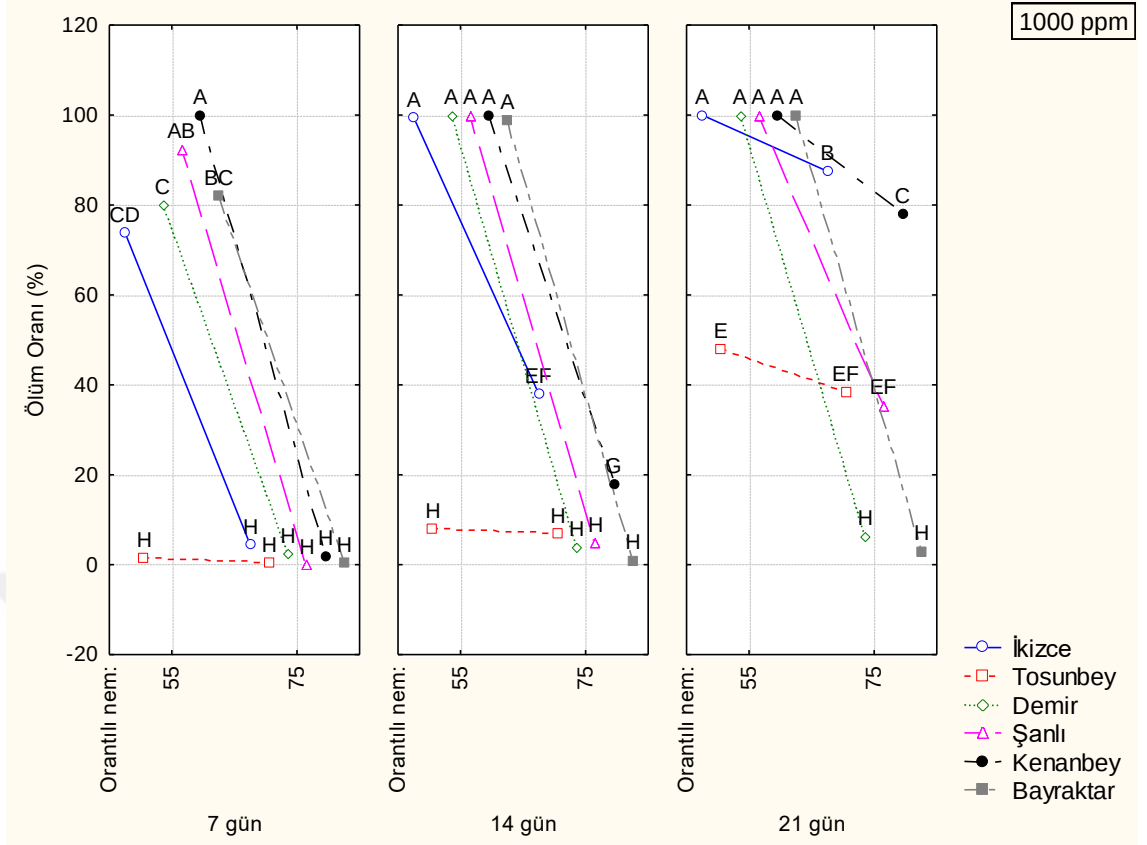
Şekil 4.24 Diyatom toprağının farklı dozlarının %55 ve %75 orantılı nemlerde farklı uygulama sürelerinde *Sitophilus oryzae* üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p < 0,05$)

Diyatom toprağının *S. oryzae* erginleri üzerindeki 21 günlük öldürücü etkisine bakıldığında, buğday çeşitlerinde genel olarak %55 orantılı nemde, 250 ppm ve üzeri dozlarda ölüm oranlarında artış olmuştur ($F_{40, 1080} = 27,930$, $p = 0,0$) (Şekil 4.25).



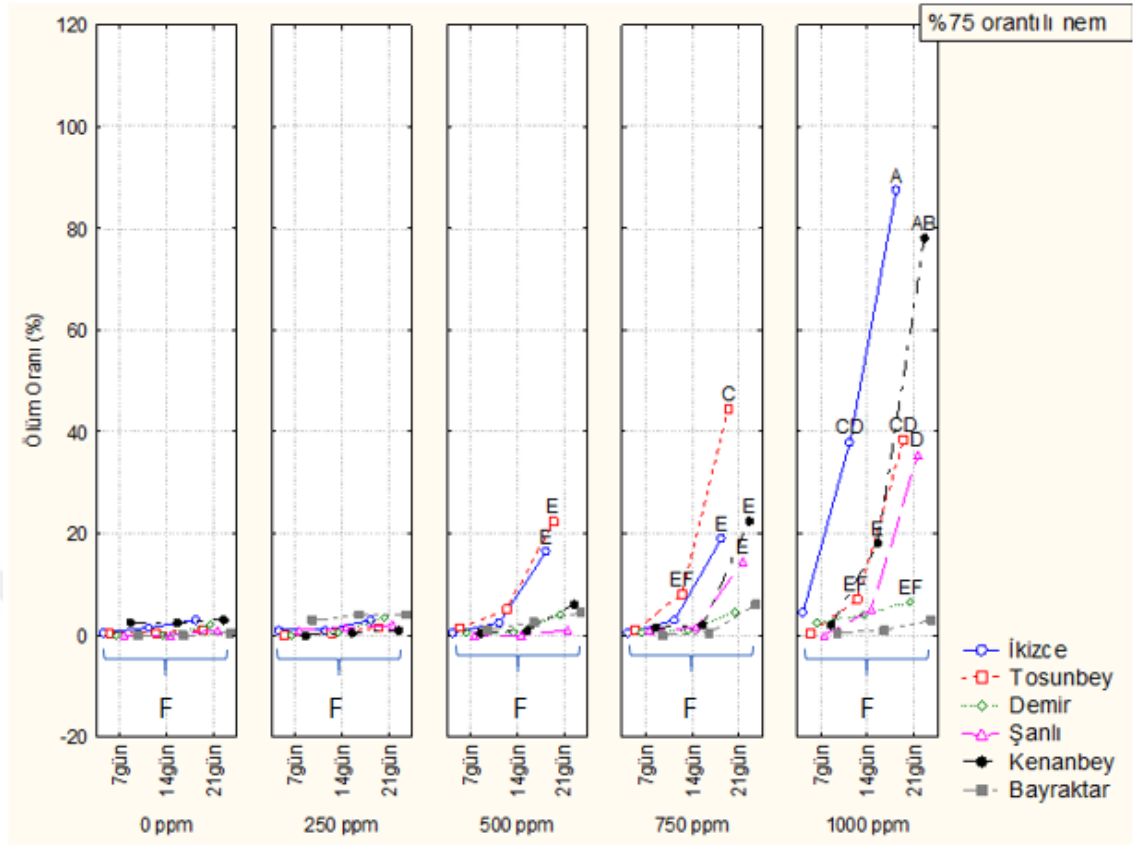
Şekil 4.25 Denemenin 21. gününde buğday çeşitlerinde diyatom toprağının farklı dozlarının %55 ve %75 orantılı nemlerde *Sitophilus oryzae* üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p < 0,05$)

Diyatomun 1000 ppm konsantrasyonunda buğday varyetelerinde farklı uygulama süresi ve nemde pirinç biti üzerindeki öldürücü etkisine bakıldığında, %55 orantılı nemde 7 günlük uygulamada Kenanbey çeşidinde; 14 günlük uygulamada ise İkizce, Demir, Şanlı ve Bayraktar çeşitlerinde mutlak ölüm gerçekleşmiştir ($F_{40, 1080} = 27,930$, $p = 0,0$) (Şekil 4.26).



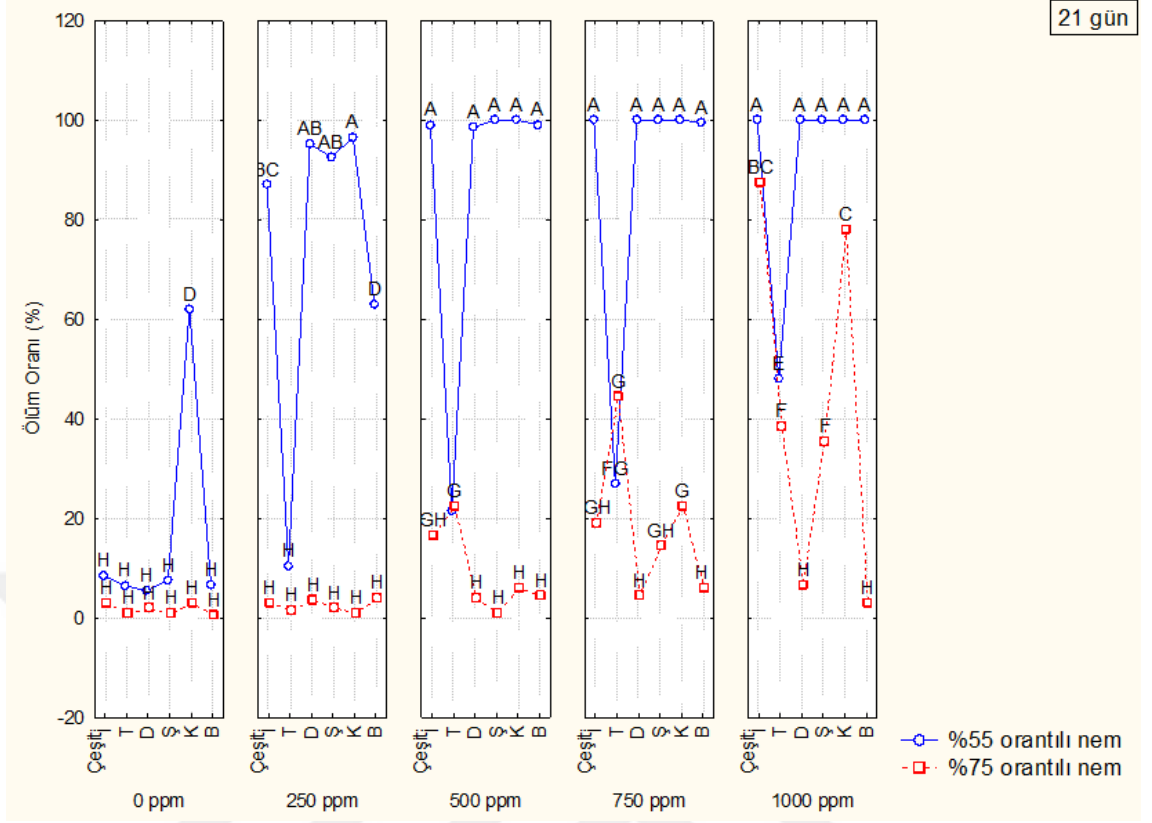
Şekil 4.26 Diyatom toprağının 1000 ppm dozda buğday çeşitlerinde %55 ve %75 orantılı nemlerde ve uygulama sürelerinde *Sitophilus oryzae* erginleri üzerinde öldürücü etkisi

Diyatom toprağının %75 orantılı nemde pirinç biti erginleri üzerindeki ölüm oranları, 1000 ppm dozunda 21 günlük uygulamada, İkizce ve Kenanbey çeşitlerinde artış göstermiş, diğer buğday varyetelerinde uygulama süresi ve doz artışıyla istatistiksel anlamda değişiklik göstermemiştir ($F_{40, 1080}=27,930, p>0,05$) (Şekil 4.27).



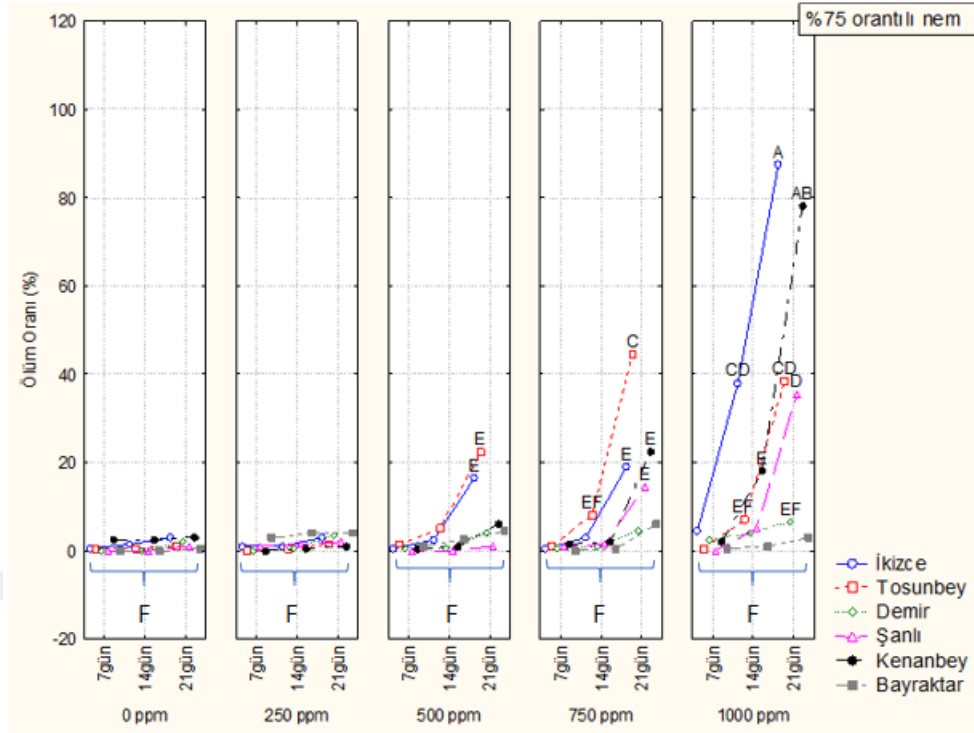
Şekil 4.27 Diyatom toprağının %75 orantılı nemde buğday çeşitlerinde farklı dozlarda ve uygulama sürelerinde *Sitophilus oryzae* erginleri üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p < 0,05$)

Diyatom toprağının pirinç biti erginleri üzerinde, denemenin 21. gününde buğday çeşitlerinde orantılı nem ve dozun birlikte etkileşimine bakıldığında, düşük nemde doz artışının ölüm oranlarını kademeli olarak arttırdığı görülmüş olup, bazı çeşitlerde 250 ppm ve üzeri dozlarda mutlak ölüme ulaşılmıştır ancak %75 orantılı nemde 1000 ppm'de İkizce ve Kenanbey çeşitlerinde %80 ve üzeri oranlarda ölüm görülse bile mutlak ölüme ulaşılammıştır ($F_{40, 1080}=27,930, p=0,0$) (Şekil 4.28).



