

Sinirkanatlıların (Neuroptera: Planipennia)

Kimyasal Ekolojileri

Hakan BOZDOĞAN¹, İsmail ÖZCAN²

¹Ahi Evran Üniversitesi Meslek Yüksek Okulu, 40100, Kırşehir, TÜRKİYE

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Biyoloji Bölümü, Kahramanmaraş, TÜRKİYE

Sorumlu Yazar: hakan.bozdogan@ahievran.edu.tr

Geliş Tarihi: 01.01.2016

Kabul Tarihi: 30.03.2016

Özet

Yarı-kimyasallar (Semiokimyasallar) böceklerin yaşamında beslenme, çiftleşme ve yumurta bırakma gibi davranışlarda belirleyici rol oynarlar. Ayrıca bunlar belirli böcek zararlıları için ajan durumundadırlar. Feromon ve kairomon kullanılarak yapılan biyolojik kontrolde böcek popülasyonu gözlem altına alınabilmektedir. İçerisine Allomon ve Kairomon'ların de dahil olduğu yarı kimyasallar böcek davranışının modifiye edilmesinde oldukça önemli bir rol oynar. Yapılan son araştırmalar gelecekte kimyasal ekoloji ile doğal düşman arasında interaksiyonu anlamamızı kolaylaştırıcı yönde etki yapacağını göstermektedir. Bu çalışmanın amacı Neuroptera takımı böceklerin kimyasal ekolojisi hakkında kısa bir bilgi sunmaktır. Bu derleme makalede, kairomon, allomon ve sinomon'ların tanımları ile bunların Neuroptera takımı böceklerin davranışlarına olan etkileri literatür ışığında özetlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Allomon, Kairomon, Kimyasal Ekoloji, Neuroptera, Sinomon

The chemical Ecology of Neuroptera (Neuroptera: Planipennia)

Abstract

Semiochemicals determine insect life situations such as feeding, mating, and egg-laying (ovipositing). They are also thus potential agents for selective control of pest insects. Biological control with pheromones or kairomones can be used for detection and monitoring of insect populations. Semiochemicals including Allomonones and Kairomones are playing very important role in modifying the behaviour of the insects. Recent researches in this topic will be created new opportunities to improve our understanding the interactions of between chemical ecology and natural enemy in the coming years. The aim of the article is to give a short introduction to the Chemical Ecology of Neuroptera Order. In this review, the definition of stimulating kairomons, allomonones and synomonones also the effects of them on the Neuroptera Order insect species behaviors have been emphasized.

Keywords: Allomonones, Chemical Ecology, kairomones, Neuroptera, synomonones

GİRİŞ

Bitki ve böceklerin dış ortama sıvı veya gaz formdaki salgıladıkları maddelere semiokimyasal adı verilmektedir. Semiokimyasallar, tür içi (feromon) ve türler arası (allomon, kairomon ve siynomon) olmak üzere 2 grup altında toplanmaktadırlar. Bu maddeler, böcekler tarafından cezbedilme, uzaklaşma ve beslenmeyi engelleyici olarak algılanmaktadırlar. Allomonlar; yayıcıya fayda sağlayıp, diğer organizmalara doğrudan veya dolaylı olarak zarar verirken, kairomonlar yayıcıya herhangi bir fayda sağlamayıp, aksine zarar vermekte, ancak alıcıya fayda sağlayıp, böceklerin ve diğer canlıların çeşitli davranışlarını (konukçuyu bulma, beslenme ve yumurta koyma davranışı) teşvik eden bileşiklerdir (Büyükgüzel vd., 2006).

Böcekler yaşamlarını devam ettirebilmeleri, birbirleriyle ilişki kurabilmeleri ve konukçularını seçebilmeleri için mutlak anlamda bir aracıya ihtiyaç duymaktadırlar. Bu gereksinim, yukarıda tanımlandığı gibi tür içi (feromon) ve türler arasında salgılanan bilgi taşıyıcı maddeler ile konukçu bitkilerden salgılanan semiokimyasal maddeler sayesinde gerçekleştirilmektedir. Semiokimyasal maddelerin büyük bir kısmı birçok böcek türü için kairomonal niteliğindedir.

