

Böceklerde göç davranışı ve özellikleri*

Yeşim BEKYÜREK**

Avni UĞUR***

Summary

Migration behavior and its characteristics in insects

Migration is a controlled behaviour which is seen in insects seasonally. Generally, there are three kinds of migration behaviours and these are occurred just after the teneral period. There is an important changing in the metabolic activities and structures of the migrating insects.

There are main flying time, speed, direction, highness distance, rhythm of migrant insects. More ever in this review, characteristics of migration have been examined.

Giriş

Dünyanın her tarafında büyük ekonomik zararlara neden olan böceklerin göç hareketleri uzun yıllardan beri birçok araştırmacının dikkatini çekmiştir. Böceklerin göç hareketleri, bunlarla taşınan birçok hayvansal ve bitkisel hastalıkların da yayılmasına neden olmaktadır. Bu yüzden böceklerin göç davranışının bilinmesi oldukça önemlidir.

* Bu çalışma Y. Bekyürek'in 8.11.1994 tarihinde kabul edilen Yüksek Lisans Tezinin bir bölümünün özetidir.

** Tarım İl Müdürlüğü, Kayseri

*** A. Ü. Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Ankara

Alınış (Received): 03.07.1995

Göç, böceklerin üreme veya genetik etkiler sonucu oluşan kontrollü hareketleridir. Göç eden böceklerde, göç etmeyenlerden farklı olarak birtakım yapısal değişiklikler ile metabolik faaliyetlerinde farklılaşma görülür. Göç, böceklerin yaşamında teneral periyod sonrası, üreme öncesi görülen bir davranıştır. Teneral periyod ergin olduktan hemen sonraki dönemi ifade etmektedir. Göç uçuşunun belli bir yönü, hızı, mesafesi, süresi, ritmi ve yüksekliği vardır. Göç çoğunlukla habitatın geçici olması, kalabalıklaşma, bitkisel uyarıcılar, fotoperiyodizm gibi nedenlerden dolayı oluşmaktadır.

Böceklerdeki uçma yeteneği, onların çevrelerini daha iyi kullanmalarını sağlamaktadır. Uçma olayı değişik şekillerde olup bir yumurtlama veya diyapoz sahasından diğerine yapılan kısa uçuşlardan uzun uçuşlara kadar değişir. Dingle (1972), aktif göçle, rüzgarla yapılan pasif yayılmayı birbirinden ayırmıştır.

Böcek Göçleri

Böceklerdeki göç davranışı pekçok yazar tarafından farklı şekillerde tanımlanmıştır. Southwood (1962)'a göre göç; bireylerin popülasyonlarının bulunduğu araziden ya da habitattan, yiyecek, eş veya sığınak gibi herhangi bir bitkisel uyarıya cevap vermeksizin ayrılması olayıdır. Rainey'e göre göç basit olarak, popülasyonların mevsimsel olarak yer değiştirmesidir. Provost, göçlerin isteksiz yapılan uçuş davranışı olduğuna inanmıştır. Williams ise, göçün aşağı yukarı belirli bir yönde oluşan sürekli bir hareket olduğunu, hareketin ve yönün bireyin kontrolü altında bulunduğunu ileri sürmüştür (Schneider, 1962). Johnson (1965)'da göçün bireysel fizyoloji ve davranışları içerdiğini, aynı zamanda kolektif ekolojik bir olay olduğunu ileri sürmüştür.

Göç olayı, tekrar yerleşme veya çok merkezkaçı bir popülasyon ilerleyişi şeklinde oluyorsa, bu expansion (genişleme) olarak adlandırılmaktadır. Karşıtı olan regression ise, popülasyonun o güne kadar kapladığı alanın daralmasıdır. Bir popülasyondan veya habitattan bir daha dönmek üzere sürekli olarak tek veya gruplar halinde bireylerin uzaklaşmasına emigration denir. Bunun karşıtı olan immigration, fertlerin tek olarak ya da gruplar halinde daha önceden oluşmuş bir popülasyona veya bölgeye girmesine denir. Bireyler bir başka popülasyonun göçmenleri olup, bir yerleşme olmaz, aksine fertler sürekli yer değiştirip göçe devam ederlerse buna permigration denir. Bazı fertlerin veya çok sayıdaki bireyin, kendi popülasyonlarının bulunmadığı bir

sahaya göç ederek girmesine de invasion denir. İnvasyon, genellikle kısa sürelidir ve bireylerin geri dönüşü veya ölümüyle sonuçlanır. Kalıcı olduğunda ise;

1. Tekrar yerleşim: Elde edilen alan daha önceden yerleşime açılmış, fakat artık geçerli olmayan nedenlerle populasyon yok olmuştur.
2. İlk yerleşim: İnvazörlerin, daha önce türlerin hiçbir üyesi tarafından yerleşilmemiş bir bölgeye yerleşmeyi başarmasıdır.

