

Böceklerde sesli iletişim

İbrahim GÜMÜŞSUYU*

Summary

Acoustical communication in insects

Studies on insect acoustical behaviour in general, date back to early 1950's. Although most of the papers published are on sound production and reception in insects, these are mainly dealt with the morphology and physiology of producing and responding organs to sounds. As a result of advances in electronic recording and analyzing equipment since 1950, a number of research workers have been attracted into the field of animal acoustical communication.

Information can be transferred between animals by means of light waves, chemicals, sound waves, substrate vibrations and direct contact, even by temperature and humidity changes. In this paper, only acoustical communication and behaviour of insects as well as their functional reproductive isolating mechanisms between sibling species have been considered. In addition, acoustical communication in insects has been found to be of help to researchers in determination of extremely similar species.

Giriş

Böceklerin sesli davranışları üzerinde zamanımıza kadar ve özellikle son yıllarda çok sayıda çalışma yapılmıştır. Ancak, 1950 yılından önce, böceklerin sesli davranışına ait çalışmalar, uzun bir süre için belirli bir düzeyde kalmıştır. Böceklerde ses çıkarma ve sese tepki göstermeler üzerinde yüzlerce yayın yapılmış olmasına rağmen, araştırmacılar başlıca, ses çıkaran organların morfoloji ve fizyolojisi ile uğraşmışlardır (Alexander, 1967 a).

* Cumhuriyet Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Sivas

Alınış (Received): 22.8.1988

Elektronik kayıt ve analiz ekipmanlarının hızlı gelişmesi sonucu çok sayıda araştırmacı, hayvanların sesli iletişim alanında değişik konularda çalışmaya başlamışlardır. 1950 yılından sonra, on veya onbeş yıl içerisinde, böceklerin ve diğer canlıların sesleri üzerinde yüzlerce yayın yapılmıştır. Son yıllarda yapılan çalışmalar, yeni ekipman ve tekniklerin geliştirilmesi nedeniyle daha da ilerletilmiş durumdadır. Böylece, çıkarılan seslerin fiziksel yapısının karşılaştırılması ve tanımlanmasının yanısıra, ses alma (tympanal) organlarının tepki alanları saptanmıştır.

İletişim, bir organizmadan diğer bir organizmaya bilginin aktarımı olarak tanımlanabilir. Organizmalar arasında bilgi; kimyasal olarak (koku ve tad yoluyla), ışık dalgaları şeklinde (görünüm olarak), ses dalgaları şeklinde (işitme olarak), üzerinde bulunulan ya da yaşanan yerin titreşimleri şeklinde, doğrudan dokunma veya sıcaklık ve nem değişimleri ile yayılabilmektedir. Hatta, gece kelebeklerinin yüksek frekansta mikrodalgalı elektromanyetik radyasyon ile haberleşme sağladıkları sanılmaktadır (Alexander, 1967 a).

İletişimin sesli yapılmadığı bilinen böceklerde ise, örneğin, göçmen çekirgelerde dokunma, kimyasal ve görünüm sinyallerin; gryllid'lerde dokunma ve görüntü sinyallerin primer etkileri (dönem farklılıkları ile ilgili olarak morfoloji, fizyoloji ve davranışta oluşan değişimler) kanıtlanmıştır. Alexander (1967 a), Wilson and Bossert (1963)'e atfen; kimyasal sinyaller konusunda sosyal böceklerden karınca, termit ve bal arılarında kraliçenin çıkardığı salgının, işçilerin yumurtalık gelişmesini engellediğini kaydetmektedir.

Türe özgü sesli iletişim, benzer türler (sibling species) arasında, üreme izolasyonu mekanizmasını oluşturan önemli engellerden biridir. Böcekler için coğrafik, ekolojik ve mevsimsel farklılıklar, benzer türler arasında döllenmeyi önleyici önemli etkenlerdir. Fakat coğrafik, ekolojik ve mevsimsel sınırlama olmayan benzer türler arasında niçin döllenme olmadığı, ya da hibrit oluşmadığı sorusu akla gelmektedir. Bu da bizi, onların çıkardıkları ses farklılıklarına götürmektedir. Böceklerde ses çıkarma işlevi dikkate alındığı zaman, dişinin erkeğini tanıması için yol gösterici olmakta ve ses çıkarma durumu, özellikle benzer türler arasında önemli bir üreme izolasyonu mekanizmasını oluşturmaktadır. Türler arasındaki ayırım veya kendi türünü tanıma, kur sesinden daha çok çağrı (davet) sesinin özelliğinden ileri gelmektedir. Bu nedenle, erkeğin çıkardığı çağrı sesi, "türler arası üreme izolasyonu mekanizması" olarak tanımlanmaktadır. Böceklerde saptanmış bulunan kimyasal kokuların varlığı ise, ses çıkarma yeteneğinde olan türlerde henüz bugüne kadar kanıtlanmamıştır (Alexander, 1967 b).

