

Uzm. Dr. Recep FEDAKAR\*,\*\*

\* Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Adli Tıp Anabilim Dalı.

\*\* Adalet Bakanlığı Adli Tıp Kurumu Bursa Grup Başkanlığı.

### Özet

*Entomotoksikoloji, adli bilimlerin ve adli entomolojinin oldukça yeni bir dalı ve insan kalıntıları üzerinde beslenen böceklerde toksik maddelerin saptanması ile ilgilenen özel bir alanıdır. Böcekler toksikolojik analiz için rutinde kullanılan doku ve sıvıların olmadığı durumlarda alternatif örnek olabilir. Toksik madde ve ilaçların saptanması ölüm nedeni, cesedin bulunduğu coğrafi alan hakkında bilgi sağlayabilir ve postmortem intervalin tahmini için ek parametreler sunmaktadır. Bu çalışmada entomoksikolojik yayınların gözden geçirilerek entomotoksikolojinin Adli Tıp pratiğinde kullanılma kapsamının gözler önüne serilmesi amaçlanmıştır.*

**Anahtar kelimeler:**Entomoloji, toksikoloji, adli bilimler.

### Entomototoxicology

#### Summary

*Entomototoxicology is a relatively new branch of forensic entomology and a specialised area of entomology and forensic science that deals with determination of toxic substances in insects feeding on human remains. Insects can be alternate specimens for toxicological analyses in the absence of tissues and fluids routinely taken for such purposes. The determination of toxic substances and drugs can add information on the cause of death, geographic area where the cadaver had been laying and provides an additional parameter for evaluating the postmortem interval. The aim of this study was to review the entomotoxicological publications and to put forward the implications of the entomototoxicology for the practice of Forensic Medicine.*

**Key words:** Entomology, toxicology, forensic science.

### Entomotoksikoloji

Kriminal olaylarda böcekler üzerinde çalışan adli entomolojinin amacı postmortem intervali, ölüm nedenini ve ölüm yerini saptamaktır (1-3). Entomotoksikoloji ise ceset üzerinde beslenen böceklerdeki toksik maddelerin kalitatif ve kantitatif olarak tespit edilmesiyle ilgilenmektedir. Bu çalışmada entomoksikolojik yayınların gözden geçirilerek entomotoksikolojinin Adli Tıp pratiğinde kullanılma kapsamının gözler önüne serilmesi amaçlanmıştır. Böcekler, özellikle Diptera ve Coleoptera türlerinin toksikolojik analiz için rutinde kullanılan doku ve sıvıların uygun olmadığı durumlarda yararlı bir alternatif olarak kullanılabilir. Toksik maddelerin böcekler üzerinde tespit edilmesi ölüm nedeni ve ölüm yeri hakkında bilgi sağlamanın yanında toksik maddelerin böcekler üzerindeki biyolojik siklusu değiştirmesi nedeniyle de postmortem intervalin tahmininde yararlı bilgiler sağlamaktadır (4-7). Zehirlenmiş insan dokularında beslenen Diptera larvaları ilaç ve toksinleri kendi metabolizmalarına alırlar. Bu maddelerin insan organizmasından Diptera'ya transferi sadece besin zinciri seviyesinde kalmayıp, pupa ve ergin formlarda da bulunmaktadır (5,8).

Entomotoksikolojinin tarihçesi oldukça kısadır. 1970 li yılların sonunda Sohol ve Lamb tarafından ergin ev sineklerinin (*Musca domestica*) dokularında bakır, demir, çinko ve kalsiyum gibi değişik metallerin toplandığını gösteren ilk raporlar yayınlanmıştır (9,10). 1982'de Nuorteva içerdiği cıva miktarı bilinen balık dokuları üzerinde beslenen Calliphoridae türlerinin larva, pupa ve ergin formlarında cıvanın varlığını tanımlamıştır (11). 1985'te Leclercq ve Brahy Fransa'da arsenik zehirlenmesinden ölen bir olgudaki Dipterlerde arsenik varlığını göstermişler-