Bu olayların tümüne genel anlamda "göç" veya "migration", göçe katılan bireylere de "göçmen" veya "migrant" adı verilmektedir (Schwerdtfeger, 1968).

Göçün böceklerin evrimiyle ilgili önemi sık sık tartışılmıştır. Elton çok sayıdaki fertlerin yeni uygun bir habitat bulamadıkları zaman döllerini bırakmadan öldüklerini bildirmiştir. Bu durumda göç, böceklerin hareketleri içinde bir çeşit güvenlik kolu gibi görev görmekte ve büyük populasyonlardan o ferdin kurtulmasını sağlamaktadır. Bu bilgiye iki önemli itiraz yapılmıştır. Birincisi Williams ve Lack tarafından yapılmış olup göç hipotezi üzerinde öldürücü karakterlerin rol oynayacağı ileri sürülmüştür. İkinci itiraz ise Duffy, Davidson and Andrewart-ha, Allan, Reer ve Urganhart, Christenson and Foote ve Dobrzanski adlı araştırmacılar tarafından yapılmış ve göç hareketinin doğrudan doğruya çevreden bağımsız olarak oluştuğu fikri ileri sürülmüştür. Johnson ise göçün herhangi bir zorluğa gösterilen reaksiyondan daha çok adaptasyonu geliştirmek olduğunu ileri sürmüştür. Nielson and Nielsen göç süresince böceklerin bitkisel uyarıcıyı fark ettiğinde durmadıklarını, bunun yanında önemsiz bir hareket süresince bitkisel uyarıcıyı farketmediğinde hareketlerini durduklarını ileri sürmüşlerdir. Sherrington-Kennedy'nin alternatif teorisinde ise tam tersi savunulmuş ve bitkisel uyarıcıların göç hareketi süresince önemli olduğu bildirilmiştir (Southwood, 1962).

Göçün tarihcesiyle ilgili ilk bilgiler çekirge göçleri hakkında olup en eski çekirge resimlerinin M.Ö. 2400 yılına ait olduğu tespit edilmiş ve eski Mısır mezarlarında bulunmuştur. 19. yüzyılın ilk yarısına kadar doğayla ilgili bilimsel çalışmalarda bir ilerleme olmamıştır. Van Bemmelen, 1857'de ve Hagen, 1861'de ilk olarak Odonata, daha sonra Lepidoptera ile ilgili belgeleri özetlemişlerdir. Tutt, 1898-1901 arasında göçle ilgili incelemelerini ve bütün böcek takımlarındaki dağılımı yayınlamıştır. Williams 1942'de başka araştırmacılarla işbirliği yaparak

Lepidoptera takımına ait türlerdeki göç davranışı üzerine yapılan araştırmalar yayınlanmıştır. Uvarov, 1921'de ilk kez çekirgelerle ilgili faz teorisini ortaya koymuştur (Williams, 1957).

Göç Tipleri

Bazı böceklerdeki göç hareketleri ana hatlarıyla aynı olmakla birlikte, 3 büyük tip söz konusudur. Bununla beraber herbir tip içinde hem uçuş hem de yer değiştirme olaylarında birçok farklılıklar vardır (Johnson, 1965; Gillott, 1982).

Birinci göç tipi

Bu tip, ortaya çıktıkları alanlardan yeni üreme alanlarına göç edip buralarda yumurta bırakan ve daha sonra ölen erginleri kapsamaktadır. Bu tip, ev sinekleri ile mevsimsel olarak, zayıf şekilde uçan aphid, termit ve karınca türlerini de içerir.

Göçler çoğunlukla rüzgara bağımlıdır ve ortaya çıkış alanlarından her yöne doğru yapılabilir. Göç süresi ile mesafesi kısadır. Yalnız bir defa bireyler uygun üreme alanına ulaşır ise yaşamlarının geri kalanını burada geçirirler. Birinci tipte yer alan fakat uzun mesafe göçmeni olan çekirgeler herbiri kuraklık yüzünden gittikçe uygunsuzlaşan bir üreme alanından diğerine hareket ederler. Bu tipe giren diğer bir örnek Lepidoptera türleridir. Bunların göçleri rüzgar akıntularından bağımsızdır. Bununla beraber hareketler rüzgar hızı ve yönünden etkilenir.

