

***Leptinotarsa decemlineata* (Say)**  
(Coleoptera: Chrysomelidae)'nın değişik  
populasyonlarının, bazı insektisitlere karşı  
duyarlılığının belirlenmesi üzerinde  
araştırmalar\*

Cem ERDOĞAN\*\*

M. Oktay GÜRKAN\*\*

**Summary**

**Investigations on the susceptibilities of different colarado potato  
beetle (*Leptinotarsa decemlineata*) (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae)  
populations against some insecticides**

In this study, changes in susceptibility levels in Colorado Potato Beetle (CPB) against 6 different insecticides, belonging to 4 different groups were investigated on the individuals collected from 3 major potato producing districts of Türkiye, i.e. Bolu, Nevşehir and Tekirdağ. Insecticides used during this study were azinphosmethyl and chlorpyrifos-ethyl (organophosphates), cypermethrin and deltamethrin (pyrethroids), endosulfan (chlorinated hydrocarbons) and carbofuran (carbamate).

Adults and 3rd instar larvae of CPB were treated topically. According to the results, the resistance ratio for azinphosmethyl 11.24, 8.99 and 9.04 fold; for carbofuran 5.29, 3.82 and 6.83 fold; for deltamethrin 225.92, 58.83 and 90.42 fold and for endosulfan 15.24, 17.58 and 45.46 fold found in the CPB populations of Bolu, Nevşehir and Tekirdağ respectively.

**Key words:** Insecta, *Leptinotarsa decemlineata*, insecticide resistance

**Anahtar sözcükler:** Insecta, *Leptinotarsa decemlineata*, insektisit direnci

\* Araştırma, 26.09.1996 tarihinde kabul edilen Yüksek Lisans tezinin bir bölümüdür.

\*\* A.Ü. Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 06110, Dışkapı, Ankara

Alınış (Received): 04.08.1997

## Giriş

Ülkemizde birçok yerde geniş ekiliş alanı bulabilen patates, içerdiği nişasta nedeniyle de halkımızın beslenmesinde önemli bir yer tutmaktadır. 1994 yılı istatistiklerine göre 190.000 ha ekiliş alanı, 4.350.000 ton üretim, 22.894 kg/ha verim sağlanmıştır (Anonymus, 1995a).

Patatesin ana zararlısı olan *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Patates böceği)'nin hem ergini, hem de larvaları patates bitkisinin yapıları ile beslenmekte ve eğer mücadele yapılmazsa bitkiyi tamamen yapraksız bırakabilmektedir. Ülkemizde hem iç, hem de dış karantinaya dahil olmasına rağmen, bu türün yayılışı önlenememiştir. Patates böceğinin, *Doryphorophaga doryphorae* Dil., *D. aberrans* Town., *Perillus bioculatus* Fabr. türleri predatör olarak; *Beauveria effusa* Vuill., *B. doryphorae* Poisson, *B. bassiana* Vuill. türleri de zararlı hastalık yapan etmenler olarak gösterilmekteyse de bu türler Türkiye'de saptanamamıştır (Anonymus, 1995b). Bu nedenle, diğer patates yetiştirilen ülkelerde olduğu gibi Türkiye'de de mücadelesi kimyasal mücadele olarak yapılmaktadır.

DDT'nin böcek öldürücü özelliğinin bulunuşu, modern kimyasal savaşında yeni bir çığır açmıştır. Yoğun ve çoğu zaman da bilinçsiz ilaç kullanımının doğurduğu ve modern tarımın yüzyüze kaldığı en önemli sorunlardan birisi de zararlılarda insektisitlere karşı ortaya çıkan dirençtir. Böceklerde direnç terimi, ilk kez (1914) Malender adlı bir araştırmacı tarafından *Quadraspidiotus perniciosus* (Comst.) (Homoptera: Diaspididae)'da polisülfüre karşı görülen direnç için kullanılmıştır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'ne göre direnç "normal bir populasyondaki bireylerin çoğunu öldürdüğü tesbit edilen zehirli bir maddenin, belirli bir dozuna karşı, aynı türden diğer bir populasyondaki bireylerin hoşgörüsü (tolerans) kazanma yeteneğinin gelişmesi" olarak tanımlanmaktadır. 1946 yılına kadar, toplam 11 böcek türünde insektisitlere karşı direnç saptanmıştır. Bu sayı, 1970'de 244 türe yükselmiştir (Toros ve Maden, 1991). Georghiou and Saito (1983), 14 takım ve 83 familyadan 428 değişik böcek ve akar türünün o zamana kadar direnç geliştirdiğinin bilindiğini, bunlardan 260'ının da tarımsal öneme sahip organizmalar olduklarını kaydetmişlerdir. Morgan et al. (1993), 1990 yılı Amerikan Kimyacılar Derneği (A.C.S.)'nin kayıtlarına göre 504 böcek ve akar türünün, 273 yabancı ot türünün ve 150 bitki patojen türünün (çoğunluğu fungus) bir ya da birden fazla pestisite karşı dirençli olduğunun bilindiğinden bahsetmektedirler.