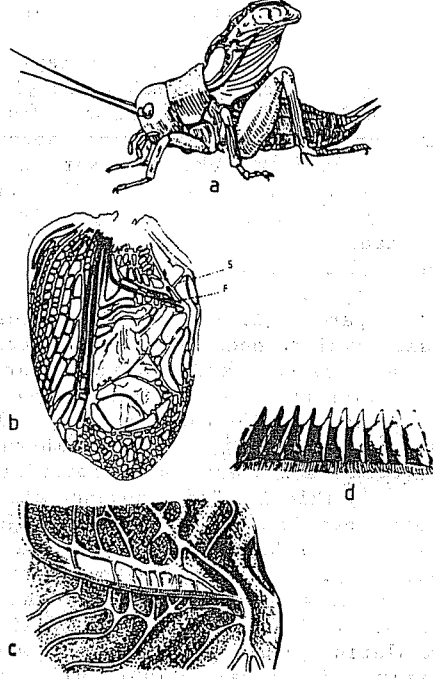
Farklı böcek türlerinin çıkartmış oldukları sesler, insan kulağı tarafından bile kolayca ayırt edilebilmektedir. Nitekim, bu makalenin yazarının Gryllidae (Orthoptera) türleri üzerinde yapmış olduğu arazi çalışmaları sırasında, daha önceden saptamış olduğu türlerin seslerini tanımış olması, diğer farklı türleri bulmasını da kolaylaştırmıştır. Lodos ve Boulard (1987), bazı Cicadidae (Homoptera:Auchenorrhyncha) türlerinin, insan kulağının farkedebileceği değişik ses çıkardıklarını ve bunların laboratuvarındaki incelemeleri sonucu değişik türler olduğunun anlaşıldığını kaydetmişlerdir. Görüldüğü gibi, farklı böcek türlerinin çıkardıkları sesler, kendi türleri arasında tanımayı ve iletişimi sağlamakta ve ayrıca taksonomik çalışmalara da ışık tutmaktadır.

Bu makalede, çeşitli literatür kaynaklarından ve özellikle Alexander (1967 a)'dan yararlanarak, böceklerde ses çıkarma işlemi açıklandığı gibi, bunların sesli sinyalleri ile bu sinyallerin davranışlar üzerindeki etkileri açıklanmaya çalışılmıştır.

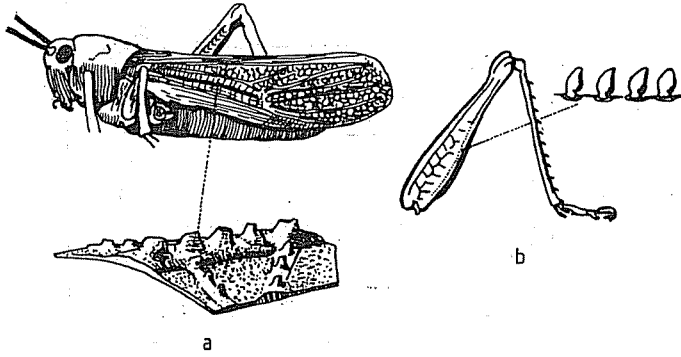
Sesli İletişim Organı ve Ses Çıkarma İşlemi

Böceklerde ses, genellikle erkek bireyler tarafından meydana getirilmektedir. Ses çıkarma işlemi, değişik vücut organlarının kullanılmasıyla yapılmaktadır. Gryllinae (Orthoptera; Gryllidae) altfamilyasına ait erkekler ön kanatlarını, abdomen ile kanat arasında 35-45°C'lik bir açı yapacak şekilde yukarı doğru kaldırarak (Şekil 1) sağ kanadın alt kısmında bulunan bir dizi küçük dişçikleri, sol kanadın kenar iç kısmındaki ege (raspa) benzeri kısmına sürtmek suretiyle ses meydana getirirler (Alexander 1967 b, Gümüssuyu 1973, 1981). Alexander (1967 b), gryllid'lerde ses meydana getiren organlardaki diş sayısının türler arasında değişim gösterdiğini bildirmektedir. Chopard (1951) gryllid'lerden Arachnocephalinae türlerinin kanatsız olmaları nedeniyle, erkek bireylerin abdomenlerinin uç kısmını, üzerinde buldukları yaprağa vurarak ses çıkardıklarını bildirmektedir. Tridactylidae (Orthoptera) türlerinin erkek bireylerinin kanatlarında, Gryllinae türlerinde olduğu gibi ses çıkarma dişçikleri bulunmaktadır (Harz, 1975; Gümüssuyu, 1983). Acrididae (Orthoptera) türlerinin erkekleri, arka femurlarının alt iç kenarında bulunan bir dizi dişçikleri, üst kanadın alt kenarına yakın yerde bulunan çıkıntılara veya bazı türlerde görüldüğü gibi, abdomen'in yan kısmında bulunan çizgi şeklindeki çıkıntılara sürterek ses meydana getirirler (Şekil 2). Cicadidae (Homoptera) erkeklerinde ise, abdomen'in kaide kısmında bir çift kalınca zar şeklinde ses çıkarma organı bulunmaktadır (Şekil 3). Zar şeklindeki bu organ, çevresinde bulunan güçlü kasların yardımıyla titreşim yaptırılması sonucu türe özgü ses çıkartır. Alexander (1967 a), termitlerin (Isoptera) buldukları galerilerin tavan ve tabanına başlarını vurarak ses meydana getirdiklerini kaydetmektedir.