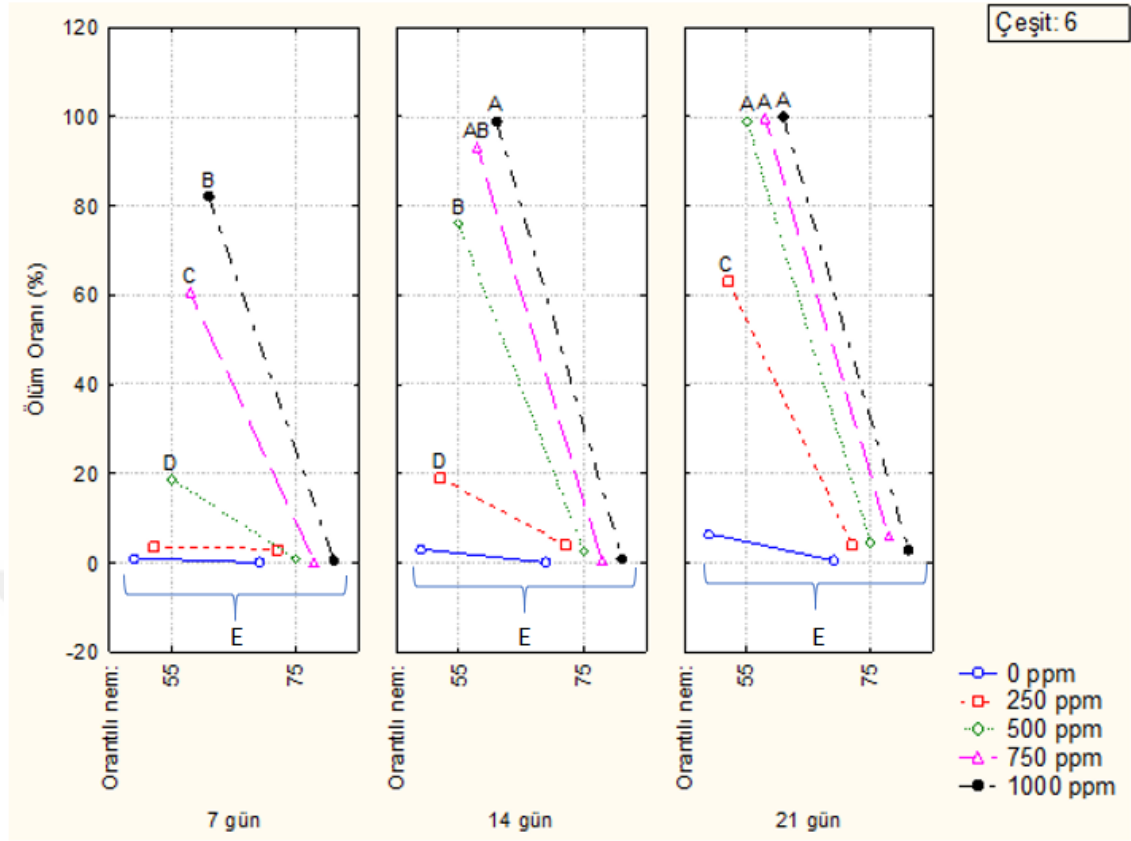
Şekil 4.28 Denemenin 21. gününde diyatom toprağının farklı dozlarda %55 ve %75 orantılı nemlerde *Sitophilus oryzae* erginleri üzerinde öldürücü etkisi (İ:İkizce, T:Tosunbey, D:Demir, Ş:Şanlı, K:Kenanbey, B:Bayraktar) (Duncan testi; $p < 0,05$)

Diyatom toprağının buğday çeşitlerinde pirinç biti üzerindeki ölüm oranları %55 orantılı nemde değişik dozlarda uygulama süresinin artmasıyla kademeli olarak artmıştır, %75 orantılı nemde ise doz ve uygulama süresi artışıyla istatistiksel anlamda değişiklik göstermemiştir ($F_{40, 1080} = 27,930$, $p > 0,05$) (Şekil 4.29).



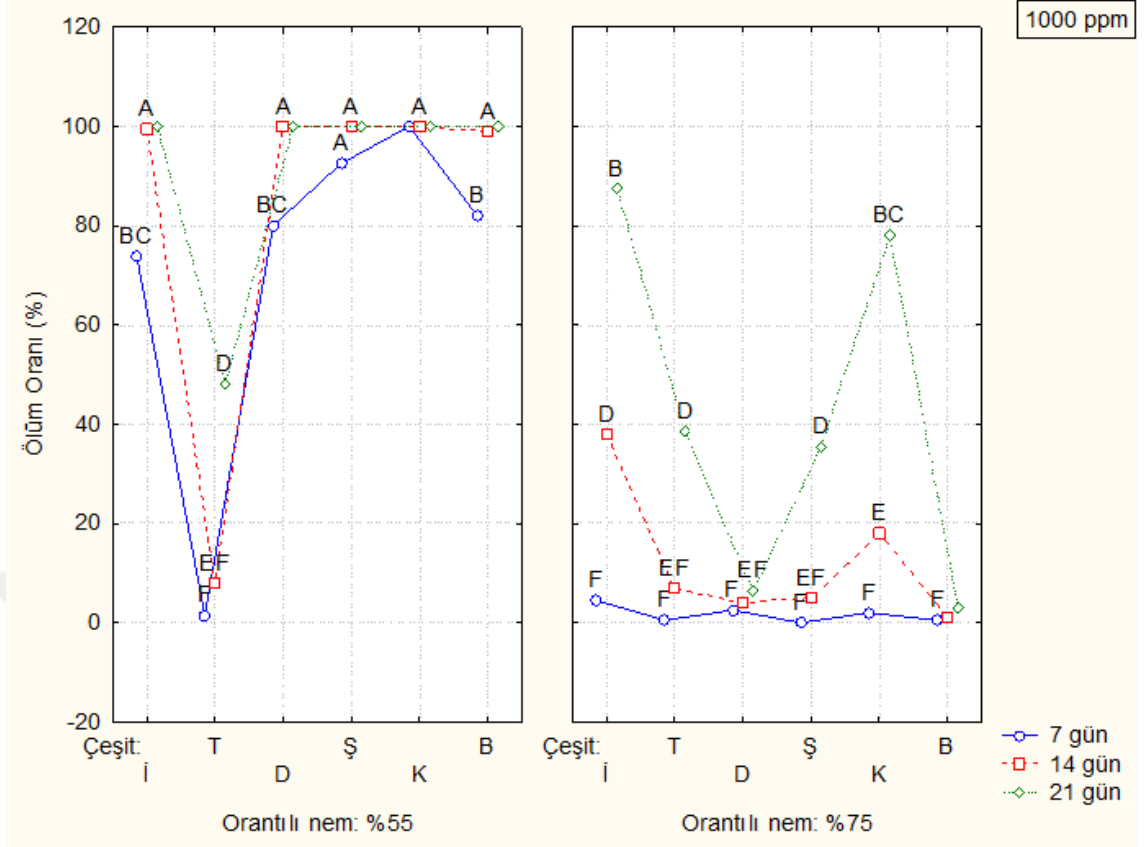
Şekil 4.29 Altı farklı buğday çeşidinde diyatom toprağının farklı dozlarının, %55 ve %75 orantılı nemlerde ve uygulama sürelerinde *Sitophilus oryzae* üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p < 0,05$)

Diyatom toprağının tüm buğday çeşitlerinde farklı dozlarının değişik uygulama sürelerinde pirinç biti erginleri üzerindeki öldürücü etkisine bakıldığında, %55 orantılı nemde 14 günlük uygulamada 1000 ppm konsantrasyonda, 21 günlük uygulama süresinde ise 500, 750 ve 1000 ppm konsantrasyonlarında mutlak ölüme ulaşılmış; %75 orantılı neme bakıldığında ise dozlar ve uygulama süresi bakımından ölüm oranları istatistiksel olarak bir değişiklik göstermemiştir ($F_{40, 1080}=27,930$, $p > 0,05$) (Şekil 4.30).



Şekil 4.30 Diyatom toprağının farklı dozlarının altı buğday çeşidinde %55 ve %75 orantılı nemlerde ve değişik uygulama sürelerinde *Sitophilus oryzae* üzerinde öldürücü etkisi (Duncan testi; $p < 0,05$)

Diyatom toprağının 1000 ppm dozunda pirinç biti üzerindeki öldürücü etkisinin düşük nemde Tosunbey dışındaki tüm buğday çeşitlerinde uygulama süresi artışıyla önemli düzeyde arttığı, %75 orantılı nemde ise 21 günlük uygulama süresinde İkizce ve Kenanbey çeşitlerinde diğer varyetelere oranla artmasına rağmen mutlak ölümün gerçekleşmediği görülmektedir ($F_{40, 1080}=27,930$, $p=0,0$) (Şekil 4.31).



Şekil 4.31 Diyatom toprağının 1000 ppm dozunda buğday çeşitlerinde farklı uygulama sürelerinde ve %55 ve %75 orantılı nemlerde *Sitophilus oryzae* üzerindeki öldürücü etkisi (İ:İkizce, T:Tosunbey, D:Demir, Ş:Şanlı, K:Kenanbey, B:Bayraktar) (Duncan testi; $p < 0,05$)

4.2 Diyatom toprağının farklı konsantrasyonlarda ve değişik orantılı nemlerde buğday çeşitlerinde F1 ergin gelişimi

Diyatom toprağının buğday çeşitlerinde değişik dozlarının farklı nemlerde *Sitophilus oryzae* F1 ergin gelişimi üzerindeki etkilerine bakıldığında; diyatom toprağı konsantrasyonu ve orantılı nem bağımsız değişkenlerinin tek başına ya da interaksiyon halinde F1 gelişimini önemli düzeyde etkilediği tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.4 Diyatom toprağının buğday çeşitlerinde farklı dozlarının değişik orantılı nem ve uygulama sürelerinde *Sitophilus oryzae* F1 ergin gelişimi üzerindeki etkisine ilişkin varyans analiz tablosu

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Intercept	16734402	1	16734402	1853,652	0
Çeşit	941767	5	188353	20,864	0
Orantılı nem	3420905	1	3420905	378,93	0
Doz	756038	4	189009	20,936	0
Çeşit*Orantılı nem	984342	5	196868	21,807	0
Çeşit*Doz	988936	20	49447	5,477	0
Orantılı nem*Doz	431530	4	107883	11,95	0
Çeşit*Orantılı nem*Doz	1122966	20	56148	6,219	0
Hata	4875014	540	9028		

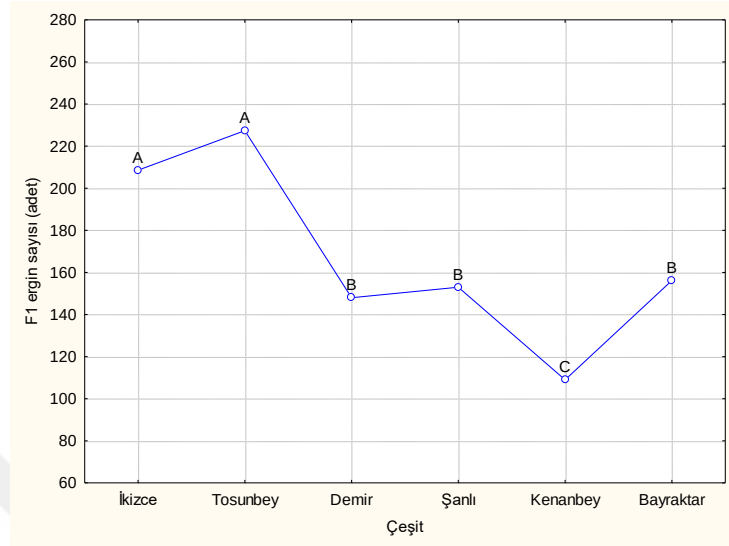
Çizelge 4.5 Değişik dozlarda diyatom toprağı ile muamele edilen buğday varyetelerine farklı orantılı nemlerde ve değişik uygulama sürelerinde maruz bırakılan *Sitophilus oryzae*'de F1 ergin gelişimi

Çeşit	Nem Oranı	Doz	F1 Ergin Sayısı (adet)	F1 Gelişimi Baskılanma Oranı (%)
İkizce	%55	0	360,4±28,51	0
		250	186,9±19,04	48,14
		500	85,3±9,61	54,36
		750	25,3±7,57	70,34
		1000	2,3±0,91	90,91
	%75	0	355,9±41,89	0
		250	348,2±32,5	2,16
		500	336,9±19,18	3,24
		750	201,7±35,25	40,13
		1000	182,9±12,83	9,32
Tosunbey	%55	0	244,3±29,94	0
		250	241,1±24,29	1,30
		500	220,9±25,06	8,37
		750	198,6±11,5	10,09
		1000	166,7±18,6	16,06
	%75	0	340,5±61,32	0
		250	292,1±32,74	14,21
		500	132±40,66	61,23
		750	201,4±18,99	40,85
		1000	236,2±12,65	30,63

Çizelge 4.6 Değişik dozlarda diyatom toprağı ile muamele edilen buğday varyetelerine farklı orantılı nemlerde ve değişik uygulama sürelerinde maruz bırakılan *Sitophilus oryzae*'de F1 ergin gelişimi (devam)

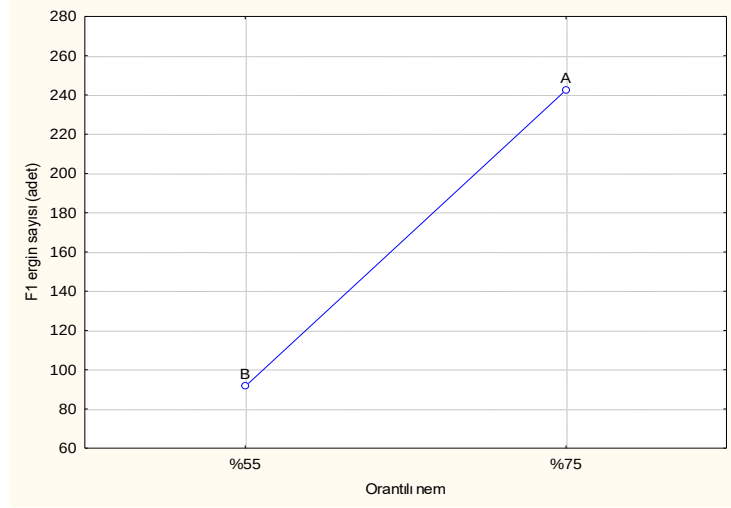
Demir	%55	0	305,2±18,66	0
		250	169,7±14,43	44,39
		500	66,2±6,27	78,30
		750	34,1±5,63	88,82
		1000	1,6±0,69	99,47
	%75	0	138,4±45,29	0
		250	54±27,13	60,98
		500	264,8±49,87	-
		750	183±46,39	-
		1000	262,7±43,68	-
Şanlı	%55	0	89,6±14,08	0
		250	27,8±3,79	68,97
		500	4,9±1,37	94,53
		750	2,2±0,57	97,54
		1000	2,1±0,38	97,65
	%75	0	139,2±54,26	0
		250	291,5±56,68	-
		500	379,9±38,7	-
		750	310,4±26,04	-
		1000	282,1±13,73	-
Kenanbey	%55	0	31,7±5,09	0
		250	12±1,53	62,14
		500	6,8±1,09	78,54
		750	2,1±0,55	93,37
		1000	1,1±0,41	96,52
	%75	0	335,8±52,21	0
		250	142,4±46,78	57,59
		500	105,4±36,67	68,61
		750	180,8±45,4	46,15
		1000	271,7±19,34	19,08
Bayraktar	%55	0	159,3±31,76	0
		250	64,2±11,23	59,69
		500	23,4±3,72	85,31
		750	6,5±1,43	95,91
		1000	2,6±0,37	98,36
	%75	0	293,5±47,3	0
		250	236,2±48,45	19,52
		500	251,7±43,37	14,24
		750	281,1±40,7	4,22
		1000	243±44,29	17,20

Sitophilus oryzae'nin F1 ergin gelişimi buğday varyeteleri arasında farklılıklar göstermiş, en az gelişim Kenanbey çeşidinde görülmüştür ($F_{5, 540}=20,864$; $p=0,0$) (Şekil 4.32).