dir (12). Bir pestisit olan malation *Chrysomya megacephala* ve *Chrysomya rufifacies* larvalarında gaz kromatografisi (GC) kullanarak tespit edilip 1989'da Gunatilake ve Goff tarafından rapor edilmiştir (13). 1980'de Beyer ve arkadaşları tarafından en son 14 gün önce canlı görülmüş, barbitüatla intihar etmiş ve iskeletleşmeye başlamış bir kadın cesedindeki Calliphoridae türlerinin larvalarında fenobarbitalin tespitinin yayınlanmasından sonra bir çok ilaç, narkotik ve psikoaktif madde üzerine çalışmalar yapılmıştır. Entomotoksikolojinin potansiyel gücünü 1990 yılında Kintz ve arkadaşları göstermiştir (14,15,16). Ölümünden yaklaşık 2 ay sonra bulunan bir cesetteki kalp, akciğer, karaciğer, böbrek ve Calliphoridae türlerinin larvalarında likit kromatografi ile yapılan incelemede benzodiazepin, barbitüat ve trisiklik antidepresan varlığı tespit edilmiş, toksikolojik bulguların karşılaştırmalı analizleri örnek olarak Dipter larvalarının kullanılmasının daha sensitif olduğunu göstermiş larva ve insan dokularındaki psikoaktif madde konsantrasyonları arasındaki korrelasyonu ortaya koymuşlardır (15,16).

### Entomotoksikolojik organik materyaller

Toksikolojik analiz için en sık sinekler (Diptera) ve kınkanatlılardan Dermestidae familyasının üyeleri kullanılmaktadır. Entomotoksikolojik organik materyal olarak larvalar, pupalar, ergin böcekler, boş pupa kabukları, eksuvyalar (kın kanatlıların derileri), kın kanatlıların fekal materyalleri, sinek yiyen hayvanlar kullanılabilmektedir (4).

### Toksikolojik analiz

Örnekler heterojenite göstermekte, bu yüzden spesifik olmayan testler önerilmemekte, GC-MS (kütle spektroskopisi) ve yüksek basınç likit kromatografisi-MS (HPLC-MS) gibi spesifik ve sensitif testler toksik maddeleri ve metabolitlerin kesin identifikasyonunu sağlayan testler önerilmektedir. İnorganik maddeler için alevsiz atomik absorpsiyon spektrofotometrisi (FAAS), atomik emisyon spektroskopisi (AES), optik ICP (inductively coupled plasma) veya ICP/MS'i, organik maddeler için radioimmunoassay (RIA) ve floresan polarizasyon immunoassay (FPIA) gibi testler ile GC, GC/MS, HPLC gibi kromatografi tekniklerini içeren analiz metodları kullanılmaktadır (4,5).

### Metaller

Larvalarda cıva; metil cıva ile beslenen ergin sineklerde nötron aktivasyon analizi (NAA) ve FAAS ile saptanabilmektedir (4). Sohal ve Lamb bakır, demir, çinko ve kalsiyumu ergin sineklerde benzer yolla saptamışlardır (9,10). Pupalar metal araştırması için uygun olsa da literatürde rapor saptanmamıştır. Nuorteva sinek larvalarını yiyen kınkanatlıların larvalardaki yüksek konsantrasyonlardaki cıvayı biyolojik olarak biriktirdiğini rapor etmiştir (11). Cıva kınkanatlılar için toksik değildir ve yaşam süresini etkilememektedir (4,11). Nuorteva'nın bir çalışmasında Finlandiya'nın kırsal alanında bulunan ileri derecede çürümüş bir kadın cesedinde kolonize olmuş Dipter larvalarında ölçülen cıvanın düşük konsantrasyonlarının cesedin coğrafi bölgesini cıva kirliliğinin nispeten daha az olan bir bölge olduğu şeklinde lokalize etmeyi mümkün kılabilirdiği bildirilmiştir (5).

### Pestisitler

Çürümüş insan cesetleri üzerinde bulunan sinek larvalarında bir organofosfat olan malathion nitrojen-fosfor aranması (NPD) metoduyla gaz kromatografisi ile saptanmıştır (13). Pupalar pestisit araştırması için uygun olsa da literatürde rapor saptanmamıştır. Pestisitler ergin sineklerde bulunmazlar.

