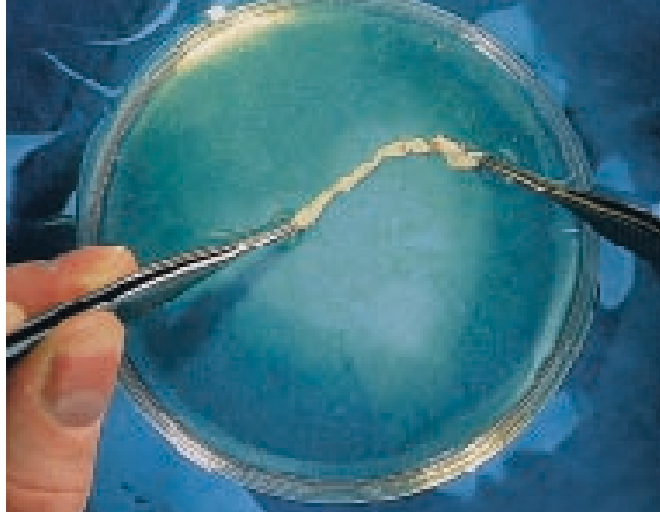


# Yaşam ve Evrim

*Evrım kuramı doğadaki tüm canlıların ortak bir kökenden geldiğini de söylediği için felsefe tartışmalarının konusu olmuştur. Bu nedenle düşünce alanında Kopernik'in dünyanın evrenin merkezi olmadığı görüşü kadar önemli olduğu öne sürülmüştür. Ama günlük yaşamımızda evrimin somut etkileri hakkında "sıradan vatandaş" bilgilendirilememiştir. Bu yazıda evrimin günlük yaşamla iç içe olduğunu ve bireysel gereksinimler de dahil birçok alanda evrimden yararlanabileceğimizi irdeliyeceğiz.*

**E**VRİM, en çok sağlığımızla ilgili konularda karşımıza çıkar. Örneğin kanser tedavisinde büyük bir sorun, kemoterapiye karşı direnç oluşmasıdır. Kemoterapiye önce olumlu sonuç alınırken, ur ya da urlar küçülürken, kanserin yeniden ortaya çıkmasıyla başlangıçtaki tedavi etkisiz hale gelebilir. Uurları oluşturan kanser hücreleri değişmiş, evrimden geçmiştir. Ülkemizde ve diğer gelişmiş ülkelerde kalp-damar hastalıklarından sonra kanser ikinci büyük ölüm nedenidir. Günümüzde direnç gelişiminin bir evrim geçirme örneği olduğu bilinciyle kanser tedavi yöntemleri geliştiriliyor.

Kanser hücreleri bölünerek çoğaldıklarından ur büyürken hücreler değişiklikler göstermeye başlarlar. Evrimde önemli bir öge seçime temel olabilecek farklılıklardır. Diğer bir öge de farklılıkların kuşaktan kuşağa geçebilmesidir. Kanser hücreleri bir gün gibi kısa bir sürede bölünüp yeni bir kuşak oluştururlar, bu yüzden evrimini izlemek olasıdır. Hücrenin kalıtsal malzemesi, nasıl gelişeceğini gösteren bilgi, her bölünmede kopyalanıp oğul hücrelere eşit olarak paylaştırılmaktadır. Ama insan hücreleri kopyalama sırasında ortalama her yüz bin bölünmede bir hata yaparlar. Bu eğer hücreyi öldürmeyecek bir hataysa yeni kuşaklara aktarılır. Böylece kanserin ileri aşamalarında vücutta çok sayıda değişik kanser hücresi ortaya çıkmış olur. Bu hücrelerin değişik olmaları onları kemoterapide kullanılan ilaçlardan koruyabilir. Örneğin bazı kanser hücreleri içeri giren zehirli maddeleri hızla dışarı atabil-



mektedirler. Bu değişiklik yaklaşık bir milyonda bir kanser hücresinde görülmektedir. İlaç hastanın vücudunda bulunduğu sürece yalnızca dirençli kanser hücreleri yaşayıp bölünebilirler. Önce kemoterapi iyi etki gösterir, ilaca duyarlı kanser hücreleri ölürler. Ama az sayıdaki dirençli hücre çoğalınca kanser yeniden baş göstermiş olur (Şekil 1).

