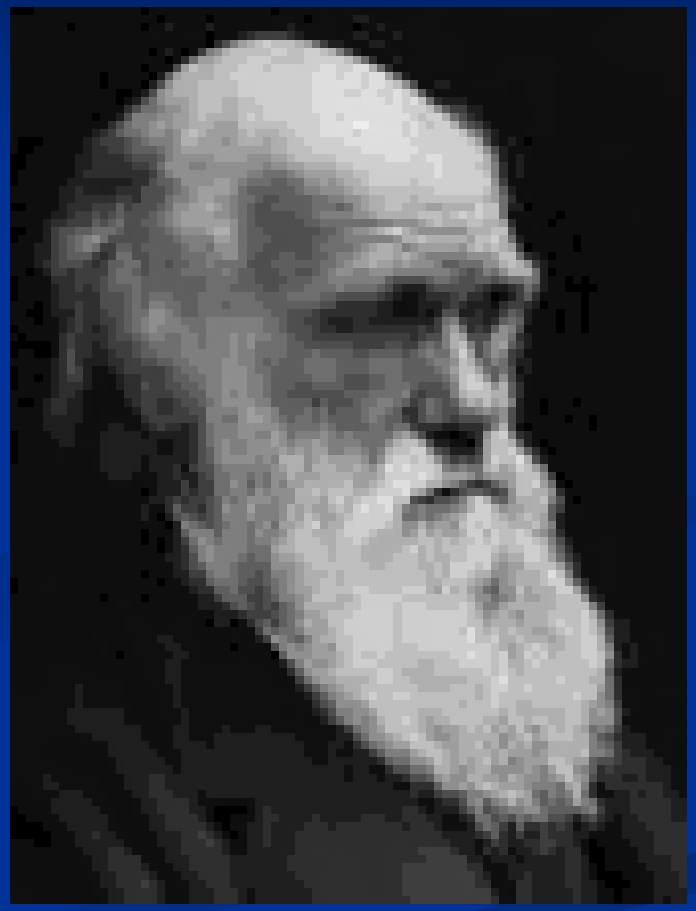
Lisans ve Lisansüstü Öğretimde Evrim Eğitimi Nasıl Olmalıdır?

Prof. Dr. Hasan H. Başıbüyük
Cumhuriyet Üniversitesi
Fen-Edebiyat Fakültesi
Biyoloji Bölümü
58140-Sivas

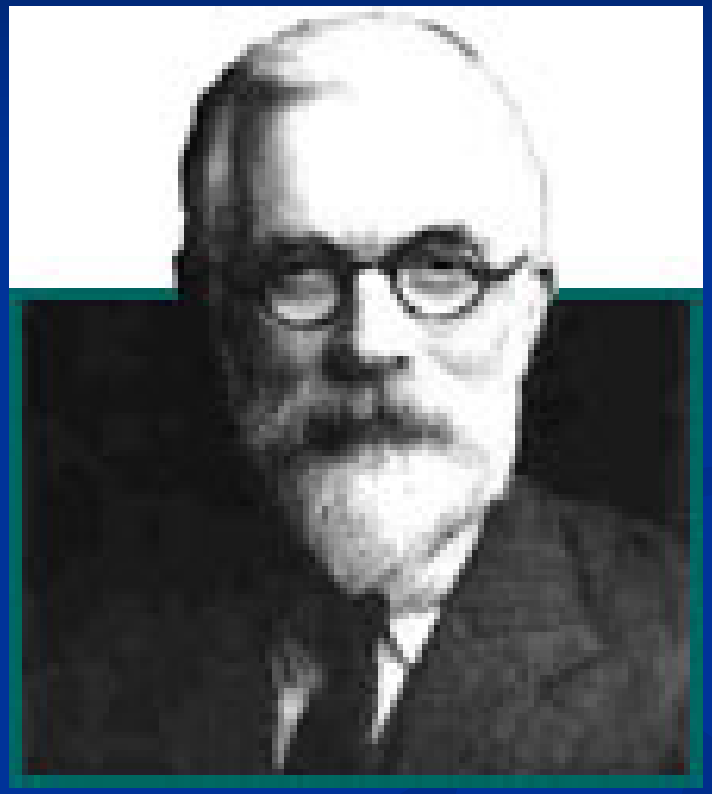
Evrim Teorisinin Ortaya Çıkışı

Darwin (1859) canlılığa ilişkin ortak ata ve değişim saptamaları yanında ‘doğal seçilim yoluyla evrim’ düşüncesinin formüle etmiştir



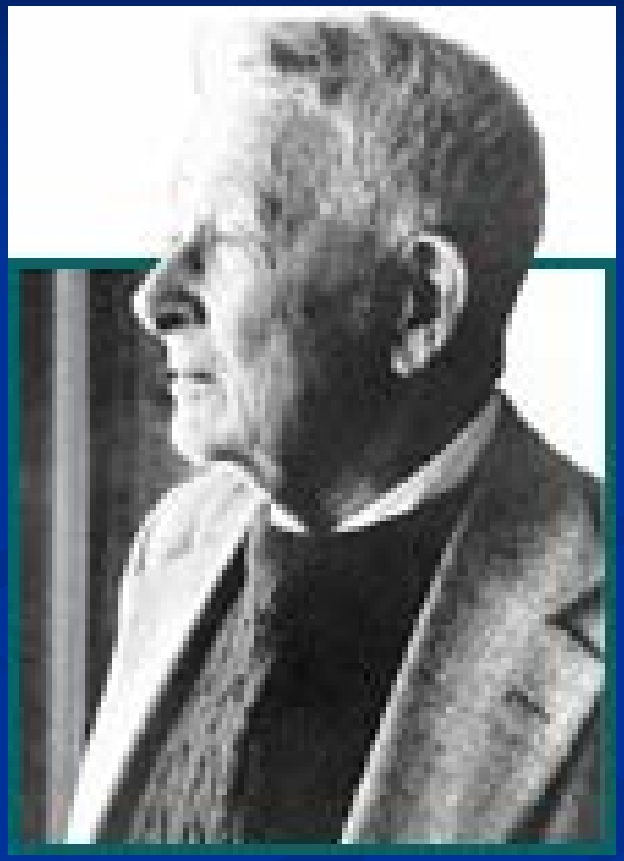
Evrim Teorisinin Gelişimi

Fisher (1918, 1922, 1930) doğal seçilimle evrimin Mendel kalıtımı ile uyumlu olduğunu gösterdi



Haldane (1932) populasyon genetiği çalışmalarından hareketle *Evrimin Nedenleri* üzerine bir kitap yayınladı

Wright (1931) populasyon genetiği çalışmalarını *Mendel Populasyonlarının Evrimi* başlıklı bir kitap altında topladı

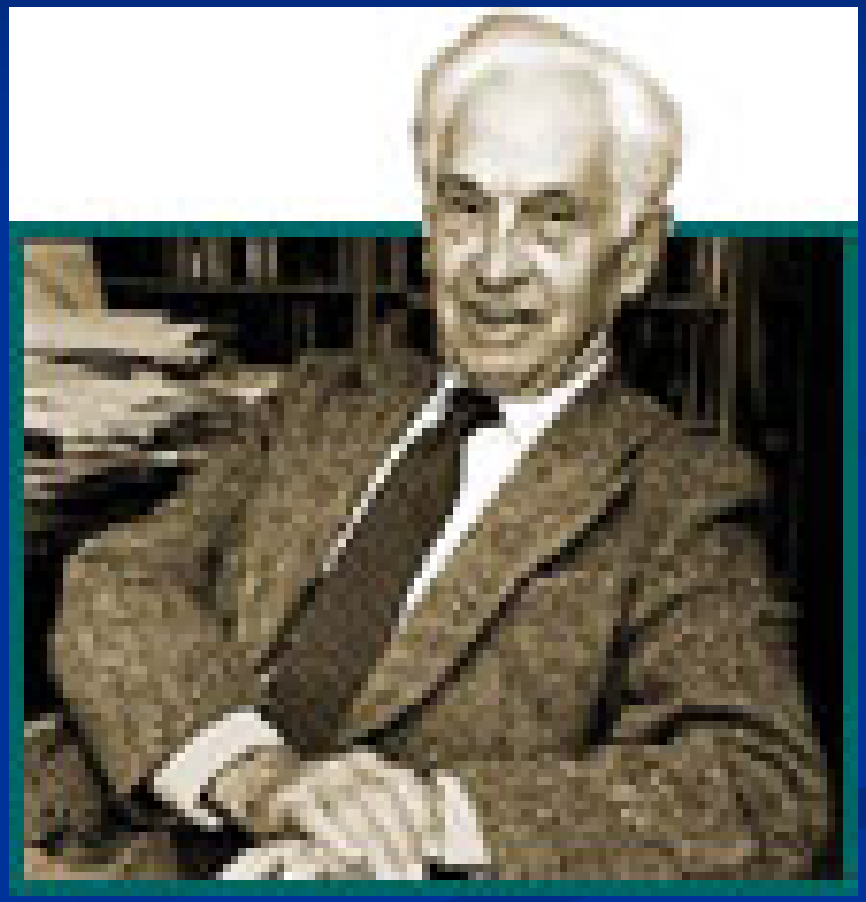


Dobzhansky (1937) populasyon genetiği üzerine yaptığı deneysel çalışmalarını *Genetik ve Türlerin Kökeni* adlı eserinde topladı

Modern Sentez

Huxley (1942). *Evrim: Modern Sentez*

Mayr (1942) *Sistematik ve Türlerin Kökeni* adlı kitabı bir çok polemiğe bir cevap niteliğindedir

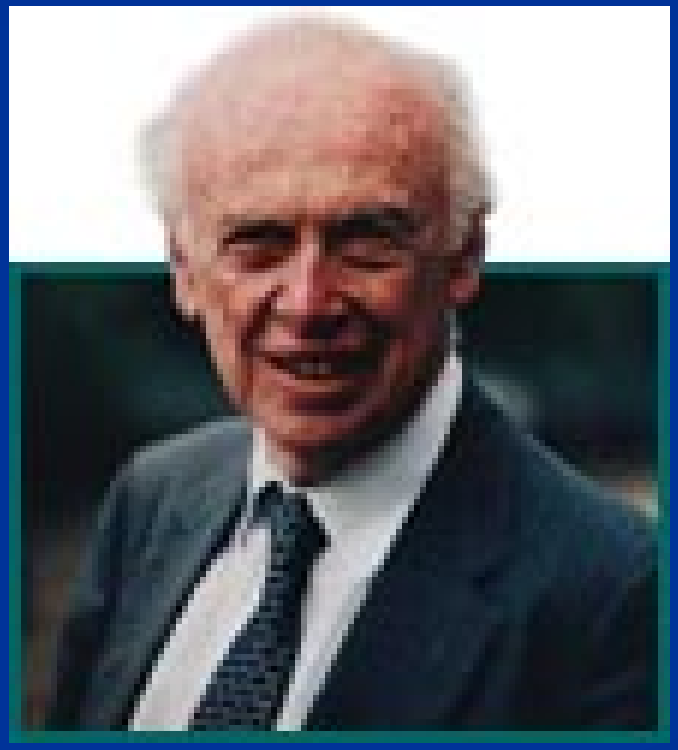


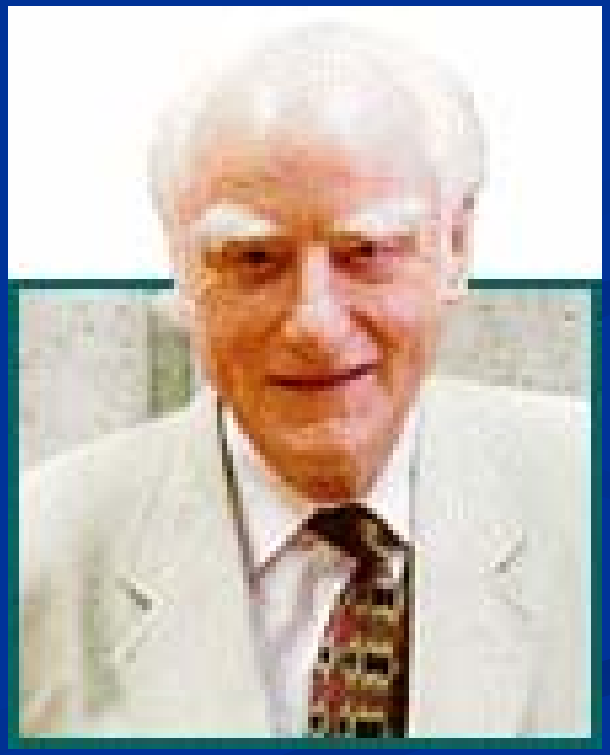
Modern Sentez

"The major tenets of the evolutionary synthesis, then, were that populations contain genetic variation that arises by random (ie. not adaptively directed) mutation and recombination; that populations evolve by changes in gene frequency brought about by random genetic drift, gene flow, and especially natural selection; that most adaptive genetic variants have individually slight phenotypic effects so that phenotypic changes are gradual (although some alleles with discrete effects may be advantageous, as in certain color polymorphisms); that diversification comes about by speciation, which normally entails the gradual evolution of reproductive isolation among populations; and that these processes, continued for sufficiently long, give rise to changes of such great magnitude as to warrant the designation of higher taxonomic levels (genera, families, and so forth)."

[Futuyma, D.J. 1986. Evolutionary Biology (2nd ed.). Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts]

Watson ve Crick (1953) DNA molekülünün yapısını ortaya koydular





Modern Sentez Sorası

- Kimura (1968) Nötral Evrim
- Evrimsel olguların sınanmasında kullanılan ampirik verilerde artış
- Moleküler Biyoloji alanında gelişmeler
- Bilgisayar teknolojisinde gelişmeler
- Veri analiz metotlarında gelişmeler

Modern Sentez Dönemi Sonrası Evrim Eğitiminin Kapsamı

- Canlılarda değişim
- Canlıların yapısal, gelişimsel ve genetik yapıları
- Yaşamın kökeni
- Jeolojik zamanlar ve fosil kayıtlar
- Adaptasyon
- Doğal seçilim
- Türleşme

[Moody, P.A. 1953. *Introduction to Evolution (3rd ed.)*. Harper & Row Publishers, New York]

1990'lara Kadar Evrim Eğitiminin Kapsamı

Evrim teorisinin tarihçesi; Evrim üzerine tartışmalar ve kanıtlar; Inorganik evrim: Evrenin evrimi, Dünyanın evrimi; Organik evrim: Moleküller ve yaşamın kökeni; İlkin hücrenin evrimi; Endosimbiyotik hipotez ve ekaryotların evrimi; Protozoa'dan Metazoa'ya evrim; Omurgalıların evrimi; Sudan karaya geçiş; Çiftyaşamlı; Sürüngen ve Kuşların Evrimi; Memelilerin Evrimi; İnsanın Evrimi; Evrimin mekanizmaları ve adaptasyon (mutasyon, doğal seçilim, genetik sürüklenme); Sınıflandırma ve Evrim; Filogeni ve Evrim; Türleşme ve yüksek taksonların evrimi (Örneğin, Ross, 1962; Strickberger, 1990; Skelton, 1993).

Evrim Eğitiminin Kapsamı Üzerine Yeni Eğilim

- **Evrim teorisinin varsayımları**
- **Bu varsayımların bağımsız veri setleri ile sınanması**
- **Mikroevrim**
- **Varyasyon ve varyasyonun kaynağı**
- **Varyasyonu işleyen evrimsel mekanizmalar (Mutasyon, Doğal Seçilim, Genetik Sürüklenme, Göç)**
- **Tür ve türleşme**
- **Makroevrim**
- **Filogeni**

(Stearns & Hoekstra, 2000; Freeman & Herron, 2003; Ridley, 2003; Moya & Font, 2004; Futuyama, 2005).