İkinci göç tipi

İkinci göç tipinin içerdiği türlerin göçü, 2 kısımdan oluşmaktadır. Oldukça kısa ömürlü erginler üreme alanlarından, beslenebilecekleri ve yumurtalarının gelişebileceği yerlere uçarlar. Burada cinsel olarak olgunlaştıkları görülür. Daha sonra çıkış yaptıkları esas alanlarına ya da yeni üreme yerlerine göç ederler. Buraya yumurta bırakırlar. Bu gruba Odonata takımına ait birçok tür girmektedir. Bazı sivrisinek türleri de 2 kısımlı göç davranışı gösterirler. Birinci kısımda beslenecekleri konukçuyu bulurlar, daha sonra yumurta bırakacakları alana yerleşirler.

Üçüncü göç tipi

Üçüncü kategorinin içerdiği türlerin iki kısımlı göç davranışı gösterdikleri bildirilmiştir. Başlangıçta göç uçuşu, türleri, yaşayacakları

veya kışlayacakları uygun alanlara götürür. Burada diyapoza girer, daha sonra ortaya çıkacakları ve üreyecekleri bölgelere dönerler. Üçüncü tip göçün içinde üç alt kategori olduğu kabul edilmiştir.

Birinci alt kategori: Diyapoz alanı, türün genel üreme alanı içindedir. Bu alt kategoriye gren türlere örnek olarak *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera, Chrysomelidae) ve *Limothrips cerealium* Hall. (Thysanoptera, Thripidae) verilmiştir.

İkinci alt kategori: Bu alt kategoriye giren türler, diyapozdan önce iklimsel olarak farklı bölgelere göç eden türlerdir. Göç, özellikle daha ılık bir mevsimde ve düz alanlar arasında olmaktadır. Böcekler bu alanlarda ortaya çıkmakta ve dağlık bölgelere hem kışlamak hem de yaz sıcağından korunmak için göç ederler. Bu tip göç çeşitli noctuid türlerinde görülmektedir.

Üçüncü alt kategori: Sadece türlerin aldıkları mesafeden dolayı ikinci alt kategoriden farklıdır. Özellikle diyapoz öncesi hareketlerde bu göze çarpmaktadır. Bu grupta *Danaus plexippus* L. (Lepidoptera, Danaidae) klasik bir örnektir. Mark tarafından bu kelebeğin hergün ortalama 32 km hızla 3200 km'den fazla yol katettiği bildirilmiştir (Gillott, 1982).

Göçmen Böceklerde Ortaya Çıkan Değişmeler

Göçmen böceklerde ortaya çıkan değişmeler iki gruba ayrılmaktadır. Bunlardan birincisi yapısal değişmeler, ikincisi metabolik faaliyetlerdeki değişmelerdir.

Yapısal değişmeler içine giren kanat polimorfizmi konusunda, araştırmacıların değişik yaklaşımları bulunmaktadır. Kanat polimorfizmi gösteren türler içindeki makropter bireylerin oranının, göç için önemi bir unsur olduğu tartışma konusudur (Roff and Farbairn, 1991). Bu konu kanat polimorfizmi gösteren Gerridae familyasından 4 türde incelenmiş ve uçuş eğiliminin makropter bireylerin oranıyla pozitif korelasyon gösterdiği bulunmuştur (Feirbairn and Desranleau, 1987). Bununla beraber göçmen iki tür olan *Melanoplus sanguinipes* (F.) (Orthoptera, Acrididae) ve *Oncopeltus fasciatus* Dallas (Heteroptera, Lygaeidae)'un havalanma eğilimi ile gerçek göç uçuş performansı arasında ya korelasyon yoktur ya da negatif korelasyon görülmüştür.

Uçuş yeteneğine sahip olmalarından dolayı böceklerde görülen değişiklikler şunlardır:

- Üremeye başlamanın gecikmesi,
- Doğurganlığın yaşamları boyunca azalması,
- Gelişme için (kanat ve kas yapımı) gereken sürenin uzaması,
- Yaşama süresinin azalması (Rankin and Burchsted, 1992).

Yapısal değişmeler içinde yer alan diğer bir konu vücut büyüklüğü olup Roff (1991)'a göre, biyoenerjik sınırlamalar nedeniyle göçmenler, besin almaksızın katedecekleri mesafeyi en üst düzeye çıkarabilmek için olabildiğince büyük olmalıdırlar. Buna karşın Rankin and Burchsted (1992) göçmen türlerde (Örneğin; **Oncopeltus fasciatus**, **Melanoplus sanguinipes**, **Hippodamia convergens** (Guer.) (Coleoptera, Coccinellidae) ve **Anthonomus grandis** (Boh.) (Coleoptera, Curculionidae)) vücut büyüklüğünün uzun mesafeli göç uçuş performansı ile ilişkisini incelemiş ve göç eğilimi ile vücut büyüklüğü arasında bir korelasyon bulunmamış; ayrıca, göçmen ile göçmen olmayanlar arasında ortalama vücut büyüklüğünde bir farklılık görülmemiştir.

