



Genetik Kopyalama

İşçilerin tulumları beyazdı; ellerinde soğuk, kadavra rengi kauçuk eldivenler vardı. Işık donuktu, ölüydü: Bir hayalet sanki.. Yalnız mikroskopların sarı borularından zengin ve canlı bir öz akıyor, bir baştan bir başa uzanan çalışma masalarının üzerinde tatlı çizgiler yaratarak, parlatılmış tüpler boyunca tereyağ gibi yayılıyordu. "Bu da" dedi Müdür kapıyı açarak, "döllenme odası işte..." Doğal olarak, ilkin döllenmenin cerrahlığa dayanan başlangıcından söz etti, derken "Toplum uğruna seve seve katlanılan bir ameliyattır bu" dedi, "altı maaşlık ikramiyesi de caba... Bir yumurta bir oğulcuk, bir ergin; bu normal... Oysa, Bokanovskilenmiş bir yumurta tomurcuk açar, ürer bölünür. Eş ikizler yalnız insanların doğurduğu o eski zamanlardaki gibi yumurtanın bazen rastlantıyla bölünmesinden oluşan ikiz, üçüz parçaları değil, düzinelerle yirmişer, yirmişer." Müdür "yirmişer" diyerek sanki büyük bir bağışta bulunuyormuş gibi kollarını iki yana açtı; "yirmisi birden!.." Ama öğrencilerden biri bunun yarannın ne olduğunu sormak gibi bir sersemlikte bulundu. "İlahi yavrucuğum!" Müdür olduğu yerde ona dönüvermişti. "Görmüyor musun? Görmüyor musun, kuzum?" Bir elini kaldırdı; heybetli bir duruşa geçmişti. "Bokanovski süreci toplumsal dengenin en başta gelen araçlarından biridir! Milyonlarca eş ikiz; toptan üretim ilkesinin sonunda biyolojiye uygulanmış olması..."

YUKARIDAKI PARÇA, Aldous Huxley'in 1930'lar da yazdığı, geçtiğimiz ay bilim gündemini birdenbire fetheden "koyun kopyalama" deneyine değinen haberlerde sıkça gönderme yapılan, *Brave New World* (Cesur Yeni Dünya) romanının girişinden kısaltılarak alınmış bir bölüm. Huxley, olumsuz bir ütopya (distopya) niteliği taşıyan romanında, Alfa, Beta, Gama, Delta ve Epsilon adlarıyla, kendi içinde genetik özdeşlerden oluşan beş farklı sınıfa bölünmüş bir toplum tablosu çiziyor. Özdeş vatandaşların üretildiği bu hayali "Bokanovski Süreci", çağdaş anlamıyla klonlama (veya genetik kopyala-

ma) olmasa da, sürecin yolaçtığı etik (ahlaki) ve toplumbilimsel kaygılar, sekiz ay önce İskoçya'da gerçekleştirilen ve geçtiğimiz ay kamuoyuna duyurulan gelişmelerin doğurduklarına denk düşüyor. Şimdi herkesin tartıştığı, son gelişmelerin insanlık için daha insanca bir dönemin mi yoksa, hızla gerçeğe dönüşen korkunç bir distopyanın mı kapısını araladığı.

Şubat ayının 22'sinden itibaren, İskoçya'nın Edinburg kentinde, biyoteknoloji alanında tuhaf bir gelişme kaydedildiği, "Dünyanın sonu", "Frankenstein" gibi ifadeleri de içeren dedikodularla birlikte etrafta konu olmaya başladı. Bilim çevreleri de basın da şaşkındı,

çünkü, seçkin yazarların ve bazı bilim adamlarının birkaç gündür zaten haberdar oldukları ve konuyu "patlatmayı" bekledikleri bu gelişme, bir biçimde basına sızmış, dilden dile dolaşmaya başlamıştı bile. Normalde pek de ciddiye alınmayacak böyle bir "dedikodunun" bu denli yayılabilmesi, işin içine çeşitli dallarda makalelere yer veren saygın bilimsel dergi *Nature*'in adının karışmasıyla olmuştu. Gerçekten de *Nature*, dedikodu niteliğini fersah fersah aşan bir bilimsel gelişmeyle ilgili bir makaleyi 27 Şubat'ta yayınlacağını bilim yazarlarına duyurmuş ve bu tarihe kadar "ambargolu" olan bir basın bülteni dağıtmıştı. Batı ülkelerinde yazarlar normal olarak bu ambargolara uyar, hazırladıkları yazıları, ambargonun bittiği tarihte, aynı anda yayına verirler. Ancak, aralarında ünlü *The Observer*'in da bulunduğu bazı dergi ve gazeteler ambargoyu çoktan delmiş, konuyu kamuoyuna duyurmuştu bile. Haberin, kaynağı olan *Nature* ve ambargoya saygı gösteren çoğu nitelikli dergi ve gazetede yer almaması da, dedikodu trafiğini artırmış, ortaya atılan spekülasyonlarla beklenenden fazla ilgi toplanabilmişti.

