

Diflubenzuron ve hexaflumuron'un *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) larvalarına etkileri üzerinde araştırmalar*

Dilan ÖZMEN**

Neşet KILINÇER***

Summary

Research on the effects of diflubenzuron and hexaflumuron on *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) larvae

In this research, the effects of diflubenzuron and hexaflumuron, chitin synthesis inhibitors, were investigated on *S. littoralis* larvae which is an important cotton pest.

Five and 10 day-old larvae were examined by feeding and larvae dipping methods. By using larvae dipping method, mortality above 50 % in the larvae for any age could not be achieved with diflubenzuron applications. Hexaflumuron was also applied by dipping method the LC₅₀ values for 5 day-old larvae were found 95.69 ppm on 2nd day and 37.70 ppm on 3rd day, for 10 day-old larvae were 88.74 ppm on 3rd day and 38.87 ppm on 4th day.

By feeding method, diflubenzuron was applied against 5 day-old larvae and the LC₅₀ values for 3rd and 4th days were 51.15 and 45.22 ppm, for 10 day-old larvae the LC₅₀ values for 3rd and 4th days were 442.75 and 200.50 ppm respectively. Hexaflumuron was applied to 5 and 10 day-old larvae, by feeding method, the LC₅₀ values of 2nd day were found 5.43 and 3.36 ppm respectively.

According to the results, feeding method was more effective than larvae dipping method for both of two insecticides, generally 5 day-old larvae found more sensitive these insecticides and it is observed that the effectiveness of the insecticides gradually increased during the days after the applications.

Key words: *Spodoptera littoralis*, diflubenzuron, hexaflumuron, benzoylphenyl ureas

Anahtar sözcükler: *Spodoptera littoralis*, diflubenzuron, hexaflumuron, benzoilfenil üreler

* Bu çalışma Ankara Üniversitesi Araştırma Fonu Saymanlığı tarafından desteklenmiştir (Proje No: 97-11-02-03)

** TAEK Ankara Nükleer Tarım ve Hayvancılık Araştırma Merkezi, İstanbul Yolu 30. km, 06983 Saray, Ankara

*** Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 06110 Dışkapı, Ankara
Alınış (Received): 28.02.2001

Giriş

Polifag bir tür olan *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) (Pamuk yaprakkurdu) dünyanın pek çok yerinde rastlanan ve pamuk, mısır, pirinç, tütün, ayçiçeği, yonca, domates, patlıcan, biber, ıspanak, lahana, börtülce ve narenciye olmak üzere pek çok bitkide önemli zararlara yol açabilen bir zararlıdır.

Kitin sentezini engelleme etkileri olan diflubenzuron ve hexaflumuron benzoilfenil üre grubundan insektisitlerdir. Kitin sentezi engelleyicilerinin ilk bileşiği olan diflubenzuron 1970'li yılların başında Philips-Duphar Laboratuvarları'nda geliştirilmiştir (Van Daalen et al., 1972). İnsektisit aktivitesi bulunan diflubenzuron'un bitki tarafından sistemik bir alınımının olmadığı, mide zehiri olduğu, sıcak kanlılara düşük toksisite gösterdiği belirlenmiştir (Mulder & Gijswijt, 1973). Diflubenzuron'dan sonra pek çok benzoilfenil üre sentezlenmeye ve ticari kullanıma sunulmaya başlamıştır. Sentezlenen bu yeni bileşikler de diflubenzuron gibi ovisit ve larvisit etkilere sahiptirler ancak toksisiteleri farklıdır (Degheele et al., 1993). Hexaflumuron ise 1980'lerin başında sentezlenen bir benzoilfenil üre bileşiğidir (Sbragia et al., 1983) ve larvisit etkisinin yanı sıra yüksek ovisit etkisiyle dikkatleri çekmiştir (Leonard et al., 1987). Diflubenzuron genel olarak mide zehiri etkisiyle bilinmekle beraber, *S. littoralis* için kontakt toksisitesinin de olduğu bilinmektedir (Ascher & Nemny, 1976a). Groscurt (1978) da diflubenzuron'un bazen önemli kontakt aktiviteye sahip olduğunu ve genç larvaların yaşlılardan daha duyarlı olduğunu bildirmiştir.

Kitin sentezi engelleyiciler, böceğin deri değiştirme sürecini hızlandırır. Ancak, ilaçtan etkilenen böcekler yeni kütikula sentezini gerçekleştiremez ve eski deriyi atmaya başaramazlar (Reynolds, 1987). Böceklerde ölüm ya eski deriyi atmaya başaramadan (Ascher & Nemny, 1976a) ya da eski deriyi atmaya çalışırken sıvı kaybından meydana gelmektedir (Mulder & Gijswijt, 1973).

Benzoilfenil ürelerin insanlar ve faydalı böceklere toksisitesi organik fosforlu ve sentetik piretroidli bileşiklere oranla daha azdır (Degheele et al., 1993). Bu da kimyasal savaşın çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılmasında, bir alternatif olarak düşünülebilecek, benzoilfenil üreleri değerli kılmaktadır.

Dünyada diflubenzuron ve hexaflumuron'un *S. littoralis* larvalarına etkileri üzerine yapılmış çalışmalarda; bu bileşiklerin diğer benzoilfenil ürelerle toksisitelerinin karşılaştırılması (*S. littoralis* vücudunda dağılımları, parçalanmaları, yarı ömürleri, uygulamadaki durumları), etkinliklerinin bağlı olduğu faktörlerin belirlenmesi (böceğin gelişme dönemi, uygulamadan sonra geçen süre, formülasyon şekilleri, uygulama yöntemi) ve hedef alınmayan organizmalara etkileri gibi başlıklar altında toplanabilecek konular yer almaktadır.

