

Bölüm 3: Evrim Modelleri

Prof. Dr. Bektaş TEPE

(Kaynak: Evrim - Douglas J. Futuyama)

Filogeni önemlidir

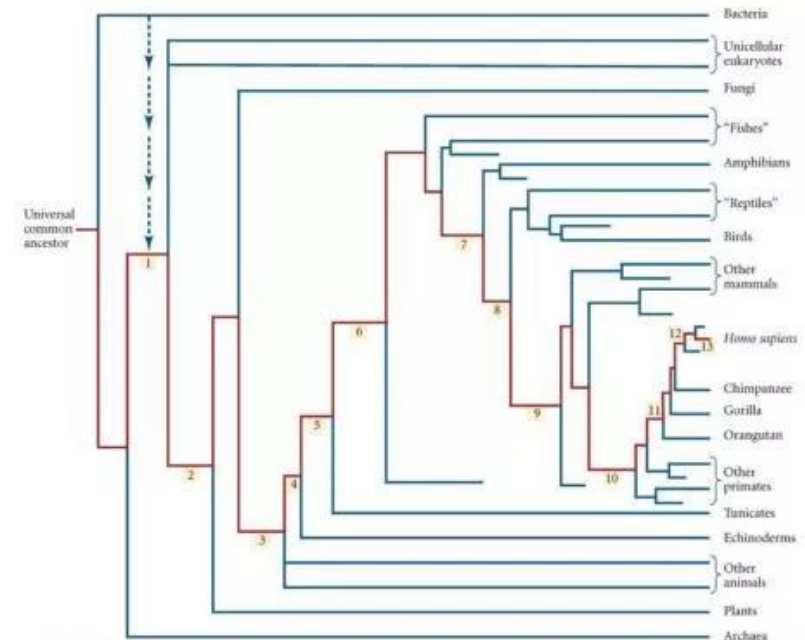
- ❖ Sistematikçiler canlıları sınıflandırmak için **onların özelliklerini** karşılaştırmaktadır.
- ❖ Evrim hakkında kısmını **bu karşılaştırmalar** sağlamaktadır.
- ❖ **Filogenetik yöntemlerle birlikte** kullanıldığında, bu tür karşılaştırmalar, çeşitli **canlıların evrimsel geçmişlerini anlamak için vazgeçilmez** esaslar olmaktadır.
- ❖ Filogeni, türler arasındaki **dallanma ilişkisinden daha fazlasını** vermektedir.
- ❖ Filogeniler, **fosil kanıt yokluğunda bile** canlıların özelliklerindeki değişimlerin **geçmişlerini** oldukça **yüksek** bir **doğrulukla** verebilmektedir.
- ❖ Filogeniler **az fosil kayıt bırakan** ya da **hiç bırakmayan** özelliklerin evrimsel geçmişlerini anlamanın **tek yoludur**.

Filogenetik ve sistematik çalışmalar geçmişte hangi durumlarda meydana gelen değişiklikleri anlamamızı sağlar?

- ❖ Genler
- ❖ Genomlar
- ❖ Biyokimyasal ve fizyolojik zellikler
- ❖ Gelişim ve morfoloji
- ❖ Canlıların geçmişi ve davranışları
- ❖ Jeocoğrafik dağılımdaki değişimler
- ❖ Habitat ilişkileri
- ❖ Değişik türler arasındaki ekolojik ilişkiler

- ❖ Yandaki ağaç, kendi atalarımızın kazanmış oldukları, **iskelet, iç kulak kemiği, çift gözle görme** ve **iki ayak üstünde yürüme** gibi önemli özellikleri kazanma sırasını göstermektedir.
- ❖ Bu tür değişikliklerden varılan sonuç, **evrim modelleri** ya da **ortak temaların bulunmasının mümkün** olabileceğidir.

3.1 Tracing the path of evolution to *Homo sapiens* from the universal ancestor of all life



1. Origin of eukaryotes: a symbiotic bacterium becomes the mitochondrion.
2. Multicellularity evolves; cell and tissue differentiation
3. Animals: internal digestive cavity; muscles
4. Deuterostomes: embryonic blastopore develops into anus
5. Chordates: notochord; dorsal nerve cord
6. Vertebrates: bony skeleton
7. Tetrapods: legs
8. Amniotes: amniotic egg; other water-conserving features
9. Mammals: unique jaw joint; middle ear bones; milk
10. Primates: binocular vision; arboreality
11. Anthropoid apes: loss of tail
12. Hominins evolve bipedalism
13. *Homo sapiens* spreads from Africa

EVOLUTION, Figure 3.1 © 2005 Sinauer Associates, Inc.

Evrimsel geçmiş ve sınıflandırma

Sınıflandırma evrimi yansıtır mı?

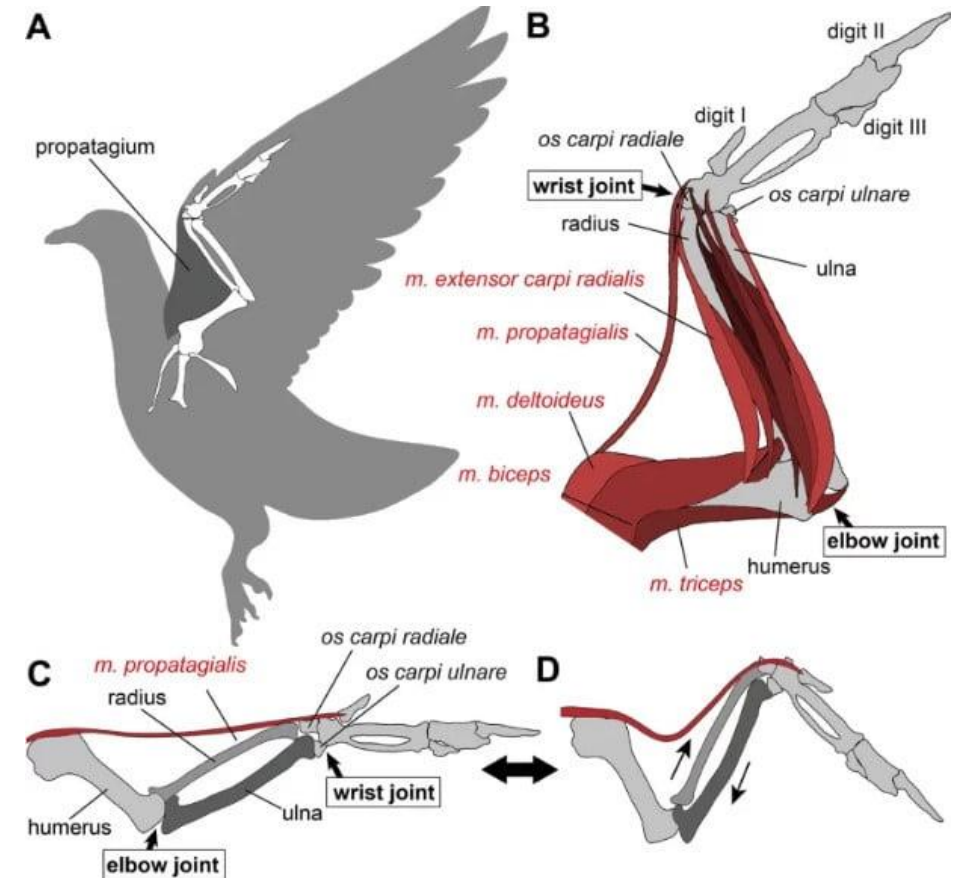
- ❖ Darwin'in **ortak atadan değişim** yoluyla türeme hipotezi **canlıların sınıflandırılması için bilimsel bir temel** oluşturmuştur.
- ❖ Çoğu sistematikçi **sınıflandırmanın evrimi yansıtmaması gerektiği** fikrini benimsemektedir.
- ❖ Evrim ve biyolojik çeşitlilik modellerinin hemen hemen her tartışmasında **sınıflandırmayı kullanmak gerekmektedir.**

Evrim iki temel özelliğe sahiptir

- ❖ **Kladogenez:** Bir türün **iki farklı türe evrilerek klad oluşturduğu** evrimsel ayrılma olayıdır.
- ❖ **Anagenez:** Evrimsel süreçte, **türlerin modifikasyonlar sonucu değişmesi**, ancak **türleşmenin** (atasından farklı yeni türlerin) **oluşmaması** durumudur.

Sınıflandırmada kladogenez ve anagenez birlikte kullanılabilir

- ❖ Bazı evrimsel değişiklikler **adaptasyon açısından önemlidir**, örneğin **kuş kanadının dinazor ön üyelerinden** evrimleşmesi gibi.
- ❖ Çok sayıdaki geleneksel sınıflandırma oluşumunda hem **anagenez** ve hem de **kladogenez birlikte kullanılmaktadır**.



Örnekler

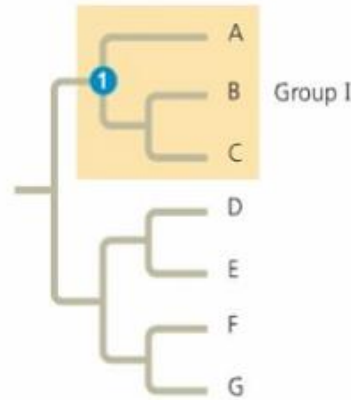
- ❖ Kuşlar, **kanatlarından** ve diğer uçuş ile ilgili uyarlanmalarından dolayı **Aves (kuşlar) grubuna** konulmuştur.
- ❖ İnsanlar **iri beyinleri**, **dik duruşları** ve **egosantrik** (ben merkezilik, bilinçli olma) özelliklerinden dolayı diğer primatlardan daha farklı bir familyaya (**Hominidae**) konulmuştur.

