

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TÜRKİYE’de PİRİNÇ BİTİ (*Sitophilus oryzae*, Coleoptera:
Curculionidae) POPÜLASYONLARININ MALATHİON ve
DELTAMETHRİN’e KARŞI DİRENÇ DURUMUNUN
BELİRLENMESİ**

Nagihan YESİR

**Danışman
Prof. Dr. Erhan KOÇAK**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2017**



© 2017 [Nagihan YESİR]

TEZ ONAYI

Nagihan YESİR tarafından hazırlanan "**Türkiye’de Pirinç Biti (*Sitophilus oryzae*, Coleoptera: Curculionidae) Popölasyonlarının Malathion ve Deltamethrin’e Karşı Direnç Durumunun Belirlenmesi**" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

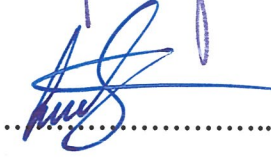
Danışman **Prof. Dr. Erhan KOÇAK**
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi **Prof. Dr. Hüseyin ÇETİN**
Akdeniz Üniversitesi



Jüri Üyesi **Doç. Dr. Sibel YORULMAZ SALMAN**
Süleyman Demirel Üniversitesi



Enstitü Müdürü **Prof. Dr. Yasin TUNCER**



TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Nagihan YESİR



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	6
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	11
3.1. Pirinç biti <i>Sitophilus oryzae</i> (L.) (Coleoptera., Curculionidae).....	11
3.2. Böcek Kültürlerinin Yetiştirilmesi	12
3.2.1. <i>Sitophilus oryzae</i> Erginlerinin Yetiştirilmesi.....	14
3.3. Malathion ve Deltamethrin ile Direnç Çalışmaları	14
3.3.1. Tek doz kontak etki denemeleri.....	14
3.3.2. Kontak etki doz ölüm denemeleri	16
3.4. İstatistiksel Analizler	17
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	18
4.1. Tek Doz Kontak Etki Denemeleri	18
4.1.2. Malathion'un <i>Sitophilus oryzae</i> üzerindeki kontak etkileri.....	18
4.1.3. Deltamethrin'in <i>Sitophilus oryzae</i> üzerindeki kontak etkileri	19
4.2. Doz Ölüm Denemeleri.....	21
4.2.1. Malathion ve deltamethrin'in <i>Sitophilus oryzae</i> üzerinde kontak etki doz-ölüm denemeleri	21
4.3. Malathion Direnci.....	22
4.4. Deltametrin Direnci	23
5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR	26
KAYNAKLAR	30
ÖZGEÇMİŞ	35

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TÜRKİYE’de PİRİNÇ BİTİ (*Sitophilus oryzae*, Coleoptera: Curculionidae) POPÜLASYONLARININ MALATHİON ve DELTAMETHRİN’e KARŞI DİRENÇ DURUMUNUN BELİRLENMESİ

Nagihan YESİR

**Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. Erhan KOÇAK

Bu çalışmada Pirinç Biti *Sitophilus oryzae*’nin malathion ve deltmethrin’e karşı oluşturduğu direnç oranları laboratuvar şartlarında araştırılmıştır. Her insektisit için en duyarlı popülasyona göre direnç oranları belirlenmiştir.

Konya, Manisa, İzmir ve Samsun illerinden toplanan popülasyonlar arasında malathion’a en dirençli popülasyon 8.4 kat direnç ile Konya K₂ popülasyonu olmuştur. Samsun S₂ ve İzmir İ₁ popülasyonları sırasıyla 5.0 ve 4.6 kat direnç ile Konya K₂ popülasyonunu takip etmektedir.

Deltamethrin’e en dirençli popülasyon 34.8 kat direnç ile yine Konya K₂ popülasyonu olmuştur. Samsun S₂ ve S₁ popülasyonları ise sırasıyla 11.8 ve 7.1 kat direnç ile ikinci ve üçüncü sırada yer almaktadır.

Konya K₂ popülasyonu tüm popülasyonlar içerisinde hem malathion’a hem de deltamethrin’e çok daha yüksek direnç göstermiştir. Bu durum iki insektisite karşı *S. oryzae*’nin çoklu direnç oluşturduğunu göstermektedir.

İki insektisit karşılaştırıldığında popülasyonlar arasında deltamethrin direncinin daha yüksek olduğu görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Sitophilus oryzae*, İnsektisit, Malathion, Deltamethrin, Direnç, Türkiye.

2017, 35 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

DETERMINATION OF DELTAMETHRIN AND MALATHION RESISTANCE STATUS ON RICE WEEVIL (*Sitophilus oryzae*, Coleoptera: Curculionidae) POPULATIONS IN TURKEY

Nagihan YESİR

Süleyman Demirel University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agricultural Biotechnology

Supervisor: Prof. Dr. Erhan KOÇAK

In this study, resistance rates of *Sitophilus oryzae* to insecticides, malathion and deltamethrin, were investigated under laboratory conditions. For each insecticide the resistance rates were determined according to the most sensitive population.

Among the populations collected from Konya, Manisa, İzmir and Samsun provinces, the most resistant population to malathion was Konya K₂ population with 8.4 times resistance. The Samsun S₂ and İzmir İ₁ populations follow the Konya K₂ population with 5.0 and 4.6 times resistance, respectively.

The most resistant population to deltamethrin was Konya K₂ population with 34.8 times resistance. The Samsun S₂ and S₁ populations are in the second and third place with 11.8 and 7.1 fold resistance, respectively.

Konya K₂ population showed much higher resistance to both malathion and deltamethrin in all populations. This indicates that *S. oryzae* multiple-resistance between the two insecticides.

When two insecticides was compared, it was seen that the deltamethrin resistance was higher among the populations.

Keywords: *Sitophilus oryzae*, Insecticide, Malathion, Deltamethrin, Resistance, Turkey.

2017, 35 pages

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Prof. Dr. Erhan KOÇAK'a teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmanın yürütülmesinde maddi ve manevi yardımlarını gördüğüm Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Ziraat Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Fizyoloji ve Toksikoloji Bölüm Başkanı Sayın Abdullah YILMAZ'a ve Ziraat Mühendisi Sayın Yasin Nazım ALPKENT'e teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Nagihan YESİR
ISPARTA, 2017

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Türkiye’deki hububat ekim alanlarının yüzdelik payı	1
Şekil 1.2. 2013-2014 yıllarında ülkemizdeki hububat ürünlerinin üretim miktarı	2
Şekil 3.1. <i>Sitophilus oryzae</i> ’nin yumurta, larva ve pupası(Col., Curculionidae)	11
Şekil 3.2. <i>Sitophilus oryzae</i> ’nin buğdayda yaptığı zarar	12
Şekil 3.3. Denemelerin yürütüldüğü inkübatör	13
Şekil 3.4. Böcek Yetiştirme Kavanozları	14
Şekil 3.5. Denemelerde kullanılan plastik petriler	15

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. <i>Sitophilus oryzae</i> bireylerinin toplandığı il, ilçe ve tesisler	13
Çizelge 3.2. Doz ölüm çalışmalarında kullanılan malathion dozları	16
Çizelge 3.3. Doz ölüm çalışmalarında kullanılan deltamethrin dozları	16
Çizelge 4.1. Malathion'un Konya popülasyonlarına kontak toksisitesi (Doz-% Ölüm)	18
Çizelge 4.2. Malathion'un Manisa ve İzmir popülasyonlarına kontak toksisitesi (Doz-% Ölüm)	19
Çizelge 4.3. Malathion'un Samsun popülasyonlarına kontak toksisitesi (Doz-% Ölüm)	19
Çizelge 4.4. Deltamethrin'in Konya popülasyonlarına kontak toksisitesi (Doz-% Ölüm)	20
Çizelge 4.5. Deltamethrin'in Manisa ve İzmir popülasyonlarına kontak toksisitesi (Doz-Ölüm).....	20
Çizelge 4.6. Deltamethrin'in Samsun popülasyonlarına kontak toksisitesi (Doz-% Ölüm)	21
Çizelge 4.7. Malathion'un <i>Sitophilus oryzae</i> kontak etki doz ölüm denemesi sonuçları.....	22
Çizelge 4.8. Deltamethrin'in <i>Sitophilus oryzae</i> üzerinde kontak etki doz ölüm denemesi sonuçları	22
Çizelge 4.9. <i>Sitophilus oryzae</i> popülasyonlarının malathion'a karşı direnç oranları	23
Çizelge 4.10. <i>Sitophilus oryzae</i> popülasyonlarının deltamethrin'e karşı direnç oranları	24

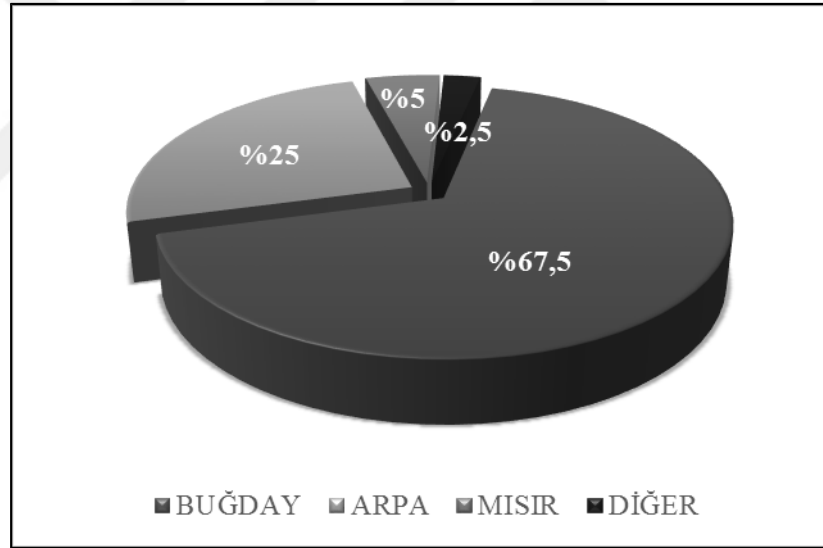
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Hektar (ha)	Onbin metrekare yüzey ölçüsü birimi
LC ₅₀	Canlı popülasyonunun %50'sini öldüren konsantrasyon
LD ₅₀	Canlı popülasyonunun %50'sini öldüren doz
LD ₉₅	Canlı popülasyonunun %95'ini öldüren doz
LD ₉₉	Canlı popülasyonunun %99'unu öldüren doz
Litre (l)	Sıvıların hacmini ölçmek için kullanılan birim
Mikrolitre (µl)	Bir litrenin milyonda biri
Miligram/Litre (mg/l)	Litre başına düşen miktar
Milimetre (mm)	Uzunluk ölçüsü birimi
ppm	Karışımlarda toplam madde miktarının milyonda biri
Ton (t)	Bin kilogramlık ağırlık birimi
TMO	Toprak Mahsülleri Ofisi