Türkiye'de diflubenzuron ve hexaflumuron, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı'nın Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü tarafından hazırlanan Elma ve Turuncgil Bahçeleri Teknik Talimatları'nda, *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae)

ve *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillaridae) için güvenli olarak kullanılabilir ilaçlar listesindedir (Zeki, 1998; Özkan et al., 1997). Aynı talimatlarda hexaflumuron'un elma bahçelerinde Yaprak galerigüveleri; *Phyllonorycter gerasimovi* (Hg.) (Lepidoptera: Gracillaridae), *Stigmella malella* (Stt.) (Lepidoptera: Stigmellidae), *Lyonetia clerkella* (L.) (Lepidoptera: Lyonetiidae) ve *Leucoptera scitella* Zell. (Lepidoptera: Lyonetiidae)'ya karşı da güvenli kullanılabilir ilaç olduğu yer almaktadır. Göktay & Kısmalı (1990) "Diflubenzuron'un böcekler üzerindeki etkileri" başlıklı derlemelerinde, ülkemizde, diflubenzuron'un Orta Anadolu Bölgesi, Marmara Bölgesi ve Karadeniz Bölgesi elma bahçelerinde *C. pomonella*'ya karşı kullanımıyla ilgili araştırmalar bulunduğunu belirtmişlerdir. Yine diflubenzuron ve hexaflumuron'un doğal düşmanlara etkinliklerine dair çalışmalar da vardır (Kazak & Şekeroğlu, 1996; Yiğit & Uygun, 1986). Ancak bu iki ilacın *S. littoralis* larvalarına etkileriyle ilgili çalışmalara rastlanamamış olması, konunun ülkemizdeki durumunu araştırmamıza yol açmıştır.

Materyal ve Metot

Araştırmada kullanılan Pamuk yaprakkurdu, $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklık, $\%60\pm 5$ oranlı nem ve 16:8 (aydınlık:karanlık) saat ışıklanma koşullarında yetiştirilmiştir. Larvalar maydanoz bitkisiyle, erginler $\%20$ 'lik şekerli su solüsyonuyla beslenmiştir.

Denemelerde diflubenzuron ve hexaflumuron'un ticari preparatları Dimilin 25 WP ve Consult 100 EC kullanılmıştır.

Çalışma, iki farklı ilacın mide zehiri etkilerini ve kontakt toksisitelelerini belirlemek amacıyla 2 farklı yöntemle yürütülmüştür. Yedirme ve bireyleri ilaçlı solüsyona daldırma yöntemleri, 5 ve 10 günlük larvalara uygulanmıştır. Yedirme denemelerinde, seçilen larvalar 24 saat süreyle aç bırakılmışlardır. Farklı dozlarda ilaçların saf suyla yapılan solüsyonlarına 15-20 saniye daldırılan maydanoz yaprakları 1-1.5 saat oda koşullarında kurumaya bırakılmışlardır. Daldırma denemelerinde kullanılan larvalar ise; hazırlanan ilaçlı solüsyonlar içine 2-3 saniye süreyle daldırılmışlardır. Denemeler 3-4 tekerrürlü ve her tekerrürde 10 birey olacak şekilde yürütülmüştür. Sayımlara ilaçlamadan 24 saat sonra başlanmış ve 4 gün boyunca 24 saatte bir kontrol ile devam edilmiştir. Farklı yaşlardaki larvalara diflubenzuron ve hexaflumuron'un etkilerinin karşılaştırılması için, farklı dozlarda meydana gelen ölüm oranları (%) kullanılmıştır. İlaçların etkinliklerinin belirlenmesinde ise, SPSS paket programında Probit Analizi yapılarak LC_{50} değerleri bulunmuştur.

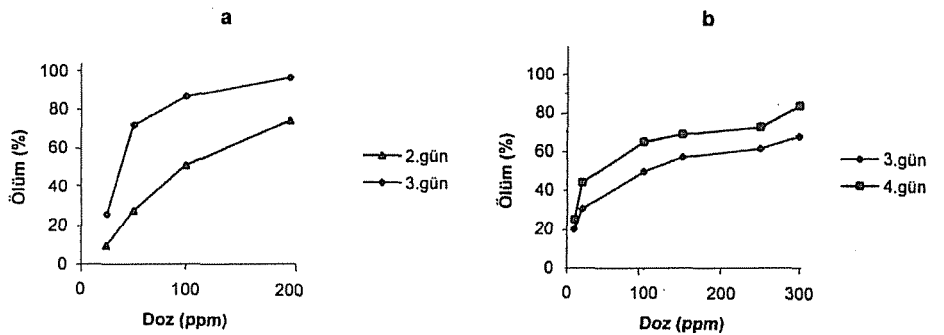
Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Bireyleri Daldırma Yöntemi

S. littoralis'in 5 ve 10 günlük larvalarına diflubenzuron ve hexaflumuron'un kontakt etkilerini belirlemek amacıyla denenen dozlar ve meydana gelen ölüm oranları Cetvel 1'de verilmiştir. Diflubenzuron'un 5 ve 10 günlük larvalara dal-