Patates böceğinin, mücadelesinde kullanılmak üzere ruhsatlandırılan bütün gruplardan insektisitlere karşı, direnç geliştirme yeteneğinde olduğu, birçok araştırmacı tarafından belirtilmektedir (Harris and Turnbull, 1986; Heim et al., 1990; Tisler and Zehnder, 1990; Ionnidis et

al., 1991, 1992; Wierenga and Hollingworth, 1993). Patates böceği, "tehlikeli" olarak insektisit direnci geliştiren 13 böcek ve akar türünden bir tanesidir (Weisz et al., 1994). Amerika Birleşik Devletleri'nin Kuzeydoğusu'nda patates böceği insektisitlere karşı direnç geliştirdiğinden, üreticilerin bazen bu zararlıyı ekonomik zarar seviyesinin altında tutabilmek için insektisit uygulama sayısını 12'ye çıkarttıkları kaydedilmiştir (Ferro and Boiteau, 1993). Bazı araştırmacılar, aynı yerde 20'den fazla insektisit, Patates böceğine karşı direnç gösterdiklerinden bahsetmektedirler (Silcox et al., 1985). Ülkemizde zaman zaman bazı pestisitlerin patates böceği kontrolünde etkisizliğinden söz edilmektedir. Bu etkisizliğin, bir direnç oluşumu ile ilgili olup olmadığı konusunda çalışmalar yapılması gerekliliği söz konusudur.

Elde edilen sonuçların, gereksiz ilaç uygulamaları ve ekonomideki gereksiz kayıpları önleyeceğine, pratikte yararlı olabileceği düşünülen bazı fikirlerin ortaya çıkarılmasına yardımcı olacağına inanılmaktadır.

### **Materyal ve Metot**

Araştırmanın ana materyalini, *L. decemlineata* ile ülkemizde bu böceğe karşı ruhsatlandırılmış 4 farklı gruptan 6 değişik aktif madde oluşturmaktadır. Bu aktif maddeler, azinphosmethyl (% 98.6 saflıkta), chlorpyriphos-ethyl (% 98.6 saflıkta) (organik fosforular); cypermethrin (% 91.7 saflıkta), deltamethrin (% 98.8 saflıkta) (sentetik piretroitler); carbofuran (% 99.5 saflıkta) (karbamatlı) ve endosulfan (% 98.41 saflıkta) (klorlandırılmış hidrokarbonlu)'dır.

Bu çalışmada kullanılan patates böceği populasyonları, Orta Anadolu Bölgesi'ni temsilen Nevşehir, Trakya Bölgesi'ni temsilen Tekirdağ ve Batı Karadeniz Bölgesi'ni temsilen de Bolu ilinden toplanarak laboratuvara getirilmiş ve kültüre alınmıştır. Patates böceklerinin yetiştirilmesi, Gürkan ve Kılınçer (1987)'e göre yapılmıştır. Zararlı, 25±1°C sıcaklık, % 60-70 oranlı nem ve 18 saat aydınlık, 6 saat karanlık koşullara ayarlanmış iklim dolabında yetiştirilmiştir. Ergin ve larvaların beslenmesi için taze patates yaprakları kullanılmıştır. Bu amaçla "Marfona" adlı tohumluk patates çeşidi, bahçede ve serada yetiştirilmiştir. Uygulamalar topikal aplikasyon yöntemi ile patates böceğinin hem ergini hemde III. dönem larvalarına yapılmıştır. Aktif maddeler aseton'da (Merck) çözülmüş ve her altı aktif madde için uygulandığı ergin ve larva populasyonunda, % 20-80 arasında ölüm oluşturan dozlar saptanmıştır. Dozlar, değişik populasyonlar için, çok sayıda ön deneme ile belirlenmiştir.

Her bir populasyon için, uygulama öncesi rastgele seçilen 20 larva ve ergin tartılarak, ortalama ağırlıkları belirlenmiştir. Dozlar, erginlerin II. abdomen sternitinden, III. dönem larvaların ise pronotum'undan 1 µl olarak uygulanmıştır. Kontroldeki bireylere ise sadece aseton uygulan-

muştur. Denemelerde her doz 5 tekerrürlü olarak denenmiş ve bir tekerrürde 10 adet birey (ergin ve III. dönem larva) kullanılmıştır. İlaç uygulamaları küçük dozdan büyük doza doğru olmuş ve her uygulama sonrası enjektör aseton ile yıkanmıştır. Uygulama yapılan bireyler, 10'lu gruplar halinde, içinde besin bulunan 4 cm çapında ve 8 cm yüksekliğindeki kavanozlara alınarak, 16: 8 (aydınlık : karanlık) ışıklanma, 25 ± 1°C sıcaklık ve % 60-70 oranlı nem koşullarında iklim dolabına yerleştirilmişlerdir. Uygulama yapılan bireylere her gün taze patates yaprağı verilmiştir. Larvalarda 72 erginlerde ise 144 saatlik sürenin sonunda yapılan ölü-canlı sayımları sonucunda, Abbott formülü ile % etkiler hesaplanmıştır. Bu değerlerden "Probit Analiz Yöntemi" (Finney, 1964) ile LD<sub>50</sub> ve LD<sub>90</sub> değerleri populasyonlar için ayrı ayrı bulunmuştur.

