



BİLİMKURGU MU GERÇEK Mİ?

Özellikle bilimkurgu filmlerinde sıkça rastlarız: inanılmaz makinelerle dolu bir laboratuvar da gizli gizli insanüstü deneyler yapılır. Bilim adamları, genellikle insan ve böcek gibi birbirinden çok uzak iki farklı tür arasında ilişkiler kurmaya çalışır. Bir dizi deney sonucunda ortaya "yaratıklar" çıkar. Bilimkurgu hayranları için bu sahne kolay canlanmıştır. Karıştırılmış türler sonucunda ortaya çıkan bu film "yaratığı" ürkütücü olsa da, doğada meydana gelen "aykırı" birleşme, çok daha hafif farklılıklarla atlatılıyor. Elbette, bu birleşmeler birbiriyle çok daha yakın akraba türler arasında gerçekleşiyor. Zaten bilimkurgu melezlerini yalnızca filmlerde ya da ressamaların resimlerinde görmemizin nedeni de bu...

"Bir posta güverciniyle bir ağaçkakanı çiftleştirebilseydik, ortaya ne çıkar?" Menno Schilthuis, *Natural History* dergisinde yayımladığı incelemesinde, konuya bu soruyla başlıyor. Bilimkurgunun da odağına yerleşmeyi başaran melezleşme, içinde bulunduğumuz genetik çağında oldukça popüler bir konu. Melezleşme, aynı zamanda türleşmenin ilk basamaklarını oluşturuyor. Türleşmenin oluşması için öncelikle iki popülasyon arasında gen akışının aşırı derecede azalması ya da durması gerekir. Fiziksel izolasyon, gen akışını durduran önemli bir bariyer. Ve kuşkusuz türleşme sürecinin ikinci basamağı olan genetik ve ekolojik farklılaşmayı başlatan önemli bir tetikleyici. Buna neden olan coğrafi mekanizmalar, dağların yükselmesi ya da ormanlık alanların bölünmesi gibi yavaş süreçler olabildiği gibi, yanar-

dağ patlaması gibi hızlı süreçler de olabilir. Birbirinden ayrılan popülasyonlardan biri yeni bir çevreye yerleştiği zaman, doğal seçim de farklılaşmada etkili olur. Yakın zamanda izole olmuş popülasyonlar, yani dış etkiler nedeniyle birbirinden uzaklaşarak farklılaşmış türler, tekrar temasa geçer ve aralarında çiftleşme şansı bulurlarsa türleşme yolunda bir üçüncü basamak doğar. İşte, farklı iki tür olarak ayrılan bu türlerin çiftleşmesine melezleşme (hibritleşme) deniyor. Melezleşme, pek çok farklı sonuç ortaya çıkarabiliyor. Bu sonuçlar, melez (hibrit) bireylerin göreceli uyum güçlerine bağlı. Örneğin, melezlerin uyum gücü atasal formlara göre daha düşükse, yeneden soya yönelme oluyor ve popülasyonlar arasındaki farklılaşma artıyor; atasal formlardakine eşitse popülasyonlar arasındaki farklılıklar azal-

yor; atasal formlara göre yüksekse daha kararlı melezler ya da yeni bir tür oluşabiliyor. Yani, melezleşme, yeni bir türün oluşumuna yol açabiliyorken, tam tersine boşa harcanmış bir zaman da olabiliyor.

Tarihte Melezler

Yazının henüz başındayken, yapılmış ilk genetik mühendislik deneyinden bahsetmek güzel olabilir. Aslında bu deney bir "hiç"le sonuçlansa da genetik çalışmalarında "komikler" sıralamasında birincilik ödülü alabilir. Rus bilimadamı George D. Karpechenko'nun yaptığı bu çalışmanın amacı, yeni bir tür elde etmek. Karpechenko, laboratuvar ortamında lahana ve turpu çaprazlayarak lahana yapraklı ve turp köklü, yeni ve daha işlevli bir bitki elde etmek istemiş. Deney sonucun-



Kırmızı Ördek (*Oxyura jamaicensis*)



Dikkuyruk (*Oxyura leucocephala*)

da, doğada uyum sağlayamayacak olsa da, bu iki türün karışımı olan bir bitki ortaya çıkmış. Ne var ki, sonuç beklenenden oldukça farklı: Yeni bitkinin kökleri lahana, yapraklarıysa turpunki gibi ve oldukça kullanışsız. Elbette bu bitkinin doğada kendine bir yer edinmesi mümkün olmamış.

