

Böceklerin filogenisi

Sıla Suzan ONURSAL*

Avni UĞUR*

Summary

Phylogeny of insects

The present-day multiplicity of species and the structure of the differences between them, first becomes intelligible when it is recognized that the differences have envolved in the course of phylogenesis.

It is a consequence of the theory of evolution that the differences between various organisms must have arisen through changes of characters in the course of a historical process. Therefore it is not the extent of resemblance or difference between various organisms that is of significance for research into phylogenetic relationship, but the connection of the agreeing or divergent characters with earlier conditions. It is valid to distinguish different categories of resemblance according to the nature of these connections.

Key words: Insects, phylogeny, classification

Anahtar sözcükler: Böcekler, filogeni, sınıflandırma

Giriş

Yaklaşık 400 milyon yıldan beri mevcut olan böceklere ait ilk belirgin fosillere Amerika'da Karbonifer'in ikinci katı olan Pennsylvanien katmanında, Avrupa'da İskoçya'nın Orta Devon katmanlarında rastlanmıştır (Demirsoy, 1990).

Hexapoda'ya ait bireylerin, Myriapoda benzeri atalardan meydana geldiğine inanılmaktadır. Başın gelişmesi ve baş arkasındaki 3 segmentin hareketli segmente dönüşmesi; ayrıca, geriye kalan abdomen segmentlerindeki uzantıların yok olması veya azalması sonucu bu durumun ortaya çıktığı düşünülmektedir (Borror et al., 1964).

* A.Ü. Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 06110 Ankara

Alınış (Received): 05.01.1996

Kanatsız böcekler, bugünkü Apterygota ve tüm diğer Tracheata türleri gibi stigmaları bulunan kara hayvanlardı. Trake solungaçları, trakelerin önemli ölçüde yapısına katıldığı kanatlar gibi ilk olarak trakesiz gelişmiş; ancak, daha sonra işlev gören trakeler ortaya çıkmıştır. Kanatlar gibi trakelerin de, yaşamının büyük kısmını sularda geçiren böceklerde oluşması olanaksızdır. Böylece kanatlı böcekler kara biyotoplarını işgal ederken, bir kısmı da ikincil olarak larvalarının uyumuyla suya geçmiştir (Demirsoy, 1984).

Kimi araştırmacılara göre Apterygota'nın kanatsızlığı, kanatlı formlardan Neoteinik çağda ayrılmasıyla oluşmuştur (Imms, 1957).

Pterygota'nın orijini hakkında ise kesin bir bilgi olmamakla birlikte Üst Karbon devrinin alt dönemlerinden kalma, nesli tükenmiş takımlara ait fosil kalıntıları bulunmuştur. En geç Karbon ya da Üst Devon'da kanat oluşumu tamamlanmış, bugün Thysanoptera'da belirgin olan göğüs yan lobları son 2 göğüs segmentlerinde gelişmesiyle ortaya çıkmıştır. Bu paranotal kanatlar başlangıçta hareketsiz olup ancak bir çeşit süzülme hareketi yapmış olmalıdır. Kanatların kaslarla aktif hareket kazanması, bu böceklerin patlarcasına genişlemesine ve dallanmasına neden olmuştur. Pterygota'ya ait olan fosil kalıntılarında Palaeodictyoptera, Prodonata, Protoblattoidea ve Protorthoptera içinde son ikisinin geçiş takımı olduğu sanılmaktadır. Yukarıdaki takımlardan ilk ikisi Palaeoptera olarak kabul edilirken diğer üçü Neoptera olarak kabul edilmiştir (Imms, 1957). Daha sonra Üst Karbon döneminde sadece Palaeodictyoptera ve Prodonata yeni değişikliklere uğramakla kalmayıp şu anda tamamen yok olmuş 2 tane daha Paleoptera takımı ortaya çıkmıştır. Bunlar, Megasecoptera ve Protoephemeroptera'dır (Hennig, 1965).

Yakın zamanda görülen Paleoptera'ya ait bireyler oldukça geniş ve değişik Paleozoyik faunasının hayatta kalan üyeleridir. Her ne kadar bunlar da, atalarındaki kanat kıvrıma yeteneğinden yoksun ve anterior median kanat damarlarına sahipse de diğer birçok açıdan oldukça farklılıklar gösterir.

Soyun Neoptera koluna baktığımızda, bunlar abdomen üzerinde katlanabilen kanatlara sahiptirler. Bu kanat katlama 3. axillary skleritin hareketinden oluşmuştur. Neoptera'ya Polyneoptera veya Pliconeoptera, yani geniş anlamda hamamböcekleri ve çekirgeler dahildir. Kanat damarlarının yapı bakımından bir birlik oluşturması, bunların polifiletik olmadığını gösterir. Yan loblardan kanatların oluşması, hareketsiz kanatların daha ilkel olduğunu, bu nedenle kanatlı böceklerin atasından

Palaeoptera grubu ayrıldıktan sonra Polyneoptera türemiştir (Imms, 1957).

Neoptera doğal olarak 3 alt bölüm içerir;

1. Polyneoptera (Orthopteroid takımlar)
2. Paraneoptera (Hemipteroid takımlar)
3. Oligoneoptera (Endopterygot takımlar) (Borror et al., 1989).