### Psikoaktif madde ve ilaçlar

Beyer iskeletleşmiş ceset üzerinde bulunan larvalarda fenobarbital varlığını 100 µg/g olarak tespit etmesinden sonra araştırmalar ile teyit edilmiş ve opiatlar morfin, eroin, kokain, benzodiazepinler, antidepresanlar, amfetamin deriveleri, 3,4-metilendioksimetamfetamin (MDMA: ekstazi) ve metaboliti 3,4-metilendioksiamfetamin (MDA), asetilsalisilik asit, parasetamol üzerine araştırmalar yapıp değerli sonuçlar alınmıştır (14-27). Pupalarda deneysel

çalışmalar amitriptilin, nortriptilin, MDMA ve MDA üzerine yoğunlaşmıştır (22,24,27). Boş pupa kabuklarının varlığı da adli enformasyon açısından yararlı bilgiler sağlayabilir, çünkü bunlar insan kalıntılarının başlangıç safhasından itibaren yıllar sonra bile bulunabilmektedir. Saç çekitleme teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte kitinize böcek kalıntılarında psikoaktif madde çekitlenmesine odaklanılmıştır (4,5). İlk olarak Miller mumyalaşmış insan kalıntıları ile ilişkili kitinize böcek kalıntılarında amitriptilini saptadığını rapor etmiştir (28). Psikoaktif madde konsantrasyonları boş pupa kabuklarında eksuvyalardan fazla bulunmuştur (28). Kokain de boş pupa kabuklarında bulunmuştur (21). Kınkanatlıların fekal materyallerinde yalnızca amitriptilin ve kokain modifiye saç çekitleme tekniği kullanılarak bulunmuştur (28,29).

Goff ve arkadaşları halen canlı iken değişik dozlarda amitriptilin uygulanan tavşan cesetlerinde gelişen Dipter larva ve boş pupa kabuklarında amitriptilin ve nortriptilini göstermişlerdir (25). Cesedin bulunmasından 2 yıl önce ölen bir kadının mumyalaşmış kalıntılarında Miller ve arkadaşları kurumuş beyin parçaları ve mide içeriğinde, Phoridae familyasına ait boş pupa kabuklarında, Dermestidae türlerinin derilerinde ve fekal materyallerinde amitriptilin ve nortriptiline göstermişlerdir (28). Sonuçlar boş pupa kabuklarındaki amitriptilin konsantrasyonunun dışkıdan yüksek olduğunu göstermiştir. Bu daha ziyade incelenen leş sineklerinin ve kınkanatlıların besin kaynağı tercihini ortaya koyar. Phoridae türleri ilaç konsantrasyonlarının nispeten daha yüksek olduğu yumuşak dokuya meyilli iken, Dermestidae türleri öncelikle kurumuş deri üzerinde beslenir (28). Narkotik zehirlenmeler dikkate alındığında Introna ve arkadaşları RIA kullanarak, ölüm nedeni opiat zehirlenmesi olduğu tespit edilen cesetlerin karaciğeri üzerinde oluşmuş larvalarda morfin tespit etmiş, larva ve karaciğer dokusunda bulunan opiat konsantrasyonlarını karşılaştıran regresyon analizinde anlamlı bir korrelasyon ( $r: 0,790$ ) bulmuşlardır (19). Opiatlar üzerindeki benzer sonuçlar laboratuvar tavşanlarına belli dozlarda eroİN veren Goff ve arkadaşları tarafından da gösterilmiştir (20). Çürümüş kadvraların üzerinde büyümüş Caliphoridae türlerinin larvalarının toksikolojik analizlerinde kokaİN ve morfin pozitif sonuç vermiştir (18). Hedouin ve arkadaşları tarafından rapor edilen sonuçlara göre daha önce zehirlenmiş tavşan cesetleri üzerinde beslenip büyüyen larvalardaki morfin konsantrasyonu, dokularda tespit edilen konsantrasyondan 30-100 kat daha azdır (30). Bourel ve arkadaşlarının Calliphoridae türlerinin larvalarında morfin üzerine yaptığı immunohistokimyasal çalışmada, eksokutikula ile endokutikula arasında lokalize yoğun immunreaksiyon verdiğini, Dipter larvalarının gelişimi sırasında kutikula içinde morfin akümüİasyonu oluşturduğu bildirilmiştir (31). Nolte ve arkadaşları kokain zehirlenmesini tespit etmek için en son 5 ay önce canlı olarak görülmüş 29 yaşındaki eski intravenöz ilaç bağımlısının tamamen iskelet haline gelmiş cesedindeki Dipter larvalarını toksikolojik analiz için kullanmışlardır (21). Her ne kadar kokain labil ve hem enzimatik hem de non enzimatik mekanizmalarla hızlı bir şekilde parçalanırsa da kokaini ve bunun major metaboliti olan benzoilecgonini hem larvalarda hem de çürümüş iskelet kaslarında GC ve GC-MS kullanarak göstermişlerdir (5). Fakat GC ile kantitasyonu kas örneklerinde, doku dekompozisyon ürünlerinin engel olması engel olması nedeni ile mümkün olmamıştır.