Yapısal değişmeler içinde yer alan ve çekirgeler için ortaya atılan faz teorisine göre çekirgelerin az popülasyona sahip olduğu dönemdeki bireyleri ile yoğun popülasyona sahip olduğu dönemdeki bireyleri karşılaştırıldığı zaman, arada vücut yapıları itibariyle farklılıklar görülmüştür. Bu teori ilk defa Uvarov tarafından formüle edilmiştir. Uvarov **Locusta migratoria** L. ve **L. danica** L. (Orthoptera, Acrididae) ile bunların morfolojik ve etholojik olarak farklı olan formlarını aynı türün fazları şeklinde kabul etmiştir. Uvarov ve Zolotarevsky, **L. danica**'yı tek tek yaşama davranışına sahip ve morfolojik olarak ekstrem farklılık gösterenleri "solitaria faz", sürü oluşturma davranışına sahip ve diğer ekstrem morfolojik farklılık gösteren bireyleri de **L. migratoria** içinde "gregaria faz" olarak isimlendirmişlerdir (Lodos, 1983; Demirsoy, 1990). Gunn et al.'ın bildirdiklerine göre, **Spodoptera exempta** (Lepidoptera, Noctuidae)'da çekirgelerinkine benzer bir şekilde, yüksek yoğunluğa tepki olarak bir faz değişimi göstermektedir. Yüksek yoğunlukta yetişen larvalar yeşilden daha çok siyahtır ve yetişkin olduklarında göçe eğilim gösterirler. Solitar ve gregar larvalardan meydana gelen erginler kıyaslandığında, gregar erginlerin solitar erginlerden 6 kat daha fazla glycerid içerdiği görülmüştür. Gregar larvalar daha hızlı gelişmektedir ve solitar larvalardan daha az beslenmeye zaman ayırmaktadır (Rankin and Burchsted, 1992).

Göçmen böceklerde ortaya çıkan değişmelerin ikinci grubunda metabolizma faaliyetlerinde ve uçuş sırasındaki enerji tüketimindeki farklılıklar yer almaktadır. Birçok araştırmacıya göre, uçan böceklerin

harcadığı güç, dinlenen böceklerden 20-100 kat daha fazla olmaktadır. Weis-Fogh, vücut ağırlığı açısından kalkışı hesaplarken, çekirgelerin metabolik oranının 41 kcal/kg/saniye'den 110 kcal/kg/saniye'ye kadar hemen hemen doğrusal şekilde arttığını ve uçuş esnasında oksijen alımının 161 O₂ /kg/saat olduğunu saptamıştır. Ancak kısa süreli uçuşlarda, uzun süreli uçuşlara oranla, gidilen birim mesafe ve zaman başına daha fazla enerji kaybı olmaktadır. Ayrıca uçuş metabolizması, kanatlarını çırparak yaptıkları uçuşlarda ölçülmüş ve çok uzun uçuşlarda metabolik enerji kaybının tahminen süzülerek yapılan uçuşlara oranla çok yüksek olabildiği tespit edilmiştir (Rankin and Burchsted, 1992). Bailey, Sacktor, Steele, Wheeler'e göre, böcekler uçuş için lipid, karbonhidrat, aminoasitler veya bunların iki ya da daha fazlasının bileşimini kullanırlar. Uzun mesafelere hareket edenler temel yakıt olarak lipidi kullanırlar. Örnek olarak çekirgeler ve *Danaus plexippus* verilebilir. Beenackers, Cockbain ve Weis-Fogh'a göre, karbonhidratlar çoğu böceklerde kısa uçuşlar için önemli bir enerji kaynağı olup Diptera ve Hymenoptera takımlarına bağlı türlerde, bazı Lepidoptera türlerinde kullanılan tek yakıttır. Çoğu böcekte bulunan karbonhidrat miktarı, 30-45 dakikalık uçuşa yetecek kadardır. Kesintisiz yapılan uçuşlarda yalnız karbonhidrat kullanılmaz, ancak çekirgeler dahil çoğu böcekte uçuşun ilk 10 saniyesinde kas glikojeni tüketilir. Weis-Fogh, ilk yarım saatlik uçuşta *Schistocerca gregaria* (Forsk.) (Orthoptera, Acrididae)'nın 8.5 mg glikojen ve 5.6 mg yağ kullanıldığını bildirmiştir. Weeda et al. aminoasit proline'nin temel uçuş yakıtı olarak bazı böceklerde kullanıldığını bildirmişlerdir. Buna örnek olarak *Leptinotarsa decemlineata* gösterilmiştir (Rankin and Burchsted, 1992).