Öyleyse dirençli hücrelerin ortaya çıkma olasılığını azaltmak için erken tanı çok önemlidir. Kadınların meme kanseri için, erkeklerin de prostat kanseri için 40 yaştan sonra düzenli aralıklarla kontrolden geçmeleri bu yüzden çok önemlidir. "Kanserden korkma, geç kalmaktan kork" sloganı evrim kuramına dayanır. Az sayıda kanser hücresi içinde, kullanılan ilaca dirençli hücreler bulunması olasılığı da az olacaktır. Aynı mantıkla, kanser tedavisinde iki güçlü ve değişik mekanizma ile çalışan ilacın bir arada kullanılmasının, her iki ilaca da dirençli hücre bulunması olasılığını azaltılabileceği ileri sürülmüştür. Günümüzde hemen her kanser türü için üç ya da daha fazla ilaç içeren bileşik tedavi yöntemleri uygulanmaktadır.

Henüz deneysel bir yöntem de kanser hücrelerinin yerine uru destekleyen normal dokuları hedef alır. Uurları besleyen kan damarlarının gelişmesini engelleyen bir maddenin farelerde kanseri direnç gelişmesine yol açmadan kontrol altına aldığı 1997'de rapor edilmiştir. Kan dolaşımına, yani besinlere, oksijene ve atıklardan arınmaya kısıtlamalar getiren bir ortamda hızla bölünen kanser hücrelerinin yaşama şansı azalır, daha yavaş bölünen, daha "iyi huylu" hücreler onların yerini alabilir. Evrim kuramından haberli olmadan erken tanının, bileşik kemoterapinin ve destek dokuyu hedef alan tedavilerin önemi anlaşılabilir.

Sağlık alanında asıl bulaşıcı hastalıklar ile savaşımında evrim kuramı tüm karmaşıklığıyla kendisini ortaya koymaktadır. Bulaşıcı hastalıklar dünyada ve Türkiye'de çocuk ölümlerinin en önemli nedenidir. Boğaz ağrısı şikâyetiyle doktora gitmiş olan herkes bilir, antibiyotikler bizi bir iki günde iyileştirir. Ama doktor yine de yazdığı antibiyotikleri bitirene kadar, üstelik düzenli aralarla almamızda ısrar eder. Bunun nedeni hastalık etkeni, üreyen, çoğalan bakterilerde direnç evrimini engellemektir.

Bakteriler kanser hücrelerinden de hızlı çoğalırlar; üreme zamanları dakikalarla, saatlerle ölçülebilir. Bakterilerde direnç evrimi kanser hücrelerinde olduğundan daha karmaşıktır; çünkü bir hastada gelişen dirençli bakteriler diğerlerine de bulaşabilirler. Bakteriler genelde bölünerek üredikleri halde, bazen bireyler kalıtsal malzeme alışverişinde bulunabilir. Önemsiz bir hastalığın etkeni bir bakterinin bir antibiyo-

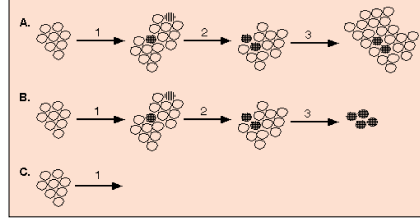
tiğe direnç oluşturmaları ile bu kalıtsal malzeme daha tehlikeli bakterilere aktarılabilir.