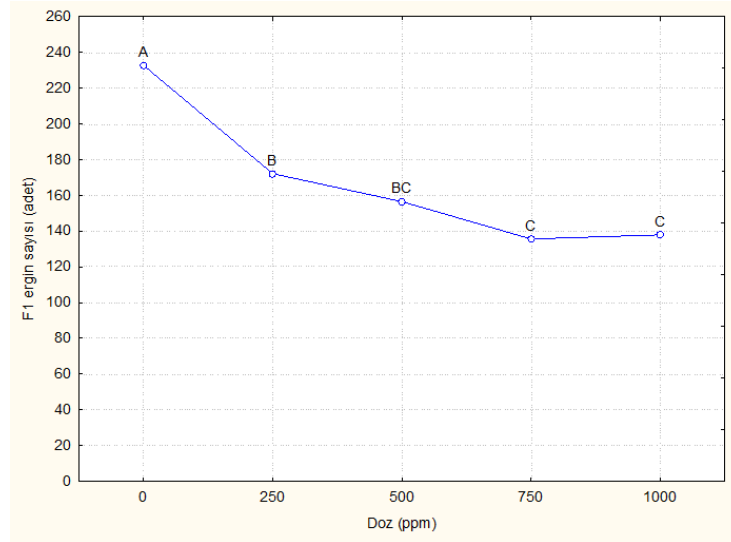
Şekil 4.32 Diyatom toprağının buğday çeşitlerinde *Sitophilus oryzae*'nin F1 ergin gelişimine etkisi (Duncan testi; $p < 0,05$)

%55 ve %75 orantılı nemin F1 ergin gelişimi üzerindeki etkisine bakıldığında, düşük nemde F1 ergin gelişiminde azalış olduğu görülmüştür ($F_{1, 540} = 378,93$; $p = 0,0$) (Şekil 4.33).



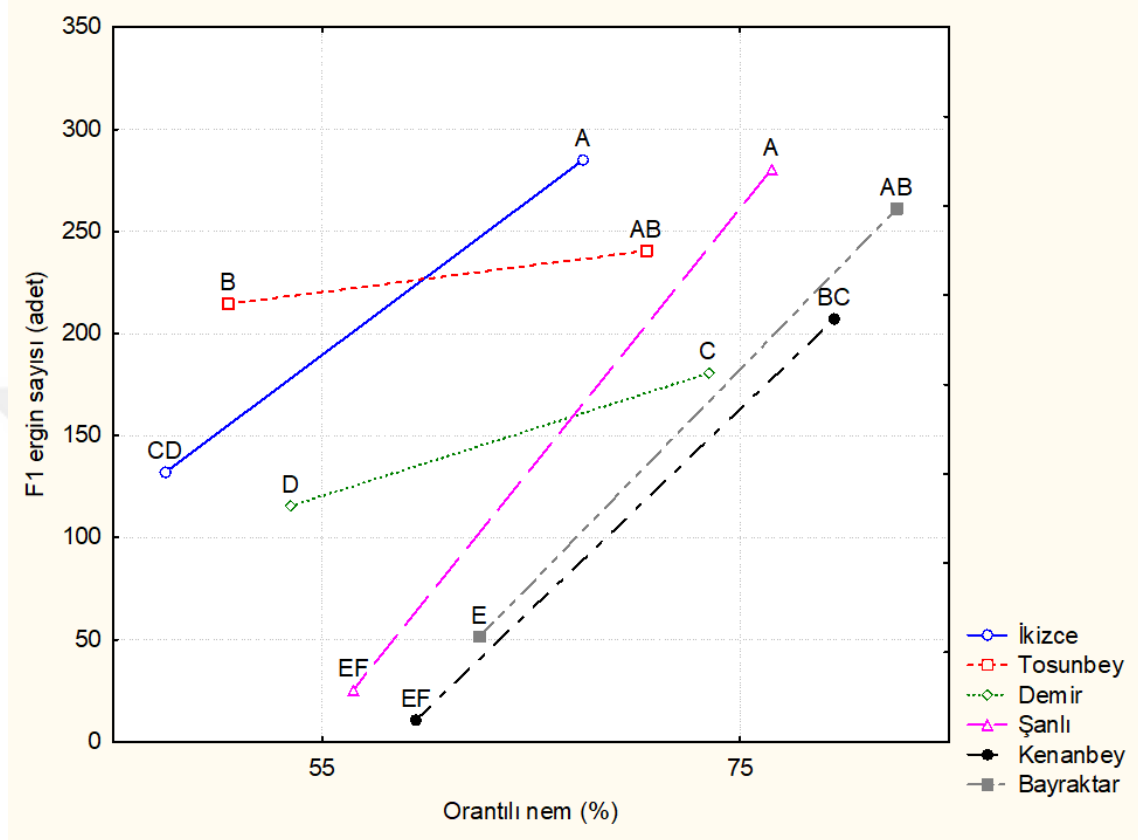
Şekil 4.33 Diyatom toprağının %55 ve %75 orantılı nemlerde *Sitophilus oryzae*'nin F1 ergin gelişimine etkisi (Duncan testi; $p < 0,05$)

Diyatom toprağının farklı konsantrasyonlarının F1 gelişimi üzerinde etkisine bakıldığında 250 ppm ve üzeri dozlarda F1 ergin gelişiminde azalma olduğu görülmüştür ($F_{4, 540} = 20,936$; $p = 0,0$) (Şekil 4.34).



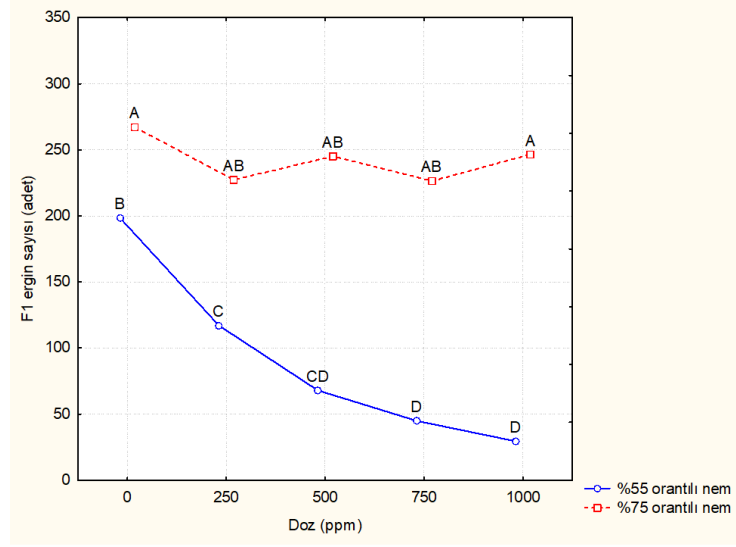
Şekil 4.34 Diyatom toprağının farklı dozlarda *Sitophilus oryzae*'nin F1 ergin gelişimine etkisi (Duncan testi; $p < 0,05$)

Diyatomun farklı orantılı nemlerde buğday varyetelerinde F1 gelişimi üzerindeki etkisine bakıldığında %55 orantılı nemde F1 ergin sayısında azalma olduğu saptanmıştır ($F_{5, 540}=21,807$; $p=0,0$) (Şekil 4.35).



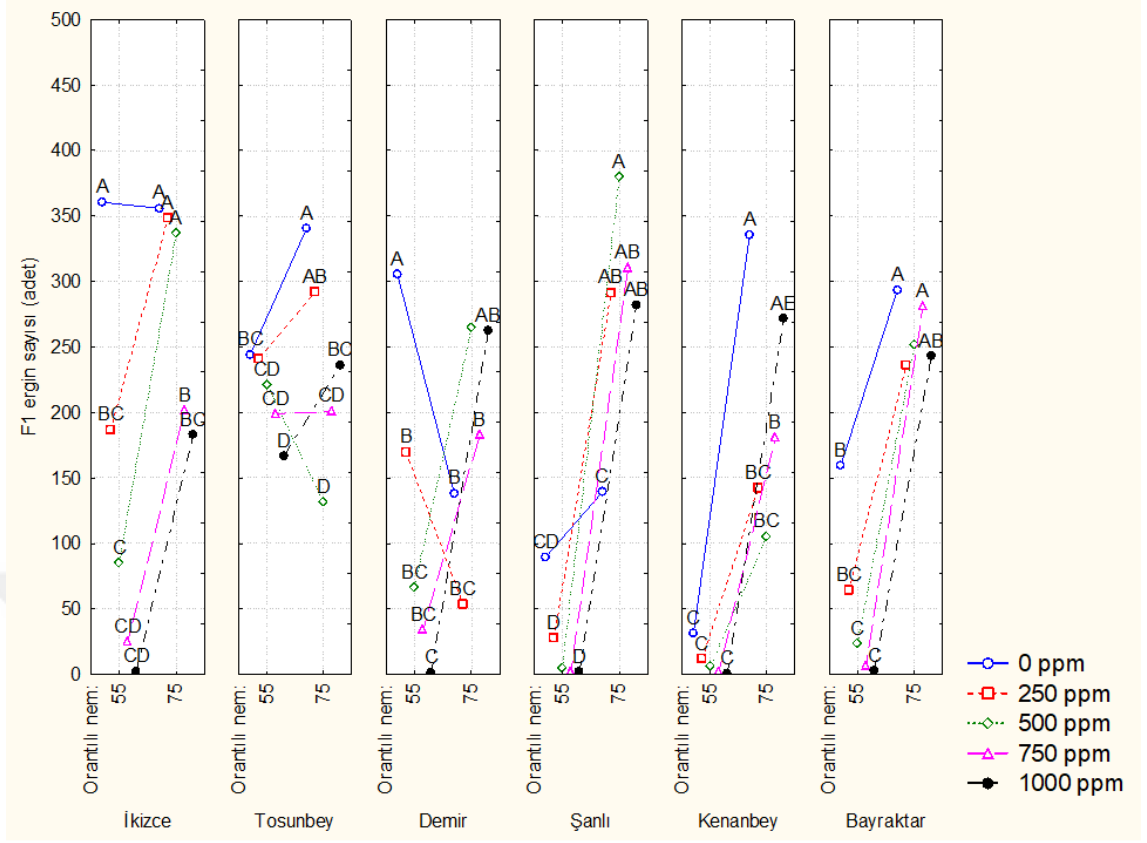
Şekil 4.35 Diyatom toprağının buğday varyetelerinde %55 ve %75 orantılı nemlerde *Sitophilus oryzae*'nin F1 ergin gelişimine etkisi (Duncan testi; $p<0,05$)

Diyatom toprağının konsantrasyonlarının %55 ve %75 orantılı nemlerle etkileşimine bakıldığında %75 orantılı nemde F1 ergin sayısı doz artışına rağmen istatistiksel olarak değişim göstermezken, %55 orantılı nemde 250 ppm ve üzerindeki dozlarda F1 ergin sayısı önemli düzeyde azalmıştır ($F_{4, 540}=11,950$; $p=0,0$) (Şekil 4.36).



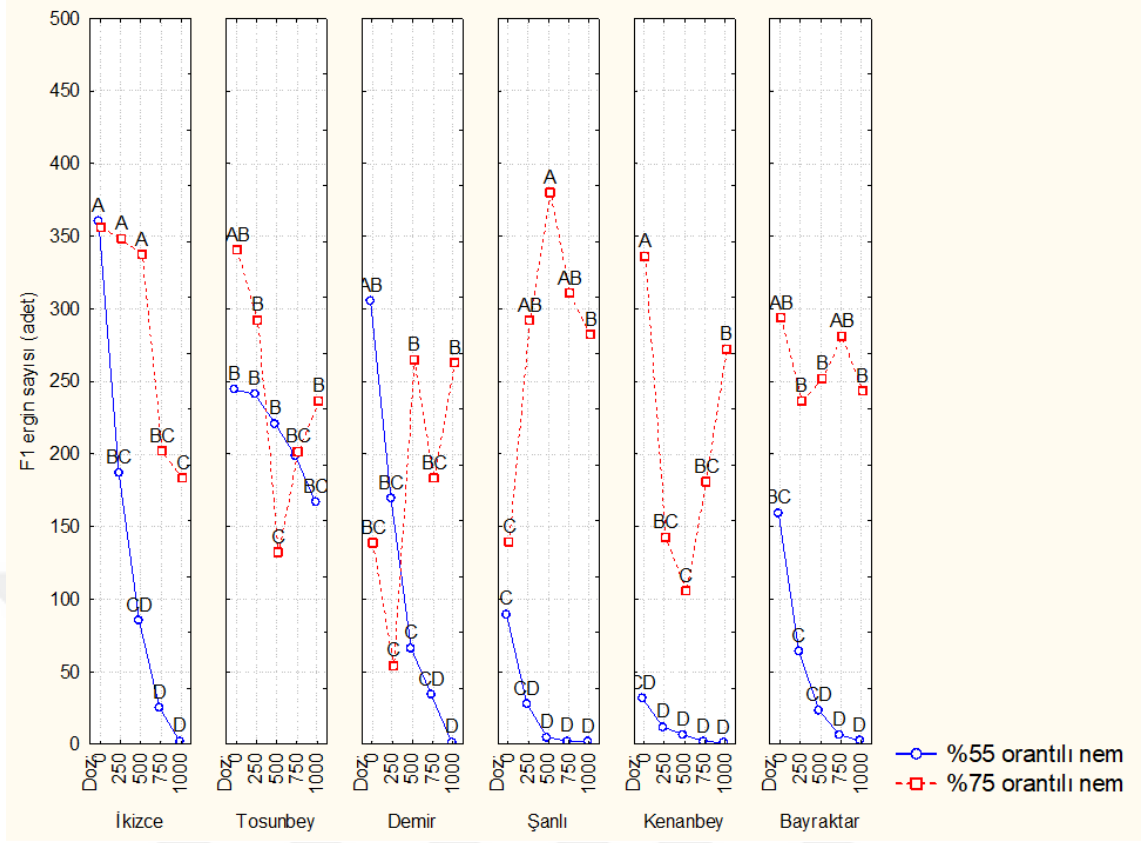
Şekil 4.36 Diyatom toprağının farklı dozlarının %55 ve %75 orantılı nemlerde *Sitophilus oryzae*'nin F1 ergin gelişimine etkisi (Duncan testi; $p < 0,05$)

Her bir çeşit kendi içinde dozlara göre sınıflandırıldığında, F1 gelişiminin düşük nemde doz artışı ile daha az olduğu görülmüştür ($F_{20, 540} = 6,2195$; $p = 0,0$) (Şekil 4.37).