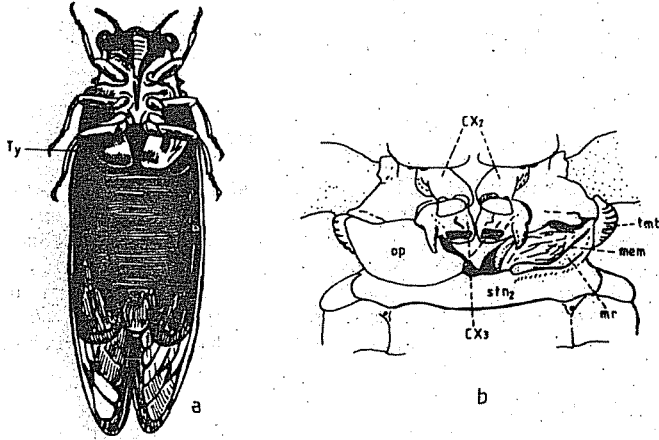
Alexander (1967 b), 7 benzer gryllid türü olan Gryllus assimilis (Fabricius), G. firmus Scudder, G. veletis (Alexander and Bigelow), G. pennsylvanicus Burmeister, G. verneis Blatchley, G. fulton (Alexander) ve G. rubens Scudder üzerinde yaptığı çalışmada, bu türlerin seslerini teybe kaydetmiş ve daha sonra her türe ait ses, ses analizi yapan odiospektrograf tarafından kağıt üzerine geçirilmiştir (Şekil 4). Şekil incelendiğinde, bir saniyelik süre içerisinde her türe ait ses frekansları ve aralarındaki farklılıklar belirgin bir şekilde görülmektedir.



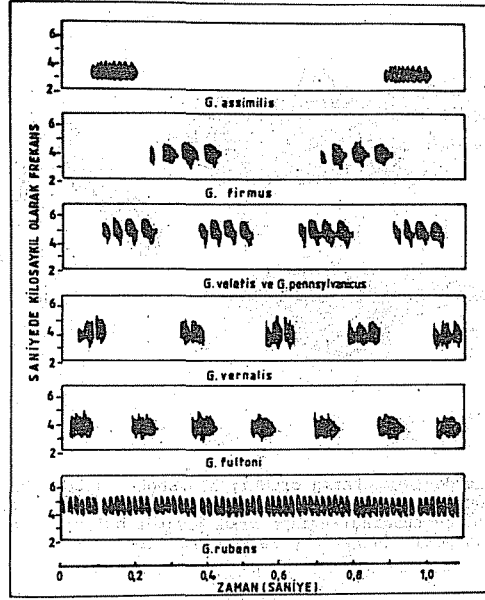
Sekil 1. Gryllid'lerde ses çıkarma organları; a) *Gryllus campestris* L. erkeklerinin kanatlarını kaldırarak ses çıkarma durumu, (Demirsoy, 1982), b) Tegmina'da ses çıkarma dişciklerinin (F) ve ege benzeri kısmın (S) bulunduğu yer, c) Tegmina'da ses çıkarma dişciklerinin bulunduğu kısım, d) Ses çıkarma dişcikleri (Alexander, 1967 b)



Şekil 2. Acridid'lerde ses çıkarma organı; a) *Psophus sitridulus* L.'da arka femurun sürtündüğü üst kanadın durumu ve kanattaki tüberküllerin büyütülmüş şekli, b) Ses tüberküllerinin arka femurda bulunduğu yerler ve bunların büyütülmüş şekli (Weber'e göre Demirsoy 1982).



Şekil 3. Ağustos böceklerinde ses çıkarma organı; a) *Cicada septemdecim* L.'in alttan görünüşü; ty.: ses çıkarma organını örten kapak (operculum) (Kühn'e göre Demirsoy 1982), b) Ses çıkarma organının şematik görünüşü. Cx.: coxa, mem.: zar, mr.: mirror, op.: operculum, stn.: sternit, tmb.: titreşim yaptıran kas (tymbal) (Borror and Delong 1954).



Şekil 4. Amerika Birleşik Devletlerinde 7 gryllid türünün çağrı seslerinden elde edilen odiospektrografik örnekler (Alexander 1967 b).

İletişim İşlevlerinin Sınıflandırılması

Alexander (1967 a), Wilson and Bossert (1963)'e atfen iletişim sinyallerinin 6 işlevsel sınıflandırılmasını yapmıştır. Bunlar; (1) İz işaretleri (cezbedici), (2) cinsel uyarı (bir özel hareketin uyarısı), (3) bireyleri birbiraraya getirme (cezbedici), (4) belirli bir bölge dışına çıkarma (harekete getirici organları uyarma), (5) yaşama yeri sınırlarının işaretlenmesi (repellent) ve (6) alarm verme (özel hareketin uyarılması, cezabetme, kaçırma, harekete getirici organları uyarma v.b.)'dir.

Alexander (1962), sesli sinyallerin bilinen ve tam bilinmeyen işlevlerinin tümünü, aşağıda belirtildiği şekilde kategorilere ayırmıştır. (1) Rahatsız edici ve alarm verici sinyaller (predatör kaçırıcı ve tür içi alarm sinyalleri), (2) Çağırma sinyalleri (çift oluşturma sinyalleri), (3) Saldırı sinyalleri (rekabet-kovma ve üstünlük kurma sinyalleri), (4) Kur yapma sinyalleri (çiftleşmenin zamanlaması ve çiftleşmeyi kolaylaştırma sinyalleri), (5) Kur yapma ve ara verme sinyalleri (çift oluşturma sinyalleri), (6) Çiftleşme sinyalleri (çiftleşmeyi kolaylaştırma ve çiftleşmeyi devam ettirme sinyalleri), (7) Çiftleşme sonrası sinyalleri, (8) Tanıma ve kabullenme sinyalleri (yarı sosyal ve sosyal türlerde görülür). Bu

Bu sınıflandırmanın, sesli iletişim sistemi olarak yeterli olmadığı kaydedilmiştir.