### Sonuçlar ve Tartışma

Bu çalışma, 1994-1996 tarihleri arasında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümünde yürütülmüştür. Çalışma, ülkemizin patates yetiştiriciliği yapılan üç önemli bölgesinden toplanan populasyonların ilaçlara hassasiyet bakımından karşılaştırılmasını içermektedir. Bolu, Nevşehir ve Tekirdağ illerinden alınan patates böceklerinin III. dönem larvalarına karşı azinphosmethyl, chlorpyrifos-ethyl (organik fosforular grubu), cypermethrin, deltamethrin (sentetik piretroitler grubu), endosulfan (klorlandırılmış hidrokarbonlular grubu), carbofuran (karbamatlılar grubu), etkili maddelerinin probit analiz uygulaması ile elde edilen LD<sub>50</sub> ve LD<sub>90</sub> değerleri Cetvel 1'de verilmektedir.

Cetvel 1. Üç farklı ilde, 6 farklı aktif maddenin patates böceğinin III. dönem larvaları üzerindeki toksisite değerleri

İnsektisit	İl	Eğim ± SH	LD <sub>50</sub> ug/böcek (% 95 G.A.)	LD <sub>90</sub> ug/böcek (% 95 G.A.)
Azinphosmethyl	Bolu	*2.28±0.36	0.087 (0.071-0.103)	0.318 (0.235-0.543)
Azinphosmethyl	Nevşehir	*2.08±0.36	0.286 (0.238-0.350)	1.180 (0.790-2.552)
Azinphosmethyl	Tekirdağ	*5.13±0.83	0.374 (0.347-0.406)	0.666 (0.568-0.892)
Chlorpyrifos-ethyl	Bolu	*2.48±0.37	0.111 (0.095-0.131)	0.366 (0.269-0.623)
Chlorpyrifos-ethyl	Nevşehir	*4.57±0.64	0.316 (0.288-0.344)	0.603 (0.519-0.772)
Chlorpyrifos-ethyl	Tekirdağ	*2.48±0.41	0.228 (0.194-0.268)	0.751 (0.545-1.369)
Cypermethrin	Bolu	*4.27±0.63	0.059 (0.053-0.065)	0.118 (0.101-0.155)
Cypermethrin	Nevşehir	*2.79±0.42	0.043 (0.037-0.050)	0.125 (0.096-0.197)
Cypermethrin	Tekirdağ	*4.71±0.63	0.073 (0.067-0.079)	0.136 (0.117-0.174)
Deltamethrin	Bolu	4.15±0.63	0.032 (0.029-0.036)	0.066 (0.055-0.090)
Deltamethrin	Nevşehir	4.79±0.70	0.050 (0.046-0.054)	0.092 (0.078-0.121)
Deltamethrin	Tekirdağ	4.44±0.64	0.064 (0.059-0.070)	0.125 (0.107-0.164)
Endosulfan	Bolu	2.86±0.42	0.113 (0.098-0.129)	0.317 (0.245-0.491)
Endosulfan	Nevşehir	3.74±0.54	0.057 (0.051-0.064)	0.126 (0.103-0.176)
Endosulfan	Tekirdağ	3.80±0.54	0.380 (0.342-0.423)	0.827 (0.683-1.142)
Carbofuran	Bolu	3.34±0.49	0.065 (0.058-0.074)	0.159 (0.125-0.239)
Carbofuran	Nevşehir	3.14±0.49	0.068 (0.060-0.078)	0.175 (0.134-0.282)
Carbofuran	Tekirdağ	4.54±0.72	0.074 (0.068-0.081)	0.142 (0.121-1.191)

\* Yapılan paralellik testine göre aradaki fark önemli bulunmuştur (p < 0.05)