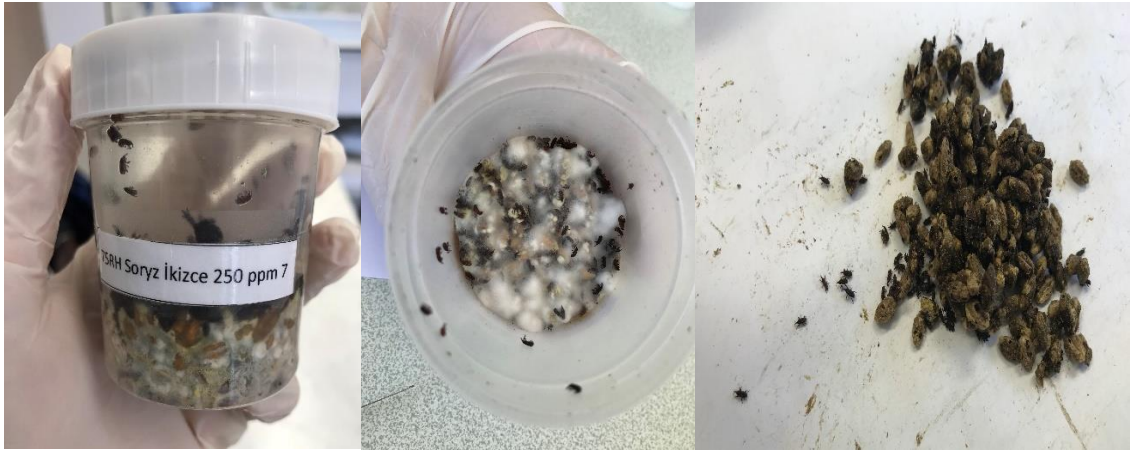


Şekil 4.37 Diyatom toprağının buğday varyetelerinde farklı dozlarının %55 ve %75 orantılı nemlerde *Sitophilus oryzae*'nin F1 ergin gelişimine etkisi

Buğday çeşitlerinde F1 ergin gelişiminin tüm buğday çeşitlerinde %75 orantılı nemde daha fazla olduğu görülmüştür ($F_{20, 540}=6,2195$; $p=0,0$) (Şekil 4.38).



Şekil 4.38 Diyatom toprağının buğday varyetelerinde farklı dozlarının %55 ve %75 orantılı nemlerde *Sitophilus oryzae*'nin F1 ergin gelişimine etkisi (Duncan testi; $p < 0,05$)



Şekil 4.39 %75 orantılı nemde 60 gün sonra buğdayda görülen zarar durumu ve *Sitophilus oryzae* F1 ergin gelişimi

4.3 Buğday Çeşitlerinde Diyatom Toprağının Farklı Dozlarında 25°C Sıcaklık ve %55 ve %75 Orantılı Nemlerde *Sitophilus oryzae* Erginlerinde Hesaplanan LD₅₀ ve LD₉₅ Değerleri

Denemelerde diyatom toprağının pirinç biti erginleri üzerine LD₅₀ ve LD₉₅ değerleri Çizelge 4.5’te verilmiştir.

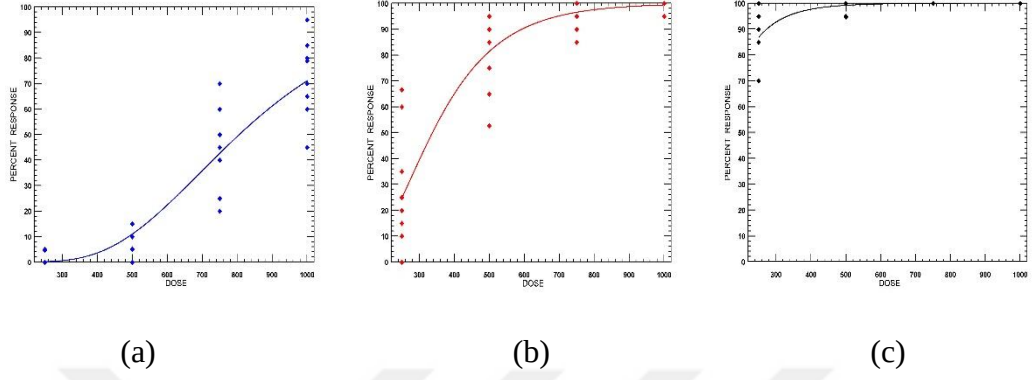
Çizelge 4.7 Buğday varyetelerinde diyatom toprağının değişik dozlarının farklı uygulama sürelerinde %55 ve %75 orantılı nem koşullarında yapılan çalışmada *Sitophilus oryzae* erginlerine ait elde edilen LD₅₀ ve LD₉₅ verileri ve eğim (ppm; ortalama ± standart hata)

Çeşit	Orantılı Nem (%)	Uygulama Süresi	Açı	LD ₅₀ (ppm) (%95 güven aralığı)	LD ₉₅ (ppm) (%95 güven aralığı)
İkizce	55	7 gün	5.918±0.445	805.50 (735.81- 895.51)	1527.57 (1268.48- 2135.712)
		14 gün	5.215±0.321	336.85 (303.03-369.04)	696.383 (616.27- 822.18)
		21 gün	4.291±0.851	139.116 (86.616-173.60)	336.28 (299.30- 401.83)
	75	7 gün	-	-	-
		14 gün	-	-	-
		21 gün	4.939±0.376	808.93 (718.43- 947.16)	1741.66 (1348.60-2883.41)
Tosunbey	55	7 gün	-	-	-
		14 gün	-	-	-
		21 gün	-	-	-
	75	7 gün	-	-	-
		14 gün	1.471±0.423	8115.17 (3096.09- 435117.18)	106496.77 (15401.14- 348955519.20)
		21 gün	2.879±0.290	1003.41 (858.40- 1290.41)	3740.03 (2417.89-8612.54)
Demir	55	7 gün	4.294±0.309	713.95 (661.74- 774.76)	1724.76 (1452.32- 2212.84)
		14 gün	4.779±0.345	278.71 (252.27- 302.81)	615.624 (554.54- 705.52)
		21 gün	2.231±0.630	45.98 (3.72-96.48)	251.07 (149.59- 321.18)
	75	7 gün	-	-	-
		14 gün	-	-	-
		21 gün	-	-	-

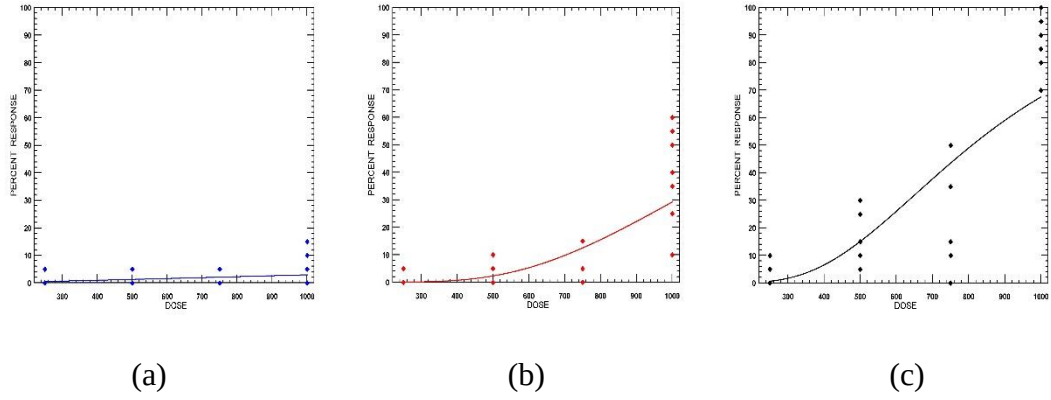
Çizelge 4.8 Buğday varyetelerinde diyatom toprağının değişik dozlarının farklı uygulama sürelerinde %55 ve %75 orantılı nem koşullarında yapılan çalışmada *Sitophilus oryzae* erginlerine ait elde edilen LD50 ve LD95 verileri ve eğim (ppm; ortalama $\pm$ standart hata) (devam)

Şanlı	55	7 gün	4.382 $\pm$ 0.264	481.49 (440.47- 522.02)	1142.69 (1001.46- 1365.04)
		14 gün	6.727 $\pm$ 0.659	256.45 (222.43- 285.91)	450.34 (393.09- 562.04)
		21 gün	-	-	-
	75	7 gün	-	-	-
		14 gün	-	-	-
		21 gün	3.814 $\pm$ 0.458	1339.60 (1093.03-2099.14)	3616.44 (2245.57- 11536.84)
Kenanbey	55	7 gün	4.720 $\pm$ 0.307	322.87 (285.57- 357.33)	720.29 (628.85- 871.55)
		14 gün	6.780 $\pm$ 1.211	213.07 (178.82- 236.79)	372.51 (332.07- 455.54)
		21 gün	-	-	-
	75	7 gün	-	-	-
		14 gün	-	-	-
		21 gün	-	-	-
Bayraktar	55	7 gün	5.010 $\pm$ 0.333	678.50 (633.58-727.26)	1445.06 (1263.54- 1742.66)
		14 gün	5.556 $\pm$ 0.480	394.96 (337.93- 442.34)	780.89 (709.16- 881.79)
		21 gün	6.113 $\pm$ 0.720	234.37 (188.30- 270.60)	435.472 (374.38- 555.52)
	75	7 gün	-	-	-
		14 gün	-	-	-
		21 gün	-	-	-

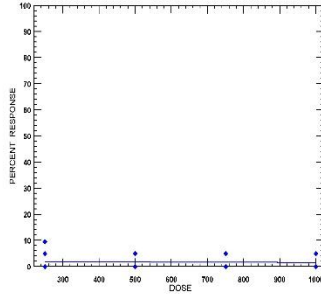
Çalışmada her bir haftaya ait elde edilen probit eğrileri aşağıda verilmektedir:



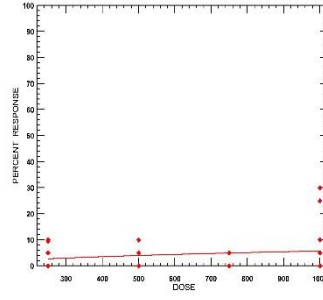
Şekil 4.40 Değişik dozlarda uygulanan diyatom toprağının İkizce çeşidinde %55 orantılı nem koşullarında 7. (a), 14. (b) ve 21. günde (c) *Sitophilus oryzae* erginleri üzerindeki letal etkileri



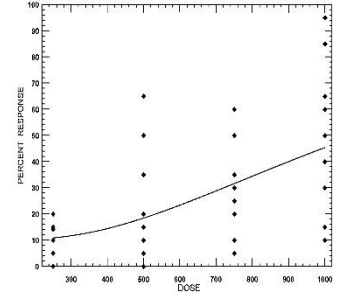
Şekil 4.41 Değişik dozlarda uygulanan diyatom toprağının İkizce çeşidinde %75 orantılı nem koşullarında 7. (a), 14. (b) ve 21. günde (c) *Sitophilus oryzae* erginleri üzerindeki letal etkileri



(a)

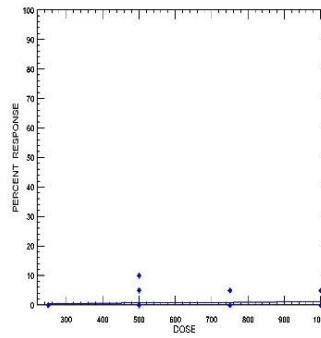


(b)

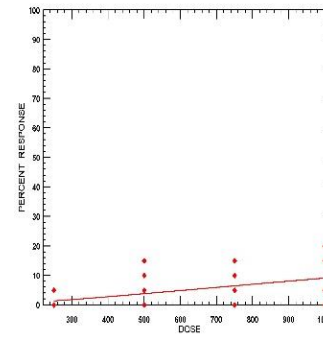


(c)

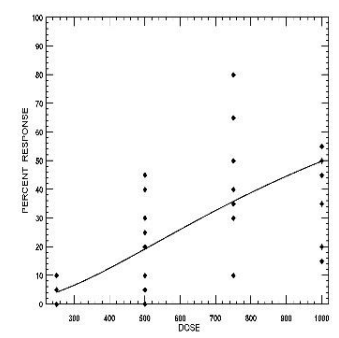
Şekil 4.42 Değişik dozlarda uygulanan diyatom toprağının Tosunbey çeşidinde %55 orantılı nem koşullarında 7. (a), 14. (b) ve 21. günde (c) *Sitophilus oryzae* erginleri üzerindeki letal etkileri



(a)

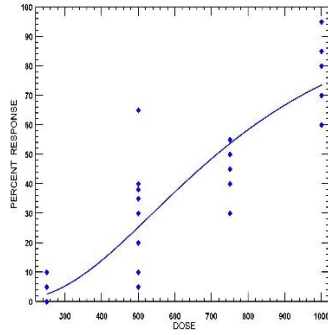


(b)

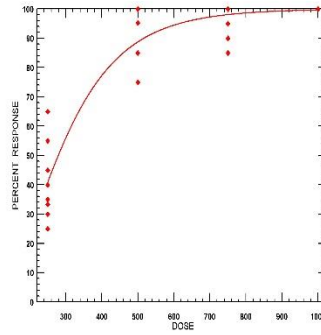


(c)

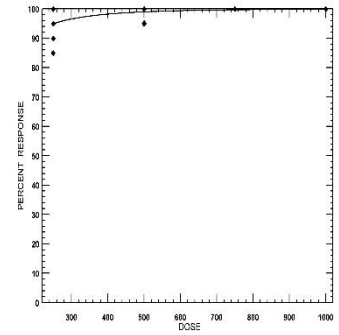
Şekil 4.43 Değişik dozlarda uygulanan diyatom toprağının Tosunbey çeşidinde %75 orantılı nem koşullarında 7. (a), 14. (b) ve 21. günde (c) *Sitophilus oryzae* erginleri üzerindeki letal etkileri



(a)