Rahatsız Edilme ve Alarm Sinyalleri

Hemen her böcek takımı için el ile sıkıştırma veya herhangi bir şey ile dokunma gibi çeşitli davranışlar ile rahatsız edilme durumunda, çıkardıkları sesler bilinmektedir. Özel ses çıkardığı bilinen her böcek grubundaki bir veya daha çok türde, rahatsız edilmeye ait tepki göstermenin bu çeşidi bulunmaktadır. Rahatsız edilme sırasında çıkarılan sesleri veya hava iletişimli sesleri insan duyabilir ve böyle seslere karşı tepki gösterebilir. Yakalanan bir Cicada (Hom.:Cicadidae)'nın ani ses çıkarması, ya da diğer bir deyim ile cıyıklaması, onu yakalayan kişinin heyecanlanması sonucu, elinden düşürmesine veya kaçırmasına neden olabilir. Leston and Pringle (1963), deneyimli bir gözlemci tarafından yakalanan bir Reduviidae (Heteroptera) bireyinin birdenbire ses çıkarmasının, bu heteropter'lerin bazılarının sokucu ve kan emici olmalarından dolayı, onun elden atılmasına neden olacağını belirtmektedirler. Bu durum insanın çekinmesinden ileri geldiği söylenebilir. Alexander (1967 a), birçok gözlemlerin sonucu olarak, ister havada, ister ağaçta, birçok kuş türü tarafından yakalanan Cicada'ların çıkardıkları ani ses nedeniyle kurtulduklarını görmediğini belirtmektedir. Ancak, kesin bir kanıt elde olmamakla birlikte, Cicada cıyıklamasının, diğer Cicada'ları ürküterek kaçmalarına neden olduğuna işaret etmektedir.

Howse (1964), termitlerden Zootermopsis angusticollis (Hagen) üzerinde yaptığı çalışmada, rahatsız edilmeden dolayı çıkartılan sesin veya alarm sesinin muhtemel etkilerini ve nedenlerini deneysel araştırmalarla ortaya koymuştur. Bu araştırmacı, termit kolonisinden hafif virüs seslerinin çıkarıldığını bulmuştur. Asker bireylerin, tünelin hem tabanına ve hem de tavanına başlarını vurmaları, işçilerin ise yalnızca tünelin tavanına başlarını vurmaları nedeniyle ses oluşturduklarını rapor etmiştir. Diğer böceklerde "rahatsız edilme sesleri" olarak isimlendirilen bu sesler, termitlerin birdenbire parlak ışık ve hava akımı ile karşılaşmaları sonucu, yaşama yeri titreşimi olarak ortaya çıkmaktadır. Termitler çoğunlukla, kendilerinden biri tarafından yapılan titreşime tepki göstermektedirler. Diğer termitlerle karşılaştıkları anda, titreşimler meydana getirdikleri ve bu titreşimleri tibia'daki subgenual organları aracılığı ile aldıkları aynı yazar tarafından belirtilmiştir.

Rahatsız edilme sesleri üzerinde henüz tam olarak kesin bilgiler elde edilmiş değildir. Bu konuda çok fazla çalışmanın yapılması gerektiğine inanılmaktadır.

Çift Oluşturulması ve Üreme İzolasyonu

Cinsel davranışın mutata olayları sırasıyla, çift oluşturulması, kur yapma, çiftleşme (veya daha iyi açıklanacak olursa, dölleme) ve bazan çift olmanın devamlılığı ve daha ileri döllemelerdir. Bazı türlerde, çiftler özellikle oluşur veya cinsel tepki gösteren bireylerin yalnızca önceden bir araya gelmiş toplulukları içerisinde çiftler oluşmaktadır. Predatörler dikkate alınmadığı takdirde, bu durum

çiftleşme oranını en yüksek düzeyine ulaştırır. Fakat herhangi bir tür için, düzen içerisindeki bireysel birimlerin özel nitelik ve nicelikleri, belki yalnızca üreme izolasyonu olarak açıklanabilir. Diğer bir anlatımla, hayvanların kendilerine karşı potansiyel karışıklığa neden olacak yeterli benzerlikte olmaları ve bunların aynı alanda bir arada yaşamaları, üreme izolasyonu ile açıklanabilmektedir. Eğer iki benzer tür uzun süre birlikte yaşıyorsa, cinsel düzenlemede daha önce meydana gelen olayların yeterince farklı olmaları nedeniyle, türler arasındaki orijinal farklılığın nitelik ve niceliğine bakılmaksızın, işlevsel üreme izolasyon mekanizması harekete geçirilecektir. Böylece çift oluşturma şeklindeki farklılıklar, örneğin kur yapma farklılıklarına kıyasla daha etkin bir şekilde (yani daha az zaman ve enerji kaybına neden olarak) benzer türler arasında zararlı etkileri önleyecektir. Kur yapma farklılıkları, çiftleşme için mekanik engellerden daha etkin olacaktır. Herhangi bir hayvan türünde, herhangi bir çağırma ve çift oluşturma sinyalleri, yalnızca bir diğer taksonomik özellikten daha etkindirler. Yalnızca başına bu sinyallerden (tanımlanabilir bir karakteristikler grubu olarak) herhangi bir şekilde iyi tanımlanmış durumdaki tüm türlerin ayırt edilmeleri beklenebilir. Bu tür karakteristikler, yalnızca bir araya toplama veya çift oluşturmada kimyasal, görsel ve sesli sinyalleri içermezler, aynı zamanda günlük ve mevsimlik hayat dönemlerindeki farklılıkları veya habitat farklılıklarıyla üreme zamanı sırasında farklı türlerin erginlerinin de ayrılmalarını sağlayan sinyalleri içerirler. Bunlar, herhangi bir grupta türleri ayırt etmek için böcek biyolojisinin özellikleridir.

