



Ulusal Gen Kaynaklarımızın Korunması

Derin bir nefes alıp dış seslerden arınarak etrafıma her dikkatlice baktığımda çevremde gördüğüm canlıların çeşitliliğine hayranlık duyuyorum. Dahası, dünyamızın yakın çevremizde görebildiğimiz ve hayal edebildiğimiz çeşitlilikten çok daha fazlasına ev sahipliği yapıyor olması benim için müthiş bir merak kaynağı. Hayvanlar, bitkiler, böcekler, mantarlar, mikroorganizmalar... Henüz keşfedilmemiş türler... Yaşamın bizleri de içeren bunca farklı formu "biyolojik çeşitliliğin" ya da kısaca "biyoçeşitliliğin" bir parçası. Lafı uzatmadan söylenmesi gereken endişe verici gerçek ise mevcut biyoçeşitliliğin artan bir hızla kayboluyor olduğu. Bu kayboluşa en büyük sebep de, ne yazık ki sonuçları hesaplanmadan gerçekleştirilen insan aktiviteleri...



Biy çeşitliliği korumak adına maruz kaldığı tehditleri tespit edip bu tehditleri azaltmak veya ortadan kaldırmak ve mümkün olduğu durumlarda biyoçeşitliliği yeniden kazanmak üzere çalışmalar yapmadan önce en önemli adım, onu tanımlamak ve anlamaktır. Tüm canlıları kapsayan biyoçeşitlilik üç seviyede incelenebilir: genetik çeşitlilik, tür çeşitliliği ve ekosistem çeşitliliği.

Genetik çeşitlilik aynı türün bireylerinin genleri arasındaki farklılıkları ve türler arası farklılıkları ifade eder. Tür içindeki genetik çeşitlilik ne kadar fazla ise o türün uzun vadeli mevcudiyetini sürdürmesi o kadar muhtemeldir. Mesela 1845-1852 yıllarında İrlanda'da yaşanan patates krizini hatırlayalım. Yetiştirilen tüm patatesler birbirinin klonu, yani kopyası olduğundan, her bir patates aynı genleri taşıyordu ve ilgili genleri bir mantar tarafından sebep olunan hastalığa karşı dirençsizdi. Ne yazık ki hastalık bu ülkeye geldi. Bir patatesin hastalanması diğerlerine de bulaşmasına ve tüm ülkenin patates ürününü kaybetmesine sebep oldu, açlık baş gösterdi ve felaketler birbirini izledi. Bir milyon

kadar insan öldü ve bir milyon kadar insan da İrlanda'dan göç etti. Eğer yetiştirilen patatesler arasında bu mantara karşı dirençli genleri taşıyan bireyler olsaydı, tüm ürünler değil sadece hastalığa karşı hassas ürünler kaybedilecek, dirençli olan bireylerden ürün alınacak ve hastalığın etkileri bu kadar dramatik olmayacaktı.

Dünyada biyoçeşitliliğin tespiti ve korunmasına yönelik oldukça kapsamlı çalışmalar uzun zamandır gerçekleştiriliyor ve kullanılan yöntemlerde genetikten de mutlaka yardım alınıyor. Aslında bu çalışmalar hem mevcut altyapı hem de finansal destek imkânlarıyla şekilleniyor. Türkiye'de ise biyoçeşitliliğin tespitinde sistematik çalışmalar çok daha eski, kapsamlı ve hâlâ geçerliliğini koruyor. Sevindirici bir gelişme olarak, son yıllarda artan uluslararası işbirlikleri ve finansal desteklerle Türkiye'deki üniversiteler ve araştırma merkezleri de çeşitli alanlarda yetkinliklerini geliştirdi ve uluslararası çalışmaları yakaladı. Bu çalışmalardan bir tanesi de biyoçeşitliliğin tespiti ve korunmasına yönelik yaklaşımlarda genetik verilerden de yararlanmayı içeriyor.

TÜRKHAYGEN-1 Projesi

Bu projelerden bir tanesi TÜRKHAYGEN-1 kısa adıyla da bilinen "Türkiye Yerli Evcil Hayvan Genetik Kaynaklarından Bazılarının İn Vitro Korunması ve Ön Moleküler Tanımlanması-1" projesidir (<http://www.turkhaygen.gov.tr>). Proje Tarım ve Köyişleri Bakanlığı'nın bir projesi olup TÜBİTAK'tan destek almaktadır (KAMAG-106G005). Yöneticiliğini TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi (MAM)'dan Doç. Dr. Sezen Arat'ın üstlendiği, çoklu işbirliğinin güzel bir örneği olan projede iki enstitü (MAM Gen Mühendisliği ve Biyoteknoloji Enstitüsü) ile Lalahan Hayvancılık Merkez Araştırma Enstitüsü) ile 10 üniversite (O.D.T.Ü., İstanbul Üniversitesi, Namık Kemal Üniversitesi, Selçuk Üniversitesi, Uludağ Üniversitesi, Ankara Üniversitesi, Atatürk Üniversitesi, Adnan Menderes Üniversitesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mustafa Kemal Üniversitesi) yer almaktadır. Projenin amaçları arasında risk altında bulunan evcil hayvanları DNA, hücre, do-