Cetvel 1 incelendiğinde, Bolu, Nevşehir, Tekirdağ illerinde; Azinphosmethyl'in LD<sub>50</sub> değerleri sırası ile, 0.087, 0.286, 0.374 µg/böcek; LD<sub>90</sub> değerleri ise, 0.318, 1.180, 0.666 µg/böcek olarak bulunmuştur. Her üç ildeki log LD<sub>50</sub> değerlerinin kıyaslanması sonucu, bu ilacın toksisitesinin en yüksek olduğu populasyon, Bolu ili populasyonu olarak belirlenmiştir. Chlorpyrifos-ethyl'in LD<sub>50</sub> değerleri sırası ile, 0.111, 0.316, 0.228 µg/böcek; LD<sub>90</sub> değerleri ise, 0.366, 0.603, 0.751 µg/böcek olarak bulunmuştur. Her üç ildeki log LD<sub>50</sub> değerlerinin kıyaslanması sonucu, bu ilacın toksisitesinin en yüksek olduğu populasyon, Bolu ili populasyonu olarak belirlenmiştir. Cypermethrin'in LD<sub>50</sub> değerleri sırası ile, 0.059, 0.043, 0.073 µg/böcek; LD<sub>90</sub> değerleri ise, 0.118, 0.125, 0.136 µg/böcek olarak bulunmuştur. Her üç ildeki log LD<sub>50</sub> değerlerinin kıyaslanması sonucu, bu ilacın toksisitesinin en yüksek olduğu populasyon, Nevşehir ili populasyonu olarak belirlenmiştir. Deltamethrin'in LD<sub>50</sub> değerleri sırası ile, 0.032, 0.050, 0.064 µg/böcek; LD<sub>90</sub> değerleri ise, 0.066, 0.092, 0.125 µg/böcek olarak bulunmuştur. Her üç ildeki log LD<sub>50</sub> değerlerinin kıyaslanması sonucu, bu ilacın toksisitesinin en yüksek olduğu populasyon, Bolu ili populasyonu olarak belirlenmiştir. Endosulfan'ın LD<sub>50</sub> değerleri sırası ile, 0.113, 0.057, 0.380 µg/böcek; LD<sub>90</sub> değerleri ise, 0.317, 0.126, 0.827 µg/böcek olarak bulunmuştur. Her üç ildeki log LD<sub>50</sub> değerlerinin kıyaslanması sonucu, bu ilacın toksisitesinin en yüksek olduğu populasyon, Nevşehir ili populasyonu olarak belirlenmiştir. Carbofuran'ın LD<sub>50</sub> değerleri sırası ile, 0.065, 0.068, 0.074 µg/böcek; LD<sub>90</sub> değerleri ise, 0.159, 0.175, 0.142 µg/böcek olarak bulunmuştur. Her üç ildeki log LD<sub>50</sub> değerlerinin kıyaslanması sonucu, bu ilacın toksisitesinin en yüksek olduğu populasyon, Bolu ili populasyonu olarak belirlenmiştir. Yapılan paralellik testi sonucu deltamethrin, endosulfan ve carbofuran için üç ildeki probit regresyon doğruları birbirlerine paralel bulunmuştur (p>0.05). Azinphosmethyl, chlorpyrifos-ethyl ve cypermethrin için üç ildeki probit regresyon doğruları birbirlerine paralel bulunmamıştır (p<0.05).

Bolu, Nevşehir ve Tekirdağ illerinden alınan Patates böceği erginlerine karşı azinphosmethyl, chlorpyrifos-ethyl, cypermethrin, deltamethrin, endosulfan, carbofuran etkili maddelerinin probit uygulaması ile elde edilen LD<sub>50</sub> ve LD<sub>90</sub> değerleri Cetvel 2'de verilmektedir.

Cetvel 2. Üç farklı ilde, 6 farklı aktif maddenin ergin Patates böceklerinin üzerindeki toksisite değerleri

Insektisit	İl	Eğim ± SH	LD <sub>50</sub> µg/böcek (% 95 G.A.)	LD <sub>90</sub> µg/böcek (% 95 G.A.)	Direnç oranı
Azinphosmethyl	Bolu	*12.39±1.98	3.373 (3.252-3.478)	4.283 (4.044-4.750)	**11.24
Azinphosmethyl	Nevşehir	*5.17±0.77	2.699 (2.497-2.913)	4.775 (4.137-6.127)	**8.99
Azinphosmethyl	Tekirdağ	*5.48±2.88	2.713 (2.500-2.909)	4.649 (4.099-5.785)	**9.04
Chlorpyrifos-ethyl	Bolu	9.30±1.41	4.894 (4.684-5.103)	6.721 (6.208-7.726)	
Chlorpyrifos-ethyl	Nevşehir	9.15±1.40	4.966 (4.756-5.187)	6.855 (6.306-7.952)	
Chlorpyrifos-ethyl	Tekirdağ	14.15±2.25	3.941 (3.827-4.050)	4.854 (4.605-5.341)	
Cypermethrin	Bolu	2.94±0.42	1.153 (1.004-1.318)	3.148 (2.465-4.766)	
Cypermethrin	Nevşehir	2.54±0.44	0.835 (0.710-0.972)	2.668 (1.960-4.823)	
Cypermethrin	Tekirdağ	2.76±0.41	1.149 (0.994-1.327)	3.353 (2.558-5.368)	
Deltamethrin	Bolu	*5.45±0.83	2.711 (2.497-2.908)	4.660 (4.105-5.811)	***225.92
Deltamethrin	Nevşehir	*3.72±0.53	0.706 (0.631-0.784)	1.560 (1.296-2.136)	***58.83
Deltamethrin	Tekirdağ	*2.57±0.41	1.085 (0.926-1.263)	3.421 (2.547-5.852)	***90.42
Endosulfan	Bolu	*2.77±0.42	1.222 (1.060-1.415)	3.549 (2.689-5.796)	****15.24
Endosulfan	Nevşehir	*4.25±0.64	1.398 (1.276-1.540)	2.800 (2.332-3.858)	****17.58
Endosulfan	Tekirdağ	*19.47±2.83	3.902 (3.824-3.983)	4.541 (4.371-4.847)	****45.46
Carbofuran	Bolu	*2.46±0.44	0.953 (0.801-1.112)	3.167 (2.294-6.020)	*****5.29
Carbofuran	Nevşehir	*5.66±0.83	0.689 (0.638-0.737)	1.160 (1.027-1.429)	*****3.82
Carbofuran	Tekirdağ	*2.35±0.39	1.229 (0.748-2.155)	4.304 (2.341-14.834)	*****6.83

\* Yapılan paralellik testine göre aradaki fark önemli bulunmuştur.