Böcek Göçlerinin Üreme İle İlişkisi

Johnson, göç hareketinin ergin böceklerin yaşamlarının başlan-
gıcında meydana geldiğini bildirmiştir. Böcekler yaşandıkça uçuş
süresinin azaldığı saptanmıştır. Bu durum yarımkanatlılar, sivrisinek-
ler, aphid'ler, kelebekler, yeşilçekirgeler ve kınkanatlılar için geçerlidir.
Ergin böcekte uçuş kütiküla kalınlaşmaya değin görülmemektedir.
Kütikülada kalınlaşma görülünceye kadar geçen bu periyod teneral
periyod olarak adlandırılır. Bu periyod ergin olduktan hemen sonraki
dönemi ifade etmektedir. Teneral terimi kesin olmamakla birlikte
"yumuşak, taze" anlamında olup, yeni çıkmış ergini tanımlamaktadır.
Uçuş teneral periyottan sonra olur. Bunun yanında cinsel olarak
olgunlaşmış böcekler nadiren göç ederler (Southwood, 1962; Dingle,

1972). Johnson'a göre, göçün teneral periyod sonrası, üreme öncesi veya ovipozisyon dönemiyle sınırladığı oogenezis-uçuş sendromu, pekçok göçmen böceğin özelliğidir. Bu fikre yakın diğer bir konu, göç ve üremenin sırayla olan bir fizyolojik durum olduğudur (Rankin nd Burchsted, 1992). Çekirgelerde sürekli uçuşlar cinsel açıdan gelişmemiş bireyler tarafından yapılır. Göç hareketi preovipozisyon periyodu boyunca devam eder, ovarı gelişimi ve ovipozisyon ile kesilir. Çekirgelerde, yumurtlamalar arasında sürekli yer değiştirme uçuşları yapılmaktadır. Bu esnada ovaryumlar tam olarak gelişmemiştir (Johnson, 1965). Lewontin, Mayr, Peled and Tietz, Simberloff, göç için yapılan uçuşta önemli bir enerji sarfı olduğunu ve uçuş ile üremenin fizyolojik olarak antagonist olduğu fikrini ortaya koymuşlardır (Dingle, 1972).

Hignam, Johnson, Rygg ve Slansky'e göre, bazı türlerde uçuş gerçekten üremeyi teşvik etmektedir. Slansky'nin bildirdiğine göre, uzun süreli uçuşa maruz kalan **Oncopeltus fasciatus**'ta ovipozisyon yaşı ile yumurtadan çıkma zamanı arasında önemli ölçüde azalma görülmüş ve üretilen ortalama yumurta sayısı, uçmayan hemipterlere oranla daha fazla olma eğilimi göstermiştir. Polivanova and Triseleva, Rankin, Rankin et al., tarafından hem göç eden hem de üreyen 6 göçmen böceğin, JH kapsadığı bildirilmiştir. Caldwell and Rankin'e göre, **O. fasciatus**'ta JH önemli ölçüde, uzun süreli uçuşlar yapan populasyon bireylerinin oranını artırır. Rankin, prococene uygulamasının uzun uçuş faaliyetinin kesilmesine neden olduğunu ve oogenezisi de sınırladığını, JH'un ise üreme için gerekli olduğunu bildirmiştir.

Gatehouse and Hackett, noctuid türlerinden **Spodoptera exempta**' da üreme ile uçuş arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Laboratuvar çalışmaları sonucu göç ile rastgele uçuş davranışının farklı olduğunu ileri sürmüşlerdir (Rankin and Burchsted, 1991). Woodow et al. (1987)'in bildirdiğine göre, solitar ve gregar **S. exempta** dişleri arasında yapılan deneylerle gregar dişiler solitar dişilerden daha uzun uçuşlar yapmışlardır. Bu durum, gregar erginlerin hızlı yayılmalarıyla ortaya çıkan uçuş adaptasyonlarının, yüksek üreme ile bağlantılı olduğunu ortaya koymaktadır.

