



Evrım ve İşlevsellik: Evrım Bilinmeden Küresel Değişimlerin Etkileri Anlaşılamaz!

Prof. Dr. Fevzi Bardakcı



Küresel değişimler ve Biyoçeşitlilik

- Biyoçeşitlilik nedir?
- Biyoçeşitliliğin kaynağı nedir?
- Ne kadar biyoçeşitlilik var?
- Biyoçeşitlilikte geçmişteki değişimler oldu mu?
- Biyoçeşitlilikteki düşüş ve kayıplar oldu mu?
Bu yok olma hızı ve sebepleri nelerdir

Biyoçeşitlilik Nedir?

Biyoçeşitlilik belli bir ekosistemde ya da daha geniş anlamda yeryüzünün tamamında değişik hiyerarşik düzeylerde yaşam formlarındaki varyasyonu ifade eder.

- *Biyoçeşitlilik yeryüzünün doğal biyolojik sermayesidir.*

Moleküler düzey: Genetik çeşitlilik

Tür düzeyi: Tür zenginliği

Topografya (Landscape) düzeyi: ekosistem çeşitliliği

Biyoçeşitliliğin kaynağı

Yeryüzündeki
biyoçeşitliliğin kaynağı
mutasyonlardır.

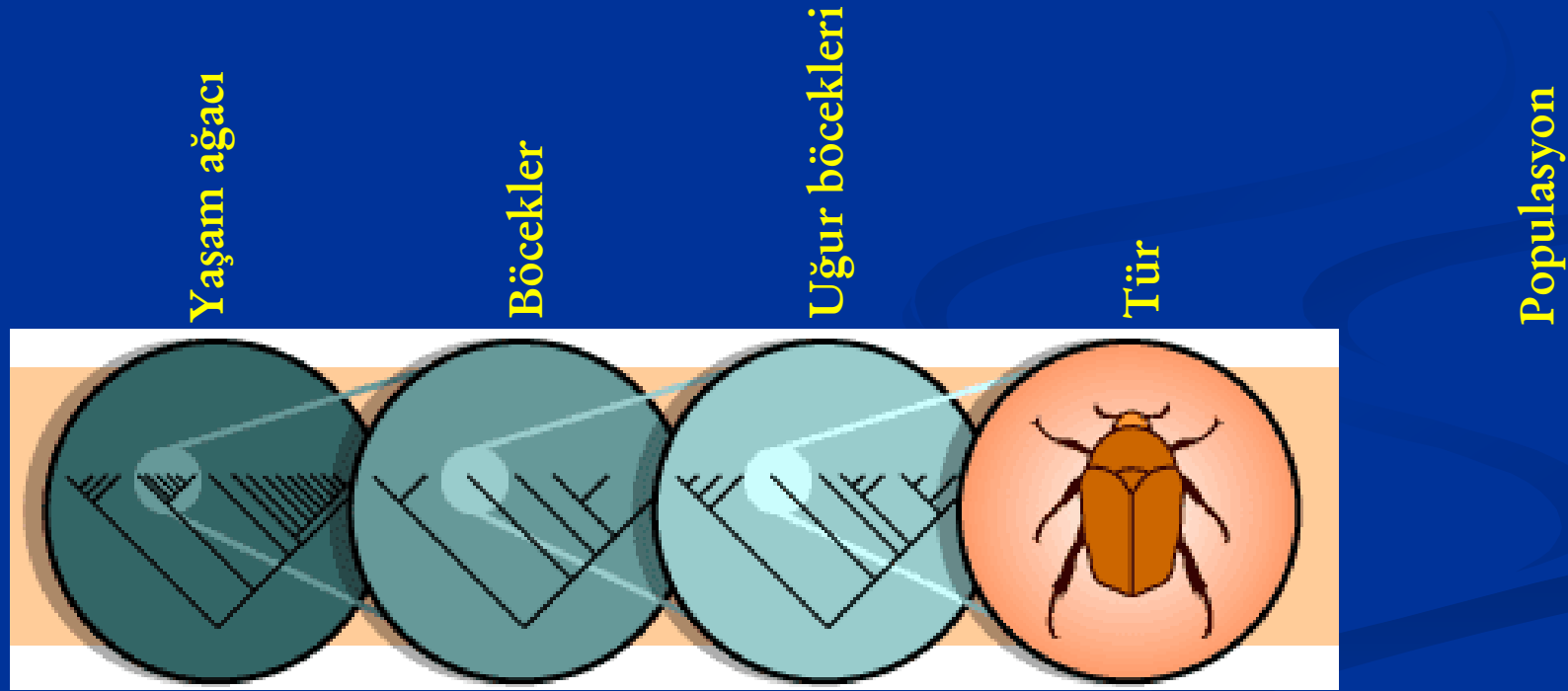
Bu genetik değişimler:

- **Yönlü (directed)** →
seçilim; değişen çevrelere
uyum kazandırır.
- **Rastlantısal (random)** →
genetik sürüklenme; bir
evrimsel mekanizmadır,
fakat adaptasyon
sağlamaz.



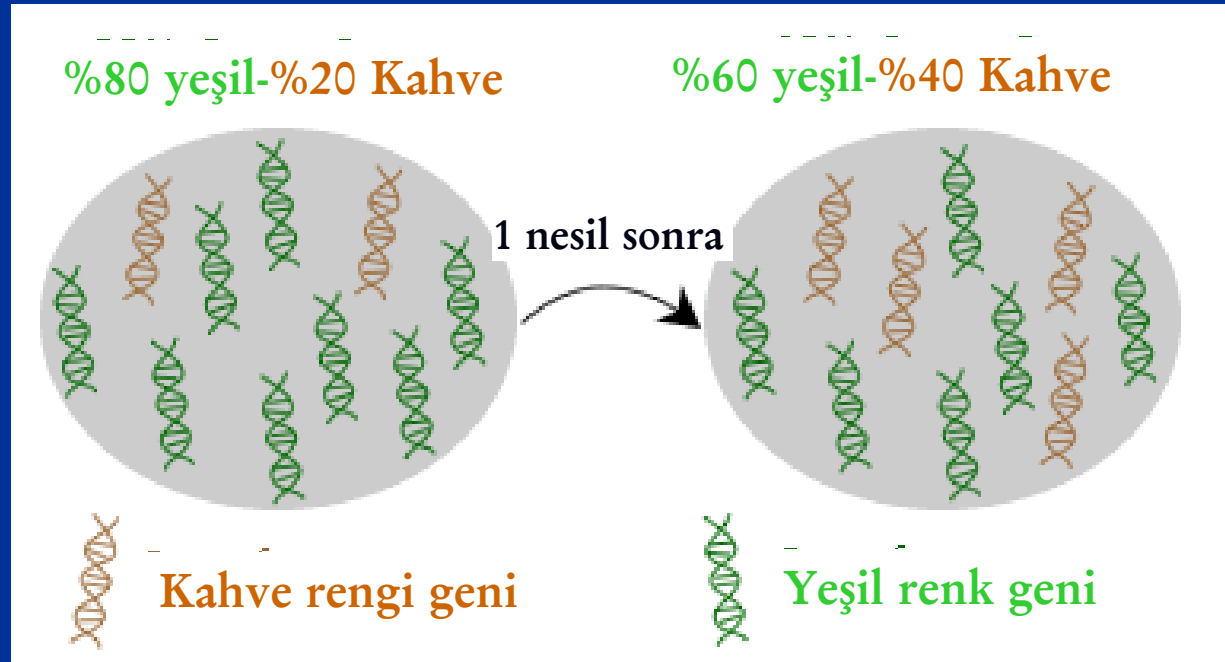
Mikroevrim

Mikroevrim populasyon düzeyinde nispeten yakın geçmişte meydana gelen farklılaşmayı ifade eder.



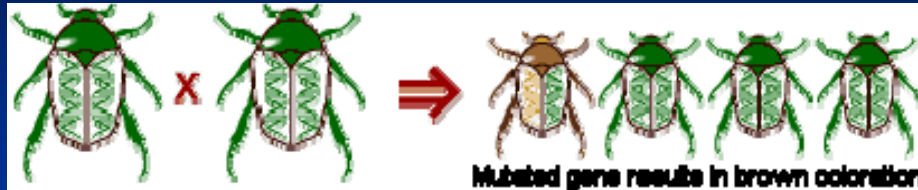
Mikroevrim

Pratik bir açıklama olarak bir nesilden diğerine alel ve alel sıklığındaki değişimleri ifade eder.