Farklı türlerin çiftleşmesi dediğimizde, çoğumuzun aklına eşekler ve atların çiftleşmesinden ortaya çıkan katırlar gelir. Katırların kısır olduğunu hepimiz biliriz. Bu da, aslında melezleşmenin iyi bir şey olmadığı fikrini uyandırır bizde. Zaten uzun yıllar boyunca da, melezleşme kötü şöhretiyle anılmıştır. İsmi kökenine indiğimizde bile bunu anlayabiliriz. Melez Latince bir isim olan "hybrida"dan gelir. Hybrida'ysa Yunanca bir sözcük olan "hubris"den gelir: "tanrıya karşı küstahlık". Yeni yeni bazı yerlerde kabul görmeye başlasa da halen bazı bilim adamları, tüm canlıların bir "öz"ü olduğunu ve bu özün, ancak türlerin kendi aralarında çiftleşmesiyle korunabileceğini savunuyorlar. Ve elbette, türlerin de tercihlerini bu yönde kullandıklarını.

Sorunlar Bitiyor...

Melezlerin oluşumunda sorun, doğumdan önce ortaya çıkıyor. Melez embriyoda atasal türlerden birinin genetik buyrukları, gelişen organizmayı bir yöne doğru yönlendirirken, öteki bunun tam tersini yapabiliyor. Çoğunlukla bu genetik buyruklar birbirine uymadığı için, organizmanın gelişmesi duruyor. İki türün gen buyrukları arasındaki uyumsuzluk çok önemli değilse, melez için bir şans doğuyor. Melez, iki atasal tür arasında bir yerde ortaya çıkıyor. Örneğin, Yunan topraklarında

yaşayan bir salyangoz türü *Albinaria spratti*'nin kabuğunda kaba, dalgali damarlar oluyor, ancak yine aynı yerde yaşayan başka bir salyangoz türü olan *A. hippolyti*, düz ve ipliksi çizgilere sahip. Bu iki türün melezিয়ে, ne ince ne kaba, hafif dalgali damarlara sahip. Bu durum melez bireyler için bir sakınca doğurmuyor ve yaşamlarını bu şekilde sürdürebiliyorlar.

Ancak, çoğu zaman melezleşme çok daha kötü sonlanabiliyor. Hatta hayvanlarda, melezler çoğunlukla bir süre sonra doğadan eleniyorlar. Doğu Avrupa'da yaşayan bir kurbağa türü *Bombina bombina* (kırmızı kurbağa) ve batı ve güney Avrupa'da, Macaristan dağları, Polonya ve Slovakya'da yaşayan yakın akrabası bir başka kurbağa türü *Bombina variegata* (sarı karınlı kurbağa) buna iyi bir örnek. Bu iki tür melezleşiyor; ancak melezleri pek çok eksikle yaşıyor. Hatta çoğu, embriyonik dönemde ölüyor. İribaş haline ulaştıklarındaysa ağızları biçimsiz bir yapıda oluyor ve beslenmeleri eksik kalıyor. Olgunlaştıklarında, iskelet yapılarında anormallikler oluşuyor. Kaburga kemikleri omurgayla birleşiyor, omurga sayısı eksiliyor ve kuyruk sokumunda asimetrikler oluşuyor. Bu melezler çoğunlukla eleniyorlar. Eleme çevresel etkilerle değil, canlının kendi içsel çevresinde gerçekleşiyor.