1. GİRİŞ

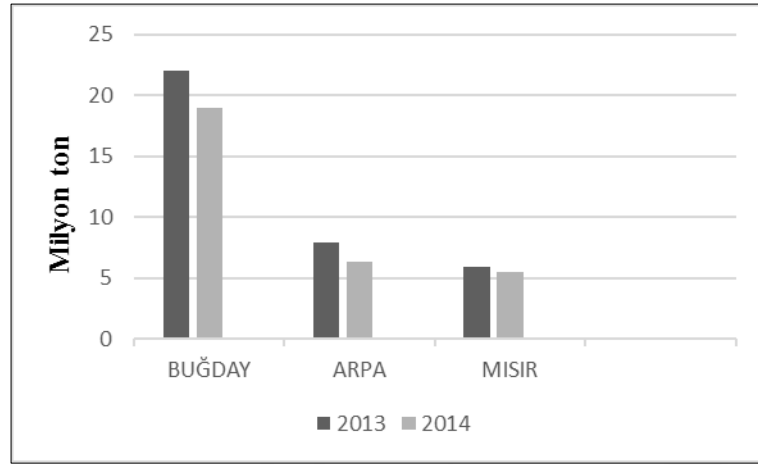
Dünya nüfusunun hızla artmasıyla birlikte, insanların sağlıklı beslenebilmeleri için elverişli kaynakların sağlanması, günümüzün önde gelen büyük sorunlarından biridir. Bu sorunun giderilebilmesi için yetiştirilen ürünlerin miktarının artırılması ve ürün miktarlarındaki kayıpların en aza indirilmesi gerekmektedir (Donahaye ve Messer, 1992). Hububat, insanların temel besin kaynağını oluşturan ürünler içerisinde en büyük paya sahip olan üründür. Ülkemiz topraklarının yaklaşık %32'si (24,3 milyon ha) tarım yapılabilir özelliktedir. Tarım alanlarının %67,5'i (16,4 milyon ha) tarla ziraatına ayrılmıştır. Tarla ziraat alanının %73'üne (12 milyon ha) hububat ekilmektedir. Hububat ekim alanı içerisinde yaklaşık %67,5'lik pay ile ilk sırada buğday, %25'lik payla ikinci sırada arpa ve %5'lik payla üçüncü sırada mısır gelmektedir (Anonim, 2015) (Şekil 1.1.).



Şekil 1.1. Türkiye'deki hububat ekim alanlarının yüzdelik payı (Anonim, 2015)

Türkiye İstatistik Kurumu, verilerine göre; Ülkemizde 2013 yılında 22,05 milyon ton olarak gerçekleşen buğday üretimi 2014 yılında %13,8 azalışla 19 milyon ton; 2013 yılında 7,9 milyon ton olan arpa üretimi 2014 yılında %20,3 azalışla 6,3 milyon ton olarak gerçekleşmiştir (Anonim, 2015). Mısır üretimi ise 2013 yılında 5,9 milyon ton iken, 2014 yılında %6,8 azalışla 5,500 bin ton olarak gerçekleşmiştir (Anonim, 2014). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)'nün 2012 verilerine göre,

dünyada tahıl üretimi 2,48 milyar ton iken (Anonymous, 2012), ülkemizdeki üretim dünyadaki tahıl üretiminin 1/75'ini oluşturmaktadır.



Şekil 1.2. 2013-2014 yıllarında ülkemizdeki hububat ürünlerinin üretim miktarı (Anonim, 2014, 2015)

Ülkemizde üretilen hububat ürünlerinin fazla olması nedeniyle bu ürünler tahıl depolarında depolanmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde depolanmış bu ürünlerdeki zararlılar olumsuz etkiler oluşturarak milyonlarca insanda yetersiz ve kalitesiz ürünlerle beslenmelerine sebep olmaktadır (Donahaye, 2000). Ülkemizin coğrafi konumunun yanı sıra iklim özellikleri ve tahıl çeşitliliği de çok sayıda depolanmış ürün zararlısının gelişmesine imkân vermektedir. Zararlılar ürünün kalitesini, çimlenme özelliğini, gıda değerini, ekmeklik ve un olabilme özelliğini azaltabildikleri gibi, beslenirken çıkardıkları artıklar ile insanlarda çeşitli rahatsızlıklara da neden olmaktadır (Erakay, 1974). Genellikle bu depolanan tahıl ürünlerinde hayvansal kökenli olan organizmaların sebep olduğu zararlar yıllık ortalama %10 olarak kabul edilmektedir (Donahaye ve Messer, 1992).

Dünyada ve Türkiye’de yapılan çalışmalarda saptandığı üzere, çalışma materyali olan *Sitophilus* türleri hububat depolarında yaygın olarak bulunmaktadır. Ülkemizde yapılan çalışmalarda, *Sitophilus granarius* L. ve *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae)’nin hemen hemen tüm illerde belirlendiği görülmektedir (Aydemir, 2008). İç Anadolu Bölgesi’nde Ankara ili hububat depolarından alınan örneklerin teşhisleri sonucunda, *S. granarius*, *S. oryzae*, *S. zeamais* Motschulsky, türleri saptanmıştır (Bağcı vd., 2014). *S. oryzae* ülkemizin tüm bölgelerinde bulunmakla beraber, Karadeniz Bölgesi’nde daha da yaygın olarak bulunmaktadır (Aydemir,

2008). Depo zararlılarıyla mücadelede fumigasyon, boş ambar ilaçlaması ve koruyucu ilaçlama metotları kullanılmaktadır. Ülkemizde depolanmış tahıldaki zararlılara karşı uzun zamandan bu yana koruyucu ilaçlamada organik fosforlu insektisit grubunda yer alan malathion tek ilaç olarak kullanılmıştır. Ayrıca boş ambar ilaçlamalarında da malathion aktif maddeli ilaçlar, diğerlerine göre daha yaygın olarak kullanılmaktadır. (Anonymous, 2016a).

Deltamethrin ise depolarda çok sık kullanılan sentetik piretroit grubunda bir insektisittir. Deltamethrin pek çok böceğin kontrolünde kullanılmaktadır. Bu insektisite karşı direnç çok yaygınlaşmıştır hatta dünya çapında vektör kontrol programlarının başarısını tehdit edecek duruma gelmiştir. Deltamethrin kene ve ev haşereleri gibi zararlılar tarafından taşınan hastalıkların yayılmasını önlemede etkili olmuştur (Anonymous, 2016b).

Depolanmış ürün zararlıları ile mücadelede insektisitlerin sürekli kullanılması böceklerin bu insektisitlere karşı direnç kazanmasına sebep olmaktadır. Direnç için araştırmacılar ve kurumlar tarafından değişik tanımlar getirilmiştir. Direnç IRAC (Insecticide Resistance Action Committee) tarafından böcek popülasyonlarında, aşırı pestisit kullanımı, bazen de yanlış kullanım sonucu ortaya çıkan, zararlı popülasyonuna etiket önerisinde uygulanan insektisitin beklenen etkiyi göstermemesi ve bu durumun kalıtsal olması olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2016a).

Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'ne göre direnç 'normal bir popülasyondaki bireylerin çoğunu öldürdüğü tespit edilen zehirli bir maddenin, belirli bir dozuna karşı, aynı türün diğer popülasyonundaki bireylerin tolerans kazanma yeteneğinin gelişmesi' şeklinde tanımlanmaktadır. Direnç kazanan böcekler, bu özelliği dölden döl aktarmaktadır (Plapp, 1984). Bitkileri zararlılardan korumak için pestisit kullanımı arttıkça, pestisitlere dirençli zararlı sayısı da artmaktadır. Bunun sonucu olarak çevre daha çok kirlenmekte, hedef dışı organizmalara olumsuz etkiler artmakta, direnç kazanan zararlıların doğal düşmanları pestisitlerden daha fazla etkilenmekte ve doğal dengede tamamen zararlılar lehine bozulmaktadır.

Pestisit direnci ile ilgili ilk kayıt, 1914 yılında ABD'de *Quadraspidotus perniciosus* (Hemiptera: Diaspididae)'ta lime-sülfüre karşı görülen direnç için bildirilmiştir

(Melander, 1914). Bu tarihten sonra 1946 yılına kadar, toplam 11 böcek türünde insektisitlere karşı direnç belirlenmiştir. Bu sayı, 1970'de 244 türe yükselmiştir (Toros ve Maden, 1991). 1914 yılından 2015 yılı sonuna kadar 597 türün 338 bileşiğe toplam 14644 durumda direnç bildirilmiş ve bu durumlar içinde en çok direnç sırayla Diptera, Lepidoptera, Homoptera, Coleoptera ve Thysanoptera takımına bağlı türlerde görülmüştür (Thompson, 2011). Direnç durumu en çok sırayla organik fosforlu bileşiklere, piretroitli bileşiklere, klorlandırılmış hidrokarbonlardan cyclodine grubuna dahil bileşiklere, DDT'ye, neonicotinoidlere ve karbamatlı bileşiklere karşı tespit edilmiştir (Thompson, 2011). Dyte (1970) yaptığı çalışmada birçok ülkede *Sitophilus* spp.'nin malathion'a karşı direnç gösterdiğini belirtmektedir.

Böceklerde insektisitlere karşı direnç; davranışsal, metabolik, penetrasyon direnci ve etki yerinin değiştirilmesiyle oluşan direnç olarak dörde ayrılır (Çakır ve Yamanel, 2005). Böcekler her geçen yıl daha farklı dirençler geliştirerek daha fazla insektisit kullanılmasına sebep olmaktadır. Bu insektisitlerin kullanılmasıyla hedef olmayan yararlı canlıların yanı sıra gıdalar üzerinde olumsuz etkiler oluşturarak, hayat koşullarını düşürerek, ciddi ekolojik problemler ortaya çıkarmaktadır (Kence, 1988). Ülkemizde depo ürün zararlılarının direnç kazanıp kazanmadığını saptamak amacıyla ilk çalışmalar 1976 yılında Erenköy Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü'nün koordinatörlüğünde yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda Kalkan vd. (1977) Orta Anadolu Bölgesi'nde, Keyder vd. (1977) Marmara Bölgesi'nde direnç oluşmadığını ortaya koymuşlardır.

Zararlılara karşı pestisit uygulamalarında bazı önlemler alınarak zararlıların direnç kazanmalarının önüne geçilebilir veya direnç kazanma oranları azaltılabilir. Bu önlemlere pestisit direnç yönetimi adı verilir. Direnç yönetimi, zararlı problemlerini azaltmak için, bir çok stratejinin kullanıldığı entegre zararlı yönetiminin de bir parçasıdır. Zararlılarda direnç yönetimi için genellikle pestisit kullanım modellerinin değişimi veya kimyasal olmayan mücadele metotlarının kullanılmasıdır. Direnç yönetiminde, zararlı popülasyonunda direnç gelişimini engellemek, direnç gelişim hızını yavaşlatmak, dirençli popülasyonda direnci zararlının mücadele edilebilir eşiğin altına indirebilmek hedeflenmektedir (Velioglu ve Erdoğan, 2007). Bu çalışmada; Türkiye'de depolanmış hububatın önemli zararlıları arasında olan *S.*

oryzae popölasyonlarının, malathion ve deltamethrin'e karşı direnç durumları belirlenmeye çalışılmıştır. Konya, Manisa, İzmir ve Samsun illerinden toplanan *S. oryzae* popölasyonlarının direnç durumları belirlenerek, bu oranlara göre direnç yönetim sistemlerinin oluşturulması için gerekli veriler elde edilmiştir.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

Champ ve Cribb (1965) Avustralya’da yaptıkları çalışmada *S. oryzae* ve *S. zeamais* türlerinde malathion’un 0,8-2 ppm’lik dozları arasındaki ölümleri hassas popülasyon olarak kabul etmişlerdir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda malathion’a karşı bu türlerde direnç tespit edilememiştir.