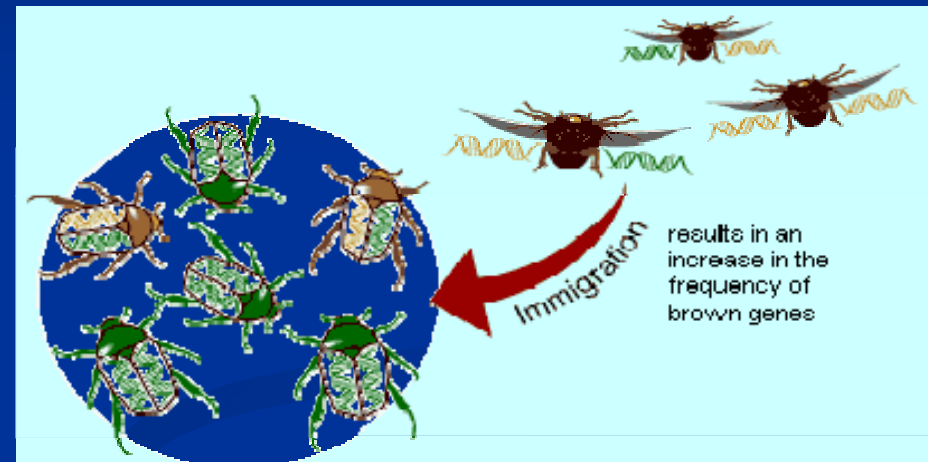


Mikroevrimsel mekanizmalar

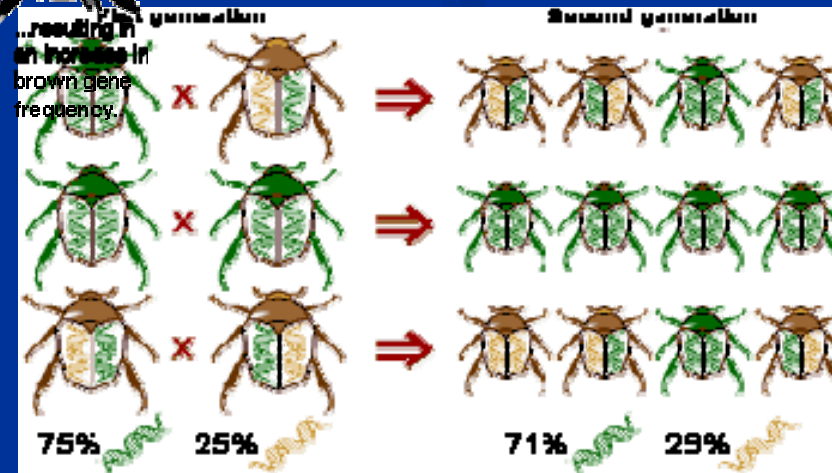
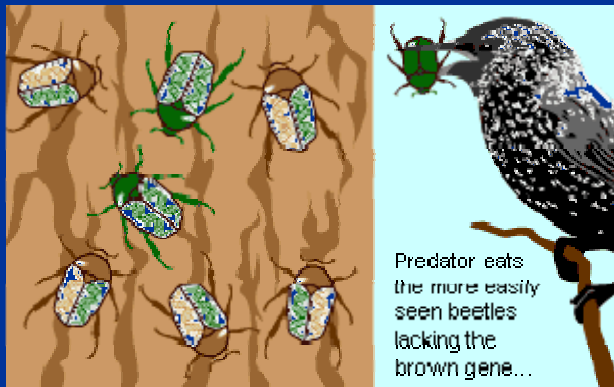
Mutasyon



Göç (Gen akışı)



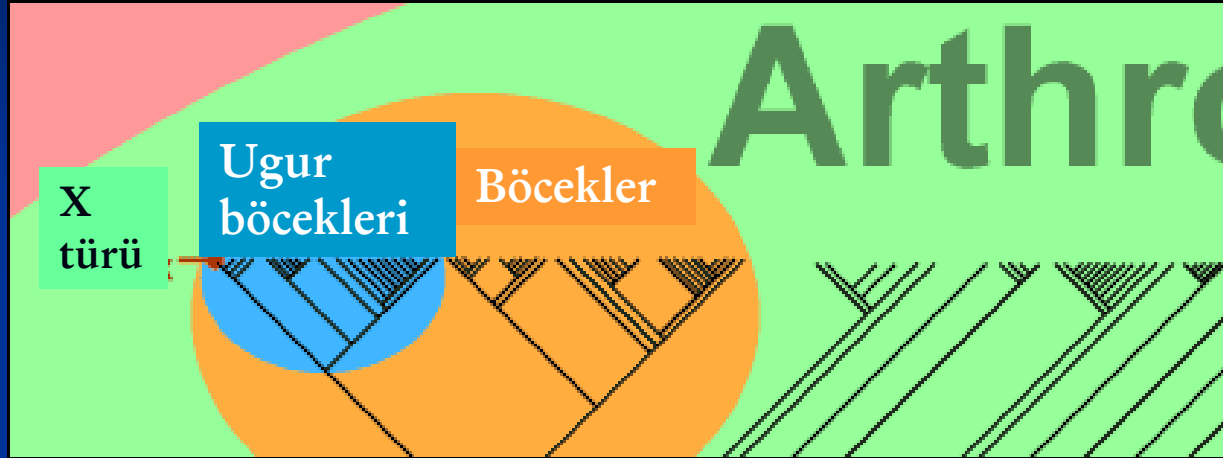
Seçilim



Genetik sürüklenme

Makroevrim

Makro evrim genellikle tür üstü taksonların evrimi ifade eder.



Temel evrimsel mekanizmalar uzun bir süreçte makroevrimsel değişmelere yol açarlar.

Mutasyon

Gen akışı

Genetik sürüklenme

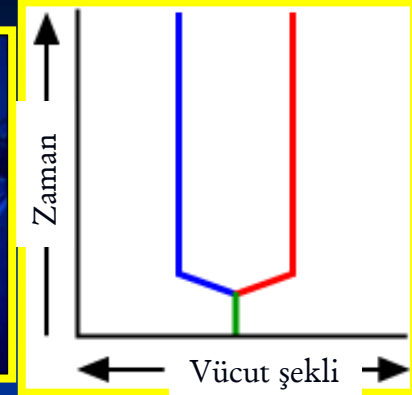
Doğal seçim



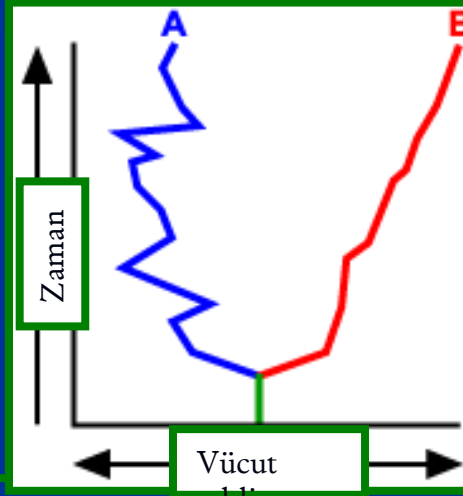
3.8 milyar yıl = Makroevrim

Makroevrim süreci

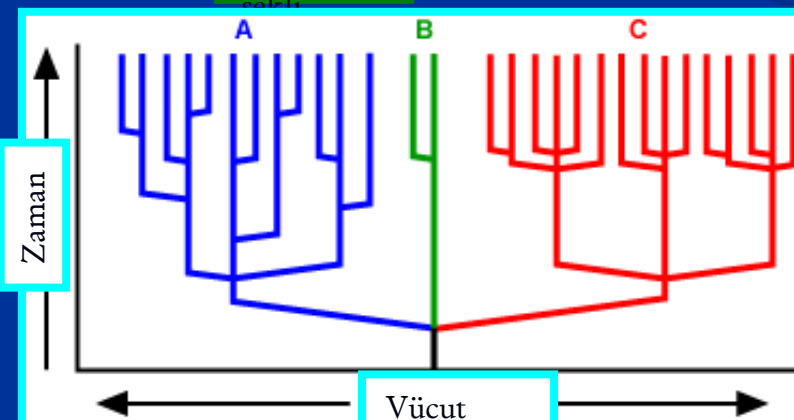
1. Stasis: Evrimsel ağaçtaki pek çok soy hatları uzun bir zaman süresinde pek fazla değişmezler.



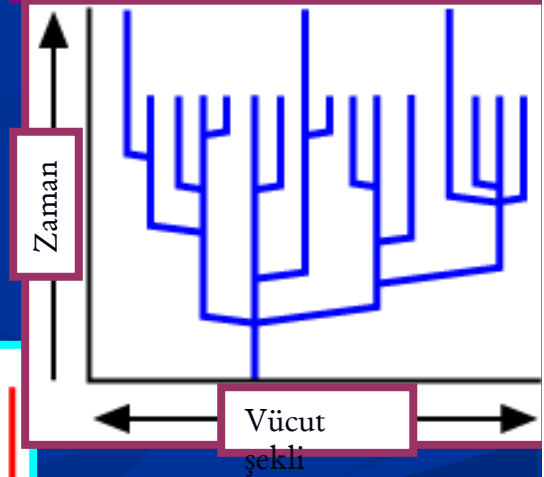
2. Karakter değişimi: Soy hatları hızlı ya da yavaş evrimleşebilir, ancak karakter değişimi bir yönde meydana gelebilir.