Bu etki, difüzyon yoluyla hava içerisinde gerçekleşir ve etkinlikleri onların uçucu özellikleriyle ilişkilidir. Bunlar, nektar ve polenle beslenen Neuroptera, Hymenoptera ve Lepidoptera gibi böcek takımlarında konukçu bitkiyi bulmada önemli rol oynamaktadır. İlave olarak, bu kimyasallar, konukçu bitkinin bulunduğu habitatda böceklerin bir araya toplanmasına ve çiftleşmesine de yardımcı olmaktadır (Kesdek ve Yıldırım, 2006).

Predatör ve afidofag olan sinirkanatlılar, çok çeşitli tarım alanlarında biyolojik mücadele kapsamında kullanılan yararlı böceklerdir (Bozdoğan vd., 2012). Afidofag böceklerin kimyasal ekolojileri oldukça yeni ve dinamik bir uğraşı alanıdır. Çok sayıda kimyasal bileşikler, sinirkanatlıların ve onların çevrelerindeki gelişim aşamalarında önemli rol oynarlar. Sinirkanatlıların kimyasal ekolojilerine ilişkin majör araştırmalar şöyle özetlenebilir:

1. Besin maddelerinin kimyasal kompozisyonunun ekolojiye etkisi (Gelişim ve üreme)
2. Bilgi taşımada info kimyasalların rolü
3. Ekili ve silvikültür (ağaçlandırma, ormancılık) sistemlerine uygulanmış pestisitlerin ve diğer kimyasalların etkisinin değerlendirilmesi

Sex Feromonları

Feromonlar, böceklerde aynı türün bireyleri arasındaki ekolojik, fizyolojik yada davranışsal değişiklikleri uyarıcı yapılardır. Hormon taşıyıcısı anlamında kullanılan feromon, özellikle böceklerin, karşı cinslerinin davranış ve gelişimlerini etkilemek amacıyla salgıladıkları bir kimyasal maddedir. Bir çok türün cinsel ve toplumsal davranışı ile üreme fizyolojisi üzerinde önemli rol oynarlar (Büyükgüzel vd., 2006).

Sinirkanatlıların farklı cinsiyetlere bağlı intraspesifik bireyleri çiftleşmeden önce kimyasal ve akustik sinyaller üretirler. Sinirkanatlılarda sex feromonlarının varolduğuna dair kanıtlar bazı türlerde kesin olarak bilirse de yine de bu alandaki çalışmalar oldukça azdır. Örneğin *Ch. perla* erkeklerinin çok uzun sürelerden beri dişilerini cezbetmede uçucu maddeler (volatile substance) salgıladığı bilinmektedir.

Wattebled vd., 1978, *Ch. perla* erkeklerinin feromon üreten organlarının anatomik ve histolojik yapılarını detaylıca incelemiş ve çiftleşme anında erkeklerin genital açıklıklarından 2 dönebilen vezikül (eversible vesicles) çıkardıklarını kaydetmiştir. Bu veziküller, uçlarında kıl bulunduran tüberküller taşımaktadırlar. Afrodizyak feromon, dişileri stimüle etmek için bu vesiküllerden salgılanır. Ancak bu sekresyonun kimyasal yapısı günümüzde halen netliğe kavuşmamıştır.

Sinirkanatlıların Savunmasında İnfokimyasallar

Böcekler savunmaları için gerekli olan maddeleri ya sentezlemek ya da dış kaynaklardan sağlamak suretiyle 2 şekilde elde ederler. Örneğin sinirkanatlılar doğal düşmanlarından korunmada ilk yola, avlanma davranışlarında ise ikinci yola başvururlar. Bünyelerinde barındırdıkları toksik bileşikler avlarına enjekte ederek onları öldürürler.

Yumurtlama Geciktirici Feromon ve Sinomon'lar

Semiokimyasal maddeler sinirkanatlıların yumurtlama peryodu üzerinde söz sahibidirler. Nearktik bölgede yaşayan *Chrysopa oculata* ve Palearktik'te yaşayan *C. perla*, *C. commata*, *C. carnea* türleri laboratuvar ortamında incelenmiş, sinirkanatlı larvalarının ergin dişilerin yumurta koymasını engelleyici ve uzaklaştırıcı bir madde salgıladıklarını gözlemlemişlerdir. Bu savunma maddesi Ruzicka, 1998 tarafından kısa adı ODP olan yumurta bırakımını engelleyici feromon (Oviposition-detering

pheromones) olarak isimlendirilmiştir. ODP'nin yapışkan yapılı ve savunma amaçlı bir sekresyon olduğu düşünülmektedir. Yapılan analizler ODP'nin yapısında uçucu ve suda çözünebilir bileşiklerin varlığına işaret etmektedir. ODP'nin uzaklaştırıcı ve kovucu etkisi açık havada 3-4 hafta, kapalı alanlarda (örneğin petri kabı) ise yaklaşık 20 hafta kadar sürebilmektedir. Üretilen maddelerin etkinliği sinirkanatlıların (Chrysopidae) genç larvalarında (1. instar), yaşlı larvalara (3. instar) oranla daha uzun sürmektedir.