Hatta, Mart ayının başlarında, koyun klonlama haberinin yarattığı ilgi ortamı-



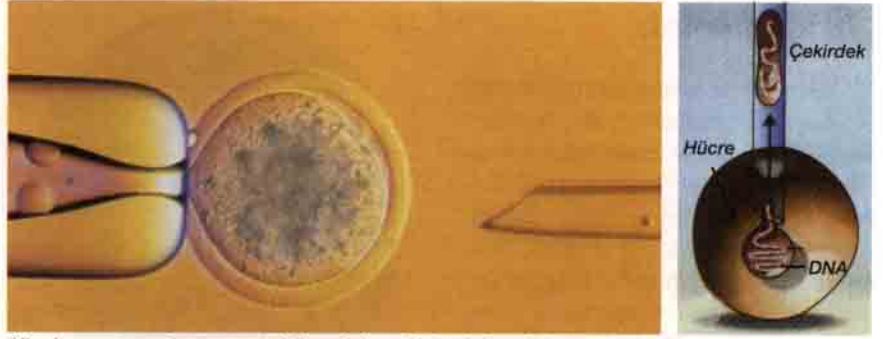
Tarihin ilk klonlanmış kuzusu Dolly ismini Amerika'lı ünlü şarkıcı Dolly Parton'dan almış. Dolly'nin isim annesinin, Amerika'da en çok, geçimini hayvancılıktan kazananların veya sığır çobanlarının oluşturduğu kültürün takipçilerinin dinlediği "Country" tarzında müzik yapıyor oluşu oldukça anlamlı...



nı değerlendirmek isteyen bazı haberciler, aynı yöntemle Oregon Primat Araştırmaları Merkezi'nde maymunların klonlandığını öne sürdüler. Oysa, Oregon'da gerçekleştirilen, embriyo hücrelerinin oldukça sıradan bir yöntemle çoğaltılmasıyla yapılmış bir deneydi. Klonlama, yetişkin bir canlıdan alınan herhangi bir somatik (bedene ait) hücrenin kullanılmasıyla canlının genetik ikizinin yaratılmasını açıklamakta. Kavramsal temelleri çoktandır hazır olan bu işlemin uygulamada gerçekleştirilemeyeceği düşünülüyordu.

Edinburg'daki Roslin Enstitüsünden Dr. Wilmut ve ekibi bunu başarmış gibi görünüyor. "Ben bu filmi daha önce seyretmişim!" diyenleri rahatlatmak için hemen belirtelim ki, aynı ekip 1995 yılında embriyo hücrelerini kullanarak yine ikiz koyunlar üretmiş ve bunu duyuran makaleyi yine *Nature* dergisinde yayımlamıştı. Bu deney de basına yansımış, ancak, son gelişmeler kadar yankı uyandırmamıştı. Ne de olsa bu yöntem, döllenmiş yumurtanın kazayla bölünüp tek yumurta ikizlerine yol açtığı bildik süreçlerden farklıydı. Sıklıkla unutulduğu için tekrarlamakta yarar var ki, Wilmut'un son başarısının önemi, işe somatik bir hücrenin çekirdeğiyle başlamasında yatıyor. Bu başarının ortaklarını anarken PPL Tıbbi Araştırmalar şirketini de atlamamak gerek. Borsalarda tırmanışa geçen hisseleriyle gelişmenin meyvelerini şimdiden yemeye başlayan PPL, projenin hem amaçlarını belirleyerek hem de maddi olanakları yaratarak kuzu Dolly'nin varlığının temel sebebi olmuş.