Greening vd. (1974) Avustralya’nın Yeni Güney Galler eyaletinden toplanan *S. granarius* ve *S. oryzae* popülasyonlarında malathion direncini araştırmışlardır. Hassas popülasyonlara göre *S. oryzae*’nin 3,4 kat, *S. granarius*’un ise 2,6 kat daha dirençli olduğunu saptamışlardır.

Bansode ve Bhatia (1976) Hindistan’da yapmış oldukları çalışmada, *S. oryzae*’nin malathion’a 39 kat direnç gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Sühran vd. (1979) Sakarya ve Tekirdağ illerinden getirdikleri *S. oryzae* popülasyonlarında malathion direncini araştırmışlardır. Laboratuvar hassas popülasyonu ile karşılaştırıldıklarında elde edilen değerlerin birbirine çok yakın olduğu ve direncin olmadığı tespit edilmiştir.

Haliscak ve Beeman (1983) Amerika’da tahıl üreten 14 eyaletten toplanan *Sitophilus spp.*’de malathion’a karşı ayırıcı doz çalışması yapmışlardır. Toplam 21 popülasyonda 0,15 mg/l ayırıcı dozda *Sitophilus* bireylerinde %84,6, 0,175 mg/l’de %99,6 ölüm oranı saptanmıştır.

Horton (1984) Amerika’da *S. oryzae* türünün malathion’a karşı direnç durumunu incelemiştir. *S. oryzae*’nin popülasyonları LD_{99,9} düzeyinde %1,5 oranında malathion’a dirençli bulunmuştur.

Noorma ve Rejesus (1985) Endonezya’da farklı depo ve çiftliklerden *S. zeamais*’in 14 farklı popülasyonunu toplamış ve malathion’a %1,5 mg/l ayırıcı doz çalışması yapmışlardır. Bu popülasyonlardan 12 tanesinde ölüm oranı %100 iken, iki tanesinde %93 bulunmuştur.

Heather (1986) *S. oryzae* bireylerine permethrin ve deltamethrin uygulayarak 25 nesil seleksiyon yapmış ve sırasıyla 256 ve 98 kat direnç elde etmiştir. Yaptıkları araştırmada direnç kalıtımının cinsiyete bağlı olduğu ve her dirençli ırkın diğer piretroitlere (Bioresmethrin, phenothrin, cypermethrin ve fenvalerate) yüksek çapraz direnç gösterdiği belirlenmiştir.

Navarro vd. (1986) İsrail'in dokuz farklı bölgesinde bulunan depolardan toplanan *S. oryzae*'de malathion direncini incelemişlerdir. LC_{50} 'de hesaplanan maksimum direnç faktörüne göre *S. oryzae* 1,2 kat dirençli bulunmuştur.

Dörtbudak vd. (1988) Ankara ve Eskişehir illerinde iki yıl üst üste *S. granarius*'ta malathion direncini araştırdıkları çalışmada LD_{50} değerini %0,297, LD_{99} değerini ise %0,7 olarak saptamışlardır. Her iki yılda da değişmeyen oranlar *S. granarius*'un malathion'a karşı direnç kazanmadığını ortaya koymuştur.

Stadler vd. (1990) Arjantin'de *S. oryzae* üzerinde yapmış oldukları çalışmada, malathion ve deltamethrin direncini araştırmışlardır. Yapılan çalışmada malathion'a direnç 7 kat olarak belirlenirken, deltamethrin'e ise direnç saptanmamıştır.

Giga ve Mazarura (1990) Zimbabwe'de küçük tarımsal işletmelerin depolarından toplanan *S. zeamais* türünün değişen düzeylerde malathion'a karşı direnç gösterdiğini tespit etmişlerdir. Bazı popülasyonların, hassas popülasyonlarla karşılaştırıldığında malathion'a 4-6 kat arasında direnç gösterdiklerini saptamışlardır.

Pacheco vd. (1990) Brezilya'da *S. oryzae*'nin 20 popülasyonu üzerinde ayırıcı doz çalışması yapmışlardır. Altı popülasyonda %100 ölüm, altı popülasyonda %50'nin altında ölüm saptanırken, sekiz popülasyonda ölüm oranları %79-99 arasında değişmiştir. Bu değerler *S. oryzae* popülasyonlarının malathion'a yüksek oranda duyarlı olduğunu göstermiştir.

Irshad ve Gillani (1992) Pakistan'da *S. oryzae*'de malathion'a karşı direnç gelişimini araştırmışlardır. Punjab eyaletinde toplanan 33 popülasyondan %13'ü 1,5 ppm ayırıcı doza dirençli bulunmuştur. Direncin çiftliklerden daha çok özel sektör depolarında daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Arthur (1994) Amerika’da yapmış olduğu çalışmada *S. oryzae*’de deltametrinin 0,5, 0,75 ve 1,0 ppm’lik dozlarındaki ölüm oranlarını incelemiştir. Canlı yüzdesi 0,5 ppm’de %84,5 iken, 0,75 ppm’de %26,2 ve 1 ppm’de %3,5 olarak tespit edilmiştir.

Guedes vd. (1995) Brezilya’da *S. zeamais*’in 12 farklı popülasyonunda 2,5 mg/l ayırıcı konsantrasyonda ölüm oranlarını incelemişlerdir. 12 popülasyondan sadece altısının ölüm oranı % 0-45 arasında değişirken, diğer altı popülasyonun ise % 80-100 arasında değişmiştir.

Perez-Mendoza (1999) Meksika’nın dokuz eyaletinden toplanan 11 arazi popülasyonundan *S. zeamais* türünde malathion ve deltamethrin’e karşı oluşan direnci araştırmıştır. Direnç oranı malathion’da 1,6-31,4 kat arasında değişiklik gösterirken, deltamethrin’e karşı oluşan direncin 1,2-1,8 kat arasında olduğunu saptamıştır.

Riberio vd. (2003) Brezilya’nın, dokuz farklı arazi popülasyonundan toplanan *S. zeamais* türünün malathion ve deltamethrin üzerinde ayırıcı doz çalışması yapmışlardır. Malathion’da ölüm oranı % 95-100, deltamethrin’de ise % 0-100 arasında olmuştur.

Kljajic ve Peric (2006) Sırbistan’da 11 ve Bosna-Hersek’te bir popülasyon olmak üzere *Sitophilus spp.*’nin 12 popülasyonun malathion ve deltamethrin direncini araştırmışlardır. Malathion ve deltamethrin’e direnç oranlarının sırasıyla 4,4 ve 20,9 kat olduğu belirlenmiştir.

Kljajic vd. (2006) yapmış oldukları çalışmada *S. oryzae*, *S. granarius* ve *S. zmais* erginleri üzerinde dichlorvos, malathion, chlorpyrifos-methyl, pirimiphos-methyl, deltamethrin ve bifenthrin’in toksisitesini test etmişlerdir. Bu çalışmada LD₉₅’de deltamethrin *S. granarius*’a *S. oryzae*’ye göre 9 kat daha toksiktir. Malathion 3, 6, 24 ve 48 saat periyotlarda *S. zeamais*’e *S. oryzae*’ye göre sırasıyla 2,1, 2,8, 3,8 ve 4,0 kat daha toksik oldukları görülmüştür.

Kljajic ve Peric (2007) Sırbistan’da *S. granarius* üzerinde malathion ve deltamethrin’in direnç durumunu belirlemek istemişlerdir. Biri laboratuvar, diğeri ise

arazi popülasyonu olmak üzere iki popülasyon kullanılmıştır. *S. granarius*'un arazi popülasyonu malathion'a 2,7 kat direnç gösterirken, laboratuvar popülasyonunda direnç 3,2 kattır. Deltamethrin'e ise arazi popülasyonunda direnç 32,1 iken, Laboratuvar popülasyonunda 51,9'dur.

Kljajic ve Peric (2009) Sırbistan'da *S. granarius*'un 3 popülasyonunda deltamethrin ve malathion direncini incelemişlerdir. Ayırıcı doz olarak 0,5 mg/l deltamethrin, 0,25 mg/l malathion kullanmışlardır. *S. granarius* popülasyonları her iki insektiside hassasiyet göstermiştir. Direnç tespit edilememiştir.

Odeyemi vd. (2010) Nijerya'da yapmış oldukları çalışmada, malathion ile aynı etki mekanizmasına sahip Pirimiphos-methyl'i kullanmışlardır. *S. oryzae*'nin beş farklı popülasyonunda Pirimiphos-methyl'in ölüm oranına etkisini incelemişlerdir. Akure, Ibadan, Ikatun ve Ilesha'dan toplanan ve laboratuvar da yetiştirilen popülasyonlarda, 1 mg/l'de Ibadan popülasyonunun ölüm oranı %5, laboratuvar popülasyonunun ölüm oranı %25'dir. Tüm konsantrasyonlarda ölüm oranının en az olduğu popülasyonun Ibadan, en fazla olduğu popülasyonun ise laboratuvar popülasyonu olduğu saptanmıştır.

Reddy (2010) Hindistan'ın dört eyaletinde *S. oryzae* üzerinde yapmış olduğu çalışmada, en hassas popülasyona göre direnç değerlerini belirlemiştir. LC₅₀ değerlerine göre malathion'a en hassas popülasyon Karimnagar popülasyonudur. Bu popülasyona göre Medak 8,3, Nizamabad 10,8 ve Hyderabad 2,8 kat malathion'a dirençlidir.

Parimala ve Maheswari (2011) Hindistan'da yapmış oldukları çalışmada, *S. zeamais* türünde bağıl toksisite değerlerini araştırmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre, 24 saatlik periyotta malathion'un bağıl toksisitesi 1, deltamethrin'in 1,06'dır. 48 saat sonra elde edilen sonuçlarda malathion'un bağıl toksisitesi değişmezken, deltamethrin bağıl toksisitesi 1,18'e yükselmiştir. Bu değerlere bakıldığında deltamethrin, malathion'a göre daha toksik bulunmuştur.

Iqbal vd. (2012) yılında Bangladeş'te yapmış oldukları çalışmada, cypermethrin ve malathion toksisitesini araştırmışlardır. LC₅₀ değerleri dikkate alındığında

malathion'un LC₅₀'si 12,19 ppm, cypermethrin'in ise 110,3 ppm'dir. Malathion'un *S. oryzae* üzerindeki toksisitesinin cypermethrin'e göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Karaağaç (2015) Türkiye'de *S. zeamais*'in Ankara, Karaman, Tekirdağ, Karabük, Mersin ve Samsun popülasyonları ile *S. granarius*'un Konya ve Kayseri popülasyonları üzerinde ayırıcı doz çalışması yapmıştır. 1,5 mg/l ayırıcı dozda ölüm oranları %72,2-100 arasında değişiklik göstermiştir.