Direnç evrimi ancak bakteriler antibiyotiklerle karşılaşır olasıdır. Yoksa antibiyotikleri etkisiz hale getirecek mekanizmayı şans eseri geliştiren bir bakteri, diğer bakterilere oranla artmaz. Üstelik böyle bir mekanizma aslında bakterinin üremesini de yavaşlatır. Örneğin bakteri antibiyotikleri yapısal parçalarına ayıran bir protein, bir enzim üretebilir; ama bu, bakterinin bir kısmı enerjiyi enzim sentezine ayırması demektir. Antibiyotik ortamda yoksa bu enzimin üretimi bakteri için gereksiz bir harcamadır. Ama antibiyotiklerin bulunduğu ortamda bu mekanizmayı taşımayan bakteriler ölür ve yalnız dirençli olan bakteri üreyebilir.

Antibiyotikleri ancak gerekli olduğunda, ve olası en etkin dozda, hastalığa yol açan tüm bakteriler ölene dek kullanmakla direnç evrimini yavaşlatırız. Nobel Tıp Ödülü getiren penisilin, günümüzde birçok bakteri için neredeyse tümüyle etkisizdir. Günümüzde de sürekli farklı mekanizmalarla çalışan yeni antibiyotikler bulmaya çalışmamızın başlıca nedeni, bakterilerin evrimleşmeyi sürdürüyor olmasıdır.

Yurdumuzda antibiyotiğe direnç gelişimi dünyada olduğu gibi ciddi bir sorundur. Gıda ve su yoluyla bulaşan *Salmonella* türlerinde hızlı direnç evrimi Türkiye'deki birçok çalışmada sergilenmiştir. Özellikle, *Salmonella typhimurium* ırklarında çeşitli çalışmalarda 22 değişik antibiyotiğe direnç görülmüştür. Verem hastalığının etkeni olan *Mycobacterium tuberculosis* için de durum kötüdür. 1992 yılında yapılan bir değerlendirmede hastaların % 6'ya yakınında verem için kullanılabilen 4 ilaca birden bağışıklık evrimi izlenmiştir, ayrıca yeni hastalananların % 1'den fazlasının böyle tüm ilaçlara dirençli mikropları taşıdığı saptanmıştır. Tahaoglu ve grubu ülkemizde verem tedavisine en az 4 ilaçla başlanması gerektiğini ve artık verem için klasik ilaç streptomisin'i kullanamayacağımızı bildiriyorlar. Evrime ve doktorlarımıza kulak verme zamanı gelmiştir.

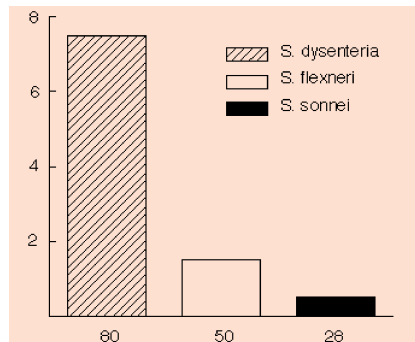
Evrimin bir başka özelliği de bakteri-insan ilişkisindeki gibi birden fazla canlı türünün çevreleriyle ve birbirleriyle etkileşimi sonucu olmasıdır. Ba-



Şekil 1. A. 1. Kanser hücreleri bölünerek çoğalırken kalıtsal malzemenin kopyalanmasında hatalar sonucu farklı hücreler ortaya çıkar. 2. Değişik hücrelerden bazıları çoğalmayı sürdürür, diğerleri kaybolur. 3. Değişik hücreler çoğunluğa geçemezler, duyarlı hücreler ortamdaki kaynakları çoğalmak için daha kolay kullanırlar, kanser ilerler. B. 1, 2 A'daki gibi. 3. Kemoterapi sonrası duyarlı kanser hücreleri ölürler, sadece dirençli hücreler "seçilir". Kanser gerilemiştir ama kemoterapi bu değişik hücelere karşı etkili değildir, kanser dirençli olarak geri dönebilir. C. 1. Erken teşhis sonucu kemoterapi dirençli hücreler ortaya çıkmadan uygulanır, kanserli hücreler ortadan kalkar.