Neoptera'lar Karbon döneminin geniş anlamda Orthopteroid böcek grubunun temsilcileri olarak görünmektedir. Bunlar; Protobattoidea, Dictyoptera ve Protorthoptera'dır (Borror et al., 1989). Yakın zamanların üyeleri anatomi açısından bakıldığında Orthopteroid takımlar Dictyoptera, Isoptera, Zoraptera, Grylloblattodea, Orthoptera, Phasmida, Plecoptera, Dermaptera ve Embioptera'dır (Imms, 1957). Bu kompleksin özellikleri, değişikliğe uğramamış ağız parçaları, arka kanatta geniş bir anal lobun varlığı, cerci'nin bulunuşu, çok sayıda malpigi borusunun varlığı, ventral sinir ipliğinde çok sayıda ayrı ayrı ganglionların varlığı ile basit metamorfozdur (Imms 1957, Hennig 1965).

Isoptera takımına bakıldığında bunların garip bir sosyal organizasyon modeline sahip olduğu bilinmektedir. Tillyard (1937), göstermiştir ki *Mastotermes*'in arka kanat katlama şekli yakın zamanlardaki hamamböceklerinden çok Paleozoic dönemin hamamböceklerine benzemektedir.

Anatomik temelde Zoraptera ile Dictyoptera benzeri formlar yakın sayılabilir ancak hiçbir Zoraptera fosili bulunamadığından ve Zoraptera'nın Orthoptera ve Hemiptera takımları karışımı karakterler gösterdiğinden üzerinde daha fazla çalışma gereği vardır (Imms, 1957).

Sadece Üst Karbon döneminde varlığını sürdüren Protorthoptera'nın bir stok görevi yaptığı ve bundan bir yandan Plecoptera, öte yandan Grylloblattodea, Phasmida ve Orthoptera'nın çıktığı sanılmaktadır. İlk defa Üst Permian'de görülen Plecoptera hala mevcut Eustheniidae (Alt-Üst Permian) ile ortak bir ataya sahiptirler (Imms, 1957).

Yakın zamana ait türlerden bilinen Grylloblattodea'nın ilkel bir grup olduğu ve Orthoptera ile arasında bilinen açık bir bağlantı bulunmadığı bilinmektedir (Imms, 1957).

Phasmida'nın durumu fosil yetersizliğinden açık değildir ama Orthoptera takımı içindedir. Orthopteroid grup içindeki Protelytroptera ve Dermaptera takımları birbirleri ile ilişkili ise de hiçbirinin neslin

Dictyoptera ve Orthoptera evrim çizgileri ile ilgili olabileceğini gösteren yeterli bilgi henüz yoktur. Embioptera'nın durumu da henüz açık değildir. Yakın zamana ait takımlar göz önüne alındığında daha ilkel Exopterygota grubu Orthopteroid takımlar içinde bir grup oluşturup, şu özellikler ile ayrılırlar (Imms, 1957):

- a) Evrim içinde Dictyoptera takımına ait bir çizgi takip etmeleri (Dictyoptera, Isoptera ve muhtemelen Zoraptera)
- b) Orthoptera takımına ait bir çizgi göstermeleri (Grylloblattodea, Orthoptera, Plecoptera ve Phasmida).
- c) Kolaylıkla sistem içine yerleştirilemeyen iki takım (Dermaptera ve Embioptera) olmaları

Geri kalan bütün Exopterygot takımlar, aşağıda sıralanan özelliklere sahip Hemipteroid grubu oluştururlar (Hennig, 1965):

- (i) Özel mandibulleri ya da emici ağız parçaları vardır.
- (ii) Arka kanatta büyük anal lob (levha) yoktur.
- (iii) Cerci bulunmaz.
- (iv) Ancak birkaç malpigi borusu bulunur.
- (v) Ventral sinir sisteminde belirli yere yoğunlaşmış ganglion grubu vardır.
- (vi) Kanat damarlanışında azalış.
- (vii) Basit metamorfoz.
- (viii) Haustellate ağız parçalarına yönelim (Hennig, 1965).

Tam bir metamorfoz, kalan 9 takımın ortak ataları olan Holometabola ve Endopterygota ile ortaya çıkmıştır. Hemipteroid ve Orthopteroid gruplar arasındaki ayrılık çok belirgin değildir. Çünkü Zoraptera az miktarda kanat damarlanışına, bir kaç tane malpigi borusuna ve oldukça yoğunlaşmış sinir sistemine sahiptir (Borror et al., 1989).

Anatomik ve Paleontolojik bakımlardan ilk önce Alt Permiyen döneminde ortaya çıkan Psocoptera, hemipteroid grubun temel stoku sayılabilir. Bunlarla doğrudan ilişkili Mallophaga'lardır.

Bir çok Homoptera familyasının Permiyen ve Mezozoik dönemde yaşadığı bilinmektedir. Öte yandan Heteroptera genelde daha ilkel Homoptera'dan daha fazla özelleşmiştir. İlk olarak Üst Triassik dönemde görülmüştür. Hemipteroid takımdan geriye kalan Thysanoptera'nın akrabalıkları pek açık olmamakla birlikte Permiyen döneminden kalma temsilcileri olduğu iddia edilmektedir (Imms, 1957).

Endopterygot böcekler gelince, ilk önce karşımıza bunların monophyletic grup olup olmadığı sorusu çıkar. Çünkü Hymenoptera ve Coleoptera önemli zorluklar çıkarır. Kalan takımlar ise Tillyard'ın (1918-1920; 1935) klasik çalışmasından bu yana Panorpoid kompleksi oluştururlar:

1. Hymenoptera
2. Neuropteroidler: Neuroptera, Coleoptera, Strepsiptera.
3. Panorpoidler: Lepidoptera, Trichoptera, Mecoptera, Siphonaptera, Diptera.