3. Türleşme (soy hatlarının ayrılması)



4. Türlerin yok oluşu



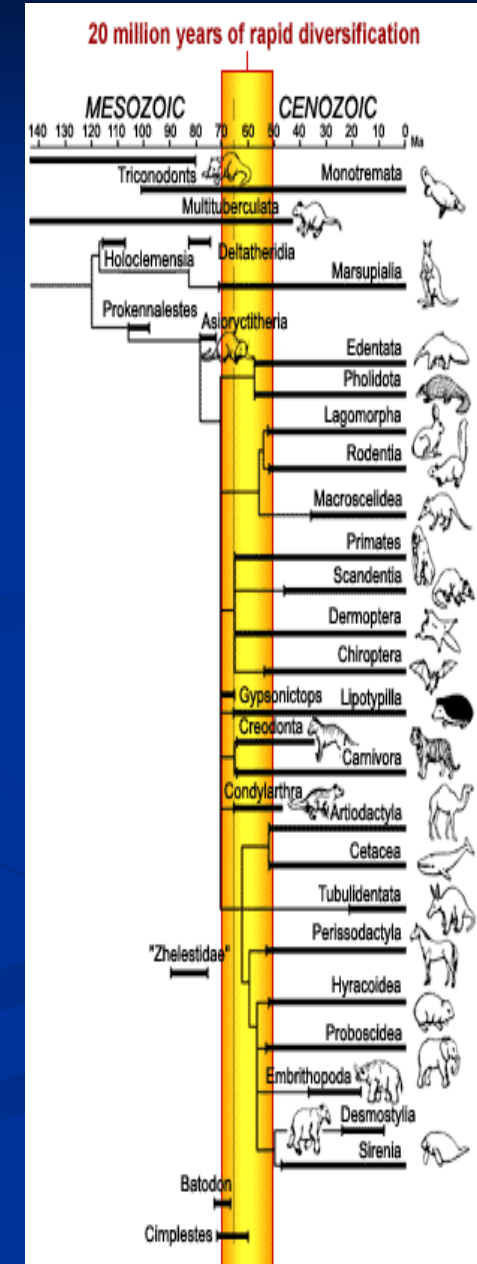
Neden bazı soy hatlarında az, diğerlerinde ise çok sayıda tür oluşmuştur?

➤ Uygun fırsatlar

1. Türleşme için uygun çevresel koşullar
2. Küçülen habitatlar üreme izolasyonunu artırabilir.,
3. Rekabet.

➤ Adaptif yayılım: Eğer farklılaşma nispeten kısa bir zaman süreci içinde meydana geldiyse bu terim kullanılır. Örneğin memelilerin hızlı farklılaşması (evrimleşmesi).

➤ Biyoçeşitlenmede tarihsel değişimler: Pek çok tarihsel olaylar yeryüzündeki biyoçeşitlilikte önemli izler bırakmıştır.



Birlikte evrim (Koevolusyon)

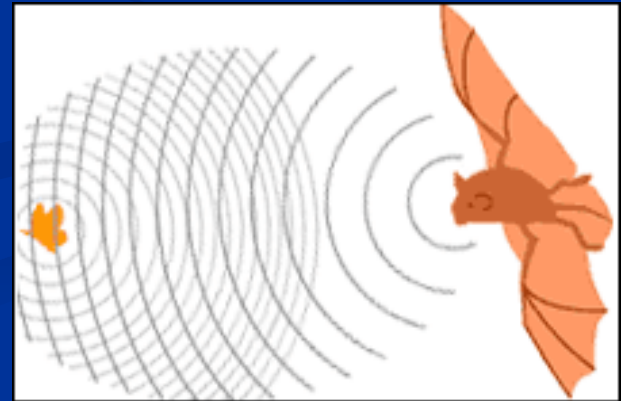
İki ya da daha fazla türün birbirlerinin evrimine etki etmeleridir.

- Farklı türler yakın bir ekolojik ilişkileri söz konusu ise birlikte evrimleşirler.
 1. Av/avcı ve parazit/konak
 2. Rekabet halindeki türler
 3. Karşılıklı yarar sağlayan türler (mutualizm)



ADAPTASYON

- Değişen çevre koşullarına türün uyumudur.
- Adaptasyonlar işlevlerine iyi uyar, çünkü doğal seçimle üretilmişlerdir.
- Çevrelerine en iyi uyum sağlayan bireylerin uyum güçleri (fitness) en



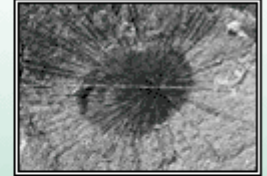
Biyoeesitlenmede tarihsel değişmeler.

1. **Patlamalar:** Yaklaşık 530 myö kısa sürede (yaklaşık 10 milyon yılda) ok sayıda deniz hayvanları orta ıktı.
2. **Yok oluşlar:** Yaklaşık 225 myö yaşayan tüm türlerin %90 yok olmuştur. O dönemde baskın olan pek çok türün nesli tükendi. Bu yok oluşlardan sonra boşalan nişler yeni türler tarafından işgal edildi.

Cambrian Critters from the Burgess Shale



Aysheaia: a velvet worm



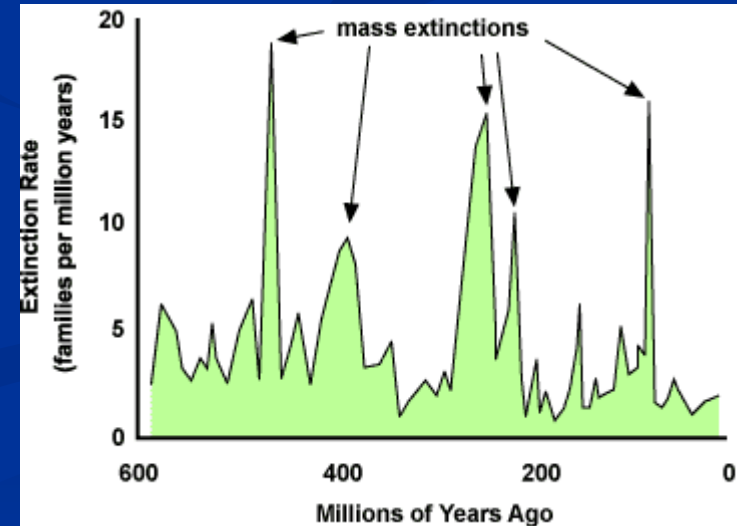
Choia: a sponge



Olenoides: a trilobite



Pikaia: a chordate



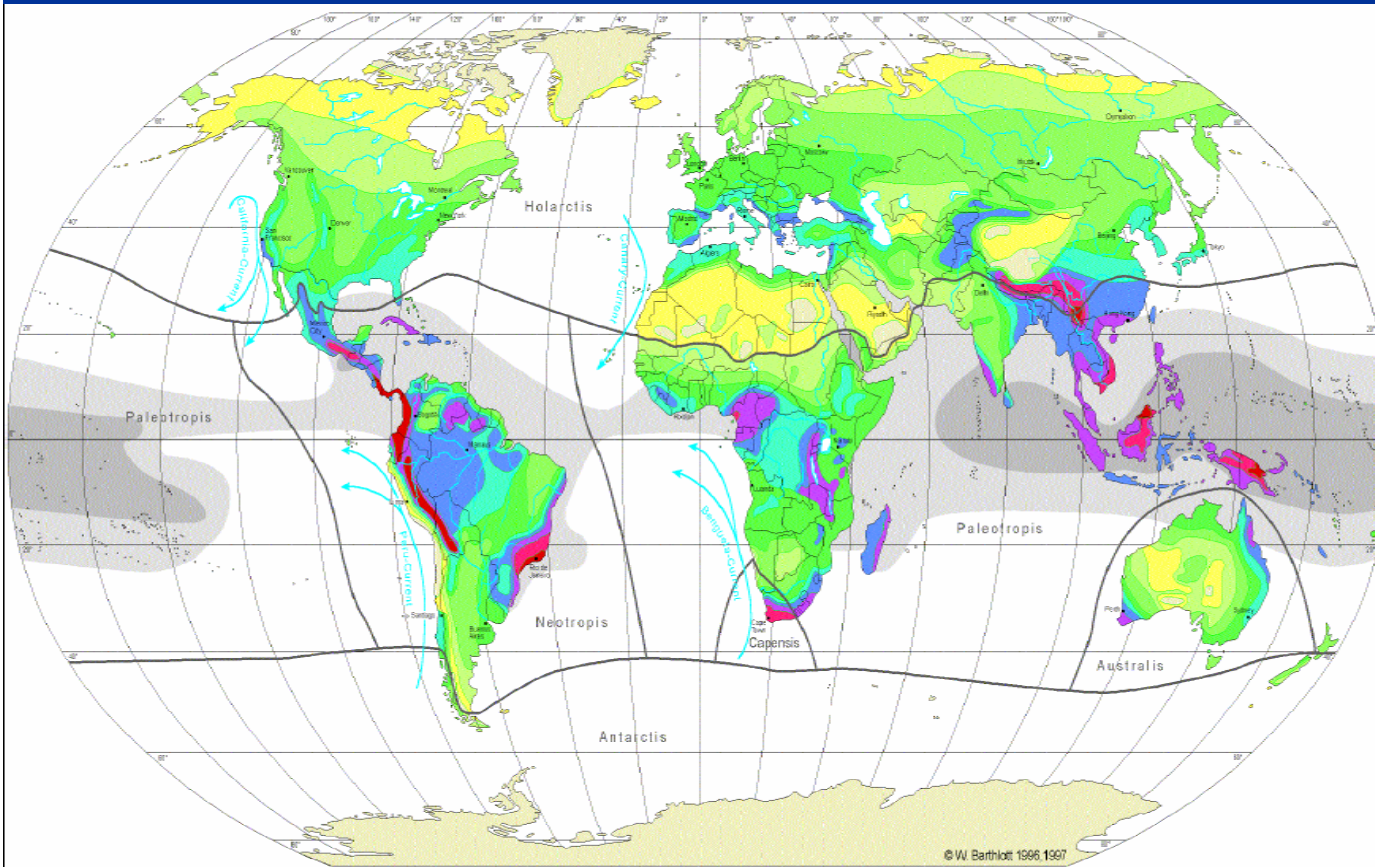
Biyoçeşitliliğin dağılımı

Biyoçeşitlilik tekdüze dağılmamıştır.