ku, embriyo, sperma düzeyinde koruma altına alacak DNA ve hücre bankalarının kurulması; proje kapsamındaki türlerin ön genetik karakterizasyonunun yapılması; hayvan biyoteknolojisi ve genetiği alanında yeni teknolojilerin ülkeye transferi ve mevcutların iyileştirilmesi; kritik kitle oluşturulması ve bilgi paylaşımı vardır.

Dördüncü senesinin içinde olan proje kapsamında genetik karakterizasyon iş paketi bitirilmiş durumda. Projede yer alan koyun, keçi, sığır ve at ırklarının bazı DNA işaretleri yardımıyla ırk içi ve ırklar arası çeşitlilikleri tanımlandı. Dünya literatürü ile karşılaştırdığımızda ırklarımızın sahip olduğu genetik çeşitliliğin zenginliği ortaya çıktı. Ayrıca, elde edilen veriler yaban hayvanlarının evcilleştirilmesinde Anadolu'nun ev sahipliği rolünün ortaya konmasına da katkı sağladı. Projenin Türkiye'ye en büyük katkısı ise oluşturulan DNA ve hücre bankaları (hücre, embriyo, sperma). Dünyada da sıcak bir konu olan dondurma yön-

Bu kapsamda Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) temsilcimiz Tarım ve Köyişleri Bakanlığı ile "Biyolojik Çeşitlilik Ulusal Odak Noktası" olan Çevre ve Orman Bakanlığı, ülkemiz adına taraf oldukları sözleşmeler ve bunlara paralel olarak geliştirilen ulusal eylem planları gereği olan yükümlülüklerinin, daha da önemlisi geleceğe olan sorumluluğumuzun bilinciyle çok önemli projelere imza atmaya başladılar.



temleri kullanılarak hazırlanan bu biyobankalar belki de dünyada bir ilk. FAO'nun tavsiyelerine uygun olarak ve iki kopya şeklinde hazırlanan bu bankalar, gerçekleştirilecek genetik çalışmalara bir kaynak olmasının yanı sıra, dondurulan embriyo ve sperma materyalinden yeni bireylerin elde edilmesinde de kullanılacak olması ile bu ırkların gelecekteki varlığının bir anlamda sigortası olma özelliğini taşımaktadır. İlk tüp bebek Luise Brown'un 1981 yılında İngiltere'de doğmasından sonra oldukça gelişen in vitro fertilizasyon teknikleri ile bu bankalarda saklanan embriyo ve spermaların yeni bireylerin elde edilmesinde bir kaynak olmasının yanı sıra 1996 yılında doğan klon koyun Dolly ile birlikte gelişen klonlama teknikleri sayesinde biyobankalarda dondurulmuş olan hücreler de klonlama metotları kullanılarak yeni bireylere kaynak olabilecektir. Hayal etmesi güç mü geldi? Bu çalışma çoktan tamamlandı ve meyvelerini de verdi; tam beş tane klon buzağı olarak!

Anadolu Yerli Sığır Irklarının Klonlaması Projesi

Anadolu yerli sığır ırklarından biri olan ve Marmara Bölgesi'nde yayılım gösteren Boz ırk, Türkiye ve dünyada ilk defa TÜBİTAK MAM Gen Mühendisliği ve Biyoteknoloji Enstitüsü'nden (GMBE) Doç. Dr. Sezen Arat'ın yürütücülüğündeki Anadolu Yerli Sığır Irklarının Klonlanması Projesi (TÜBİTAK - TOVAG - 104O360) kapsamında klonlandı.

Klonlama teknolojisinin tarımda ve tıpta uygulama alanları mevcuttur. Verimlilik yönünden üstün bir genetik yapıya sahip, ancak herhangi bir sebeple döl veremeyen veya ölmek üzere olan bir çiftlik hayvanı klonlanarak çoğaltılabilir. Ayrıca, nesli tükenmekte olan ve çeşitli sebeplerle üretilmeyen hayvanlar da bu teknoloji kullanılarak çoğaltılabilir. Bunlara ilave olarak, genetik olarak değiştirilmiş klonlar da üretilir. Bu sayede, özellikle hayvancılıkta genetik ıslahın çok kısa bir sürede tamamlanacağı, kaybolmakta olan genetik kaynakların koruma altına alınabileceği ve tedavi amaçlı olarak kullanılan birçok ilacın transgenik klon hayvanlardan büyük miktarlarda elde edilebileceği düşünülmektedir.

