



## Böceklerde Kimyasal İletişimin Etkin Maddeleri

# Feromonlar

*İletişimsizlik, insanlar açısından çağın sorunu olarak kabul ediliyor. İletişimde kullanılan sözcükler duyguların ve isteklerin anlatılmasına her zaman yeterli değil. Yeterli olmamanın yanında, sözcüklerin uygun şekilde bir araya getirilmemesi de yanlış anlamalara yol açabiliyor. Oysa böceklerde ve birçok canlı türünde, "sözcükler" nedeniyle yanlış anlaşılma sorunu yok. Bir balasının diğerini üzecek sözcükler söylemesi de zaten pek olası değil. Böceklerin iletişiminde, büyük oranda kimyasal maddelerin rolü var. Onlar, duygularını (varsa eğer) ve isteklerini özel kimyasal maddeler kullanarak birbirlerine iletiyor. Yaşamlarını bu özel maddeleri kullanarak yönlendiren böceklerin iletişimsizlikten kaynaklanan sorunları da olmuyor.*

**B**İR yerlere yetişecekmişcesine koşuşturan, doğanın bu becerikli yaratıkları böceklerin nasıl yaşadıklarını biraz araştırdıktan sonra, etkilenmemek olası değil. Zararlı ya da zararsız tüm böceklerin yaşamları keşfetmeye değer. Hatta zaman zaman insanlarla aralarında benzerlikler bile kurulabilir. Bu küçük boyutlu canlıların becerikli olmalarının, çevreyle ve birbirleriyle uyum içinde yaşamlarının öyle doğaüstü bir yanı yok. İşin sırrı feromonlarda. Karıncaların yuvalarını, balıklarının kovanlarını şaşırmadan bulmasını, hamamböceği nimflerinin (başkalaşım geçirmeyen böceklerin larvaları) tehlike anında bir araya toplanmasını, balıklarının alan hakimiyeti kurmasını,

tüm böcek türlerinde çiftleşmek isteyen erkek ve dişilerin birbirini bulmasını feromonlar sağlıyor. Yalnızca böceklerde değil, omurgalı, omurgasız, insan da dahil hayvanlar aleminde birçok canlı türünde bulunan feromonlar, davranışları ya da fizyolojik tepkileri etkileyerek değiştiren özel kimyasal maddelerdir. Bu konudaki çalışmaların çoğu, böcekler üzerinde yapılmış ve birçok feromonun kimyasal yapısı belirlenmiştir. Feromonlar, önceleri hormonlarla eşdeğer tutuluyordu. Hormonlar gibi az miktarda salgılanmalarına ve belirli bir yaşamsal işlevi yerine getirme görevini üstlenmelerine karşın, vücut dışına salgılanmaları, onları hormonlardan ayrı kılıyor. Genellikle, türe özgü olan feromonların farklı işlevleri

yerine getirenleri ve değişik bileşimlerde olanları var. Kimyasal olarak aldehit, ester, alkol gibi gruplardan biri ya da birkaçını taşıyabiliyorlar. Böceklerin görme gibi duyuları pek fazla gelişkin olmadığı için, onların çevreye ve birbirlerine uyum sağlamalarında feromonların diğer canlı türlerindeki göre daha etkin bir rolü var. Yayılma yetenekleri oldukça yüksek olan feromonların 7-8 km uzaklıktan bile etkili olduğu biliniyor. Uzaklık, sıcaklık, rüzgâr ve nem gibi etmenler de feromonların etkisini azaltıp çoğaltabiliyor.

Feromonlar, farklı bilim adamları tarafından farklı biçimlerde sınıflandırılmış. Günümüzde kabul gören sınıflandırmada feromonların işlevleri temel alınıyor. Buttler'in 1967'de yaptığı bu

sınıflandırmaya göre, iz-işaretleme, alarm, toplanma, afrodizyaklar, toplumsal böceklerde kraliçe yetiştirilmesi ve eşeyssel olgunluğun kontrolü, koku yoluyla etkili olan cinsiyet feromonları ve başka işlevleri gerçekleştiren feromonlar var. Ancak, aynı feromonların farklı koşullar altında farklı işlevlerinin olması nedeniyle bu sınıflandırmanın da tam olmadığı düşünülüyor.