➔ Güçlü yükselti kademeleri

Bitki türlerinin küresel dağılımı

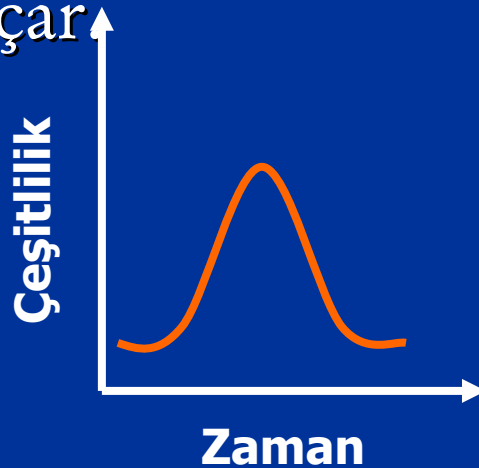
Çeşitlilik
Familayalar/10000 km²



Biyoeeşitliliğin dağılımı

Olumsuzluk Őekilleri

- Őiddetli ender olumsuzluklar çeşitlilik üzerinde olumsuz bir etki gösterirler, örneğin buzul dönem
- Orta derece olumsuzluk hipotezi:
 - Sık fakat daha az Őiddetli olumsuzluklar çeşitliliği sağlar.
 - Olumsuzluklar çok sık ise, çeşitliliğin azalmasına yol açar



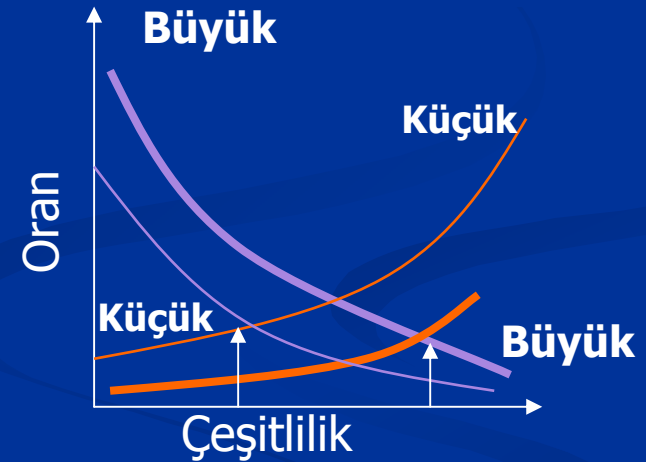
➔ Pek çok tür orta derecedeki çevresel değişmelere uyum sağlar.

Biyoçeşitliliğin dağılımı

Habitat Büyüklüğü

- Bir çok tür sadece büyük alanlarda var olabilir. Tür zenginliği habitatın büyüklüğü ile artar.

- Ada biyocoğrafyası teorisi: Bir alanın büyüklüğündeki artışla, yok oluş hızı azalırken, uzak habitatlardan kolonileşme artar.



- ➔ Kolonileşme ve yok oluş oranlarına dayanarak, büyük alanlar küçük olanlardan daha fazla tür barındırır.

Küresel tür sayısı

	Tanımlanan	Tahmin edilen
Mememliler	4.630	5.000
Kuşlar	9.750	10.000
Sürüngenler	8.000	9.000
İki yaşamlılar	4.950	5.500
Balıklar	25.000	30.000
Böcekler	970.000	8.000.000
Arachnidler	75.000	750.000
Mollusklar	70.000	200.000
Crustaceler	40.000	150.000
Nematodlar	25.000	400.000
Mantarlar	72.000	1.500.000
Bitkiler	270.000	320.000
Toplam	1.750.000	14.000.000

Biyoçeşitliliğin yok oluşu

Biyoçeşitlilik geçmiş zamanlarda değişmiştir.

İki farklı yok oluş şekli vardır.

- Doğal arka plan yok oluş.
- Katastrofik toplu yok oluş olayları

Son 600 milyon yıl boyunca yeryüzünde yaşayan tüm türlerin yaklaşık %90'ı yok olmuştur



Biyoçeşitliliğin yok oluşu

➤ Arka plan yok oluşu

Türler genetik ve diğer doğal nedenlerden dolayı ölürlər:

- Zararlı allelerin birikmesi
- Rekabette yenilme



**Bir türün ortalama evrimsel
ömrü 4 milyon yıldır**

Biyoçeşitliliğin yok oluşu

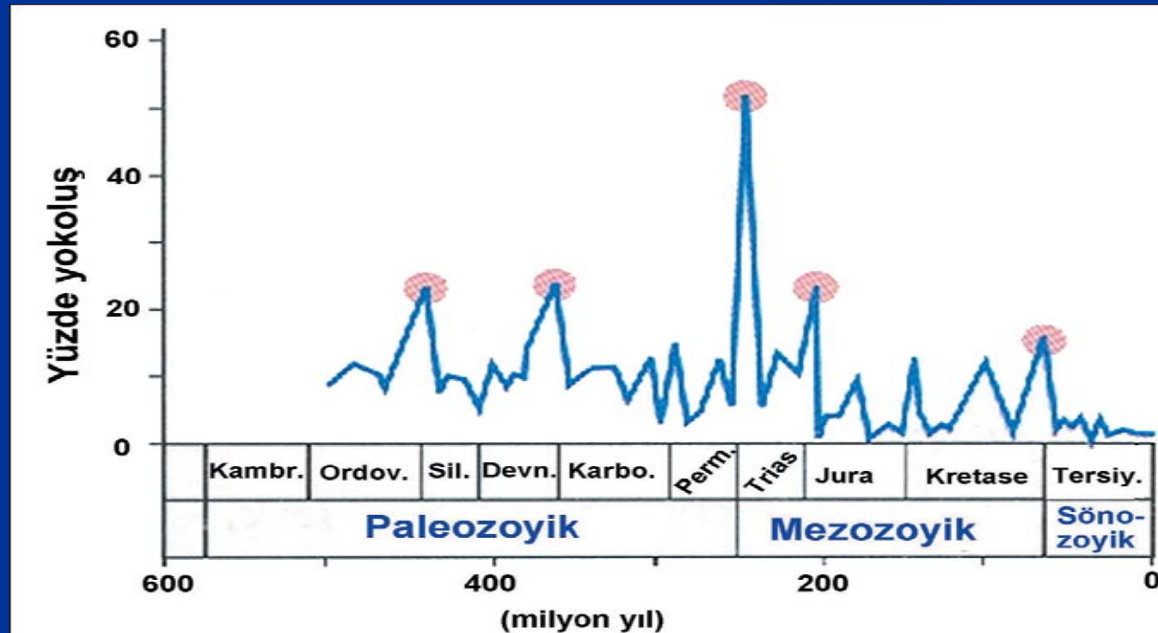
Kütlesel yok oluş

Türler çevredeki dramatik değişmelere bir tepki olarak ölürlər

- İklımsel değışmeler
- Ekstraterestrial etkiler



Jeolojik geçmişte 5 toplu yok oluş meydana gelmiştir.