Ülkemizde Durum

- Biyoloji lisans programlarında evrim dersi
- Moleküler Biyoloji ve Genetik programlarında evrim dersi
- Lisansüstü programlarda evrim dersleri
- Evrim derslerinin içeriği

Tablo 1. Biyoloji Bölümleri Lisans Programlarında Evrim Dersi

ÜNİVERSİTE	*Varsa Dersin Adı*	*Haftalık Ders S/K*	*Yılı ve Yarıyılı*	*Statüsü: Z/S*
1. Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu	Evrim	303	IV ; VIII	Z
2. Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın	Evrim	303	IV ; VIII	Z
3. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyonkarahisar	Evolüsyon	202	IV; VII	Z
4. Akdeniz Üniversitesi, Antalya	Evrim	303	IV ; VIII	Z
5. Anadolu Üniversitesi, Eskişehir	Evrim	202	IV ; VIII	Z
6. Ankara Üniversitesi, Ankara	Evrim	202	III; VI	Z
7. Atatürk Üniversitesi, Erzurum	Evolüsyon	202	IV ; VII	Z
8. Balıkesir Üniversitesi , Balıkesir	Evrim	303	IV ; VII	Z
9. Bozok Üniversitesi, Yozgat	Evolüsyon	202	IV; VII	S
10. Celal Bayar Üniversitesi, Manisa	Evrim	202	IV ; VIII	Z
11. Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas	Evrim	303	IV ; VII	Z
12. Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, Çanakkale	Biyoloji Tarihi ve Evrim	202	III; VI	Z
	Moleküler Evrim	202	IV; VII	S
	Bitki Filogenisi	223	IV; VIII	S
13. Çukurova Üniversitesi, Adana	Evrim	202	IV ; VII	Z
14. Dicle Üniversitesi, Diyarbakır	Evrim	202	IV ; VIII	Z
15. Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya	Evrim	303	IV ; VIII	Z
16. Ege Üniversitesi, İzmir	Evrim	202	IV ; VII	Z
17. Erciyes Üniversitesi, Kayseri	Evolüsyon	202	IV ; VII	Z
18. Fırat Üniversitesi, Elazığ	Evrim	202	IV ; VII	Z
19. Gazi Üniversitesi, Ankara	Evrim	202	IV ; VII	S
20. Gaziantep Üniversitesi , Gaziantep	Evolüsyon	202	IV ; VII	S
21. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat	Evolüsyon	303	IV ; VIII	S
22. Hacettepe Üniversitesi, Ankara	Evrim	303	IV ; VII	Z
23. Harran Üniversitesi, Urfa	Evolüsyon	202	IV ; VII	Z
24. Hitit Üniversitesi, Çorum	Yok			
25. İnönü Üniversitesi, Malatya	Evrim	303	IV ; VIII	Z
26. İstanbul Üniversitesi, İstanbul	Evolüsyon	202	IV ; VIII	Z
27. İzmir İleri teknoloji Enstitüsü , İzmir	Moleküler Evrim	303	III; V	S
28. K.Maraş Sütçü İmam Üniversitesi, K.Maraş	Evrim	202	IV ; VII	Z
29. Kafkas Üniversitesi, Kars	Evrim	303	IV ; VII	Z
30. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon	Yok			
31. Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale	Evrim	202	III; V	Z
	Moleküler Evrim	202	IV;	S
32. Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli	Evrim	303	IV; VIII	Z
33. Mersin Üniversitesi, Mersin	Evrim	303	IV; VIII	Z
34. Marmara Üniversitesi, İstanbul	Evolüsyon	303	IV; VIII	Z
35. Muğla Üniversitesi, Muğla	Evolüsyon	202	IV; VII	S
	Paleobotanik	303	IV; VII	S
36. Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay	Evrim	303	IV; VIII	Z
	Moleküler Evrim	202	IV; VIII	S
37. Niğde Üniversitesi, Niğde	Evolüsyon	303	IV; VII	Z
38. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun	Evolüsyon	202	IV; VII	Z
39. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara	Evolution	303	IV; VIII	Z
40. Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir	Evrim	303	IV; VII	Z
41. Pamukkale Üniversitesi, Denizli	Evrim	303	IV; VII	Z
42. Sakarya Üniversitesi, Sakarya	Yok			
43. Selçuk Üniversitesi, Konya	Evolüsyon	202	IV; VII	Z
44. Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta	Evrim	202	IV; VII	Z
45. Trakya Üniversitesi, Edirne	Evolüsyon	303	IV; VIII	Z
46. Uludag Üniversitesi, Bursa	Evrim	303	IV; VIII	Z
47. Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul	Yok			
48. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van	Yok			
49. Z. Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak	Evrim	202	IV; VIII	Z

Tablo 2. Biyoloji Lisans Programlarında Evrim Dersinin Durumu

Program sayısına göre dağılım				
Yok	Üç saat	İki saat	Zorunlu	Seçmeli
5	21	23	38	6

Tablo 3. Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümleri Lisans Programlarında Evrim Dersi

ÜNİVERSİTE	*Varsa Dersin Adı*	*Haftalık Ders S/K*	*Yılı ve Yarıyılı*	*Statüsü Z/S*
1. Bilkent Üniversitesi, Ankara	Yok			
2. Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul	Yok			
3. Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas	Evrim	303	IV; VIII	Z
4. Haliç Üniversitesi, İstanbul	Moleküler Evrim	303	IV; VII	Z
5. İstanbul Üniversitesi, İstanbul	Moleküler Evrim	224	IV; VII	Z
6. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul	Sistematik Biyoloji??	202	II; IV	Z
7. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara	Evolution	303	IV; VIII	Z
8. Sabancı Üniversitesi, İstanbul	Yok			

Tablo 4. Biyoloji Bölümleri Lisans Üstü Programlarda Evrim Öğretimi

ÜNİVERSİTE	Varsa Dersin Adı
1. Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu	Çiçekli Bitkilerde Evrimsel Süreçler Evrimin Genetik Prensipleri Evrimsel Ekoloji Kadistik
2. Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın	Filogenetik Sistematik Populasyon Genetiği
3. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyonkarahisar	Yok
4. Akdeniz Üniversitesi, Antalya	Filogeni Tür ve Türleşme Hayvanlar Aleminin Evrimi Bitkilerde Evrim ve DNA Dizilerinin Filogenetik analizi
5. Anadolu Üniversitesi, Eskişehir	Filogenetik Sistematik Moleküler Evolüsyonun Temelleri Moleküler Taksonomi
6. Ankara Üniversitesi, Ankara	Omurgalıların Evrimi
7. Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas	Evrimsel Biyoloji: Türleşme ve Filogeni Filogenetik Sistematik Türleşme Modelleri Sistematik Biyoloji Ekolleri Evrim ve Türlerin Farklılaşması
8. Gazi Üniversitesi, Ankara	Böceklerde Filogenetik İlişkiler
9. Hacettepe Üniversitesi, Ankara	İleri Evrim Populasyon Genetiği Bitkilerin Evrimi Ökaryotik Hücre Organellerinin Orijini ve Evrimi Biyokimyasal Evrim Evrimsel Ekoloji Moleküler Sistematik I, II
10. İstanbul Üniversitesi, İstanbul	Denizsel Adaptasyon
11. Marmara Üniversitesi, İstanbul	Biyomoleküler Evolüsyon
12. Muğla Üniversitesi, Muğla	Moleküler Evrim
13. Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay	Kapalı Tohumluların Köken
14. Niğde Üniversitesi, Niğde	Evolüsyon Ekolojisi
15. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun	Moleküler Evolüsyon Hayvanlar Aleminde Evolüsyon Çiçekli Bitkilerin Evolüsyonu
16. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara	Evolutionary Genetics and Environmental Stress Evolutionary Biology Population Genetics
17. Sakarya Üniversitesi, Sakarya	Evrim
18. Trakya Üniversitesi, Edirne	Bitki Filogenisi ve Evrimi Arthropod Evrimi ve Filogenisi Tür Oluşum Yolları
19. Uludag Üniversitesi, Bursa	Bitki Filogenezi Moleküler Evrim Sinir Sisteminin Organizasyonu ve Evrimi
20. Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul	Moleküler Evrim

Tablo 5. Biyoloji Bölümleri Lisans Üstü Programlarda Evrim Öğretimi Olmayan veya Bilgi Edinilemeyen Üniversiteler

ÜNİVERSİTE	Varsa Dersin Adı
1. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyonkarahisar	Ders yok
2. Atatürk Üniversitesi, Erzurum	Bilgi yok
3. Balıkesir Üniversitesi , Balıkesir	Bilgi yok
4. Bozok Üniversitesi, Yozgat	Ders yok
5. Celal Bayar Üniversitesi, Manisa	Bilgi yok
6. Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, Çanakkale	Ders yok
7. Çukurova Üniversitesi, Adana	Ders yok
8. Dicle Üniversitesi, Diyarbakır	Ders yok
9. Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya	Ders yok
10. Ege Üniversitesi, İzmir	Ders yok
11. Erciyes Üniversitesi, Kayseri	Bilgi yok
12. Fırat Üniversitesi, Elazığ	Ders yok
13. Gaziantep University , Gaziantep	Bilgi yok
14. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat	Ders yok
15. Harran Üniversitesi, Urfa	Ders yok
16. İnönü Üniversitesi, Malatya	Ders yok
17. İzmir İleri Teknoloji Enstitüsü, İzmir	Ders yok
18. K.Maraş Sütçü İmam Üniversitesi, K.Maraş	Bilgi yok
19. Kafkas Üniversitesi, Kars	Ders yok
20. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon	Ders yok
21. Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale	Bilgi yok
22. Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli	Bilgi yok
23. Mersin Üniversitesi, Mersin	Bilgi yok
24. Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir	Bilgi yok
25. Pamukkale Üniversitesi, Denizli	Bilgi yok
26. Selçuk Üniversitesi, Konya	Bilgi yok
27. Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta	Ders yok
28. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van	Bilgi yok
29. Z. Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak	Bilgi yok

Tablo 6. Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümleri Lisansüstü Programlarında Evrim Öğretimi

ÜNİVERSİTE	*Varsa Dersin Adı*
1. Bilkent Üniversitesi, Ankara	Yok
2. Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul	Yok
3. Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas	Program yok
4. Haliç Üniversitesi, İstanbul	Yok
5. İstanbul Üniversitesi, İstanbul	Bilgi yok
6. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul	Molecular Evolution
7. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara	Evolutionary Genetics and Environmental Stress Evolutionary Biology Population Genetics
8. Sabancı Üniversitesi, İstanbul	Yok

Evrim Karşıtı İçerik

Gaziosmanpaşa [Sütçüimam, Harran, Muğla]

"BİO 320 EVOLUSYON 3 0 3 (SEÇMELİ)

Evrim Terminolojisi, Evrenin Yaratılışı, Hayatın Kökeni, Jeolojik ve Arkeolojik Yaş Tayin Metodları ve Kritiği, Jeolojik Zamanlar, Evrim ve Yaratılış Görüşlerinin Tarihi Gelişimi, Darwinizim ve Kritiği, Evrime Gösterilen Deliller ve Kritiği, Mutasyonlar ve Kritiği, Mikroevolusyon ve Yeni Türlerin Teşekkülü, İnsanın Menşei, Yaratılış Modeli ile Evrim Görüşünün Karşılaştırılması.

Verebilecek öğretim Üyeleri: (.....)

Faydalanabilecekleri Kaynaklar:

1. Demirsoy, A., 1991. Kalıtım ve Evrim, Meteksan A.Ş., Ankara.

2. Tatlı, A., 2002. Yaratılış ve Evrim, Dumlupınar Üni. Fen-Ede. Fak. Kütahya"

Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Biyoloji Bölümü Web sayfası (Mart, 2007)

Dar Kapsamlı İçerik

Bozok, Çukurova, Ege, Erciyes, Fırat, Gazi, Gaziantep, Harran, Kafkas, Kırıkkale, Marmara, Muğla ve Sütçüimam Üniversiteleri

"BL 415 Evrim (2+0+0) 2 (Zorunlu)

Evrimin tanımı; Dünyanın yaşı ve hayatın kökeni; Evrim ve adaptasyon; Evrimin delilleri; Karşılaştırmalı morfolojiden deliller; Karşılaştırmalı anatomiden deliller; Embriyolojiden deliller; Seroloji ve biyokimyadan deliller; Paleontolojiden deliller; Fizyolojiden deliller; Sitolojiden deliller; Genetikten deliller; Paleontolojik delillere dayanılarak atın ve insanın evriminin açıklanması; İnsan ırkları"

Çukurova Üniversitesi, Biyoloji Bölümü Web sayfası (Mart, 2007)

Klasik İçerik

Ankara, Balıkesir, Dicle, İstanbul, Kocatepe, Mustafa Kemal, Onsekizmart, Osmangazi.

"Evolüsyon (202), Zorunlu, IV Yıl; VIII Yarıyıl

Evrim nedir? Evrimin meydana gelmesinde rolü olan faktörler; Ortam koşullarının değişmesi; Eşeyli çoğalma; Bireysel değişiklikler (Varyasyon); Fenotipik değişiklik (Modifikasyon); Genotipik değişiklik (Mutasyon); Seleksiyon; Adaptasyon; Canlıların ayrı kalmasına yol açan olaylar (izolasyon mekanizmaları); Evrim teorileri; Evrimin kanıtları; Canlıların evrimi; Evrenin oluşumu; Yerin oluşumu; İnorganik evrim; Organik evrim;.Moleküler evrim; Hücresel evrim; Bitkilerin evrimi; Omurgasızların evrimi; Sudan karaya geçiş; Omurgalıların evrimi; Sıcak kanlılık; İnsanın evrimi; Evrim teorisine karşı görüşler

İzlenilen temel kaynaklar:

1. Zubay, G. 1996. Origins of Life on the Earth and in the Cosmos. Academic Press, San Diego.

2. Campbell, N. A., Mitchell, L.G. & Reece, J. B. 2002. Biology: Concepts and Connections, Addison Wesley Longman, Inc.

3. Stearns S.C. & Hoekstra, R.F. 2005. Evolution: An Introduction, Oxford University Press"

Bu bilgi ders sorumlusu Prof. Dr. Yavuz Çotuk tarafından sağlanmıştır

Güncel İçerik

Abant İzzet Baysal, Adnan Menderes, Akdeniz, Anadolu, Cumhuriyet, Hacettepe, İnönü, Kocaeli,Mersin, Ondokuzmayıs, ODTU, Pamukkale, Trakya ve Uludağ

EVRİM (303), ZORUNLU, IV. Yıl, VIII Yarıyıl

Moleküler Evrim: RNA dünyası ve biyomoleküllerin oluşumundan ökaryotik evrime kadar yaşanan süreç; Evrimsel kavramların tanıtılmasında güncel bir örnek: HIV ve kökeni; Evrime kanıtlar; Darwinist doğal seçilim; Varyasyon ve moleküler kaynakları: evrim için önemli olan mutasyonlar; Evrimsel mekanizma olarak doğal seçilim, mutasyon, genetik sürüklenme ve göçün değiştirici etkisinin ampirik olarak gösterilmesi; Adaptasyon kavramı ve adaptasyonun analizinde gözlemsel, deneysel ve karşılaştırmalı çalışmalar; Eşeysel seçilim; Tür kavramları ve türleşme modelleri; Evrimsel tarihin yeniden yapılandırılmasının teori ve pratiği; Kambriyen patlaması ve sonrası; İnsanın evrimi.