Çağırma Sinyalleri

Böceklerin sesli sinyal çeşitleri arasında, çift oluşturma veya çağırma sinyali üzerinde, diğer sinyal çeşitlerinden daha çok durulmuş ve daha fazla gözlem yapılmıştır. Çift oluşturma genellikle, sinyal veren erkeğe cinsel tepki gösteren dişinin basit çapta ortaya koyduğu büyüleyiciliği ile başarılı bir şekilde sonuçlanmaktadır. Dişiler tarafından gösterilen böyle tepkiler Gryllidae, Tettigoniidae ve Cicadidae türlerinde görülmektedir. Bazı böceklerde erkekler, ses çıkarma yeteneği olan dişileri tarafından cezbedilirler. Bu tip tepki Culicidae ve Ceratopogonidae türlerinde gözlenmiştir. Diğer türlerde ise hala, başka seslerin duyulmasının sonucu olarak, hem erkekler ve hem de dişiler hareket etmektedirler. Bu şekilde, türler arası birbirini etkileme Acridinae ve Tettigoniidae türlerinde gözlenmiştir (Alexander, 1967 a).

Böceklerin akustik sistemleri üzerindeki seçici hareketin veya tepkinin nasıl işlevsel olduğuna ait çözümlenmeye gereksinim duyulan olayların çoğu halen bilinmemektedir. Bu olayların tümü açıklanamasa da, sympatric ve synchronic türler arasında üreme izolasyonu etkisi altındaki çift oluşturan akustik sinyallerin rolü ile bu durum anlatılabilir. Eğer, özel bir sinyal, türlerin herhangi bir grubundaki çift oluşturmaya başlıca etken oluyorsa, o zaman bir arada yaşayan türlerin sinyalleri arasındaki farklılıklar, türler arasındaki zararlı ilişkilerle boşuna harcanacak zaman ve enerjiyi önleyecektir. Böylece ilk olarak, eğer üreme izolasyonunda böcek akustik sinyalleri önemliyse, aynı yerde ve aynı zamanda döl verme durumunda olan aktif türlerin özdeş ses çıkarma davranışında olmayacaklarını düşünebiliriz.

Bu düşünce ya da beklentinin doğru olduğu, araştırmalar sonucu ortaya çıkartılmıştır. Kuzey Amerika'da ve Avrupa'da bulunan Orthoptera ve Homoptera takımlarına ait 500'den fazla sayıda tür üzerinde yapılan çalışmalarda, sympatric ve synchronic türler arasında özdeş olan veya ayırt edilemeyecek kadar benzer olan akustik davranış saptanmamıştır. İkinci olarak, birbirinden yakın zamanda ayrılmış ve coğrafik olarak izole olmuş bazı türlerin özdeş veya çok benzer sese sahip olmaları gerektiği de akla gelebilir. Böyle durumlar, bazı böcekler için rapor edilmiştir. Omurgalılar için ise böyle bir durum bugüne kadar belirtilmemiştir (Alexander, 1967 a). Örneğin, Gryllus veletis ve G. pennsylvanicus, Kuzey Amerika'da mevsimsel olarak izole olmuş sympatric türlerdir ve bunların çağırma seslerindeki frekans (bir saniyedeki devir) aynıdır (Şekil 4). Ancak, Alexander (1967 b)'a göre bu iki tür ayrılmayacak oranda birbirine çok benzer olmasına rağmen, farklı biyolojiye sahiptirler. Yine Avrupa ve Anadolu'da yaşayan ve benzer türler olan G. campestris ile G. bimaculatus De Geer, diğer tüm özelliklerinin yanısıra özdeş veya çok benzer çağırma sesine sahiptirler. G. campestris daha yüksek alanlarda hemen hemen yalnız yaşarken, G. bimaculatus ise Akdeniz'e yakın yerlerde yaşamaktadır. Türkiye'de G. campestris'in denizden 520-1650 m. yükseklikteki alanlarda, G. bimaculatus'un ise deniz seviyesine yakın alanlardan 450 m. yüksekliğe kadar olan yerlerde yaşadıkları ve bu iki türün birbiri içerisine girme durumunda olmadıkları saptanmıştır (Gümüşsuyu, 1981). Görüldüğü üzere, birbirine benzer türler arasındaki üreme izolasyon mekanizması, genelde ses farklılıkları sonucu ortaya çıktığı gibi, biyolojik farklılık, ya da yaşama alanlarının farklılığı ile de ortaya çıkmaktadır.