dırma yöntemiyle denenmesi sonucunda ilk iki günde meydana gelen ölüm oranları son derece düşük olmuştur. Ayrıca, kullanılan tüm dozlarda elde edilen ölümün %50'nin altında olması nedeniyle, Probit Analiz yöntemiyle LC₅₀ değerleri hesaplanamamıştır. Bu da diflubenzuron'un hem 5 hem de 10 günlük *S. littoralis* larvalarına kontakt etkisinin son derece düşük olduğunu göstermiştir. Mulder & Gijswijt (1973) de diflubenzuron'un kesinlikle bir mide zehiri olduğunu, kontakt etkisinin olmadığını vurgulamışlardır. *Pieris brassicae* L. (Lepidoptera: Pieridae)'nin 3. dönem larvalarına topikal aplikasyon (100 µg/larva) ve püskürtme yöntemlerini (1000 mg/l) denediklerinde etkinin görülmediğini bildirmişlerdir. Buna karşın Ascher & Nemny (1976a), diflubenzuron'un *S. littoralis*'in 100 ve 200 mg ağırlığındaki larvalarına kontakt etkisinin olduğunu bildirmektedirler. Bu araştırmacılar petri kaplarına 0.1 ve 0.2 g a.i./m² dozunda diflubenzuron uyguladıklarında 100 mg ağırlığındaki larvalarda sırasıyla, %76 ve %98 ölüm tespit etmişlerdir. Ayrıca 200 mg ağırlığındaki larvaların 100 mg ağırlığındakilerden daha duyarlı olduğunu da belirtmişlerdir. Ancak Cetvel 1'de de görüldüğü gibi, bu çalışmada her ne kadar iki yaş grubunda da %50 üstü ölüm görülmemişse de, ortalama 4 mg ağırlığındaki 5 günlük larvalar, 410 mg ağırlığındaki 10 günlük larvalardan daha duyarlı bulunmuştur. Abid et al. (1978), *Earias insulana* Boisd. (Lepidoptera: Noctuidae)'nin 3. dönem larvalarında, diflubenzuron'un 12.5 µg/larva dozunda topikal aplikasyonundan sonra, 7 gün içinde %42.5 ölüm görüldüğünü bildirmişlerdir. Aynı şekilde Saidy et al. (1989) da diflubenzuron'un 4. dönem *S. littoralis* larvalarına kontakt etkisinin olduğunu ve ölümlerin 3. günden itibaren görülmeye başladığını bildirmektedirler.

Hexaflumuron'un 5 günlük larvalara daldırma yöntemiyle uygulanması sonucunda, 2. günde LC₅₀ değeri 95.69 ppm, 3. günde 37.70 ppm, 10 günlük larvalarda ise, LC₅₀ değeri 3. günde 88.74 ppm, 4. günde 38.87 ppm olarak hesaplanmıştır (Şekil 1). 3. gün LC₅₀ değerlerine dayanarak hexaflumuron'un 5 günlük larvalara 10 günlük larvalardan daha toksik olduğu bulunmuştur (2.35 kat).



Şekil 1. Hexaflumuron'un 5 günlük (a) ve 10 günlük (b) larvalarda daldırma yönteminde meydana getirildiği ölüm oranları.

Hexaflumuron'un daldırma yöntemiyle, 10 günlük *S. littoralis* larvalarında, 1. ve 2. günlerde meydana getirdiği ölüm oranlarının %50'yi aşmaması, 5 günlük larvalarda ise, 1. günde meydana gelen ölümlerin %50'yi aşmaması, 4. günde ise bu oranın 25 ppm hariç, tüm dozlarda aşılması nedeniyle, LC₅₀ değeri hesaplanamamıştır (Cetvel 1).

Diflubenzuron ve hexaflumuron'un her iki yaş grubu için de, meydana getirdikleri ölüm oranları açısından büyük farklılıklar vardır. 5 günlük larvalarda hexaflumuron'un en düşük dozunda (25 ppm) 4. günde görülen ölüm oranı, yaklaşık olarak ancak, diflubenzuron'un en yüksek dozunda (500 ppm) görülebilmektedir (Cetvel 1). Benzer şekilde 10 günlük larvalarda, ortak doz 100 ppm'de 4. günde,

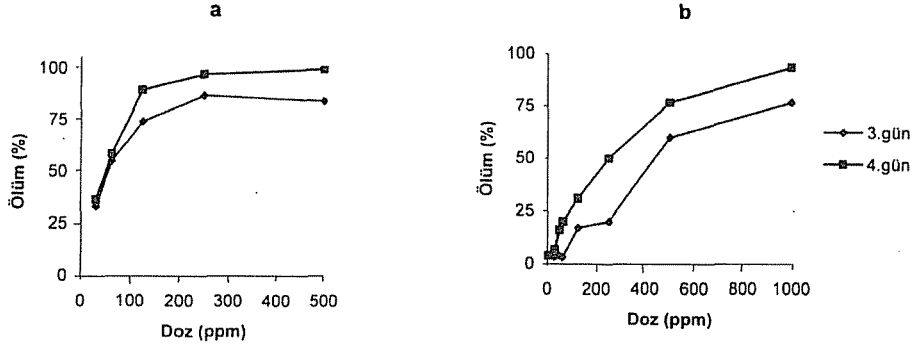
Cetvel 1. Diflubenzuron ve hexaflumuron'un 5 ve 10 günlük larvalarda daldırma yönteminde meydana getirdiği ölüm oranları (%)

| İlaç | Larva yaşı (gün) | Doz (ppm) | 1. gün | 2. gün | 3. gün | 4. gün |
|---------------|---------------------|-----------|--------|--------|--------|--------|
| Diflubenzuron | 5 | 31.25 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | 62.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.33 |
| | | 125.00 | 0.00 | 0.00 | 6.66 | 6.66 |
| | | 250.00 | 0.00 | 0.00 | 13.79 | 20.68 |
| | | 500.00 | 0.00 | 0.00 | 21.42 | 35.71 |
| | | Kontrol | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 10 | 5.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | 50.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 2.04 | 2.04 |
| | | 500.00 | 0.00 | 0.00 | 20.68 | 20.68 |
| | | 1000.00 | 0.00 | 0.00 | 22.22 | 33.33 |
| | | Kontrol | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Hexaflumuron | 5 | 25.00 | 2.00 | 10.00 | 26.00 | 48.00 |
| | | 50.00 | 10.00 | 28.00 | 72.00 | 84.00 |
| | | 100.00 | 12.64 | 51.70 | 87.35 | 97.70 |
| | | 200.00 | 32.50 | 75.00 | 97.50 | 100.00 |
| | | Kontrol | 6.66 | 6.66 | 10.00 | 11.66 |
| | 10 | 10.00 | 2.00 | 16.32 | 20.40 | 25.00 |
| | | 20.00 | 0.00 | 20.40 | 30.61 | 44.18 |
| | | 100.00 | 6.12 | 25.00 | 50.00 | 65.11 |
| | | 150.00 | 7.50 | 32.50 | 57.50 | 69.23 |
| | | 250.00 | 12.24 | 33.33 | 62.06 | 73.07 |
| | | 300.00 | 15.78 | 52.63 | 68.42 | 84.21 |
| | | Kontrol | 0.00 | 2.52 | 3.57 | 5.00 |