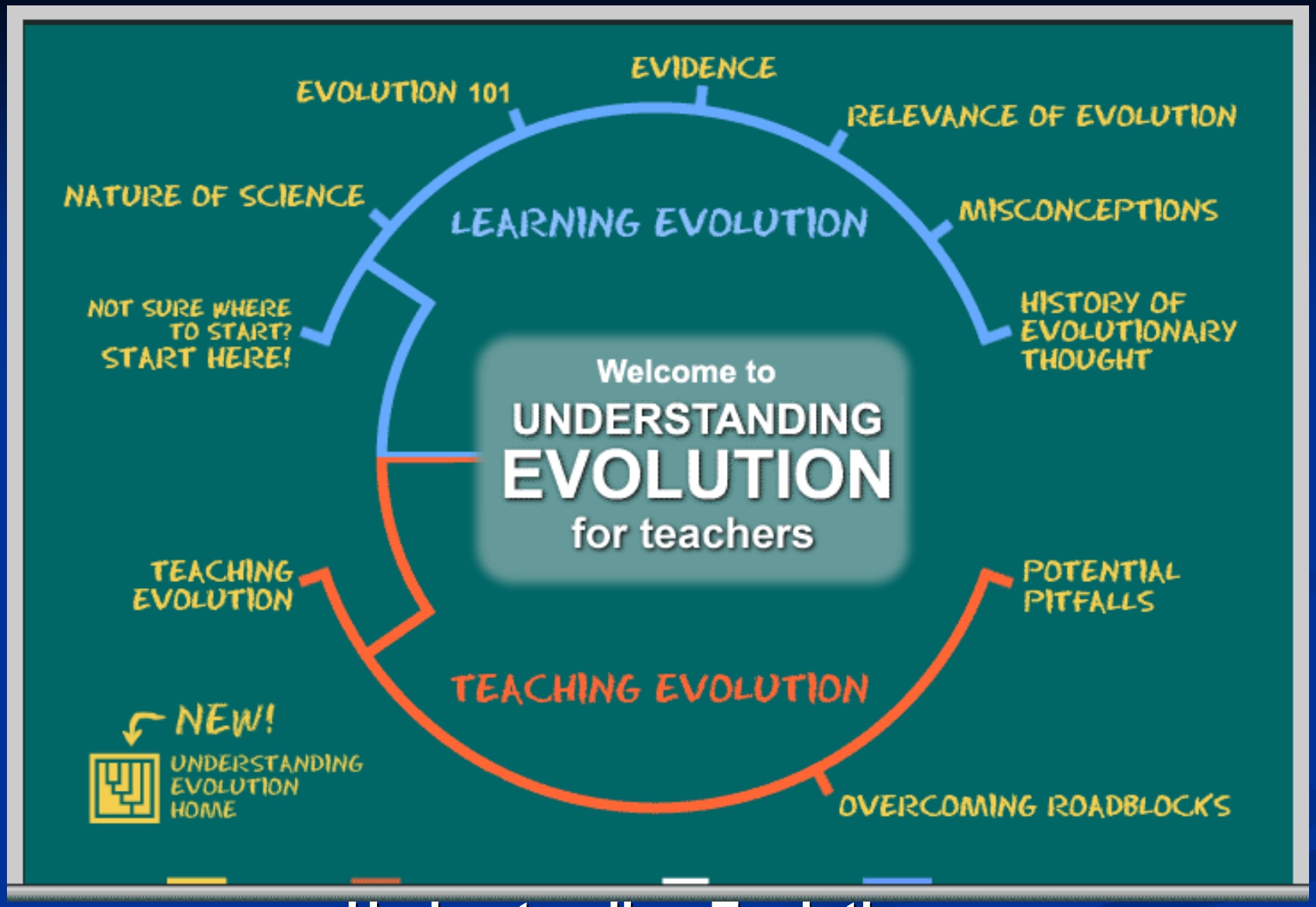
İzlenilen temel kaynaklar:

1. Çıplak vd.(Çeviri ed.). 2002. Evrimsel Analiz, Palme Yayıncılık, Ankara
2. İnternet Kaynakları.
3. Madigan, M. & Martinko J. 2005. Brock Biology of Microorganisms, Pearson Education.

Bu bilgiler ders sorumlusu Prof. Dr. Murat Özmen tarafından sağlanmıştır.

Evrim Eğitimi Nasıl Olmalıdır?

- Öğreticinin başarısı evrimi nasıl öğreteceği konusunda sistematik bir yaklaşım geliştirmiş olmalarına bağlıdır.
- Bu anlamda evrim öğretimi (i) kapsam belirleme (evrimi öğrenme), (ii) öğretme stratejilerinin geliştirilmesi şeklinde iki aşamalı bir süreçtir (Web sayfası, 2007).



Understanding Evolution

[http://evolution.berkeley.edu/evosite/evohome.html]

Güncel Evrim Öğretiminde Kapsam

- Bilim ve Bilimin Doğası
- Evrimin temel kavramları ve işleyişi
- Kanıtlar
- Evrimsel Düşüncenin Tarihi
- Yanlış İnanışlar
- Evrimin Günlük Hayattaki Yeri

BİLİM NEDİR?

- Doğada ve toplumda mevcut fenomenleri (görüngü=olgu) derinlemesine anlama süreci
- İstenç ve irademiz dışında, doğa yada toplumda zaten var olan ve insan tasarımı dışında kalan olguları araştırma süreci

Bilimsel bir teorinin iki bileşeni

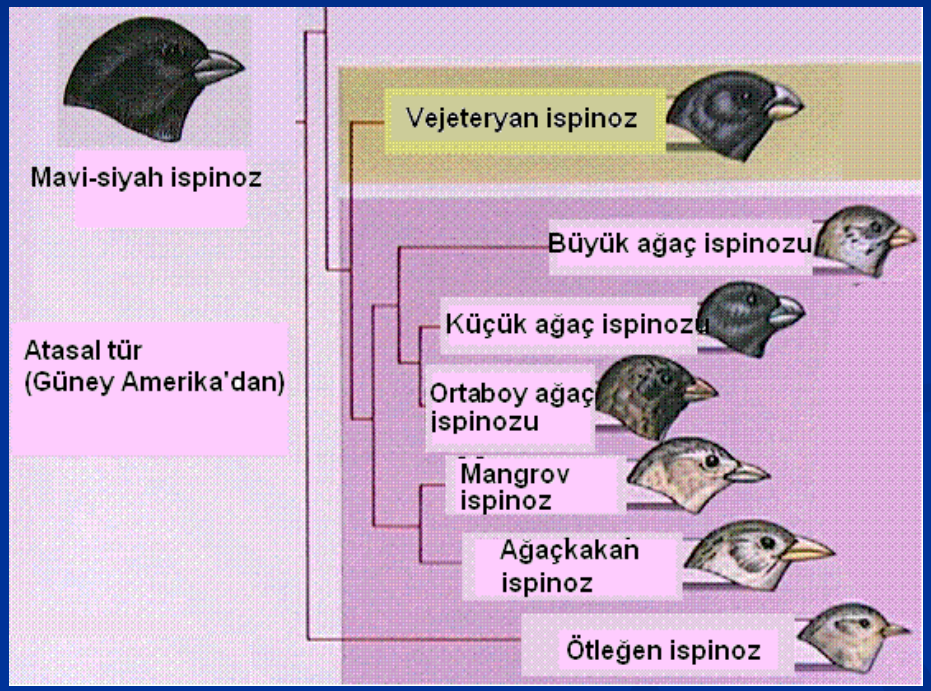
- Durum saptaması; doğada yada toplumda mevcut bir örüntü bütününün (pattern) saptanması

- Bu örüntüden sorumlu süreç veya mekanizmaların (process) ortaya konulması

Evrim Teorisinin İki Bileşeni

- Türler ortak bir atadan köken alır ve Türler değişir (örüntü)

- Değişmeden sorumlu mekanizmalar (Mutasyon, rekombinasyon, doğal seçilim, genetik sürüklenme, göç) (süreçler)

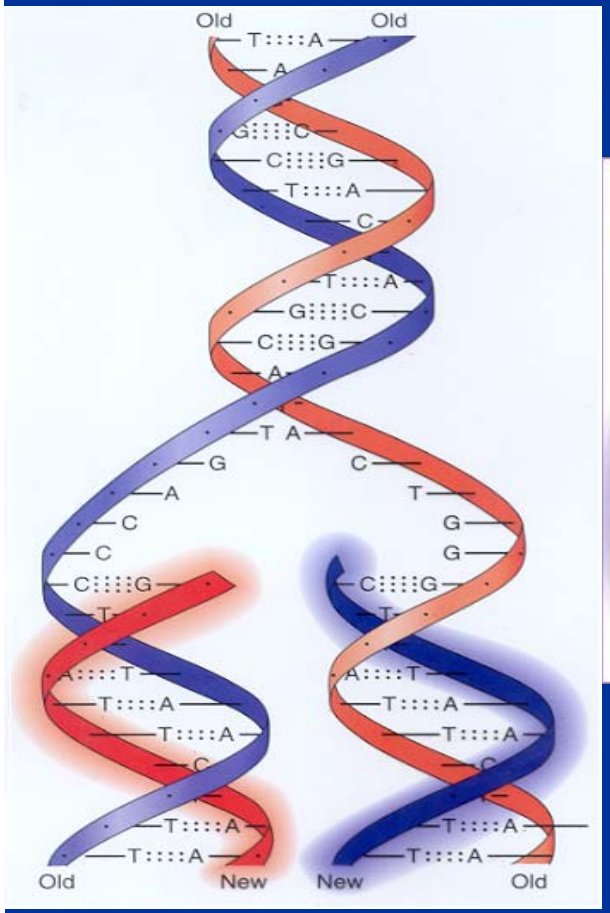


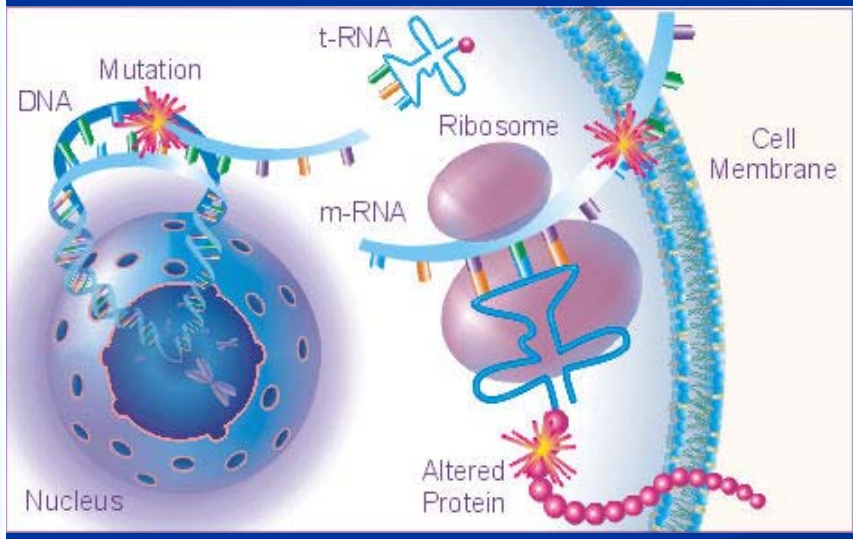
Evrimin Konuları

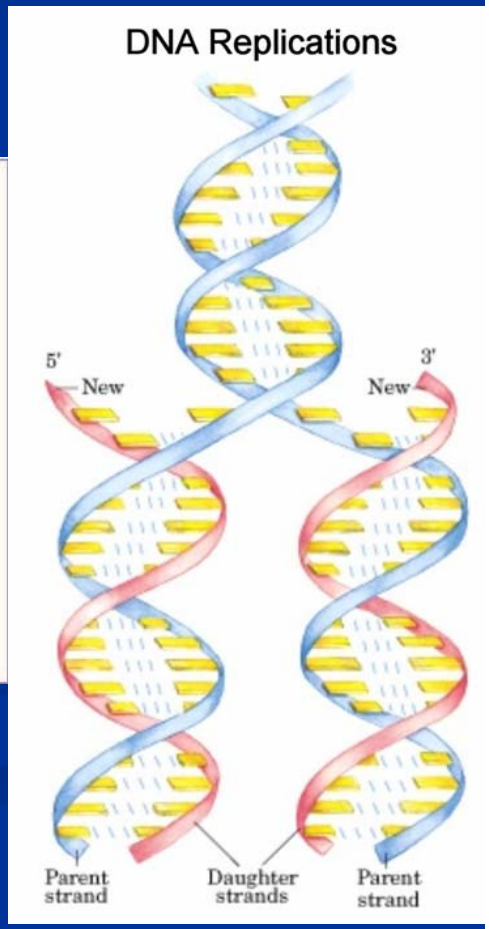
- Tanımlar ve kavramlar
- Canlılığa ilişkin örüntüler
- Mekanizmalar (süreçler)
- Mikroevrim
- Türleşme
- Makroevrim
- Güncel konular
- İnsanın evrimi

Evrimin temel motoru mutasyonlar

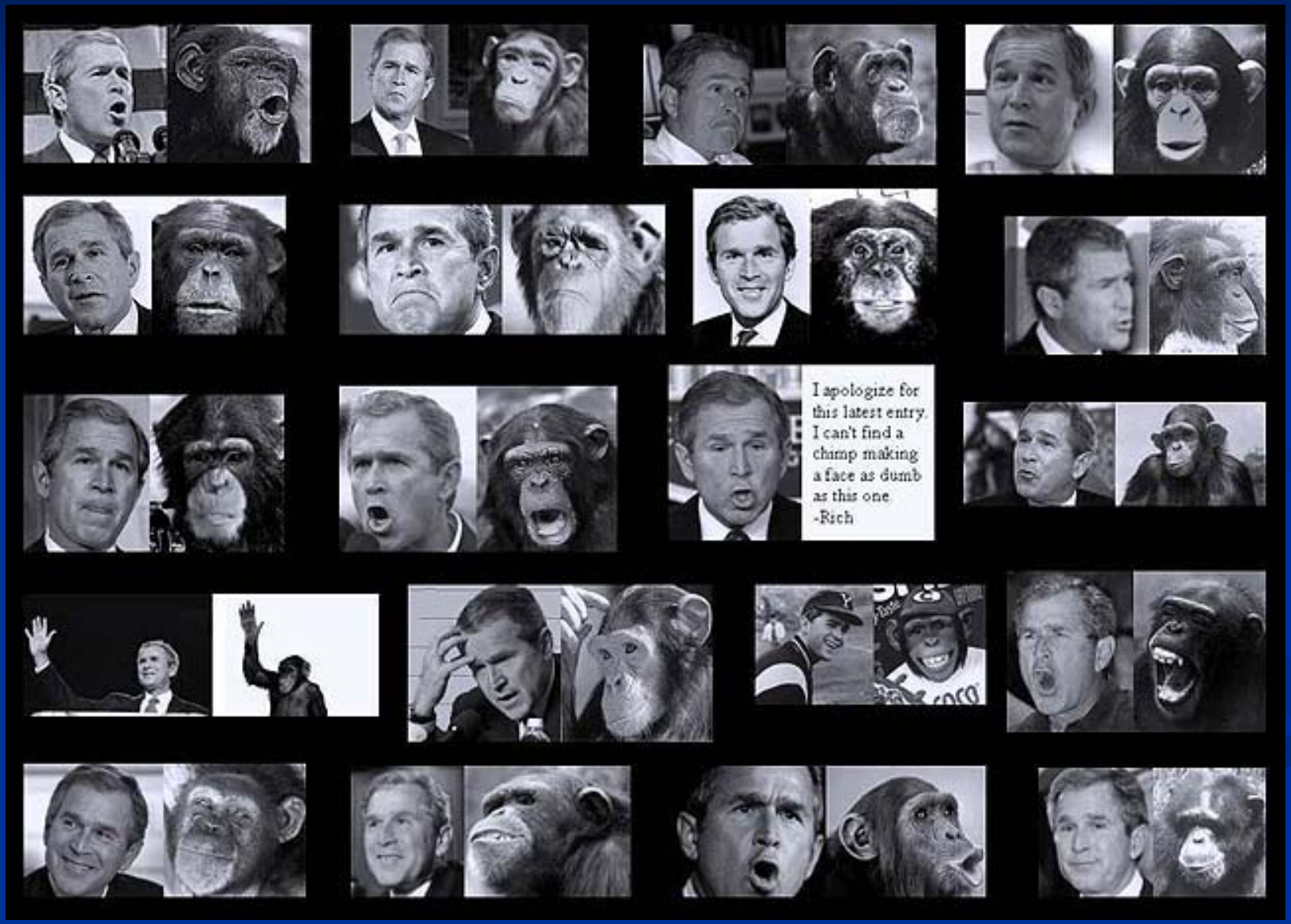
- Mutasyon çoğalmanın olduğu her durumda bir zorunluluktur