TÜRKHAYGEN-1 projesinde oluşturulmuş olan hücre bankasında saklanan hücrelerden klon hayvanlar üretilabileceği ve bankaların uygulamaya aktarılabilmesinin bir kanıtı olan Anadolu Yerli Sığır Irklarının Klonlanması Projesi TÜBİTAK MAM GMBE Müdür Yardımcısı Doç. Dr. Sezen Arat'ın yürütücülüğünde İstanbul ve Uludağ Üniversitelerinin Veteriner Fakülteleri ile kurulan işbirliğiyle gerçekleştirildi.

Bu proje kapsamında, TÜBİTAK MAM GMBE Hayvan Genetiği ve Üreme Biyolojisi Laboratuvarında in vitro olarak olgunlaştırılan yumurta hücrelerinin çekirdekleri çıkartılmış ve her yumurta hücresine TÜRKHAYGEN-1 projesinde oluşturulan bankadaki bir hücrenin çekirdeği verilerek çekirdek transferi gerçekleştirilmiştir. Yedi gün boyunca kültüre edilen klon embriyolar blastosist dönemine geldiklerinde taşınabilir inkübatörler içinde Uludağ Üniversitesi ve İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültelerinde bulunan çiftliklere gönderilmiş ve ilgili personeli tarafından alıcılara transfer edilmiştir.

Dört yaşındaki Boz Irk boğanın kulağından alınan dokularından üretilen ve bankada muhafaza edilen hücreler kullanılarak elde edilen embriyonun İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesinde bulunan alıcı anneye transfer edilmesiyle elde edilen gebelikte, Türkiye'nin ve dünyanın Boz Irka ait ilk klon buzağısı Efe, 19 Ağustos 2009 tarihinde İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi'nde gerçekleştirilen sezaryen ile 25 kg ağırlığında dünyaya gelmiştir.

Proje devam ederken, Yalova'da kesime gönderilen 5 yaşındaki bir dişi bireyden alınan doku örneğinin hücrelerindeki genetik materyal kullanılarak üretilen embriyolardan iki tanesi İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi çiftliğinde bir alıcı anneye transfer edilerek gebelik elde edilmiştir. Bu gebelikten bir yavru beklenirken, Efe'den yaklaşık 4 ay sonra, 5 Ocak 2010 tarihinde ikiz dişi klonlar, Ece ve Ecem, 20'er kg ağırlığında dünyaya gelmiştir. İkizleri takiben, aynı hayvanın hücrelerinden el-

TAGEM Yerinde Koruma Projeleri

Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü (TAGEM), evcil hayvan genetik kaynaklarımızın korunması amacıyla mevcut sayıları ve tehdit unsurları göz önüne alınarak korumada öncelikli olarak belirlediği koyun, sığır, keçi, manda, tavuk, ipekböceği ve arı türlerinden ırklar için yetiştiriciler tespit etmiş ve seçilen bireyleri bu yetiştiricilerin sorumluluğuna bırakmıştır (in situ koruma). TAGEM bu yetiştiricilere teşvik vermek suretiyle 2004/2005 yılından bu yana bu çalışmayı sürdürmektedir. Yetiştiricinin elindeki bu koruma sürülerini TAGEM enstitülerinde çalışan personelinin yardımıyla kontrol altında tutan Bakanlık, TÜRKHAYGEN-1 gibi projelerle de bu ırkların genetik karakterizasyonunu yapmakta ve korunacak birey seçimlerinde bu projelerin çıktılardan faydalanmayı amaçlamaktadır. Akrabalık derecesi yüksek ve birbirine benzer bireyleri içeren popülasyonlar uzun vadede hastalıklara karşı dirençsiz ve çeşitli tehlikelerle yok olmaya aday popülasyonlar olduğu için genetik veriler kullanılarak bu sürüler içinden bazı bireyler çıkartılarak sürü içinde genetik çeşitliliğe sahip birey sayısının artırılması için de genetik karakterizasyonu yapılmış yeni bireyler bu sürülere katılacaktır. Hayvanların çiftlikte yerinde korunması hem genetik çeşitliliğin korunmasına katkı sağlaması hem de genetik çeşitliliği ortaya çıkartan süreçlerin de devamlılığına olanak vermesi açısından önemlidir. Mesela, küresel iklim değişikliği ile meydana gelen değişikliklere (sıcaklık artışı, kuraklık, çeşitli hastalık faktörleri) dayanıklı genlere sahip bireyler bu çiftliklerde ayakta kalacak ve genlerini sonraki nesillere aktarabileceklerdir. Böylece türün/ırkın devamı için gerekli değişim, ilgili gen frekanslarında gözlenebilecektir. Bu bireyler sadece biyobankalarda korunuyor olsaydı ve canlı bireylere dönüştürülmek üzere korunan bu hücreler değişen koşullara dayanıklılık sağlayacak genleri taşıyor olmasaydı bu türlerin/ırkların devamlılığı için yalnızca biyobankalar yeterli olmazdı.