## İzle Beni Kokumdan Bul Beni

Karıncaların, tek sıra halinde yürümelerinin nedeni üzerinde düşünüp, akıl sır erdiremediyseniz, işte yanıtınız: Karıncalarda, yuvadan çıkan ilk birey belirli aralıklarla feromon bıraktığından, ardından gelenler, onun izinden kolayca gelebilirler. Bir bireyin bıraktığı kimyasal izlerin diğer bireyler tarafından alınması, koklama ya da tatma duyası ile gerçekleşiyor. Kimyasal izler toprağa ya da havaya bırakılabilir. Toprak izleri, böceklerin gezindiği tüm ortamlara, ağaçlara, dallara, yapraklara ve meyvelere bırakılabilir. İzleme davranışlarına daha çok toplumsal böceklerde rastlanıyor. Hava izleri ise uçan böcekler tarafından bırakılıyor ve sürekli yenilenmeleri gerekiyor. Koku yoluyla etkili olan cinsiyet feromonları bu gruba giriyor. Limantridae ailesinden bir kelebek türünde, dişinin vücudunun son kısmından havaya salgıladığı kokuyu erkek güçlü antenleriyle alıyor. Erkeğin 8 km uzaklıktan bile aldığı bu çekici kokuyu, hiçbir koku bastıramıyor. Bu türün oldukça çirkin olan dişisi kanatsız olması nedeniyle hareketsiz. Erkek, dişinin yalnızca kokusuna kapılarak onu buluyor ve çiftleşme gerçekleşiyor. Dişi, bulunduğu ağaç kabuğuna yumurtladıktan sonra ölüyor. İlkbaharda yavrular yumurtadan çıkıyor, ama çok yakınlarında yiyecek bulamadıkları için yola düşüyorlar. Anneleri hareketsiz olduğu için, yiyecek bulmak adına türün yayılma görevini de üstlenen bu tırtıllar dağ, taş, dere, tepe demeden ilerliyorlar. İlerlemeleri boyunca, onlar için en büyük tehlike olan kuşlara yem olmamak çok önemli. Bunu da, turuncu-siyah renkli, gösterişli, sert ve zehirli kıllarıyla sağlıyorlar. Çok özel bir başka örneğe de kirazsineklerinde (*Rhagoletis cerasi*) rastlana-



biliyor. Kirazsineği, yumurtalarını kiraz meyvesine koyduktan sonra, vücudunun son kısmından salgıladığı bir feromonu meyveye bırakıyor. Bu meyveye daha sonra gelen ikinci bir sinek, feromonun varlığını fark ettiğinden yumurtalarını bırakmayıp, kendine, içine yumurta bırakılmamış bir kiraz aramaya çıkıyor. Böcekler boyutlarının küçüklüğü, uçabilme ve hızlı hareket edebilme gibi özellikleri nedeniyle, çok geniş alanlara yayılabilirler. Onların, zaman zaman insanların içini sıkan, bu her tarafa yayılabilme özelliği, öncelikle eş bulmak açısından sorun. Ancak bu sorun, feromonlar sayesinde, ortadan kalkmış. Koku yoluyla etkili olan cinsiyet feromonları görüş alanının dışında bulunan erkek ve dişi böceklerin birbirlerine yaklaşabilmelerini sağlıyor. Böcek türlerinin yaklaşık % 80'inde feromonları dişiler, % 10'unda erkekler, diğer % 10'unda ise hem dişiler hem de erkekler salgılıyor.

*Lasiocampidae*, *Bombixidae* ve *Saturniidae* ailelerine ait bazı kelebek türlerinde, çiftleşmemiş dişiler feromon salgılıyorlar. Cinsiyet feromonları türe özgü olmasına karşın, *Lymantria dispar* (orman ve meyve ağaçlarına zarar veren sünger kelebeği) ve *Ephestia elutella* (depolanmış ürünlere zarar veren bir kelebek) gibi türlerde, dişiler aynı cinsin ya da ailenin farklı türlerinin erkeklerini de çekebiliyor. Bazı böceklerdeki cinsiyet hormonları günün belirli zamanlarında bırakılıyor. *Sporganothis pilleriana* kelekleri, cinsiyet feromonlarını gündüz 11<sup>00</sup>-16<sup>00</sup> arasında bırakıyorlar. *Apis mellifera* balansı türünde, dişinin cinsiyet feromonu salgıla-

ması yaşamı boyunca sürüyor. Çiftleşmeden sonra salgılanan feromon ise, dişi arıların yumurta koymamasını ve yeni bir kraliçe arının meydana gelmemesini sağlamaya yarıyor.