Yapılan detaylı araştırmalar, larvalar tarafından üretilen ODP'nin diğer heterospesifik Chrysofit türlerinin de yumurta bırakmalarına karşı kovucu etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Örneğin, *C. oculata* ve *C. perla* tarafından üretilen ODP'nin diğer chrysofit türlerinin yumurta bırakmalarını engelleyici ya da kovucu etki yaptığı bilinmektedir. Ruzicka, 1998; ODP'den salgılanan madde miktarının larval büyüklük ve abdominal çizginin sıklığına (abdominal marking) bağlı olduğunu bildirmiştir. Sinirkanatlı türleri arasında (heterospesifik etkiye sahip) en çok ODP sekresyonu yapan tür, *C. oculata* larvaları olarak belirlenmiştir.

Yukarıda yumurta bırakmayı geciktirici, türler arası ilişkilerde kullanılan maddeler allomon olarak isimlendirilmiştir. Sinirkanatlı dişileri salgılarıyla diğer predatör türlerin larvalarının daha geniş bir dağılımına sebep olabilmektedir. Bu nedenle Dicke ve Sabelis (1988) bu tanımlamayı modifiye ederek daha geniş ve kabul gören ODS (oviposition deterring synomone) terimini kullanmışlardır.

ODP ve ODS'nin ortaya çıkması afidofag birliklerin organizasyonu ile yakından ilişkilidir. Şayet aynı ya da farklı türe bağlı sinirkanatlı larvaları aynı bitki yüzeyinde bulunur ise yumurtlama oranı sadece kanibalizmden dolayı değil (ODP) ara türlerin arabirlik predatörlüğünden dolayı da azalma gösterebilmektedir.

Sinirkanatlıların doğal düşmanlarına karşı salgıladığı Allomon'lar

Sinirkanatlılar doğal düşmanlarından korunmak için çok çeşitli savunma mekanizmalarına sahiptirler. Bu mekanizmaların temelinde kimyasal maddeler yer almaktadır. Yumurtadan ergin oluşuncaya kadar uzanan tüm gelişim aşamalarında doğal düşmanlarla savaşmaya yarayan kimyasal donanımlara sahiptirler. Sinirkanatlılar içerisinde *Chrysopa* cinsi erginleri korkutulduklarında veya avlanmaya başladıklarında kötü kokulu bir sıvı salgırlar. Bu savunma kokusu protoraksta bulunan koku bezlerinden salgılanmaktadır. Tübüler yapıdaki çiftleşmiş bu bezler protoraksın anterior

kısmına yerleşmiştir. Atak durumunda sıvı salgılanacak şekilde bekletilirler. Bu kokunun %90'ı bir hidrokarbon olan tridecene ($C_{13}H_{26}$) ile skatole (C_9H_9N)'den oluşmuş kalıntılardan meydana gelmiştir. Düşman böceklere karşı savunma sinyali olarak kullanılan bu koku bir allomon olarak düşünülebilmektedir. Bu kokunun ayrıca küçük memeli ve kertenkelelere karşı kovucu etkisinin olduğu saptanmıştır. Smeria, 1979, kötü kokulu *C. formosa* ve *C. pallens*'in kertenkelelere (*Lacerta muralis*) sunulduğunda kertenkelelerin besin olarak sadece *Dichochrysa* türlerini kabul ettiğini gözlemlemiştir.

Depo edilmiş sinirkanatlı yumurtaları, düşmanlarından korunmaya yönelik bazı kimyasal donanımlara sahiptirler. Eisner vd., 1996, yumurtlama sırasında *Ceraeochrysa smithi* (USA)'nın yumurta pediselinin yağlı sıvı damlacıkları ile kaplı olduğunu bildirmiştir. Bu yağlı madde içeriğinde; yağ asitleri, esterler ve düz karbon zincirli aldehytler barındırmaktadır. Böylesi bir kimyasal kompozisyon, türün yumurtalarını bir karınca türü olan *Monomorium destructor*'a karşı korumaktadır. Bu allomon ile kaplanmış yumurta saplarının kimyasal içeriği laboratuvar ortamında incelenmiş ve hamamböceklerine karşı kovucu bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Eisner vd., 1996, çalışmasında, yumurta pediselinin yumurtadan yeni çıkan larvalar için hazır besin niteliğinde olduğunu, ayrıca larvaları doğal düşmanlarına karşı korumada etkin rol üstlendiğini bildirmiştir.