diflubenzuron ve hexaflumuron'da görülen ölüm oranları sırasıyla, %2.04 ve %65.11 olmuştur. Yapılan denemelerde bulunan sonuçlar göstermektedir ki; hexaflumuron'un kontakt aktivitesi diflubenzuron'dan hayli yüksektir. Clarke & Jewess (1990), hexaflumuron'un diflubenzuron'a oranla kitin içeriğini engellemede daha az etkili olduğunu ancak, insektisit etkisi bakımından çok daha üstün olduğunu belirtmişlerdir. Granet et al. (1983), diflubenzuron'un kontakt aktivitesinin düşük olduğunu ancak, analoglarının aktivitelerinin farklılık gösterebileceğini ve değişik türler üzerinde etkinliklerinin denenmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Nitekim, Leonard et al. (1987), hexaflumuron (XRD 473)'un *Heliothis virescens* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae) yumurtalarına kontakt aktivitesinin yüksek olduğunu, Ghareeb (1988) ise, *S. littoralis* yumurtalarına triflumuron'un diflubenzuron'dan daha toksik olduğunu göstermişlerdir. Ülkemizde benzoilfenil ürelerden triflumuron'un etkilerini araştıran Altındışli & Kısmalı (1997), ilacın *Lobesia botrana* Den.-Schiff. (Lepidoptera: Tortricidae) yumurtalarının gelişim ve açılım oranlarını etkilediğini, 1. ve 2. dönem larvalarda değişik morfolojik anormalliklere sebep olduğunu bildirmişlerdir. Altındışli & Kısmalı 1998 yılında yaptıkları çalışmalarında ise, *L. botrana*'nın 1. ve 2. dönem larvalarına 40 g/100 l su konsantrasyonundaki triflumuron'u 1 µl/larva dozunda topikal olarak uygulamışlardır. Araştırmacılar triflumuron'un, larva dönemlerinin süresini, dişi ömür uzunluğunu, ovipozisyon süresini, bir dişinin bıraktığı toplam yumurta sayısını ve bu yumurtaların açılma oranlarını etkilediğini belirlemişlerdir.

İlaçlı Bitkileri Yedirme Yöntemi

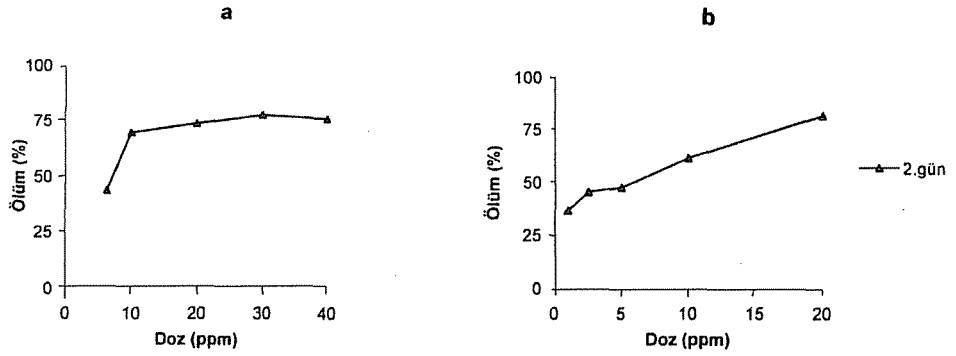
S. littoralis'in 5 ve 10 günlük larvalarına diflubenzuron ve hexaflumuron'un mide zehiri etkilerini belirlemek amacıyla denenen dozlar ve meydana gelen % ölüm oranları Cetvel 2'de verilmiştir. Diflubenzuron'un 5 günlük larvalara, ilaçlı bitkileri yedirme denemelerinin 3. ve 4. günler için hesaplanan LC₅₀ değerleri sırasıyla 51,15 ppm ve 45,22 ppm bulunmuştur (Şekil 2). 10 günlük larvalarda da yine 3. ve 4. gün değerleri 442,75 ve 200,50 ppm'dir (Şekil 2). Her iki yaş grubunda da ilk 2 günde %50 üstü ölüm görülmemiştir. Bu durum diflubenzuron'un etki mekanizmasının yavaş olduğunu, ilerleyen günlerde ölüm oranının doğru orantılı olarak artmasının ise, ilacın böcek vücudunda bozulmadan uzun süre kalabildiği ve atılımın düşük olduğu izlenimini vermektedir. Larva yaşlarına bakılarak LC₅₀ değerleri kıyaslandığında, diflubenzuron'un 5 günlük larvalarda 10 günlük larvalara oranla, 3. gün için 8,60, 4. gün için 4,50 kat daha toksik olduğu belirlenmiştir. Nitekim Ascher & Nemny (1976b) de *S. littoralis*'in genç larvalarının daha duyarlı olduğunu belirtmişlerdir. Guyer & Neuman (1988), diflubenzuron'un *S. littoralis* ve *H. virescens*'in 5. dönem larvalarında LC₅₀ değerlerini belirlemişlerdir. İlaçlı hazır besinle 6 saat boyunca besledikleri *H. virescens* larvalarında LC₅₀ >1000 ppm, hassas *S. littoralis* larvalarında LC₅₀ 180 ppm, organik fosforullara dayanıklı *S. littoralis* larvalarında ise >1000 ppm bulmuşlardır. Radwan et al. (1986) ise, *S. littoralis*'in 4. dönem (6 günlük) larvalarını, diflubenzuron ve triflumuron uygulanmış besinle 24 saat boyunca beslediklerinde, LC₅₀ değerlerini sırasıyla, 64,75 ve 33,53 ppm bulmuşlardır.