Karaağaç ve Konuş (2015) Türkiye'de Samsun ve Kırıkkale'den toplanan *S. zeamais* popülasyonlarında malathion ve pirimiphos-metil üzerinde ayırıcı doz çalışması yapmışlardır. Malathion için 1.5 mg/l, pirimiphos-metil için 2 mg/l ayırt edici doz kullanmışlardır. Bu dozlarda malathion için Kırıkkale popülasyonu ölüm oranı %72,2, Samsun popülasyonu ölüm oranı %92,2, hassas popülasyonda ise %100 olmuşken, primiphos-metil'de ise sırasıyla %70, %95 ve %100 olarak gerçekleşmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu araştırmanın ana materyalini önemli bir depo zararlısı olan *S. oryzae* ve bu zararlıyla mücadelede yaygın olarak kullanılan malathion ve deltamethrin oluşturmaktadır.

3.1. Pirinç biti *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera., Curculionidae)

Sistematikteki yeri;

Şube : Arthropoda

Sınıf : Insecta

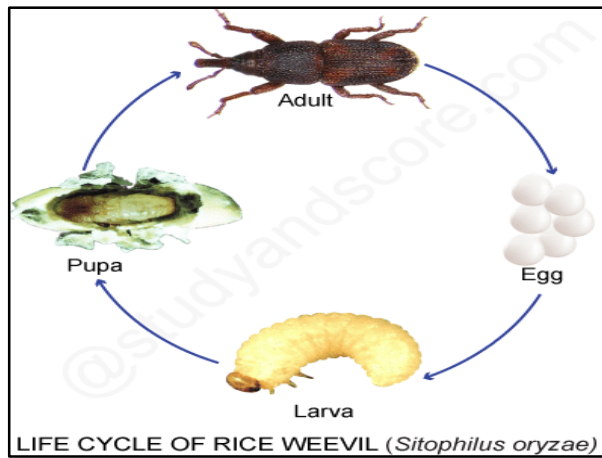
Takım : Coleoptera

Familiya : Curculionidae

Cins : *Sitophilus*

Tür : *Sitophilus oryzae* (L.)

Tanımı: Ergin, parlak koyu kahve veya esmer renkli, başucunda bir çift kuvvetli mandibula bulunan hortumla sonlanır, pronotum ve elitra üzerinde yuvarlak, muntazam sıralı çukurcuklar, kısa, sık ve sarımsı setalar bulunmaktadır. Arka kanatları bulunduğu için uçuş yeteneğine sahiptirler. Boyu 3-5 mm'dir. Yumurtalar beyaz renkli, larvalar krem renkte, 2,5-3 mm boyunda ve bacaksız, pupa sarımsı beyaz renkte ve 4 mm boyundadır (Yıldırım vd., 2001) (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. *Sitophilus oryzae*'nin yumurta, larva ve pupası (Coleoptera: Curculionidae) (Anonim, 2017a)

Biyolojisi: Bu türün kanatları bulunduğu için iyi uçabilmektedir. Dişiler, yumurtalarını tarlada veya depolarda, tanelerde hortumu ile açtığı deliklere bırakarak üzerini jelatinimsi bir madde ile kapatmaktadırlar. Bir dişi 120-280 adet yumurta bırakmakta, çıkan larvalar tanelerin içerisinde beslenerek olgun hale gelmekte ve burada pupa olmaktadır. Uygun şartlarda gelişme süresini 26-30 gün içerisinde tamamlamakta, erginler ortalama 4-5 ay kadar yaşamakta ve yılda 4-5 döl vermektedir. Soğuk yerlerde generasyon süresi uzamakta ve yılda verdiği döl süresi azalmaktadır (Yıldırım vd., 2001).

Zararı: Dünya'nın hemen her yerinde bulunmasına rağmen soğuğa fazla dayanıklı olmadığı için sıcak bölgelerde daha yaygın olarak bulunmaktadır. Pirinç, buğday, arpa, mısır, sorgum ve diğer tahıl ürünlerinde büyük zararlara neden olmaktadır (Şekil 3.2). Zararı hem ergin hem de larvalar yapmaktadır. Larva tanenin içinde yaşamakta ve iç kısmını yemekte, erginler ise taneyi dışardan kemirerek zarar yapmaktadır. Bu zararlı yoğun olduğunda tanenin sadece parlanmış kabukları kalmaktadır. Ayrıca üründe kızılaşma ve küflenmeye neden olmaktadır. Zarar yaptığı taneler sekonder zararlılar içinde uygun bir ortam oluşturmaktadır. Bu tür kırma ve un mamüllerinde de zarar yapabilmektedir (Yıldırım vd., 2001).



Şekil 3.2. *Sitophilus oryzae*'nin buğdayda yaptığı zarar (Anonim, 2017b)

3.2. Böcek Kültürlerinin Yetiştirilmesi

Denemelerde kullanılan *S. oryzae* erginleri Türkiye'nin birçok ilinden Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ziraî Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü'ne getirilerek kültürler oluşturulmuş ve yeni nesil bireyler yetiştirilmeye başlanmıştır. Çoğaltılan

kültürlerinden Konya, Manisa, İzmir ve Samsun illerinin ilçeleri seçilmiştir. Seçilen popülasyonlar Çizelge 3.1’de gösterildiği gibi kodlanmış ve yetiştirilmeye başlanmıştır. Yapılan denemeler 2016 yılı Temmuz-Kasım ayları arasında yürütülmüştür.

Çizelge 3.1. *Sitophilus oryzae* bireylerinin toplandığı il, ilçe ve tesisler

KOD	İL	İLÇE	TESİS	Örneklerin Toplandığı Tarih
K ₁	KONYA	ILGIN	TMO DEPO	02.07.2016
K ₂		ÇUMRA	ÇİFÇİ DEPO	
K ₃		ALİBEYHÖYÜĞÜ	DEĞİRMEN	
M ₁	MANİSA	KOLDERE	NUR UN	21.05.2016
M ₂		TURGUTLU	EGE UN	
İ ₁	İZMİR	İŞİKKENT	TMO DEPO	07.06.2016
S ₁	SAMSUN	CANIK	ULUSOY UN	
S ₂		ATAKUM	TAFLAN UN	
S ₃		BAFRA	PAK UN	

S. oryzae erginlerinin yetiştirilmesinde 1 litrelik cam kavanozlar kullanılmıştır. Kavanozların ağzları, metal kapaklarına küçük delikler açılarak kapatılmıştır. Hazırlanan böcekler kavanozlara alınarak 27±2°C sıcaklık ve % 65 ± 5 nemde karanlık iklim kabininde muhafaza edilmiştir (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. Denemelerin yürütüldüğü inkübatör

3.2.1. *Sitophilus oryzae* Erginlerinin Yetiştirilmesi

S. oryzae'den aynı yaşta bireyler elde etmek için 1 litrelik kavanozlar 1/3 oranında temiz Gerek 79 yumuşak beyaz ekmeklik buğday çeşidi ile doldurulmuştur. Ergin dişi ve erkekler 48 saat süreyle bu kavanozlar içine alınarak yumurtlamaya bırakılmıştır. Ergin bireyler 48 saat sonunda kavanozdan uzaklaştırılmış ve sadece yumurtaların kalması sağlanmıştır (Şekil 3.4). Bu kültürler Bölüm 3.2.'deki şartlarda inkübe edilerek ergin çıkışları beklenmiş ve 30 gün içerisinde yeni nesil ergin bireyler çıkmıştır.



Şekil 3.4. Böcek yetiştirme kavanozları

3.3. Malathion ve Deltamethrin ile Direnç Çalışmaları

3.3.1. Tek doz kontak etki denemeleri

Yapılan çalışmada kullanılan deneme metodu IRAC (Susceptibility Test Methods Series, Method no: 006) metodundan revize edilmiştir. Bu çalışma için 9 cm çapında plastik petripler kullanılmıştır (Şekil 3.5). İnsektisitler saf su ile seyreltilmiş ve her bir petriye ilaçlama kulesi (Spray Tower-Burkard Scientific-BS00281) yardımıyla, petri kapağına 1 ml ve petri içine 1ml olacak şekilde toplamda 2 ml insektisit püskürtülmüştür (Şekil 3.6). Malathion (650 g/l EC) dozlarını belirlemek için ilk gerçekleştirilen denemelerde 1.5 ppm'lik dozlar kullanılmıştır. Ölüm yüzdelere bakılarak bu değerler giderek arttırılmıştır. Kullanılan dozlar 1.5, 3, 5, 15, 30, 60, 80, 120 ve 180 ppm olarak denenmiştir. Malathion için kullanılacak en küçük doz 5 ppm olarak belirlenmiş, akabinde kullanılacak olan 6 doz belirlenmiştir. Deltamethrin (25

Two trays of petri dishes are shown. The left tray is orange and the right tray is blue. Both trays contain 12 petri dishes arranged in a 3x4 grid. Each dish has a handwritten label in blue ink. The labels are as follows:

Tray	Row 1	Row 2	Row 3
Orange	1/1000	1/1000	1/1000
Orange	1/1000	1/1000	1/1000
Orange	1/1000	1/1000	1/1000
Blue	1/1000	1/1000	1/1000
Blue	1/1000	1/1000	1/1000
Blue	1/1000	1/1000	1/1000

15

3.3.2. Kontak etki doz ölüm denemeleri

Tek doz denemeleri sonucunda elde edilen % ölüm değerlerine bakılarak doz ölüm denemeleri yapılmıştır. Tek doz kontak etki denemelerinde belirlenen sonuçlara göre kontak etki doz ölüm denemeleri 6 doz belirlenerek yürütülmüştür. Denemeler her popülasyona 6 doz insektisit uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Her doz için 3 tekerrür kurulmuş ve her tekerrür için 30 ergin böcek kullanılmıştır. Bu çalışmada *S. oryzae*'ye karşı kontak etki gösterdiği saptanan malathion ve deltamethrin denenmiştir. Çalışmada *S. oryzae* için yapılan doz ölüm çalışmalarında kullanılan dozlar çizelge 3.2. ve 3.3.'de ayrıntılı olarak gösterilmiştir. Deneme tesadüf blokları deneme deseninde kurulmuş olup her bir blok test edilen tüm dozları ve kontrolü içermektedir. Böcekler kontrolde 2 ml/böcek olacak şekilde saf su ile muamele edilmiştir.