Sinirkanatlıların major besin kaynaklarının çoğu, reçine ve bitkilerin salgıladıkları glikoz türevli atıklarla beslenen karıncalar tarafından tehlike altındadır. Karıncalar besin kaynağına doğru yaklaştıklarında larvalar allomon'larını salgırlar. Genelde yalnız dolaşan ve sırt kısmında çer-çöp yığını taşıyan chrysofit larvaları afit ve koksitlerin salgıladıkları kimyasallardan korunmak için savunma kimyasallarını sentezlerler. Yalnız gezen ve yalnız avlanan chrysofit larvası, anüsünden çıkardığı bir damla sıvıyı anten ve kafasına bulaştırarak karıncaların ataklarına karşı korunurlar. Karıncalar atak yapmayı bırakarak derhal kendilerini bulaştıkları kimyasaldan temizlemeye başlarlar. Bu işlemde 3. instar larva, 1. instar larvaya göre daha başarılıdır. La Munyon ve Adams, 1987, 5 sinirkanatlı larvasının (*Chrysoperla plorabunda*, *C. comanche*, *C. mohave*, *C. downesi* ve *Eremochrysa punctinervis*), *Iridomyrmex humilis* karıncalarına nasıl etkide bulduklarını araştırmışlar, çalışma sonucunda sinirkanatlıların sekresyonunun karıncaların anten ve kafalarında bulunan duyu

reseptörlerini bloke ettiklerini gözlemlemiştir. Predatörlere karşı anal sekresyonu; *Chrysoperla*, *Eremochrysa*, *Chrysopa* ve *Ceraeochrysa* cinslerinde yaygın olarak gözlenmektedir. Bunun yanı sıra anal sekresyon, ürik asit ifrazatında ve pupanın örülmesinde rol oynamaktadır. Sinirkanatlı larvaları, sırt kısmında afitler tarafından üretilen yoğun vaks filamentleri ile kendilerini büyük karıncalardan kamufle ederler. Yaprak bitleri (Afitler) ve koksitler tarafından üretilen vaksli maddeler multifonksiyonel bir etkiye sahiptir. Kimyasal kompozisyonları basit ya da komplike bir yapıdadır. *P. tessellatus* tarafından üretilen vaksli maddeler uzun zincirli keto-esterlerden oluşmaktadır. Scale böceklerin vaksları hidrokarbonlardan ve farklı çeşit pigmentlerden oluşur. Karıncalar scale böcekleri yakalamada bu kimyasalların verdikleri ipuçlarını değerlendirirler. Böylece vaksli kaplanmış sinirkanatlı larvaları scale böcekleri karıncalar için gizemli hale getirir.

Afitlerin Sinirkanatlılara Karşı Allelokimyasal Savunması

Konukçu bitki, afit, predatör arasında gerçekleşen üçlül beslenme etkileşiminde bitkilerden sağlanan allelokimyasalların afidofaglara aktarılmasında direkt veya indirekt çeşitli yollar bulunmaktadır. Sinirkanatlılar da yoğunlukla afidofag olarak bilinen böcek türlerini kapsayan bir takımdır.

Predatörler, av böceklerin salgıladığı zararlı ve toksik kimyasallara maruz kalırlar. Malcolm'un sınıflandırmasına göre bu işlem şu şekilde gerçekleşir:

1. Eğer detoksifikasyon hızlı ise predatör included konumludur.
2. Eğer allelokimyasalların toksik etkisini tolere edemez ise predatör excluded konumludur.
3. Eğer toksik av predatör tarafından tüketilir ise predatörün performansına bağlı olarak predatör peripheral konumludur.