Türlerarası ses ayırımı yapılması konusunda bazı denemeler yapılmıştır. Örneğin, Walker (1957), iki Oecanthus (Orthoptera:Gryllidae) türünün dişilerinin, kendi türlerinin seslerini ayırma yeteneğinde olduklarını, ancak ses titreşim oranlarında ve sıcaklık derecelerinde aldatıcı değişiklik yaratılmasıyla, dişilerin yanlış türün çağırma sesine tepki gösterdiklerini saptamıştır. Perdeck (1958), Acridinae'ye ait iki çekirge türünün birbirinin sesini ayırt etme yeteneğinde olduklarını ve bu durumun türlerin birbiri içerisine karışmış oldukları yerde hibridizasyonu önlemesi bakımından önemli bir etken olduğunu belirtmiştir. Alexander (1967 a), Alexander and Moor (1958)'a atfen, sympatric ve synchronic olan iki Cicada türünün ses frekanslarındaki büyük farklılık nedeniyle, birbirinin sesine tepki göstermediklerini bildirmiştir.

Sese Ses İle Tepki Gösterme (phonoresponse) ve Bir Araya Toplanma

Tüm böceklerde akustik tepkinin en geniş çapta gözlemlendiği ve kolayca ispatlandığı bildirilmiş, duyulan bir sese karşı diğerlerinin de ses üretmelerine, ses ile tepki gösterme (phonoresponse) denilmiştir. Bu davranış, aynı türün bir bireyinin sesine basit bir cevap verilmesinde veya sesin tekrar edilmesinden (çoğunlukla çağırma sesleri veya yalnızca saldırganlık sesleri), erkekler arasındaki çağırma ifadelerinin sinkronizasyonu veya ritmik değişimine kadar birçok formları içermektedir. Orthoptera ve Cicadidae türleri tarafından çıkarılan çağırma sesinin özelleşmiş değişimi ve sinkronizasyonu, birçok türde kolayca gözlenebilmektedir. Phonoresponse'ların, diğer bir deyimle sese ses ile tepki göstermenin

henüz işlevsel durumu ortaya çıkarılamamıştır. Alexander (1967 a)'a göre bu konuda dört olasılık üzerinde durulmaktadır. Bunlar; a) Bireysel olarak erkeklerin ritmik bir şekilde, uzun süren çağırma sesi çıkarmaları sonucu, aynı alanda bulunan komşu diğer türlerin de bu sese "tutsak" cevap veren türler durumuna getirilmeleri, b) Sıralı (nöbetleşe) olarak ve aynı anda iki veya daha çok sayıdaki erkek bireylerin ses çıkarmaları, birbiri üzerinde tahrik edici ve engelleyici etkilerinden dolayı, yalnız başlarına ses çıkaran erkeklerden daha düzenli ve daha uzun süre ses çıkartabilmeleri, c) Sesli tepkiler (sese karşı ses vermeler) erkeklerin bir araya toplanmalarına ve topluluğun devamlılığına yardım ettiği gibi, grup olarak bir araya gelen erkek bireylerin, güven içerisinde çiftleşme şanslarını arttırmasına da yardımcı olması, d) Dar bir alandaki çok sayıda erkekler tarafından çıkartılan ritmik seslerin (koro), özel türlerin topluluğa sızmasını ve dişileri cezbeden diğer sesleri önlemesi, hatta onların ayırdediciliğini artırabilmesidir. Sesli tepki göstermeye ait bu özellikler, çağrı yapan erkeklerin bir araya toplanmaları sonucu olarak, çift oluşumuna da yardımcı olmaktadır.

Saldırgan Davranış

Özel sesli sinyaller ile ilişkili olarak, saldırgan veya kavgacı davranış, böcekler arasında yalnızca gryllid türlerinde görülmektedir. Böceklerde, özellikle gryllid'lerde sesli kavgacı sinyallerin etkileri üzerine geniş bir çalışma Alexander (1961) tarafından yapılmıştır. Yazarın bu konudaki bulguları şöyledir; Gryllinae türlerinde erkeklerin saldırgan ya da kavgacı ses çıkarmaları, diğer durumlarda çıkarmış oldukları seslerden farklıdır. Kavga sırasında bir erkek tarafından çıkartılan ses, çoğunlukla diğer erkeğin de ses çıkarmasına neden olur ve türlerin çoğunda, şiddetli kavga sırasında her iki erkek de ses çıkarır. Kavga sırasında güçlü olan erkekler, güçlü olmayan erkeklerden daha sık bir şekilde ses çıkartırlar ve şiddetli bir saldırı ile karşılaşan güçlü erkek, güçlü olmayan erkeğin geri çekilmesine kadar ve hatta geri çekilmesinden sonra bile hemen hemen devamlı ses çıkartır. Güçlü olmayan erkek ise kavgadan sonra ender olarak ses çıkartır ve eğer ses çıkartıyorsa bu ses, statüsündeki bir değişimin oluşumundan kaynaklanan sinyallerdir. Gümüşsuyu (1973) da, kavgacı davranışlarla ilişkili olarak, Gryllinae'ye ait bir tür olan Melanogryllus desertus (Pall.)'un biyolojisi üzerinde yapılan gözlemler sırasında, bu türün erkek-erkek, erkek-dişi ve dişi-dişi olmak üzere aralarında kavgacı davranışların görüldüğü, kur yapan erkekler arasında ise kavgaların çok sık meydana geldiği, kavga yapan erkeklerin kur sesinden farklı olarak daha sık ve daha şiddetli ses çıkartarak birbirine saldırdıkları, güçlü erkeğin zayıf olanı uzaklaştırdıktan sonra dişi ile çiftleştiğini belirtmiştir.