\*\* Forgash (1981)'dan alınan LD<sub>50</sub> değeri ile kıyaslanarak bulunmuştur.

\*\*\* Ünal ve Uğurlu (1994)'dan alınan LD<sub>50</sub> değeri ile kıyaslanarak bulunmuştur.

\*\*\*\* Johnston and Sandvol (1986)'dan alınan LD<sub>50</sub> değeri ile kıyaslanarak bulunmuştur.

\*\*\*\*\* Ioannidis et al (1992)'dan alınan LD<sub>50</sub> değeri ile kıyaslanarak bulunmuştur.

Cetvel 2 incelendiğinde, Bolu, Nevşehir, Tekirdağ illerinde; Azinphosmethyl'in LD<sub>50</sub> değerleri sırası ile, 3.373, 2.699, 2.713 µg/böcek; LD<sub>90</sub> değerleri ise, 4.283, 4.775, 4.649 µg/böcek olarak bulunmuştur. Her üç ildeki log LD<sub>50</sub> değerlerinin kıyaslanması sonucu, bu ilacın toksisitesinin en yüksek olduğu populasyon, Nevşehir ili populasyonu olarak belirlenmiştir. Chlorpyrifos-ethyl'in LD<sub>50</sub> değerleri sırası ile, 4.894, 4.966, 3.941 µg/böcek; LD<sub>90</sub> değerleri ise, 6.721, 6.855, 4.854 µg/böcek olarak bulunmuştur. Her üç ildeki log LD<sub>50</sub> değerlerinin kıyaslanması sonucu, bu ilacın toksisitesinin en yüksek olduğu populasyon, Tekirdağ ili populasyonu olarak belirlenmiştir. Cypermethrin'in LD<sub>50</sub> değerleri sırası ile, 1.153, 0.835, 1.149 µg/böcek; LD<sub>90</sub> değerleri ise 3.148, 2.668, 3.353 µg/böcek olarak bulunmuştur. Her üç ildeki log LD<sub>50</sub> değerlerinin kıyaslanması sonucu, bu ilacın toksisitesinin en yüksek olduğu populasyon, Nevşehir ili populasyonu olarak belirlenmiştir. Deltamethrin'in LD<sub>50</sub> değerleri sırası ile, 2.711, 0.706, 1.085 µg/böcek; LD<sub>90</sub> değerleri ise 4.660, 1.56, 3.421 µg/böcek olarak bulunmuştur. Her üç ildeki log LD<sub>50</sub> değerlerinin kıyaslanması sonucu, bu ilacın toksisitesinin en yüksek olduğu populasyon, Nevşehir

ili populasyonu olarak belirlenmiştir. Endosulfan'ın LD<sub>50</sub> değerleri sırası ile, 1.222, 1.398, 3.902 µg/böcek; LD<sub>90</sub> değerleri ise 3.549, 2.800, 4.541 µg/böcek olarak bulunmuştur. Her üç ildeki log LD<sub>50</sub> değerlerinin kıyaslanması sonucu, bu ilacın toksisitesinin en yüksek olduğu popülasyon, Bolu ili popülasyonu olarak belirlenmiştir. Carbofuran'ın LD<sub>50</sub> değerleri sırası ile, 0.953, 0.689, 1.229 µg/böcek; LD<sub>90</sub> değerleri ise, 3.167, 1.160, 4.304 µg/böcek olarak bulunmuştur. Her üç ildeki log LD<sub>50</sub> değerlerinin kıyaslanması sonucu, bu ilacın toksisitesinin en yüksek olduğu popülasyon, Nevşehir ili popülasyonu olarak belirlenmiştir.

Yapılan paralellik testi sonucu chlorpyrifos-ethyl ve cypermethrin için üç ildeki probit regresyon doğruları birbirlerine paralel bulunmuştur (p>0.05). Azinphosmethyl, deltamethrin, endosulfan ve carbofuran için üç ildeki probit regresyon doğruları birbirlerine paralel bulunmamıştır (p<0.05).