Şekil 2. Diflubenzuron'un 5 günlük (a) ve 10 günlük (b) larvalarda yedirme yönteminde meydana getirdiği ölüm oranları

Çetvel 2. Diflubenzuron ve hexaflumuron'un 5 ve 10 günlük larvalarda yedirme yönteminde meydana getirdiği ölüm oranları (%)

| İlaç | Larva yaşı (gün) | Doz (ppm) | Ölüm oranları (%) | | | |
|---------------|------------------|-----------|-------------------|--------|--------|--------|
| | | | 1. gün | 2. gün | 3. gün | 4. gün |
| Diflubenzuron | 5 | 31.25 | 0.00 | 6.66 | 33.33 | 36.66 |
| | | 62.50 | 0.00 | 16.66 | 55.17 | 58.62 |
| | | 125.00 | 7.50 | 41.02 | 74.35 | 89.74 |
| | | 250.00 | 5.12 | 43.58 | 87.17 | 97.43 |
| | | 500.00 | 0.00 | 46.15 | 84.61 | 100.00 |
| | | Kontrol | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | 5.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.00 |
| | 10 | 31.25 | 0.00 | 0.00 | 3.44 | 6.89 |
| | | 50.00 | 0.00 | 0.00 | 4.00 | 16.00 |
| | | 62.50 | 0.00 | 0.00 | 3.33 | 20.00 |
| | | 125.00 | 0.00 | 0.00 | 17.24 | 31.03 |
| | | 250.00 | 0.00 | 0.00 | 20.00 | 50.00 |
| | | 500.00 | 0.00 | 20.00 | 60.00 | 76.66 |
| | | 1000.00 | 1.00 | 26.66 | 76.66 | 93.33 |
| Kontrol | 0.00 | 0.00 | 1.66 | 1.66 | | |
| Hexaflumuron | 5 | 6.25 | 12.00 | 44.00 | 70.00 | 90.00 |
| | | 10.00 | 50.00 | 70.00 | 76.00 | 94.00 |
| | | 20.00 | 56.00 | 74.00 | 80.00 | 98.00 |
| | | 30.00 | 58.00 | 78.00 | 88.00 | 98.00 |
| | | 40.00 | 66.00 | 76.00 | 88.00 | 100.00 |
| | Kontrol | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| | 10 | 1.00 | 0.00 | 36.95 | 56.52 | 58.69 |
| | | 2.50 | 6.25 | 45.83 | 87.50 | 91.60 |
| | | 5.00 | 8.00 | 48.00 | 88.00 | 92.00 |
| | | 10.00 | 18.00 | 62.00 | 90.00 | 94.00 |
| 20.00 | | 42.00 | 82.00 | 92.00 | 100.00 | |
| Kontrol | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |



Şekil 3. Hexaflumuron'un 5 günlük (a) ve 10 günlük (b) larvalarda yedirme yönteminde meydana getirdiği ölüm oranları .

Hexaflumuron'un 5 günlük larvalara yedirme yöntemiyle uygulamasında hızlı ve yüksek oranda ölümler gözlenmiştir (Cetvel 2). LC_{50} değeri 2. gün sonunda, 5,43 ppm gibi diflubenzuron'a oranla oldukça düşük bir dozda bulunmuştur (Şekil 3). 10 günlük larvalarda da benzer bir durum yine 2. günün sonunda LC_{50} 'nin 3.36 ppm bulunmasıyla ortaya çıkmıştır (Şekil 3). Sonuçlar hexaflumuron'un her iki yaş grubuna da son derece toksik olduğunu, ortak dozlar dikkate alındığında, 5 günlük *S. littoralis* larvalarında ölümün daha hızlı meydana geldiğini göstermektedir. Auda et al. (1991), ^{14}C -hexaflumuron'un *S. littoralis*'e *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)'dan 19 kat daha toksik olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar hexaflumuron'un yüksek toksisitesini, ilacın larva içinde tutulmasına bağlamışlardır.