Bazen hem anagenezi hem de kladogenezi birlikte kullanmak zordur

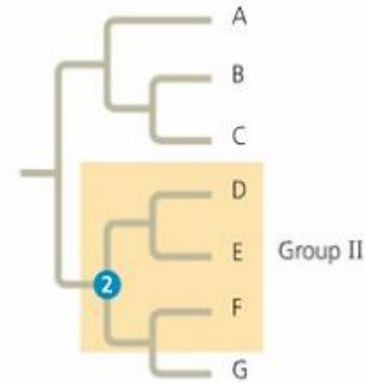
- ❖ **İnsanlar**, filogenetik olarak, **iri maymunların** bulunduğu familyadan **farklı bir familyaya** konulmaktadır.
- ❖ Bu durum, onların **iri beyinlerinin** ve diğer bazı özelliklerinin farklılıklarının bir **yansımasıdır**.
- ❖ Fakat bu, insanın **şempanzelere**, gorillerin olduğundan çok **daha yakın olduğu gerçeğini karartmaktadır**.

Monofiletik takson

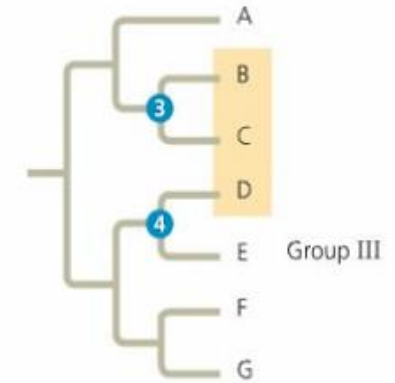
- ❖ **Aynı ortak atadan türemiş** bütün canlıları kapsamaktadır.
- ❖ Örneğin, **kuşların** (Aves), **böceklerin** (Coleoptera) ve **çiçekli bitkilerin** (Angiospermae) monofiletik gruplar olduklarına inanılmaktadır.



(a) Monophyletic group (clade). Group I, consisting of three species (A, B, C) and their common ancestor ①, is a clade, also called a monophyletic group. A monophyletic group consists of an ancestral species and *all* of its descendants.



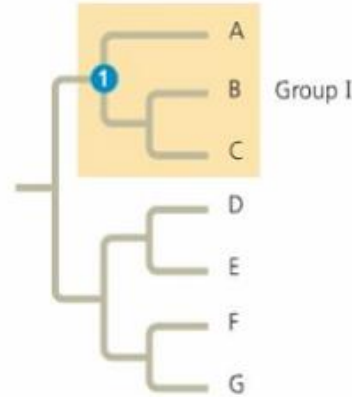
(b) Paraphyletic group. Group II is paraphyletic, meaning that it consists of an ancestral species ② and some of its descendants (species D, E, F) but not all of them (missing species G).



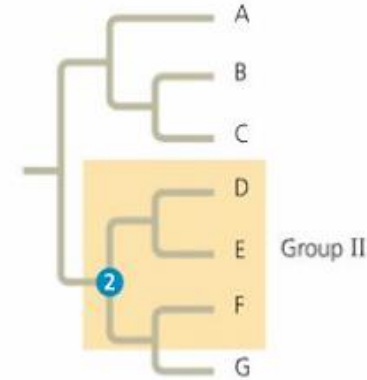
(c) Polyphyletic group. Group III is polyphyletic, meaning that its members have different ancestors. In this case, species B and C share common ancestor ③, but species D has a different ancestor: ④.

Polifiletik takson

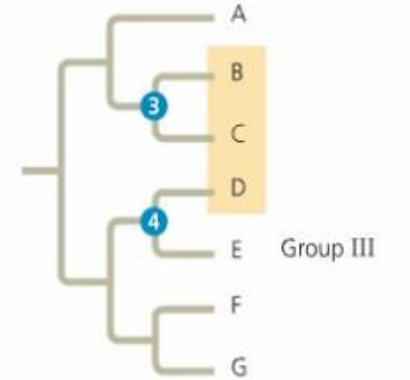
- ❖ **Diğer taksonlarda bulunan türlere daha** yakın olan birbiri ile **ilişkisiz soyları** kapsamaktadır.
- ❖ **Modern taksonomistler**, polifiletik taksonları **uygun olmayan sınıflandırmalar** olarak görmektedir.
- ❖ Örneğin, **balinalar** ile **balıkları** kapsayan bir takson bir **polifiletik takson** olabilir, çünkü **balinaların türediği atalar** (ilk tetrapod, ilk memeli gibi) **balıkların atalarından farklıdır**.



(a) **Monophyletic group (clade)**. Group I, consisting of three species (A, B, C) and their common ancestor (1), is a clade, also called a monophyletic group. A monophyletic group consists of an ancestral species and *all* of its descendants.



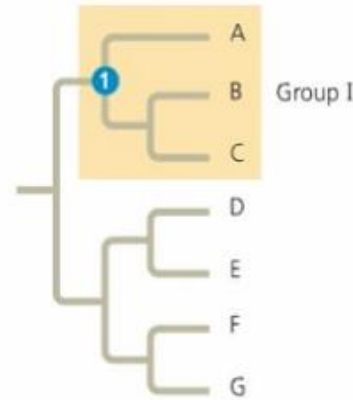
(b) **Paraphyletic group**. Group II is paraphyletic, meaning that it consists of an ancestral species (2) and some of its descendants (species D, E, F) but not all of them (missing species G).



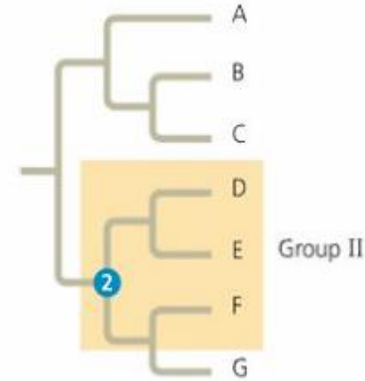
(c) **Polyphyletic group**. Group III is polyphyletic, meaning that its members have different ancestors. In this case, species B and C share common ancestor (3), but species D has a different ancestor: (4).

Parafiletik takson

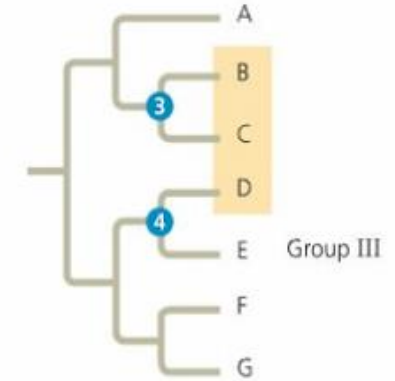
❖ **Monofiletik** bir takson olup, **tek istisnası** ortak atadan türemiş nesillerden bazılarının **diğer taksonlara** konulmasıdır.



(a) **Monophyletic group (clade).** Group I, consisting of three species (A, B, C) and their common ancestor (1), is a clade, also called a monophyletic group. A monophyletic group consists of an ancestral species and *all* of its descendants.



(b) **Paraphyletic group.** Group II is paraphyletic, meaning that it consists of an ancestral species (2) and some of its descendants (species D, E, F) but not all of them (missing species G).



(c) **Polyphyletic group.** Group III is polyphyletic, meaning that its members have different ancestors. In this case, species B and C share common ancestor (3), but species D has a different ancestor: (4).

Bütün taksonlar monofiletik mi olmalı?

- ❖ Sistematikçiler, **'bütün taksonlar monofiletik olmalı ve dolayısı ile ortak tek bir atayı yansıtmalı'** görüşünü giderek artan bir şekilde benimsemektedir.
- ❖ Bu tartışmalar **'kladistik'** adı verilen bir alanın doğmasına yol açmıştır.

Kladistik analiz nedir? (Fenetik mi kladistik mi?)

- ❖ **Kladistik analiz**, canlıları **evrimsel ilişkilerine göre gruplamayı** amaçlayan, birçok çağdaş biyolojik sınıflandırma düzenlemeleri için temel oluşturmaktadır.
- ❖ Buna karşılık, **fenetik**, canlıları **dış benzerliklerine göre gruplamaktadır**.
- ❖ Ancak bu yöntem, **kısıtlı sayıda anahtar karakterlere bağlı kalma** eğilimini doğurmaktadır.
- ❖ Kladistik terimi Antik Yunanca κλάδος, **klados**, "**dal**" sözcüğünden türetilmiştir.

Filogenetik sınıflandırmanın bazı yönleri hala zordur!

- ❖ Evrimin **erken evrelerinde yok olmuş** türlerin bir grubu **ana grup** olarak adlandırılabilirler (**memeli-benzeri sürüngenler**, Therapsida gibi)
- ❖ Diğer yandan, **kazanılmış farklı özelliklere sahip ileri bir grup** ise **türemiş grup** olarak adlandırılmaktadır (**memeliler** gibi).
- ❖ Ana grubu tanımlarken, **türemiş grubu dışarıda bırakan** herhangi bir tanımlama, sınıflandırmada yetersiz bir terim olan **parafiletik taksonu işaret edecektir**.
- ❖ Örneğin, **türemiş bir grup olan kuşlar** (genellikle Aves sınıfına konulurlar), bir **ana grup olan dinozor takımı** Theropoda'dan **evrimleşmiştir**.

Filogenetik sınıflandırmanın bazı yönleri hala zordur!

- ❖ İlave olarak, **monofiletik** bir grubun üyelerinin **birkaç taksona ayrılması** ya da **bütün üyelerin tek bir taksonda birleştirilmesi** kararı oldukça **keyfi** olabilmektedir.
- ❖ Örneğin, **orangutanlar bir aileye** (Pongidae) ve **goriller, şempanzeler ve insan bir aileye** (Hominidae) konularak **monofiletik gruplar oluşturulabileceği** gibi, **hepsini tek bir aileye** (Hominidae) koyarak da **monofiletik grup oluşturmak mümkündür**.