Panorpoid kompleks merkezinde birbirleri ile ilgili ama genelde farklı dal oluşturan Mecoptera ile Neuroptera bulunmaktadır. Neuroptera gözönüne alındığında, Megaloptera'nın yakın döneme ait pek çok ilkel Endopterygot'u içerdiği şüphesizdir. Handlirsch'nin oluşturduğu Sialoidea, Raphidoidea ve Planipennia'yı yerleştirdiği yapı gereksiz gibi görünmekle birlikte büyük bir ihtimalle bunların ilkel üyelerinden, bir tarafta Diptera (çatallanmamış Cu_1 ile) öte tarafta Lepidoptera ve Trichoptera (uçtan çatallanmış Cu_1 ile) meydana çıkmıştır.

Micropterygidae, geleneksel Lepidoptera ile birlikte sınıflandırılrsa da diğer bilinen Lepidoptera ve Trichoptera üyelerinden o kadar fazla ilkelidir ki Hinton (1946) bunun Zeugloptera adı altında ayrı bir takım olarak sınıflandırılmasını önermiştir. Siphonaptera ise çok farklı olmasına rağmen larvalarının Nematocer Diptera ile benzerlik göstermesinden dolayı erken Diptera kökenli değilse de en azından Panorpoid kompleksten çıkmış olmalıdır (Imms, 1957).

Hymenoptera, Coleoptera ve Strepsiptera ile tam olarak açıklanamayan filogenetik problemlere gelmekteyiz. Çünkü Mezozoik döneme ait kanat kalıntıları çok az olup erken döneme (Alt Permiyen) ait kınkanatlı fosil kalıntıları elytra parçaları olup bunlarla genelleme yapılamamaktadır. Ancak Handlirsch, Hymenoptera'nın Protorthoptera'dan geldiğini iddia etmişse de kanıtları yeterli olmamıştır (Imms, 1957).

Symphyta larvalarının Panorpoid böcek larvalarına benzerliği ile Symphyta kanat damar şekillerinin kolaylıkla Megaloptera deseninden gelebilmiş olacağı gerçeği birçoklarını Hymenoptera'nın Neuroptera ve diğer Panorpoid takımlarla birlikte ortak atadan geldiği düşüncesine itmiştir. Coleoptera'nın da Endopterygot böceklerden bağımsız olarak ortaya çıktığı düşünülmüş ancak kanıtlanamamıştır; dolayısıyla Coleoptera'nın Neuroptera benzeri bir atadan geldiği fikri daha fazla desteklenmiştir. Strepsiptera bazı araştırmacılarca Coleoptera takımı ile

bazıları tarafından ise Hymenoptera takımı ile ilişkilendirilmiştir (Imms, 1957).

Mezozoik sırasında gittikçe artan böcek çeşitliliği Jura'da en üst düzeyine ulaşmıştır. Çiçekli bitkilerin ortaya çıkması böceklerin hızla evrimleşmesini sağlamıştır. Bugün en yaygın gruplar olarak bilinen Hemipteroidea, Coleoptera, Hymenoptera, Neuroptera, Lepidoptera ve Diptera ön plana çıkmıştır. Tersiyer'de türleşme iyice artmış, hemen hemen bugünkü düzeyine ulaşmıştır. Orta Eosen'de bugünkü familyaların hemen hemen bir kısmı, Üst Eosen'de ve Alt Oligosen'de bugünkü cinslerin bir kısmı, Üst Miyosen'de ise bu günkü tropiklerde bulunan bir kısım türlere çok benzeyen ya da aynı olan türler ortaya çıkmıştır (Demirsoy, 1990).

Filogenetik sistematik

Filogeni (Phylogeny), bir grup organizmaya ait soyların gelişim, evrim tarihinin incelenmesi, yüksek taksonların tarihinin incelenmesi, yüksek taksonların evrim ve orijini (Mayr, 1969). Hennig (1965) türler arasındaki mevcut farklılıkların; ister morfoloji, fizyoloji veya ekoloji davranış biçimleri ve hatta coğrafi dağılışı olsun hepsi de türlerin kendisinde olduğu gibi filogenesis sürecinde evrime uğradığını belirtmektedir. Aynı yazar "Filogenetik İlişki" kavramını, organizmaların büyük çoğunluğunun cinsel olarak ürettiği gerçeğine dayandırmaktadır. Bu üreme genellikle genetik olarak birbirlerinden izole edilmiş üreyen topluluklar içinde gerçekleşmektedir. Yeni türler hemen tamamen mevcut üreyen toplulukların bir kısmının önce topluluğun diğer kısmından çevresel olarak ayrılması ve bu ayrılığın genetik izolasyonun oluşabileceği kadar uzun sürmesi sonunda oluşmaktadır. Bu oluştuktan sonra iki topluluk parçasını ayıran dış koşullar ortadan kalksa dahi artık aralarında üreme ilişkisi olanaksızdır. Böylece belirli bir zamandaki mevcut tüm türler eski homojen yapıdaki üreyen topluluklardan ayrılma sonucu oluşmuşlardır.

Hennig (1965)'e göre, organizmaların morfolojik benzerliklerine göre sınıflandırılması evrim teorisine yol gösterici olmuştur. Çünkü organizmalar arasındaki morfolojik farklılıklar tarihsel (filogenetik) gelişmenin sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Kabaca birbirine çok benzeyen organizmalar genel olarak çok farklı olanlardan daha yakın akrabadırlar. Bu nedenle, organizmaların morfolojik benzerlik sınıflandırmaları, morfolojik benzerliklerin oluşumu, coğrafi dağılım gibi olgulara dayanarak, kaçınılmaz biçimde onların filogenetik ilişkilerin

derecesinin keşfine ve böylece evrim teorisine yol gösterici olmuştur. Ancak sadece morfolojik farklılıklar için değil ama fizyolojik fonksiyonlarda, davranış biçimindeki farklılıklar içinde bazı tarihsel kökenler vardır.