zı hastalıkların ölümle sonuçlanan, diğerlerinin hafif geçmesi şans eseri değildir. Bu her iki canlının, insan ve mikrobu beraber evriminin sonucudur. Mikroplar hastanın vücudunu kendi üremeleri için kullanırlar. Hasta ölmeden en çok üremeyi yapan mikrobu bir sonraki kuşakta daha çok oğul ile temsil edilecektir. Ama mikroplararası bu yarış hastayı çok çabuk öldürecek olursa hiçbir mikrobu bir sonraki kuşağa aktarılamayabilir. O yüzden mikroplar, üreme hızları ile yeni bireylere bulaşma hızlarını dengeleyebildikleri sürece varlıklarını sürdürebilirler. Hastalığa yol açan mikroplar bizleri kullanmakta ustalaştıkları oranda üremek ve yayılmakta başarılı olabileceklerdir. Düşünün, kolera mikrobu için hastanın ishal olması çok faydalıdır, bu sayede çok sayıda oğul hücre, çevreye bırakılabilir. Bu tür ilişkileri anlamak, hastalıkları evrimle zararsız hale gelecek şekilde kontrol etmekte kullanılabilir.

Kentleşme birçok yöreye temiz su dağıtımını hızlandırmıştır. Bunun bir etkisi de ağır hastalığa yol açmayan, yavaş yayılan bağırsak hastalıklarının evrim geçirmesi, ortaya çıkması olmuştur. Çünkü su kaynaklarına kanalizasyonun karışmadığı yerlerde bir ya-



Şekil 2. Kanlı ishale yol açan *Shigella* cinsi bakterilerin su yoluyla bulaşma olasılıkları azaldıkça ölüme yol açma olasılıkları da azalır. Yatay eksen: Su yoluyla bulaşma yüzdesi; dikey eksen: Ölümle sonuçlanma yüzdesi. (Veriler Ewald 1994'ten.)

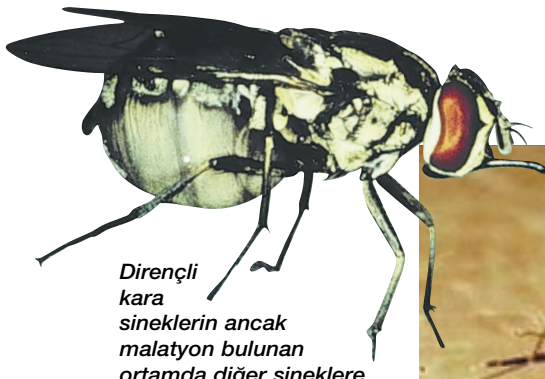
Şekil 1. A. 1. Kanser hücreleri bölünerek çoğalırken kalıtsal malzemenin kopyalanmasında hatalar sonucu farklı hücreler ortaya çıkar. 2. Değişik hücrelerden bazıları çoğalmayı sürdürür, diğerleri kaybolur. 3. Değişik hücreler çoğunluğa geçemezler, duyarlı hücreler ortamdaki kaynakları çoğalmak için daha kolay kullanırlar, kanser ilerler. B. 1, 2 A'daki gibi.

Şekil 2. Kanlı ishale yol açan *Shigella* cinsi bakterilerin su yoluyla bulaşma olasılıkları azaldıkça ölüme yol açma olasılıkları da azalır. Yatay eksen: Su yoluyla bulaşma yüzdesi; dikey eksen: Ölümle sonuçlanma yüzdesi. (Veriler Ewald 1994'ten.)

Şekil 2. Kanlı ishale yol açan *Shigella* cinsi bakterilerin su yoluyla bulaşma olasılıkları azaldıkça ölüme yol açma olasılıkları da azalır. Yatay eksen: Su yoluyla bulaşma yüzdesi; dikey eksen: Ölümle sonuçlanma yüzdesi. (Veriler Ewald 1994'ten.)