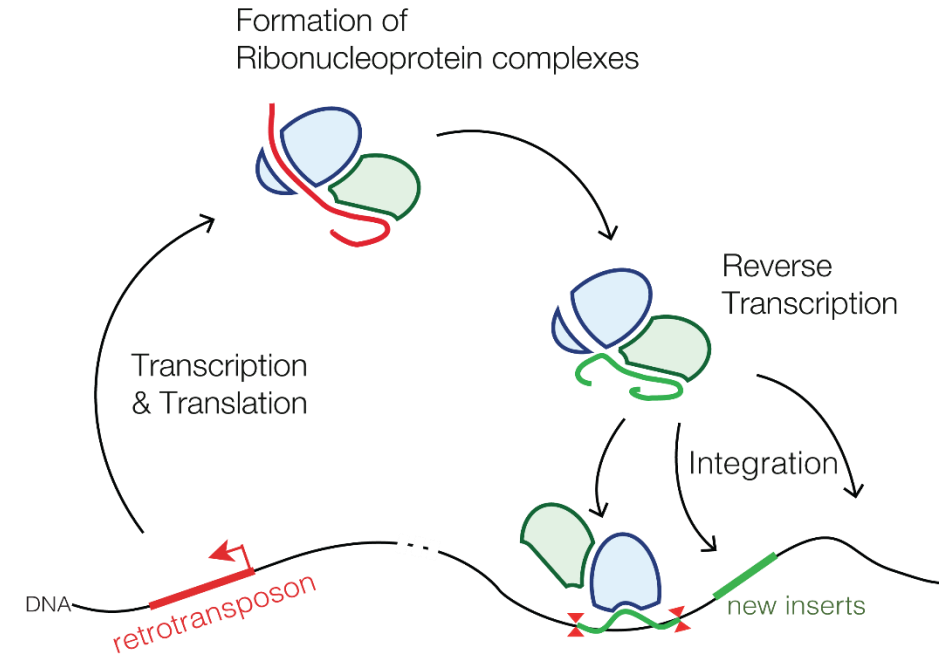
Özelliklerin evrimsel geçmişini
anlama

Filogenetik bilgiyi kullanmak

- ❖ Filogenetik bilgiyi kullanmanın en önemli yollarından biri,
 - ❖ filogenide **özellik durumlarını "haritalayarak"** ilginç özelliklerin geçirmiş olduğu **evrimsel değişiklikleri yeniden oluşturmak** ve
 - ❖ her bir ortak atadaki durumu **en yalının yeğlenmesi** kurallarını kullanarak anlamaktır.
- ❖ Bu yöntem bize özelliklerdeki **değişikliklerin ne zaman** (örneğin filogeninin hangi dalında ya da segmentinde) olduklarını göstermekle kalmamakta, onların **geçmişlerini izleyebilmemiz konusunda da fikir** vermektedir.

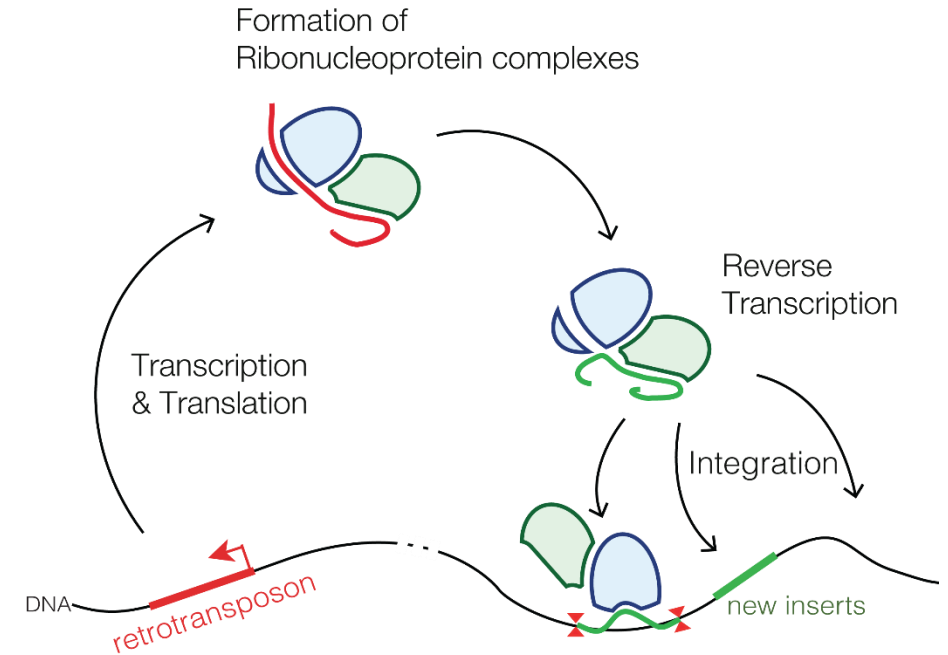
Retrotranspozonlarla yapılan bir deney

- ❖ Memeli genomları, **kendini çoğaltabilen** ve genom üzerinde **başka yerlere yerleşebilen** virüs benzeri genetik elementlerin çok sayıda kopyasını taşımaktadır.
- ❖ **L1** olarak adlandırılan bir retrotranspozon, genetik dizisinin genoma yerleştirmesini sağlayan **revers transkriptaz enzimini** kodlamaktadır.
- ❖ L1 kopyaları, **F** olarak adlandırılan **etkin olmayan promotorlara** sahiptirler.



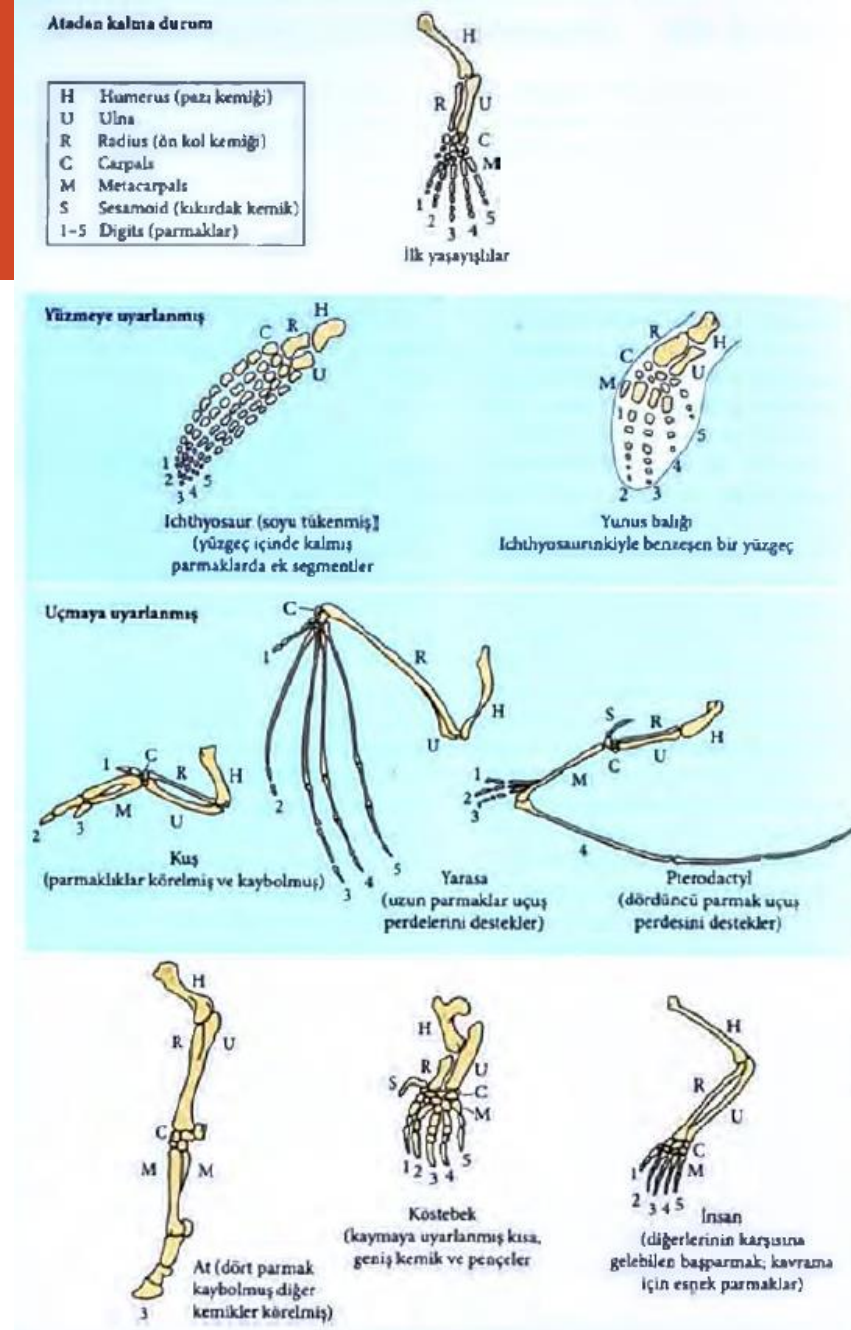
Retrotranspozonlarla yapılan bir deney

- ❖ **Başlangıçta etkin** olan bu promotorün, **6 milyon yıllık** bir süreçte **bazı mutasyonlar sonucu etkinliğini** yitirdiği düşünülmektedir.
- ❖ Adey vd. (1994) tarafından yapılan bir çalışmada, etkinliğini yitiren bu promotör kopyalarının, **başlangıçta işlevsel olan bir diziden evrimleştiği** tespit edilmiştir.
- ❖ Bu durum, **filogenetik analizlerin**, geçmişi yeniden oluşturmadaki **gücünü** göstermiştir.