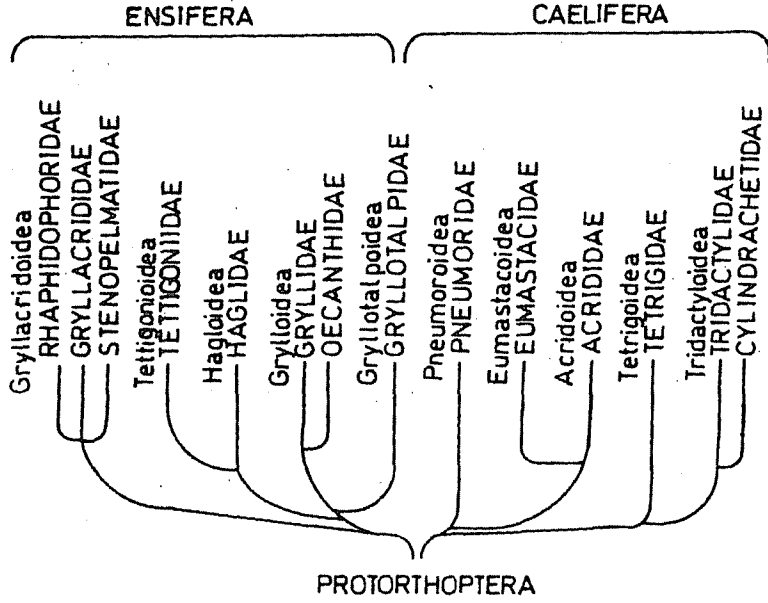
Evrim teorisinin doğal sonucuna göre, değişik organizmalar arasındaki farklılığın tarihin gelişim süreci içinde karakterlerin değişmesi sonunda çıktığını belirten Hennig (1965), bu nedenle filogenetik ilişkinin araştırılmasında önemli olanın değişik organizmalar arasındaki benzerlik ya da farklılık olmadığını bildirmektedir. Önemli olan daha önceki koşullarda karakterler arasındaki uyum ya da ayrılık ilintileridir. Bu ilintinin doğası gereği belirli benzerlik sınıflandırmaları ayırtetmek geçerlidir.

Ekonomik Entomoloji bakımından önemli böcek takımlarının filogenisine ait bilgiler Gillot, 1982'den yararlanılarak aşağıda verilmiştir.

Orthoptera

Paleontoloji ve karşılaştırmalı morfoloji açıkça göstermektedir ki bu takımda çok erken dönemlerde bir ayırım olmuştur. Geç Karbon döneminde iki ana kol ayrılmıştır. Bu kollardan birinden cırcır böceği, uzun antenli çekirgeler diğerinden ise kısa antenli çekirge ve yakın akrabaları oluşmuştur. Bazı araştırmacılar iki grubun farklı protorthopter atalardan birbirinden bağımsız olarak geliştiğini ileri sürerek her grubu ayrı bir takım olarak düzenlemektedirler. Buna göre cırcır böceği ve uzun antenli çekirgeler Grylloptera takımını, kısa antenli çekirgeler ve akrabaları Orthoptera takımını oluştururlar. Bazı araştırmacılar ise iki grup arasındaki farklılığın iki ayrı takım oluşturacak kadar büyük olmadığını düşünerek bunları Orthoptera takımı altında Ensifera ve Caelifera adlı iki alt takım olarak sınıflandırmaktadır. Burada bu sistem kullanılmaktadır (Şekil 1).

Tetrigidae familyası bir çok yazar tarafından Acridoidea içinde gösterilmektedir fakat Acridoidlerden birçok bakımdan farklı oluşu, bunların Tetrigonioidea üst familyaları içinde gösterimini daha doğru kılar. Öte yandan Tridactylidae ve Cylindrachetidae familyaları üst familya olan Tridactyloidea içinde gösterilmektedir. Bu iki familya önceleri Grylloidea içinde sınıflandırılıyordu. Çünkü üyelerinin alışkanlıkları ve yüzeysel yapısal benzerlikleri Gryllotalpidae ile oldukça fazla idi. Şimdi anlaşılmaktadır ki bu benzerlikler paralel evrimin sonucu olup bu iki familyanın gerçek akrabalığı Ensifera'dan çok Caelifera içindedir.



Şekil 1. Orthoptera takımı familyalarının evrimsel ilişkileri.

Hemiptera

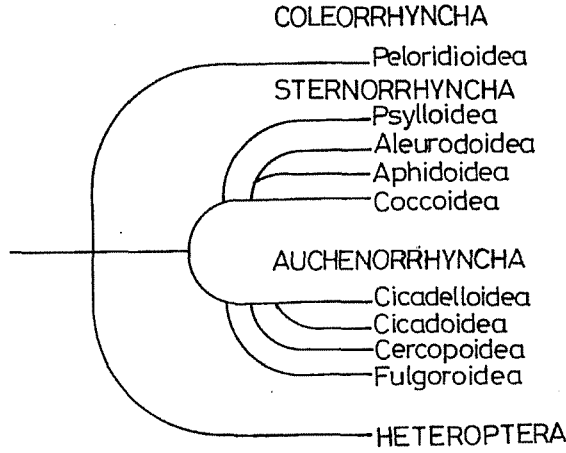
Bazı araştırmacılar Hemiptera (=Rhynchota)'yı Heteroptera ve Homoptera olarak 2 alt takıma ayırır. Bazıları Heteroptera'yı, Hemiptera'nın sinonimi yapar. Bazıları ise Hemipteroidea üst takımını alarak Heteroptera ve Homoptera diye 2 takıma ayırır (Lodos, 1982).