Şekil 2. Kanlı ishale yol açan *Shigella* cinsi bakterilerin su yoluyla bulaşma olasılıkları azaldıkça ölüme yol açma olasılıkları da azalır. Yatay eksen: Su yoluyla bulaşma yüzdesi; dikey eksen: Ölümle sonuçlanma yüzdesi. (Veriler Ewald 1994'ten.)

Şekil 2. Kanlı ishale yol açan *Shigella* cinsi bakterilerin su yoluyla bulaşma olasılıkları azaldıkça ölüme yol açma olasılıkları da azalır. Yatay eksen: Su yoluyla bulaşma yüzdesi; dikey eksen: Ölümle sonuçlanma yüzdesi. (Veriler Ewald 1994'ten.)



**Dirençli kara sineklerin ancak malatyon bulunan ortamda diğer sineklere oranla üremede daha başarılı oldukları saptanmıştır.**



hale gelme sırasıyla *S. dysenteria* ve *S. flexneri* 1900'lerde İngiltere'de, 1930'larda ABD'de, 1960'larda Polanya'da ortadan kalkmıştır. Ama Çin'in çoğu bölgesi hâlâ su ve kanalizasyon tesislerini modernleştirmemiştir ve hâlâ kötü huylu *Shigella*'lar hüküm sürmektedirler. Evrim bilinmezse yoksul yerleşim bölgelerine temiz su götürmenin yararları tam olarak anlaşılabilir, hastalananlara antibiyotik vermek daha ucuz olacak sanılır. Oysa mücadelede bulaşma yolları hedeflenmedikçe mikrop ağır hastalığa yol açmayı sürdürecektir, ve direnç evrimi ile antibiyotikler kısa sürede etkisiz hale gelecektir.

Her ne kadar kanser, halk sağlığı, antibiyotikler ve bulaşıcı hastalıklar tıbbın farklı dallarınca konu ediliyorsa da evrim perspektifine baş vurmak sadece tıba özgü bir olay olarak görülmemelidir. Tarımda zararlılarla mücadelede de tıpta bakterilerle mücadeledeki gibi evrimden yararlanmaktadır. Penisilin hikâyesinin benzeri DDT için yaşanmıştır. 1940'lı yıllarda DDT bulunmuş, Dünya Sağlık Organizasyonu'nun dünya çapında sıtmaya karşı savaşının temel silahı olmuştur. Ama on yılda önce sıtma taşıyıcısı olan *Anofel* sivrisinekleri, sonra hamamböcekleri, kara sinekler, pire ve birçok diğer tarım zararlısı böcek DDT'ye karşı dirençli hale gelmiştir. On yıl bakteri ve kanser hücrelerinde direnç evrimi için gereken süreye göre uzun bir zaman elbette. Ama böceklerin nesil süresi saatler değil, haftalar ve aylarla ölçülür ve sayıları da bakteri ve kanser hücrelerine göre azdır. Bir santimetreküp hacimde bir milyar kanser hücresi ve trilyonlarca bakteri bulunabilir.

DDT çok kullanıldı; çünkü insana zehirli etkisi hafifti, bir yüzeye uygulanınca altı ay etkili kontrol sağlanıyordu. Ama kısa sürede DDT hem işe yaramaz hale geldi hem de kalıcı bir çev-

re kirliliğine yol açtı. Besin zinciriyle büyük hayvanların bedeninde zararlı oranlarda artarak biriktiği saptandı ve 1971'de DDT kullanımı dünya çapında yasaklandı.