Üretilmesinde afitlerin aracılık ettiği toksik allelokimyasallar; sinirkanatlıların beslenme düzeylerini azaltma, gelişim periyotlarını uzatma ve ölüm sürelerini hızlandırma gibi bazı olumsuzluklara neden olabilmektedir. Philippe, 1972 bitkiler tarafından üretilen ve afitlerin aracılık ettiği böyle bir toksik etkiyi çalışmasında rapor etmiştir. Yaşlı ağaçlardaki *Aphis sambuci* ile beslediği *C. carnea* larvalarının konuk bitkiden (mürver ağacı) elde edilen sambunigrin ($C_{14}H_{17}NO_6$) bileşiğinin sinirkanatlı larvalarına karşı toksik etki ettiği sonucunu çıkarmıştır. Diğer yandan Hemerobiidae

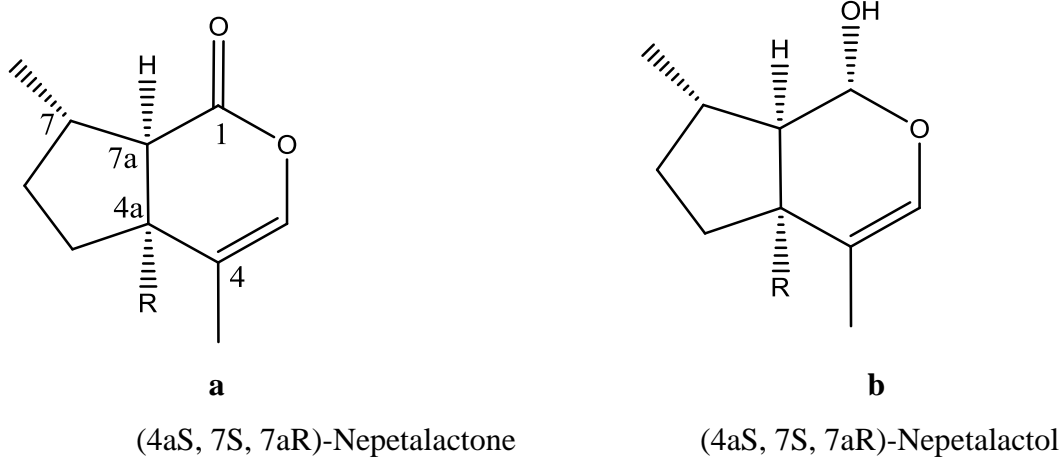
familiyasına mensup *Drepanepteryx phalaenoides*, *A. sambuci* ile beslenmesinde türün zarar görmediği gözlenmiştir (included predator). Araştırma neticesinde detoksifikasyonun; sinirkanatlılar takımında, familya düzeyinde değişkenlik gösterdiği gerçeği ortaya çıkmıştır.

Mendel vd., 1992, iki toksik bitki (*Spartium junceum*, *Erythrina corallodendrum*) üzerinde yaşayan küçük vücutlu-kısıtlı harekete sahip olarak bilinen scale böcekler (*Icerya* spp., *Lepidosaphes ulmi*, *Planococcus citri*) ve afitler arasındaki ilişkiyi araştırmış, afitlerin aracılık ettiği ve bitkiler tarafından üretilen alkaloidal maddelerin *C. carnea* ve *Symphorobius fallax*'ın beslenme etkinliğini azalttığını kanıtlamıştır. Bununla birlikte homopteran böceklerin sinirkanatlılara karşı savunmada direkt kendi ürettikleri allomon'ları kullandıkları bilinmektedir (Whittington ve Brothers, 1991). Örneğin gül afitleri (*A.gossypii*, *Macrosiphum rosae*, *Rhodobium porosum*) kafalarındaki tübüler bir yapıdan çıkardıkları kimyasallar ile *D. handschini* larvalarının beslenme düzeylerini zayıflatmış ve gelişim basamaklarını uzatmıştır.

Sinirkanatlıların Av-Aramada Kullandıkları Kairomon'lar

Kairomon'lar av böcek (prey) lerden sağlanan ve sinirkanatlı larvaları tarafından algılanan (receiver) arakimyasallardır. Kimyasallar, dışkı örnekleri, kutikula, exuvi, glandular sekresyonlar ve feromonlar gibi maddeler birer kairomon kaynaklarıdır (Vet ve Dicke, 1992). Lewis vd., 1977 ve Nordlund, 1977 ilk olarak sinirkanatlıların kairomon'lardan yararlandıklarını ortaya atan araştırmacılar. *Heliothis zea* güvesinin dış ortama salınan kairomonu *C. carnea* larvalarını cezbetmiştir. Kairomon'ların varlığı gece güvelerinin yumurtalarıyla beslenen *C. carnea* larvalarının etkinliğini artırmıştır. Bu çalışmalar göstermiştir ki kairomonlar, avcının (sinirkanatlı larvası) avının yumurtasını bulmada yardımcı olan kimyasallardır. Son çalışmalar, sinirkanatlıların, afitlerin sex feromonlarını ve scale böcekleri birer kairomon kaynağı olarak kullandıklarını ortaya koymuştur (Norin, 2007). Boo vd., 1998, Kore'de çoğu afit türü için yaygın olan bir sex feromonuna *Chrysopa cognata*'nın vereceği yanıtı araştırmışlardır. Aynı araştırmacılar Olfaktometer, electroantennogram (EAG) ve arazi tuzakları vasıtasıyla (4aS, 7S, 7aR)-nepetalactone (C₁₀H₁₄O₂) ve (1R, 4aS,7S,7aR)-nepatalactol'ün sinirkanatlı erginlerini cezbetmedeki etkinliklerini de incelemişlerdir. Yapılan çalışmalar sonucunda afit sex feromonunun *C. cognata* erginleri için kairomon