Sadler ve arkadaşları amitriptilin, temazepam ve trazodon ile trimipramin kombinasyonu bir ilaç ile intihar etmiş 3 olgudan alınan kaslar üzerinde beslenen *C. vicina* larvalarında ilacın akümüİasyonunu ve eliminasyonunu araştırmışlar, 7-8. günlerde larvadaki ilaç konsantrasyonunun kademeli bir biçimde arttığı, 16. günde puparasyon ile birlikte sıfıra düştüğünü saptamışlardır (22). Wilson ve arkadaşları yüksek doz propoksifen, asetaminofen ve amitriptilin ile intihar etmiş bir olgudan elde edilen kaslarda beslenip büyümüş *C. vicina* larvalarını HPLC ile incelemiş, amitriptilin, nortriptilin ve propoksifenin 3. dönem larvada kastan daha düşük konsantrasyonda saptadığını, pupa ve ergin dönemlerinde ise analizlerin negatif olduğunu, bu sonuçların ilaçların larvanın biyolojik siklusunda bioakümüİasyona uğramadığını ve etkili bir biçimde eliminasyona uğradığını düşündüğünü bildirmiştir (23). Larvalarda ilacın olmaması besin kaynağında ilacın olmadığı kanısına vardiİmamaktadır.

### **Toksin ve psikoaktif maddelerin Diptera gelişimine etkisi**

Bir ilaç, psikoaktif madde veya toksinin larvada tespit edilebilmesi için absorbsiyon hızının eliminasyon hızın-

dan fazla olması gerekmektedir, fakat larvanın ilaçları nasıl biriktirdiği veya itirah ettiği ve bunların larva gelişimini nasıl etkilediği halen tam olarak bilinmemektedir. Dipter gelişimi sürecinde ilaç ve toksiklerin etkisi, postmortem intervalin saptanmasından önce çözülmesi gereken en önemli problemdir (5).

Gunatilake ve Goff'un rapor ettiği malation zehirlenmesi olgusunda kişinin cesedinin bulunmasından 8 gün önce görülmesine rağmen hem *C. megacephala* hem de *C. rufifacies*'in gelişim dönemleri minimum postmortem intervali 5 gün olarak göstermiştir (13). Introna ve arkadaşlarına göre Goff ve arkadaşlarının kokainin Sarcophagidae'nin (*B. peregrina*) gelişim hızına etkisini araştırırken, letal doz uygulanan tavşanların karaciğer ve dalakları üzerinde beslenip büyüyen kurtçukların kuluçkadan çıktıktan 36 saat sonra daha hızlı geliştiği ve bu ivmenin 76 saate kadar devam ettiği, pupa ve ergin hale gelmenin de buna bağlı olarak kısalmış olduğu, Lord'un bir raporunda 20 yaşında bir kadın cesedinin yüz ve göğsünde kolonize olmuş larvaların çoğunun toplam uzunluğu 6-9 mm veya postmortem intervali 7 gün olarak gösterecek şekilde küçükken, nazofarengeal bölgeden alınan tek bir larva postmortem intervali 3 hafta gösterecek şekilde 17,7 mm olduğu, bu büyük larvanın hızlı gelişimi nazal bölgedeki kokaine bağlı olduğu kanaatine varıldığı, sonraki araştırmaların kadının kokain bağımlısı olduğunu gösterdiği ve ölümünden kısa bir süre önce kokain kokladığını ortaya çıkardığını bildirilmiştir (5). Eroinin zehirlenmiş tavşan dokuları üzerinde beslenmiş Sarcophagidae (*B. peregrina*)nın gelişmesi üzerine etkisini araştıran Goff ve arkadaşları kurtçukların maksimum uzunluğa ulaştığı 18-96 saate kadar larvaların belirgin olarak daha hızlı büyüdüklerini gözlemlemişlerdir (20). Gelişim hızlarında gözlemlenen bu farklılık postmortem interval tahminini eğer eroinin Diptera türlerinin büyüme döngüsüne etkisi göz önüne alınmaz ise değiştirmeye yeterlidir. Bourel ve arkadaşları *L. sericata* larvalarının 50 mg/saat'ten daha az morfin verilen tavşan cesetlerindeki larvalara göre daha yavaş bir hızda geliştiğini gözlemlemişlerdir (32). Goff ve arkadaşlarının metamfetaminin *P. ruficornis* gelişimi üzerine etkileri hakkında yaptığı çalışmada sadece letal doz içeren tavşan dokuları üzerinde beslenip büyüyen larvalarda gelişim hızının artması 24 saatten 60 saate kadar gözlenmiş, 60 saatten sonra median letal doz kolonisinin büyüme hızı azalmış, eroin ve kokaindeki durumdan farklı olarak metamfetamin alan tavşanlar üzerinde beslenen tüm kolonilerden gelen larvaların maksimum uzunluğa daha çabuk ulaşmasına rağmen maksimum uzunluğu kontrol kolonilerinden küçük olduğu, metamfetamin konsantrasyonu ile puparial dönemin uzunluğu arasında bir ilişki mevcut olduğu bildirilmiştir (33). Büyüme hızlarında gözlemlenen bu farklılıkların larva gelişimi baz alınan çalışmalarda postmortem interval tahminlerini 18 saate kadar, pupa gelişimi baz alınanlarda 48 saate kadar değiştirebileceği bildirilmiştir (5). Goff ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada amitriptilinin *P. ruficornis*'in maksimum boyuta ulaşma hızına anlamlı hiçbir etkisi olmadığını göstermiştir (25).