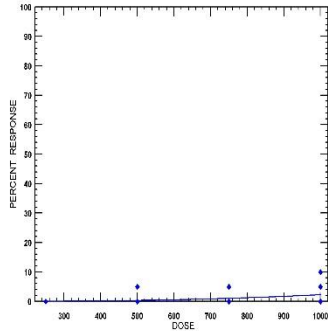


(b)

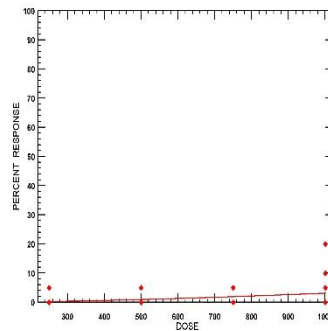


(c)

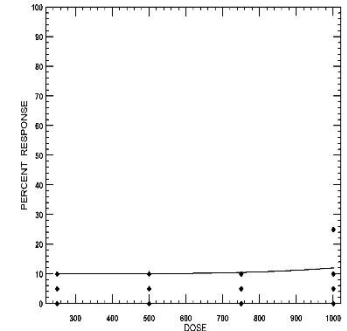
Şekil 4.44 Değişik dozlarda uygulanan diyatom toprağının Demir çeşidinde %55 orantılı nem koşullarında 7. (a), 14. (b) ve 21. günde (c) *Sitophilus oryzae* erginleri üzerindeki letal etkileri



(a)

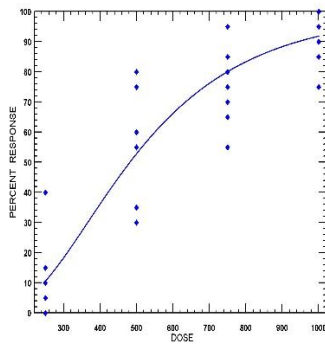


(b)

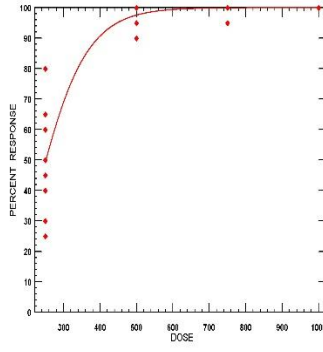


(c)

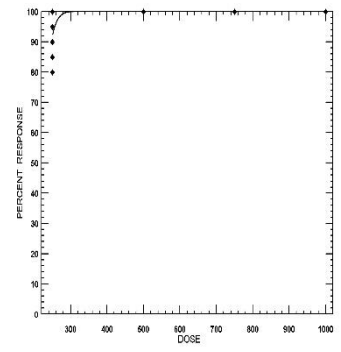
Şekil 4.45 Değişik dozlarda uygulanan diyatom toprağının Demir çeşidinde %75 orantılı nem koşullarında 7. (a), 14. (b) ve 21. günde (c) *Sitophilus oryzae* erginleri üzerindeki letal etkileri



(a)

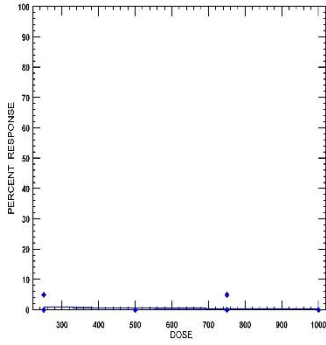


(b)

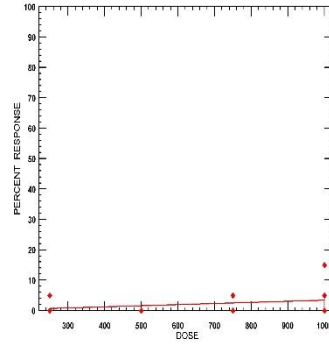


(c)

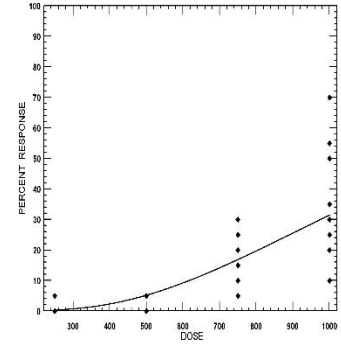
Şekil 4.46 Değişik dozlarda uygulanan diyatom toprağının Şanlı çeşidinde %55 orantılı nem koşullarında 7. (a), 14. (b) ve 21. günde (c) *Sitophilus oryzae* erginleri üzerindeki letal etkileri



(a)

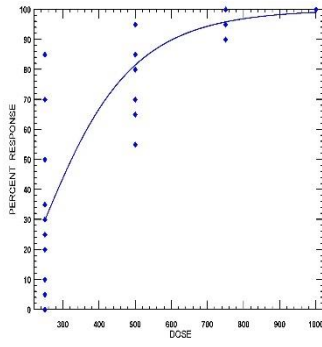


(b)

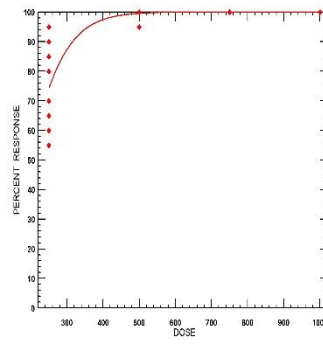


(c)

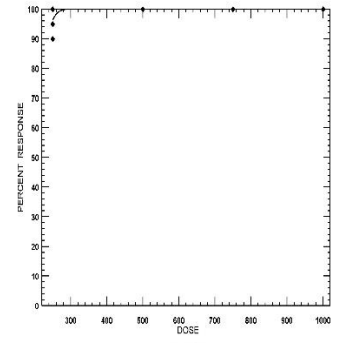
Şekil 4.47 Değişik dozlarda uygulanan diyatom toprağının Şanlı çeşidinde %75 orantılı nem koşullarında 7. (a), 14. (b) ve 21. günde (c) *Sitophilus oryzae* erginleri üzerindeki letal etkileri



(a)

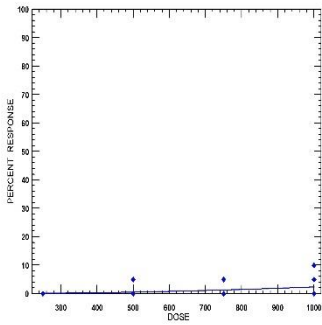


(b)

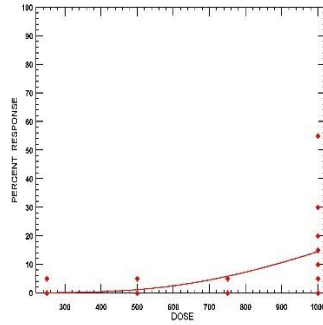


(c)

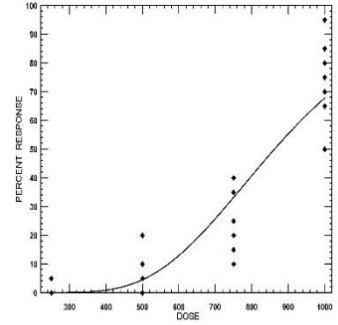
Şekil 4.48 Değişik dozlarda uygulanan diyatom toprağının Kenanbey çeşidinde %55 orantılı nem koşullarında 7. (a), 14. (b) ve 21. günde (c) *Sitophilus oryzae* erginleri üzerindeki letal etkileri



(a)

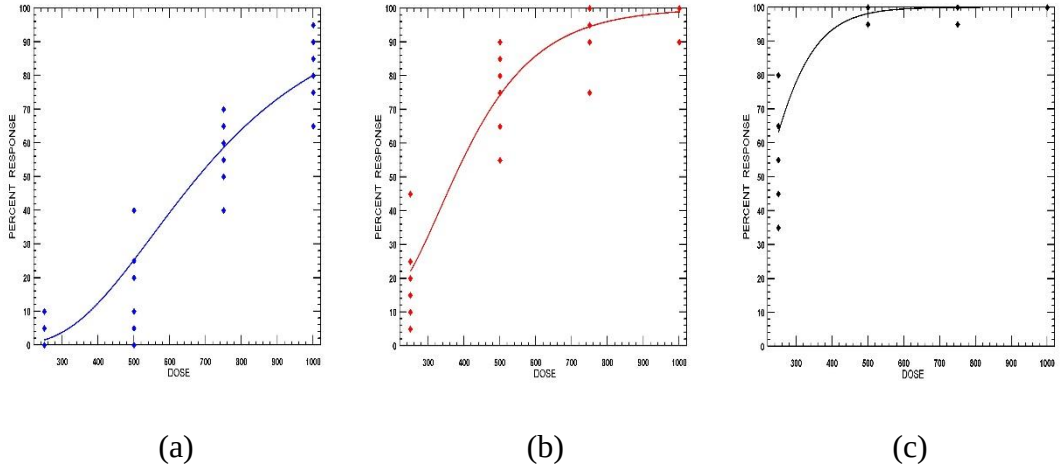


(b)

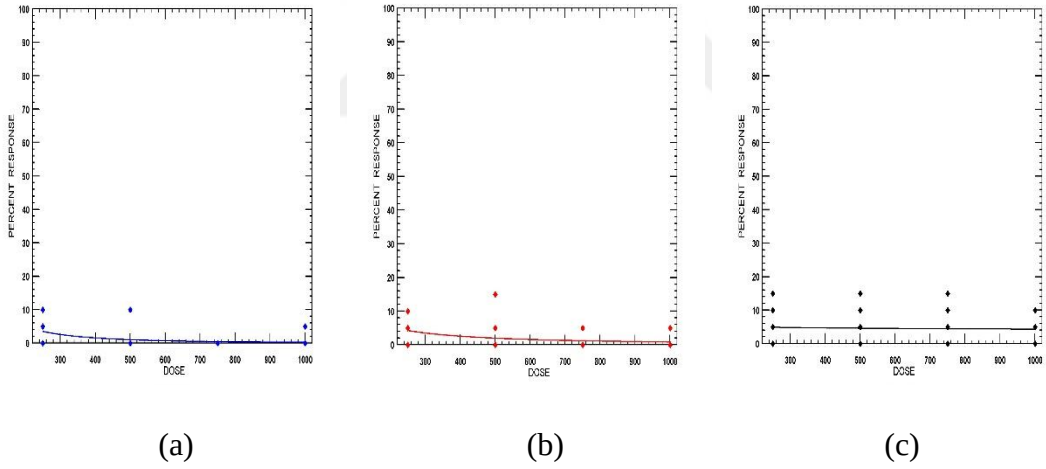


(c)

Şekil 4.49 Değişik dozlarda uygulanan diyatom toprağının Kenanbey çeşidinde %75 orantılı nem koşullarında 7. (a), 14. (b) ve 21. günde (c) *Sitophilus oryzae* erginleri üzerindeki letal etkileri



Şekil 4.50 Değişik dozlarda uygulanan diyatom toprağının Bayraktar çeşidinde %55 orantılı nem koşullarında 7. (a), 14. (b) ve 21. günde (c) *Sitophilus oryzae* erginleri üzerindeki letal etkileri



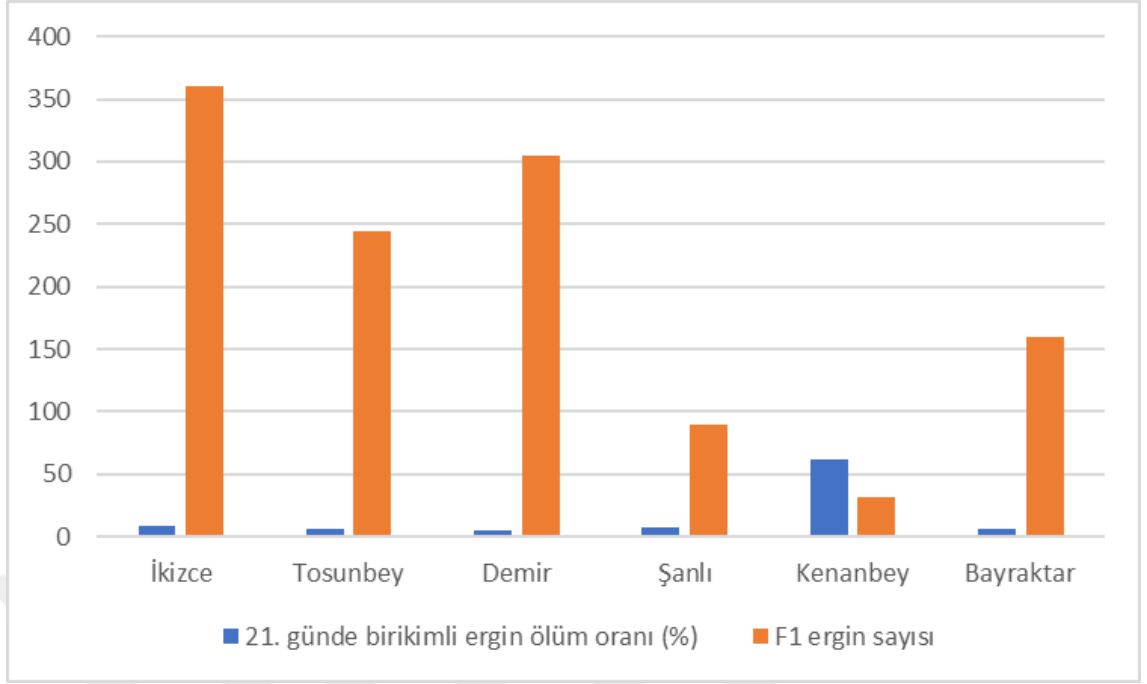
Şekil 4.51 Değişik dozlarda uygulanan diyatom toprağının Bayraktar çeşidinde %75 orantılı nem koşullarında 7. (a), 14. (b) ve 21. günde (c) *Sitophilus oryzae* erginleri üzerindeki letal etkileri

25°C sıcaklık ve %55 ve %75 orantılı nemlerde Antalya ilinden temin edilen diyatom toprağının buğday çeşitlerinde *Sitophilus oryzae* erginleri için LD₅₀ ve LD₉₅ verilerine bakıldığında (Çizelge 4.5) hesaplanabilen değerlerde uygulama süresi artışına paralel olarak bu değerlerin azaldığı belirlenmiştir. Orantılı nem artışı ise LD değerlerinde