Kur Davranışı

Böceklerde yalnız erkek bireyler tarafından kur yapılmaktadır. Sesli kur sinyallerinin Acridinae, Oedipodinae (Acrididae), Gryllidae ve Cicadidae erkekleri tarafından çıkarıldığı bilinmektedir. Ayrıca, bazı hemipter türlerinde sesli kur sinyali çıkarıldığı tahmin edilmektedir. Diğer çok sayıdaki böcek türlerinde ise, sesli sinyal

konusunda bilgiler oldukça yetersizdir.

Kur sinyallerine karşı tepkilerin ortaya çıkartılması güç olmaktadır. Aslında, bu tepkiyi incelemek için normal olarak ses çıkaran ve çıkarmayan erkek bireyleri kullanarak, dişilerin çiftleşmeye hazır olup olmadıklarını belirleyen denemeler yapılmalıdır. Şimdiye kadar bu tip denemeler yapılmamıştır. Fakat, Alexander (1967 a)'a göre Haskell (1961), Acrididae türlerinde, erkeğin davet seslerini normal olarak duyan ve ayrıca duymaz duruma getirilen dişileri kullanarak, bunların çiftleşme girişimlerine karşı tepkilerini ölçen denemeler yapmıştır. Bu denemelerde, kur sinyallerini duymayan dişilerin çiftleşmeye izin vermemelerine karşın, kur sesi duyan dişilerin çiftleştikleri görülmüştür.

Alexander (1960, 1961), *Gryllus* cinsine bağlı türlerin ve Gümüşsuyu (1973) ise *Melanogryllus desertus*'un kur sesine gösterdikleri tepki konusunda gözlemler yapmış ve dişinin sesin geldiği yöne doğru yürüdüğünü, daha sonra antenleri ile kur yapan erkeğin abdomeninin dorsal kısmına dokunduğunu, bu hareketten sonra erkeğin sırtına çıkarak çiftleşme durumuna girdiğini saptamışlardır.

Alexander (1967 a)'a göre, genelde kur yapma sinyallerinin muhtemelen üç önemli koşulu bulunmaktadır. (1) Rastlantı şeklinde çift oluşturma şansının yüksek olduğu durumda, kur sinyalleri üreme izolasyon mekanizmaları gibi görev yapabilir. (2) Kur sinyalleri, döllenmenin zamanlaması için veya erkek ve dişi cinsel olarak hazır oldukları zaman, çift oluşturmaları bakımından bireyler arası iletişimi sağlayarak, döllenme düzenlemeleri için etkili olabilir. (3) Kur sinyalleri, erkek ve dişiye çiftleşme pozisyonuna getirerek, doğrudan döllenmeyi kolaylaştırabilir. Kur sinyallerinin düşünülebilen diğer tüm etkileri, "dişiye cinsel istek durumuna getirme" veya "dişiye kendi türünün erkeklerini tanıma" gibi, yukarıda belirtilen üç başlık altında sınıflandırılmaktadır.

Bir türün cinsel düzeninde, özel kur sinyallerinin varlığı veya yokluğu ile ilgili olarak, yukarıda belirtilen üç tip etki ile bağlantı kurulabilir. Eğer bir alanda, türler arası çift oluşturma şansı orantılı olarak yüksek olan, birden fazla sayıda yakın tür birlikte yaşıyorsa, böyle bir yerde her bir türe özgü kur sinyallerinin olacağı düşünülebilir. Ayrıca, bu koşul altında ayırdedilen kur sinyalleri, türe özgü çift oluşturma sinyalleri olmalıdır. Türe özgü kur sinyalleri, bir üreme izolasyonu işlevi olarak ifade edilemez. Kur sinyalleri, türe özgü olan ve doğrudan seçici bir işlevi bulunan çağrı sinyallerinden türetilmektedir (Alexander, 1962). Bu anlatımdan, davet veya çağrı sinyalleri olarak bilinen sinyal çeşidinin türe özgü olduğu ve üreme izolasyonu bakımından seçicilik özelliğinin bulunduğu, kur sinyallerinin ise, her ne kadar dişinin kendi türünü tanımasına yardımcı olsa da, kesin bir seçicilik işlevinin bulunmadığı anlaşılmaktadır. Kur sinyallerinin, ardarda gelen döllenmelerde zamanlama aracı olarak işlevi olduğu düşünülmektedir.

Çiftleşme Sonrası Davranış

Birçok gryllid türünde, her çiftleşmeden sonra veya belki daha uygun olarak, çiftleşmeler arasında özel ses çıkarmalar meydana gelmektedir. Bu durumun iki işlevi açık olarak bilinmektedir. Özel ses çıkarmaların birinci işlevi, çiftleşmeden sonra dişi birey, bu

sinyal ile erkek tarafından, diğerk bir spermatofor oluşturuluncaya kadar tutulur. Alexander (1962)'da, bazı gryllid türlerinin dişilerinin, erkekten önce tekrar çiftleşmek için hazır oldukları kaydedilmiştir. Gryllid'lerde çiftleşme sonrası sinyallerinin ikinci işlevi, döllenmenin tamamlanmasından önce spermatoforun dişi tarafından yok edilmesinin önlenmesidir. Huber (1955)'e göre, Gryllus campestris'in dişileri, erkeklerden ayrı tutulsalar bile, yaklaşık 15 dakika süresince spermatoforun boğalması için yeterli olmaktadır. Gryllid'lerde, dişi tarafından spermatoforu almak için yapılan herhangi bir hareket, erkeğin anında sesli saldırısına ve anten dokundurmasına neden olur ve dişinin bu hareketi erkek tarafından durdurulur. Gümüşsuyu (1973) da, Melanogryllus desertus'un dişisinin spermatoforu yok etmek istemesi durumunda güçlü ses çıkartarak dişiye saldırdığını ve antenlerini dişinin sırtına dokundurarak hareketsiz kalmasını sağladığını, dişiye gözleminin 15-50 dakika sürdüğünü ve bu süre içerisinde yeni bir spermatofor oluşturduğunu, spermatofor oluşumundan sonra gözlediği dişiye bırakarak, tekrar çağrı ve kur sinyali vermeye başladığını kaydetmektedir.