olarak kullanıldığı gerçeğini ortaya çıkarmıştır. Boo vd., 1988 yapışkan tuzakları sex feromonları ile besleyerek oluşturdukları düzenekte, nepetalactol'ün, nepetalactone'den 13 kez daha fazla cezbedici özelliğinin olduğunu saptamışlardır. (Şekil 1.).



Şekil 1. (4aS, 7S, 7aR)-Nepetalactone ve (4aS, 7S, 7aR)-Nepetalactol açık formülleri

Kahverengi sinirkanatlılar (Neuroptera:Hemerobiidae) da avlarının ürettikleri sex feromonlarını kairomon olarak kullanabilme yetisine sahiptirler. Portekiz'de *Pinus pineaster* üzerinde yaşayan *Matsucoccus* cinsine ait üç scale böcek türünün (*M. josephi*, *M. feytaudi*, *M. matsumurae*) çok büyük bir oranda *Hemerobius stigma*'yı (Neuroptera:Hemerobiidae) cezbedtiği gözlenmiştir. Afitler sex feromonlarının yanısıra uçucu arakimyasal olarak kabul edilen afit alarm feromonu da salgırlar. Doğal düşmanları ile karşılaştıklarında sağılanan bu alarm feromonlarının en önemli kimyasal bileşeni seskiterpen hidrokarbon (E)-B-farnesene'dir. Söz konusu alarm feromonunun da av bulmada yardımcı bir kairomon olduğu hala netlik kazanmamıştır. Potansiyel av durumundaki Homopteran böceklerin çıkardıkları şekerli bileşikler ve özütler, sinirkanatlı larvaları için sadece bir besin kaynağı değil aynı zamanda uçucu bir kimyasal yapı barındırması nedeniyle avının habitatını bulmada yardımcı bir kairomon'durlar (Hagen, 1986). Şekerli özütlerin bileşiminde fruktoz, glikoz, trisaccharide, trehalose, askorbik asit, B vitamini ve nitrojenli türevler yer almaktadır. Ergin sinirkanatlılar için gerekli olan temel amino asitler, barsak ve kursaktaki simbiyoz mayalar tarafından üretilmektedir. Olfaktometrik analizlere göre *C.carnea*, acid-hydrolysed triptofan, triptofan izomeri, hidrojen peroksit (H₂O₂) triptofan tarafından