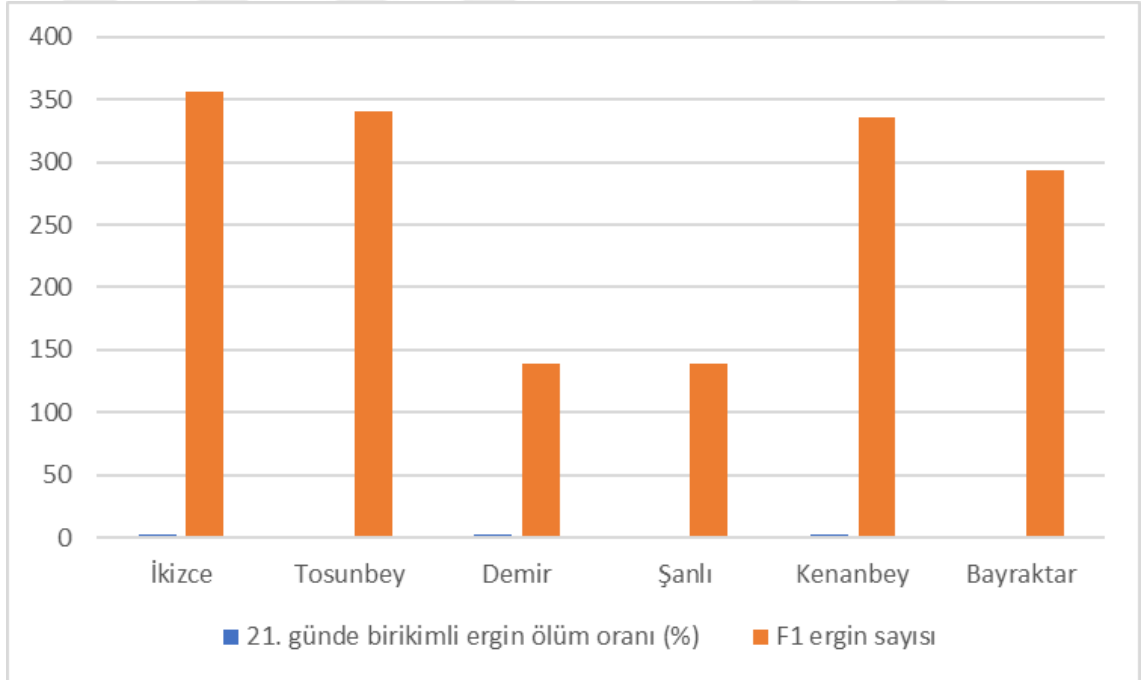
artışa neden olmuştur. LD₅₀ değeri %55 orantılı nemde 21 günlük uygulamada Kenanbey çeşidinde 139.116 ppm, Demir çeşidinde 45.98 ppm, Bayraktar çeşidinde 234.37 ppm olarak hesaplanırken, %75 orantılı nemde ise İkizce çeşidinde 808.93 ppm, Tosunbey çeşidinde 1003.41 ppm, Şanlı çeşidinde 1339.60 ppm olarak hesaplanmıştır. LD₉₅ değeri ise %75 orantılı nemde 21 günlük uygulamada İkizce çeşidinde 336.28 ppm, Demir çeşidinde 251.27 ppm, Bayraktar çeşidinde 435.472 ppm olarak hesaplanırken, %75 orantılı nemde İkizce çeşidinde 1741.66 ppm, Tosunbey çeşidinde 3740.03 ppm, Şanlı çeşidinde 3616.44 ppm olarak hesaplanmıştır. Benzer şekilde Korunic ve Fields (2006) yaptığı çalışmada 30°C sıcaklık ve %70 orantılı nemde 21 günlük uygulama sonucu *S. oryzae*'de LD₅₀ değerini Diafil 610 için 547 ppm, MN23 için ise 421 ppm olarak, LD₉₀ değerini de Diafil 610 için 794 ppm, MN23 için ise 700 ppm olarak vermektedir.

4.4 Değişik Buğday Varyetelerinde *Sitophilus oryzae*'nin Gelişimi

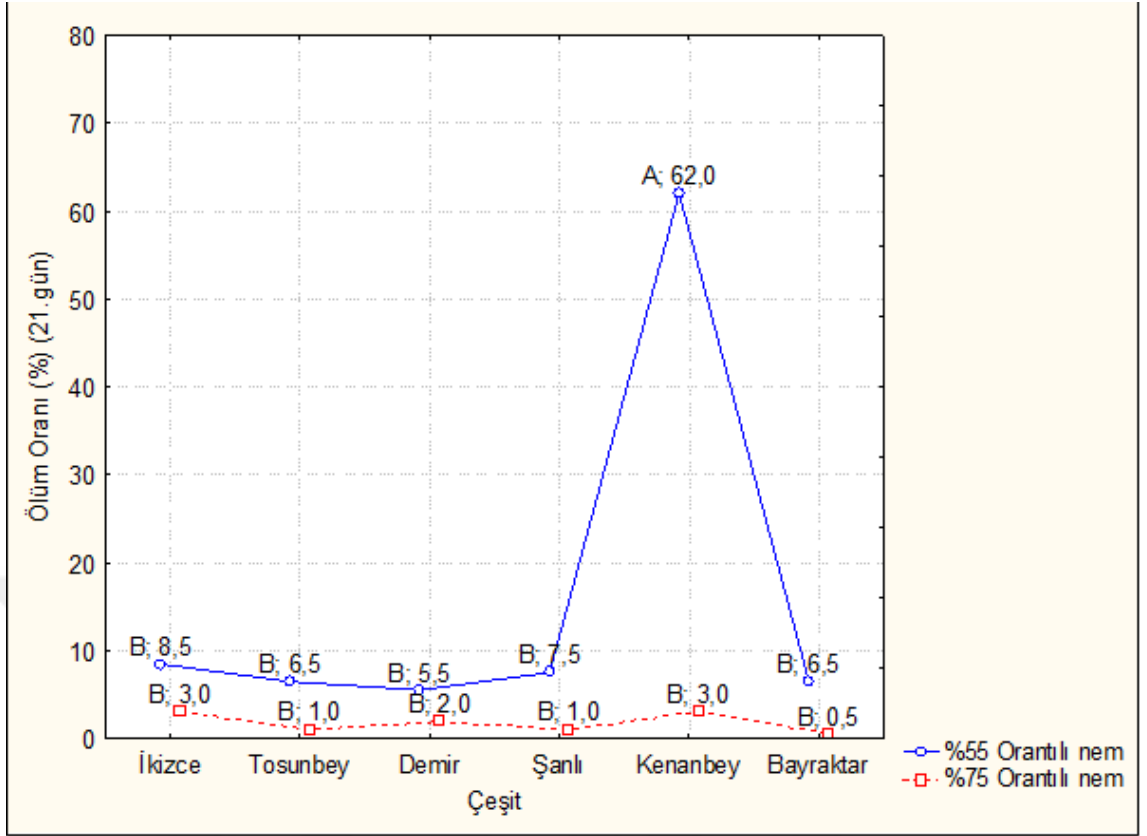
Değişik buğday çeşitlerinde kontrol grubunda 21 gün süreyle tutulan *S. oryzae* erginlerinde ergin ölümü bakımından farklılıklar gözlenmiştir. Ergin ölümleri %55 orantılı nemde %75 orantılı neme göre daha yüksek olmuştur (Şekil 4.52; 4.53). Yapılan istatistiksel analizde çeşit ve orantılı nem interaksyonu tespit edilmiştir ($F_{5, 108}=49,575$, $p=0,0$). Kenanbey çeşidinde tutulan *S. oryzae* erginlerinde %55 orantılı nemde diğer tüm çeşitlerden istatistiksel olarak önemli ölçüde daha yüksek ergin ölümü görülmüştür. Diğer çeşitler arasında ise gerek %55 orantılı nemde ve gerekse %75 orantılı nemde ergin ölümleri bakımından istatistiksel olarak bir farklılık görülmemiştir ($p>0,05$) (Şekil 4.54).



Şekil 4.52 Diyatom toprağı uygulanmayan değişik buğday varyetelerinde 25°C sıcaklık ve %55 orantılı nemde 21. günde *S. oryzae* birikimli ergin ölüm oranı (%) ve F1 ergin sayısı

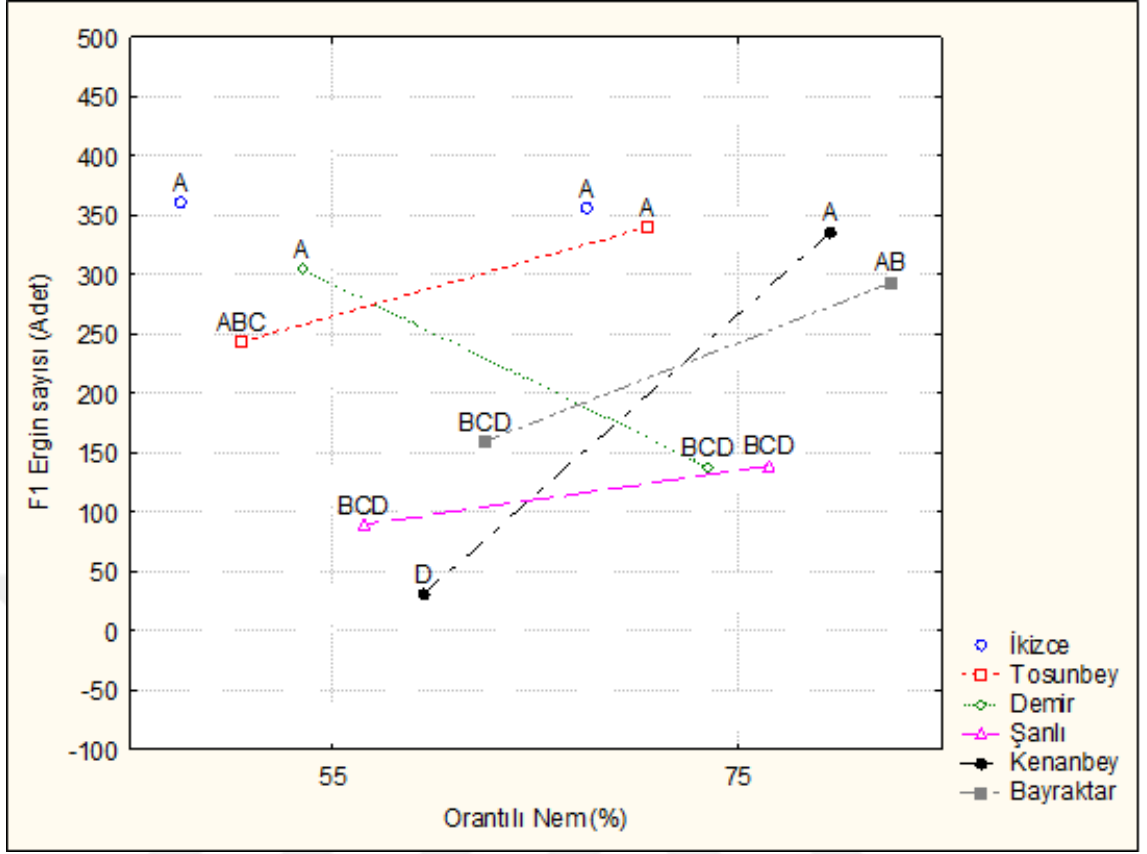


Şekil 4.53 Diyatom toprağı uygulanmayan değişik buğday varyetelerinde 25°C sıcaklık ve %75 orantılı nemde 21. günde *S. oryzae* birikimli ergin ölüm oranı (%) ve F1 ergin sayısı



Şekil 4.54 Diyatop toprağı uygulanmayan değişik buğday varyetelerinde 25°C sıcaklık ve %55 ve %75 orantılı nemlerde 21. günde *S. oryzae* birikimli ergin ölüm oranı (%) (Duncan testi; $p < 0,05$)

F1 Ergin gelişimi bakımından çeşitlerin durumu analiz edildiğinde çeşit ve orantılı nem arasında interaksiyon tespit edilmiştir ($F_{5, 108} = 7,7791$, $p = 0,0$). F1 Ergin gelişimi bakımından gerek çeşitler arasında ve gerekse aynı çeşidin orantılı nemleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar belirlenmiştir. Bu bakımdan Kenanbey çeşidi diğer çeşitlere kıyasla %55 orantılı nemde istatistiksel olarak en düşük sayıda F1 izin verirken; %75 orantılı nemde bu durum gözlenmemiştir (Şekil 4.55).



Şekil 4.55 Diyatom toprağı uygulanmayan değişik buğday varyetelerinde 25°C sıcaklık ve %55 ve %75 orantılı nemlerde *S. oryzae* F1 ergin sayısı (Adet) (Duncan testi; $p<0,05$)

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Geçmişten günümüze kadar insan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan buğday, hem zengin besin değeri hem de birçok sanayi kolunda hammadde olarak kullanılması nedeniyle tarımsal üretimde hem ülkemizde hem de dünyada önemli bir konumdadır. Bu çalışmada; İkizce, Tosunbey, Demir, Şanlı, Kenanbey ve Bayraktar adlı ekmeklik buğday çeşitleri kullanılmıştır.

Araştırmamızda, depolanmış tahılların en önemli zararlılardan biri olan *Sitophilus oryzae* ile mücadelede kimyasal savaşıma alternatif olarak Antalya ili menşeli doğal diyatom toprağının etkinliği altı farklı buğday çeşidinde 0, 250, 500, 750 ve 1000 ppm dozlarında 25°C sıcaklık ve %55 ve %75 orantılı nem koşullarında araştırılmıştır. Bu amaçla diyatom toprağının ilgili dozlarıyla muamele edilen buğday çeşitlerinde 3 hafta süresince haftalık olarak ergin pirinç bitlerinde meydana gelen ölümler belirlenmiştir. Ek olarak, 3. haftada yapılan son sayımlardan sonra -varsa eğer- deneme kaplarındaki tüm canlı erginler uzaklaştırılarak, deneme kapları aynı sıcaklık ve orantılı nem koşullarında 60 günlük ilave bekleme süresi sonunda *Sitophilus oryzae* yeni nesil F1 erginlerinin gelişim durumları da ortaya konulmuştur.

Çalışmamızda farklı buğday varyetelerinde; diyatom toprağı konsantrasyonu, orantılı nem ve uygulama süresi artışının *Sitophilus oryzae* ölüm oranlarını ve yeni nesil F1 ergin sayısını etkilediğı belirlenmiştir.