Rankin ve Burchstead (1992), son derece hareketli ve koloni kurmada başarılı bir böcek olan **Melanoplus sanguinipes**'te, uzun göç uçuşunun üreme üzerine bir etkisinin olmadığını ileri sürmüşlerdir. Bu tür üzerinde yapılan araştırmalar sonucunda uçmayan formlarında üremenin daha erken başladığı bildirilmiştir. Uçma yeteneğinin ise uçan formlarda daha kaliteli konukçu bitkilere hareket etmeyi sağladığı ve daha fazla fakat, daha küçük yumurtalar oluşturmayı sağlayan özel adaptasyonlar geliştirdikleri belirtilmiştir.

Böceklerin Göç Sırasındaki Uçuş Hareketi

Böceklerin uçuş hızı, yönü ve göç mesafesi veya dağılımı ile ilgili bilgi edinmek için bir alanın iki farklı noktasında bulunan bir grubun veya bireyin kimliğinin bilinmesi gereklidir. Böcekler suni olarak işaretlendikten sonra serbest bırakılmakta ve hareket noktalarından farklı uzaklıklarda toplanmaktadır. Kelebekler etiket, boya ve işaretlerle işaretlenebilirler. Ayrıca böcekler radyoizotoplarla, dıştan görülebilen özellikleriyle veya makroskopik karakterlerle de işaretlenebilirler. Ayrıca Rainey, 3 çekirge sürüsünden örnekler alarak elytron/arka femur uzunluğu, arka femur uzunluğu/kaput genişliğini ayrı ayrı her iki cinsiyette incelemiş ve 3 sürünün orijinallerinin benzemesine karşın, istatistiki olarak farklı populasyonlar olduklarını bildirmiştir (Williams, 1957; Schneider, 1962).

Göç eden böceklerin uçuş hızları birkaç böcekte saptanabilmiştir. Hocking, culicid'lerin, tabanid'lerin ve simuliid'lerin uçuş hızını araştırmış ve devamlı uçuşta maksimum hızın, sivrsinekler için yaklaşık 150 cm/sn, tabanid'ler için 375 cm/sn olduğunu bildirmiştir. Ayrıca yaprakbitleri, *Oscinela frit* (L.) (Diptera, Chloropidae) ve pekçok zayıf uçucu türün, havanın rüzgarlı olduğu zaman 3.2 km/saat'lik hızla uçtuğu bildirilmiştir (Schneider, 1962).

Göç uçuşlarının, genellikle menşeleri ve gidecekleri yerlerden bağımsız olarak düşük yüksekliklerde yapıldığı bildirilmiştir (Johnson, 1965). Göç eden bütün lepidopter, odonat ve dipter'ler genellikle 0.30-3.0 m yüksekten uçarlar, rüzgara karşı göç eden böcekler, genel olarak daha alçaktan uçarlar (Williams, 1961). İstisnalarda mevcut olup, Drake and Farrow (1988)'un bildirdiklerine göre *Danaus plexippus* 1 km yüksekliğe kadar çıkabilmektedir. Birçok araştırmacı, çekirge sürülerinin çoğu kez 300 m veya daha yukarılara çıktıklarını bildirmiştir (Williams, 1957).

Göç mesafesi, bir bireyin uçuşa başladığı yerle gittiği yer arasındaki mesafenin düz bir çizgi halinde ölçülmesiyle belirlenir. Gerçek mesafe, çoğu kez bu göç mesafesinden daha uzundur. Hocking, *D. plexippus*'un 3200 km'lik bir mesafeyi katettiklerini bildirmiştir. Rainey and Waloff Sudan çekirgesi sürülerinin günlük 16-160 km uçabildiklerini bildirmişlerdir (Johnson, 1965). *S. gregaria* erginleri kanatlarını kıpırdatmaksızın 300-400 km uçabilmekte ve en uzun uçuşlar olgunlaşmamış çekirgeler tarafından yapılmaktadır.

Göçte önemli iki çeşit günlük uçuş ritmi vardır. Birincisi, ortaya çıktıkları alanlardan yapılır, toptan göç hareketinin başlangıcıdır.

Sadece bir kez herbir birey tarafından yapılır, ritim ortaktır. İkincisi, orijinal toptan göç uçuşundan sonra aynı bireyler tarafından tekrarlanan uçuşlardır; bu, gün boyunca çoğu kez meydana gelir. Bu iki ritim tipinden birincisi ayrıntılı olarak sadece *Aphis fabae* Scop. (Homoptera, Aphididae)'de incelenmiştir. İkinci tip ise, çekirgelerde gözlenmiştir. Bu türlerin günlük havalanışları benzer olduğu halde, ilk göç uçuş periyotları oldukça kısa sürelidir. Göçmen böceklerin günlük uçuş ritimleri, erginlerin günlük çıkış ritmi, sonraki teneral periyodun süresi, ışık ve sıcaklık gibi dış faktörlerden teneral periyodun bitiminde uçuşu etkileyerek bastırması veya başlatması tarafından etkilenir. Bu üç unsur birlikte, tipik günlük uçuş eğrisini verir (Johnson, 1954; Mc Manus, 1988).