Böceklerin biyolojik siklusu içinde toksin ve ilaçların biyoakümülyasyonu ve eliminasyonu, beslendikleri insan dokuları ile aralarındaki ilaç korrelasyonu, gelişimlerine olan etkileri üzerine daha çok çalışma yapılması gerekmesine rağmen rutinde kullanılan doku ve sıvıların uygun olmadığı durumlarda yararlı bir alternatif olarak kullanılabilir.

#### Kaynaklar

1. Savran B, Koç S, Çetin G, Kulusayın Ö. Adli entomoloji. Adli Tıp Derg., 1994;10;143-52.
2. Hancı İH. Adli Tıp ve Adli Bilimler. 1. Baskı. Ankara: Seçkin Yayıncılık, 2002:231-6.
3. Benecke M. A brief history of forensic entomology. Forensic Sci Int, 2001;120:2-14.
4. Gagliano-Candela R, Avenaggiato L. The detection of toxic substances in entomological specimens. Int J Legal Med, 2001;114:197-203.
5. Introna F, Campobasso CP, Goff ML. Entomotoxicology. Forensic Sci Int, 2001;120:42-47.
6. Pahwa R. Forensic toxicology and insects: a minireview. Vet Hum Toxicol 1991; 33:272-3.
7. Goff ML, Lord WD. Entomotoxicology. A new area for forensic investigation. Am J Forensic Med Pathol 1994; 15:51-7.
8. Pounder DJ. Forensic entomotoxicology. J Forensic Sci Soc 1991;31:469-72.
9. Sohal RS, Lamb RE (1977) Intracellular deposition of metals in the midgut of the adult housefly, *Musca domestica*. J Insect Physiol 23: 1349-54.
10. Sohal RS, Lamb RE (1979) Storage-excretion of metallic cations in the adult housefly, *Musca domestica*. J Insect Physiol 25: 119-24.
11. Nuorteva P, Nuorteva S-L (1982) The fate of mercury in sarcosaprophagous flies and in insects eating them. AMBIO 11: 34-37.
12. Leclercq M, Brahy G. Entomologie et médecine légale: datation de la mort. J Med Leg 1985;28; 271-8.
13. Gunatilake K, Goff ML (1989) Detection of organophosphate poisoning in a putrefying body by analysing arthropod larvae. J Forensic Sci 34: 714-6.
14. Beyer JC, Enos WF, Stajic M (1980) Drug identification through analysis of maggots. J Forensic Sci 25: 411-2.