Hemiptera, çok eski bir takım olup fosillerine Aşağı Permiyen dönemlerinde rastlanır. Kuşkusuz en eski Hemiptera Homoptera'dır. Homoptera Permiyen döneminde hızla kollara ayrılmış ve en azından bugün de mevcut üç üst familya oluşmuştur (Cicadelloidea, Cercopoidea ve Psylloidea). Öyle görülmektedir ki Homoptera içinde üç ana evrim çizgisi uyarınca modern Coleorrhyncha, Auchenorrhyncha ve Sternorrhyncha oluşumuna yol açmıştır (Şekil 2).

Coleorrhyncha'da yalnız bir üst familya vardır. Bu Peloridioidea olup türleri içinde pek çok ilkel görüntülere sahip olanlar bulunmaktadır. Auchenorrhyncha hattından en erken ayrılan grup Fulgoroidea üst familyasıdır. Bundan sonra ana evrim çizgisinden bölünerek Cercopoidea, öte yandan Cicadoidea ve Cicadelloidea oluşmuşlardır. Sternorrhyncha'dan Psylloidea erken bir dönemde

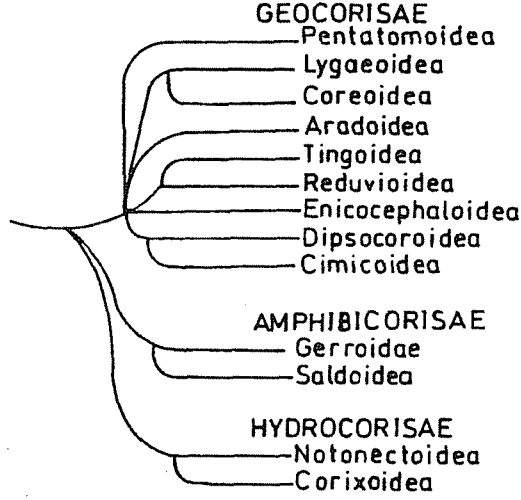
ayrılmış, daha sonra Coccoidea, Aphidoidea ve Aleurodoidea üst familyaları ayrılarak oluşmuşlardır.

Homoptera içinde yukarıda belirtilen üç ana evrim çizgisini (Coleorrhyncha, Auchenorrhyncha ve Sternorrhyncha terimlerini) kullanmak yanıltıcıdır, çünkü, belirli ilişkilerin abartılması sonucu ortaya çıkar. Peloridioidea, Fulgoroidea ve Psylloidea, ata Homoptera stoğundan erken dönemde türemişlerdir ve ayrı gruplarda gösterilmektedir. Oysa ki büyük bir olasılıkla bunların her ikisi de Auchenorrhyncha'da bulunan Fulgoroidea ve Cicadelloidea'nın birbirlerine olan yakınlıklarından daha yakındırlar.



Şekil 2. Heteroptera takımı familyalarının evrimsel ilişkileri.

Bir çok Heteroptera'da görülen prognathous baş, bunların evrimlerinin avcı alışkanlığa doğru olduğunu gösterir. Bu özellik bir çok familyada muhafaza edilmiştir. Ancak belirli sayıdaki üyeler fitofag alışkanlığa dönmüşlerdir. Grubun gerçekten akuatik hale gelişi avcı alışkanlığının gelişmesinden sonradır. Geleneksel olarak Heteroptera, Cryptocerata (su grubu), Gynmocerata (karasal) ve Amphibious (hem karada hem suda yaşayanlar) olarak ayrılır. Son zamanlardaki eğilim ise Hydrocorisae (=Cryptocerata), Amphibicorisae (Amphibious tipler) ve Geocorisae (Karasal gruplar) olarak ayrılmaktadır. Hydrocorisae ve Amphibicorisae içinde temel Heteroptera'dan kaynaklanan tek bir evrim çizgisi görülmektedir (Şekil 3). Geocorisae'de ise üç ana ve bir çok tali evrim hatları vardır. Başka bir deyişle örneğin, her ikisi de Geocorisae'nin üst familyaları olan Cimicoidea ve Pentatomoidea arasındaki ilişki Cimicoidea ve Gerroidea (Amphibicorisae) arasındaki ilişkiye daha yakın değildir.



Şekil 3. Heteroptera takımı için son zamanlarda önerilen filogeni.

Thysanoptera

Hemiptera'ya çok yakın görünmektedir. Belki de Geç Karbon ya da Alt Permiyen döneminde ortak bir ataya sahiptirler. Polen yiyici bir gruptur ve ağız parçaları emici tipe doğru evrim geçirmektedir. Sağ mandibula yok olarak asimetrik bir durum alan ağız parçaları polen parçalamada bir çift mandibuladan daha avantajlı olmaktadır. Bu takımın bulunabilen fosilleri son derece azdır. Bulunan en erken fosili **Permothrips** cinsi olup Geç Permiyen dönemine aittir. Bu fosil dar, kayıs şeklindeki kanatları ile modern Aeolothripidae'ye çok benzer. İki alt takımdan Terebrantia üyeleri hala muhafaza ettikleri kanat damarları ve gelişmiş ovipozitorları ile Tubulifera'dan daha ilkelidir. Terebrantia içinde Aeolothripidae'nin en ilkel grup olduğuna inanılmaktadır. Aeolothripid atalardan mevcut Merothripidae, Heterothripidae ve Thripidae damarlı bitkilerin polen ve özsuvarı ile beslenmeleriyle atalarıyla olan bağlantılarını sürdürmektedir. Tubulifera'yı oluşturan tek familya Phlaeothripidae, muhtemelen bir Thripid atadan oluşmuştur.