Koklama yoluyla etki eden feromonlar yalnızca cinsiyet feromonları değil. Türe ve koloniye özgü feromonlar da var. Türe ait bireylerin birbirini tanımalarına ve toplumsal olarak yaşayan böceklerde besin alışverişine yarayan bu feromonlar, koloninin savunulmasına da yardımcı oluyor. Balanlarında, işçi arıların vücut parçaları üzerinden ve bacaklardaki bezlerden salgılanan bu tip feromonlar, arıların üzerinde gezindiği yerlere bırakılıyor. Bu özellikte bir başka feromon da balanlarında kraliçenin vücudunda bulunuyor ve işçi arıların kraliçenin çiftleşmiş olup olmadığını ayırt etmelerine yarıyor.

Toplumsal yaşayan böceklerde, bireylerin eşeyssel olgunluğa erişme zamanı, diğer bireylerin salgıladığı feromonlardan etkileniyor. Feromonların eşeyssel olgunluğu etkilemesi bazı türlerde engelleme ve geciktirme, bazı türlerde de hızlandırma biçiminde oluyor. Feromonların engelleme biçimindeki etkisi işçi arılarda ortaya çıkıyor. Arılarda, kraliçe arının ağız parçalarında bulunan bezlerden salgılanan engelleyici feromonlar işçi arıların eşeyssel gelişimini geriletıyor. Kraliçenin kovandaki egemenliğinin sırlarından biri de bu olsa gerek. Feromonların eşeyssel olgunluğu hızlandırması çöl çekirgelerinde gerçekleşiyor. Topluluk halinde yaşayan çöl çekirgelerinde, olgun bir erkeğin toplulukta var olması, diğer bireylerin eşeyssel olgunlaşma hızını artırıyor.



Eşeyssel olgunlaşmayı hızlandıran feromonlar olgun erkeğin vücudunu örten, uçucu nitelikteki maddeler. Bu maddeler olgunlaşmamış erkek ve dişiler tarafından yakın mesafeden algılanabiliyor.

Bazı çiçekler de böceklerin feromonlara olan duyarlılığından yararlanıyor ve onları feromon benzeri maddeler salgılayarak kandırıyor. *Ophrys insectifera* adlı orkide, *Argogorytes* cinsinden olan böceklerin erkeklerini bazı kimyasal bileşikler salgılayarak kendine çekiyor. Orkidenin rengi ve kokusundan ötürü erkek böcekler, çiçeği kendi türünün dişisi zannederek çiftleşmeye çalışıyor. Böylece, orkidenin çiçek tozları böceğin vücuduna yapışıyor ve böcek başka bir orkideye yeniden kanıp, onunla çiftleşmeye gittiğinde çiçektozlarını aktarmış oluyor. Kendi türünden bir dişiyi döleyemese de orkidelerin döllenmesine katkıda bulunmuş oluyor.

## Böceklerde “Erkekliğin” İncelikleri

Gübresineklerinde erkek, kırdı bir gübrenin üzerinde “tanışıp” çiftleştiği dişisi yumurtlarken de ona sahip çıkıyor. Dişinin yumurtlarken salgıladığı feromonlar diğer erkekler için de çok çekici olduğundan, erkek, çevreye doluşan rakiplerini kovalamak için dişinin üzerine çıkıp, var gücüyle onu koruyor. Yumurtlama tamamlandıktan sonra, feromon salgılaması da durduğundan, dişinin erkekler için artık bir değeri kalmıyor.