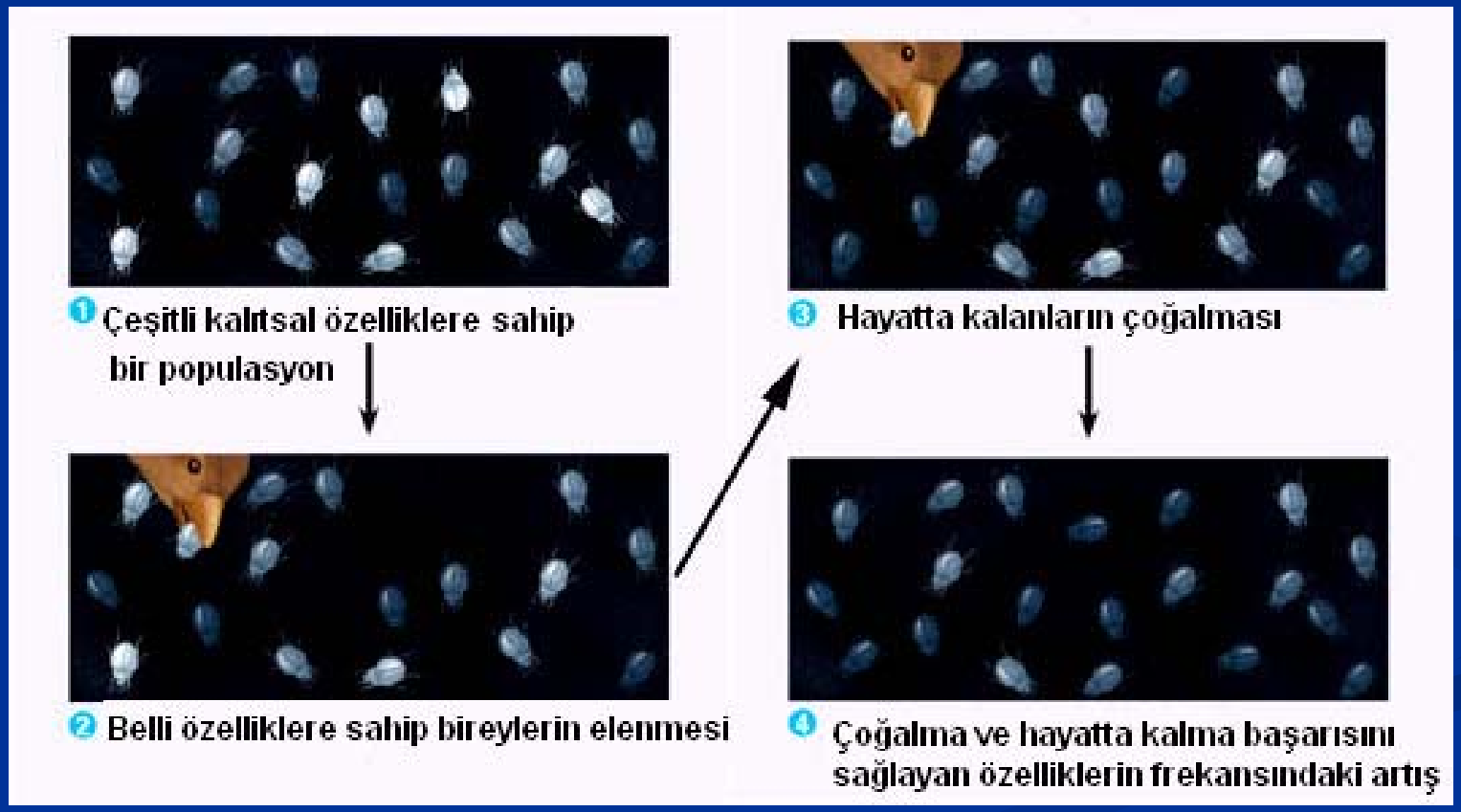
- Yararlı mutasyonlar



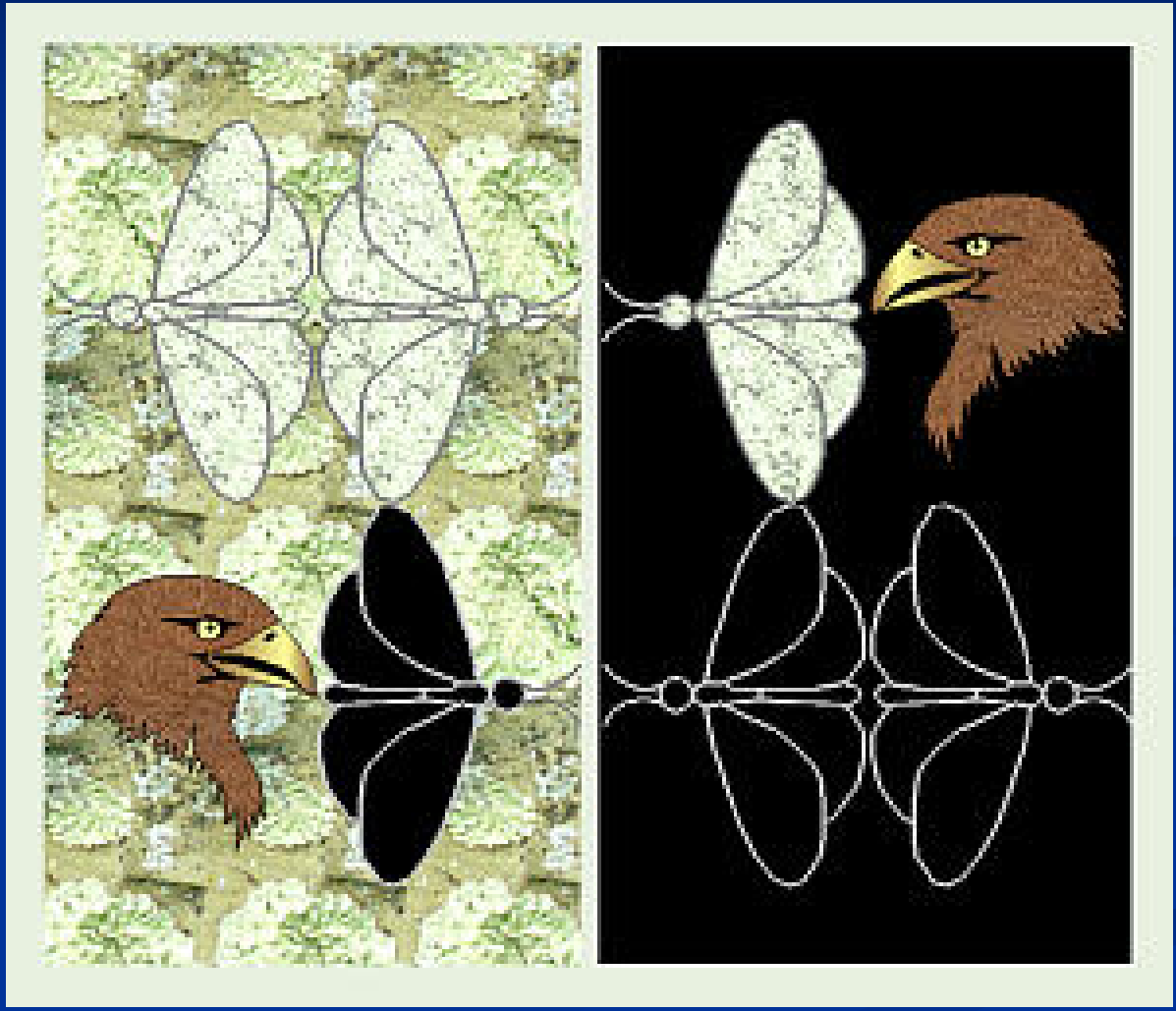
- Mutasyon çeşitlilik (varyasyon) oluşturur

MİKRO-EVRİM: Değişim

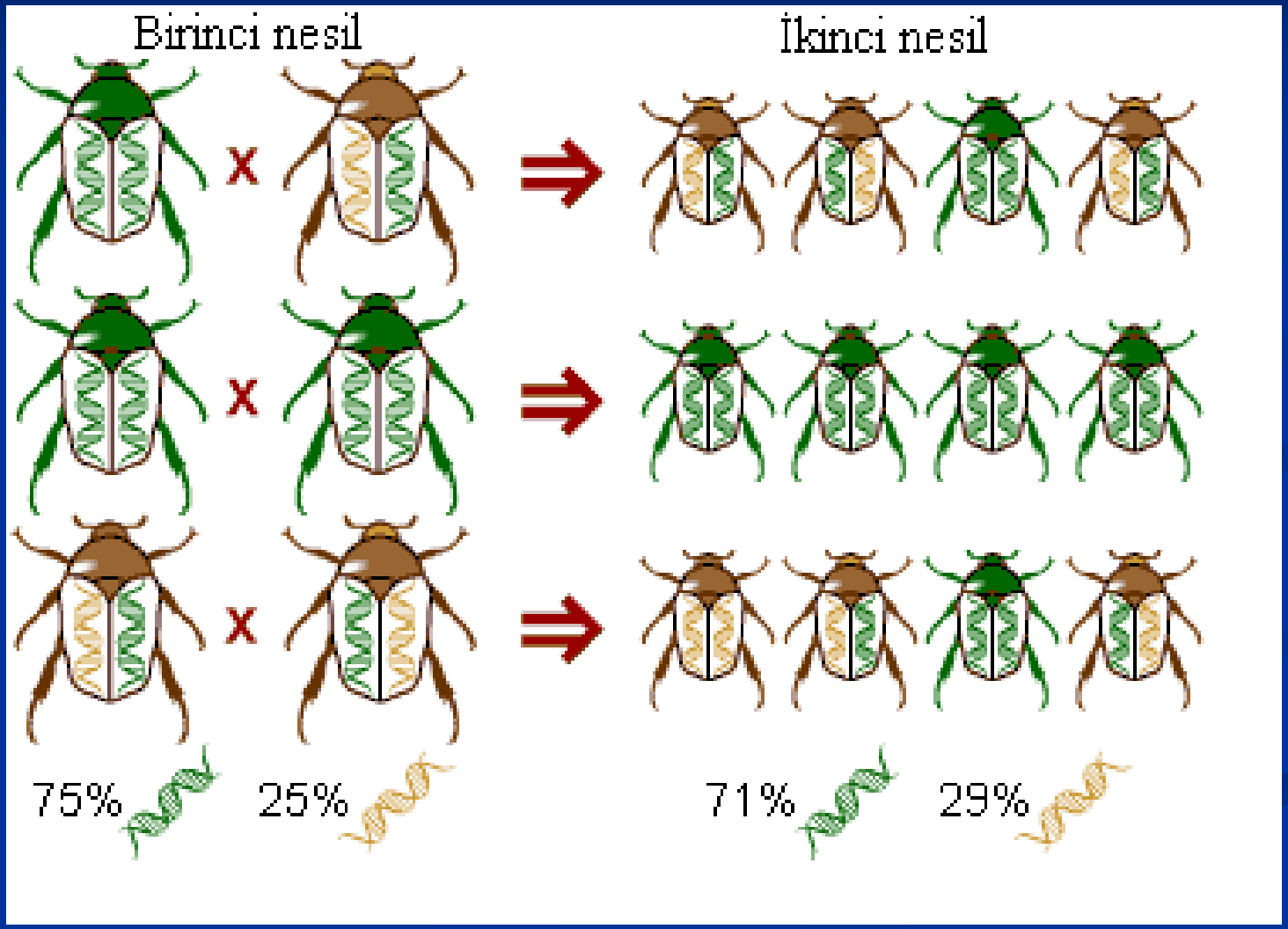
- Bir nesilden diğerine alel yada özellik frekansında değişim