Canlıların çoğu özelliği daha önce var olan özelliklerden farklılaşmıştır

- ❖ **Kuşların, yarasaların ve pterodaktillerin** (dinozorlar döneminde yaşamış uçan bir sürüngen) **kanatları** aslında **farklılaşmış ön üyelerdir**.
- ❖ Yakın canlılar **homolog özelliklere** sahiptir, bunlar ortak **atadaki denk bir organdan** kalıtılmıştır (ve bazen farklılaşmıştır).
- ❖ Homolog özellikler genellikle **benzer genetiksel ve gelişimsel temele** sahip olmalarına rağmen, **bazen** bu temel, türler arasında **önemli sapmalar** gösterebilmektedir.



Tüm özellikler homolog olmak zorunda mı?

- ❖ **Bazı özellikler** türler arasında **homolog** olabilir (örneğin **ayak parmakları**); fakat **bazıları olmayabilir** (örneğin **belirli ayak parmakları sayısı**).
- ❖ **Beş-parmaklılık** insanda ve timsahlarda **homologdur** (bilindiği kadarı ile her ikisi de ortak atalarına kadar uzanan kesintisiz bir pentadaktıl geçmişine sahiptir).
- ❖ Fakat **üç-parmaklılık** durumu hint domuzlarında ve gergedanlarda **homolog değildir**.
- ❖ Bu hayvanlar için bu durum **ayrı ayrı beş-parmaklı atadan evrimleşme şeklinde** gerçekleşmiştir.

Peki homolojiye nasıl karar verilir?

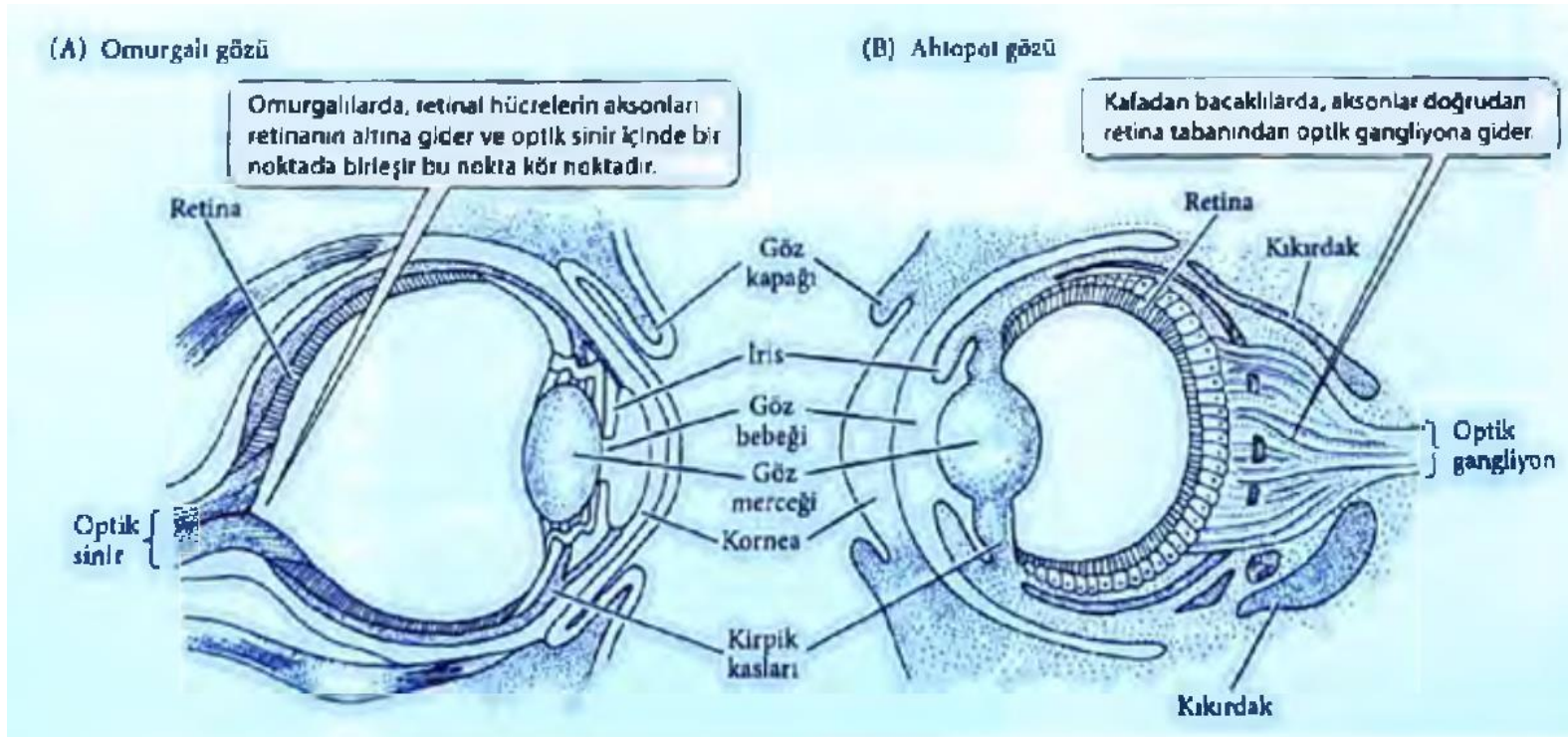
- ❖ Bazı özelliklerin homolog olup olmadığını **belirlemek zor** olabilmektedir.
- ❖ **Şekil** ve **işleve** dayalı olan kriterler **homoloji için yararlı değildir** (köstebek ve kartal ön üyelerini düşünün).
- ❖ **Embriyolojik çalışmalar** genellikle homolojiyi tanımlamak için **daha uygundur**.
- ❖ Örneğin, **kuşların ve timsahların arka üyeleri** arasındaki paralellik yetişkinlere göre **embriyoda daha belirgindir**, çünkü **kuşların** çok sayıda kemikleri **gelişim sırasında kaynaşmaktadır**.
- ❖ Bir özelliğin türler arasında **homolog olduğuna karar vermek için en önemli kriter**, bu özelliğin dağılımının bir **filogenetik ağaçta ortak atalarından itibaren kalıtım devamlılığı** göstermesidir.

Benzeştirici (convergence) evrim

- ❖ Benzeştirici evrimde çıkış noktası **yüzeysel olarak benzeyen** zelliklerdir.
- ❖ **Omurgaluların** gözü ile **kafadanbacaklıların** (rneğin mürekkep balığı ve ahtapot) **gözü** benzeştirici evrime bir örnektir.
- ❖ Her ikisi de bir **merceğe** ve bir **retinaya** sahiptir, fakat aralarındaki çok sayıdaki **nemli farklılıklar** onların ayrı **ayrı evrimleştiklerini** göstermektedir.

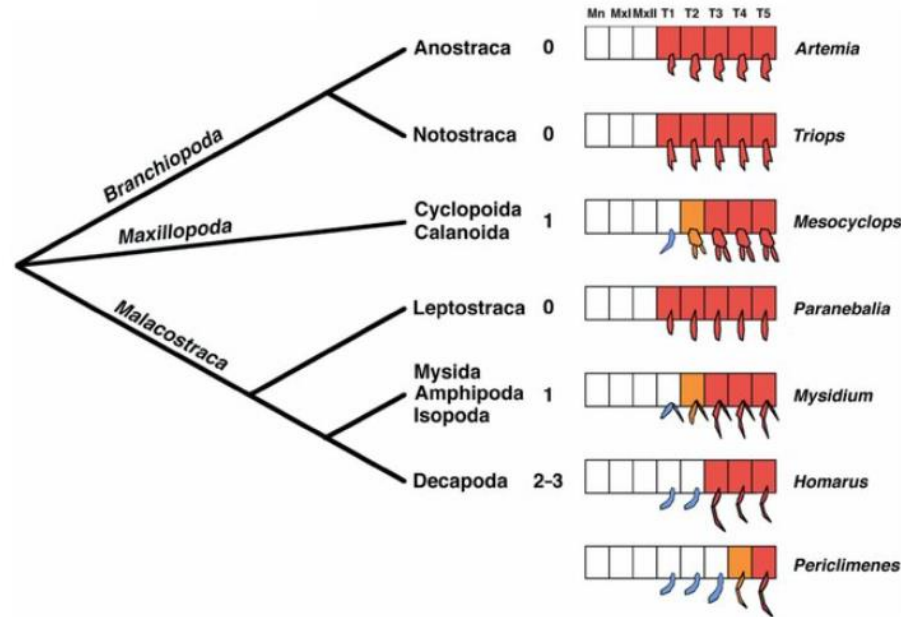
Benzeştirici (convergence) evrim

- ❖ Kafadanbacaklılarda **retina hücrelerinin aksonları hücre temelinden** doğarken, **omurgalılarda hücre tepesinden** doğmaktadır.



Koşut evrim (parallelism)

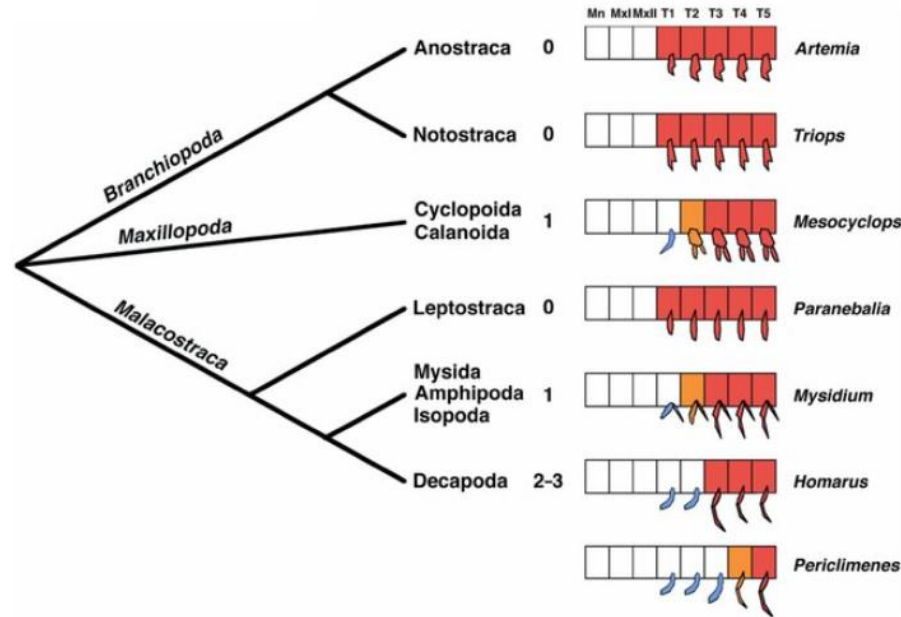
- ❖ Genellikle birbirine yakın olan canlılarda, **bağımsız olarak evrimleşmiş** bazı özellikler, **benzer gelişimsel değişikliklere** sahip olabilir.
- ❖ Çünkü onlar büyük ihtimalle **başlamak için benzer gelişimsel mekanizmalara** sahiptiler.
- ❖ **Omurgalılarda maksilliped** olarak adlandırılan **beslenme yapılarının evrimi** şaşırtıcı bir örnektir.