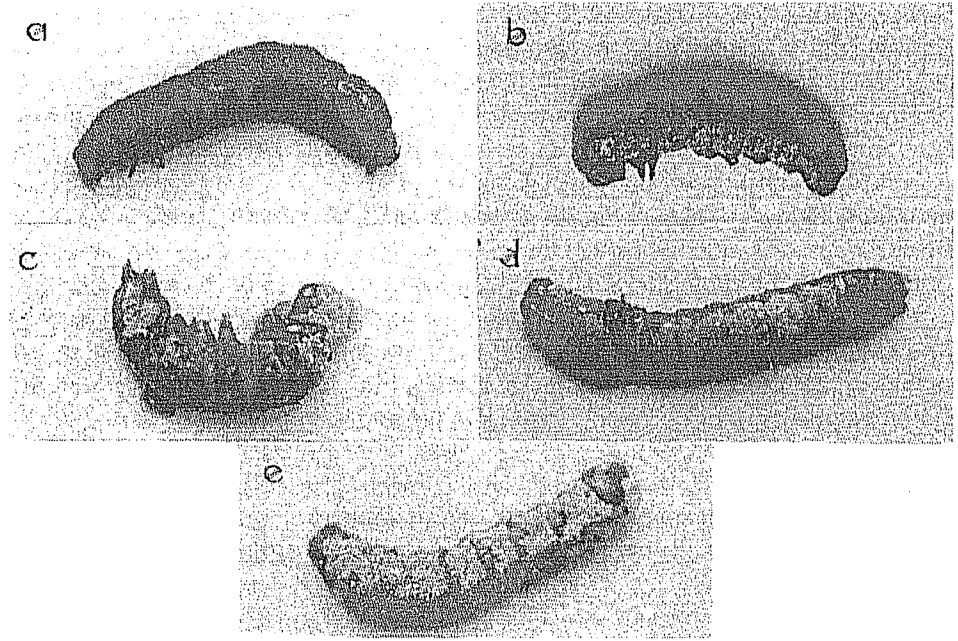
Diflubenzuron ve hexaflumuron'un toksisiteleri açısından farklılıklar, LC_{50} değerlerinden de anlaşılmaktadır. Hexaflumuron insektisit etki bakımından diflubenzuron'dan daha güçlü bulunmuştur. Radwan et al. (1987), 4. dönem *S. littoralis* larvalarında, yedirme yöntemiyle bu iki ilacın 10 ppm'de 72 saat sonunda meydana getirdikleri ölüm oranlarını; diflubenzuron için 58 ± 4.30 , hexaflumuron için 81 ± 9.50 oranında bulmuşlardır. Emam & Degheele (1992), *S. littoralis*'in 1. dönem larvalarında, diflubenzuron'un LC_{50} değerini 31.93 ppm bulurken, hexaflumuron için bu değer, 0.05 ppm bulunmuştur. Yine 3. ve 5. dönem larvalarda, diflubenzuron'un LC_{50} değerleri sırasıyla, 19.45 ve 20.73 ppm iken, hexaflumuron'da oranlar 0.06 ve 0.09 ppm bulunmuştur. Laecke & Degheele (1991) de *S. exigua*'nın 5. dönem larvalarıyla yaptıkları çalışmada benzer sonuçlar bulmuşlardır. Araştırmacılar LC_{50} değerlerine dayanarak, *S. exigua*'nın diflubenzuron'a hexaflumuron'dan daha toleranslı olduğunu belirtmişlerdir (sırasıyla; 15.79 mg/l ve 0.053 mg/l). Degheele et al. (1993) ise, *Spodoptera exempta* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae)'nın 3. dönem larvalarına, diflubenzuron ve hexaflumuron'un toksisitelerinin uygulamayı izleyen günlerde giderek arttığını, hexaflumuron'un diflubenzuron'dan daha toksik olduğunu bildirmişlerdir.

Diflubenzuron ve hexaflumuron'un *S. littoralis* larvalarında, bütün yaş ve yöntem gruplarında meydana getirdikleri belirtiler aynıdır. İlaçları alan bireylerde

deri değiştirme döngüsü başlamış ancak, ölüm deri atılımı sırasında gerçekleşmiştir. Deri atılımı sırasında böceğin eski deriyi atmaya baş kısmından başladığı ve çoğunlukla bunu başaramadan öldüğü gözlenmiştir. Benzer gözlemler Ascher & Nemny (1976a) tarafından da yapılmıştır. Eski deriyi baş kısmından bile atmaya başaramadığı durumlarda böceklerde genel bir kararma (şekil 4a), baş kısmında ise çoğunlukla balon benzeri bir kabarcık ve bunun içinde de koyu renk almış vücut sıvısı görülmektedir. Böceğin bazen de baş kısmından eski deriyi atmaya başardığı ancak, fazla ilerleyemeden öldüğü, kısmi bir kararma (zellikle abdomen segmentlerinde) olduğu gözlenmiştir (şekil 4b). Uygulama dozuna da bağlı olarak, böceğin bazen eski deriyi thorax segmentlerinden de atmaya başardığı (şekil 4c) ancak, yeni oluşan deride anormallikler ve deformasyonlar olduğu, bazı durumlarda ise abdomen segmentlerinden atmaya başaramadığı eski derinin, böceği sıkıştırdığı ve thorax segmentlerinin bu basınç yüzünden şiştiği grlmştir (şekil 4d). Böceklerde bu süre içinde beslenme gözlenmemiştir. İlk 4 günde ölümün görülmediği dozlarda ise böceklerde, özellikle abdomende anormal desenlenmeler, koyu renkli lekeler göze çarpmıştır (şekil 4e). İlaçtan etkilenen böcekler kontroldekilere oranla ya hiç beslenmemişler ya da çok az beslenmişlerdir ve kontroldekilerden daima daha küçük olmuşlardır. **S. littoralis**'in diflubenzuron uygulamasından sonra besin tkretiminde ve büyüme oranında düşüş olduğu, kimi zaman ise hiç beslenmedikleri ve açlıktan öldükleri daha önceki çalışmalarda da gözlenmiş bir sonuçtur (Radwan et al., 1986; Neuman & Guyer, 1987).