Cinsiyet feromonlarının kullanıldığı bir başka böcek de akrepsineği. Akrepsineklerinin aşk ilişkisi sanki erkek böceğin dişi üstünde kurduğu maddi baskıya dayalı. Leş yiyici sinekler olan bu böceklerin erginlerinde, vücudun son tarafında akreplerinkine benzeyen

bir kanca bulunuyor. Dişilerde ise bu kanca yok. Yiyecek konusunda çok cimri olan erkekler, buldukları yiyecekleri dişilerle paylaşmıyorlar ve onları aç bırakıyorlar. Açlıktan ne yiyeceklerini şaşırarak dişiler yaprakların üzerinde buldukları çığ damlalarıyla idare etmeye çalışıyorlar. Çiftleşmek için feromon çıkarma işi geceleri gerçekleşiyor. Bu türde, erkekler de feromon salgılıyor. Erkek böcek feromonun buharlaşmasını kolaylaştırmak için kanatlarını yelpaze gibi kullanarak hava akımı yapıyor. Dişi, erkekten aldığı mesajla çiftleşmeye hazır hale geliyor, ancak ortaya bir sorun çıkıyor. Zavallı dişinin açlıktan gözü hiçbir şey görmüyor. Erkek, dişiyi salgılarından lastik bir topa benzeyen beyaz renkli bir besin hazırlıyor. Çok çekici olan bu yiyeceği yemek isteyen dişi erkeğin yanına geliyor ve yemeğini yemeye çalışırken erkek onunla çiftleşiyor. Sanki dişi, “karın tokluğuna” çiftleşiyormuş gibi. Besin topunun sert ve büyük olması, zor çiğnenmesi, çiftleşmenin uzun sürmesini sağlıyor.

Böceklerin pek çoğunda, çiftleşmenin başlaması için cinsiyet feromonları yeterli değildir. Bu türlerde erkek dişinin cinsiyet feromonunu algılayıp, ona yaklaştıktan sonra, onu çiftleşmeye hazırlamak için afrodizyak maddeler salgılar. Bazı türlerde dişilerin de salgıladığı afrodizyaklar, cinsiyet feromonlarından farklı olarak çiftleşmek için hazırlayıcıdır.

Hamamböceklerinde, dişilerin antenlerinden salgılanan feromonlar erkeği çekip, her iki cinsi bir araya getirdik-

## İnsan Feromonları

Hayvanların çiftleşmek, gelişmek ve yavru bakımı yapmak gibi türe özgü özelliklerini kokuların ve feromonların nasıl etkilediği bir süredir araştırılıyordu. Feromonlardan insanlar da nasibini aldı. Yaşamın çeşnisi olan kokuların, ergenlik devresini hızlandırdığı, kadınların menstruasyon dönemlerini kontrol ettiği yolunda kanıtlar elde edildi. İnsanda koku ve feromonlar üzerindeki araştırmalar daha çok kadın erkek davranışları ile ilgili. Örneğin, kadınlar eşleri olmadığında, neden eşlerinin tarafında yatarlar? Aynı işyerinde birlikte çalışan kadınların menstruasyon devirleri neden yaklaşık aynı tarihlere denk gelir? Kokular cinsel çekim üzerinde fiziksel görünüşten daha mı fazla etkilidir? Çocukların uyurken birlikte yattıkları uykuyu oynadıkları ya da bağımlılık duydukları bataryeleri yıkandıktan sonra neden etkisini kaybeder? Anne ve bebek arasındaki bağı oluşturan etmenler nelerdir? Kadınlar ve erkeklerin eş seçiminde neler etkilidir? Bu sorularla uğraşan bilim adamlarının karşısına hep kokular ve

feromonlar çıkıyor. İnsan vücudu güçlü kokuları olan birçok bileşiğe sahip. Bu bileşiklerden bir kısmı da bakteriler tarafından keskin kokulu bileşiklere dönüştürülüyor. İnsanlar dahil birçok primatta dişide normal vajinal salgıların içinde uçucu alifatik asitler bulunuyor. Keskin kokuları olan bu asitlerin erkek maymunlarda cinsel aktiviteyi artırdığı da saptanmış. Cinsiyete özgü birçok hormonun kokusunun da dikkat çekici olduğu belirlenmiş. Bir tiyatro salonundaki bazı koltuklara bu hormonlardan biri araştırma amacıyla koku gibi sıkılmış. Tiyatroya gelen kadın izleyiciler istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde bu koltuklara oturmayı tercih etmişler. Bir başka çalışmada da aynı uygulama, erkekler üzerinde en çekici kadın fotoğrafını seçme amacı altında yapılmış. Bu çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiş. Hem kadınlarda hem de erkeklerde bulunan bu tip hormonların üremede etkili olduğunu düşünen bilim adamları da var. Ancak, bu hormonların etkilerinin birlikteliğin yakın mesafeden sürmesine bağlı olduğunu ve eşlerin beraber uyuma gibi özelliklerinin bu etkiyi artırdığını da öne sürüyorlar. İnsan vücudundaki