Phylogenetic distribution of maxillipeds and corresponding changes in Ubx expression. Cartoons depict gnathal and anterior thoracic segments in crustacean species that bear 0, 1, 2 or 3 pairs of maxillipeds at hatching (maxillipeds shown in blue). Embryonic Ubx expression domains are shown in light and dark orange, corresponding to weak and strong Ubx expression. Reprinted from A VEROFF & P ATEL (1997).

Koşut evrim (parallelism)

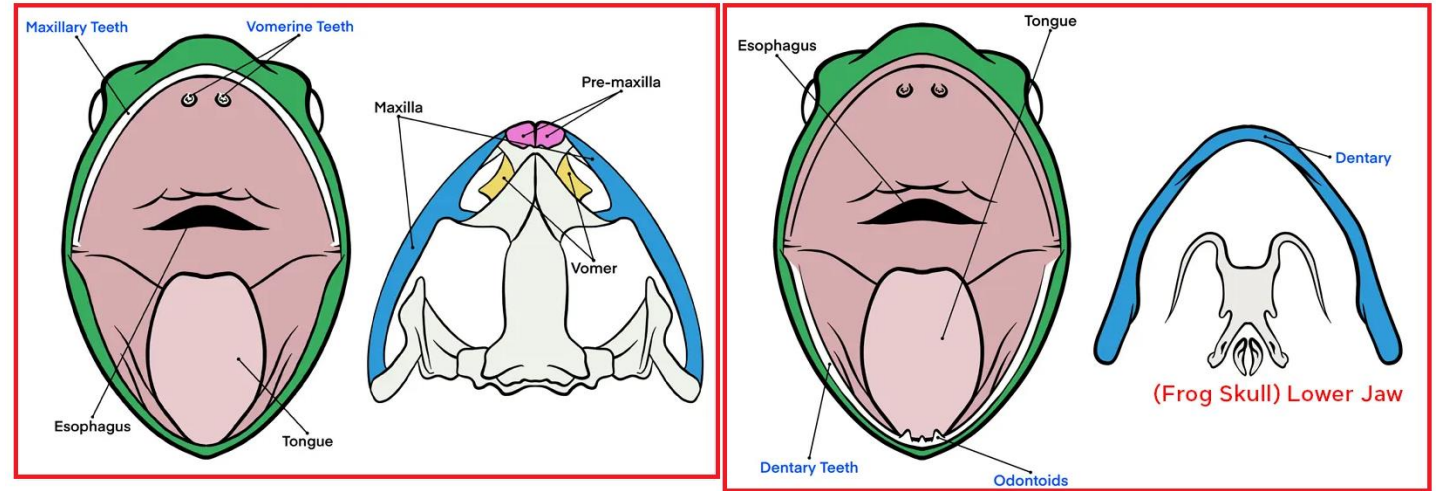
- ❖ Farklı bir kaç omurgalı soy hattında, bu beslenme yapılarından bazıları, **baş segmentinden değil** de, **thoraks segmentlerinden** gelişmiştir.
- ❖ **Ultrabithorax (Ubx)** ve **abdominal A (abd A)** olarak adlandırılan genler olup omurgalılar ve böcekleri de kapsayan bütün artropodlarda hangi segmentin nasıl gelişeceğini belirlemektedir.
- ❖ Söz konusu değişikliklerin, **bu genlerin ifadelerindeki farklılıklar sonucunda** ortaya çıktığı belirlenmiştir.



Phylogenetic distribution of maxillipeds and corresponding changes in Ubx expression. Cartoons depict gnathal and anterior thoracic segments in crustacean species that bear 0, 1, 2 or 3 pairs of maxillipeds at hatching (maxillipeds shown in blue). Embryonic Ubx expression domains are shown in light and dark orange, corresponding to weak and strong Ubx expression. Reprinted from A VEROFF & P ATEL (1997).

Evrimsel geri dönüşümler

- ❖ Daha "**gelişmiş**" ya da türemiş özellik durumundan daha "**ilkel**" ya da atasal duruma **dönüşüm** anlamına gelmektedir.
- ❖ Örneğin, hemen hemen bütün **kurbağalar alt çenelerinde diş taşımazlar.**
- ❖ Fakat kurbağaların türediği **ataların dişleri vardı.**
- ❖ Kurbağaların bir cinsinde, **Amphignathodort**, alt çenede **diş oluşumu yeniden evrimleşmiştir**

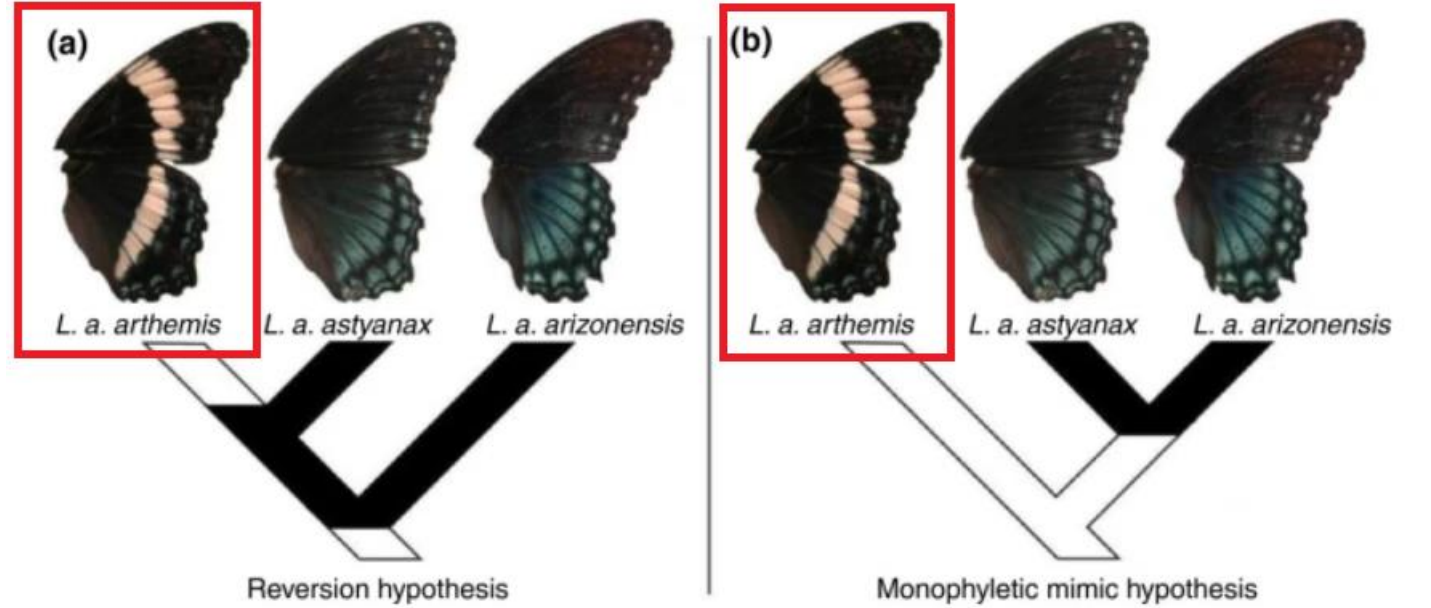


Öykünme

- ❖ Bir türün özelliklerinin özellikle ***başka bir türün özelliklerine benzeyecek şekilde evrimleşmesi*** durumudur.
 - ❖ Bates Öykünmesi
 - ❖ Müller Öykünmesi

Bates Öykünmesi

- ❖ **Zararsız** ya da **saldırğan olmayan** bir hayvanın tehlikeli ya da **saldırğan bir hayvana (model) benzer** şekilde evrimleşmesidir.
- ❖ Örneğin; çok sayıda **zararsız kelebek** arılardaki gibi **parlak sarı ve siyah renkli** vücut yapısına sahiptir.
- ❖ Yine çok sayıda zararsız kelebek **zehirli olan diğer türlere oldukça benzerler**.
- ❖ Bunu **hoş olmayan deneyimler** sonucu öğrenen saldırğanlar, hem modele hem de benzerine **saldırmaktan kaçınmaktadır**.