15. Kintz P, Godelar B, Traequi A, Mangin P, Lugnier AA, Chau-mont AJ (1990) Fly larvae: a new toxicological method of investigation in forensic medicine. *J Forensic Sci* 35: 204-7.
16. Kintz P, Tracqui A, Ludes B, Waller J, Boukhabza A, Mangin P, Lugnier AA, Chaumont AJ (1990) Fly larvae and their relevance in forensic toxicology. *Am J Forensic Med Pathol* 11:63-5.
17. Kintz P, Tracqui A, Mangin P (1990) Toxicology and fly larvae on a putrefied cadaver. *J Forensic Sci Soc* 30: 243-6.
18. Kintz P, Tracqui A, Mangin P. Analysis of opiates in fly larvae sampled on a putrefied cadaver. *J Forensic Sci Soc* 1994;34:95-7.
19. Introna F Jr, Lo Dico C, Caplan YH, Smialek JE (1990) Opiate analysis in cadaveric blowfly larvae as an indicator of narcotic intoxication. *J Forensic Sci* 35: 118-122.
20. Goff ML, Brown WA, Hewadikaram KA, Omori AI (1991) Effects of heroin in decomposing tissues on the development rate of *Boettcherisca peregrina* (Diptera: Sarcophagidae) and implications of this effect on estimation of postmortem intervals using arthropod development patterns. *J Forensic Sci* 36: 537-42.
21. Nolte KB, Pinder RD, Lord WD (1992) Insect larvae used to detect cocaine poisoning in a decomposed body. *J Forensic Sci* 37: 1179-85.
22. Sadler DW, Fuke C, Court F, Pounder DJ (1995) Drug accumulation and elimination in *Calliphora vicina* larvae. *Forensic Sci Int* 71: 191-7.
23. Wilson Z, Hubbard S, Pounder DJ (1993) Drug analysis in fly larvae. *Am J Forensic Med Pathol* 14: 118-20.
24. Sadler DW, Richardson J, Haigh S, Bruce G, Pounder DJ (1997) Amitriptyline accumulation and elimination in *Calliphora vicina* larvae. *Am J Forensic Med Pathol* 18: 397-403.
25. Goff ML, Brown WA, Omori AI, LaPointe DA (1993) Preliminary observations of the effect of amitriptyline in decomposing tissues on the development of *Parasarcophaga ruficornis* (Diptera: Sarcophagidae) and implications of this effect on estimation of postmortem intervals. *J Forensic Sci* 38: 316-22.
26. Sadler DW, Robertson L, Brown G, Fuke C, Pounder DJ (1997) Barbiturate and analgesics in *Calliphora vicina* larvae. *J Forensic Sci* 42: 481-5.
27. Goff ML, Miller ML, Paulson JD, Lord WD, Richards E, Omori AI (1997) Effects of 3,4-methylenedioxymethamphetamine in decomposing tissues on the development of *Parasarcophaga ruficornis* (Diptera: Sarcophagidae) and detection of the drug in postmortem blood, liver tissue, larvae and puparia. *J Forensic Sci* 42: 276-80.
28. Miller ML, Lord WD, Goff ML, Donnelly B, McDonough ET, Alexis JC (1994) Isolation of amitriptyline and nortriptyline from fly puparia (Phoridae) and beetle exuviae (Dermestidae) associated with mummified human remains. *J Forensic Sci* 39: 1305-13.
29. Manhoff DT, Hood I, Caputo F, Perry J, Rosen S, Mirchandani HG (1991) Cocaine in decomposed human remains. *J Forensic Sci* 36: 1732-35.
30. Hedouin V, Bourel B, Martin-Bouyer L, Becart A, Tournel G, Deveaux M, Gosset D. Determination of drug levels in larvae of *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae) reared on rabbit carcasses containing morphine. *J Forensic Sci*, 1999;44:351-3.
31. Bourel B, Fleurisse L, Hedouin V, Cilliez JC, Creusy C, Gosset D, Goff ML. Immunohistochemical contribution to the study of morphine metabolism in Calliphoridae larvae and implications in forensic entomotoxicology. *J Forensic Sci* 2001;46:596-9.
32. Bourel B, Hedouin V, Martin-Bouyer L, Becart A, Tournel G, Deveaux M, Gosset D. Effects of morphine in decomposing bodies on the development of *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae). *J Forensic Sci*, 1999;44:354-8.
33. Goff ML, Brown WA, Omori AI. (1992) Preliminary observations of the effect of methamphetamine in decomposing tissues on the development rate of *Parasarcophaga ruficornis* (Diptera: Sarcophagidae) and implications of this effect on estimations of postmortem intervals. *J Forensic Sci* 37: 867-72.

#### Kısaltmalar

GC: Gaz kromatografisi

MS: Kütle spektroskopisi

HPLC: Yüksek basınç likit kromatografisi

ICP: Inductively coupled plasma

RIA: Radioimmunoassay

FAAS: Alevsiz atomik absorpsiyon spektrofotometrisi

MDMA: 3,4-metilendioksi metamfetamin

MDA: 3,4-metilendioksi metamfetamin

İletişim Adresi: Uzm. Dr. Recep FEDAKAR  
Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Adli Tıp Anabilim Dalı Görükle 16059 BURSA  
Tel: 0.224.442 84 00/1632  
e-mail: rcpfdkr@yahoo.com