Biyoçeşitliliğin yok oluşu

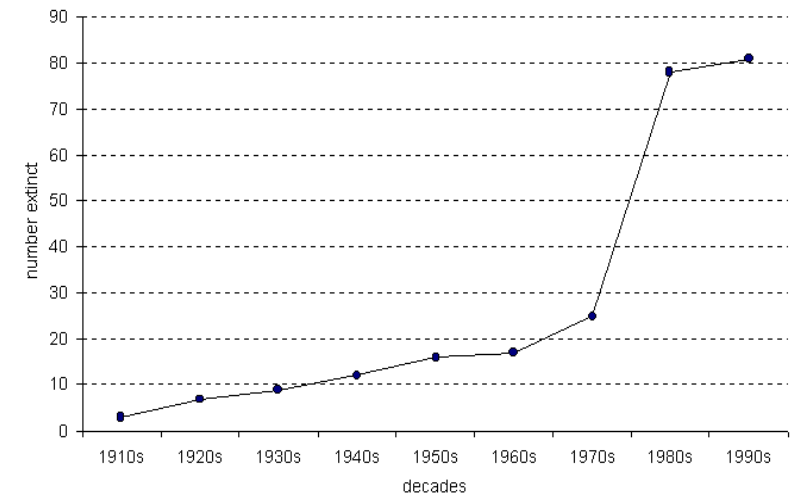
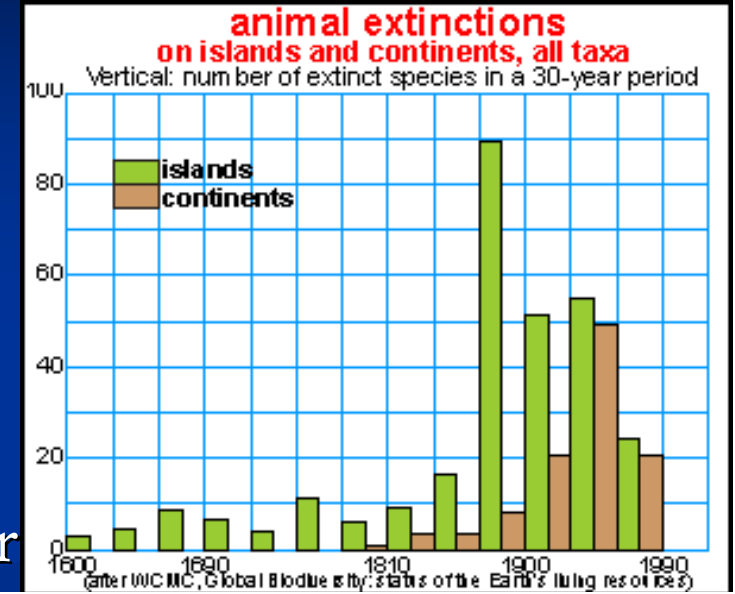
Mevcut yok oluş hızı, doğal arka alan yok oluş hızının çok ötesindedir.

Örneğin,

memeliler için ortalama evrimsel yaşam süresinin 1 milyon yıl olduğu tahmin edilmektedir.

Bu demektir ki tür sayısının 5.000 olduğu tahmin edilen memelilerin, her yüzyılda yalnızca 0.5 türün yok olması gerekir.

Oysa ki memelilerin yok oluş hızı kabaca 100 kat daha hızlıdır!

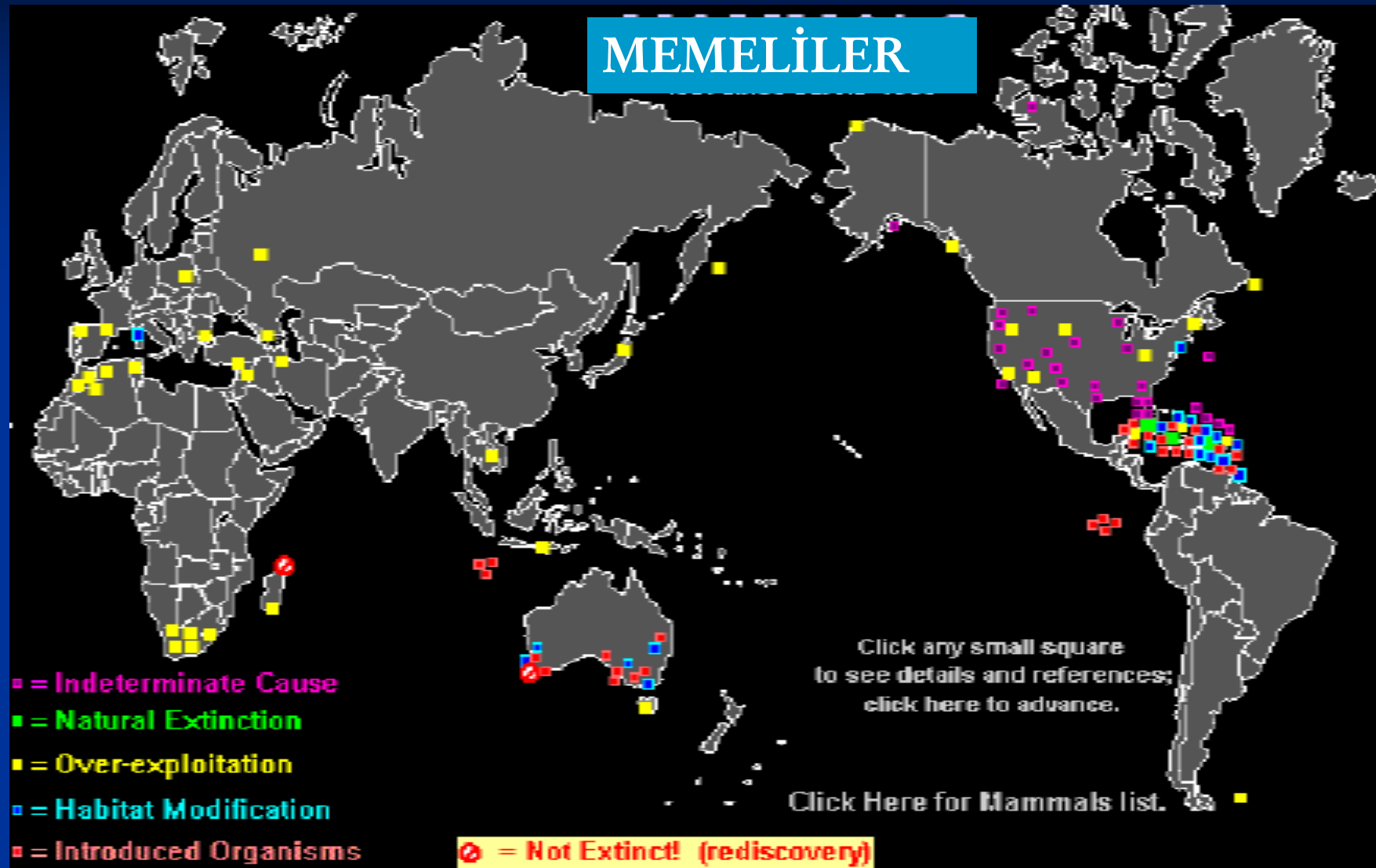


Biyoeesitliliğin yok oluğu

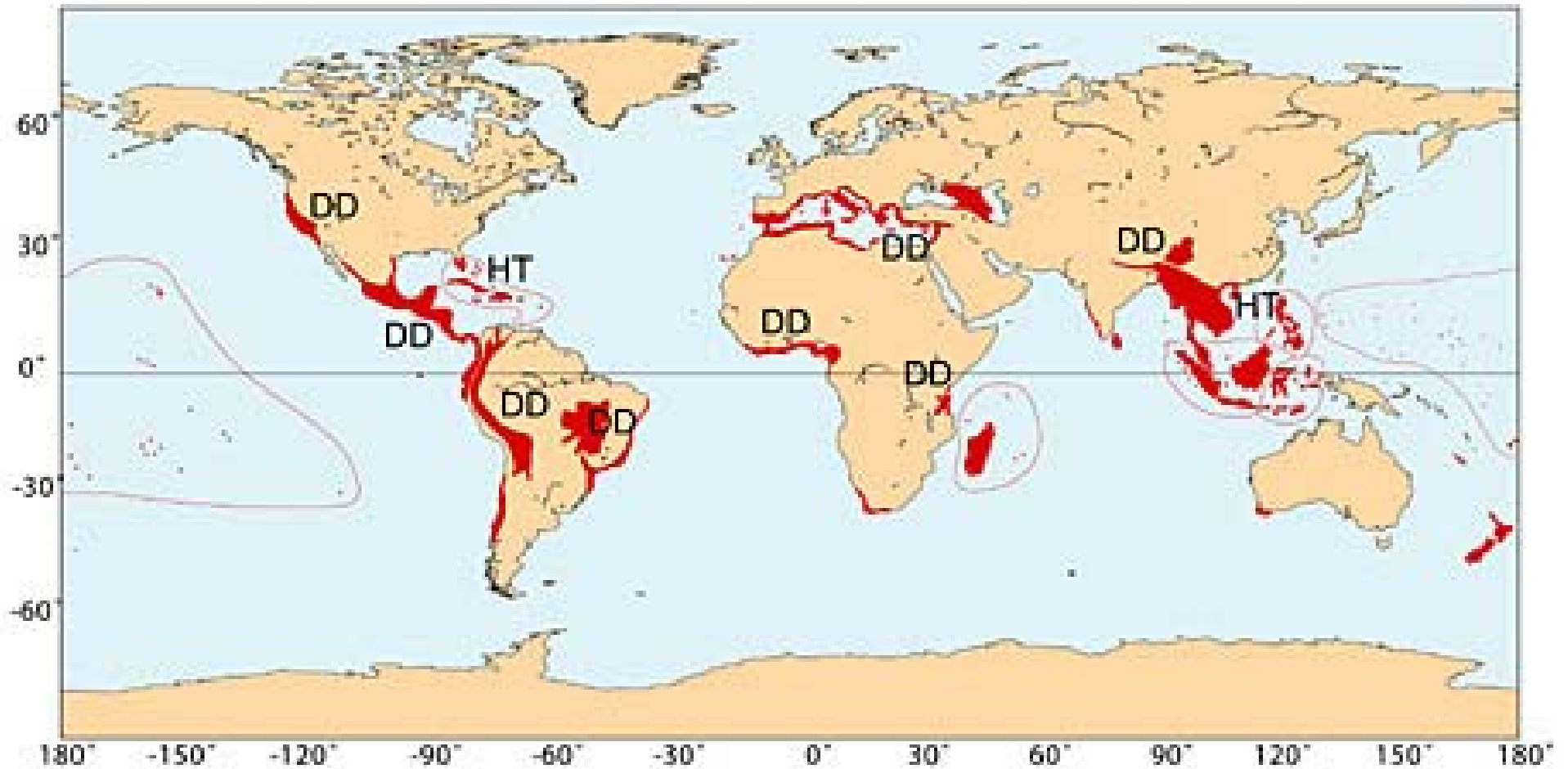
	1600'den bu yana yok oluğu	Tehdit altında
Mollusklar	191	-
Kuşlar	115	862
Memeliler	58	533
Diğer hayvanlar	120	4.000
Bitkiler	654	26.000

Yok oluğu saptamak zor olduğundan gerçek rakamlar daha yüksektir.