Lepidoptera

En eski fosili Eosen dönemine aitse de daha önceki dönemlerde var olduğu açıktır. İlkel üyelerinin yapıları karşılaştırıldığında Trichoptera, Lepidoptera'nın yaşayan en yakın akrabasıdır. Bunların

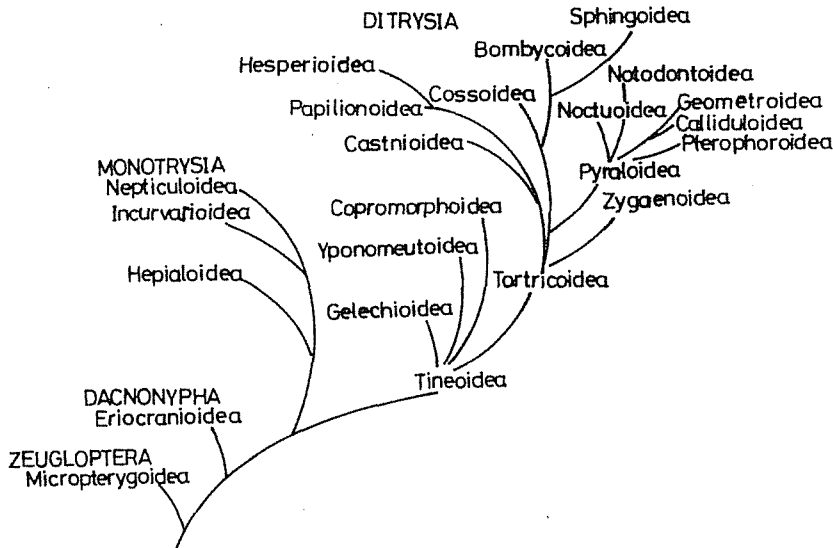
Triyassik dönemde ortak bir ataya sahip oldukları sanılmaktadır. Kretase dönemine kadar Lepidoptera küçük bir grupken bu devirde çiçekli bitkilerin evrimi ile grup büyümüştür. Lepidoptera'nın Micropterygidae familyası, Lepidoptera, Trichoptera ve Mecoptera'nın ortak özelliklerini taşır. Bazı yazarlar Micropterygidae'leri Trichoptera, Lepidoptera veya ayrı bir takım olan Zeugloptera içinde göstermişlerdir. Modern görüş, bunların eski Lepidoptera olduklarını, ancak farklılıklarından dolayı ayrı bir alt takım teşkil ettiğini kabul etmektedir (Şekil 4).

En çok bilinen ayırım Rhopalocera ve Heterocera şeklindedir. Ancak bu sınıflandırma her iki bölümün taksonomik olarak eşit düzeyde olduğunu ima etmektedir ki, bu gerçek değildir.

Ayırım için bir başka düzenleme büyüklüklerine göredir ki bu da yapay bir ayırımdır. Takımı Jugatae ve Frenatae şeklinde ayırmak da yapay bir sistemdir. Çünkü aynı familya içinde bile frenulumu olan ve olmayan türler bulunur. Ağız parçalarına ve pupa formlarına göre de sistemler vardır. Fakat burada dişi genital açıklığına dayalı sistem kabul edilmiştir. Buna göre;

1. Zeugloptera,
2. Dacnonypha,
3. Monotrysia,
4. Ditrysia

olmak üzere 4 alt takım kabul edilmektedir.



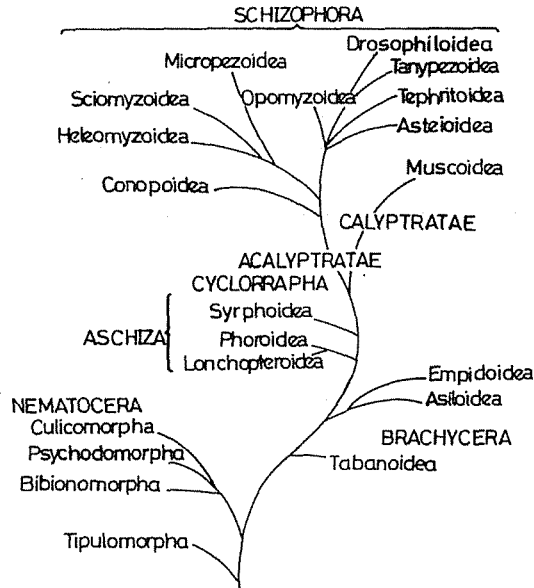
Şekil 4. Lepidoptera için önerilen filogeni.

Diptera

Filogenetik durumları konusunda kesin birşey söylenememekle birlikte Trichoptera, Mecoptera, Lepidoptera ve Diptera'nın yakın akraba bir grup oluşturduğu söylenebilir. Diptera, Permiyen ile Triyas arasında bundan yaklaşık 200 milyon yıl önce Mecoptera'dan ayrılıp, evrim geçirerek bu günkü sinekleri oluşturmuştur (Demirsoy, 1990).

En eski böcek fosili Avusturalya'nın Üst Permiyen katmanlarında bulunmuştur. **Permotipula** olarak adlandırılan bu en eski fosil iki kanatlıdır ve başlangıçta tek kanadındaki damar özelliğine göre Diptera takımının Protodiptera alt takımına ait olarak kabul edilmiştir (Demirsoy, 1990). Ancak dört kanatlı fosilin bulunmasıyla **Permotipula** Mecoptera'ya geçirilmiştir. Diğer özellikler gösteriyor ki **Permotipula**, Diptera takımının evrimindeki ana hat üzerinde değilse bile Diptera'nın Mecoptera'dan evrim sürecinde ayrıldığı noktaya çok yakındır. Şu ana kadar Permiyen dönemine ait iki gerçek Diptera, Avusturalya'da bulunan ve Permotanyderidae familyasına ait **Permotanyderus** ve **Choristotanyderus** cinsleridir.