Her zaman melez bireyler için kötü bir son doğurmasa da, melezleşmenin bazı durumlarda çeşitliliği yok edici etkisi de olabiliyor. Türkiye'de, özellikle Burdur'da adına her yıl şenlikler düzenlenen dikkuyruk ördeği'nin (*Oxyura leucocephala*) Avrupa'daki popülasyonu bu durumdan oldukça sıkıntılı. 1950 yılında, dikkuyruğun Kuzey Amerika'dan İngiltere'ye getirilen yakın akrabası kırmızı ördek (*Oxyura ja-*

maicensis), burada hızla yayılmaya başladı. Daha serbest çiftleşme davranışlarına sahip olan bu ördek, bir süre sonra dikkuyrukla çiftleşerek zaten soyu tükenmekte olan bu tür için büyük bir tehlike oluşturdu. Son 10 yıldır bu türün popülasyonunda oldukça büyük bir düşüş gözleniyor.

Neden Kötü Sonlanıyor?

Melezler üzerinde etkili olan eleme mekanizmalarının, bazı türlerde "genetik parazitler" olduğu söyleniyor. DNA'nın bu uzantıları "gezgin genetik elementler" olarak geçiyor. Bu DNA parçaları kromozomlardan kopup rastgele başka bir yere kaynayabiliyorlar. Yeni birey için bu elementler zararlı; çünkü kendilerini kopyalayıp önemli bir genin tam ortasına yerleşmeleri halinde, o genin yerine getireceği görevi engelliyorlar. Ancak, bazı organizmalar bu genetik elementlere karşı bir savunma sistemi geliştirmişler. Çoğalma sırasında - ki bu süreç gezgin elementlerin en etkin oldukları zaman - bu organizmalar, yumurta hücrelerine henüz ne olduğu tam olarak anlaşılamamış bir madde salıyorlar. Salınan madde, hücreyi zararlı olan bu elementlerden temizliyor.

Melezler, farklı iki türden bireylerin çiftleşmesiyle meydana geldikleri için, bu elementlerin verebileceği hasarlara daha açık oluyorlar. Eğer babadan gelen genetik aktarımlar bu hareketli elementleri içeriyorsa ve annenin ait olduğu tür buna hiç maruz kalmamışsa, melez yumurta hücresi buna karşı bir savunma geliştiremez. Bu olay, melezleşmedeki sorunlara bütünüyle bir açıklama getirmese de, nedenlerden biri gözüyle bakılıyor.

Melezler kendi aralarında ya da



atasal türlerden biriyle çiftleşecek kadar uzun yaşasalar da, bu sorun artarak sürecek. Atasal türlerin her ikisi de, çevresel etkilere karşı sivri dikenleri ya da kötü koku gibi savunma mekanizmalarını harekete geçiren donanım, gen yapıları sayesinde sahip bulunurlar. Her yeni melez nesliyle bu yapı bozulur. Her iki atasal türden eksik gelen savunma sistemiyse, düşman karşısında parçaları eksik, işlevsiz iki tüfeğe sahip olmaktan farksızdır. Buna verilebilecek en güzel örnek, kavağağacı melezleri.

ABD'deki Rocky dağlarından başlayan ve Utah, Colorado, Arizona ve New Mexico'ya doğru akan Utah nehri boyunca bulunan alanda birkaç tür kavakağacı melezi bulunuyor. 1989 yılında yapılan bir araştırmaya göre, bu alandaki melez türler, bir tür yaprak biti olan *Pemphigus betae*'nin saldırısına daha çok maruz kalıyorlardı. Baharın başlarında, melezlerin yapraklarında keseler oluşturarak bu keselerin içinde yaşayıp çiftleşen böcekler, ağacın özsuysundan besleniyorlar. Yakınlarda yapılan bazı çalışmaların sonuçları, yaprak bitlerinin bu melezler üzerinde 8-119 kat daha kalabalık olduklarını gösteriyor. Yani, atasal formlar bu böceklerle karşı kendi savunma sistemlerine sahipken, melezlerde bu sistemler bozuluyor. Bu durumda, gerekli gen yapılarına sahip olmayan melezler, bunun gibi dış etkilere karşı bir savunma sistemi geliştiremiyorlar.

Bitkilerde Durum Daha Farklı...