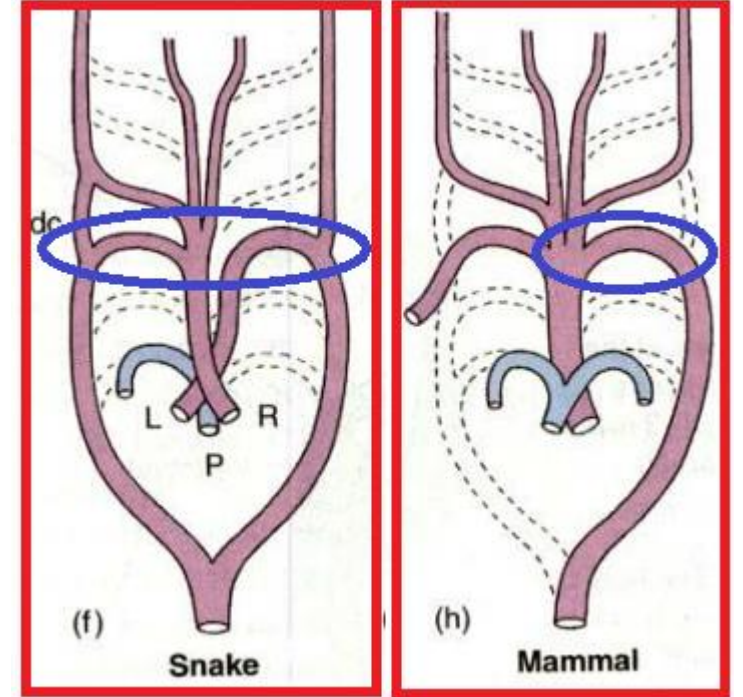
Müller öykünmesi

- ❖ **Hoş olmayan** ya da **tehlikeli** iki tür, **benzer özellikleri evrimleştirmişlerdir** ve bunlardan birinin bir özelliği ile hoş olmayan bir deneyim yaşayan **saldırgan her iki türe de saldırmaktan kaçınacaktır**.
- ❖ Çok sayıda uzak akraba ve hoş-tadı olmayan **kelebeklerin yanı sıra**, bunlarla benzer renk modeline sahip yenilebilir **kelebek ve güve** de bulunmaktadır.

Özellikler farklı hızlarda evrimleşir

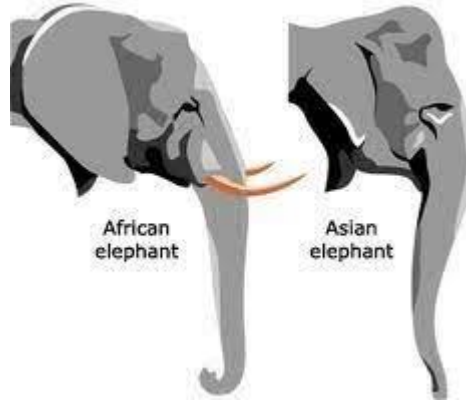
Korunan özellikler

- ❖ **Farklı karakterler farklı hızda** evrimleşmektedir.
- ❖ **Korunan özellikler**, ortak atadan türemiş çok sayıdaki türde uzun zaman dilimlerinde **hiç değişmemiş** ya da çok **az değişmiştir**.
- ❖ Örneğin, **insanlar** öncül amfibilerde evrimleşen **pentadaktil uzuvları** (beş parmaklılık) **barındırmaktadır**.
- ❖ Bütün **amfibiler** ve **sürüngenler iki adet aortik kavise** sahipken, bütün **memeliler sadece sol kavise** sahiptir.
- ❖ Öte yandan **vücut boyutu hızla evrimleşmiştir**; memelilerde nerdeyse **yüz kat** kadar değişiklik göstermektedir.



Mozaik evrim

- ❖ Bir soy hattında **farklı özelliklerin farklı hızlarda evrimleşmesi** mozaik evrim olarak isimlendirilmektedir.
- ❖ Tür, bir **bütün olarak değil** de, onun çok sayıda özelliği **bağımsızmış** gibi evrimleşmektedir.



Hataya düşmeyelim!

- ❖ Mozaik evrimden dolayı **bir türü diğerlerinden daha "gelişmiş" olarak düşünmek** doğru değil hatta **yanlıştır.**
- ❖ Kurbağaları türeten **amfibi soy hattı** memeliler çeşitlenmeden önce **memelileri doğuran soy hattından** ayrılmıştır.
- ❖ Bundan dolayı dallanmanın sıralanması açısından **kurbağalar insanlardan ve ineklerden daha eski bir daldır.**
- ❖ Bu açıdan **kurbağalar daha ilkel** olarak tanımlanabilirler.
- ❖ Fakat, **erken Paleozoik amfibilerine kıyasla** kurbağalar hem "**ilkel**" hem de "**gelişmiş**" özelliklere sahiptir.

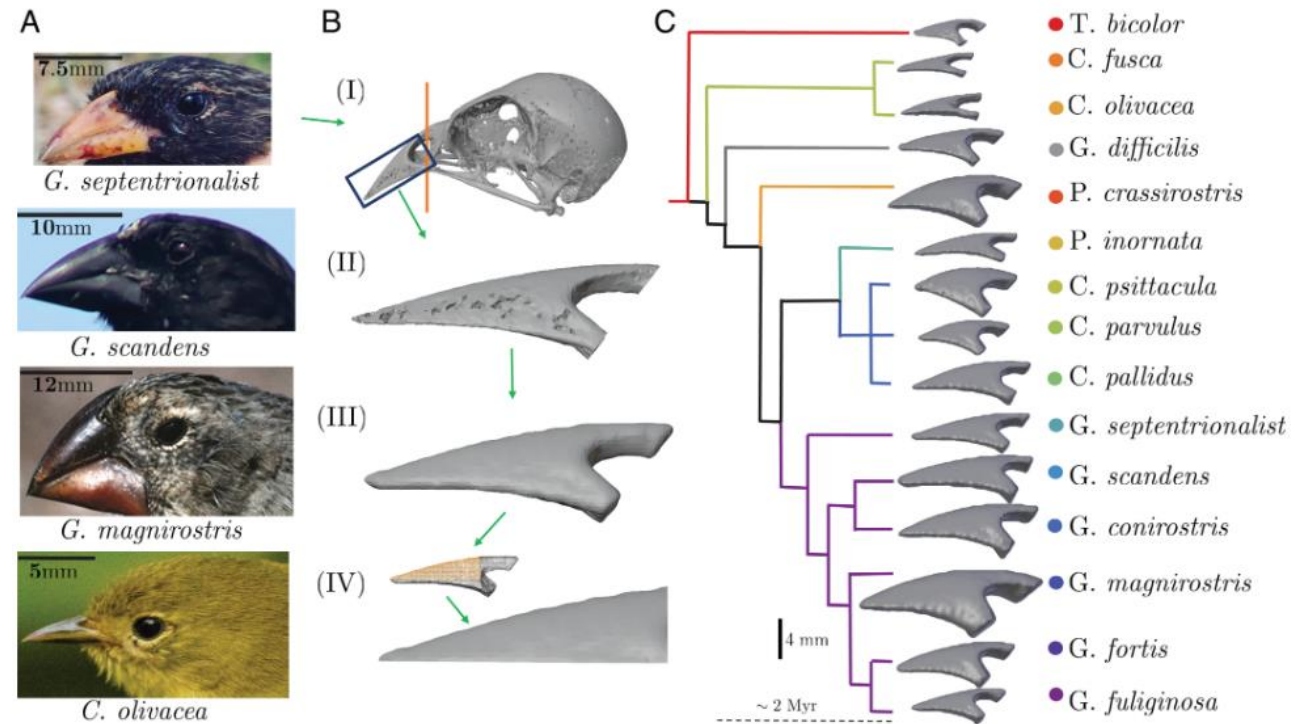
Evrim genellikle kademelidir

Değişiklikler kademeli gerçekleşir

- ❖ Darwin, evrimin **büyük sıçramalardan** (Saltations) ziyade **birbirini izleyen küçük değişiklikler** (Gradualism) şeklinde geliştiğini açıklamıştır.
- ❖ Evrimin **her zaman kademeli** olup olmadığı bilinmemektedir; fakat bu konu **çokça tartışılmaktadır**.
- ❖ Yaşayan canlılar arasında kademelilik yaygındır ve kademeli evrim için destek sağlamaktadır.
- ❖ Yaşayan canlılar arasında **kademelilik yaygındır** ve kademeli **evrim için destek** sağlamaktadır.

Örn; gaga uzunluğu ve şekli!

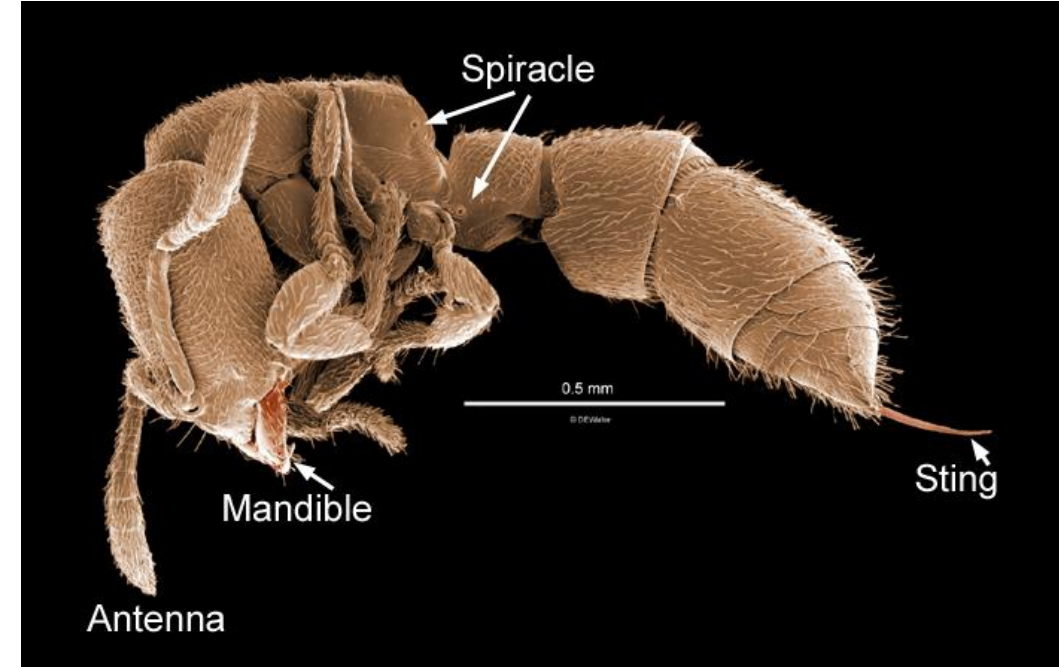
- ❖ Gaga uzunluğu ve şekli bazı **kuş türleri arasında** oldukça **farklıdır**.
- ❖ Fakat birbirinden son derece **farklı olan biçimler**, **ara gaga formlarını** taşıyan türler **ile bağlanmaktadır**.