Denemelerden elde edilen sonuçlara göre, kitin sentezi engelleyicilerinden diflubenzuron'un **S. littoralis** larvalarında erken dönemde ve yedirme yöntemiyle daha etkili olduğu bulunmuştur. Ancak diflubenzuron'un etkili olan dozları bir hayli yüksek olduğundan, ilaç maliyeti ile beklenen fayda arasındaki ilişkinin bilinmesi gerekmektedir. Ayrıca diflubenzuron'un bu çalışmada kullanılan WP formülasyonunda kemenin fazla olduğu gözlenmiştir. Bunun da, aynı formülasyonun kullanılarak yapılacağı, tarla veya sera ilalamalarında sorun yaratabileceği düşünülmektedir. Ascher & Nemny (1976b) de diflubenzuron'un WP formülasyonunun **S. littoralis** larvalarına yedirildiğinde, EC formülasyonundan daha az etkili olduğunu belirtmişlerdir. Bir diğer ilaç olan hexaflumuron'da ise 10 günlük larvalarda yedirme yöntemi en etkili yöntem ve yaş olarak bulunmasına karşın, 5 günlük larvalara da benzer oranda toksik bulunmuştur. Her iki ilaçta da kontakt etkinin görüldüğü dozlarda, aynı ilacın yedirme dozlarından oldukça yüksek bulunmuştur. İlacı alan böceklerin daha az veya hiç beslenmedikleri, kitin sentezi engelleyicilerinin orta barsaktaki peritrofik membranı etkiledikleri de bilinmektedir (Neuman & Guyer, 1987). Bu bilgiler de, ilaçların mide zehiri olarak kullanıldığında daha başarılı sonuçlar alınacağını göstermektedir.

Genel olarak her iki preparatın da 5 günlük larvalara daha etkili olması, erken dönemde, yani yumurta açılımını izleyen birkaç günde, uygulama yapılmasının daha başarılı sonuçlar almak açısından uygun olacağını göstermektedir. **S. littoralis** ve ısınıcı-çiğneyici ağız parçalarına sahip diğer türlerin, yumurta açılımını takiben oburca beslenmeye başladıkları ve ilerleyen dönemlerde de zararlarının giderek arttığı bilinen bir gerçektir. Bu nedenle; preparatların böceğin



Şekil 4. Diflubenzuron ve hexaflumuron'un *S. littoralis* larvalarında meydana getirdiği belirtiler.

yoğun zarara başlamadığı erken dönemde daha etkili olması bir avantaj olarak görünmektedir.

Özet

Bu çalışmada, kitin sentezi engelleyicilerinden diflubenzuron ve hexaflumuron'un, önemli bir pamuk zararlısı olan *Spodoptera littoralis* (Boisd.) larvalarına etkileri araştırılmıştır.

S. littoralis'in 5 ve 10 günlük larvalarına bireyleri daldırma ve ilaçlanmış besinle yedirme yöntemleriyle uygulamalar yapılmıştır. Diflubenzuron, daldırma yöntemiyle uygulandığında, hem 5 hem de 10 günlük larvalar üzerinde 4 gün boyunca %50 üstü ölüm meydana getirememiştir. Hexaflumuron'un daldırma yöntemiyle, 5 günlük larvalarda 2. günde LC₅₀ değeri 95.69 ppm, 3. günde ise 37.70 ppm, 10 günlük larvalarda ise, LC₅₀ 3. günde 88.74 ppm, 4. günde 38.87 ppm olarak bulunmuştur.

İlaçlı besini yedirme yönteminde 5 günlük larvalara, diflubenzuron'un hesaplanan LC₅₀ değerleri 3. gün için 51.15 ppm, 4. gün için 45.22 ppm bulunmuştur. 10 günlük larvalarda ise, bu değerler 3. gün 442.75 ppm, 4. gün 200.50 ppm bulunmuştur. Hexaflumuron'un yedirme yöntemiyle 5 ve 10 günlük larvalarda 2. gün sonunda LC₅₀ değerleri sırasıyla, 5.43 ve 3.36 ppm olarak bulunmuştur.

Araştırma sonucunda, ilaçlanmış bitkileri yedirme yönteminin bireyleri daldırma yönteminden, her iki ilaç için de, daha etkili olduğu, 5 günlük larvaların genelde ilaçlara daha duyarlı olduğu ve ilaçların etkinliklerinin uygulamayı izleyen günlerde giderek arttığı belirlenmiştir.

Araştırmada, diflubenzuron'un her iki yöntem için de hexaflumuron'dan daha az etkili olduğu belirlenmiştir.