Çizelge 3.2. Doz ölüm çalışmalarında kullanılan malathion dozları

İnsektisit	Popülasyon	Dozlar (ppm)					
Malathion	K ₁	5	15	25	35	45	60
	K ₂	30	60	90	120	150	180
	K ₃	5	10	20	40	70	100
	M ₁	5	10	20	40	70	100
	M ₂	5	10	20	40	70	100
	İ ₁	5	10	20	40	70	100
	S ₁	5	10	20	40	70	100
	S ₂	5	10	20	40	70	100
	S ₃	5	10	20	40	70	100

Çizelge 3.3. Doz ölüm çalışmalarında kullanılan deltamethrin dozları

İnsektisit	Popülasyon	Dozlar (ppm)					
Deltamethrin	K ₁	100	200	300	400	500	600
	K ₂	3000	6000	9000	12000	15000	18000
	K ₃	100	200	300	400	500	600
	M ₁	100	250	400	550	700	850
	M ₂	100	200	300	400	500	600
	İ ₁	100	200	300	400	500	600
	S ₁	800	1200	1600	2000	2400	2800
	S ₂	1000	2000	3000	4000	5000	6000
	S ₃	600	900	1200	1500	1800	2100

3.4. İstatistiksel Analizler

Yapılan çalışmalarda direnç katları belirlenirken, Perez-Mendoza'nın (1999) Meksika'da yapmış olduğu direnç çalışmasında olduğu gibi direnç oranları en hassas popülasyon baz alınarak belirlenmiştir. Tek-doz tarama testlerinde alınan sonuçlar ilk önce % ölüm değerlerine çevrilmiş daha sonra doz-ölüm deneme sonuçları Polo-PC probit paket programı (LeOra, 1994) yardımıyla analiz edilerek, LD₅₀ ve LD₉₉ belirlenmiştir.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu çalışmada önemli bir depo zararlısı olan *S. oryzae* ve bu zararlıyla mücadelede yaygın kullanılan malathion ve deltamethrin'in kontak toksisiteleri araştırılmış ve direnç değerleri belirlenmiştir. Kurulan denemelerde, kontrol grubunda ölü bireylere rastlanmamıştır.

4.1. Tek Doz Kontak Etki Denemeleri

4.1.2. Malathion'un *Sitophilus oryzae* üzerindeki kontak etkileri

S. oryzae üzerinde denenen malathion zararlı üzerinde ölümlere neden olmuştur. Konya popülasyonlarından K₁ ve K₃ popülasyonu üzerinde denenen en düşük doz 5 ppm'dir. Bu popülasyonlardaki ölüm oranı sırasıyla % 42 ve % 26 olarak belirlenmiştir. K₁ popülasyonunun en yüksek dozu olan 60 ppm'de ölüm oranı %99 iken K₂ popülasyonunda bu değer % 60 olarak tespit edilmiştir.

Bu üç popülasyonu karşılaştırdığımızda K₁ ve K₃ popülasyonlarının ölüm oranının birbirinden çok farklı olmadığı, ancak K₂ popülasyonunda kullanılan dozların çok daha yüksek olmasına rağmen ölüm oranının çok daha düşük olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Malathion'un Konya popülasyonlarına kontak toksisitesi (Doz-% Ölüm)

K ₁		K ₂		K ₃	
DOZ (ppm)	% Ölüm	DOZ (ppm)	% Ölüm	DOZ (ppm)	% Ölüm
5	42	30	47	5	26
15	58	60	60	10	31
25	71	90	68	20	53
35	83	120	79	40	71
45	94	150	88	70	85
60	99	180	97	100	95

Manisa ili M₁, M₂ ve İzmir ili İ₁ popülasyonları için aynı dozda malathion kullanılmıştır. M₁ ve İ₁ popülasyonu ölüm oranı 5 ppm'de % 23 ile eşitken, M₂ popülasyonu ölüm oranı % 55 ile en yüksektir. 100 ppm'de M₁ popülasyonu ölüm oranı % 98, M₂ % 99, İzmir İ₁ popülasyonu ölüm oranı ise % 92 olmuştur. M₁ ve İ₁

popülasyonlarının en düşük dozdaki ölüm oranları M_2 popülasyonundan farklılık gösterse de, en yüksek dozdaki ölüm oranları büyük oranda farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Malathion'un Manisa ve İzmir popülasyonlarına kontak toksisitesi (Doz-% Ölüm)

M_1		M_2		I_1	
DOZ (ppm)	% Ölüm	DOZ (ppm)	% Ölüm	DOZ (ppm)	% Ölüm
5	22	5	54	5	22
10	52	10	63	10	31
20	66	20	72	20	42
40	83	40	82	40	56
70	90	70	89	70	76
100	98	100	99	100	92

Samsun popülasyonuna bakıldığında S_2 popülasyonunda % ölüm oranı bütün dozlarda S_1 ve S_3 popülasyonlarına göre daha düşük bulunmuştur. 5 ppm'de S_1 , S_2 ve S_3 popülasyonlarında ölüm oranı sırasıyla % 17, % 0 ve % 25 olarak belirlenmiştir. En yüksek doz olan 100 ppm'de ise S_1 ve S_2 popülasyonunda ölüm oranı % 98 iken, S_3 popülasyonunda % 99'dur. S_2 popülasyonu ölüm oranı diğer popülasyonlara göre daha düşük olsa da Samsun ilinin üç popülasyonunda da ölüm oranları birbirinden 100 ppm'de çok farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Malathion'un Samsun popülasyonlarına kontak toksisitesi (Doz-% Ölüm)

S_1		S_2		S_3	
DOZ (ppm)	% Ölüm	DOZ (ppm)	% Ölüm	DOZ (ppm)	% Ölüm
5	17	5	0	5	25
10	43	10	28	10	41
20	59	20	42	20	56
40	74	40	66	40	72
70	87	70	84	70	88
100	98	100	98	100	99

4.1.3. Deltamethrin'in *Sitophilus oryzae* üzerindeki kontak etkileri

Konya popülasyonlarından K_1 ve K_3 için kullanılan dozlar aynıdır. 100 ppm'de ölüm oranları K_1 popülasyonu için % 26, K_3 popülasyonu için % 24 iken en yüksek doz olan 600 ppm'de K_1 popülasyonu ölüm oranı % 94, K_3 popülasyonu ölüm oranı %

90'dır. K₂ popülasyonuna baktığımızda çok yüksek dozlar kullanılmıştır. K₁ popülasyonunda 100 ppm'de ölüm oranı % 26 iken K₂ popülasyonunda 3000 ppm'de ölüm oranı % 18 olarak belirlenmiştir. En yüksek doz olan 18000 ppm'de K₂

Çizelge 4.4. Deltamethrin'in Konya popülasyonlarına kontak toksisitesi (Doz-% Ölüm)

K ₁		K ₂		K ₃	
DOZ (ppm)	% Ölüm	DOZ (ppm)	% Ölüm	DOZ (ppm)	% Ölüm
100	26	3000	18	100	24
200	38	6000	34	200	38
300	52	9000	52	300	53
400	69	12000	68	400	66
500	82	15000	82	500	77
600	94	18000	95	600	90

popülasyonu ölüm oranı %95 olmuştur (Çizelge 4.4). K₂'de K₁ ve K₃ popülasyonunda kullanılan dozların 3 katı kullanılmıştır. Bu değerler K₂ popülasyonunun K₁ ve K₃'e göre daha dayanıklı olduğunu göstermektedir. Manisa ve İzmir iline baktığımızda M₂ ve İ₁ popülasyonlarının 100 ppm'de ölüm oranları sırasıyla % 28 ve % 32 iken en yüksek doz olan 600 ppm'de ölüm oranları % 95 ve % 92 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.5). İki popülasyonun ölüm oranları birbirinden farklı değildir. B₁ popülasyonunda, M₂ ve İ₁ popülasyonuna oranla daha yüksek dozda deltamethrin uygulanmıştır. Ancak ölüm oranları birbirinden farklılık göstermemiştir.

Çizelge 4.5. Deltamethrin'in Manisa ve İzmir popülasyonlarına kontak toksisitesi (Doz-Ölüm)

M ₁		M ₂		İ ₁	
DOZ (ppm)	% Ölüm	DOZ (ppm)	% Ölüm	DOZ (ppm)	% Ölüm
100	34	100	28	100	32
250	49	200	37	200	42
400	61	300	48	300	54
550	74	400	56	400	61
700	86	500	80	500	80
850	92	600	95	600	92

Samsun ili, S₁ ve S₃ popülasyonlarını karşılaştırdığımızda 1200 ppm'de S₁ popülasyonu ölüm oranı % 33 iken, S₃ popülasyonu ölüm oranı % 55'tir. S₁ ve S₂ popülasyonlarını karşılaştırdığımızda ise 2000 ppm'de S₁ popülasyonu ölüm oranı %

62 iken, S₂ popülasyonu ölüm oranı % 33'tür. S₂ popülasyonu, S₁ ve S₃ popülasyonuna göre daha yüksek dozlara maruz bırakılmıştır. 2800 ppm'de S₁ popülasyonunda ölüm oranı % 92 iken, 3000 ppm'de S₂ popülasyonu ölüm oranının %52 olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Deltamethrin'in Samsun popülasyonlarına kontak toksisitesi (Doz-% Ölüm)

S ₁		S ₂		S ₃	
DOZ (ppm)	% Ölüm	DOZ (ppm)	% Ölüm	DOZ (ppm)	% Ölüm
800	18	1000	18	600	34
1200	33	2000	33	900	49
1600	44	3000	52	1200	55
2000	62	4000	66	1500	68
2400	81	5000	82	1800	81
2800	92	6000	94	2100	93

4.2. Doz Ölüm Denemeleri

4.2.1. Malathion ve deltamethrin'in *Sitophilus oryzae* üzerinde kontak etki doz-ölüm denemeleri

Pirinç biti üzerinde yapılan doz ölüm denemeleri sonucunda malathion'a karşı en düşük LD₅₀ değeri M₂ popülasyonunda 4,71 ml/böcek ile gösterilmiştir (Çizelge 4.7). M₁ popülasyonunun LD₅₀ değeri 8,47 ml/böcek ile ikinci sırada yer almaktadır. En yüksek iki LD₅₀ değeri ise S₂ ve K₂ popülasyonlarında sırasıyla 23,79, 39,78 ml/böcek olarak bulunmuştur. Deltamethrin'e karşı en düşük LD₅₀ değeri M₁ popülasyonunda 215,10 ml/böcek olarak belirlenirken en küçük ikinci LD₅₀ değeri İzmir İ₁ popülasyonunda 217,11 ml/böcek olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.8). En yüksek LD₅₀ değerleri ise S₂ ve K₂ popülasyonlarında sırasıyla 2549,49, 7484,93 ml/böcek olarak bulunmuştur.