Biçimdeki değişiklik genellikle
fonksiyondaki değişiklikle
paraleldir

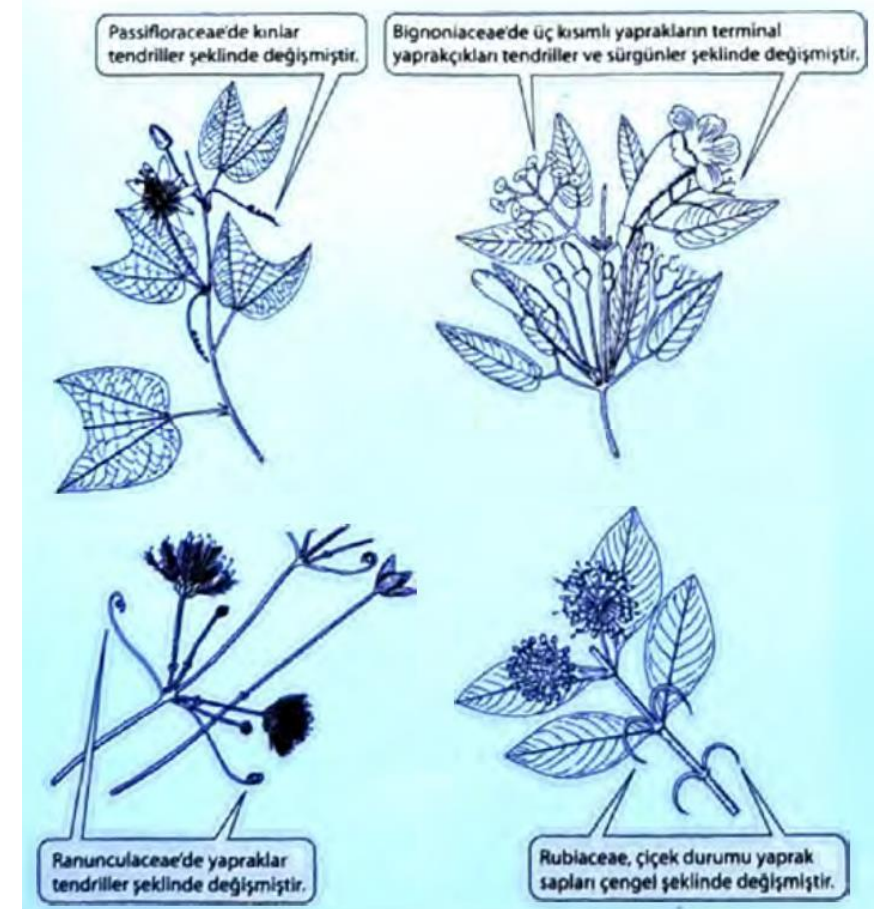
İşlev değiştikçe biçim de evrimleşir

- ❖ **Yaban arısı** ya da **arı** gibi zarkanatlıların **iğnesi**, bu iğne konak bitkilerine ya da artropodlara yumurtalarını yerleştirmek için kullandıkları **yumurta borusunun bir modifiğasyonudur**.
- ❖ Bu nedenle **sadece dişi böcekler ya da arılar sokar**.



İşlev değiştikçe biçim de evrimleşir

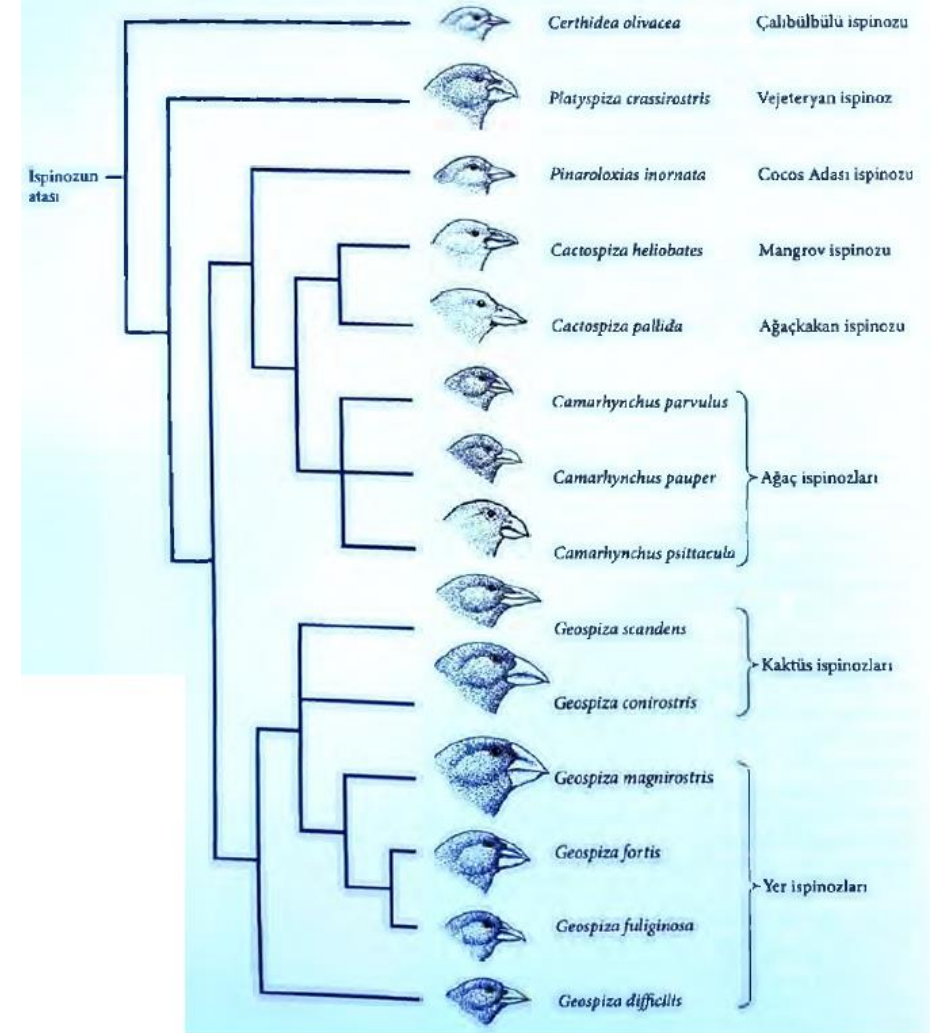
- ❖ Birbirinden bağımsız olarak, **sarmaşık** gibi tırmanma habitatu evrimleştiren çok sayıda bitki grubunda tırmanma organına **modifiye olan yapılar** arasında **kökler, yapraklar, yaprakçıklar** ve **çiçekler** bulunmaktadır.



Türlerin uyumsal yayılımı

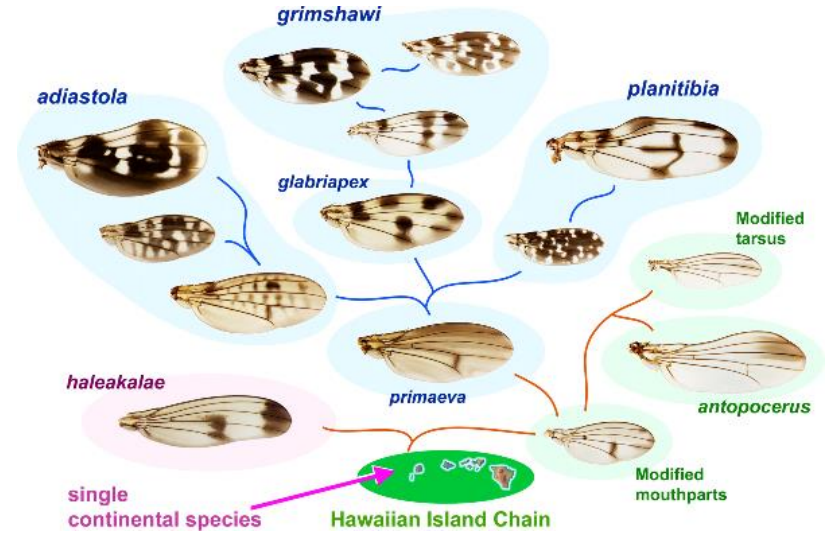
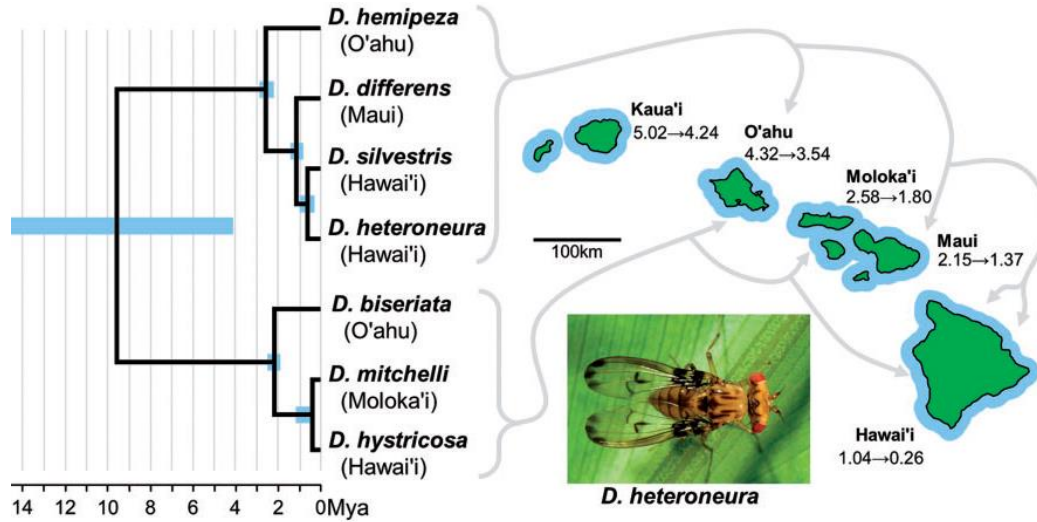
Uyumsal açılımlar: Galapagos ispinozları!