Dr. Wilmut'un gerçekleştirdiği başarı şöyle özetlenebilir: Yetişkin bir koyundan alınan somatik bir hücrenin çekirdeğini dahice bir yöntemle, başka bir koyuna ait, çekirdeği alınmış bir yumurtaya

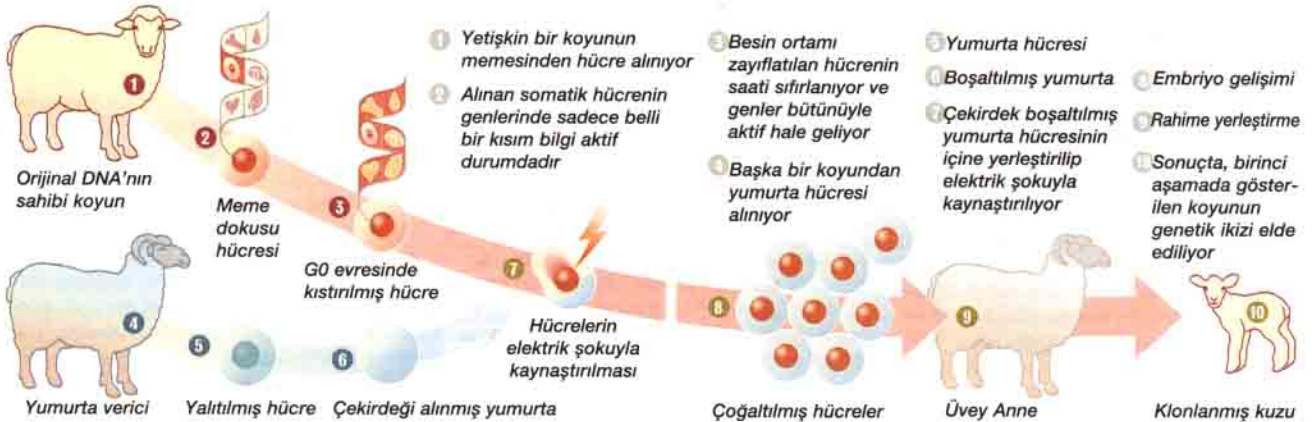


Klonlama sırasında, yumurta hücresinin çekirdeğinin çok ince bir enjektörle yerinden çıkarılması ve bunun yerine, klonlanacak canlıdan alınan ve aynı teknikle hücreden çıkarılan somatik hücre çekirdeğinin yerleştirilmesi gerekiyor. Fotoğrafta, bir borucuk yardımıyla, vakumlama tekniği ile sabitlenmiş bir hücre ve mikro enjektörün iğne ucu görülüyor.

yerleştirmek ve bilinen "tüp bebek" yöntemiyle yeni bir koyuna yaşam vermek. Adını, ünlü şarkıcı Dolly Parton'dan alan kuzu Dolly, isim annesinin değilse de, DNA annesinin genetik ikizi. Dolly, sevimli görünüşüyle kamuoyunun sempatisini kazanmış ve tüm bu süreç ilginç bir bilimsel oyun olarak sunulmuşsa da gerçekte deney oldukça iyi belirlenmiş bilimsel ve maddi hedefleri olan, soğukkanlı bir süreç. Zaten Dolly'nin araştırmacılar arasındaki adı da en az varlığı kadar "soğukkanlıca" seçilmiş: 6LL3... PPL'in idari sorumlusu Dr. Ron James, şirket sırlarını kaybetme kaygısıyla maddi hedeflerini pek açığa vurmamakla birlikte, hemofili hastaları için koyunlara insan kanı pıhtılaşma faktörü üretirmeyi de içeren pek çok önemli ticari hedefin ipuçlarını veriyor.

PPL ve Roslin Enstitüsü'nün çalışmaları, geçmişi çok eskilere dayanan ve önemli gelişmelerin kaydedildiği bir alan olan transjenik (gen aktarılmasıyla ilgili) araştırmaların bir üst aşamaya, nükleer transfer (çekirdek aktarılması) evresine doğru ilerletilmesinden başka birşey değil. Yıllardır başarıyla sürdürülen transjenik çalışmalarda tek boynuzlu keçi, üç bacaklı tavuk gibi görünüşte çarpıcı, yararı kısıtlı çalışmaların yanı sıra,