Literatür bildirişlerine göre, azinphosmethyl için hassas patates böceklerinin LD<sub>50</sub> değeri 0.30 µg/böcek (Forgash, 1981), carbofuran için Ioannidis et al. (1992)'in bildirdiğine göre Vestaburg ırkının LD<sub>50</sub>'si 0.18 µg/böcek, endosulfan için 0.5 µg/g (Johnston and Sandvol, 1986) olarak bulunmuştur. Ünal ve Uğurlu (1994)'nun bildirişine göre patates böceği bahçe popülasyonlarının deltamethrin'e karşı LD<sub>50</sub> değeri, 0.012 µg/böcek olarak verilmiştir. Bu bildirişler dikkate alınmak sureti ile, dört gruptan dört aktif madde için direnç oranları (RR) Bolu, Nevşehir ve Tekirdağ popülasyonları için hesaplanmıştır. Bu sonuca göre azinphosmethyl'e karşı Bolu, Nevşehir ve Tekirdağ popülasyonları için elde edilen direnç oranları sırası ile 11.24, 8.99, 9.04 kat, carbofuran için 5.29, 3.82, 6.83 kat, deltamethrin için ise 225.92, 58.83, 90.42 kat olarak elde edilmiştir. Endosulfan için ise, ergin patates böcekleri için elde ettiğimiz LD<sub>50</sub> değeri µg/g çevrilerek, Bolu, Nevşehir ve Tekirdağ popülasyonları için sırası ile 7.62, 8.79 ve 22.73 µg/g olarak bulunmuştur. Bu elde edilen LD<sub>50</sub> değerlerinin Johnston and Sandvol (1986)'dan alınan LD<sub>50</sub> (0.5 µg/g) değeri ile kıyaslanması sonucu direnç oranı Bolu, Nevşehir ve Tekirdağ popülasyonlarında sırası ile 15.24, 17.58 ve 45.46 kat bulunmuştur.

Herhangi bir popülasyonda dirençten söz edebilmek için, LD<sub>50</sub> değeri ile, kıyaslanan popülasyonun LD<sub>50</sub> değeri arasında, en az 4 kat farklılık olması gerekmektedir. Direnç oranlarının incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, Bolu ilinde deltamethrin'e karşı oldukça yüksek oranda bir direnç gelişimi söz konusu olmaktadır. Benzer bir durum, endosulfan için Tekirdağ ilinde yaşanmaktadır. Azinphosmethyl için ise, test edilen her üç ilde de direnç gelişimi birbirine paralellik

göstermektedir. Carbofuran için ise şu anda Nevşehir ilinde direnç gelişiminden söz edilmemektedir. Ancak Ioannidis et al. (1992), carbofuran'a hassas türden, carbofuran'a dirençli türe oldukça hızlı bir geçiş olabildiğini ve bunun da genellikle bir ürün yetiştirme sezonunda gerçekleştiğinden söz etmektedirler. Bu nedenle, her ne kadar şu anda Nevşehir ili için bir carbofuran direncinden (3.82 kat) söz edemesek de, eğer dikkat edilmezse bu sonucun yakın bir gelecekte direnç gelişimi yönünde değişebilmesi mümkün olabilecektir. Chlorpyrifos-ethyl ve cypermethrin için literatürlerde aynı metotla yapılan çalışmalara rastlanamamıştır. Ancak, azinphosmethyl ile aynı gruptan olan chlorpyrifos-ethyl'in LD<sub>50</sub> değeri, her üç ilde de azinphosmethyl'den yüksek bulunmuştur. Bilindiği gibi, bir gruptan bir insektisite direnç geliştiği zaman, aynı gruptan diğer ilaçlara karşı çapraz direnç gelişimi söz konusu olabilmektedir (Wilkinson, 1976). Bu durum göz önüne alındığında, bu insektisite karşı bir hassasiyet farklılaşmasının olması kuvvetle muhtemel olarak görülmektedir. Aynı durum, deltamethrin ile aynı gruptan olan cypermethrin için de söz konusu olmaktadır.

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, yüksek bir deltamethrin direncine karşılık azinphosmethyl, carbofuran ve endosulfan'da (Tekirdağ ili hariç) deltamethrin ile karşılaştırılınca düşük bir direnç gelişimi görülmektedir. Bu sonuç ise, bu üç ilde de patates böceğine karşı deltamethrin'in oldukça sık bir şekilde uygulandığını göstermektedir. Piretroidli insektisitlere dirençte Mixed Function Oksidase (MFOs)'lar ve Kdr (knockdown resistance) faktörünün rol oynadıkları bilinmektedir (Ioannidis et al., 1991). Silcox et al. (1985), oksidatif detoksifikasyonun patates böceğinde piretroidlere karşı görülen dirençte rol oynayan faktörlerden yalnızca biri olduğunu, çünkü piperonyl butoksida ile sinerjizmin piretroid direncinin tamamen üstesinden gelemediğinden bahsetmektedir. Kdr tip direnç, DDT ve analogları ile piretroidler arasında çapraz direnç mekanizmalarından biridir (Roush and Tabashnik, 1990). Esterase'ların arthropotlarda, piretroid metabolizmasında orta derecede rol oynamalarına karşın, oldukça nadir durumlarda direnci artan esterase aktivitesi ile ilişkili olduğu açıktır (Roush and Tabashnik, 1990).