Uygulanan insektisitlerin LD₉₉ değerlerine bakıldığında malathion'a karşı en düşük LD₉₉ değeri K₁ popülasyonunda 189,54 ml/böcek ile elde edilmiştir. S₂ popülasyonunun LD₉₉ değeri 205,70 ml/böcek ile ikinci sırada yer almaktadır. En yüksek iki LD₉₉ değeri ise K₂ ve İ₁ popülasyonlarında sırasıyla 630,66 ve 851,87 ml/böcek olarak bulunmuştur. Deltamethrin'e karşı en düşük LD₉₉ değeri K₁

popülasyonunda 1938,83 ml/böcek olarak belirlenirken en küçük ikinci LD₉₉ değeri K₃ popülasyonunda 2656,446 ml/böcek olarak tespit edilmiştir. En yüksek LD₉₉ değerleri ise S₂ ve K₂ popülasyonlarında sırasıyla 16856,82, 46619,23 ml/böcek olarak bulunmuştur. Kullanılan insektisitlerin güven aralıklarına bakılarak bir karşılaştırma yapıldığında iki insektisit farklı alt ve üst limitlere sahip olduğu ve aralarında istatistiki yönden farklılıkların olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.7. Malathion'un *Sitophilus oryzae* doz ölüm denemesi sonuçları

Popülasyon		Eğim ±SH	LD ₅₀ (ml/böcek) (Güven aralığı)	LD ₉₉ (ml/böcek) (Güven aralığı)
KONYA	K ₁	1.726±0.182	8.50 (6.14-10.72)	189.54 (117.06-406.17)
	K ₂	1.938±0.231	39.78 (30.56-47.83)	630.66 (416.82-1213.43)
	K ₃	1.650±0.140	16.34 (13.59-19.31)	419.92 (268.26-778.01)
MANİSA	M ₁	1.417±0.150	8.47 (6.30-10.65)	371.43 (214.08-845.30)
	M ₂	1.096±0.148	4.71 (2.66-6.80)	625.70 (286.67-2340.00)
İZMİR	İ ₁	1.466±0.135	22.05 (18.27-26.41)	851.87 (484.04-1901.05)
SAMSUN	S ₁	1.798±0.154	15.01 (12.57-17.61)	295.35 (195.55-520.92)
	S ₂	2.483±0.176	23.79 (20.73-27.17)	205.70 (152.33-306.57)
	S ₃	1.775±0.148	13.92 (11.60-16.37)	284.920 (191.12-490.93)

Çizelge 4.8. Deltamethrin'in *Sitophilus oryzae* üzerinde doz ölüm denemesi sonuçları

Popülasyon		Eğim ±SH	LD ₅₀ (ml/böcek) (Güven aralığı)	LD ₉₉ (ml/böcek) (Güven aralığı)
KONYA	K ₁	2.511±0.236	229.63 (202.77-255.92)	1938.83 (1418.95-3028.89)
	K ₂	2.929±0.250	7484.93 (6748.50-8220.49)	46619.23 (36194.52-66081.36)
	K ₃	2.251±0.240	245.85 (215.28-276.88)	2656.44 (1781.43-4852.83)
MANİSA	M ₁	1.827±0.192	215.10 (175.06-252.90)	4038.77 (2610.47-7748.94)
	M ₂	2.144±0.237	247.47 (206.20-290.15)	3009.96 (1767.46-7613.99)
İZMİR	İ ₁	1.965±0.233	217.11 (180.54-252.23)	3317.48 (1973.44-7857.01)
SAMSUN	S ₁	3.935±0.363	1540.34 (1432.20-1651.44)	6008.64 (4864.49-8111.36)
	S ₂	2.836±0.257	2549.49 (2294.01-2810.34)	16856.82 (12726.60-25053.86)
	S ₃	2.785±0.335	923.19 (812.98-1020.62)	6318.95 (4521.30-10781.16)

4.3. Malathion Direnci

Konya, Manisa, İzmir ve Samsun illerinden toplanan *S. oryzae*'nin dokuz popülasyonunun malathion direnci araştırılmıştır. Bu popülasyonlardan Manisa ili Turgutlu (M₂) ilçesinden toplanan bireylerin malathion'a en duyarlı popülasyon olduğu tespit edilmiş olup, direnç oranları bu popülasyon baz alınarak belirlenmiştir.

Dirençli popülasyonlar arasında direnç oranları 1,8 ile 8,4 kat arasında değişmektedir (Çizelge 4.9). Malathion’a en dirençli popülasyonlar sırasıyla Konya-Çumra, Samsun-Atakum, İzmir-Işıkkent, en hassas popülasyonlar ise Konya-İlgın ve Manisa-Koldere olarak belirlenmiştir.

Konya (K) popülasyonlarını kendi aralarında kıyaslayacak olursak, Çumra’nın (K₂) 8.4 kat ile en dirençli, Ilgın’ın (K₁) 1,8 kat ile en hassas popülasyon olduğu tespit edilmiştir. Samsun (S) popülasyonlarında 5 kat direnç ile Atakum (S₂) en yüksek, 2,9 kat direnç ile Bafra (S₃) en hassas popülasyon olmuştur. İzmir (İ) popülasyonunda 4,6 kat direnç ile Işıkkent (İ₁) en yüksek, Manisa popülasyonlarında 1,8 kat dirençle Manisa-Koldere (M₁) en hassas popülasyon olmuştur. Ayrıca Konya-İlgın (K₁) ve Manisa-Koldere (M₁) popülasyonlarının aynı direnç oranına sahip olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.9. *Sitophilus oryzae* popülasyonlarının malathion’a karşı direnç oranları

Popülasyon	Eğim ± SH	X ²	Heterojenlik	LD ₅₀ (Güven Aralığı)	LD ₉₉ (Güven Aralığı)	LD ₅₀ ’ye göre direnç katsayısı
M ₂ (Hassas)	1.096±0.148	5.109	0.34	4.71 (2.66-6.80)	625.70 (286.67-2340.00)	-----
K ₁	1.726±0.182	16.789	1.12	8.50 (6.14-10.72)	189.54 (117.06-406.17)	1.8
K ₂	1.938±0.231	11.419	0.71	39.78 (30.56-47.83)	630.66 (416.82-1213.43)	8.4
K ₃	1.650±0.140	6.366	0.40	16.34 (13.59-19.31)	419.92 (268.26-778.01)	3.4
M ₁	1.417±0.150	2.860	0.19	8.47 (6.30-10.65)	371.43 (214.08-845.30)	1.8
İ ₁	1.466±0.135	11.989	0.75	22.05 (18.27-26.41)	851.87 (484.04-1901.05)	4.6
S ₁	1.798±0.154	4.496	0.30	15.01 (12.57-17.61)	295.35 (195.55-520.92)	3.1
S ₂	2.483±0.176	16.600	1.04	23.79 (20.73-27.17)	205.70 (152.33-306.57)	5.0
S ₃	1.775±0.148	8.871	0.55	13.92 (11.60-16.37)	284.92 (191.12-490.93)	2.9

4.4. Deltametrin Direnci

Konya, Manisa, İzmir ve Samsun illerinden toplanan *S. oryzae*’nin dokuz popülasyonunun deltamethrin direnci araştırılmıştır. Bu popülasyonlardan Manisa ili Koldere (M₁) ilçesinden toplanan bireylerin deltamethrin’e en duyarlı popülasyon

olduğu tespit edilmiş, direnç oranları Manisa-Koldere (M₁) popülasyonu baz alınarak belirlenmiştir.

Dirençli popülasyonlar arasında direnç oranları 1,06 ile 34,8 kat arasında değişmektedir (Çizelge 4.10). Deltamethrin'e en dirençli popülasyonlar sırasıyla Konya-Çumra ve Samsun-Atakum, en hassas popülasyonlar ise Konya-İlgın ve İzmir-Işıkkent olarak belirlenmiştir. Konya (K) popülasyonlarını kendi aralarında kıyaslayacak olursak, Çumra'nın (K₂) 34,8 kat ile en dirençli, Ilgın'ın (K₁) 1,06 kat ile en hassas popülasyon olduğu tespit edilmiştir. Samsun (S) popülasyonlarında 11,8 kat direnç ile Atakum (S₂) en dirençli, 4,3 kat direnç ile Bafra (S₃) en hassas popülasyon olmuştur. Manisa (M) popülasyonlarında 1,15 kat direnç ile Turgutlu (M₂) en yüksek, İzmir-Işıkkent popülasyonu ise 1 kat dirençle (İ₃) en hassas popülasyon olmuştur. Sonuçlar Manisa-Turgutlu ve İzmir-Işıkkent'deki deltamethrin direncinin çok yüksek olmadığını ve birbirine yakın olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.10. *Sitophilus oryzae* popülasyonlarının deltamethrin'e karşı direnç oranları

Popülasyon	Eğim ± SH	X ²	Heterojenlik	LD ₅₀ (Güven Aralığı)	LD ₉₉ (Güven Aralığı)	LD ₅₀ 'ye göre direnç katsayısı
M₁ (Hassas)	1.827±0.192	9.842	0.62	215.10 (175.06-252.90)	4038.77 (2610.47-7748.94)	-----
K₁	2.511±0.236	14.883	0.93	229.63 (202.77-255.92)	1938.83 (1418.95-3028.89)	1.06
K₂	2.929±0.250	11.738	0.73	7484.93 (6748.50-8220.49)	46619.23 (36194.52-66081.36)	34.8
K₃	2.251±0.240	5.961	0.40	245.85 (215.28-276.88)	2656.44 (1781.43-4852.83)	1.14
M₂	2.144±0.237	20.921	1.39	247.47 (206.20-290.15)	3009.96 (1767.46-7613.99)	1.15
İ₁	1.965±0.233	15.229	1.02	217.11 (180.54-252.23)	3317.48 (1973.44-7857.01)	1.0
S₁	3.935±0.363	8.840	0.59	1540.34 (1432.20-1651.44)	6008.64 (4864.49-8111.36)	7.1
S₂	2.836±0.257	11.257	0.75	2549.49 (2294.01-2810.34)	16856.82 (12726.60-25053.86)	11.8
S₃	2.785±0.335	7.634	0.51	923.19 (812.98-1020.62)	6318.95 (4521.30-10781.16)	4.3

Sonuç olarak her iki insektisiti göz önüne aldığımızda, K₂ popülasyonunda *S. oryzae*'nin malathion'a karşı, deltamethrin'in çok daha fazla direnç gösterdiği belirlenmiştir. Direnç oranının malathion'a 8,4 kat iken, deltamethrin'e 34,8 kat olduğu saptanmıştır. Malathion ve deltamethrin'e en yüksek direnç oranları K₂ popülasyonunda belirlenmiştir. En düşük direnç oranları ise, deltamethrin'e K₁, K₃, M₂ ve İ₁ popülasyonlarında sırasıyla, 1,06, 1,14, 1,15 ve 1 kat olarak belirlenmiştir. Malathion'a karşı en düşük direnç oranı ise K₁ ve M₁ popülasyonlarında 1,8 kat olarak saptanmıştır.



5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu çalışmada Türkiye'nin farklı illerinden elde edilen *S. oryzae* popülasyonlarına malathion ve deltamethrin uygulanarak, *S. oryzae*'ye olan kontak toksisite ve direnç değerleri belirlenmiştir. Popülasyonların değişen oranlarda direnç gösterdikleri saptanmıştır.