- Doğal seçilim

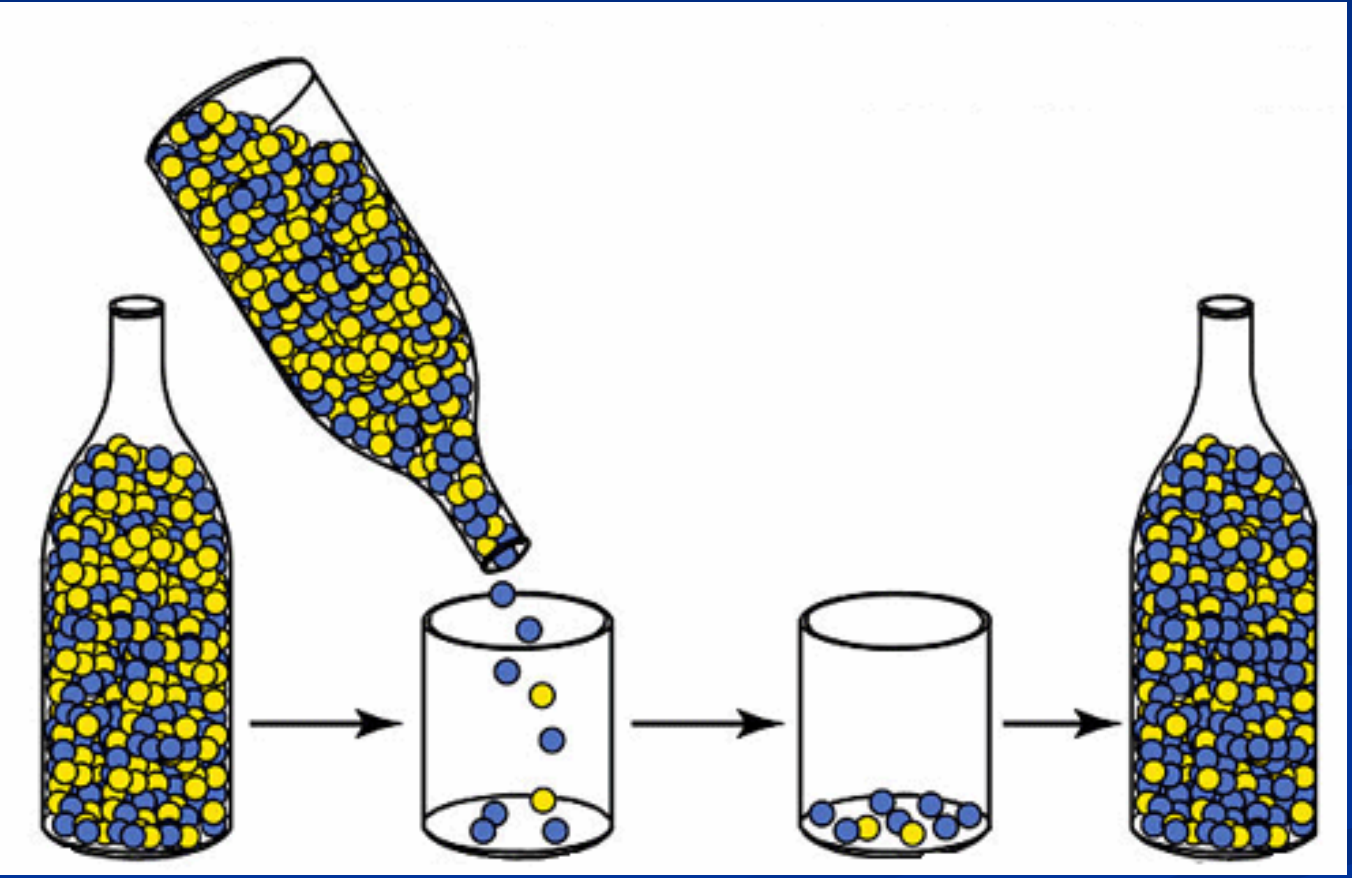


Genetik sürüklenme



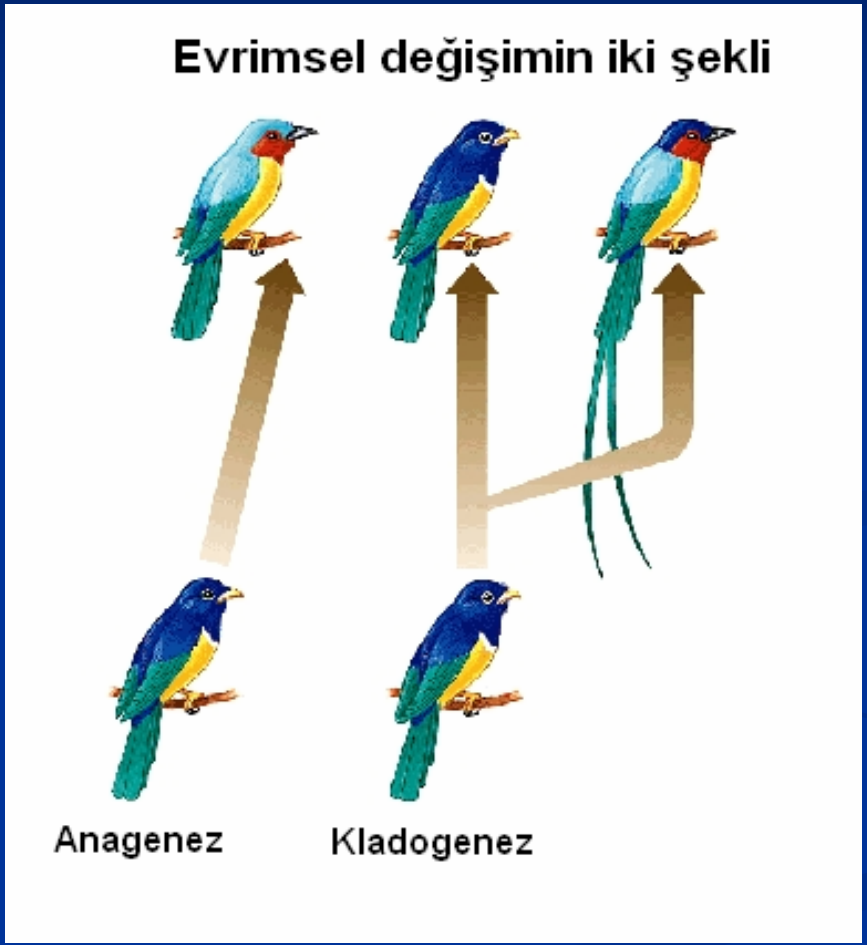
- Genetik sürüklenme

- Darboğaz ve Genetik sürüklenme

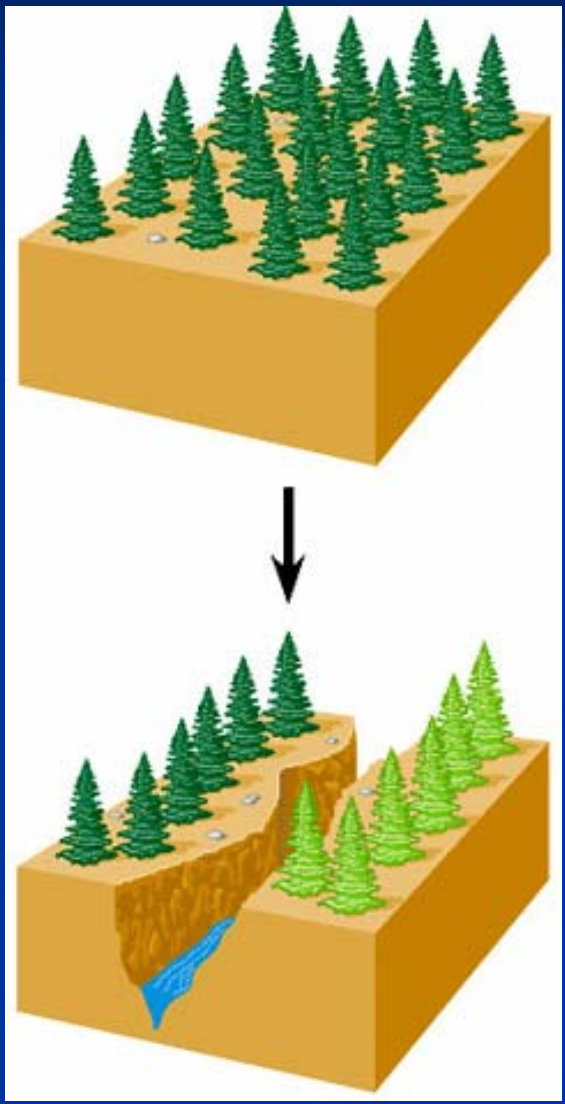


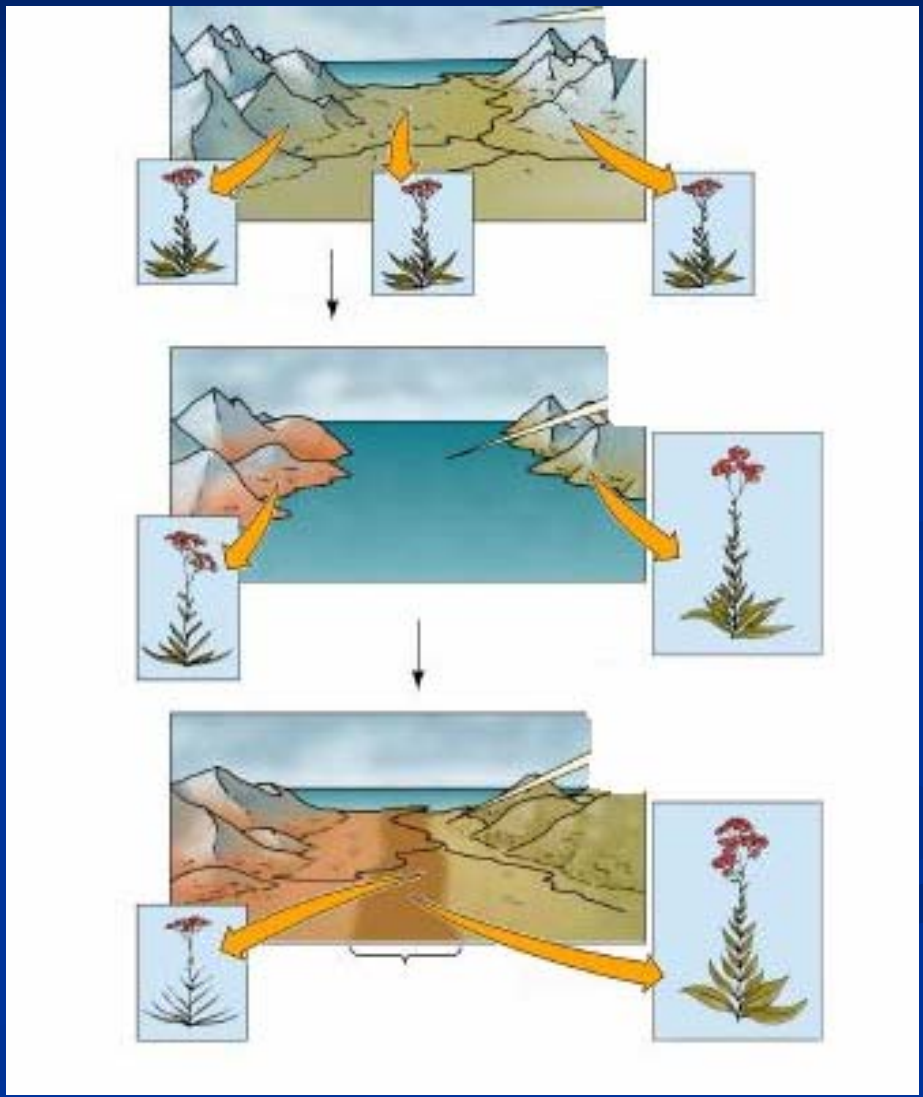
Göçler

MAKRO-EVRİM: Türleşme

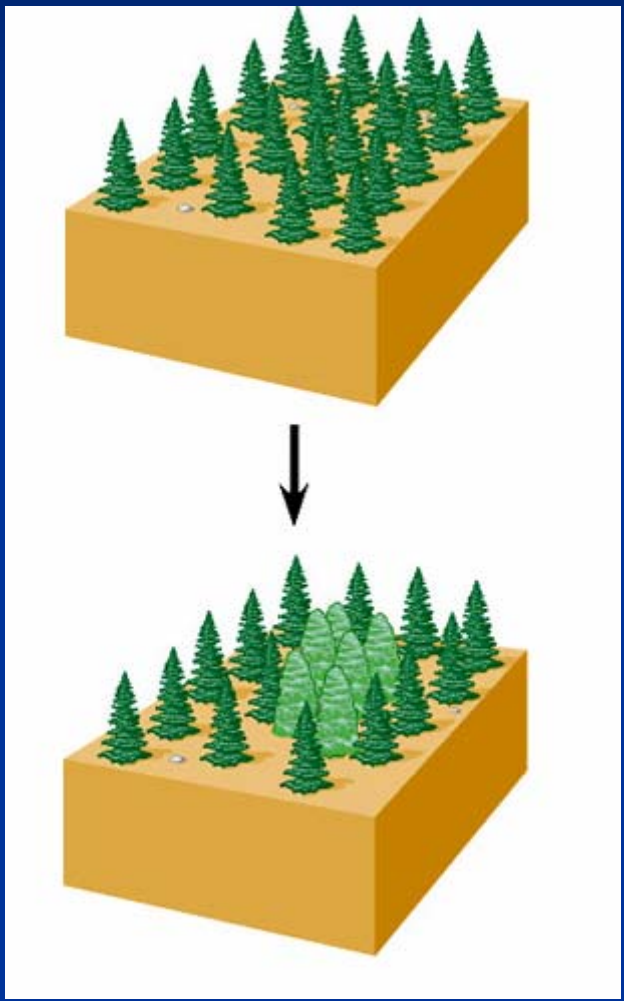


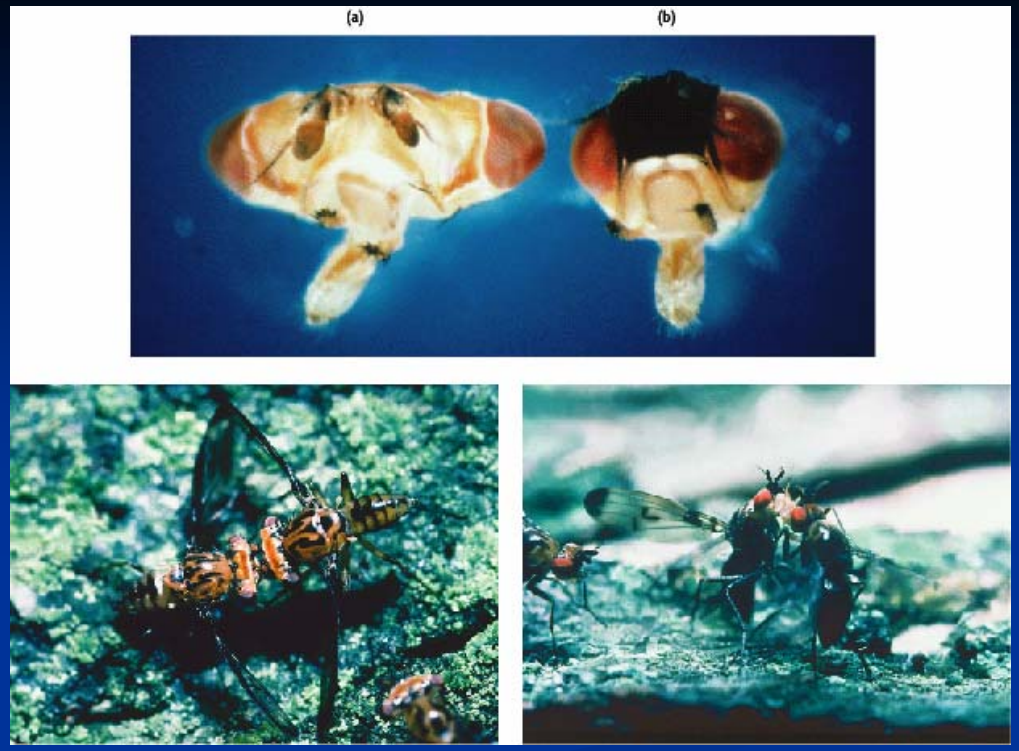
- Allopatrik



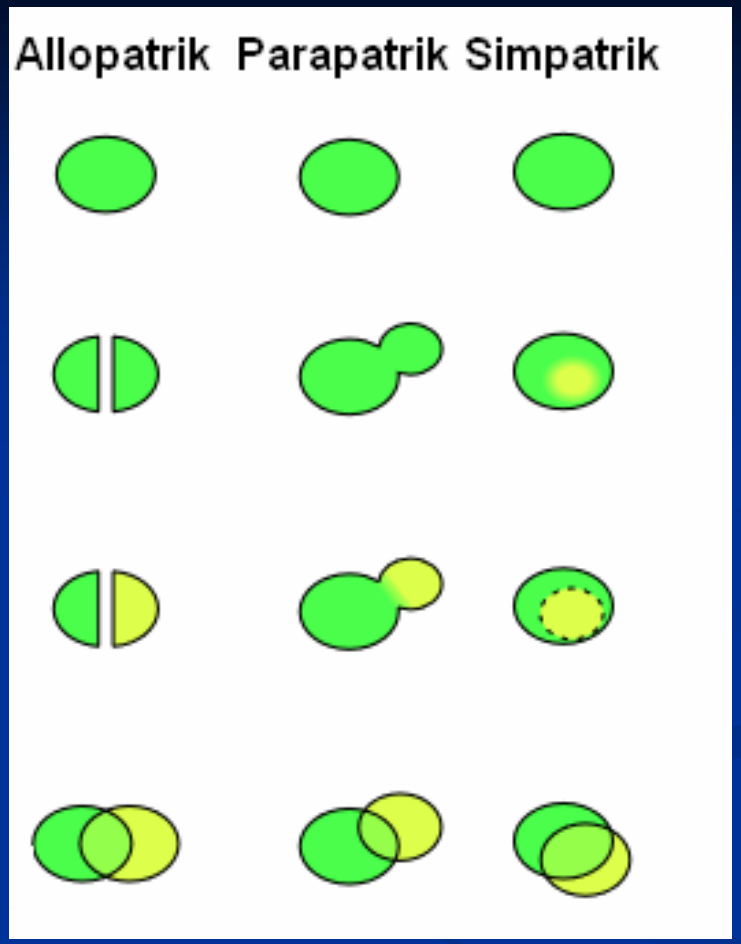


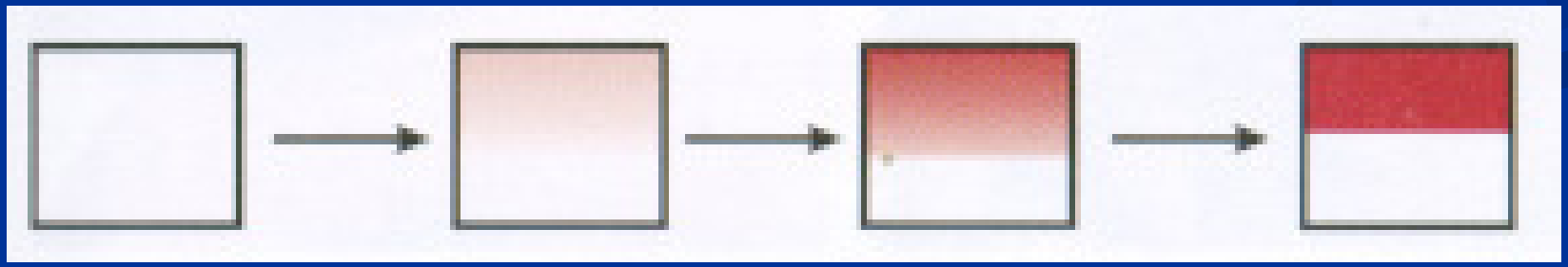