Literatür

- Abid, M.K., A. Ghobrial, H.S. Elhaideri & S.A. Abs, 1978. Dimilin (TH-6040): effects on the Spiny Bollworm, *Earias insulana* Boisd. (Lepidoptera: **Phalaenidae**). **Z. Ang. Ent.**, **85**: 321-324.
- Altındaşlı, F.Ö. & Ş. Kısmalı, 1997. "Effects of insect growth regulator (Triflumuron 25 WP) and juvenile hormone analogue (Hydroprene) on the eggs and larvae of the European Grapevine Moth (*Lobesia botrana* Den.-Schiff), abstract." International Table & Raisin Grape Symposium (26 November - 5 December 1997, Cape Town, South Africa), Programme, Abstracts and Technical Tours Information.
- Altındaşlı, F.Ö. & Ş. Kısmalı, 1998. "An experiment on the effects of triflumuron (Alsystin 25 WP) against some biological stages of *Lobesia botrana* Den.-Schiff. Proceedings of the VIth European Congress of Entomology (23 - 29 August 1998, Ceské Budejovice, Czech Republic), Book of Abstracts.
- Ascher, K.R.S. & N.E. Nemny, 1976a. Contact activity of diflubenzuron against *Spodoptera littoralis* larvae. **Pestic. Sci.**, **7**: 447-452.
- Ascher, K.R.S. & N.E. Nemny, 1976b. Toxicity of the chitin synthesis inhibitors, diflubenzuron and its dichloro-analogue, to *Spodoptera littoralis* larvae. **Pestic. Sci.**, **7**: 1-9.
- Auda, M., M.F. El-Saidy & D. Degheele, 1991. Toxicity, retention and distribution of [¹⁴C]hexaflumuron in the last larval instar of *Leptinotarsa decemlineata*, *Spodoptera littoralis* and *Spodoptera exigua*. **Pestic. Sci.**, **32** (4): 419-426.
- Clarke, S.B. & P.J. Jewess, 1990. The inhibition of chitin synthesis in *Spodoptera littoralis* larvae by flufenoxuron, teflubenzuron and diflubenzuron. **Pestic. Sci.**, **28**: 357-365.
- Degheele, D., S.X. Yi & C. Bai, 1993. Toxicity of benzoylphenyl ureas to the African Army worm *Spodoptera eximpta*. **Crop Protection**, **12**: 35-38.
- Emam, A.K. & D. Degheele, 1992. Comparative toxicity of six benzoylphenyl ureas to the larval stage of *Spodoptera littoralis*. **Int. Sym.on Crop Protec.**, **57** (3A): 833-837.
- Ghareeb-El, A.R.M., 1988. Comparative ovicidal and larvicidal activity of some benzoylphenyl ureas to *Spodoptera littoralis*. **Assiut Journal of Agricultural Sciences (Egypt)**, **19** (2): 148-155.
- Granett, J., B. Bisabri-Ershadi & M.J. Hejazi, 1983. Some parameters of benzoylphenyl urea toxicity to Beet Armyworms (Lepidoptera: Noctuidae). **J. of Econ. Ent.**, **76**: 399-402.
- Groscurt, A.C., 1978. Diflubenzuron: Some aspects of its ovicidal and larvicidal mode of action and evaluation of its practical possibilities. **Pestic. Sci.**, **9**: 373-386.
- Göktay, M. & Ş. Kısmalı, 1990. Diflubenzuron'un böcekler üzerindeki etkileri. **Türk. Entomol. derg.**, **14** (1): 53-64.
- Guyer, W. & R. Neumann, 1988. Activity and fate of chlorfluazuron and diflubenzuron in the larvae of *Spodoptera littoralis* and *Heliothis virescens*. **Pestic. Biochem. and Physiol.**, **30**: 166-177.
- Kazak, C. & E. Şekeroğlu, 1996. "Bazı tarımsal savaş ilaçlarının daldırma yöntemi ile avcı akar *Phytoseiulus persimilis* Athios-Henriot (Acarina: Phytoseiidae)'e etkilerinin belirlenmesi, s. 639-647", Türkiye 3. Entomoloji Kongresi (24-28 Eylül 1996, Ankara) Bildirileri, Ankara Üniversitesi Basımevi, 1997, 716 s.
- Laecke, K. & D. Degheele, 1991. Detoxification of diflubenzuron and teflubenzuron in the larvae of the Beet Armyworm (*Spodoptera exigua*) (Lepidoptera: Noctuidae). **Pestic. Biochem. and Phys.**, **40**: 181-190.

- Leonard, P.K., M.N. Riches, & M. Howard, 1987. Extended summaries pesticide group symposium acylurea insecticides. **Pestic. Sci.**, **20**: 157-159.
- Mulder, R. & M.J. Gijswijt, 1973. The laboratory evaluation of two promising new insecticides which interfere cuticle deposition. **Pestic. Sci.**, **4**: 737-745.
- Neumann, R. & W. Guyer, 1987. Biochemical and toxicological differences in the modes of action of benzoylphenyl ureas. **Pestic. Sci.**, **20**: 147-156.
- Özkan, A., A. Önuçar, R. Yumruktepe, H. Pala, & O. Gönen, 1997. Turunçgil Bahçelerinde Entegre Mücadele Teknik Talimatı. T.C. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Ankara, 73 s.
- Radwan, H.S.A., O.M. Assal, G.E. Ghar-El-Abo, M.R. Riskallah, & M.T. Ahmed, 1986. Some aspects of the action of diflubenzuron and triflumuron on food consumption, growth rate and food utilization by *Spodoptera littoralis* larvae. **Insect Physiol.**, **32** (2): 103-107.
- Radwan, H.S.A., G.E. Ghar-El-Abo, & Z.A. Bermawy-El, 1987. Joint action of benzoylphenyl ureas in binary mixtures against larvae of the cotton leafworm *Spodoptera littoralis*. **Phytoparasitica**, **15**(4): 269-276.
- Reynolds, S.E., 1987. The cuticle, growth and moulting in insects: the essential background to the action of acylurea insecticides. **Pestic. Sci.**, **20**: 131-146.
- Saidy-El, M.F., M. Auda, & D. Degheele, 1989. Detoxification mechanisms of diflubenzuron and teflubenzuron in the larvae of *Spodoptera littoralis* (Boisd.). **Pestic. Biochem. and Physiol.**, **35**: 211-222.
- Sbragia, R.J., B. Bisabri-Ershadi, R.H. Rigterink, D.P. Clifford, & R. Dutton, 1983. XRD-473 a new acylurea insecticide effective against *Heliothis*. Proc.10th Int. Congress Plant Prot: Protection for Human Welfare 1, 417-424.
- Van Daalen, J.J., J. Meltzer, R. Mulder & K. Wellinga, 1972. A new insecticide with a novel mode of action. *Naturwissenschaften*, 59: 312-313.
- Yiğit, A. & N. Uygun, 1986. "Elma bahçelerinde kullanılan bazı tarımsal ilaçların avcı böcek *Stethorus punctillum* Weise (Col.: Coccinellidae)'a etkileri üzerinde araştırmalar, s. 423-434", Türkiye I. Biyolojik Mücadele Kongresi (12-14 Şubat 1986, Adana) Bildirileri, Çukurova Üniversitesi Basımevi, 476 s.
- Zeki, C., 1998. Elma Bahçelerinde Entegre Mücadele Teknik Talimatı. T.C. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Ankara, 81 s.