tüylerin kök kısımlarında özellikle de koltuk altında ve genital bölgelerde bulunanlarda, salgı bezleri var. Bu salgı bezlerinden karşı cinsi etkileyen ancak kimyasal yapısı henüz tanımlanmamış olan maddeler salgılandığı da son belirlemeler arasında. İnsanların kendi yaydıkları feromonları ya da feromon niteliğindeki kokuları nasıl duydukları üzerine düşünülecek olduğunda, bilim adamlarının karşısına burnun içinde yer alan vomeronasal organ adını alan bir yapı çıkmış. Bu yapı, kokuları seçmeye ve birbirinden ayırt etmeye yarıyor, ancak gene de böceklerdeki gibi kokuların çok uzak mesafelerden alınmasını gerçekleştiriyor.

Eski bir Amerikan geleneğine göre, erkek dans ettiği süre boyunca koltuk altında bir mendil tutar. Dans bittikten sonra da mendilini partnerine sunar. Partner bu durumdan ne kadar hoşnut olur bilinmez ama bilim adamları mendildeki kokunun afrodizyak niteliği taşıdığını düşünüyorlar. Yakın zamanlarda parfümiere de katılan insan feromonlarının, etkilerini sabunlara karşın sürdürüp sürdürmedikleri de ayrıca incelemeye değer bir konu...

ten sonra, eşler karşılıklı durarak antenlerini birbirine sürerler. Erkek, vücudunu dişiyeye ters döner, kanatlarını kaldırır ve afrodizyak bezlerinden salgıladığı feromonla dişiyeyi çiftleşmek için uyarır.

Orta Amerika'da yaşayan Florida kraliçesi adında bir kelebek türünün kanatlarının rengi ve deseni bir başka kelebek türününkine çok benzer. Bu iki tür, bazen eş bulmak adına birbirlerinin renklerine aldansalar da erkek kendi türünden olan dişiyeyi kokusundan tanır. Erkeğin kendi feromonunun kokusunu alabilmesini kolaylaştırmak için dişi, kanatlarını yelpaze gibi kullanarak, kokuyu erkeğe doğru gönderir. Bundan sonra, sıra, erkeği için sevgi dansı yapmaya gelir. Dans sırasında, artık daha fazla dayanamayan erkek, vücudundan çıkardığı iki sivri kılla kanatlarının üzerinde bulunan özel keseleri deler. Keselerden afrodizyak bir madde salgılanır. Erkek böylece afrodizyak maddeden etkilenen ve bu kokuyu bekleyen dişisine kavuşmuş olur.

## Haydi Toplanın

Böceklerde toplanmanın korunmak, çiftleşmek ve çoğalmak gibi çok çeşitli amaçları var. Toplanmayı sağlayan feromonlar bazen her iki cins, bazen de tek cins tarafından salgılanır. Toplanmalar sürekli veya geçici olabiliyor. Bazı böceklerde dişileri yumurtlayabilecekleri yerlere de yine feromonlar çekiyor. *Culex tarsalis* adlı bir sivrisinek türünde, daha önceden yumurtlamış olan dişilerin salgıladığı feromonlar, diğer dişilerin de yumurtlamak için aynı suya gitmesini sağlıyor. Toplanma feromonları, böceklerin dinlendikleri yerlerdeyken salgılamaları, türün diğer bireylerinin de bu bölgede toplanmasıyla sonuçlanıyor. Toplumsal olarak yaşayan arı, karınca ve termit gibi böceklerde bir arada yaşamayı toplanma feromonları sağlıyor. Toplanma feromonlarının tipik bir örneği de kabukböceklerinde (*Ipidae* ve *Scolytidae* aileleri) var. Beslenme ve yumurta bırakma açısından uygun bir ağaç gövdesi bulan bireyler feromon salgılayarak, diğer bireylerin buraya toplanmasını sağlıyorlar.