de edilen klon embriyolardan 9 Mart 2010 tarihinde Nilüfer ve 12 Mart 2010 tarihinde de Kiraz, Uludağ Üniversitesi'nde dünyaya geldiler.

Beş klon buzağı da kontrol altında olup, gelişimlerini sağlıklı olarak sürdürmektedirler. Klonlama çalışmalarında dünyadaki başarıyı yakalayan Türkiye, bu çalışma ile yerli ırkından klonlama gerçekleştiren az sayıdaki ülkeden biri olmuştur. Bu çalışma ayrıca nesli tükenmekte olan bireylerin geri kazanılabileceğini ve klonlama tekniğinin biyoçeşitliliğin korunmasında da uygulamaları olabileceğini göstermiştir.

Çevre ve Orman Bakanlığı'nın Büyük Memeliler Üzerine Projesi

Çevre ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü'nün (DKMPGM) proje sahibi olduğu ve ekibiyle de destek verdiği bu proje TÜBİTAK KAMAG 1007 programı tarafından 2010 yılında destek aldı ve 15 Ekim 2010 tarihiyle de resmi olarak başladı.

Yolun oldukça başında olduğumuz bu projenin yöneticiliğini TÜBİTAK MAM GMBE olarak üstlenmiş bulunuyoruz. Yukarıda bahsettiğimiz projeler de dahil, önceki tamamladığımız projelerden kazandığımız laboratuvar analizleri ve biyoteknolojik yöntemlerdeki deneyimlerimizi bu projeye aktaracağız. Kapsamlı arazi çalışmalarının yapılması gereken ve projenin oldukça önemli bir ayağını tutan örnek toplama çalışmaları ile de önemli deneyimler kazanılacak. Proje ile Türkiye faunasında yer alan yaban hayvanlarının bir kısmı için (büyük memeliler) DNA ve hücre bankalarının kurulması yaban hayatı için bir ilk olarak gerçekleştirilecek. Bu bankalar ile mevcut biyoçeşitlilik varlığımızı tespit edebilecek çalışmaların yanı sıra biyoteknolojik araştırmaları içeren (örn: yaban hayvanlarını klonlama yöntemi ile çoğaltma, hastalık dirençliliği genleri tespiti, evcil hayvanlara gen transferi vb.) çalışmalar da yapılabilecek, edindiğimiz verilerle koruma stratejilerinin oluşturulması ve mevcut stratejilerin revize edilmesine de katkı konulacak.

Yaban hayvanların biyoçeşitliliğinin korunmasında biyoteknolojik yöntemlerden yararlanılması da yeni değil. Hayvanat bahçelerinde yaşayan Asya fillerinde başarılı suni tohumlama çalışmaları gerçekleştirildi. New Orleans, Luisiana'daki Audubon Doğa Enstitüsü'nde alıcı evcil kediye dondurulmuş embriyo transferi ile elde edilen gebelikten doğan Afrika yaban kedisi Jazz'ın hücrelerinden alınan genetik materyal ile elde edilen klon embriyonun yine bir evcil kediye transfer edilmesiyle 6 Ağustos 2003'te ilk klon Afrika yaban kedisi doğdu. Boynuz kök hücrelerinden başarıyla klonlanan kızıl geyikler ise Kasım-Aralık 2005'te Yeni Zelanda'da doğdu. Son olarak 2000 yılında son kalan bireyi de ölen Pirene dağ keçisi (*Capra pyrenaica pyrenaica*) klonlandı. Klon keçi doğumdan hemen sonra solunum güçlüğü nedeniyle ölmüş olsa da yok oluş ve yok olmakta olan türlerin geri kazanımı için bir umut oldu.