Argentine et al. (1989), esterase'ların bütün hassas ve dirençli patates böceği ırklarında azinphosmethyl metabolizmasında bulunduğunu ancak, bunun tek başına azinphosmethyl direncinin nedeni olamayacağını belirtmektedirler. Geri çaprazlama ile direncin büyük oranda tek faktörlü olduğu ancak, dominantlığın ya da etkinliğinin diğer genlerden etkilendiğinden bahsetmişlerdir. Patates böceğinde azinphosmethyl ile sentetik piretroid olan permethrine karşı görülen direnç



mekanizmalarının karışık olarak görüldüğünü ve daha detaylı araştırmaların in vitro ve in vivo koşullarda yapılması gerekliliğinden bahsetmektedirler. Ayrıca bir diğer durum da, carbofurana dirençli bir ırkın organik fosforlu insektisitlere de çapraz dirençli olabileceğidir (Boiteau et al., 1987). Organik fosforlu insektisitlere direnç değişen cholinesterase, hidrolitik parçalanma ve glutathion-S-transferase ile detoksifikasyon ve ayrıca, oksidatif parçalanma yolları ile oluşmaktadır (Wilkinson, 1976).

Ioannidis et al. (1992), carbofuran direncinin, tek bir eksik gen üzerinden kalıtımının sağlandığını ve acetylcholinesterase duyarılığında azalma ile meydana geldiğinin görüldüğünden bahsetmektedirler. Long Island (NY) patates böceği populasyonlarında carbofuran direncinin özellikle Mixed Function Oxidase enzimlerinden geliştiğini belirtmektedirler. Karbamath insektisitlere direnç, önemli ölçüde oksidatif parçalanmaya dayanmakta ve esterase aksiyonunu içeren mekanizmaların ise daha az önemli oldukları belirtilmektedir (Wilkinson, 1976).

Endosulfan direncinin, daha önce yoğun olarak kullanılan cyclodiene insektisitlerinden dolayı olabileceği belirtilmektedir (Boiteau et al., 1987). Johnston and Sandvol (1986), iller arasında görülen endosulfan toleransının, daha önceki yoğun klorlandırılmış hidrokarbonulların kullanımı ile ilişkili olabileceğini belirtmektedirler. Ayrıca, DDT'ye karşı ev sineklerinde görülen dirençte, Kdr olarak isimlendirilen çekinik bir genin rol oynadığı belirtilmiştir. DDT ile aynı gruptan olan endosulfanda da direncin, olası bir çapraz dirençten dolayı, daha önceki DDT direnci ile ilişkili olabileceği düşünülebilir (Wilkinson, 1976).

Özellikle farklı bileşiklerin ard arda kullanımı sonucunda, böceklerde direnç yelpazesi genişlemekte ve direnç düzeyleri birkaç faktörün biraraya gelmesi ile dereceli olarak artmaktadır. Birçok böceğin bir ve birden fazla ilaca karşı direnç kazanmasına rağmen, onların zararından kurtulmak için uygulanan en önemli araç yine insektisitlerdir.

Sonuç olarak, insektisitlere karşı direnç için genetik potansiyel üç ilde de mevcuttur. Yabani hassas türlerin bu arazilere akışı, yoğun ilaç kullanımı nedeni ile neredeyse yok olmakta bu da direnç gelişimini hızlandırmaktadır. Ayrıca, patates böceği ülkemizde 1.5-4 döl verdiği için, hızlı bir direnç gelişimi riski altındadır.

Test edilen her üç ilde de bazı insektisitler için direnç henüz erken gelişme dönemlerindedir. Bundan sonra atılacak adımlar daha dikkatli

olmalıdır. Direnç izleme programları ile etkili direnç yönetimi programları geliştirilmeye çalışılmalıdır. Üreticileri yoğun ilaç kullanımından uzaklaştıracak uygulamalar geliştirilmelidir. İnsektisitlere karşı görülen direncin mekanizmaları, in vitro ve in vivo koşullarda genetiksel ve biyokimyasal olarak incelenerek ortaya konulmaya çalışılmalıdır.

### Özet

Bu çalışmada, patates yetiştiriciliğinin önemli olduğu Bolu, Nevşehir ve Tekirdağ illerinden toplanan patates böcekleri üzerinde 4 temel gruptan, 6 değişik insektisite karşı duyarlılık değişimleri araştırılmıştır. Çalışmada kullanılan insektisitler; azinphosmethyl ve chlorpyrifos-ethyl (organik fosforular), cypermethrin ve deltamethrin (sentetik piretroidler), endosulfan (klorlandırılmış hidklorarbonlu) ve carbofuran (karbamatlı)'dır. Uygulamalar, topikal aplikasyon şeklinde patates böceğini III. dönem larva ve erginlerine karşı yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre direnç oranları, Bolu, Nevşehir ve Tekirdağ illerinde sırası ile azinphosmethyl için 11.24, 8.99, 9.04 kat; carbofuran için 5.29, 3.82, 6.83 kat; deltamethrin için 225.92, 58.83, 90.42 kat; endosulfan için 15.24, 17.58, 45.46 kat olarak bulunmuştur.