## Dikkat! Alarm!

Toplumsal olarak yaşayan böceklerde sistemin bir yerden aksamaması her şeyi berbat edebiliyor. Bu nedenle tehlikeye anında haberleşmek büyük önem taşıyor. Alarm feromonları, tehlike anının koruyucu ve önleyici çanları olarak iş görüyor. Böcek gruplarının korunma davranışlarında önemli rol oynayan bu tip feromonlar etkilerini koklama yoluyla gösteriyor. Karıncalarda vücudun son kısmındaki bezlerden, balanlarında iğne bezlerinden, diğer bazı böcek türlerinde ise ağız parçalarında bulunan bezlerden salgılanıyorlar. Karıncalar saldırma amaçlı toplanmalar için de alarm feromonu salgılıyorlar. Uçucu ve etkisi kısa süreli olan alarm feromonları birçok türde aynı. Bazı yaprakbiti türleri kendilerini yiyen diğer böcekler tarafından saldırıya uğradıklarında, salgıladıkları alarm feromonu yakınlarda beslenmek-

te olan diğer yaprakbitlerinin uzaklaşmasına yol açıyor. Yaprakbitleri, alarm feromonlarını antenleri üzerindeki özel duyarlar tarafından algılıyorlar.

## Tarımsal Savaşta Feromonlar

Dünya'da kirlenme sorunlarının hızla arttığı 20. yüzyılın sonuna doğru, kirlenmenin, bilinçsizliğin ve plansızlığın hesabının ödenmesine başlandı. Bu ödemenin büyüklüğü ve giderek de büyüyeceği anlaşılınca, bedeli azaltmak için çareler aramaya yönelindi. Çare aranan konulardan biri de tarım zararlısı olan böceklerle savaşta kullanılan, sağlık açısından olumsuz etkileri olan, bitkilere ve yararlı canlılara zararlı olabilen tarım ilaçları oldu. Feromonların işlevlerinin ve canlılar üzerindeki etkilerinin giderek daha çok anlaşılmasıyla, zararlılarla savaşta kullanılmaları daha çok gündeme gelir oldu.

Doğal bileşikler olmaları ve çevrede birikerek kirlilik yapıcı özelliklerinin olmaması nedeniyle tercih edilen feromonlar, zararlılarla doğrudan savaşmanın yanında araştırma ve gözlem amacıyla da kullanılıyor. Özel tuzakların içine, tarımsal zararlıya etki edecek feromonlar konuluyor. Bu tuzaklar, farklı amaçlara yönelik olarak hazırlanıyor. Kimisi çiftleşmeyi engellemek amacıyla, erkek bireylerin yakalanmasını, kimisi de feromon dozunu giderek artırarak, davranışları bozmayı, dolayısıyla da çiftleşmeyi engellemeyi hedefliyor. Türkiye'de feromonlar, henüz tarımsal savaşta çok sınırlı olarak kullanılıyor. Feromonların zararlılarla savaşta kullanımının, ilaçlarmalardan kaynaklanan bazı çevre sorunlarına çözüm getireceği düşünülüyor.

Zuhal Özer

Konu Danışmanı: Neşet Kılınçer

Prof. Dr., A.Ü. Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü

Kaynaklar:

Gökgen, M., Yaman, G., Kıyaplı, F., Karıncıkçı, P., Közçü, M., "Böceklerle Savaşta Feromonlardan Yararlanma Olarak", A.Ü.Z.F. Bitki Koruma Bölümü (Yayımlanmamış Bülten: Tez), Ankara, 1990.

Jacob, M., Jacob, N., "The Use of Pheromones in the Monitoring and Integrated Control of Plant Pests", Research Institute for Plant Protection, Bilksey, 1978.

Ünalın, F., "Hamamböceklerinde Feromonlar" (Semineri) A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Bölümü, Ankara, 1993.

<http://www.santimon.com/aphodiv/semu.htm>

<http://www.suh.gov.tr/bulet/feromon.htm>

<http://www.pheromones.com/>