- ❖ Çeşitli **uyumsal açılımlar** yoğun bir şekilde çalışılmış ve **evrim ile ilgili çok sayıda yayında kullanılmıştır**.
- ❖ En meşhur örnek Darwin'in Galapagos takım adalarındaki **ispinoz kuşlarının uyumsal açılımıdır**.
- ❖ Bu ispinozların hepsi **Güney Amerika'dan takım adalara göç etmiş tek bir atadan türemiştir** ve değişik besinlere uyum sağlayan **farklı gaga biçimleri** ile birbirlerinden ayrılmaktadır.



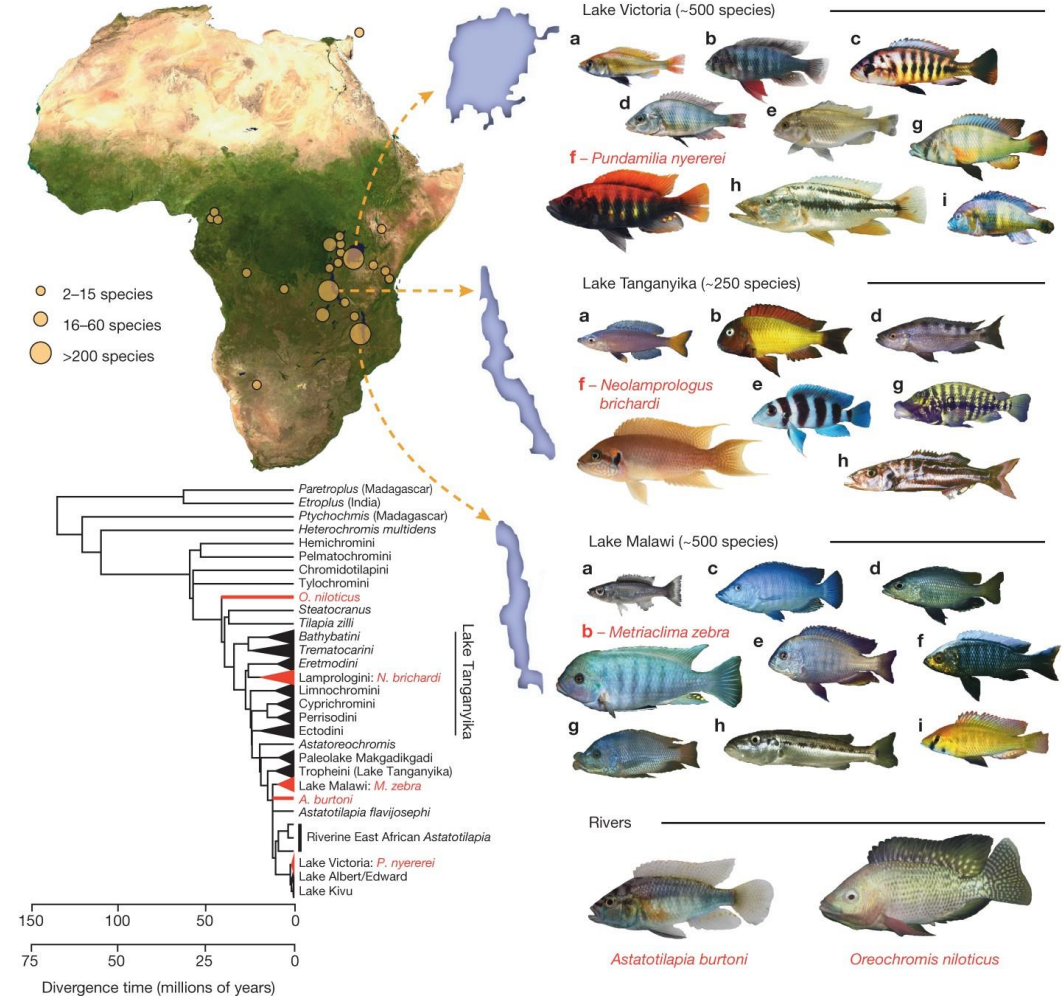
Hawaii adalarındaki durum!

- ❖ Hawaii adalarında **Drosophila**'ların **800'den fazla türü** bulunmaktadır.
- ❖ Bunlar **morfolojileri** ve **cinsel davranışları** yönünden dünyadaki tüm *Drosophila*'lardan çok **farklı** olabilir.
- ❖ Türlerin çoğu farklı **çiftleşme davranışları ile ilgili** ilginç **kanat, ağız, bacak** ve **anten** modifikasyonlarına sahiptir.



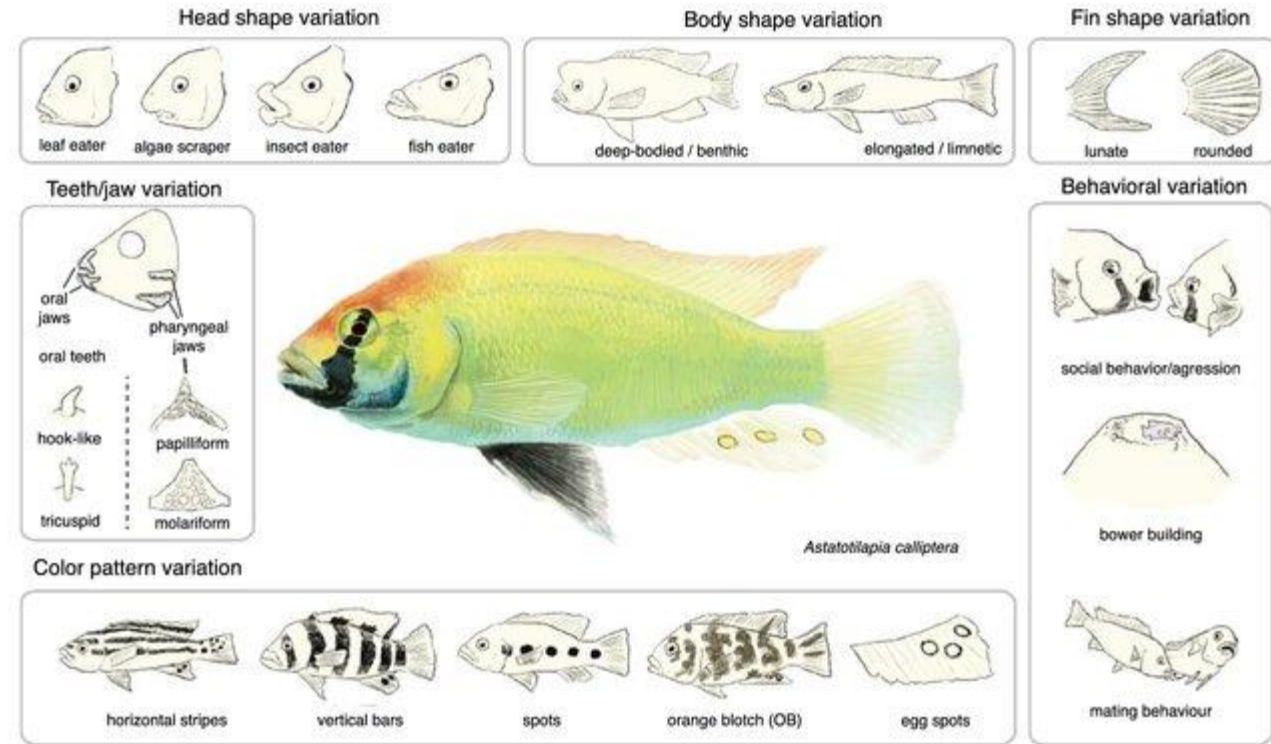
Doğu Afrika'daki Büyük Göl (Great Lakes)'de durum! Çiklit balıklarının uyumsal yayılımı

- ❖ **Victoria Gölü 200'den fazla tür, Tanganyika Gölü en az 140 ve Malawi Gölü 500'den fazla**, belki de 1000 kadar tür içermektedir.
- ❖ Her bir göldeki türler **renkleri, vücut formları, çene ve dış formları** açısından büyük **değişiklikler** göstermektedir ve dolayısıyla bunlar **beslenme alışkanlığı** bakımından da **farklaşmışlardır**.



Doğu Afrika'daki Büyük Göl (Great Lakes)'de durum! Çiklit balıklarının uyumsal yayılımı

- ❖ Özellikle **böceklerle, yosunlarla, fitoplanktonlarla, zooplanktonlarla, yumuşakçalarla, küçük ve iri balıklarla, hayvan ve bitki atıkları** ile beslenenler bulunmaktadır.
- ❖ Bazı türler **diğer balıkların pulları** ile beslenirler ve hatta bir tanesi **diğer balıkların gözlerini oarak** korkunç bir beslenme alışkanlığı göstermektedir.
- ❖ Her bir göldeki türler **birer monofiletik gruptur** ve çok hızlı bir şekilde ayrılmışlardır.



Sabrınız için teŝekkür ederim...

Prof. Dr. Bektaş TEPE

(Kaynak: Evrim - Douglas J. Futuyama)