Peki, bunca olumsuzluğa karşın, doğa neden melezlere karşı daha etkili bir eleme yapmıyor? Aslında melezleşme-

de, şu ana kadar oldukça kabarık bir listeyi dolduran ciddi sorunların yanında, son zamanlarda elde edilen bulgular, melezlerin yaşam koşullarıyla mücadelede daha başarılı olduklarını öne sürüyor. Neden olmasın? Düşünün ki iki farklı türden gelen gen takımlarının birleşmesiyle, bu iki türe ait özellikler tek bir bireyde toplanabilir. Bunun da, oluşan yeni birey için önemli bir üstünlük sağlayacağı açık. Elbette, gen takımlarının bölük pörçük değil, tam olarak gelmesi gerek. Bu durumda, iki farklı türün özelliklerini üzerinde taşıyan melez, bu kez doğal seçimle elenen değil, "seçilen" olacaktır. Ama bütün bunlar işlerin tıkrında gitmesi, yani gen takımlarının birbirleriyle uyumlu olmaları halinde mümkün. İşler sarpa sararsa, yani gen takımlarında uyumsuzluklar ortaya çıkarsa doğal seçimle melezlerin "seçilmesi" oldukça zor!

Bu kadar engel karşısında, melezlerin doğada pek de barınmadıklarını düşünmek çok doğal. Ancak, bilimadamları bunca olumsuzluğa karşın doğada ellerini attıkları hemen hemen her alanda melezlerle karşılaşılıyor. Doğada bitkilerde %20'nin üzerinde melez olduğu kesin. Hatta, bitki türlerinin %5-10'luk bir kısmının bu yolla

evrimleşmiş olabileceği de düşünülüyor. Yalnızca bitkilerde değil, hayvanlarda da melezleşme oldukça yaygın, üstelik küçümsenecek gibi de değil. Örneğin, yapılan araştırmalarda, dünyadaki kuş türlerinin %10'unun da düzenli olarak melezleştikleri gözlenmiş. Ancak, sonuçların pek parlak olmadığını söylemek yanlış olmaz; hayvanlarda melezlerin yaşam şansı ne yazık ki bitkilerdeki kadar yüksek değil.

Peki neden bitkiler melezleşmeye daha uygun canlılar? Aslında bunu anlamamanın en kolay yolu, yapılarına bakmak. Hayvanlar hareketli ve bundan dolayı çok daha dışa bağımlı canlılar. Fakat bitkiler, sabit ve fazla dışa bağımlı olmadıkları için elenme yerine seçilmeleri çok daha olası. Buna uyan en güzel örneklerden biri *Tragopogon mirus* adlı bir teke sakalı bitkisi. Bu bitkinin yaşam öyküsüne bir göz atalım.

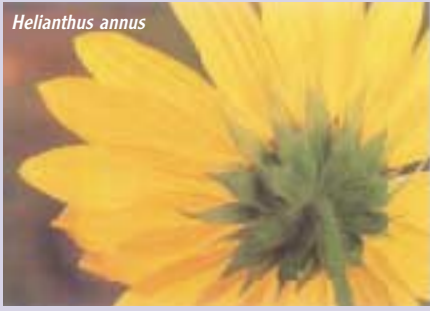
Geçen yüzyılın başlarında, iki tür teke sakalı bitkisi *Tragopogon dubis* ve *T. porrifolius*, Avrupa'dan ABD'nin doğusuna getirilmiş. Kısa bir sürede, bu bitkiler oldukça geniş bir alana yayılmışlar. 1949 yılında, Washington Eyalet Üniversitesi'nden bitki bilimci Marion Ownbey bu iki bitkinin çaprazlanmasıyla oluşan 59 adet meleze rast-

lamış. Kromozom sayılarının ikiye katlanmasından dolayı bu melezler atasal türlerle çaprazlaşamıyorlar; yalnızca kendi aralarında çaprazlaşıyorlar. Bu melezler 1990 yılından başlayarak, alanda sayıca hızlı bir biçimde artmaya başlıyorlar ve bir anlamda kendi imparatorluklarını kuruyorlar. Elbette bu, yeni bir türün doğuşuna sahne olmuş: *Tragopogon mirus*.

Yeni bir tür oluşumuna güzel bir örnek olan bu

Melez kavak ağaçları atasal türlere göre, yaprak bitinin saldırısına daha açıktır.