Denemelerimiz 25°C sıcaklıkta yürütölmüş olup, bu sıcaklıkta buğday varyetelerinde ölüm oranları %55 orantılı nem kombinasyonu ile değerlendirildiğinde diyatom toprağının yüksek dozlarının etkileşimi ve artan uygulama süreleriyle birlikte; İkizce, Demir, Şanlı, Kenanbey ve Bayraktar çeşitlerinde %100 ölüm oranı gerçekleşirken Tosunbey çeşidinde %48 ölüm oranı elde edilmiştir (Çizelge 4.2). Baldassari ve Martini (2014) buğdayda *S. oryzae* erginlerine karşı Protector ve SilicoSec isimli ticari diyatom toprağı formölasyonlarını; 500 ve 1000 ppm konsantrasyonlarda uygulayarak, 26.7°C sıcaklık ve %60 orantılı nem koşullarında yürüttüğü çalışmada; 14 günlük uygulama sonrası ölüm oranlarını; Protector'de sırasıyla %87 ve %92, SilicoSec'te ise %88 ve

%98 olarak vermiştir. Ayrıca ölüm oranları artışının konsantrasyon ve uygulama süresine bağlı olarak arttığını ortaya koymuştur. Nwaubani vd. (2014) Nijerya kökenli Bularafa ve Abakire diyatom topraklarının buğdayda *S. oryzae* erginleri üzerinde 30°C sıcaklık ve %55 orantılı nemde etkinliğini araştırdığında, 1000 ppm konsantrasyonunda 14 günlük uygulama sonrasında *S.oryzae*'de neden olduğu ölüm oranlarını sırasıyla %100 ve 81 olarak vermektedir. Athanassiou vd. (2005) %55 orantılı nemde 250 ppm dozunda diyatom toprağıyla muamale edilmiş buğdayda 14 günlük uygulama sonucu *S. oryzae* ergin ölüm oranlarını; 22°C sıcaklıkta %33.7, 25°C sıcaklıkta %38.8, 27 ve 30°C sıcaklıkta ise %100 olduğunu kaydetmiştir. Bu iki çalışma sıcaklık değerin artmasıyla ölüm oranlarının arttığını göstermektedir. Spesifik olarak Athanassiou vd. (2005)' nin 25°C sıcaklıktaki ölüm oranlarını (%38.8) aynı koşullarda bizim çalışmamızdaki ölüm oranlarıyla kıyasladığımızda ise; buğday varyetelerinde aynı dozda ve uygulama süresinde ölüm oranlarının en yüksek Kenanbey çeşidinde (%74,5) en düşük Tosunbey çeşidinde (%3,45) olduğu görülmüştür (Çizelge 4.2). Yine benzer bir araştırmada; Athanassiou vd. (2008) 25°C sıcaklık ve %55 orantılı nemde yürütülen bir çalışmada, buğdayda Protect-It ve PyriSec isimli ticari diyatom toprağı formülasyonlarının 500 ppm dozda 7 günlük uygulamada *S. oryzae* erginlerinde sırasıyla %91.7 ve %88.3 oranında ölüme neden olduğunu bildirmiştir. Söz konusu literatür ile bizim çalışmamızda ölüm oranı farklılıklarının; diyatom toprağı ve buğday varyetelerindeki farklılıktan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bu bakımdan, kullanılan diyatom topraklarının fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki farklılığın ölüm oranlarını etkilediği (Rojht vd 2010) ve diyatom topraklarında partikül boyutunun azalmasıyla etkinliğin arttığı Ziaee vd. (2019) belirtilmiştir.

Bizim çalışmamızla benzer sıcaklık ve orantılı nem değerlerinde farklı ürün çeşitlerinde yapılan araştırmalara baktığımızda; Athanassiou vd. (2003) tarafından 26°C sıcaklık ve %60±5 orantılı nem koşullarında, SilicoSec isimli ticari diyatom toprağı formülasyonunun pirinç, çeltik, mısır ve arpa'da *S. oryzae*' ye karşı etkinliğinin araştırıldığı bir çalışmada; 1000 ve 1500 ppm dozlarında 2 günlük uygulamada arpa ve çeltikte sırasıyla >%93 ve >%95 oranlarında ölüm oranı görülürken; pirinç ve mısırdaki ölüm oranının %30'u geçmediği; 7 günlük uygulamada ise arpa ve pirinçte en yüksek iki dozda (1000 ve 1500 ppm) %100 ölüm görülürken; ölüm oranının pirinçte <%62 ve

mısırdaki <%38 olduğu; 14 günlük uygulamadan sonra ise mısırdaki ölüm oranının <%65 ve pirinçte ölüm oranının <%100 olduğu belirtilmiştir. Kavallieratos vd. (2005) 26°C sıcaklık ve %55 orantılı nem koşullarında 8 farklı tahıl ürününde gerçekleştirdiği diatom uygulamasında 14 günlük uygulama sonrası *Rhizopertha dominica* erginlerinin ölüm oranlarını Insecto formülasyonunun 1500 ppm dozunda; buğdayda %96.7, kavuzlu arpada %94.4, kavuzsuz arpada %95.5, yulafta %94.2, tritikalede %96.9, pirinçte %86.7 ve mısırdaki %91.4 olarak vermiştir. Bu iki çalışmayı bizim çalışmamızla kıyasladığımızda, benzer sıcaklık ve orantılı nem değerlerinde diatom toprağının yüksek dozlarının uygulama süresi artışıyla ölüm oranlarında artış gösterdiği; bu artışın ürün çeşidine ve zararlı türüne göre değişiklik gösterebileceğini desteklemektedir.

Buğday varyetelerinde çeşit direncine baktığımızda; 25°C sıcaklıkta %55 orantılı nemde Kenanbey çeşidinde diğer çeşitlere göre önemli ölçüde daha yüksek ergin ölümü görülmüştür (Şekil 4.54). Çeşitler arasında %75 orantılı nemde ise ölüm oranlarında herhangi bir farklılık görülmemiştir. Singh vd. (1974) 19, 25 ve 30°C sıcaklık ve %45, %60, %75 ve %90 orantılı nem koşullarında yürütülen çalışmalarda beş farklı ticari buğday çeşidinde *S. oryzae* ergin gelişimine baktığında; S-308 ve S-307 çeşitlerinde *S. oryzae* gelişiminin diğer üç çeşide göre daha yüksek olduğunu bulmuştur. Diğer çeşitlere göre elde edilen bu farklılığın dane büyüklüğünden kaynaklandığını, daha büyük danelerin daha fazla beslenme ve yumurta bırakmak için alan ihtiva ettiğini bildirmiştir. Ayrıca varyetelerde ergin sayısının en fazla %75 orantılı nemde görüldüğünü belirtmiştir. Bizim çalışmamızda da %75 orantılı nemde (Şekil 4.53) F1 ergin sayılarının tüm çeşitlerde %55 orantılı nemden daha yüksek olduğu görülmektedir. Mebarkia vd. (2010) 27±2°C sıcaklık ve %70±5 orantılı nem koşullarında on iki ekmeklik buğday çeşidinde *S. granarius*'un gelişimini incelediği çalışmada her çeşidin depolanmış tahıl zararlılarına göre farklı tepki verdiği sonucuna varmış ve çeşit direncini tahıl bileşenlerinin içeriğiyle ilişkili olabileceğini belirtmiştir. Mehta ve Kumar (2020) yedi farklı buğday çeşidinde *S. oryzae*'nin yaşam evrelerini incelediği çalışmada üç buğday çeşidinin (HPW-249, HPW-349 ve HPW-360) *S. oryzae*'ye karşı daha az hassas, diğer üç çeşidin (HPW-155, HS-490 ve VL-892) kısmen hassas ve kalan bir çeşidin de (HPW-236) en hassas çeşit olduğunu belirtmiş ve uzun süreli depolamalarda çeşitlerin direncine göre tercih edilmesinin fayda

sağlayabileceğini vurgulamıştır. Literatürdeki çalışmalarla bizim çalışmamız arasındaki farklılıkların; buğdayların fiziksel yapısı, besin değeri ve çeşit direncinden ileri geldiği düşünülmektedir.

Çalışmalarımızın 25°C sıcaklık ve %75 orantılı nem kombinasyonunda buğday varyetelerinde *S. oryzae* üzerindeki ölümcül etkisine baktığımızda en yüksek dozda (1000 ppm) ölüm oranı İkizce çeşidinde %87,5 olarak görülürken, en düşük ölüm oranı Bayraktar çeşidinde %3 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.2). Ertürk vd. (2017) 30°C sıcaklık ve %75 orantılı nem koşullarında çeltikte *S. oryzae* erginlerine karşı Protector isimli diyatom toprağı formülasyonunun 1000 ppm konsantrasyonda 14 günlük uygulama sonunda %100 ölüm elde etmiştir. Bu çalışma ve bizim çalışmamız arasındaki ölüm oranı farklılıklarının; kullanılan ürün çeşidi, diyatom toprağı ve sıcaklık farklılıklarından ileri geldiği düşünülmektedir.

Denemelerimiz %55 ve %75 orantılı nem koşullarında yürütülmüştür. Ölüm oranlarını nem etkisine göre değerlendirdiğimizde düşük nemde ölüm oranlarının yüksek nemdeki ölüm oranlarına göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.2) Rojht vd. (2010) buğdayda *S. oryzae*’ye karşı diyatom toprağı formülasyonlarının etkinliğini araştırdığı çalışmada ölüm oranlarını genel olarak %55 ve %75 orantılı nem koşullarında sırasıyla %80.2 ve %75.4 olarak belirtmiştir. Araştırmacılar, birkaç istisna dışında ölüm oranının diyatom toprağı uygulamalarında %75 orantılı nemde %55 orantılı nemden daha düşük olduğunu da eklemiştir. Bizim çalışmamızda %55 orantılı nemde çoğu buğday çeşidinde %100 ölüme ulaşılmıştır: İkizce ve Demir çeşidinde; 750 ppm konsantrasyonda 21 günlük uygulamada, Şanlı çeşidinde; 500 ppm’de 21 günlük uygulamada, Kenanbey çeşidinde; 500 ppm’de 21 günlük uygulamada, Bayraktar çeşidinde ise 1000 ppm’de 21 günlük uygulama sonrası %100 ölüm oranı gerçekleşmiş olup, Tosunbey çeşidinde 21 günlük uygulamada en yüksek ölüm %48 olarak 1000 ppm konsantrasyonda elde edilmiştir (Çizelge 4.2). Araştırmamızda %75 orantılı nemde ise en yüksek doz ve uygulama süresinde dahi, %100 ölüme ulaşılamamıştır. Vayias ve Stephou (2009) bir bitki ekstraktı olan bitterbarkomisin ile zenginleştirilmiş bir diyatom formülasyonu olan DEBBM’yi; 50 ppm, 100 ppm ve 150 ppm dozlarında sert buğday, arpa, çeltik ve mısıra uyguladığı çalışmada, diyatom toprağı etkinliğinin arpa ve

buğdayda, mısır ve çeltiğe göre daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. Diyatom toprağının 150 ppm dozunda 14 günlük uygulamadan sonra *S. oryzae* ölüm oranları arpada %85.8, buğdayda %82.8, çeltikte %55 ve mısırdaki %50.8 olarak bulmakla birlikte; en yüksek dozda (150 ppm) ve uygulama süresinde (14 gün) ölüm oranlarını %55 ve %75 orantılı nemde sırasıyla %80.3 ve %66.9 olarak vermiştir. Kullanılan diyatom toprakları ve uygulandıkları ürünler farklı olmakla birlikte bizim çalışmamız ve bu çalışma kıyaslandığında ölüm oranının nemin artmasıyla azalması her iki çalışmanın birbirini desteklediğini göstermektedir.

Çalışmamızda; İkizce, Demir, Şanlı, Kenanbey ve Bayraktar çeşitlerinde *S. oryzae* ergin ölüm oranlarının %55 orantılı nem ve 500-1000 ppm doz aralığında 21 günlük uygulamada %100 olduğu görülürken, Tosunbey çeşidinde en yüksek doz ve uygulama süresinde (1000 ppm, 21 gün) %48 olarak görülmüştür (Şekil 4.2). Athanassiou vd. (2004) yaptığı çalışmada; yulaf, çavdar ve tiritikaleye uyguladığı 750, 1000 ve 1500 ppm'lik dozlarda 1 günlük uygulama süresinden sonra ürünler arasında *S. oryzae* ölüm oranlarında önemli bir farklılık görülmezken; 2 günlük uygulamadan sonra yulaf ve çavdara kıyasla tritikalede daha çok ergin ölümü olduğunu belirtmiştir. 7 günlük uygulamadan sonra ise tahıllar arasında önemli bir fark olmadığı ve tüm ürünlerde ölüm oranının >%98 olduğunu kaydetmiştir. Athanassiou vd. (2007) 26°C sıcaklık ve %65 orantılı nemde üç farklı diyatom toprağı formülasyonunu tek başına ya da kombinasyon halinde *S. oryzae* erginlerine karşı buğday ve mısırdaki uyguladığı çalışmada, tüm formülasyonların buğdayda mısıra göre daha etkili olduğunu ortaya koymuştur. Buğdayda; tüm diyatom formülasyonlarında ve kombinasyonlarda (Insecto hariç) en düşük dozlarda bile *S. oryzae* ergin ölüm oranı >%96 iken; mısırdaki ölüm oranının son derece düşük olduğu ve yalnızca üç diyatom formülasyonu karışımında %10'u aştığı belirtilmiştir. Bizim araştırmamız ve literatürdeki araştırmalar arasındaki ölüm oranı arasındaki farklılıkların; kullanılan diyatom formülasyonlardaki farklılıklar başta olmak üzere kullanılan tahılların çeşitliliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Dobie ve Kilminster (1978) çalışmasında bazı tahıl ürünlerinin zararlı böceklerle karşı daha duyarlı olduğunu belirtmiştir.