Birçok türün bireylerinin yaşamında göç periyodunun süresi yumurta gelişme hızı ile ilişkilidir. Fakat kalkıştan yere inene kadar özel göç uçuşlarının süresinin normalde sınırlı olduğu görülmektedir. Uçuş ve inme arasında neurofizyolojik ilişkiler vardır. Kennedy'e göre, uçuştaki değişiklikler ve konma olayı ergin yaşamında farklı dönemlerdeki hormonal dengede meydana gelen değişiklikler ile ilgilidir. Hocking, *D. plexippus*'un başlangıçta temin ettikleri enerjiyle 117 saat uçabildiğini, *Simulium venustum* (Diptera, Simuliidae)'un başlangıçta vücudundaki şekerle maksimum 35 saat uçabildiğini, bununa beraber aynı durumdaki *Schistocerca gregaria*'nın Waloff 15 saat, Weis-Fogh ise 20 saat uçtuğunu bildirmişlerdir. Cockbain tarafından, aphid'lerin 14 saate kadar uzun süreli uçuşlar yapabildiği saptanmıştır (Johnson, 1965).

Göçün başlangıcındaki yön tayini ile ilgili mevcut bilgiler sınırlıdır. Bilhassa gündüz uçuşlarında ve şafakta yapılan uçuşlarda pozitif fototaksis sözkonusudur. Işık spektrumunun kısa dalgaları ve gökyüzü bazı böcekleri cezbeder. Bu böceklerin, Southwood et al. tarafından *Oscinela frit*, Graham and Henson tarafından scolytid'ler olduğu bildirilmiştir. Şafakta uçan bazı kınkanatlılar, göçmen sinekler ve güvelerde göç uçuşuna başladıktan sonra gün batımında gökyüzünün en aydınlık kısmına doğru yönelip dik açıda uçarlar. Haskell ise, uçuşta yön tayinini kontrol eden duyu mekanizmalarıyla ilgili literatürü derlemiştir. Aynı araştırmacı çekirgelerde yön tayinini belirleyen esas faktörün rüzgar olduğunu, yerdeyken başları üzerindeki aerodinamik duyu organları tarafından kontrollerini sağladıklarını bildirmiştir. Göç esnasında böceklerde yönelme duyguları bulunmaktadır. Göçmenlerin yön tayini konusunda 2 geniş kategori bulunmaktadır. Birinci kategorideki böceklerin rüzgardan yararlanabilecek şekilde sınır tabakaya girmeye adapte oldukları bildirilmiştir. Bu kategoriye birçok

göçmen kelebek, yusufçuk, birkaç tür coleopter ve syrphid girmektedir. Bu bireyler yerden birkaç metre yüksekte uçarlar. Bu böceklerin daha önceki bireylerin bıraktığı izleri takip ettikleri sanılmaktadır. Ancak çok nadir görülen bir olaydır. Bu düşünce bugün kabul edilmemektedir. İkinci kategorideki göçmenlerde, sınır tabaka içinde uçmaya adapte olmuşlar, rüzgarla yer değiştirmeye uyum sağlamışlardır; Örneğin, aphid'ler ve çekirgeler birbirine yakın sürüler içinde hareket ederek yönelmektedirler (Johnson, 1965).

Böcek Göçlerinin Diğer Özellikleri

Göç hareketleri bireyi, ait olduğu populasyonun bulunduğu bölgeden veya habitattan uzaklara götürür. Çoğu kez bireyleri asıl populasyon arasındaki ortalama mesafede artış görülür.

Göç davranışını araştırırken aktif ve pasif göçleri birbirinden ayırmak gerekir. Aktif göç, bizzat böceğin kendi hareketleri sonucu oluşan taşınımıdır. Pasif göç ise böceklerin rüzgar, akarsular, gemiler, uçaklar içinde veya insanlar tarafından taşınması olayıdır (Williams, 1961).

Böceklerdeki göç olayı, spesifik bir olaydır. Kuzeyden güneye ve yönünü değiştirmeksizin göç uçuşu yapan tropikal kelebekler ve daha düşük seviyelerde çekirge sürülerinin aynı tarzdaki uçuşları, göç davranışının spesifik bir olay olduğunun göstergesidir (Johnson, 1965).