Sivrisinek ve sıtma sorunu şimdi yine artmaktadır. 1969'da Hindistan'da sıtma vaka sayısı yarım milyona düşmüşken, on yıl sonra bu sayı 40 katı artmış, 20 milyonu aşmıştır. Türkiye'de de *Anofel* sivrisinekleri Adana Çukurova'da, Çorum Osmancık'da, önce DDT ile ortadan kalktığı halde, şimdi dirençli olarak geri dönmüştür. Özellikle GAP projesi ile *Anofel* sivrisineklerinin yaşayabileceği bölgeler artmış, bu yörelerde 1990'da 705 sıtma vakası saptanmış, bu sayı 1993'te 5125'e çıkmıştır. O halde sıtma bulaşma yoluna, sivrisineklere, karşı başka bir engel bulmalıyız. Türkiye'de ilaç yerine sivrisinek kurtçuklarını yetiştirmekte olduğu su birikintilerinde yiyen bir balık (*Gambusia*), ve sivrisinekleri öldüren bir bakteri (*Bacillus*) doğal düşmanlar olarak kullanılmıştır (biyolojik kontrol). Ülkemizde sivrisinek te-liyle yalıtılmış evlerin de sıtma müca-delesinde değeri büyük olabilir.

Evrime gereken önem verilmediği için birçok yeni sentetik böcek öldürücü ilacın sonu da DDT gibi olmuştur. Ankara'da karasineklerde tarım ilacı malatyonu direnç evrimi incelenmiştir. Dirençli karasineklerin ancak malatyon bulunan ortamda diğer sineklere



**Ürüne zarar verecek böceklerin ortaya çıktığı zaman ve düzeyi bilinerek ilaçlama yapılırsa etkili ve ucuz kontrol sağlanabilir.**

oranla üremede daha başarılı olduğu deneylerde gösterilmiştir. M. ve A. Kence malatyonu duyarlılık sağlayan kalıtsal malzemenin karasinek topluluklarına yeniden kazandırılabilceğini göstermiştir. Böceklerde tarım ilaçlarına direnci kontrol etmek için evrim perspektifini kullanabiliriz. Evrim kuramı ve ekonomi el ele zararlı kontrolüne bir çare bulmuştur: Çok Yönlü Zararlı Yönetimi (Integrated Pest Management). Yani ekoloji, ekonomi, evrim bilgilerinden birlikte yararlanıp, çok yönlü bir planla zararlıların etkisini yönetmek. Bu çabanın ekonomik mantığı zararlıların yol açacağı ürün kaybıyla zararlıları ortadan kaldırmak için harcanacak kaynakların dengelemesidir. Ürünün belli bir yüzdesini feda etmenin maliyeti, ilaçlama için yapacağımız harcamadan daha az da olabilir. Tarım ilaçları sadece hedef aldığımız zararlıları korumak istediğimiz ürünü tehdit ettiklerinde kullanılmalıdır. Biyolojik kontrol için olabildiğince zararlıların doğal düşmanları kullanılmalıdır. Ama bu tür bir çaba zararlı hakkında bilgimizi arttırmamızı gerektirir. Örneğin herhangi bir yılda hedef böcek ne zaman tarlaya, ürüne gelecek bilmeliyiz. Eğer böceklerin tam ortaya çıktığı zaman, ve sayıca zarar verecek düzeyde olduklarında sadece ürün üzerinde ilaçlama yaparsak daha etkili ve ucuz kontrol sağlarız. İlaçlama süresi ya da alanı dışında kalan duyarlı böceklerden de kalıtsal malzeme bir sonraki kuşağa aktarılabilir. Tarım ilaçları ve antibiyotikler için duyarlı böcek ve bakteriler önemli doğal kaynaklardır. Duyarlı böcek ve bakterileri yitirirsek zararlı ve hastalıklarla mücadele çok daha pahalıya mal olacaktır.

Aslında evrimin güncel hayata girmesi evrim kuramından çok daha önce olmuştur. Darwin'in doğal seçilimin farkına varmasını sağlayan olgu ıslah yoluyla (yapay seçilim) birer ana türden değişik güvercinlerin, koyunların, atların geliştirilmiş olmasıydı. Hayvan ıslahının da başlangıçta doğal seçilim ve evrimin ürünü olduğu düşünülmektedir. Örneğin köpeklerin insanlara yakın yaşamaya başlayan kurtlardan gelen bir kökü olduğunu, önceleri avlanıp yendiklerini biliyoruz. Bugünkü dostca ilişkilerimiz, çoban köpeğinden finoya farklı köpeklerin çok değişik amaçlarla kullanılması birkaç bin yıllık

bir yapay seçilimin ürünüdür. Bitki ıslahı da aynı temellere dayanır.