Yok oluşun nedenleri



Yeryüzündeki 25 “sıcak noktaları (hotspot)”



Myers et al. *Nature*, 403:853-858, 2000

Yok oluşun nedenleri

- Habitat kaybı (%86)
- Habitat kalitesindeki değişme
- Habitat parçalanması
- Populasyonlara insan müdahalesi (%44)
- Biyotik çevredeki değişmeler (%45)
- İklim değişimleri

Parantez içindeki değerler, tehdit altında olan türlerin etkilenme yüzdeleridir.

Yok oluşun nedenleri

■ Habitat Kaybı

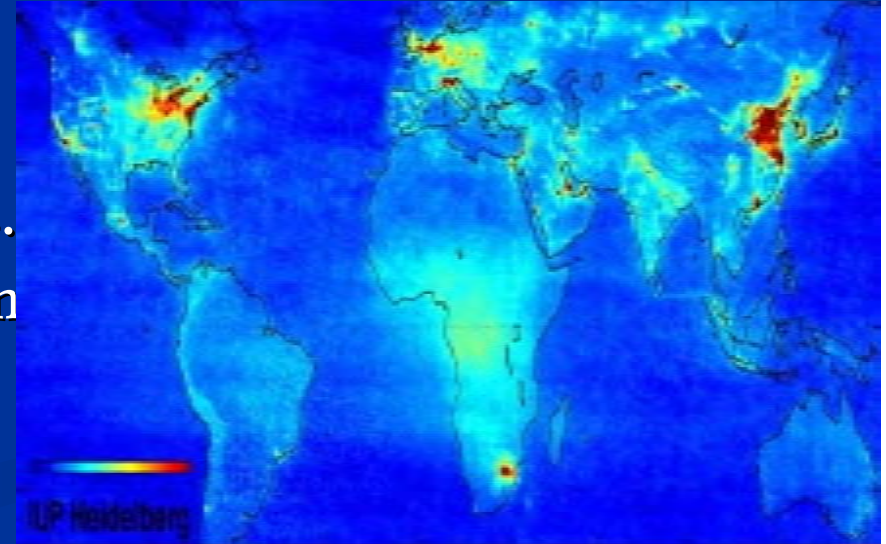
Yeryüzünün buzullarla kaplı kısmı hariç, yaklaşık yarısı insanlar tarafından modifiye edilmiştir.

→ Türler beslenme, üreme vb. alanlarını kaybetmektedir.

■ Habitat Kalitesinde değişme

Habitat kimyası

Kirlilik; pestisitler, insektisitler vs.
SO₂ ve N₂O gibi atmosfer gazlarının depozisyonu



Yok oluşun nedenleri

Populasyonlara insan etkisi

- 10.000-20.000 yıl önce büyük vücutlu Pleistosen memelilerin yok oluşu.
- Yakın geçmişte Avrupada ayı, kurt vb.
- Bugün pek çok örnek: Siyah gergedanlar, göçmen kuşlar, köpek balıkları, ...

Biyotik çevrede değişme: işgalci türler

- Habitat bozulmasından sonra yerli türlerin en büyük ikinci tehlikesi
- Polinezya adalarına sıçanlar ve memelilerin sokulmasından sonra tahmini olarak kuş türlerinin %1'i yok oldu.
- Yerli türlerle hibritleşme
- Hastalıkların girişi

Yok oluşun nedenleri

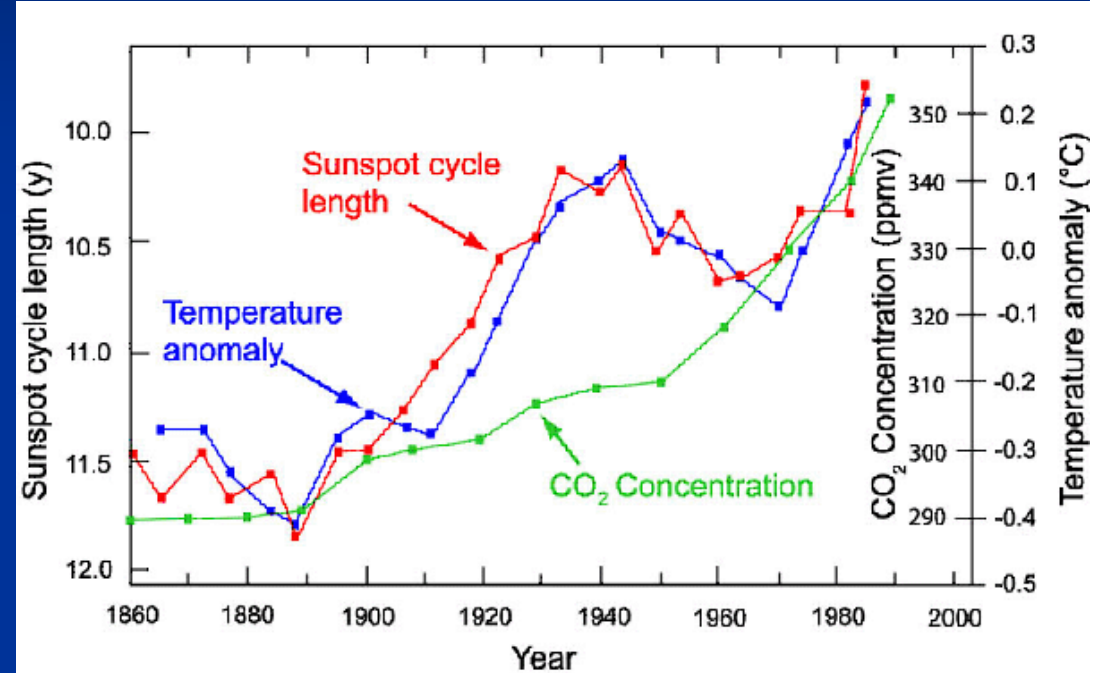
İklimdeki değişmeler

Küresel ısınma



Günümüz ve geleceğin doğal seçicisi küresel ısınma

Kutuplardaki buzulların analizinden elde edilen veriler 220 yıldan bu yana atmosferdeki CO₂ konsantrasyonunun arttığını göstermektedir. Yeryüzündeki ortalama sıcaklık artışlarının CO₂'in



1990 ve 2100 yılları arasında yüzey sıcaklığının 1.1-6.4 °C artacağı tahmin edilmektedir. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)

Küresel iklim değişimine genetik tepki

Global ısınma beraberinde akla pek çok soru getirmektedir.

- Doğal seçimle evrim yeryüzündeki adaptasyonun ana kaynağı ise, küresel iklim değişimin sonucu yaşamın hızla evrimleşerek değişen çevre koşullarına uyum sağlayacağını bekleyebilir miyiz?

a1

Bu soruyu yanıtlamak koruma biyologları için kritiktir ve alanlarının pratik uygulamalarını araştıran evrimsel biyologlar için anahtar bir sorudur. Bu soru zamnasal olarak iki nedenden dolayı önemlidir; (1) Son zamanlarda pek çok çalışma değişen iklim koşullarına pek çok ekolojik tepkiyi ortaya koymuştur. (2) Her ne kadar evrim insanın yaşam süresinden çok daha uzun bir süreçse de, mevcut bulgular evrimin bazen çok hızlı gerçekleşebildiğini göstermiştir.

admin; 29.04.2007

Küresel iklim değişimine genetik tepki

- İklımsel değışmelere bağılı olarak fizyoloji ve davranıştaki değışmeler fenolojide değışmelere yol açtığına hiç şüphe yoktur. Fenoloji populasyonların adaptasyonunda kilit rol oynar.

Fenoloji

- “Bitki ve hayvanların aktivitelerinin mevsimsel zamanlaması” olarak ifade edilebilir. Örneğin, çiçek açma, göç, yumurta bırakma, doğum vs.
- Organizmaların fenolojisi; çevresel koşullara uyumları ve bireylerin uyum gücünü (fitness) en üst düzeye çıkarmak için doğal seçimle evrimleşmişlerdir.
- Örneğin kuşların erken ya da geç göçleri üreme ve beslenmelerini sekteye uğratabilir. Benzer şekilde bitki türlerinin büyüme ve çiçek açma sezonları, bitkilerin populasyon dinamikleri üzerine çok derin etkilere

Fenoloji

- İklimdeki değişimleri durumunda bitki ve hayvan popülasyonlarının varlıklarını devam ettirebilmeleri için fenolojileri değişmek zorundadır.
- Mevcut popülasyonların hızlı çevresel değişimlere uyum sağlayıp sağlayamayacaklarını tahmin etmek için fenolojik değişimlerin mekanizmasını anlamak gerekir.