Göç uçuşu genellikle üreme öncesi postteneral dönemde meydana gelir, süreklilik arzeder ve populasyonların aynı anda yer değiştirmesini sağlar (Johnson, 1965).

Göçe katılan böcekler tek tek uçtukları gibi, küçük kabileler ve hatta çok büyük sürüler halinde uçabilirler. Kural olarak bir kabilede sadece bir türe ait bireyler bulunur. Ancak bazen birbirine yakın olan türler ve hatta başka başka takımlara bağlı türlerde birlikte göç edebilirler (Williams, 1961).

Populasyon içinde göçe katılım oranı türden türe değişmektedir. Örneğin, karıncalar ve termitler gibi sosyal böceklerin kümeler oluşturarak yaptıkları yer değiştirmeler, koloninin bir kısmı tarafından yapılmaktadır. Çekirgelerdeki uçuşlar ise populasyonun tüm bireyleri tarafından yapılmaktadır (Gillot, 1982).

Göç edenlerin göç etmeyenlerden farkı, genotipik olarak göçmen yapıda olmalarıdır. Bu yetenekleri dölden döle kalıtımla geçer (Johnson, 1965).

Özet

Böceklerde göç, bir yerden başka bir yere mevsimsel olarak yapılan kontrollü davranışlardır. Genellikle 3 tip göç hareketi vardır ve bu hareketler teneral periyottan hemen sonra olmaktadır. Göç eden böceklerin metabolik faaliyetlerinde ve yapılarında önemli değişme meydana gelir.

Göçmen böceklerin belli bir uçuş süresi, hızı, yönü, yüksekliği, mesafesi ve ritmi vardır. Bu çalışmada ayrıca göç hareketinin özellikleri ele alınmıştır.

Literatür

- Demirsoy, A., 1990. Yaşamın Temel Kuralları. Entomoloji. Cilt II/Kısım II. Meteksan Basımevi, Ankara, 889 s.
- Dingle, H., 1972. Migration strategies of insects. **Science**, 175: 1327-1375.
- Drake, V.A. and R.A. Farrow, 1988. The influence of atmospheric structure and motions on insects migration. **Ann. Rev. Entomol.**, **33**: 183-210.
- Fairbairn, D. and L. Desranleau, 1987. Flight thresh old wing muscle histolysis and alary polymorphism: correlated traits for dispersal tendency in the Gerridae. **Ecol. Entomol.**, **12**: 13-24.
- Gillott, C., 1982. Entomology. Plenum Press. New York. 692 p.
- Johnson, C.G., 1954. Aphid migration in relation to weater. **Biological Reviews**, **29**: 87-118.
- Johnson, C.G., 1965. Migration. in: Rockstein (Editor), The Physiology of Insecta. Vol: 2. Academic Press. New York. pp. 187-226.
- Lodos, N., 1983. Türkiye Entomolojisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 282, Cilt: 1, Ege Üniversitesi Matbaası. Bornova, İzmir, 364 s.
- Mc Manus, M.L., 1988. Weather behaviour and insect dispersal. **Memoris of Entomological Society of Canada**, **146**: 71-94.
- Rankin, M.A. and J.C.A. Burchsted, 1992. The cost of migration in insetcs. **Ann. Rev. Entomol.**, **37**: 533-599.
- Roff, D.A., 1991. Life history consequence of bioenergetic and biomechanical constraints on migration. **Am. Zool.**, **31**: 205-215.
- Roff, D.A. and D.J. Farbairn, 1991. Wing dimorphisms and the evolution of migratory polymorphisms among the Insecta. **Am. Zool.**, **31**: 243-251.
- Schneider, F., 1962. Dispersal and migration. **Ann. Rev. Entomol.**, **7**: 223-24.
- Schwerdtfeger, H.F., 1968. Demökologie, Structur und Dynamik Tierischer Populationen. Verlag Paul Parey. Hamburg, Berlin 433 p.
- Southwood, T.R.E., 1962. Migraton of terrestrial arthropods in relation to habitat. **Biological Review**, **37**: 171-214.
- Williams, C.B., 1957. Insect migration. **Ann. Rev. Entomol.**, **2**: 163-180.
- Williams, C.B., 1961. Die Wanderflüge der insection. Verlag Paul Parey. Hamburg, pp. 13-21.
- Woodrow, K.P., A.G. Gatehouse and D.A. Davies, 1987. The effect of larval phase on flight performance of African armyworm moths, **Spodoptera exempta** (Lep. Noctuidae). **Bull. Entomol. Res.**, **77**: 112-122.