Anadolu insanının dünya uygarlığına bir katkısı da yabancı buğdayı bugünkü haline getirmesidir. Anadolu, buğdayın beşiği olduğu için buğday kalıtsal malzemelerin de bir tür deposudur. Bu kalıtsal çeşitlilik bugün de önemini korumaktadır.

Evrimin günlük yaşamdaki yeri artmaktadır çünkü insanlar her gün çevrelerini daha büyük oranda etkilemektedirler. Artık bir tufan yerine, günden güne insan marifetiyle atmosferde karbondioksit ve floroklorokarbon bileşiklerinin birikmesi, doğal bitki örtüsünün tarım, sanayi ve yerleşim amacıyla yok edilmesi dünyadaki canlıları tehdit etmektedir. Nuh peygamber gibi biz de canlıları korumaya çalışmalıyız. Evrim perspektifi koruma çabalarında bize yol gösterebilir. Kalıtsal olarak birbirine çok yakın bireylerin oluşturdukları tohum ya da oğulların özüllü ya da verimsiz olabileceğini biliyoruz. Bu nedenle olabildiğince çok sayıda bireyi korumaya çalışmalıyız. Canlı topluluklarındaki kalıtsal farklılıkları ölçüp, en az ne kadar canlıyı korumamız gerektiğine karar verebiliriz. Yerel doğal ve kalıtsal zenginliklerin neden korunması gerektiğine Türkiye'den önemli bir örnek buğdaydır. Ülkemize Meksika'da geliştirilen yüksek verimli bir buğday çeşidi 1966'da getirilmiş, bu tek tip buğday geniş olarak dağıtılmış ve ilk yıl çok iyi sonuç vermişti. Ama 1968-69'da sarı pas hastalığı nedeniyle bu buğday başarısız olmuştu. Meksika'da sarı pas hastalığı olmadığı için ıslah programında göz önüne alınmamıştı. Türkiye'de hem hastalık hem de ona dayanıklı buğday çeşitleri vardı. Sarı pasa dayanıklı, verimli bir buğday çeşidi yapay seçilimle elde edildi. Ama kısa sürede sarı pas evrim geçirdi, kalıtsal olarak tekdüze olan yeni buğday çeşidi de sarı pasa yenik düştü.

Bu silahlanma yarışının çözümünü ekilen bitkilerin kalıtsal çeşitliliğini arttırmakta aranmıştır. Bugün ülkemizde bir çeşidin tek soyu yerine, pasa dayanıklılık bakımından değişik kalıtsal özellikler taşıyan birçok soy içeren çeşitler geliştirilir. Elde edilen çeşit ekildiği zaman, yeni bir pas ırkı evrim geçirirse ve bazı bitkiler hastalansa bile, diğer bitkilerdeki değişik dayanıklılık özelliklerinden dolayı hastalık salgın



**Dünyaca ünlü Sivas Kangal çoban köpeği ıslah yoluyla işine en uygun şekilde geliştirilmiştir. Türkiye'nin değişik yörelerinde koşullara göre başka çoban köpekleri de geliştirilmiştir. Doğuda Karabaş, Ankara civarında Akbaş önemli ırklardır. Anadolu, buğday kalıtsal malzemelerinin bir tür deposudur. Bu kalıtsal çeşitlilik bugün de önemini korumaktadır.**

haline gelmez. Birleşmiş Milletler Çevre Programı'nın 1995 raporunda Türkiye'den gelen buğdayda hastalığa direnç sağlayan kalıtsal malzemelerin ABD ekonomisine katkısı yılda 50 milyon ABD doları olarak tahmin ediliyor.