- Simpatrik



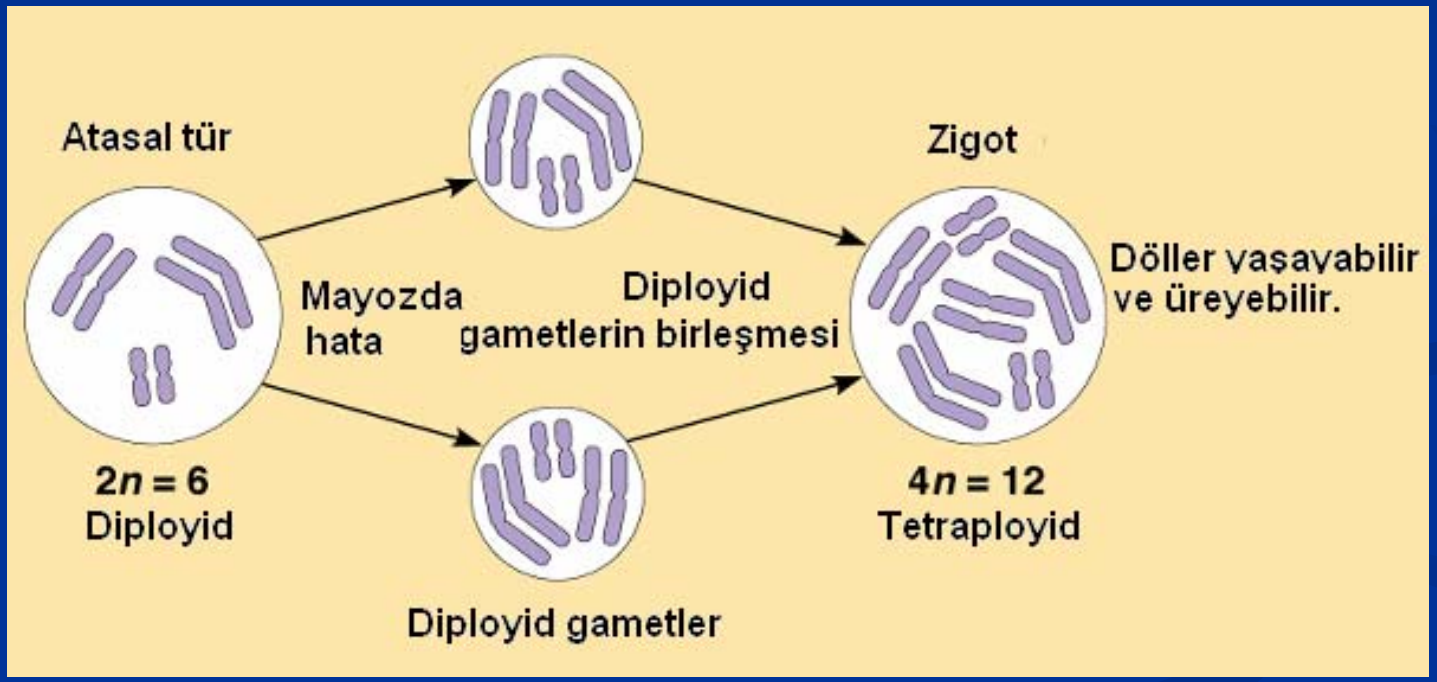


- Parapatrik

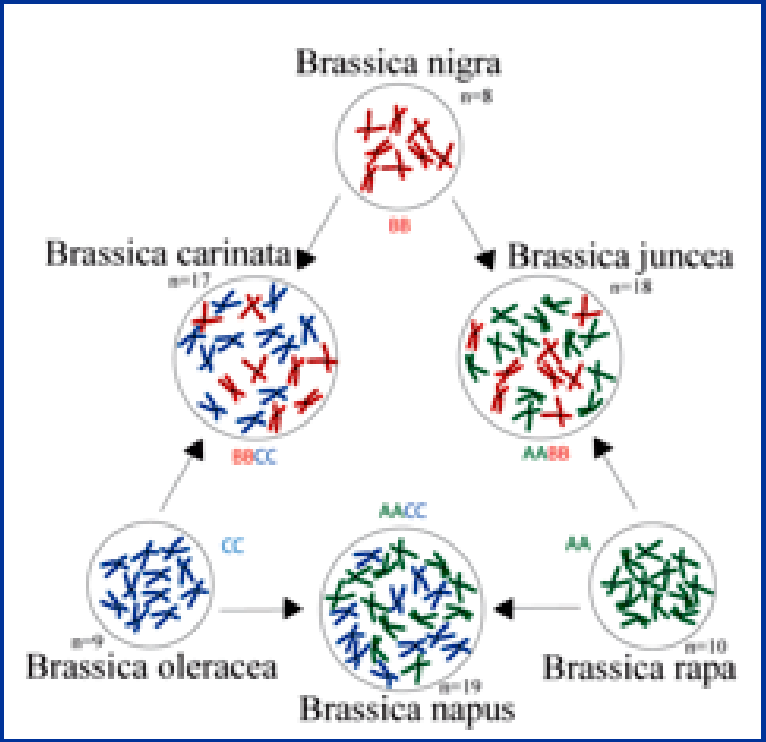


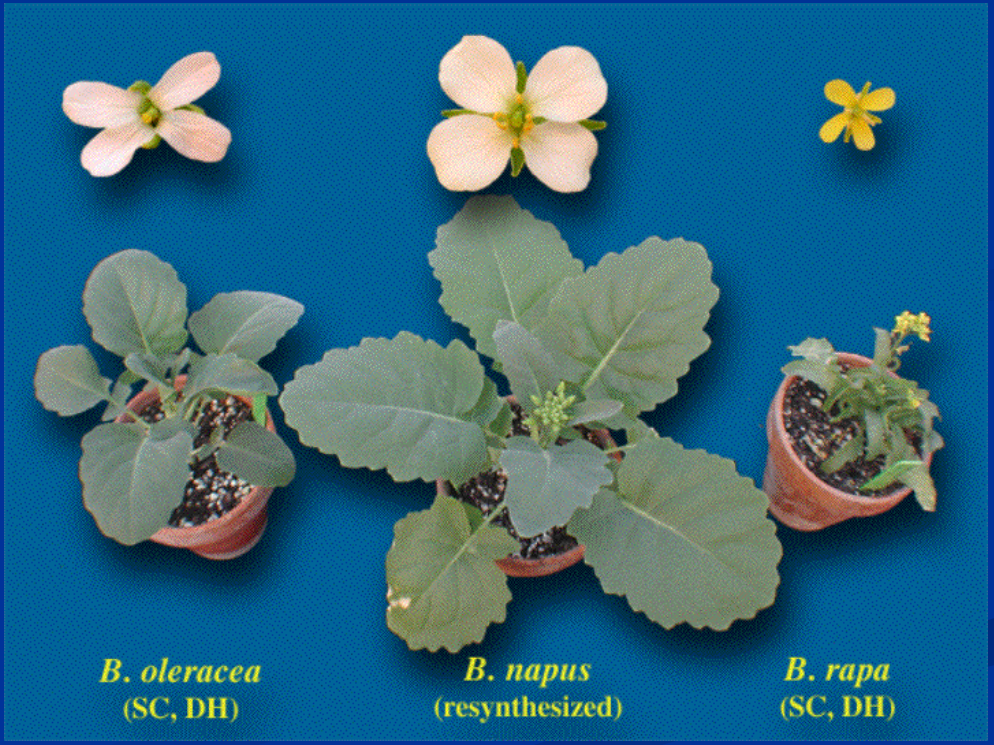


- Yeni türler oluşturan mutasyonlar: Otopoliploydi

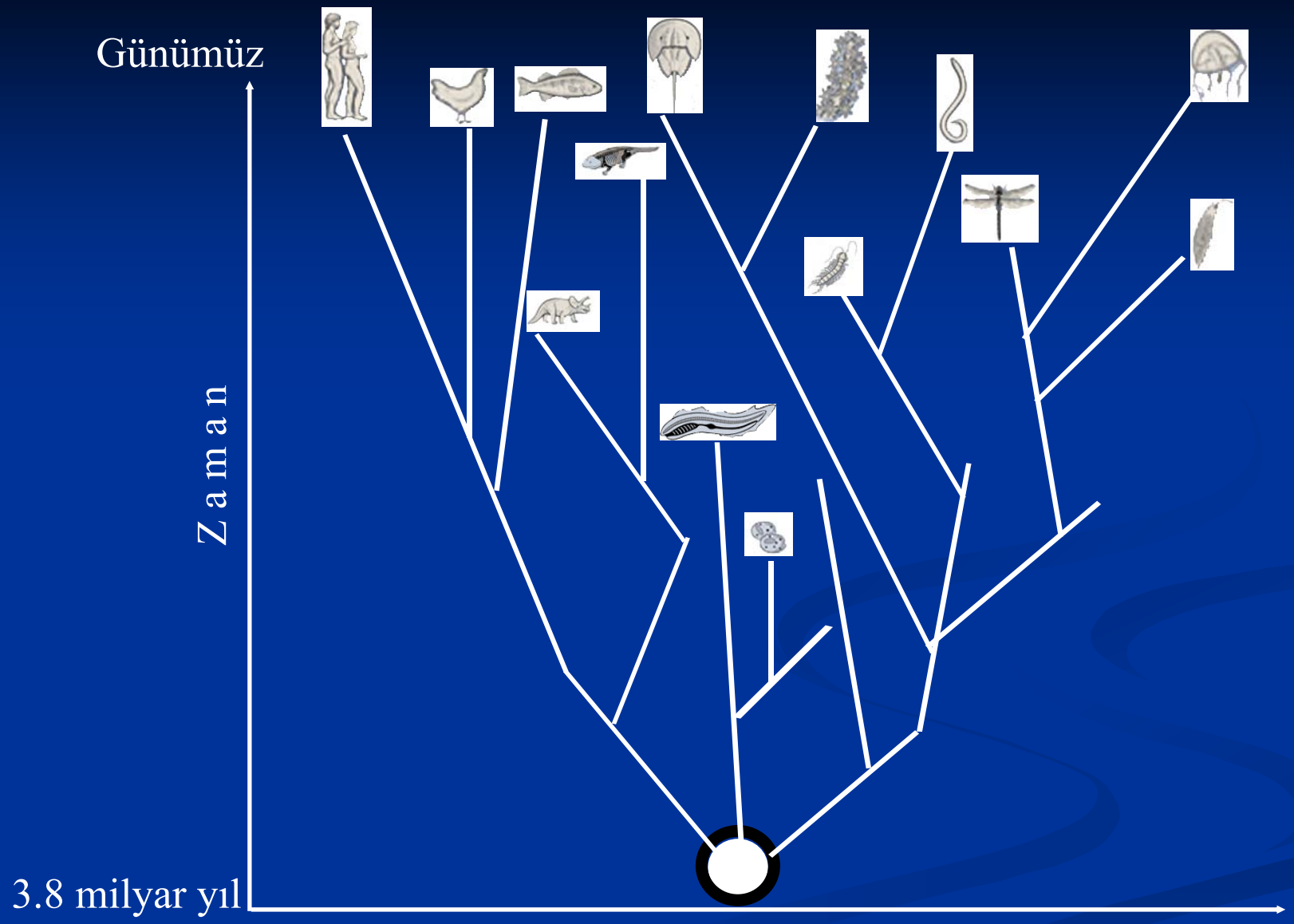


- Yeni türler oluşturan mutasyonlar: Allopoliploydi





Yaklaşık 3.8 Milyar yıl önce



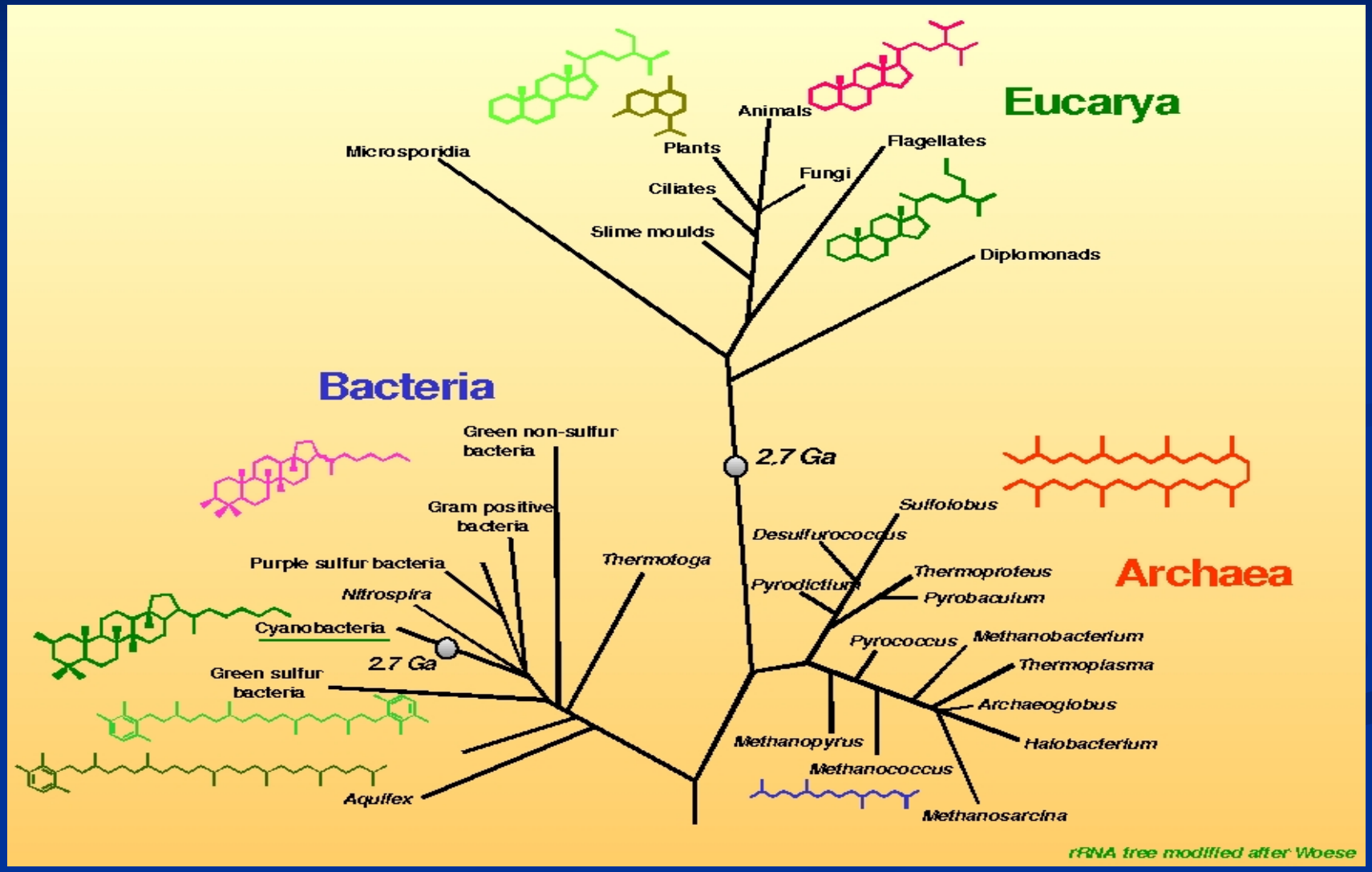
Evrimsel süreçler: mutasyon, doğal seçilim, genetik sürüklenme ve göç