cezbedilmektedir. Triptofan'ın bozulma ürünü olan indol-asetaldehit de *C.carnea* erginlerini cezbetmekte rol alan kimyasallar arasında yer almaktadır. Kawecki, 1932, çalışmasında, *C.carnea*'nın, scale böceklerin ürettiği şekerli bileşiklerden çıkan uçucu maddelerin kokusunu 5cm uzaktan algılayabildiğini göstermiştir. Sinirkanatlıların av ve habitat bulma davranışını etkileyen ve konukçu bitkiler tarafından üretilen uçucu bileşikler sinomon olarak kabul edilebilirler. Dicke ve Sabelis, 1988 bu terminolojiyi ve kabullenmeyi doğrulamıştır. Bilinen başlıca bitki sinomon'u seskiterpen hidrokarbon bileşiği ($C_{15}H_{24}$)'dir. Flint vd., 1979 hem karyofilen hem de β karyofilen'in *C.carnea* erginlerini cezbedici bir etkisinin olduğunu göstermiştir. Bu sinomon üzerinde yapılan çalışmalar, sinirkanatlıların arahabitat-besin kaynağı bulmasında etkili sinomonun nedenli etkin bir fonksiyon gösterdiğini ortaya koymuştur. Belirli sinirkanatlı türleri için türe özgü çeşitli bitki-habitat sinomonları bulunmaktadır. Örneğin; *C. carnea* için Eugenol, *Mallada basalis* için metil-eugenol ($C_{11}H_{14}O_2$), *Chrysopa nigricornis* için terpenil asetat özelleşmiştir (Hagen, 1986). Karyofilen oluşumu mevsimsel varyasyonlara ve bitkinin fizyolojisine bağlı olarak değişmekle birlikte en yüksek aktivitesini mevsimin ilk periyodunda gerçekleştirir. β - karyofilen sentezi β -farnese afit alarm feromonuna bağlıdır. β -karyofilen afit alarm feromonunun aktivitesiyle inhibe olurlar. Geniş bir spektrumda bitkiler hem alarm feromonu hem de onun inhibitörünü üretirler. Molleman vd., 1997, uçucu metil salisilat ($C_8H_8O_3$) salgılayan armut ağaçlarının *Psylla pyri* tarafından istila edildiğini bildirmiş, bu sinomon'un *C. carnea* (Chrysopidae) erginlerini Haziran'dan başlayarak Eylül sonlarına kadar cezbettiği saptanmıştır. Ancak yine de içerisine metil salisilat bırakılan tuzakların Hemerobiidae familyası üyelerini cezbetmede başarılı olmadığı gözlenmiştir. Sinirkanatlıların bir diğer avı olan psillitlerin beslenmeye başlaması bu sinomonun ağaçlardan salgılanması ile eş zamanlı olduğu da ayrıca saptanmıştır. Dodds ve McEwen, 1998, *C. carnea*'ya yapılan elektrofizyolojik ölçüm yanıtlarını değerlendirmiş, 4 günlük *C. carnea* ergin bireyinin yanıtının 1 günlük olanından daha fazla olduğunu bildirmiştir. Bu farklılığın, göç fazından beslenme fazına geçişle ilgili olduğu düşünülmektedir.

SONUÇ

Yapılan birçok kimyasal analiz, çoğu hayvan türünün özellikle de böceklerin ekosistemde birbirini bütünüleyici bir mekanizmaya sahip kimyasal ağ ile örüntülü olduğunu göstermektedir. Semiokimyasallar sayesinde tarımsal sistemlerde kullanılan çoğu yararlı böcek türlerinin kimyasal tabanlı ekolojik ilişkileri belirlenerek biyolojik mücadeleye sistematik bir yön kazandırılmış olunacaktır. Türe özgü kimyasal ajanlar laboratuvar koşullarında sentezlenerek ilgili böcek türlerinin etkin olduğu sahalarda araziye bırakılmalıdır. Tüm bu gerekçe ve gereksinimlerden dolayı semiokimyasal kullanımına odaklı doğal ortamda yapılmış çok daha fazla çalışmaya gereksinim duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