Triyassik fosillerden yararlanılarak Nematocera'nın en ilkel alt takım olduğu, radyasyon geçirip, değiştiği ve Aşağı Jura zamanında gelişmiş Nematocera ve İlkel Brachycera'ların olduğu açıktır. Cyclorrhapha alt takımı ise büyük ihtimalle Jurassik devrinde mevcut Brachycera'dan gelişmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Diptera takımı familyalarına ait filogeni.

Eosen periyodunda Diptera faunasının pek çok özellikleri bugün yaşayanlara benzerlik gösterir. Tükenmekte olan gruplarla hızlı evrim geçiren gruplar Diptera sınıflandırmasını güçleştirmektedir.

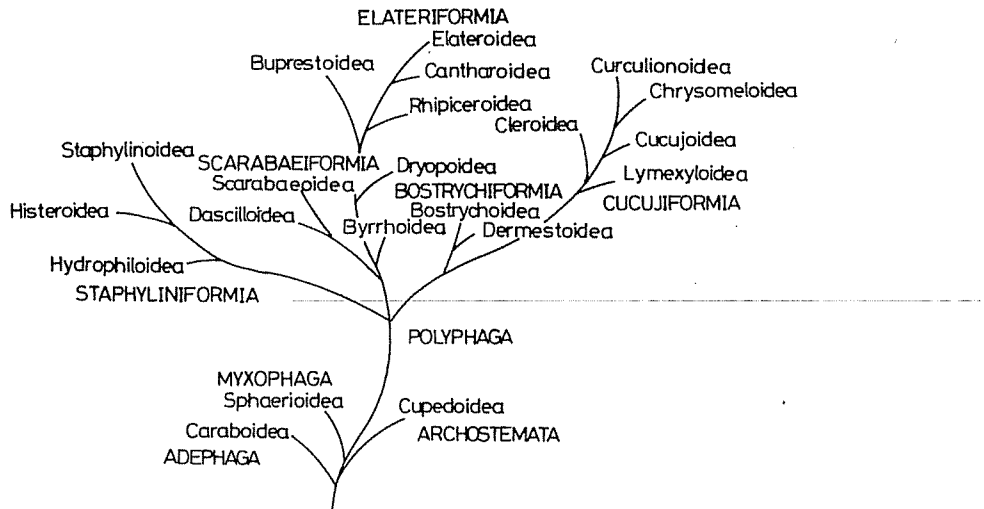
Neuroptera

Neuroptera muhtemelen geç Karbon döneminde Mecoptera ile birlikte oluşmuştur. Neuroptera'nın günümüze kadar gelen üyeleri kesinlikle belirlenen çok sayıda üst familyalara ayrılabilir. Bunlardan Ithonoidea, takımın en fazla geliştirilen üyelerini içermektedir ve Neuroptera ile Megaloptera arasındaki bağıntıyı oluşturur gibi görünmektedir. Üst familyaları,

- Ithonoidea
- Coniopterygoidea
- Osmyloidea

Coleoptera

Tshekardocoleus fosilinin bulunmasıyla Coleoptera'nın Megaloptera benzeri bir atadan, muhtemelen erken Permiyen döneminde türediği sanılmaktadır. Archostemata alt takımına ait fosiller Geç Permiyen dönemine rastlar. Polyphaga alt takımının da Geç Permiyen dönemine kadar ulaştığı tahmin edilmektedir. Crowson'un teorisine göre Coleoptera Adephaga, Archostemata ve Polyphaga olarak üç kola ayrılmaktadır (Şekil 6). Başlangıçta Polyphaga odun ve fungus yiyen bir grupken çiçekli bitkilerin Kretase döneminde gelişimiyle, bu takım da değişim geçirmiştir. Bu takıma ait türlerin % 80'inden fazlası bu alt takımda bulunmaktadır.

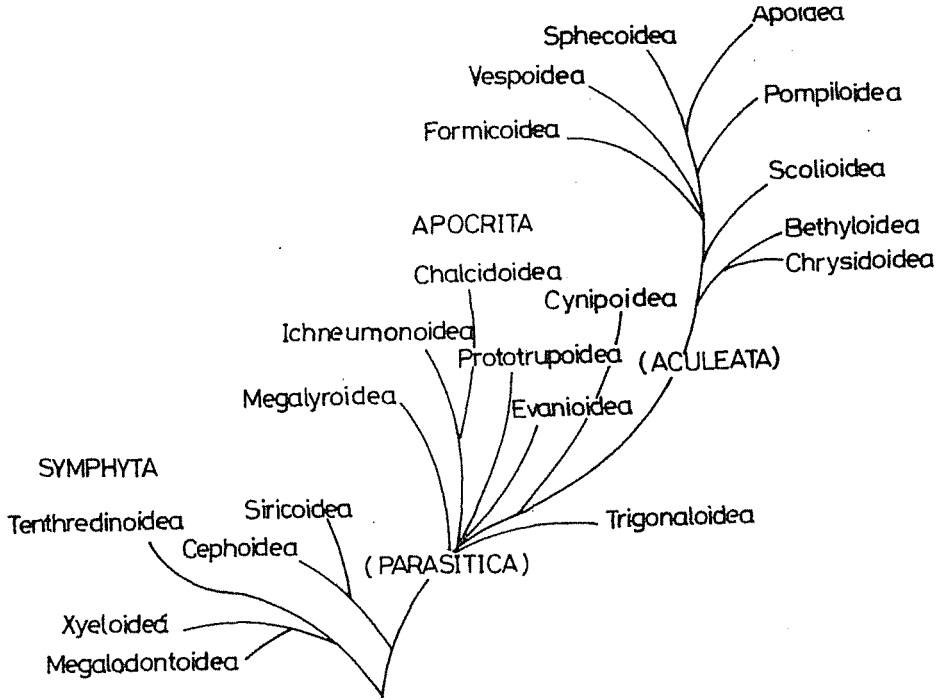


Şekil 6. Coleoptera takımına ait filogeni diyagramı.