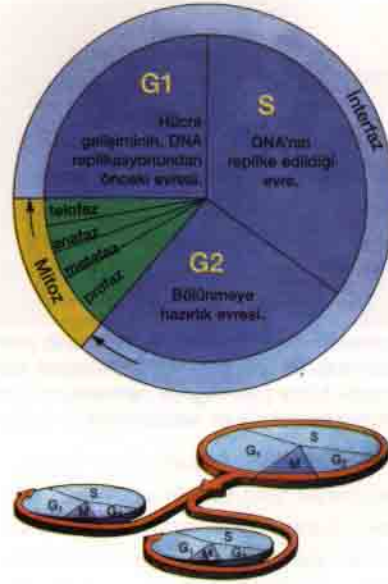
insan proteinlerinin hayvanlara üretilmesi gibi, modern tıp için çığır açıcı sayılabilecek başarılar kaydedildi. Son gelişmelere imzasını atan ekip, daha önce insan bünyesinde üretilen molekülleri gen transferi yöntemiyle bir koyuna üretirmeyi başarmıştı. Söz konusu deneyde gerek duyulan moleküllerin koyunun tüm hücrelerinde değil, sadece süt bezlerinde sentezlenmesinin sağlanması, koyunun "ilaç fabrikası" olarak değerlendirilmesini beraberinde getiriyordu. Dolly başarısının en önemli potansiyel yararı da bununla ilgili zaten. Gen transferi yöntemiyle, istediğiniz maddeyi sentezleyebilen bir canlıya sahip olduğunuzda, madde verimini artırmak üzere aynı süreci zaman ve para harcayarak yinelemeye çabalamak yerine elinizdeki canlının genetik ikizlerini yaratabilirseniz, ticari değer arz edebilecek miktarda ilaç hammaddesi üretimine geçebilirsiniz. Elinizde birkaç on tane genetik özdeş canlı biriktikten sonra, bu küçük sürüyü doğal yollardan üremeye bırakacak olursanız, hem "yatırımınız" kendi kendine büyüyecek, hem de genetik çeşitlilik yeniden oluşmaya başlayacağından, tek bir virüs tipinin tüm "fabrikayı" yok etmesinin önünü alacaksınız demektir.



Biraz Ayrıntı

İskoç ekibin gerçekleştirdiği klonlama deneyinin, dünyanın pek çok bölgesine dağılmış sayısız standart biyoteknoloji laboratuvarında "kolayca" gerçekleştirilebileceği söyleniyor. Yine de uygulanan yöntem, günlük gazetelerdeki basit şemalarda anlatıldığı kadar kolay ve hemen tekrarlanabilir türden değil. İskoç ekibin başarısı ve önceki sayısız benzeri çalışmanın başarısızlığı, Wilmut'un, verici koyundan alınan hücre çekirdeğiyle, kullanılan embriyonik hücrenin "frekanslarını" çok hassas biçimde çakıştırabilmesine dayanıyor. Bu yöntemle araştırmacılar, yetişkin çekirdeğin genetik saatini sıfırlamayı, tüm gelişim sürecini başa almayı becerebilmişler. Yöntemin ayrıntılarına girmeden önce bazı temel kavramlara açıklık getirmekte yarar var.

Çoğu memeli canlı gibi insan bedeni de milyarlarca hücreden oluşuyor. Bu hücrelerin milyonlarca her saniye bölünmeyi sürdürerek beden gelişimini devam ettiriyor ve yıpranmış hücreleri yeniliyor. Bu hücrelerin önemli kısmı bedenimizin belli başlı bölümlerini oluşturan "somatik hücreler." Tek istisna, üreme hücreleri. Eşeyli üreme, gametlerin (sperm ve yumurta) ortaya çıktığı "mayoz bölünme"yle başlıyor. Cinsel



Hücrenin yaşam döngüsü.

birleşme sonucunda, spermin yumurtayı döllemesiyle de yeni bir canlının ilk hücresi "zigot" oluşuyor. Bu noktadan sonra gelişmeye dönük hücre bölünmeleri, "mayoz" değil, "mitoz" yoluyla ilerliyor.

Koyun ve insan hücrelerinin de dahil olduğu ökaryotik yani, çekirdeği olan hücreler, farklı gelişim evreleri içeren bir yaşam döngüsü geçiriyorlar. Bu döngüyü, hücrenin görece durağan olduğu "in-

terfaz" ve belirgin biçimde bölünmenin gerçekleştiği mitoz evrelerine ayırmak mümkün. Hücre, yaşam döngüsünün yüzde doksan kadarını interfaz evresinde geçiriyor. Aslında, bu duraklama evresi görüldüğü kadar sakin değil; hücre, tüm bileşenlerini DNA'yı sona bırakacak biçimde çoğaltarak, bölünmeye hazırlanıyor.