- Boo, K.S., Chung, I.B.T., Han, K.S. ve Pickett, J.A. & Wadhams, L.J., 1998. Response of the lacewing *Chrysopa cognata* to pheromones of its aphid prey, *Journal of Chemical Ecology* 24, 631-643.
- Bozdoğan, H., Bahadıroğlu, C., Toroğlu, S., 2012. Altıngözlü Böcekler (Neuroptera: Chrysopidae), Genel Özellikleri ve Biyolojik Mücadelede Önemi, Nevşehir Üniversitesi Fenbilimleri Enstitüsü Dergisi 1, 51-57.
- Büyükgüzel, E., Tunaz, H. ve Büyükgüzel, K., 2006. Bazı Böcek Türlerinde Kimyasal İletişimi Sağlayan Proteinlerin Moleküler Yapıları ve Biyokimyasal Fizyolojileri, *Türk Biyokimya Dergisi*, 31 (4) ; 194-206.
- Dicke, M. ve Sabelis, M.W., 1988. Infochemical terminology: based on cost-benefit analysis rather than origin of compounds. *Functional Ecology* 2, 131-139.
- Dodds, C. ve McEwen, P.K. 1998. Electroantennogram responses of green lacewings (*Chrysoperla carnea*) to plant volatiles: preliminary results. in S. P. Panelius (ed.). *Neuropterology 1997. Proceedings of the Sixth International Symposium on Neuropterology*. Helsinki, Finland, 13-16 July 1997. *Acta Zoologica Fennica* 209:99-102.
- Eisner, T., Attygalle, A.B., Conner, W.E., Eisner, M., McLeod, E. ve Meimwald, J., 1996. Chemical egg defense in a green lacewing (*Ceraeochrysa smithi*). *Proc. Natn. Acad. Sci. USA* 93: 3280-3283.
- Flint, H. M., 1979. Caryophyllene - attractant for the green lacewing (Neuroptera: Chrysopidae). – *Environ. Entomol.* 8: 1123-1125.
- Hagen, K.S., 1986. Ecosystem analysis: plant cultivars (HPR), entomophagous species and food supplements. In *Interactions of Plant Resistance and Parasitoids and Predators of Insects*, ed. Boethel, D.J., Eikenbary, R.D., pp. 151- 197. Wiley, New York,
- Hatano, E., Kunert, G., Michaud, J.P. ve Weisser, W.W., 2008. Chemical cues mediating aphid location by natural enemies, *Eur. J. Entomol.* 105: 797-806.
- Kawecki Z., 1932. Beobachtungen über das Verhalten und die Sinnesorientierung der Florfliegenlarven. *Bulleinternational de l'Académie Polonaise des sciences et des lettres, Série B*: 91-106.
- Kesdek, M. ve Yıldırım, E., 2006. Bitki Kairomonlarının Entomolojik yönden Önemi Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 37 (1), 137-144.
- LaMunyon, C.W. ve Adams, P.A., 1987. Use and effect of an anal defensive secretion in larval Chrysopidae (Neuroptera). *Annals of the Entomological Society of America* 80, 804-808.
- Lewis, W.J., Nordlund, D.A., Gross, H.J. Jr, Jones, L.R. ve Jones, S.L. 1977. Kairomones and their use for management of entomophagous insects. V. Moth scales as a stimulus for predation of *Heliothis zea* (Boddie) eggs by *Chrysopa carnea* Stephens larvae. *Journal of Chemien I Ecology* 3, 483-487.

- Mendel, Z., Blumberg, D., Zehavi, A. ve Wrissenberg, M., 1992. Some polyphagous Homoptera gain protection from their natural enemies by feeding on the toxic plants *Spartium juneum* and *Erythrina corallodendrum* (Leguminosae). *Chemoecology* 3, 118-124.
- Molleman, F., Drukker, B. ve Blommers, L., 1997. A trap for monitoring pear psylla predators using dispensers with the synomone methylsalicylate. *Proceedings of the Section Experimental and Applied Entomology of the Netherlands Entomological Society* 8, .177-182.
- Nordlund, D.A., Lewis, W.J., Jones, R.L., Gross, H.R. Jr. & Hagen, K.S., 1977. Kairomones and their use for management of entomophagous insects. VI. An examination of the kairomones for the predator *Chrysopa carnea* Stephens at the oviposition sites of *Heliothis zea* (Boddie). *Journal of Chemical Ecology* 3, 507-511.
- Norin, T., Semiochemicals for insect pest management *Pure Appl. Chem.*, Vol. 79, No. 12, pp. 2129–2136, 2007.
- Phillipe, R., 1972. Biologie de la reproduction de *Chrysopa peria* (L.) (Neuroptera, Chrysopidae) en fonction d'alimentation imaginale. *Annales de Zoologie-Écologie Animale* 4, 213-227.
- Ruzicka., Z., 1998. Oviposition deterring semiochemicals in insect predators, pp 461-462. In: BRUNNHOFER V. & T. SOLDÁN (Eds), Book of Abstracts, VIth European Congress of Entomology, Ceske Budejovice.
- Séméria, Y., 1979. Quelques données sur les convergences chromatiques chez les Chrysopinae (Neuroptera, Planipennia, Chrysopidae) en relation avec la nature de leurs sécrétions prothoraciques. *Bulletin Mensuel de la Société Linnéenne de Lyon* 48, 267-305.
- Vet, L.E.M. ve Dicke, M., 1992. Ecology of infochemicals use by natural enemies in a tritrophic context. *Annual Review of Entomology* 37, 141-172.
- Wattebled, S., Bitsche, J. ve Rousset, A., 1978. Ultrastructure of pheromone-producing eversible vesicles in males of *Chrysopa per la* L. (Insecta, Neuroptera). *Cell and Tissue Research* 194, 481-496.
- Whittington, A.E. ve Brothers, D.J., 1991. Notes on the biology oi' *Ma I lad a handschini* (Navas) and comparisons with other southern African species (Neuroptera: Chrysopidae). *Annals of Natal Museum* 32, 215-220.