Hymenoptera

Bu takımın orjini hakkında kesin bir bilgi bulunmamakla birlikte çok sayıdaki mapigi tüpleri ile Orthopteroid böceklere benzerler. Bir çok yazar bu takımın Protorthoptera'dan geliştiğini öne sürmüşlerdir. Dolayısıyla Endopterygot'ların iki kökenli orjini Mecoptera ve Hymenoptera'nın morfolojik yapıları ve alışkanlıklarına dayanarak Hemenoptera'nın Panorpoid kompleksin bir dalı olduğu düşünülmüştür.

Bu ayrılma Üst Karbon devrinde olabilir. Çünkü Aşağı Triyassik devrine ait Hymenoptera takımının fosilleri gelişmiş olup son familya olan Xylidae'ye aittir. Diğer Symphyta familyalarına ait fosiller üst Triyassik ve Jurassik zamanlarında mevcuttu. Apocrita fosilleri ise Jurassik'ten itibaren bulunmuştur. Apocrita'nın Symphyta'dan geliştiği kabul edilmiştir. Ancak esas fitofaglar Symphytalar'dır ve ilkel parazitoit Aprocrita'nın böyle bir gruptan geliştiği spekülasyonlara yol açar (Şekil 7).



Şekil 7. Hymenoptera takımının muhtemel filogenisi.

Cephoidea'nın Apocrita'nın doğrudan atası olmasa da yakın akrabası olduğu düşünülmektedir. Procephoid atadan belirgin iki kolun

geliştiği bunlardan birinde -ki buna Cephioidea dahildir- larva galeri açar ve beslendiği bitki üzerinde kendine uygun dokuyu aktif olarak arar. Öte yandan dişi yumurta bırakma sırasında bir sıvı bırakır, bu sıvı yumurtanın etrafındaki bitki dokusunun büyümesine ve gal oluşumuna neden olur ve bunun içinde larva beslenir. Bu galler besin kaynağı bakımından zengin olduğu için fitofag Endophytic Hymenopterler için cezbedicidir. Bu şekilde konukçu ve parazitoid burada buluşmuş olur. Ayrıca ovipozitor da avı paraliz eden bir iğneye dönüşmüştür.

Üç ana evrim çizgisi belirgindir. Biri Formicoidea olup, sosyal yaşama sahiptirler. İlkel karıncalar karnivordur veya hayvansal ürünlerde özellikle tatlımsı madde ile beslenirlerdi. Gelişmiş formları ise fitofag olup, tohum, fungus ve bitki dokusu ile beslenir. Bu durum muhtemelen koloninin büyüüp hayvansal besin bulmadaki zorluğundan kaynaklanmıştır. İkinci evrim hattı Scolioidea, Sphecoidea ve Vespoidea olan yabancılarını oluşturmuştur. Bu hat karınca hattından üyelerinin özel hücreler yapıp, buralara avlarını koyup, yumurtalarını bırakmaya başlaması ile ayrılmıştır. Üçüncü hat ise muhtemelen bir Sphecoidea atadan gelen hem yalnız hem de sosyal yaşamı olan balarılardır. Beslenme şekilleri polen ve nektara doğru değişmiştir.

Özet

Günümüzde türlerin çokluğu ve aralarındaki yapısal farklılıklar ancak bunların filogenesis sürecindeki evrimi kavrandığı zaman anlamlı hale gelmektedir. Diğer bir deyişle bu farklılıklar türler arasındaki filogenetik ilişki bilindiğinde anlam kazanmaktadır.

Evrim teorisinin doğal sonucuna göre değişik organizmalar arasındaki farklılık tarihi gelişim süreci içinde karakterlerin değişmesi sonunda çıkmış olmalıdır. Bu nedenle değişik organizmalar arasındaki benzerlik ya da farklılık önemli değildir. Önemli olan daha önceki koşullarda karakterler arasındaki uyum ya da ayrılık ilintileridir. Bu ilintinin doğası gereği belirli benzerlik sınıflandırmaları ayırtetmek mümkündür.

Literatür

- Borror, D.J. and D.M. De Long, 1964. An Introduction to the Study of Insects. Hold, Rinehart and Winston, Inc. USA, 765 s.
- Borror, D.J., C.A. Triplehorn and N.F. Johnson, 1989. Study of Insects. Sounders College Publishing USA, 808 s.
- Demirsoy, A., 1984. Kalıtım ve Evrim. Meteksan Matbaacılık ve Teknik Sanayi Ticaret Limited Şirketi, Ankara, 887 s.

- Demirsoy, A., 1990. Yaşamın Temel Kuralları, Omurgasızlar/Böcekler, Entomoloji, Cilt II, Meteksan A.Ş, 889 s.
- Gillott, C., 1982. Classification and Identification "Entomology". Plenum Press, New York, 692 s.
- Hennig, W, 1965. Phylogenetic Systematics **Ann. Rev. Entomol.**, **10**: 97-116.
- Imms, A.D., 1957. The Classification of Insects. "Textbook of Entomology" Late University Reader in Entomology Cambridge, 702 s.
- Lodos, N., 1982. Türkiye Entomolojisi II. Ege Üniversitesi Matbaası, İzmir, 542 s.
- Mayr, E., 1969. Sistematik Zoolojinin Prensipleri (Çeviren: N. Lodos) Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 298, 319 s.