Filogenide yeni bir araç: moleküler veri

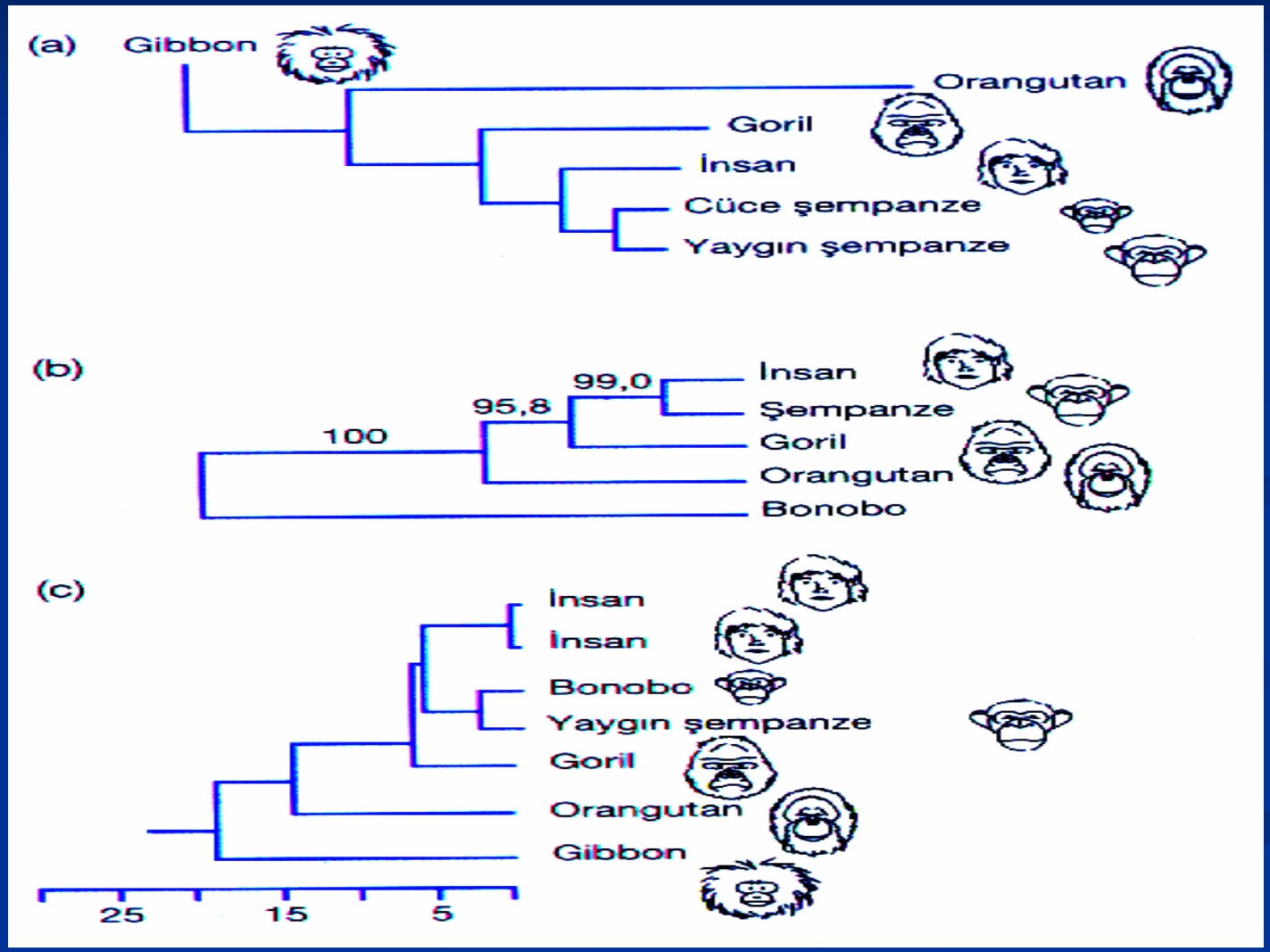
Takson **MtDNA VERİSİ**

```
Cha.Siv   TAACGAATTC ATGGAGGACC ATCTGTAGAT CTGGCAA--T TTTCTCTCTT CATTTAGCTG GAATATCCTC AATTA-TAGG AGC--CATCA ATTTT-ATTT CA-ACAATCA TTAATATACG
Ttb.Kon   ....T.TA.. ..A.T..... C..A.....C T.A..T.... C..T.....C .......... .T.....T.. T......... .......T. .......C. .......T. ..........
Ttb.Ank   ....T.TA.. ..A.T..... C..A.....C T.A..T.... C..T.....C .......... .T.....T.. T......... .......T. .......C. .......T. ..........
Cpu.Siv1  A.T.TTTAC. ..A....G.. .G.A..T..C ..A..T.... ...T..CT.A ........A. .......A.. ...C...... T....T..T. .C..C..... .T.....T. .......G..
Cpu.Siv2  A.T.TTTAC. ..A....... .G.A..T..C ..A..T.... ...T..CT.A ........A. .......A.. ...C...... T....T..T. ....CC.... .TC.....T. .......G..
Cpy.Aks   A.T.TTTAC. ..A....G.. .A.A..T..C ..A..T.... ...T..CT.A ........A. .......A.. ...C...... T....T..T. .C..C..... .T.....T. .......G..
Cpy.Yoz   A.T.TTTAC. ..A....G.. .G.A..T..C ..A..T.... ...T..CT.A ........A. .......A.. ...C...... T....T..T. .C..C..... .T.....T. .......G..
Cni.Siv1  A.T.TTTAC. ..A....G.. .G.A..T..C ..A..T.... ...T..CT.A ........A. .......A.. ...C...... T....T..T. .C..C..... .T.....T. .......G..
Cbr.Siv   ACT.TTTAC. ..A....G.. .G.A..T..C ..A..T.... ...T..CT.A ........A. .......A.. ...C...... T....T..T. .C..C..... .T.....T. ..........
Cni.Siv3  A.T.TTTAC. ..A....G.. .G.A..T..C ..A..T.... ...T..CT.A ........A. .......A.. ...C...... T....T..T. .C..C..... .T.....T. .......G..
Cpy.Siv2  A.T.TTTAC. ..A....G.. .G.A..T..C ..A..T.... ...T..CT.A ........A. .......A.. ...C...... T....T..T. .C..C..... .T.....T. .......G..
Cpy.Niğ1  A.T.TTTAC. ..A....... .G.A..T..C ..A..T.... ...T..CT.A ........A. .......A.. ...C...... T....T..T. .C..C..... .T.....T. .......G..
Cfl.Çor   A.T.TTTAC. ..A....G.. .G.A..T..C ..A..T.... ...T..CT.A ........A. .......A.. ...C...... T....T..T. .C..C..... .T.....T. .......G..
Cpy.Niğ2  A.T.TTTAC. ..A....G.. .G.A..T..C ..A..T.... ...T..CT.A ........A. .......A.. ...C...... T....T..T. .C..C..... .T.....T. .......G..
Cpy.Niğ4  A.T.TTTAC. ..A....G.. .G.A..T..C ..A..T.... ...T..CT.A ........A. .......A.. ...C...... T....T..T. .C..C..... .T.....T. .......G..
Cpy.Kırs  A.T.TTTAC. ..A....G.. .G.A..T..C ..A..T.... ...T..CT.A ........A. .......A.. ...C...... T....T..T. .C..C..... .T.....T. .......G..
Cfl.Kay   A.T.TTTAC. ..A....... .G.A..T..C ..A..T.... ...T..CT.A ........A. .......A.. ...C...... T....T..T. .C..C..... .T.....T. .......G..
Cni.Siv2  A.T.TTTAC. ..A....G.. .G.A..T..C ..A..T.... ...T..CT.A ........A. .......A.. ...C...... T....T..T. .C..C..... .T.....T. .......G..
Cpy.Niğ3  A.T.TTTAC. ..A....... .G.A..T..C ..A..T.... ...T..CT.A ........A. .......A.. ...C...... T....T..T. .C..C..... .T.....T. .......G..
Cpy.Siv1  A.T.TTTAC. ..A....G.. .G.A..T..C ..A..T.... ...T..CT.A ........A. .......A.. ...C...... T....T..T. .C..C..... .T.....T. .......G..
Cpy.Siv3  A.T.TTTAC. ..A....G.. .G.A..T..C ..A..T.... ...T..CT.A ........A. .......A.. ...C.A.... T..GTAG.T. .C..C..... .T.....T. .......G..
Cni.Çor   A.T.TTTAC. ..A....G.. .G.A..T..C ..A..T.... ...T..CT.A ........A. .......A.. ...C...... T....T..T. .C..C..... .T.....T. .......G..
Cfl.Kam   A.T.TTTAC. ..A....... ...A..T..C ..A..T.... ...T..CT.A ........A. .......A.. ...C...... T....T..T. .C..C..... .T.....T. .......G..
Cpy.Ank   A.T.TTTAC. ..A....... .G.A..T..C ..A..T.GT. A..T..CT.A ........A. .......A.. ...C...... T....T..T. .C..C..... .T.....T. .......G..
Cfl.Siv   A.T.TTTAC. ..A....G.. .G.A..T..C ..A..T.... ...T..CT.A ........A. .......A.. ...C...... T....T..T. .C..C..... .T.....T. .......G..
Crj.Kırk  A.T.TTTA.. ..A....GA. C......... T.AA.T.... C..T..GT.A ..C.....A. .T.....A.. T......... .....T..T. .......... .T.....T. ..........
Ccul.Siv  A.T.TTTA.. .CA.....T. ...A..T..C T.A..T.... C..T..AT.A ..C.....A. .T.....A.. T......G.. .......T. .......... .T.....T. ..........
Csar.Siv  A.T.TTTA.. ..A....G.. ...A..T... ..A..T.... C..T..AT.A ........A. .......A.. .......... .....T..T. .......... .T.....T. ..........
Cpy.Kırtu A.TTT.TA.. .......... .......... ..A....... .......... .......... .......... .......... .......... .......... .......... ..........
Cpy.Siv4  A.T.TTTAC. ..A....G.. .G.A..T..C ..A..T.... ...T..CT.A .......... .......A.. ....CA.... T....T..T. .......-.. .T.....T. .......G..
Cpy.Nev   A.T.TTTAC. ..A....G.. .G.A..T..C ..A..T.... ...T..CT.A ........A. .......A.. ...C...... T....T..T. .C..C..... .T.....T. .......G..
Cni.Aks   A.T.TTTAC. ..A....G.. ...AC.T..C ..A..T.... ...T..CT.A ........A. .......A.. ....CA.... T....T..T. .C..C..... .T.....T. .......G..
```

Yaşam ağacı


Eucarya
Animals
Plants
Fungi
Flagellates
Ciliates
Slime moulds
Microsporidia
Diplomonads
Bacteria
Green non-sulfur bacteria
2.7 Ga
Gram positive bacteria
Purple sulfur bacteria
Nitrospira
Cyanobacteria
2.7 Ga
Green sulfur bacteria
Aquifex
Thermotoga
Sulfolobus
Desulfurococcus
Pyrodictium
Thermoproteus
Pyrobaculum
Archaea
Pyrococcus
Methanobacterium
Thermoplasma
Archaeoglobus
Halobacterium
Methanopyrus
Methanococcus
Methanosarcina
rRNA tree modified after Woese

Günümüz insansı maymunların filogenisi

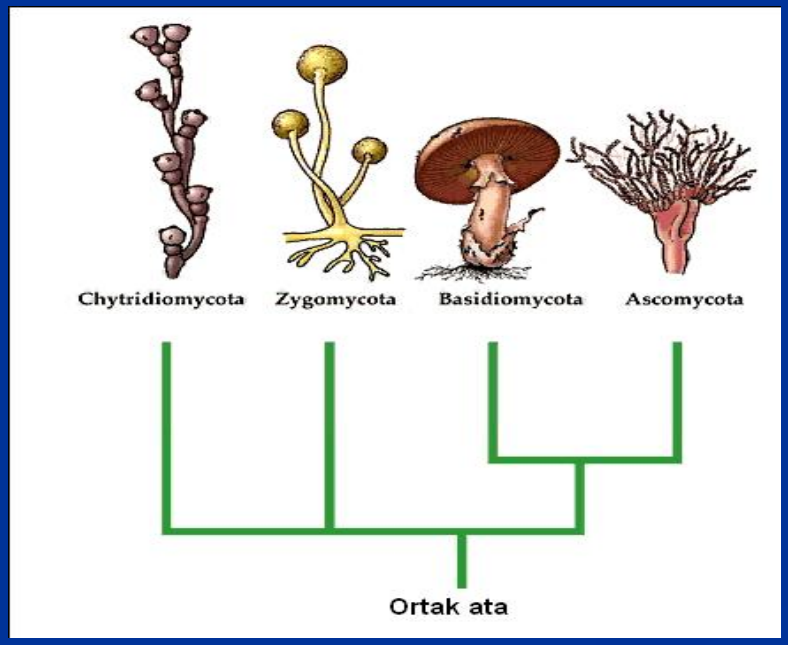


Kanıtlar

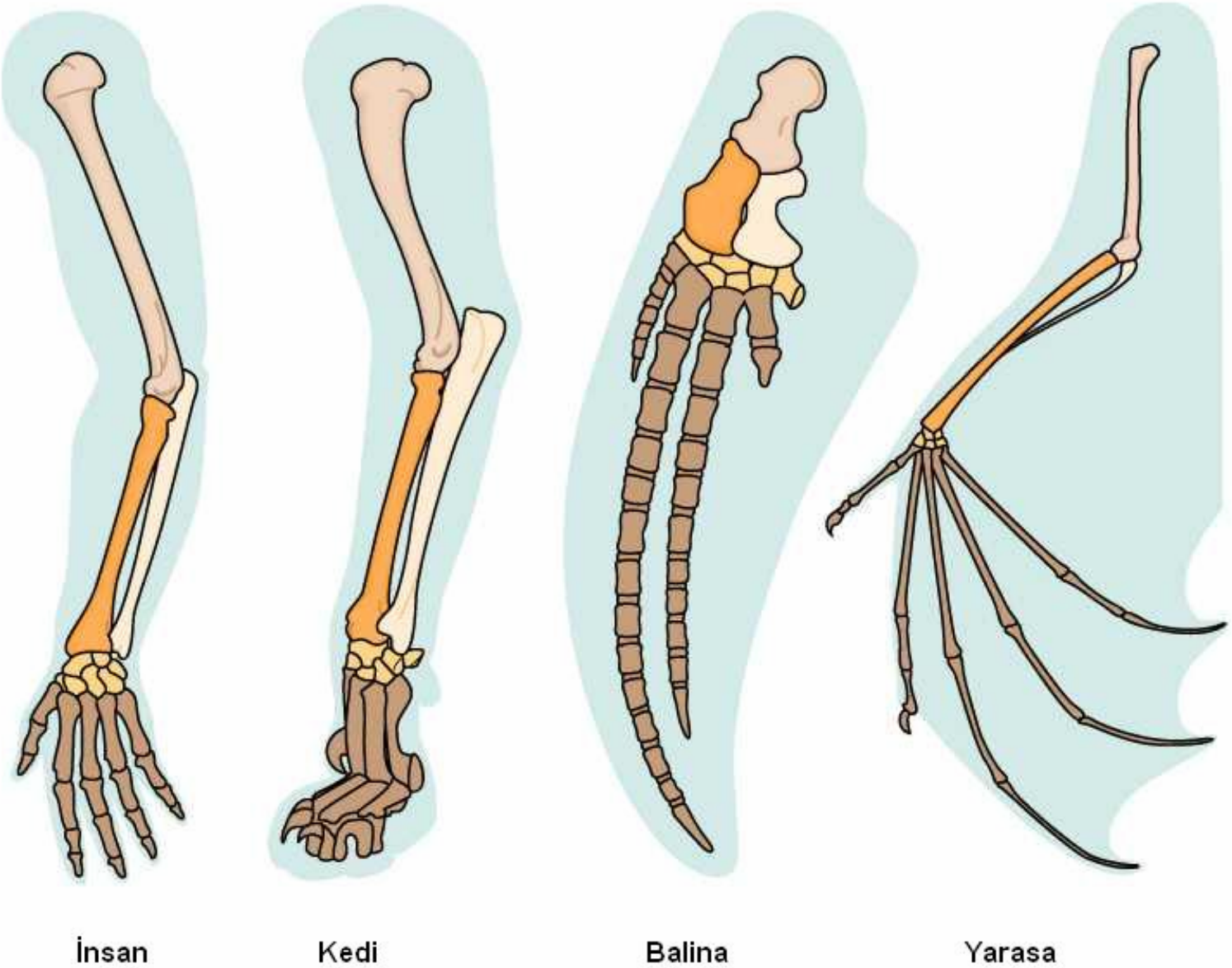
- Fosil Kanıtlar
- Homoloji
- Zaman ve mekanda yayılış
- Doğrudan gözlem
- Canlılar tarihi

Evrim teorisini destekleyen kanıtlar

- Yaşam Formlarının Akrabalığı
  - Homoloji
  - Filogeni
- Zaman İçinde Değişim
  - Körelmiş yapılar
  - Doğrudan gözleme
  - Fosil kayıtlar