Fenolojik değişim

- Hayvanların fenolojisi büyük çapta hormonlarca belirlenir.
- Bitkilerin fenolojik değişim mekanizmaları ise farklıdır ve daha çok doğrudan çevresel değişmelere bağlıdır.

Fenolojik değişim mekanizmaları

Fenolojik değişmelerden sorumlu mekanizmalar potansiyel olarak ikiye ayrılabilir;

1. **Fenotipik esneklik (plastisite)** (bireylerdeki değişmeler); bireylerin kısa süreli çevresel değişmelere uyumlarını sağlar. a2
2. **Evrım** (nesiller boyunca gen sıklığındaki değişmeler); fenotipteki kalıcı değişmelerle popülasyonların uzun süreli çevresel değişmelerle baş etmesini sağlar.

a2

Çevre şartlarında uzun süreli yönlü değişimler olduğunda, evrimsel uyum doğal populasyonların uzun süreli direnmeleri için esastır. Hiç bir populasyonbu değişmelere mükemmel uyum sağlayamaz. Populasyonlar şayet adaptif evrimin hızı en azından çevresel değişim hızına uyarsa direnebilirler.

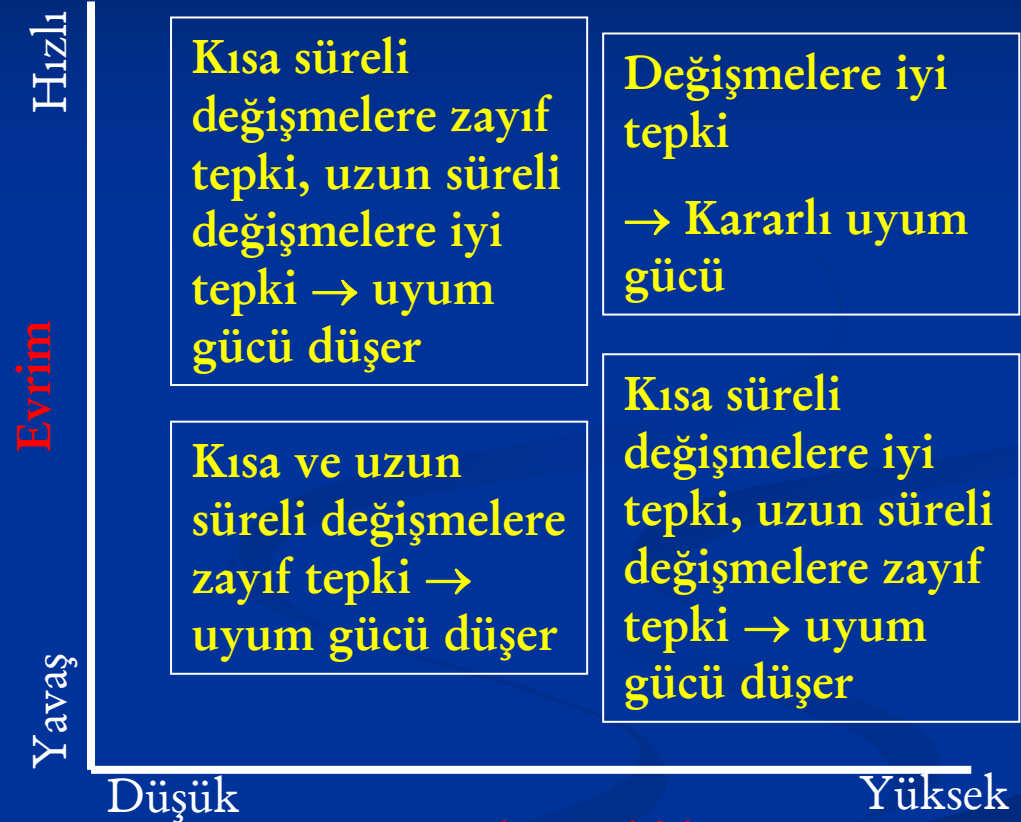
admin; 29.04.2007

Fenolojik değişim mekanizmaları

- Kantitatif bir karakterin değişen çevre koşullarına seçim ile evrimsel uyumu için gerekli koşul kalıtılabilir varyasyonun varlığıdır.
- Önemli derecede genetik varyasyon düzeyleri (heritabilite: h^2) pek çok organizmada çok sayıda özellik için saptanmıştır. Bu da pek çok özelliğin değişen çevre koşullarına evrimsel olarak uyum sağlayacağına dair potansiyeli olduğunu gösterir.

Fenolojik değişimin tahmini

Bir populasyonun fenolojisinin çevresel değişmelere tepkisinin nasıl olacağını tahmin etmek için, populasyondaki fenotipik esnekliğin derecesi ve populasyonun evrilme hızının bilinmesi gerekir.



Fenotipik esnekliğin derecesi ve evrimin hızına bağlı olarak iklimsel değişmelere organizmanın fenotipik tepkisi tahmin edilerek iyimser ya da kötümser senaryolar yazabiliriz.

Meta analizler: global iklim değişimin etkileri

- Çalışılan 1598 türden yarısından fazlası (%59) son 20-140 yılda fenolojileri ve/veya dağılımlarında ölçülebilir değişimler geçirdiğini göstermiştir. Bu değişimlerin rastlantısal olmadığı ve açıkça iklimdeki değişimlere paralel idi.
- Kuzey yarım kürede kuzey ve yükseltideki yayılım sınırlarının kuzeye 6.1 km ve yükseğe 6.1 m genişlediğini göstermiştir.
- Fenolojik tepkilerin kantitatif analizleri tüm türler için on yılda ortalama öne ilerleme 2.3 gün ve önemli değişimler gösteren türlerde ise 5.1 gün olarak hesaplanmıştır.

Fenolojide gözlenen değişimler

- **Kültür bitkilerinin** hasat zamanı
- **Bitkilerin** fotosentetik aktivitelerinden dolayı büyüme mevsimlerinde uzama. Özellikle kuzey yarımkürede.
- Altı Ithaca **kurbağa** türünün 1900-1912 ile 1990-1999 yıllarındaki verileri kritik dönemlerde sıcaklıkta 1-2.3 °C' lik bir artış ve buna paralel üreme döneminde 10-13 gün öne çekilme olduğunu göstermiştir.
- **Kelebekler** de ilk görünmeleri California'da 31 yıllık bir zaman diliminde 24 gün önce olduğunu göstermiştir.

Ya uyum sağlaya mayanlar oldu mu?

- Pek çok tür bu iklimsel değişmelere uyum sağlayamamış ya da yakın gelecekte risk altındadır.
- Kostarika'da yağmur ormanlarındaki pek çok dağ kurbağalarının bazılarının populasyonlarının küçüldüğü ve de yok olduğu görülmüştür.
- Orta ve Güney Amerika'daki kurbağaların son 20-30 yılda %67'sinin yok yok olduğu saptanmıştır.

Örnek bir çalışma: kızıl sincap

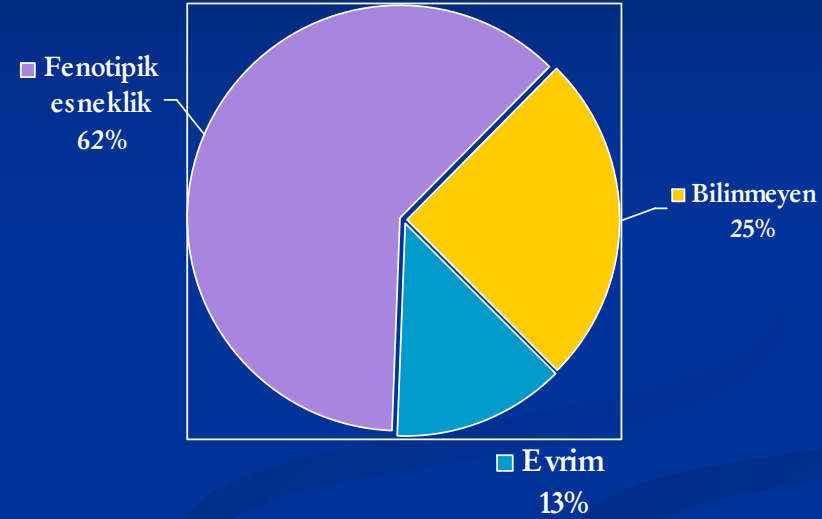
- Kanda'daki kızıl sincabın 1989-2002 yıllarında 325 dişinin ortalama doğum zamanı incelenmiştir. Bölgedeki ilkbahar sıcaklık artışı yaklaşık 2 °C artış göstermiştir.
- On yıllık bir süre zarfında dişilerin ortalama yaşam süresi doğum zamanı 18 gün kadar ilerlemiştir. Bu da onlara kış ve sonraki üreme için daha fazla çam kozalağı toplamalarını sağlamıştır.