Loren Rieseberg ve ekibi tarafından 1996 yılında tek yıllık (bir yıl yaşayan) üç farklı ayçiçeği türüyle yapılan melezleştirme deneyi, türleşmeyle sonuçlanan doğal bir melezleşmenin tekrarı gibiydi. Kromozom ve morfoloji temel alınarak yapılan çalışmalara dayanarak, ABD'nin güneybatısında yetişen üç ayçiçeği türü, *Helianthus annuus*, *H. petiolaris* ve *H. Anomalous*'un, birbirleriyle akraba oldukları ve *H. anomalus* türünün, *H. annuus* ve *H. petiolaris* türlerinin melezleşmesi sonucunda ortaya çıktığı uzun zamandır düşünülüyordu. Bu hipotezi sınamak için, Rieseberg ve ekibi, bu üç tür üzerinde genetik çalışmalar yaptı. Sonuçlar çok çarpıcı oldu: Birbirinden bağımsız olarak türetilen üç deneysel melez grubuyla doğal melez arasındaki benzerlikler çoktu. Daha doğrusu neredeyse tümüyle aynıydılar. Bu çalışma, yakın zamanda ayrılmış popülasyonlar arasında meydana gelen ikinci bir temas ve gen akışının, üçüncü ve yeni bir türün ortaya çıkmasıyla sonuçlanabileceği düşüncesini doğrulamış oldu.

türle ilgili çalışmada dikkat çeken önemli bir gelişme de, bu türün atasal iki türün yaşam alanlarından uzaklaşarak yeni bir yaşam alanına yayılması. *T. porrifolius* nemli ve gölgelik bölgeleri tercih ederken, *T. dubius* kuru ve güneşli yerlerde yaşıyor. Oysa oluşan bu yeni melez tür, ne nemli, ne kuru, ne gölgeli, ne güneşli, orta karar alanları kendine mesken edinmiş. Yukarıda anlattığımız onca olumsuzluğa karşın, kapılar yeni bir tür oluşumuna açılabilir. Son yıllarda yapılan buna benzer başka çalışmalar da bu bulguları destekliyor. Yapılan çalışmalar, türlerarası melezleşmenin bitkilerde evrimsel yeniliklerin en önemli kaynağı olduğunu doğruluyor. Yeni oluş-

muş habitatlarda, melez döller her iki ana popülasyondaki bireylerden daha yüksek bir uyum gücüne sahip olabiliyorlar.

İçinde bulunduğumuz genetik çağında, melezler oldukça popüler bir yere sahip. Kökenleri melezleşmeye dayanan bitkilerin gen haritaları, hangi genlerin hangi atasal türden geldiğini açıkça ortaya koymada oldukça etkili. Örneğin melez ayçiçeği türleriyle yapılan çalışmalar, bazı gen kombinasyonlarının melezlerin yaşamlarını sürdürmelerini sağlarken, farklı kombinasyonların, melezleşmenin felakete sonlanmasına neden olduğunu ortaya koyuyor. Bu, neden bazı melezlerin başarılı, bazılarının başarısız oldu-

ğunu ve neden bazı melezlerin kısır olduklarını açıklamaya yardımcı oluyor.

Tüm bunlar aslında, yeni tür oluşumunun, yani evrimin en azından bir bölümünün açıklayıcısı. Evrimin babası olan Darwin aslında "türlerin kökenini" ararken yaptığı çalışmalarının büyük bir kısmını buna adanmış, ancak kafasında oluşan soruların yanıtlarını bulamamış. Bilim, o zamandan bu yana ne kadar gelişmiş de olsa, bu soruların yanıtları hâlâ yeterince açık değil. Yapılan çalışmalar da belirli ortam ve popülasyonları kapsadığından, elde edilen sonuçlar aslında oldukça göreceli olabiliyor. Doğa, melezleşme için çok fazla sınır koymuş olsa da, iddialı genetik çalışmalarının yapıldığı laboratuvarlar her geçen gün bu sınırları aza indirmeyi başarıyor gibi. Biz, bu laboratuvarlardan, yarın bir gün karışımıza bilim kurgu filmlerdeki gibi "yaratıklar" çıkıp çıkmayacağı konusunda kuşkuyu elden bırakmazken, melezler de genetik çalışmaların ilgi odağı olmayı daha uzun yıllar sürdürecektir gibi. Melezleşmenin mekanizması konusunda artan bilgilerimiz, bilimkurgu fantezilerinin de daha "akla yakın" olmasını sağlayacak gibi görünüyor. Menno Schilthuizen, *Natural History* dergisindeki incelemesinde başta sorduğu soruyu şöyle yanıtlıyor: "Getirdiği postayı vermek için kapıyı çalan bir kuş".