### Literatür

- Anonymous, 1995a. Türkiye İstatistik Yılığ. DİE Basımevi, Ankara.
- Anonymus, 1995b. Ziraî Mücadele Teknik Talimatları, Cilt: 2, s.: 166-169, Ankara.
- Argentine, J.A., J.M. Clark and D.N. Ferro, 1989. Genetics and synergism of resistance to azinphosmethyl and permethrin in the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). **Journal of Economic Entomology**, **82** (3): 698-705.
- Boiteau, G.; R.H. Parry and C.R. Harris, 1987. Insecticide resistance in new Brunswick populations of the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). **Canadian Entomologist**, **119**: 459-463.
- Ferro, D.N. and G. Boiteau, 1993. Management of Insect pest. Potato Health Management. The American Phytopathological Society USA, 103-115.
- Finney, D.J., 1964. Probit Analysis. The Cambridge University Press, London, 318 pp.
- Forgash, A., 1981. Insecticide Resistance of the Colorado Potato Beetle, **Leptinotarsa decemlineata** (Say), pp. 34-46. In: Lashomb, J.H. and R. Casagrande (Eds), Advances in Potato Pest Management. Hutchinson Ross Publishing Co., Stroudsburg, P.A., 288 pp.
- Georgiou, G.P. and T. Saito, 1983. Pest Resistance to Pesticides. Plenum Press, New York and London, 809 pp.
- Gürkan, M.O. ve N. Kılınçer, 1987. Patates böceği (**Leptinotarsa decemlineata** Say) (Coleoptera: Chrysomelidae)'nin diyapoz döneminde önemli fizyolojik değişimler üzerinde araştırmalar. **Doğa Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi**, **11** (3): 517-536.

- Harris, C.R. and S.A. Turnbull, 1986. Contact toxicity of some pyrethroid insecticides, alone and in combination with piperonyl butoxide, to insecticide-susceptible and pyrethroid-resistant strains of the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). **Canadian Entomologist**, **118**: 1173-1176.
- Heim, D.C., G.G. Kennedy and J.W.V. Duyn, 1990. Survey of insecticide resistance among North Carolina Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) populations. **Journal of Economic Entomology**, **83** (4): 1229-1235.
- Ioannidis, P.M., E. Grafius and M.E. Whalon, 1991. Patterns of insecticide resistance to azinphosmethyl, carbofuran, and permethrin in the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). **Journal of Economic Entomology**, **84** (5): 1417-1423.
- Ioannidis, P.M., E. Grafius, J.M. Wierenga, M.E. Whalon and R.M. Hollingworth, 1992. Selection, inheritance and characterization of carbofuran resistance in the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). **Pesticide Science**, **35**: 215-222.
- Johnston, R.L. and L.E. Sandvol, 1986. Susceptibility of Idaho populations of Colorado potato beetle to four classes of insecticides. **American Potato Journal**, **63**: 81-85.
- Morgan, M.D., J.M. Moran and J.H. Wiersma, 1993. Environmental science managing biological and physical resources. Chapter: 9, 173-189. Wm. C. Brown Publishers.
- Roush, R.T. and B.E. Tabashnik, 1990. Pest Resistance in Arthropods. Routledge, Chapman and Hall Inc., 303 pp.
- Silcox, C.A., G.M. Ghidiu and A.J. Forgash, 1985. Laboratory and field evaluation of piperonyl butoxide as a pyrethroid synergist against the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). **Journal of Economic Entomology**, **78**: 1399-1405.
- Tisler, A.M. and G.W. Zehnder, 1990. Insecticide resistance in the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) on the Eastern shore of Virginia. **Journal of Economic Entomology**, **83** (3): 666-671.
- Toros, S. ve S. Maden, 1991. Tarımsal Savaşım Yöntem ve İlaçları. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 1222, Ders Kitabı: 352, 327 s.
- Ünal, G. ve S. Uğurlu, 1994. Orta Anadolu Bölgesinde Patates böceği (*Leptinotarsa decemlineata* (Say)) populasyonlarının yaygın olarak kullanılan insektisitlere karşı duyarlılık düzeylerinin belirlenmesi üzerinde çalışmalar. Proje "c" 1994 Yılı Gelişme Raporu (I. Yıl), BKA/01-T-087 (Basılmamış).
- Weisz, R., M. Sounders, Z. Smilowitz, H. Huang and B. Christ, 1994. Knowledge-based reasoning in integrated resistance management: The Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). **Journal of Economic Entomology**, **87** (6): 1384-1399.
- Wierenga, J.M. and R.M. Hollingworth, 1993. Inhibition of altered acetylcholinesterases from insecticide-resistant Colorado potato beetles (Coleoptera: Chrysomelidae). **Journal of Economic Entomology**, **86** (3): 673-679.
- Wilkinson, C.F., 1976. Insecticide Biochemistry and Physiology. Plenum Press, New York, 768 pp.