Yapısal Homoloji



Genetik Homolojiler

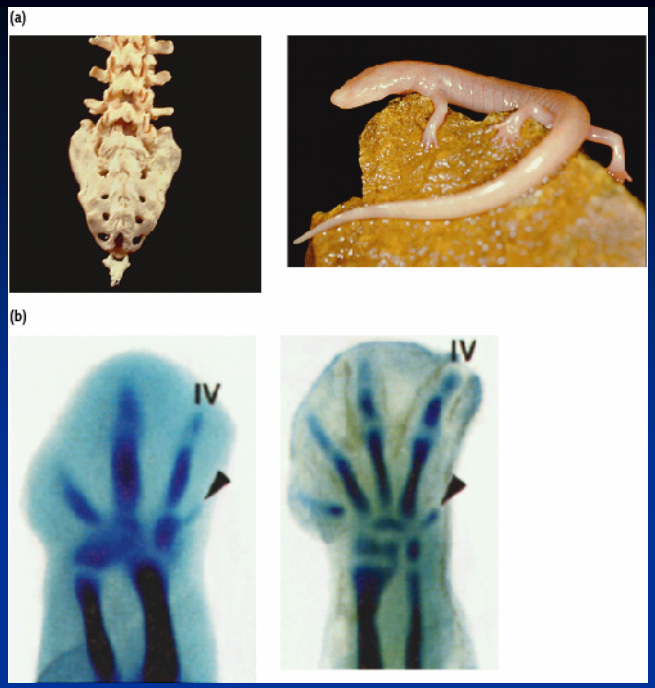
(a)

Birinci baz	İkinci baz: U			C			A			G			Üçüncü baz
U	UUU	Fenilalanin	F	UCU	Serin	S	UAU	Tirozin	Y	UGU	Sistein	C	U
	UUC	Fenilalanin	F	UCC	Serin	S	UAC	Tirozin	Y	UGC	Sistein	C	C
	UUA	Lösin	L	UCA	Serin	S	UAA	Dur		UGA	Dur		A
	UUG	Lösin	L	UCG	Serin	S	UAG	Dur		UGG	Triptofan	W	G
C	CUU	Lösin	L	CCU	Prolin	P	CAU	Histidin	H	CGU	Arjinin	R	U
	CUC	Lösin	L	CCC	Prolin	P	CAC	Histidin	H	CGC	Arjinin	R	C
	CUA	Lösin	L	CCA	Prolin	P	CAA	Glutamin	Q	CGA	Arjinin	R	A
	CUG	Lösin	L	CCG	Prolin	P	CAG	Glutamin	Q	CGG	Arjinin	R	G
A	AUU	İzolösin	I	ACU	Treonin	T	AAU	Asparajin	N	AGU	Serin	S	U
	AUC	İzolösin	I	ACC	Treonin	T	AAC	Asparajin	N	AGC	Serin	S	C
	AUA	İzolösin	I	ACA	Treonin	T	AAA	Lizin	K	AGA	Arjinin	R	A
	AUG	Başlama (Metionin	M)	ACG	Treonin	T	AAG	Lizin	K	AGG	Arjinin	R	G
G	GUU	Valin	V	GCU	Alanin	A	GAU	Aspartik Asit	D	GGU	Glisin	G	U
	GUC	Valin	V	GCC	Alanin	A	GAC	Aspartik Asit	D	GGC	Glisin	G	C
	GUA	Valin	V	GCA	Alanin	A	GAA	Glutamik Asit	E	GGA	Glisin	G	A
	GUG	Valin	V	GCG	Alanin	A	GAG	Glutamik Asit	E	GGG	Glisin	G	G

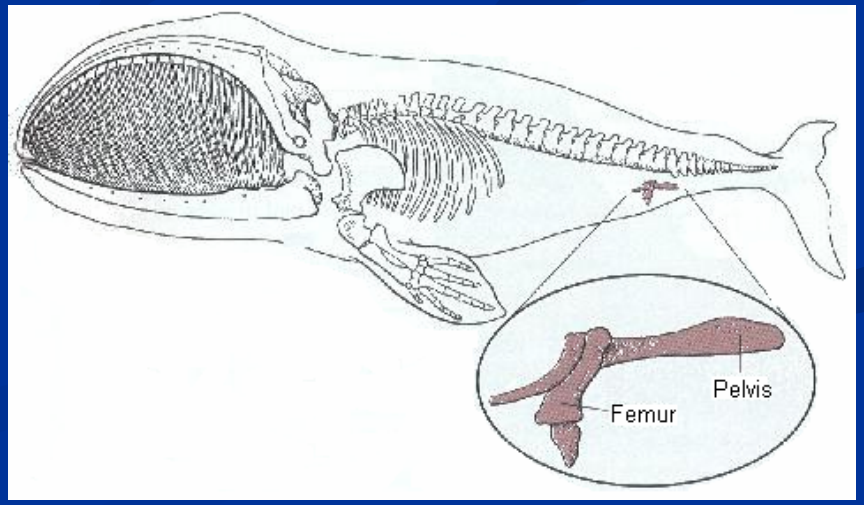
Kodon — Amino asit — Kısaltmalar

(b)

insan	L Q R N R T S F T Q E Q I E A L E K E F E R T H Y P D V F A R E R L A A K I D L P E A R I Q V W F S N R R A K W R R E L
fare	. . . . .
bıldırcın	. . . . .
zebrabalığı	. . . . .
meyve sineği	. . . . . N D . . D S . . . . . G . . G . . . . .



Körelmiş yapılar



Fosil kayıtlar

Evrimsel Düşüncenin Tarihi

- 1800'ler öncesi dönem
- 1800-1900 arası dönemde
- 1900-günümüz
- Günümüzde uğraşılan sorunlar

Yanlış Anlamalar

- “bilinçli adaptasyon”
- “ihtiyaca göre evrim”
- “evrim sadece bir teoridir”
- “evrim teorisi krizdedir”
- “biyologlar da evrimi ret etmektedir”
- “eksik ve yanlış bir teori”
- “evrim teorisi de bir inançtır”

Evrimin Günlük Yaşamda Yeri

- İnsan sağlığı ve tıp
- Tarım ve hayvancılık
- Koruma biyolojisi

Evrimi Öğretiminde Stratejiler

- Evrimi Öğretmek
- Engellerin Üstesinden Gelmek
- Potansiyel Tuzaklar
- Evrimi Anlamak İçin Yönlendirme

Evrimi Öğretmek

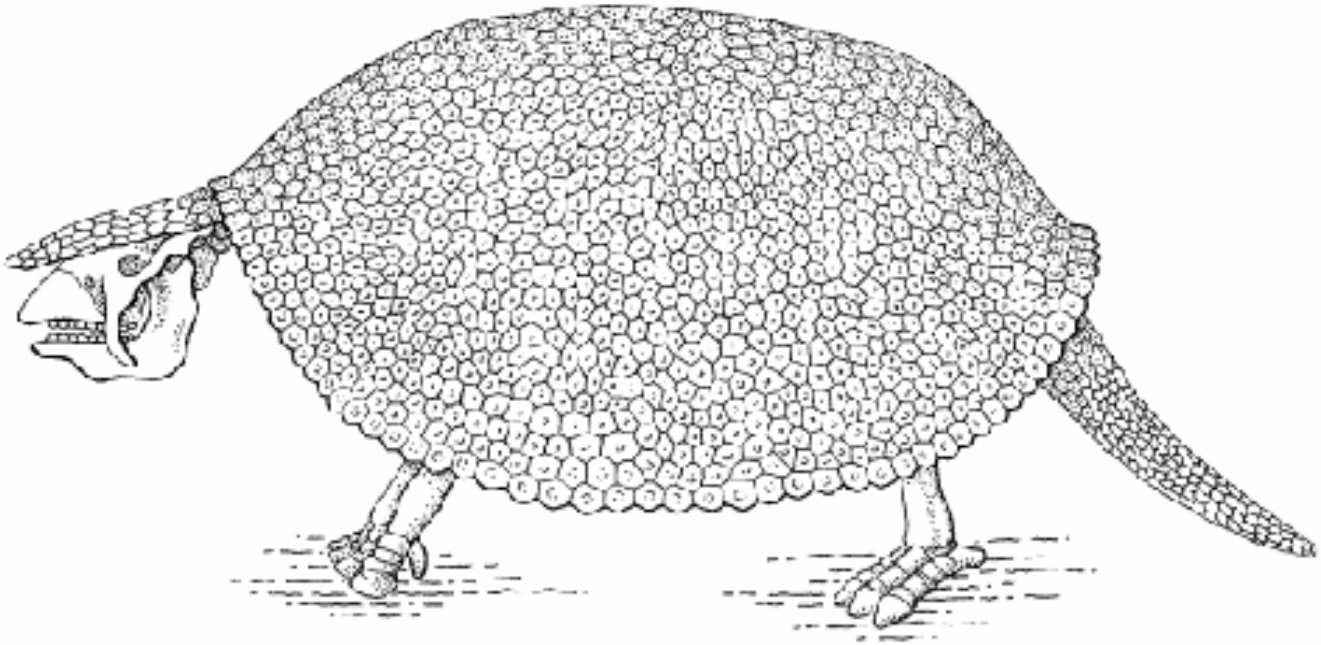
- Konulara ilişkin güncel makalelerin öğrenciler tarafından okunmasının sağlanması ve sınıf ortamında tartışılması
- Öğrencileri bir konuda literatür araştırması yapmaya ve bu literatürü okumaya zorlayan ödevlerin verilmesi; hazırlanan ödevlerin sınıf ortamında tartışılması
- Öğrencilerin belli konu ve kavramları daha iyi anlamalarını sağlamak için sınıf ortamında basit gözlem veya deneylerin yapılması
- Öğreticinin ders anlatımında olabildiğince görsel materyal kullanması
- Öğreticinin anlattığı konu ve kavramları ampirik örneklerle desteklemesi

Engellerin Üstesinden Gelmek

- Evrim konusunda bilgi birikiminizi ve altyapınızı güncelleyin
- Ders repertuarınıza öğrencilerinizin düşünmesini ve yorumlamasını sağlayan konular ekleyin
- Yaygın potansiyel tuzakları tanımlayın; doğru terminoloji kullanın ve doğru ders içeri planlayın
- Evrim konusunda sık sorulan sorulara doğru ve doyurucu yanıtlar bulun

Potansiyel Tuzaklar

- Doğru terminoloji: İlkel-gelişmiş, teori-hipotez, inanmak-kabul etmek, kanıtlamak-ispatlamak, işlev-maksat.
- Terim ve deyimler: Uyum, evrimde rastlantı, basit-kompleks, evrim-gelişim, ortak ata-akraba.
- Yanlış anlaşılan bazı alanlar: ilerletici evrim düşüncesi, güçlü olanın hayatta kalması, jeolojik zaman ölçeğinde yaşam tarihinin merdiven modeli ile gösterilmesi, Kambriyen patlamasının çeşitlenmenin birden bire açığa çıktığı şeklinde anlaşılması, yüksek taksonların evrimsel sıçrama şeklinde açığa çıktığı görüşü ve geçiş formları.



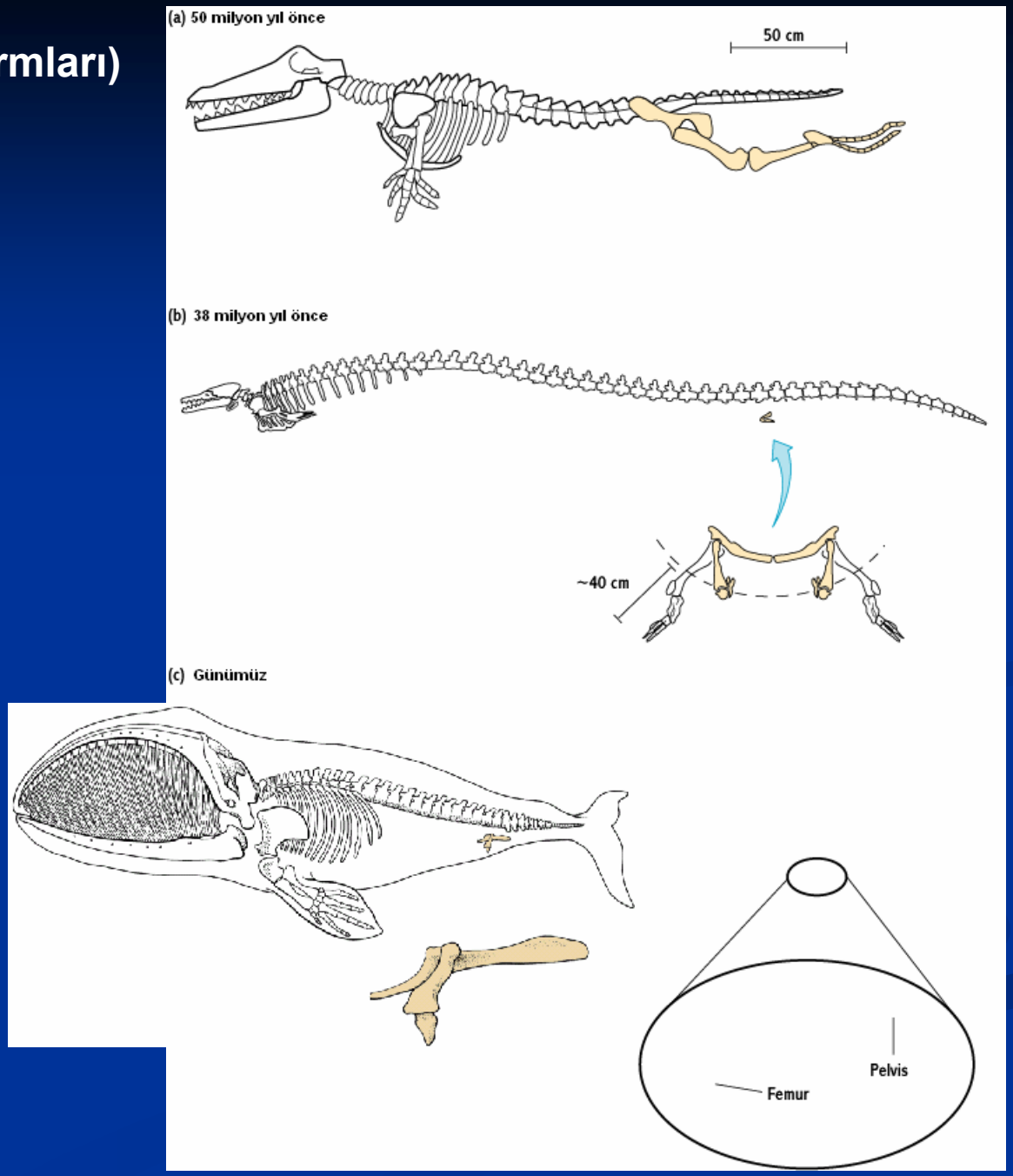
Ardışıklık yasası: Bugün Arjantin'de yaşayan armadillo (*Zaedygus pichiy*) ve aynı bölgede yaşamış fosil glyptodont

Balinaların evrimi (Geçiş formları)

a. *Ambulocetus natans*

b. Basilosaurus isis

c. Günümüz



Archaeopteryx fosili

Evrimi Anlamak İçin Yönlendirme

- Evrime ilişkin güncel bilgi ve materyal tanıtılmalıdır
- Güncel kaynaklara ulaşma yolları tanıtılmalı ve güncel kaynaklardan yararlanma teşvik edilmelidir
- İnternet ortamında bulunan bilimsel ve güncel bilgiye ulaşma yolları tanıtılmalıdır

Ridley, M. 2003. [*Evolution (3rd ed.)* Blackwell Publishing, London] Kitabının Kısa İçeriği

- Part I: Introduction:
- 1. The Rise of Evolutionary Biology
- 2. Molecular and Mendelian Genetics
- 3. The Evidence for Evolution
- 4. Natural Selection and Variation
- Part II: Evolutionary Genetics
- 5. The Theory of Natural Selection
- 6. Random Events In Population Genetics
- 7. Natural Selection and Random Drift in Molecular Evolution
- 8. Two-Locus and Multilocus Population Genetics
- 9. Quantitative Genetics
- Part III: Adaptation and Natural Selection:
- 10. Adaptive Explanation
- 11. The Units of Selection

Ridley, M. 2003. [*Evolution (3rd ed.)* Blackwell Publishing, London] Kitabının Kısa İçeriği

- 12. Adaptations in Sexual Reproduction
- Part IV: Evolution and Diversity
- 13. Species Concepts and Intraspecific Variation
- 14. Speciation
- 15. The Reconstruction of Phylogeny
- 16. Classification and Evolution
- 17. Evolutionary Biogeography
- Part V: Macroevolution 18. The History of Life
- 19.Evolutionary Genomics
- 20. Evolutionary Developmental Biology:
- 21. Rates of Evolution
- 22. Coevolution
- 23. Extinction and Radiation