Banu Binbaşaran Tüysüzöğlu

Melez Bölgeler

Bazı melezler bu kadar başarılıyken, bazılarıysa neden tam aksine başarısızlar? Bilim adamları, bunun yanıtını bulmaya çalışırken, oldukça popüler olan bir yöntemse, melezlerin yaygın olarak bulundukları alanların, yani melez bölgelerin incelenmesi. Melez bölge, farklılaşmış popülasyonlar arasında çiftleşmelerin var olduğu (gözlemlendiği) ve melez döllerin yoğun olarak bulundukları bölge olarak tanımlanıyor. Evrim üzerinde deneysel araştırmalar yoğun biçimde sürerken, melez bölgeler doğal laboratuvar ortamı olarak kullanılıyor.

Şu ana kadar yüzlerce melez bölgenin varlığı biliniyor. Bu alanlar, izolasyon yoluyla ayrılarak evrimleşmiş ve tekrar bir araya gelmiş türlerin bulunduğu yerlerde oluşuyor. Örneğin, pleistosen çağında, Avrupa'nın kuzeyi buzlarla kaplandığında, burada bulunan türlerin çoğunluğunun popülasyonları daraldı ve yalnızca güneyde bulunan popülasyonlar yaşamlarını sürdürürken, kuzeydekiler, ancak buldukları buzlardan arınmış daha ılımlı alanlarda yaşayabildiler. Bu popülasyonların bir kısmı uzun süreli izolasyon sonunda farklı türlere evrimleştiler. Yaklaşık 10.000 yıl kadar önce, buzlar eridiğinde güneydeki geniş

popülasyon kuzeye doğru yayılmaya başladı ve uzun zaman önce uzaklaştıkları akrabalarıyla tekrar bir araya gelerek çiftleşmeye başladılar. Bu öykü aslında Bombina melez bölgesinin oluşum sürecini anlatıyor.

Melez bölgeler, aslında oldukça karmaşık alanlar. bu bölgelerin ilk zamanlarında, o alanda yalnızca safkan bireyler ve "birincil" melez, yani farklı iki türden safkan bireylerin çapraz dölleri bulunur. Bu birincil melezler kısır olmadıkları sürece, ya kendi aralarında ya da safkan bireylerle çiftleşmeyi sürdürürler. Ardından gelen yeni nesil "ikincil" melezleri oluşturur. Normalde melez bölgeler, düzgün bir genetik karışım gösterir; melez bölgenin kenarında kalan bireyler, çoğunlukla safkan türlerin genlerini taşıırken, merkeze doğru gelindikçe, her iki türden hemen hemen eşit miktarda genlere sahip olanlar boy gösterir. Bu düzen, genelde sabit kalır, çünkü "içsel seçim"le yok olan melez bireylerin yerini yenileri almaya devam eder. Araştırmacılar, çoğu melez bölgenin sabit ve kararlı olduğunu ve başka bir buzul devri bu iki türü ayrı yerlere atmadıkça da bu kararlılığın kolayca bozulmayacağını düşünüyorlar.

Kaynaklar
Schilthuizen, M., Caution: Species Crossing, *Natural History*, 09/02
Price, P. W., *Biological Evolution*, Saunders College Publishing, 1996
S. Freeman, Herron, J.C., *Evrimsel Analiz*, Palme Yayıncılık, 2002
Çeviri Editörleri: Çıplak, B., Başbüyük, H., H., Karaytuğ, S.,
Gündüz, İ.
<http://www.birdlife.org.uk/news>