Konya popülasyonlarında malathion'a karşı en düşük ölüm oranı 5 ppm'de % 26 ile Alibeyhöyüğü popülasyonunda, en yüksek ölüm oranı ise 60 ppm'de % 99 olarak Ilgın popülasyonunda belirlenmiştir. Deltamethrin'e karşı olan en düşük ölüm oranı Ilgın ve Alibeyhöyüğü popülasyonunda 100 ppm'de, sırasıyla % 26 ve % 24, en yüksek ölüm oranı 600 ppm'de % 94 ve % 90'dır. Çumra popülasyonunda ölüm oranı çok yüksek dozlarda belirlenebilmiştir. Buna göre en düşük ölüm oranı 3000 ppm'de % 18, en yüksek ölüm oranı 18000 ppm'de % 95 olarak belirlenmiştir.

Manisa popülasyonlarına bakıldığında malathion'a karşı en düşük ölüm oranı 5 ppm'de % 22 olarak Koldere popülasyonunda görülmektedir. En yüksek ölüm oranı ise 100 ppm'de % 98 ve % 99 olarak Koldere ve Turgutlu popülasyonlarında belirlenmiştir. İzmir- Işıkkent popülasyonuna baktığımızda ise 5 ppm de ölüm oranı %22 iken, 100 ppm'de % 92'dir. Manisa popülasyonlarının ölüm oranları her ne kadar birbirine yakın olsa da, İzmir-Işıkkent popülasyonunun diğer popülasyonlara oranla farklı dozlarda daha düşük ölüm oranlarına sahip olduğu görülmektedir. Deltamethrin'e karşı olan en düşük ölüm oranı 100 ppm'de % 28 olarak Manisa-Turgutlu popülasyonunda, en yüksek ölüm oranı 850 ppm'de % 92 olarak Manisa-Koldere popülasyonunda belirlenmiş olsa da Manisa-Koldere, Manisa-Turgutlu ve İzmir-Işıkkent popülasyonları birbirinden çok büyük farklılık göstermemektedir.

Samsun popülasyonlarında malathion'a karşı en düşük ölüm oranı, 5 ppm'de % 0 olarak Canik popülasyonunda belirlenmiştir. Canik ve Bafra popülasyonlarında bu değer sırasıyla % 17 ve % 25'tir. Bütün popülasyonlarda 100 ppm'de ölüm oranları birbirine çok yakın değerler göstermiştir. Üç popülasyonda değerler birbirine yakınlık gösterse de, Atakum popülasyonundaki % ölüm değerleri diğer popülasyonlara göre daha düşük olmuştur. Deltamethrin'e karşı olan en düşük ölüm oranı Canik ve Atakum popülasyonunda sırasıyla 800 ve 1000 ppm'de % 18, Bafra

popülasyonunda 600 ppm'de % 34'tür. En yüksek ölüm oranı ise Canik popülasyonunda 2800 ppm'de % 92, Atakum popülasyonunda 6000 ppm'de % 94 ve Bafra popülasyonunda 2100 ppm'de % 93'tür. Atakum popülasyonunda ölüm oranı diğer popülasyonlara göre daha düşüktür. Uygulama yapılan popülasyonlarda deltamethrin için kullanılan dozlar çok yüksek olsa da, Arthur (1994) *S. oryzae* üzerinde çok düşük dozlar denemiş 0,5, 0,75 ve 1 ppm'lik dozlardaki ölüm oranlarını incelemiştir. 0,5 ppm'de canlı yüzdesini % 84,5, 0,75 ppm'de % 26,2 ve 1 ppm'de %3,5 olarak belirlemiştir.

Yapılan çalışmalar sonucunda deltamethrin'in malathion'a göre çok yüksek dozlarda uygulandığını, test edilen popülasyonlarda en yüksek dozun deltamethrin'de 18000 ppm'e, malathion'da ise 180 ppm'e vardığı belirlenmiştir. Deltamethrin ile uygulanan en yüksek doz, malathion ile uygulanan en yüksek dozun yüz katıdır. Bu değerler deltamethrin'e direncin yüksek olduğunu ve yaygın olarak bu insektisit kullanılmakta olduğunu göstermektedir.

Direnç oranlarına bakıldığında malathion'a karşı oluşan direnç 1,8-8,4 kat arasında değişirken, deltamethrin'e karşı oluşan direnç 1-34,8 kat arasında değişmiştir. Reddy (2010)'nin Hindistan'ın dört eyaletinde yapmış olduğu çalışma *S. oryzae* türü üzerinde malathion direncinin 2,8-10,8 kat arasında değiştiğini göstermiştir. Hindistan'ın bu dört eyaletinde ortaya çıkan malathion direnci, ülkemizdeki İzmir, Samsun, Manisa ve Konya illeriyle paralellik göstermektedir. Kljajic ve Peric (2007) Sırbistan'da *S. granarius* üzerinde yaptıkları çalışmada malathion'a direncin 2,7-3,2 kat arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Ortaya çıkan bu sonuçlar farklı ülkelerde de malathion direncinin çok yüksek olmadığını ve bu çalışmayla benzerlik gösterdiğini ortaya koymuştur. Dünyada yapılan çalışmalarda Champ ve Cribb (1965) Avustralya'da *S. oryzae* ve *S. zeamais*'e, Haliscak ve Beeman (1983) Amerika'da *Sitophilus spp.*'ye, Noorma ve Rejesus (1985) Endonezya'da *S. zeamais*'e, Pacheco vd (1990) Brezilya'a *S. oryzae*'ye direnç belirleyemezken, ülkemizde Sühran vd (1979) Sakarya ve Tekirdağ'da *S. oryzae*'ye, Dörtbudak vd (1988) Ankara ve Eskişehir'de *S. granarius*'a, Karaağaç ve Konuş (2015) Kırıkkale ve Samsun'da *S. zeamais* popülasyonlarına malathion direnci belirleyememişlerdir. Bu çalışmaların aksine Bansode ve Bhatia (1976) Hindistan'da *S. oryzae*'nin malathion'a 39 kat dirençli olduğunu saptamışlardır.

Bu çalışmada ise popülasyonlar il bazında incelendiğinde, malathion'a en yüksek direnç 8,4 kat ile Konya-Çumra popülasyonunda, en düşük direnç ise 1,8 kat ile Konya-İlgın ve Manisa-Koldere popülasyonlarında belirlenmiştir.

Deltamethrin direnç oranları incelendiğinde Konya-Çumra popülasyonu 34,8 kat direnç oranıyla belirlenen en yüksek değerdir. Çumra popülasyonu malathion'a, deltamethrin'e göre çok daha düşük direnç göstermiştir. Bu durum iki insektisit arasında *S. oryzae*'nin çoklu direnç oluşturduğunu ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar Kljajic ve Peric (2007)'in Sırbistan'da yaptığı çalışmayla büyük benzerlik göstermektedir. Yaptıkları çalışmada *S. granarius*'un arazi popülasyonu malathion'a 2,7 kat direnç gösterirken, deltamethrin'e 32,1 kat direnç göstermiştir. Laboratuvar popülasyonlarında ise malathion'a direnç 3,2 kat iken, deltamethrin'e 51,9 kat olmuştur.

Bu çalışmada iki insektisit arasında çoklu direnç olduğu görülmektedir. Deltamethrin'e dirençli olan en yüksek ikinci popülasyon ise 11,8 kat dirençle Samsun-Atakum olarak belirlenmiştir. Bu çalışmayla benzerlik gösteren bir diğer çalışma Heather (1986)'in Avustralya'da yapmış olduğu çalışmadır. Bu çalışmada *S. oryzae* bireylerinde permethrin ve deltamethrin direncini sırasıyla 256 ve 98 kat olarak belirlemiştir. Yaptığı araştırmada direnç kalıtımının cinsiyete bağlı olduğu ve her dirençli ırkın diğer piretroidlere (Bioresmethrin, phenothrin, cypermethrin ve fenvalerate) yüksek çapraz direnç gösterdiğini saptamıştır. Deltamethrin'e karşı oluşan tüm bu yüksek direnç değerlerinin aksine, Perez-Mendoza (1999) *S. zeamais* türünde malathion direncinin 1,6-31,4 kat arasında değişiklik gösterirken, Deltamethrin'e karşı oluşan direncin 1,2-1,8 kat arasında olduğunu saptamıştır. Elde edilen değerler karşılaştırıldığında Meksika'da malathion direncinin deltamethrin direncine oranla daha yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. Stadler (1990) ise Arjantin'de yapmış olduğu çalışmada deltamethrin'e karşı direnç belirleyememiştir.

Çalışmada elde edilen direnç katlarına bakılarak popülasyonlarda deltamethrin direncinin malathion'a göre çok daha yüksek olduğu görülmektedir. Daha önceki yıllarda yapılan çalışmalara benzer olarak malathion'a direncin deltamethrin'e göre çok daha düşük olduğu görülmektedir (Champ ve Cribb, 1965; Greening vd., 1974; Sühran vd., 1979; Haliscak ve Beeman, 1983; Horton, 1984; Noorma ve Rejesus,

1985; Dörtbudak vd., 1988; Riberio vd., 2003; Kljajic ve Peric, 2006; Kljajic ve Peric, 2009).

Bunun nedeninin organik fosfatlı insektisitlerin etki mekanizmasıyla alakalı olduğu düşünülmektedir. Ayrıca daha önce malathion'a direnç geliştirmiş popülasyonların, yeni kullanılan insektisitlere çapraz direnç oluşturmaları malathion gibi organik fosfatlı insektisitlerde çok yaygındır (Champ ve Campbell-Brown, 1970; Heather, 1986; Kljajic ve Peric, 2007).

Bu çalışmada malathion ve deltamethrin kullanılarak Türkiye'de ve dünyada önemli ürün kayıplarına neden olan *S. oryzae*'nin ergin döneminin malathion ve deltamethrin'e direnç durumu araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar göz önüne alınarak, risk faktörü taşıyan diğer illerimizde de benzer çalışmaların yapılması ve bunu takiben direnç yönetiminin belirlenmesinde ve uygulanmasında faydalı olacağı düşünülmektedir. Direnç yönetimi için zararlı popülasyonları takip edilerek sadece gerekli durumlarda insektisit kullanılmalı ve sonuçları da izlenmelidir. Buna ilave olarak direncin tespit edildiği insektisitler takip edilmeli ve gerektiğinde tavsiye edilmemelidir. Direnç yönetimi sisteminin hazırlanması ve uygulanmasında bu faktörlerin göz önüne alınması büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2014. T.C. Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü. Erişim Tarihi: 03.09.2014.
<http://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/bultenler/2014/24062014hububatbulteni.pdf>
- Anonim, 2015. T.C. Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü. Erişim Tarihi: 28.1.2015. <http://www.tarim.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/TMO.pdf>
- Anonim, 2016a. Erişim Tarihi: 17.05.2016. <http://www.irac-online.org/about/resistance>
- Anonim, 2016b. Erişim Tarihi: 08.08.2016. <http://www.irac-online.org/about/resistance/mechanisms>
- Anonim, 2016c. 50th IRAC International Meeting, Dublin April 5-8th, 2016, Erişim Tarihi: 12.06.2016. www.pesticideresistance.org
- Anonim, 2017a. Erişim Tarihi: 05.07.2017.
https://www.google.com.tr/search?q=sitophilus+oryzae+larva&dcr=0&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjciM28nMrXAhWQJ1AKHbB2DlwQ_AUICigB&biw=1366&bih=599#imgsrc=zEQYMUuYz6NRTM
- Anonim 2017b. (Erişim Tarihi: 08.05.2017).
<http://www.bahcesel.net/forumsel/depolanmis-urun-zararlilari-kitabi/32810-sitophilus-zeamais-motschulsky-misir-biti/>
- Anonymous, 2012. FAO Statistical Database. (Erişim Tarihi: 04.08.2016).
<http://faostat.fao.org/site>
- Anonymous, 2016a. IRAC. Erişim Tarihi: 01.08.2016. <http://www.irac-online.org/>
- Anonymous, 2016b. Erişim Tarihi: 01.08.2016.
<https://en.wikipedia.org/wiki/Deltamethrin>
- Arthur, F. H., 1994. Efficacy of unsynergised deltamethrin and deltamethrin, chlorpyrifos-methyl combinations as protectants of stored wheat and stored corn (maize). 30 (1), 87-94.
- Aydemir, M. (Ed.), 2008. Zirai Mücadele Teknik Talimatları, Basım Yayın evi. 283S, Ankara.
- Bağcı, F., Yılmaz A., Ertürk S. 2014. Ankara İli Hububat Depolarında Bulunan Zararlı Türleri. Bitki Koruma Bülteni, 54(1), 69-78.
- Bansode, P. C., Bhatia, S. K., 1976. Selection For Resistance to Malathion in rice weevil. Bull & Grain. Technology, (14), P: 118-123.