Bu uyum acaba dişilerin değişen çevreye doğrudan tepki olarak fenotipik esnekliklerinden mi, doğal seçilimle mikroevrimsel bir uyumdan mı ya da her ikisinden de mi kaynaklandı?

Hangisi?

- Doğum zamanı için bireysel genlerin birlikte eklemeli alelleri Sınırlı Maksimum-Olasılık (REML) analizini kullanarak hesaplanmıştır. Sonuç:



➔ Görüldüğü gibi, çevresel değişmelere maruz kalan doğal bir popülasyonun devamlılığı, yeni seçim baskılarına tepki gösterme yeteneklerine bağlıdır.

Sonuç: Fenotipik esneklik ve mikroevrimsel değişimler on yıllık bir zaman diliminde çevresel şartlardaki hızlı değişmelere kızıl sincap popülasyonunun uyum sağlayarak varlıklarını sürdürmelerine olanak vermiştir.

Bir türün çok hızlı bir şekilde evrimleşme yeteneğini etkileyen ana faktörler nelerdir?

Yanıt: uyum gücüyle ilişkili ya da ekolojik olarak önemli özelliklerin genetik çeşitliliğidir.

Uygun olmayan ve stresli koşullar altında ölçülen özelliklerin genetik varyansı, uygun koşullarda olanlardan daha yüksektir. Bunun nedeni çevresel koşullara bağlı olarak genlerin diferansiyel ekspresyonudur. Bu da küresel ısınmanın popülasyonların özelliklerinde hızlı değişmelere yol açabileceğini göstermektedir.

Bir türün çok hızlı bir şekilde evrimleşme yeteneğini etkileyen ana faktörler nelerdir?

Yanıt:

- Fenotipik esneklik populasyonların çevresel değişmelere tepkisinde önemli rol oynar.
- Fenotipik esneklik değişen çevre koşullarında populasyonlara sabit bir uyum gücü sağladığı için uyumsal (adaptif) olduğu söylenebilir.
- Fenotipik esnekliğin değişen çevre koşullarına olan uyum yeteneği, geçmişte populasyonların maruz kaldığı benzer çevresel baskılara olan tepki ile evrimleşmiştir.
- Fenotipik esneklik bir özelliğin üzerine seçim baskısını azaltır ya da artırabilir. Sincap örneğinde çevresel değişime tepki doğum zamanının değişmesine yol açtığı için seçim baskısı azalmıştır.

Türün nesil verme süresi evrimleşme potansiyelinde önemli bir faktör müdür?

Yanıt: Evet

Mikroevrimsel değişimler nesiller boyunca meydana gelir. Yani bir nesilden diğerine alel çeşitleri ve sıklıklarındaki değişimler ile gerçekleşir. Bu nedenle erken eşeysel olgunluğa ulaşan ve nesil verme süresi kısa olan türlerin değişen çevresel koşullara uyumu daha hızlıdır. Bu nedendir ki büyük memelilerin diğer türlerden daha yüksek risk grubudur.

Şayet efektif populasyon büyüklüğü küçük ve çevresel değişimler çok büyükse, adaptasyonun hızı yeterli olmayabilir ve populasyon yok olmanın kritik eşiğine gelebilir. Populasyonun direnme olasılığı büyüme kapasitesine bağlıdır. Nesil verme süresi olan büyük vücutlu türler populasyon büyümesi için düşük kapasiteye sahip olduklarından özellikle yok olmaya duyarlıdırlar.

Kurser ısınma populasyonlar üzerine ne tür yeni seçici bakılar yapması beklenir mi?

Yanıt: hem biyotik faktörlerin değişmesiyle doğrudan hem de rekabet, predasyon, parazitizm, mutualizm vb baskılarla dolaylı.

Çevresel koşullardaki değişmeler fenotip ve uyum gücü arasındaki ilişkiyi etkilediği zaman yeni seçici baskılar oluşur. Bu seçici baskı iklimdeki değişmelerle çok daha hızlı olacağına şüphe yoktur.

Kuzey enlemlere türlerin göç hızındaki artışa bağlı olarak yeni avcılar, avlar, parazitler ve rekabetçiler arktik türlerle temasa gelecektir. Bu nedenle kuzey enlemlerde besin ağı gelecekte iklimsel değişmelerle değişecektir.

Güney populasyonlardan gen akışı soydışı üreme (outbreeding) depresyonu ile bazı lokal olarak adapte olan populasyonların uyum gücünü düşürebilir.

Evrimsel değişimi ölçmek/tahmin etmek için ne gibi bilgilere ihtiyacımız

Yanıt: Birinin diğeri ile ilişkisi bilinen pek çok bireye ait fenotipik özelliklerle ilgili uzun süreli veri setlerine gereksinim vardır.

Sinkronik yaklaşım: aynı atasal popülasyonlardan zaman içinde farklılaşan popülasyonların fenotipik özellikleri karşılaştırılabilir.

Allokronik yaklaşım: Bir popülasyonun uzun süreli incelenmesi mikroevrimsel değişmeleri gösterebilir.

Bu sayede iklimsel değişmelere paralel olarak bir fenotipin evrimi arasında bir paralellik saptanabilir.

Bu yaklaşım sayesinde popülasyonlar arasında farklılaşma hızının tahmin edilmesi mümkün olabilir.

Fenotipik düzeyde popülasyonların incelenmesi iklimsel değişmelere müteakip popülasyonların devamlılığı hakkında çok yararlı bilgiler sağlayabilecektir.

İklimsel değişmelere genetik tepkiyi saptamak

Atasal DNA ve Filokronoloji

- Filocoğrafya tür içi ve türler arasındaki genetik çeşitliliğin dağılımını anlamamızı sağlar.
- Fakat filocoğrafya bir lokalitedeki genetik çeşitliliğin ekolojik olarak önemli bir zaman periyodundaki değişimine doğrudan deneysel kanıtlar sağlayamaz.
- Bu amaçla en iyi yaklaşım atasal konumunda olan fosillerden **atasal (aDNA)**'yı incelemektir.

Atasal DNA ve Filokronoloji

- Bu amaçla Wyoming's Yellowstone National Parktaki (Montane) iki memeli türünün (Tarla faresi, *Microtus montanus* ve Avutlaklı fare, *Thomomys talpoides*) zamanla değişen çevresel koşullara paralel olarak evrimi 3.000 yıllık fosillerden elde edilen aDNA ile günümüz populasyonlarının DNA'larına dayanarak araştırılmıştır. Bu yaklaşım “**filokronoloji**” olarak bilinir.
- Araştırmacılar özellikle Geç Holosen Ortaçağ Sıcak Periyodu'nun (M.Ö. 1.150-650) ve Küçük Buzul Döneminin (M.Ö. 650-50) evrimsel etkilerini ortaya koymayı amaçlamışlardır.



Thomomys talpoides



Microtus montanus

Atasal DNA ve Filokronoloji

- Araştırmacılar bu iki tür nemli habitatları tercih ettiklerinden bu sıcak periyodun populasyonlarda bir düşüşe ve küçük buzul dönemde ise bir atışa yol açması gerektiğini ileri sürmüşlerdir.

Tahmin edildiği gibi;

- Fosil sıklığı analizi sıcak periyodun tarla faresi populasyonunda %40 ve avutlaklı fare populasyonunda ise %50 bir küçülme olduğunu saptamışlardır.
- Küçük buzul dönemde ise populasyonda önemli bir büyüme saptanmıştır.

Bulgular populasyon büyüklüğü ile iklim arasında

Bu populasyonlar global ısınma ve soğumaya genetik olarak nasıl tepki vermişlerdir?

Evrimsel bir süreç olarak, populasyon küçülmeleri genetik sürüklenme sonucu genetik çeşitliliğinin azalmasına yol açması beklenir.

- aDNA ve günümüz populasyonlarından elde edilen DNA verileri, Avutlaklı fare populasyonunun küresel sıcaklık artışına bağlı olarak küçüldüğünü ve sonucunda da genetik çeşitliliğinin azalmasını yol açtığını göstermiştir. Bunun nedeni çok fazla yayılmayan ve bir bölgeye bağlı yaşamalarından kaynaklandığı ileri sürülmüştür.
- Tarla faresi populasyonu bir küçülme geçirmiş olmasına karşı, genetik çeşitliliğinde bir azalma göstermemiştir. Bunun nedeni ise tarla faresinin sürekli diğer kolonilerden bireyle çiftleşme davranışından

SONUÇ!

ARTIK TARTIŞMA
EVRİMİN OLUP
OLMADIĞININ ÇOK
ÖTESİNDEDİR. EVRİM
BİLİMCİLERİN
ANLATAMAYA
ÇALIŞIPTA
ANALATAMADIĞINI
DOĞA ÇOK BÜYÜK BİR
BEDEL ÖDETEREK
ANLATIYOR VE ÇOK
DAHA İYİ ANALATMAYA
DA DEVAM EDECEĞİ
APACIK ORTADIR.



TEŞEKKÜR EDERİM...