Çalışmamızda *S. oryzae* yeni nesil F1 ergin gelişimi 25°C sıcaklıkta İkizce çeşidinde %55 ve %75 orantılı nemde kontrol dahil tüm dozlarda sırasıyla; 360,4-2,3 ve 355,9-182,9 aralığında, Tosunbey çeşidinde; 244,3-166,7 ve 340,5-236,2 aralığında, Demir çeşidinde; 305,2-1,6 ve 138,4-262,7 aralığında, Şanlı çeşidinde 89,6-2,1 ve 139,2-282,1 aralığında, Kenanbey çeşidinde; 31,7-1,1 ve 335,8-271,7 aralığında, Bayraktar çeşidinde ise; 159,3-2,6 ve 293,5 ve 47,3 aralığında gerçekleşmiştir (Çizelge 4.4). En yüksek baskılanma oranları -Tosunbey çeşidi hariç- %55 orantılı nemde ve diyatom toprağının 1000 ppm konsantrasyonunda görülmüş olup; İkizce çeşidinde %90,91, Demir çeşidinde %99,47, Şanlı çeşidinde %97,65, Kenanbey çeşidinde %96,52, Bayraktar çeşidinde ise %98,36 olmuştur. Ertürk vd. (2017) 30°C sıcaklık ve %75 orantılı nem koşullarında çeltikte *S. oryzae* erginlerine karşı 1750 ppm dozda Protector isimli diyatom toprağının 14 günlük uygulaması ile %100 ölüm elde etmiş; F1 ergin verimi de %100 baskılanmıştır. Bizim çalışmamızda ise %75 orantılı nemde en yüksek iki F1 baskılanma oranı Kenanbey ve Tosunbey çeşidinde sırasıyla %68,61 ve %61,23 olarak görülmüştür. İki çalışma arasındaki farklılıkların diyatom toprağı, sıcaklık, konsantrasyon ve ürün çeşidi gibi etkenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Son yıllarda depolarda zararlılarla savaşmada fiziksel mücadele yöntemlerinden biri olan inert tozlar üzerinde çok değişik nitelikte araştırmalar yapılmaktadır. İnert tozlar sınıfına dahil diyatom toprağı, zararlılara savaşmada; kimyasal tepkimeye girmeyen, ürünlerde kalıntı bırakmayan, zararlılarda direnç oluşturmeyen ve memelilerde çok düşük toksisiteye sahip bir alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır. Böceklerde fiziksel zararlanmalara yol açarak, su kaybetmesine ve kurumasına sebebiyet veren diyatom toprağının, insektisidal etkisini belirleyen ve jeolojik ve jeomorfolojik tabanlı fiziksel ve kimyasal bazı yapısal unsurlar vardır. Ülkemiz diyatom toprağı konusunda zengin bir potansiyele sahiptir. Diyatom topraklarının uygulamada kullanımının önündeki en büyük engel, yüksek dozda etkili olmalarıdır. Dolayısıyla etkili dozu düşürmeye yönelik girişimler diyatom topraklarının daha yaygın olarak kullanımının önünü açabilir. Diyatom toprağı formülasyonlarının gerek değişik nitelikli yöntemlerle birlikte (örneğin yüksek sıcaklık, havalandırma) kullanımı ile ve gerekse çeşitli katkılarla zenginleştirilerek (örneğin bitkisel ekstrakt ilavesi) etkinliklerinin artırılması bu yöndeki çalışmalara örnek olarak verilebilir. Athanassiou vd. (2008) buğdayda ve

mısırdaki *Rhizopertha dominica*, *Sitophilus oryzae* ve *Tribolium confusum* erginlerine karşı entomopatojenik bir fungus olan *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin'i düşük dozda diyatom toprağı formülasyonları (250 ppm doz) ile birlikte kullanmıştır. Benzer şekilde Vassilakos vd. (2006) buğdayda *Sitophilus oryzae* ve *Rhizopertha dominica* erginlerine karşı *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin'i, ticari bir diyatom toprağı formülasyonu olan SilicoSec'in 250 ve 500 ppm gibi düşük dozları ile birlikte kullanmıştır. Riasat vd. (2011) buğdayda *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin ile diyatom toprağının (Diafil 610) 200 ve 400 ppm'lik dozlarını uyguladığı denemelerde, *R. dominica* erginlerinin ölüm oranlarını araştırmıştır. Diyatom topraklarının çeşit direnci ile birlikte kullanımı üzerinde literatürde yeterince çalışmanın olmadığı görülmektedir. Bu araştırmada diyatom toprağı uygulanmayan Kenanbey çeşidinde ergin ölüm oranı diğer çeşitlere kıyasla %55 orantılı nemde istatistiksel olarak önemli ölçüde yüksek olmuştur. Kenanbey çeşidi diyatom toprağı ile 250 ppm dozda muamele edildiğinde 14. günde *S. oryzae* ergin ölümü %74,5±4,5 gibi çok yüksek bir değere ulaşırken; buna en yakın ölüm oranı aynı koşullarda Şanlı çeşidinde %49±5,76 olmuştur (Çizelge 4.2). Benzer bir durum F1 ergin gelişimi için de doğrudur: En yüksek F1 baskılanma oranı 250 ppm konsantrasyonda %55 orantılı nemde Kenanbey (%62,14) ve Şanlı (68,97) çeşitlerinde söz konusu olmuştur (Çizelge 4.4). Bu durum diyatom topraklarının etkinliğinin arttırılmasında ya da etkili dozlarının düşürülmesinde çeşit direncinden yararlanılabileceğini göstermektedir. Ancak bu durumun farklı diyatom toprağı, böcek türü ve tahıl çeşitleri bağlamında aydınlatılmasına gereksinim bulunmaktadır. Çeşit direnci entegre zararlı yönetimi kapsamında depolanmış ürün zararlılarıyla mücadelede inert tozların daha düşük dozlarda kullanımının önünü açabileceği gibi; tahıl ıslah çalışmalarında da zararlılara tolerant çeşitlerin geliştirilmesinde dikkate alınabilir.

KAYNAKLAR

- Alkan, M. ve Ertürk, S. 2020. Insecticidal Efficacy and Repellency of Trans-Anethole Against Four Stored-Product Insect Pests. Tarım Bilimleri Dergisi — Journal of Agricultural Sciences, 26; 64-70
- Anonim. 2019. Web sitesi:
<https://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/sektorraporlari/hububat2019.pdf>,
Erişim tarihi: 28.12.2020
- Anonim. 2020. Web sitesi:
<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tarlabitkileri/Menu/108/Ekmeklik-Bugday>
Erişim tarihi: 28.12.2020
- Anonymous. 2021. Web sitesi:
<http://www.fao.org/turkey/fao-in-turkey/turkey-at-glance/en/>, Erişim tarihi:
30.01.2021
- Arthur, F. H. (2000). Immediate and delayed mortality of *Oryzaephilus surinamensis* (L.) exposed on wheat treated with diatomaceous earth: effects of temperature, relative humidity, and exposure interval. *Journal of Stored Products Research*, 37(1), 13-21.
- 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(3), 305-313.
- Arthur, F. H., & Throne, J. E. (2003). Efficacy of diatomaceous earth to control internal infestations of rice weevil and maize weevil (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Economic Entomology*, 96(2), 510-518.
- Athanassiou, C. G., Kavallieratos, N. G., Tsaganou, F. C., Vayias, B. J., Dimizas, C. B., & Buchelos, C. T. (2003). Effect of grain type on the insecticidal efficacy of SilicoSec against *Sitophilus oryzae* (L.)(Coleoptera: Curculionidae). *Crop Protection*, 22(10), 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(6), 2160-2167.
- Athanassiou, C. G., Vayias, B. J., Dimizas, C. B., Kavallieratos, N. G., Papagregoriou, A. S., & Buchelos, C. T. (2005). Insecticidal efficacy of diatomaceous earth against *Sitophilus oryzae* (L.)(Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium confusum* du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) on stored wheat: influence of

- dose rate, temperature and exposure interval. *Journal of Stored Products Research*, 41(1), 47-55.
- Athanassiou, C. G., Kavallieratos, N. G., Economou, L. P., Dimizas, C. B., Vayias, B.J., Tomanović, S., & Milutinović, M. (2005). Persistence and efficacy of three diatomaceous earth formulations against *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) on wheat and barley. *Journal of Economic Entomology*, 98(4), 1404-1412.
- 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(4), 330-334.
- Athanassiou, C. G., Kavallieratos, N. G., Vayias, B. J., & Panoussakis, E. C. (2008). Influence of grain type on the susceptibility of different *Sitophilus oryzae* (L.) populations, obtained from different rearing media, to three diatomaceous earth formulations. *Journal of Stored Products Research*, 44(3), 279-284.
- Athanassiou, C. G., Kavallieratos, N. G., Vayias, B. J., Tsakiri, J. B., Mikeli, N. H., Meletsis, C. M., & Tomanović, Ž. (2008). Persistence and efficacy of *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin (Deuteromycotina: Hyphomycetes) and diatomaceous earth against *Sitophilus oryzae* (L.)(Coleoptera: Curculionidae) and *Rhyzopertha dominica* (F.)(Coleoptera: Bostrychidae) on wheat and maize. *Crop Protection*, 27(10), 1303-1311.
- Athanassiou, C. G., Kavallieratos, N. G., Peteinatos, G. G., Petrou, S. E., Boukouvala, M. C., & Tomanović, Ž. (2014). Influence of temperature and humidity on insecticidal effect of three diatomaceous earth formulations against larger grain borer (Coleoptera: Bostrychidae). *Journal of Economic Entomology*, 100(2), 599-603.
- Baldassari, N., & Martini, A. (2014). The efficacy of two diatomaceous earths on the mortality of *Rhyzopertha dominica* and *Sitophilus oryzae*. *Bulletin of Insectology*, 67(1), 51-55.
- 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(7), 923-929.
- Dal Bello, G., Padin, S., Juárez, P., Pedrini, N., & De Giusto, M. (2006). Biocontrol of *Acanthoscelides obtectus* and *Sitophilus oryzae* with diatomaceous earth and *Beauveria bassiana* on stored grains. *Biocontrol science and technology*, 16(2), 215-220.

- Dobie, P., & Kilminster, A. M. (1978). The susceptibility of triticale to post-harvest infestation by *Sitophilus zeamais* Motschulsky, *Sitophilus oryzae* (L.) and *Sitophilus granarius* (L.). *Journal of Stored Products Research*, 14(2-3), 87-93.
- Donahaye, E. ve Messer, E., 1992, Reduction in grain storage losses of small-scale farmers in tropical countries, In: Research Report RR-91-7, the Allan Shawn Feinstein World Hunger Program, Eds: Brown University USA, p.
- Ebeling, W., 1971, Sorptive dusts for pest control, *Annual review of entomology*, 16 (1), 123-158.
- Emekci, M. ve Ferizli, A., 2000, Current status of stored products protection in Turkey, *IOBC wprs Bulletin*, 23 (10), 39-46.
- Ertürk, S., FERİZLİ, A. G., & EMEKÇİ, M. (2017). Evaluation of diatomaceous earth formulations for the control of rice weevil, *Sitophilus oryzae* L., 1763 (Coleoptera: Curculionidae) in stored rice. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 41(3), 347-354.
- Ferizli, A. G., & Beris, G. (2005). Mortality and F1 progeny of the lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica* (F), on wheat treated with diatomaceous earth: effects of rate, exposure period and relative humidity. *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*, 61(11), 1103-1109.
- 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), 1-13.
- Fields, P. G. ve White, N. D., 2002, Alternatives to methyl bromide treatments for stored-product and quarantine insects, *Annual review of entomology*, 47 (1), 331-359.
- Fields, P., 2006, Alternatives to chemical control of stored-product insects in temperate regions, *The Ninth International Working Conference of Stored Product Protection, Campinas, Brazil*, 653-662.
- Forney, C.F., Brandl, D.G., 1992. Control of humidity in small controlled-environment chambers using glycerol-water solutions. *HortTechnology* 2 (1), 52e54. URL: <http://horttech.ashspublications.org/content/2/1/52.abstract>.
- Kavallieratos, N. G., Athanassiou, C. G., Pashalidou, F. G., Andris, N. S., & Tomanović, Ž. (2005). Influence of grain type on the insecticidal efficacy of two diatomaceous earth formulations against *Rhyzopertha dominica* (F)(Coleoptera: Bostrychidae). *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*, 61(7), 660- 666.

- Kocak, E., Schlipalius, D., Kaur, R., Tuck, A., Ebert, P., Collins, P. ve Yilmaz, A., 2015, Determining phosphine resistance in rust red flour beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst.) (Coleoptera: Tenebrionidae) populations from Turkey, *Turkiye Entomoloji Dergisi*, 39 (2), 129-136.
- Korunic, Z., 1998, Review Diatomaceous earths, a group of natural insecticides, *Journal of Stored Products Research*, 34 (2-3), 87-97.
- Korunic, Z., & Fields, P. G. (2006, October). Susceptibility of three species of *Sitophilus* to diatomaceous earth. In *Proceedings of the 9th International Conference on Stored-Product Protection. ABRAPOS, Rodovia* (pp. 681-686).
- LeOra Software (2006) POLO-Plus 1.0 Probit and Logit Analysis. LeOra Software, Petaluma.
- Mehta, V., & Kumar, S. (2020). Relative susceptibility and influence of different wheat cultivars on biological parameters of *Sitophilus oryzae* L.(Coleoptera: Curculionidae). *International Journal of Tropical Insect Science*, 1-9.
- Mebarkia, A., Rahbé, Y., Guechi, A., Bouras, A., & Makhoul, M. (2010). Susceptibility of twelve soft wheat varieties (*Triticum aestivum*) to *Sitophilus granarius* (L.)(Coleoptera: Curculionidae). *Agriculture and Biology Journal of North America*, 1(4), 571-578.
- Nwaubani, S. I., Opit, G. P., Otitodun, G. O., & Adesida, M. A. (2014). Efficacy of two Nigeria-derived diatomaceous earths against *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) and *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) on wheat. *Journal of Stored Products Research*, 59, 9-16.
- Özgür AF (1999). Depolanmış Ürün Zararlıları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı. C-23: 86s.
- Rajendran, S. ve Sriranjini, V., 2008, Corrigendum to “Plant products as fumigants for stored-product insect control”[*Journal of Stored Products Research* 44 (2008) 126–135], *Journal of Stored Products Research*, 3 (44), 304.
- Riasat, T., Wakil, W., Ashfaq, M., & Sahi, S. T. (2011). Effect of *Beauveria bassiana* mixed with diatomaceous earth on mortality, mycosis and sporulation of *Rhyzopertha dominica* on stored wheat. *Phytoparasitica*, 39(4), 325-331.
- Rojht, H., Athanassiou, C. G., Vayias, B. J., Kavellieratos, N., Tomanovic, Z., Vidrih, M., ... & Trdan, S. (2010). The effect of diatomaceous earth of different origin, temperature and relative humidity against adults of rice weevil (*Sitophilus oryzae* [L.], Coleoptera, Curculionidae) in stored wheat. *Acta agriculturae Slovenica (Slovenia)*.
- Rojht, H., Horvat, A., Athanassiou, C. G., Vayias, B. J., Tomanović, Ž., & Trdan, S. (2010). Impact of geochemical composition of diatomaceous earth on its

insecticidal activity against adults of *Sitophilus oryzae* (L.)(Coleoptera: Curculionidae). *Journal of pest science*, 83(4), 429-436.

Shah, M. A. ve Khan, A. A., 2014, Use of diatomaceous earth for the management of stored-product pests, *International journal of pest management*, 60 (2), 100-113.

Singh, K., Agrawal, N. S., & Girish, G. K. (1974). The oviposition and development of *Sitophilus oryzae* (L.) in different high-yielding varieties of wheat. *Journal of Stored Products Research*, 10(2), 105-111.

Vassilakos, T. N., Athanassiou, C. G., Kavallieratos, N. G., & Vayias, B. J. (2006). Influence of temperature on the insecticidal effect of *Beauveria bassiana* in combination with diatomaceous earth against *Rhyzopertha dominica* and *Sitophilus oryzae* on stored wheat. *Biological Control*, 38(2), 270-281.

Vayias, B. J., & Stephou, V. K. (2009). Factors affecting the insecticidal efficacy of an enhanced diatomaceous earth formulation against three stored-product insect species. *Journal of Stored Products Research*, 45(4), 226-231.

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(4), 248-249.

Yıldırım E, Özbek H, Aslan İ (2001). Depolanmış Ürün Zararlıları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No : 191, 177 s., Erzurum.

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