Biyolojik çeşitliliğin tarımda evrimi yararıma kullanmaktan başka önemi de vardır. Kullanmakta olduğumuz hemen bütün ilaçlar doğal kökenlidir. Bu ürünleri ya doğal kaynaklardan sağlarız ya da yapay (sentetik) taklitlerini kullanırız. Ama asıl kimyasal "fikri" doğadan alıyoruz. Bildiğimiz değişik antibiyotik türlerinin hepsini bakteri ve mantarlara borçluyuz. Kanser tedavisinde kullanılan preparatların içerdiği colchicine, vincristin, taxol hep bitki kökenlidir. Bu tür kimyasal maddeleri çevremizdeki milyonlarca canlıda ararken bizi yönlendiren öge canlıların evrimsel tarihleri içinde yaşadıkları ortama uygun özellikler geliştirmiş olmalarıdır. Kanser ilacı olarak kullanılan kimyasal maddeler bitkiler için birer savunma düzeneğidir. O halde ancak otoburların, parazitlerin saldırısına karşı en çok savunmaya ihtiyacı olan bitkilere bakmalıyız. Etkin kimyasal maddeleri genç yaprak ve filizlerde bulmak çok daha olasıdır. Çünkü bu genç çağda savunmasız olan bitkiler zaman içinde ortadan kalkmış olacaktırlar. Oysa üremesini tamamlamış yetişkin bir bitki kendisini savunabilse de savunamasa da, kalıtsal malzemesi bir sonraki kuşağa zaten aktarılmıştır. Bu tür evrim ve çevrebilim yaklaşımıy-



la yaşam özelliklerine göre seçilen bitkilerin % 30'unda kanser ilacı olmaya aday kimyasal maddeler bulunmuştur. Oysa, önceleri ecza şirketleri evrimi göz ardı edip şansına topladıkları bitkilerin kurutulmuş örneklerinden ilaç elde etmeye çalışıyor ve % 1'den az bitkide kanser ilacı olmaya aday kimyasal maddeler bulabiliyorlardı.

Özetle, evrim kuramı sadece fikir alanında değil uygulamaları ile de bizler için çok önemlidir. Zaten günlük yaşamımızda, sınırlı da olsa evrimden yararlanmaktayız: Kanser teşhis ve tedavisi, antibiyotik kullanımı, hayvan ve bitki ıslahı bunun en göze batan örnekleridir. Ama evrimden daha çok yararlanabiliriz. Çok Yönlü Zararlı Yönetimi, olası yeni kanser tedavileri, bulaşıcı hastalıkları ehlileştirme, kimyasal madde keşfi bu tür yeni uygulamalara örnektir. Bu uygulamaların bazıları birtakım ülkelerde bilinçli olarak yapılmaktadır, bazı yöntem ve uygulamalar ise ancak deneme aşamasındadır. Evrim kuramına sadece bir kuru söz, bir tür tartışma konusu olarak bakamayız; evrim kuramını öğrenmek ve kullanmakla yükümlü olduğumuz açıktır.

Tuğrul Giray

Dr. Vermont Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, Burlington, VT, ABD

Kaynaklar

Berkman, E. 1976. *Mikrobiyoloji Bülteni*, 10:473-99.

Ewald, P.W. 1994. *Evolution of Infectious Disease*. Oxford Univ. Press.

Freeman, S., Herron, J.C. 1998. *Evolutionary Analysis*. Prentice Hall.

Kence, M., Kence, A. 1993. *J. Econ. Entomol.* 86: 189-94.

Kışlalıoğlu, M., Berkes, F. 1987. *Biyolojik Çeşitlilik*. Türkiye Çevre Sorunları Vakfı.

Tahaoglu, K., Kızkın, O., Karagöz, T., Tor, M., Partal, M., Şadoğlu, T. 1994. *Tuber. Lung Dis.* 75: 324-8.