Her ne kadar tüm bu çalışmalar ileride biyoçeşitliliğin korunmasında yapabileceklerimiz hakkında umut verse de önemli olan bu türleri kaybetmeden önlemler almak. Yani doğadaki çeşitliliği ve dengeyi korumak için biyoteknolojik yöntemlere başvurmak zorunda kalmamak en büyük dileğimiz. Yine de

tedbir amaçlı projemiz kapsamında hücre biyobankasında korunması planlanan türlerimiz şöyle: Karaca (*Capreolus capreolus*), ceylan (*Gazella gazella*), kızıl geyik (*Cervus elaphus*), alageyik (*Dama dama*), yaban koyunu (*Ovis gmelini*), yaban keçisi (*Capra aegagrus*), çengel boynuzlu dağ keçisi (*Rupicapra rupicapra*), çizgili sırtlan (*Hyaena hyaena*), karakulak (*Caracal caracal*), vaşak (*Lynx lynx*), kurt (*Canis lupus*), bozayı (*Ursus arctos*), tilki (*Vulpes vulpes*), çakal (*Canis aureus*).

Belirlenen bu türlerden önümüzdeki 3 yıl boyunca müdahaleli (kan ve doku) ya da müdahalesiz (dışkı, kıl, post) yollarla örnekler toplanacak ve nükleer DNA, mtDNA, y kromozomu işaretleri ile genetik çeşitlilik, tür içi çeşitlilik ve tür – alttür ilişkisi araştırılacak. Projenin arazi çalışmaları sırasında belirlenen bazı türlerin bireylerine GPS telemetri tasma takılması da gerçekleştirilecek. Projenin önemli bir diğer çıktısı da biyolojik kaynak korsanlığı ve yasak avlanmalara karşı tür tayini yapabilmek ve gerekli yasal işlemlerin yapılabilmesi için delil sunabilmek amaçlı DNA parmak izine dayalı kriminal çalışmalarda kullanılacak tür tespit kitlerinin oluşturulması.

Proje ekibini TÜBİTAK MAM GMBE, Ç.O.B. DKMPGM, Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Veteriner Fakültesi ve Aksaray Üniversitesi Biyoloji Bölümü'nden uzmanlar oluşturuyor. Ayrıca, sivil toplum kuruluşları ve üniversitelerden değerli bilim insanları da projemize danışmanlık yapmaları yönündeki isteğimizi kırmadılar. Tüm araştırmacılar, DKMPGM ve Danışmanlarımız yurt dışından uzmanlarla da işbirliği içinde olduğumuzdan dört yıl sürecek bu projeden maksimum çıktı elde etmeyi amaçlıyoruz.

Görüldüğü gibi insan aktivitelerinin kolaylıkla tehdit edebildiği biyoçeşitliliğin korunması ve yeniden kazanılması uzun soluklu, çok yönlü, emek isteyen ve oldukça masraflı bir çalışma. Doğru stratejilerin geliştirilmesi ve ortaya konulan koruma programının başarılı ve sürdürülebilir olabilmesi için de mevcut biyoçeşitliliği oluşturan temel katmanlardan genetik çeşitliliğin tanımlanması ve temel bilimlerle biyoteknolojik yöntemlerin koruma programına dahil edilmesi gerekmektedir.

Dünyamızı ve barındırdığı biyoçeşitliliği biyoteknolojik yöntemlere gerek kalmadan korumak, oluşabilecek tehdit unsurlarını henüz oluşmadan bertaraf etmek ve hiçbir türün yok olmasına sebep olmamak dileğiyle...

Kaynaklar

Folch J., Cocero M.J., Chesne P., ve ark. (2009). "First birth of an animal from an extinct subspecies (*Capra pyrenaica pyrenaica*) by cloning." *Theriogenology* 71,1026-1034.
Berg D.K., Li C., Asher G., ve ark. (2007). "Red deer cloned from antler stem cells and their

differentiated progeny." *Biol. Reprod.* 77, 384-394.
Brown J.L., Goritz F., Pratt-Hawkes N., ve ark. (2004). "Successful artificial insemination of an Asian elephant at the National Zoological Park." *Zoo Biol.* 23, 45-63.
Gomez M.C., Pope C.E., Giraldo A., ve ark. (2004). "Birth of African Wildcat cloned kittens born from domestic cats." *Cloning Stem Cells.* 6, 247-258.



Evren Koban, Temmuz 2007'den bu yana TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Gen Mühendisliği ve Biyoteknoloji Enstitüsü'nde araştırmalarını sürdürüyor. Yüksek lisans ve doktora ODTÜ'den popülasyon biyolojisi üzerine aldı. Hem evcil hem de yaban hayvanları üzerine araştırmalar yapıyor.