- Champ, B.R., Cribb, J.N., 1965. Lindane Resistance in *Sitophilus oryzae* (L.) and *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae) in Queensland. Journal of Stored Product Research, 1(1), 9-24.
- Champ, B.R., Campbell-Brown, M.J., 1970. Insecticide resistance in Australian *Tribolium castaneum* (Herbst) II. Malathion resistance in eastern Australia. Journal of Stored Products Research 6, 111-131.
- Çakır, Ş., Yamanel, Ş., 2005. Böceklerde insektisitlere direnç. Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi, 6(1), 21-29.
- Donahaye, E.J., Messer, E., 1992. Reduction in Grain Storage Losses of Small Scale Farmers in Tropical Countries, The Allan Shawn Feinstein World hunger Program, Brown University. Research Report RR-91-97.
- Donahaye, E.J., 2000. Currentstatus of Non-Residual Control Methods Against Stored Product Pests. Crop protection, 19; 571-576.
- Dörtbudak, N., Yılmaz, D., Aydın, M., 1988. Ankara Ve Eskişehir İllerinde Depolanmış Tahılda Zarar Yapan Buğday Biti (*Sitophilus granarius* L.)'nin Uygulamada Kullanılan Koruyucu İlaça Karşı Direnç Durumunun araştırılması. Bitki Koruma Bülteni Cilt 27, No: 1-2.
- Dyte, C.E., 1970. Insecticide Resistance in Stored Product Insectswilt Special Reference to *Tribolium castaneum* (herbst.) (Coleoptera: Tenebrionidae) Journal of Stored Products Research, 2, 211-228.
- Erakay, S., 1974. Ege Bölgesi'nde Un ve Undan Mamul Maddelerde Bulunan Zararlı Böcekler Üzerinde Araştırmalar. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü, İstiklal Matbaası, İzmir, 60s.
- Giga, D.P., Mazarura, U., 1990. Malathion Resistance in *Sitophilus zeamais* (Mostch.) in Zimbabwe. Tropical Pest Managment, 36(3), 320.
- Greening, H.G., Walbank, B.E. and Attia, F.I., 1974. Resistance to Malathion and Dichlorvos in Stored Product Insects in New South Wales . Inpreceedings of the 1 st. International Working Conference on Stored Product Entomology, Savannah. G.A. 608-617 pp.
- Guedes, C. R. N., Lima, G. J. O., Santos, P. J., Cruz, D. C., 1995. Resistance to DDT and pyrethroids in Brazilian populations of *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). Journal of Stored Products Research 31 (2), 145-150.
- Haliscak, J.P., Beeman, R., 1983. Status of Malathion Resistance in Five Genera of Beetles Infesting Farm-Stored Corn, Wheat, and Oats in the United States. Journal of Economic Entomology, 76(4), 717-722.

- Heather, N.W., 1986. Sex-linked resistance to pyrethroids in *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). Journal of Stored Products Research 22(1), 15-20.
- Horton, P. M., 1984. Evaluation Of South Carolina Field Strains Of Certain Stored-Product Coleoptera For Malathion Resistance And Pirimiphos-Methyl Susceptibility. Journal Agricultural. Entomology. 1(1), 1-5.
- Irshad, M., Gillani, W.A., 1992. Malathion Resistance in *Sitophilus oryzae* (L.) Infesting Stored Grains. Pakistan Journal of Agricultural Research, 13(3), 273-276.
- Iqbal, H., Rashid, A., Begum, A. R., Shahjahan, R., 2012. Toxicity of Cypermethrin and Malathion on Rice Weevil *Sitophilus oryzae* (L.) and Their Effect on Esterase Isozymes. Journal of Chemical, Biological and Physical Sciences. B, 3(1), 305-313.
- Kalkan, M., Dörtbudak, N., Ersoy G., 1977. Hububat Ambar Zararlılarının Malathion'a Karşı Dirençleri Üzerinde Çalışmalar. Zirai Mücadele Araştırma Yıllıkları. (11), 45.
- Karaağaç, S.U., Konuş, M., 2015. Determination of Organophosphate Resistance Status and Mechanism in *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) from Turkey. Turkish Journal of Biochemistry 40(5), 417-422.
- Karaağaç, S. U., 2015. Monitoring Of Insecticide Resistance in Stored Product Pests in Turkey. Fresenius Environmental Bulletin. (24), P: 1852-1855.
- Kence, M., 1988. The Ecological Genetics of Malathion Resistance in House Fly *Musca domestica*. PhD Thesis. METU, Ankara.
- Keyder, S., Seçkin H., G. İlalan, 1977. Marmara Bölgesi'nde Hububat Ambar Zararlılarının Malathion'a Karşı Dirençleri Üzerinde Çalışmalar. Zirai Mücadele Araştırma Yıllıkları. (11), 43.
- Keyder, S., Seçkin, H., İlalan, G., 1979. Marmara Bölgesinde Tahıl Bitleri (*Sitophilus granarius* L., *S. oryzae* L.) ve Kıрма Bitleri (*Tribolium confusum* Duv., *T. castaneum* Herbst)'nin Malathion'a Karşı Dirençleri Üzerinde Çalışmalar. Bitki Koruma Bülteni, 19(2), 96-102.
- Kljajic, P., Peric, I., 2006. Susceptibility to contact insecticides of granary weevil *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) originating from different locations in the former Yugoslavia. 42(2), 149-161.
- Kljajic, P., Andric, G., Peric, I., 2006. Effects of several contact insecticides on adults of three *Sitophilus* species. 9th International Working Conference on Stored Product Protection. Serbia, PS4-9.

- Kljajic, P., Peric, I., 2007. Altered susceptibility of granary weevil *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) populations to insecticides after selection with pirimiphos-methyl and deltamethrin. *Journal of Stored Products Research* 43 (2), 134-141.
- Kljajic, P., Peric, I., 2009. Residual effects of deltamethrin and malathion on different populations of *Sitophilus granarius* (L.) on treated wheat grains. *Journal of Stored Products Research* 45 (1), 45-48.
- Leora Software, 1994. Polo-PC a User's Guide to Probit or Logit Analysis, 1119 Shattuck Avenue, Berkeley, CA, 94707.
- Melander, A.L., 1914. Can insects become resistant to sprays?. *Journal of Economic Entomology*. 7, 167-173.
- Navarro, S., Carmi, Y., Kashanchi, Y., Shaaya, E., 1986. Malathion Resistance of Stored-Product Insects in Israel. *Phytoparasitica*, 14(4), 273-280.
- Noorma, O., Morallo-Rejesus, B., 1985. Insecticide Resistance in *Sitophilus zeamais* Mots. and *Rhizopertha dominica* (F.) in Indonesia. *Pertanika*, 8(1), 1 -7.
- Odeyemi, O.O., Ashamo, M.O., Akinkurolere, R.O., Olatunji, A.A., 2010. Resistance of Strains of Rice Weevil, *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) to Pirimiphosmethyl. 10th International Working Conference on Stored Product Protection Julius-Kühn-Archiv. No. 425, 167-172pp.
- Pacheco, A. I., Sartori, R. M., Bolonhezi, S., 1990. Resistance au Malathion, au Pirimiphos- methyl et au Fenitrothion Chez les Coleopteres des Grains Stockes. Instituto de Tecnologia de Alimentos, Brasil.
- Perez-Mendoza, J., 1999. Survey of Insecticide Resistance in Mexican Populations of Maizeweevil, *Sitophilus zeamais* Motschulsky (coleoptera: curculionidae). *Journal of Stored Product Research*, 35(1), 107-115.
- Plapp, F.W., 1984. The Genetic Basis of Insecticide Resistance in the Housefly: Evidence that a Single Locus Plays a Major Role in Metabolic Resistance to Insecticides. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 22, 194.
- Primala, K. V., Maheswari, U. T., 2011. Evaluation Of Selected Insecticides as Seed Protectants Against The Maize Weevil (*Sitophilus zeamais* M.). *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology*. 2; 316-322.
- Reddy, S. D., 2010. Survey For The Incidence Of Stored Grain Pests and Studies on The Relative Resistance Of Malathion Against *Sitophilus oryzae* in Maize. Department Of Entomology, Master Degree Thesis, P(89) India.
- Ribeiro, B.M., Guedes, R.N.C., Oliveira, E.E., Santos, J.P., 2003. Insecticide Resistance and Synergism in Brazilian Populations of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Stored Product Research*. 39 (1), 21-31.

Stadler,T., Picollo, M. I. Y., Zerba, E. N., 1990. Factores ecofisiológicos relacionados con la susceptibilidad a insecticidas y la resistencia a malati3n en *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). Bolet3n de Sanidad Vegetal. Plagas. (16), 743-754.

Thompson, G., 2011. International Working Group and Contry Group Review 46th Meeting of IRAC International, MSU Resistance Database.

Toros,S., Maden,S. 1991. Tarımsal savaşın Y3ntem ve İlaçları. A.Ü. Ziraat Fak3ltesi Yayınları, No: 1222, Ders Kitabı No:352, Ankara.

Velioęlu, A.S., Erdoğan, C., 2007. Tarımsal alanlarımızın 3nemli zararlıları. Bilim ve Teknik Dergisi, 40(471), 54-55.



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Nagihan YESİR

Doğum Yeri ve Yılı : Trabzon, 1992

Medeni Hali : Bekâr

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : nagihan_61_32@hotmail.com

Eğitim Durumu

Lise : Trabzon Cumhuriyet Lisesi, 2010

Lisans : SDÜ, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji, 2014