Özet

Böceklerde sesli davranışlar üzerinde çalışmalar genelde yoğun olarak 1950 yılından sonra başlamıştır. Sesin oluşturulması ve algılanması üzerine yayımlanan eserlerde daha çok, ses oluşturma organlarının morfolojisi ve fizyolojisi üzerinde durulmuştur. Elektronik kayıt ve analiz ekipmanlarının 1950 yılından itibaren hızlı bir şekilde geliştirilmeleri, çok sayıda araştırmacının, böceklerin sesli iletişim alanında çalışma yapmalarına neden olmuştur. Organizmalar arasında bilgi alışverişi kimyasallar, ışık dalgaları, ses dalgaları, yaşama yerinde oluşturulan titreşimler, doğrudan dokunma veya sıcaklık ve teorik olarak nem değişimleri ile yapılabilmektedir. Bu makalede yalnızca sesli iletişim davranışlarının açıklanmasına çalışılmıştır. Bugüne kadar yapılan araştırma ve gözlemler sonucu, sesli iletişimin benzer (sibling) türler arasında tür ayırımına yardımcı olduğu ve üreme izolasyon mekanizmasını oluşturduğu ortaya çıkartılmıştır.

Literatür

- Alexander, R. D., 1960. Sound communication in Orthoptera and Cicadidae. In animal sounds and communication, chap. 3: 38-92.
- Alexander, R. D., 1961. Aggressiveness, territoriality and sexual behaviour in field crickets. Behaviour, 17: 130-223.
- Alexander, R. D., 1962. Evolutionary change in cricket acoustical communication. Evolution, 16: 443-467.
- Alexander, R. D., 1967 a. Acoustical communication in arthropods. Annual Review of Entomology, 12: 495-526.
- Alexander, R. D., 1967 b. Singing insects. Patterns of life series. Rand M^c. Nally and Company, Chicago, 86 s.
- Borror, D. J. and D. M. Delong, 1954. An introduction to the study of insects. Holt, Rinehart and Winston, New York, 1030 s.
- Chopard, L., 1951. Faune de France. 56 Orthoptéroïdes, Paul Lechevalier, 12 Rue de Tournon (VI^e), Paris, 359 s.
- Demirsoy, A., 1982. Yaşamın temel kuralları Cilt 2 (omurgasızlar). Hacettepe Üniversitesi Yayınları, A 41, 886 s.
- Gümüşsuyu, I., 1973. Orta Anadolu Bölgesi'nde kültür bitkilerine zarar yapan karaçekiçe (Melanogryllus desertus Pall.)'nin (Orth., Gryllidae) biyo-ekolojisi üzerinde araştırmalar. T.C. Tar. Bak. Zir. Müc. Zir. Kar. Gn. Md., Ar. Es. Ser., 92 s.
- Gümüşsuyu, I., 1973. Türkiye Gryllidae (Orthoptera) faunası üzerinde sistematik çalışmalar ile türlerin habitat ve davranışlarına ait gözlemler. T.C. Tar. Orm. Bak., Ankara Bölge Zir. Müc. Ar. Ens. Es. Ser., No 42, 94 s.

- Gümüşsuyu, İ., 1983. Türkiye Tridactylidae (Orth.:Caelifera) türleri üzerinde sistematik çalışmalar. Türk. Bit. Kor. Derg., 7: 231-245.
- Harz, K., 1975. The Orthoptera of Europe. Vol. II, Dr. W. Junk B. V. The Hague, 939 s.
- Howse, P. E., 1964. The significance of the sound produced by the termite Zootermopsis angusticollis (Hagen). Animal Behaviour, 7: 284-300.
- Huber, F., 1955. Sitz und bedeutung nervoser zentren für instinkthandlungen beim mannchen von Gryllus campestris L., Z. Tierpsychol., 12: 12-48.
- Leston, D. and J. W. S. Pringle, 1963. Acoustical behaviour of Hemiptera. In acoustic behaviour of animals, 14: 291-411.
- Lodos, N. ve M. Boulard, 1987. Bazı Cicadidae (Homoptera:Auchenorrhyncha) türlerinin tanımlarında sesin taksonomik karakter olarak kullanılması üzerinde bir araştırma. Türkiye I. Entomoloji Kongresi Bildirileri. Entomoloji Derneği Yayınları No 3, 643-648.
- Perdeck, A. C., 1958. The isolating value of specific song patterns in two sibling species of grasshoppers (Chorthippus brunneus Thunb. and C. biguttulus L.). Behaviour, 12: 1-75.
- Walker, T. J., 1957. Specificity in the response of female tree crickets to calling songs of the males. Ann. Ent. Soc. Am., 50: 626-636.