Alt evreleri son derece iç içe girmiş olan interfaz evresini işlevsellik açısından G1, S ve G2 alt evrelerine ayırmak yerleşmiş bir gelenek. Yani, hücrenin yaşam döngüsü bu üç evre ve M (mitoz)'dan oluşuyor. G1 evresi, DNA dışındaki bileşenlerin çoğaldığı bir dinlenme dönemi. S, DNA'nın bölünmesiyle sonuçlanan bir geçiş evresi. G2 ise, iç gelişiminin tamamlanıp, hücrenin mitoz yoluyla bölünmeye hazırlandığı süreci geçiriyor.

Hücrelerin hangi evreyi ne kadar sürede tamamlayacakları bir biçimde programlanmış durumda. Belli bir organizmanın tüm hücreleri bu evreleri aynı sürede tamamlıyorlar. Yine de, ani çevresel koşul değişiklikleri hücreleri G1 evresinde kısırtabiliyor; sözgelimi, besleyici maddelerin miktarı birdenbire minimum düzeye düştüğünde. G1 evresinin belli bir aşamasında, öncesinde bu duraklamaya izin verilen sabit bir kritik

Koyun Kopyalama Üzerine

Beyazıt Çirakoğlu

Prof. Dr., Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi

TÜBİTAK-MAM Gen Mühendisliği ve Biyoteknoloji Araştırma Enstitüsü

İskoçya Roslin Enstitüsü araştırmacıları "Fetal ve Erişkin Memeli Hücrelerinden Üretililebilir Yavrular" başlıklı çalışmalarıyla bütün dünyada yoğun bir ilgi ve tartışmanın odağını oluşturdu. Çalışma incelendiğinde araştırmacıların, koyun embriyo, fetal fibroblast ve erişkin meme hücrelerini izole ederek kültür ortamında çoğalttıktan sonra ortamdaki bazı maddeleri kısıtlayarak hücreleri bölünmez duruma getirdikleri ve bu hücrelerle çekirdekleri alınmış koyun dişi eşey hücrelerini (yumurta) elektrik akımı yardımıyla birleştirdikleri görülmektedir. Laboratuvarda yapılan bu çalışmanın sonunda, kültür ortamında fertilize olmuş (döllenmiş) gibi gelişmeye ve bölünmeye başlayan eşey hücreleri, taşıyıcı dişi koyunların rahimlerine yerleştirilmiş ve normal hamilelik süresi sonunda ovanın sperm tarafından fertilize edilmesine gerek duyulmadan geliştirilen ilk memeli olan, kuzular doğmuşlardır.

Çok ilginç sonuçlar içermesine karşın yayınlanan çalışma eleştirel bir yaklaşımla incelendiğinde tartışılması gereken bazı noktalar ortaya çıkmaktadır. Çalışma üç tip hücre ile yapılmıştır. Koyun embriyo, fetal fibroblast ve erişkin meme hücrelerinin çekirdekleri toplam 834 fertilize olmamış yumurta hücresine aktarılmış ve sonuçta üç gruptan toplam

sekiz yavru elde edilmiştir. Genel verim % 0.95'tir. Erişkin meme hücreleri grubunda 277 yumurta hücresine çekirdek aktarımı yapılmış, 29 embriyo gelişimi sağlanarak bu embriyolar 13 taşıyıcı dişi koyunun rahimlerine yerleştirilmiştir. Bu koyunlardan sadece birinde hamilelik gelişmiş ve bir kuzu dünyaya gelmiştir. Çalışmaya büyük popülarite sağlayan bu gruptaki verim oranı % 0.36 gibi oldukça düşük bir düzeydedir. Yazarlar kopyalama için çekirdeğini kullandıktan meme hücresinin fenotipini bilmediklerini, memeden alınan hücrelerin ilk kültür ortamında incelendiğini ve % 90 dan fazlasının meme epitel, geri kalanının ise myoepitel ve fibroblastları da içeren başka farklılaşmış hücrelerden oluştuğunu bildirmekte ve hamilelik sırasında meme salgı bezlerinin gelişimini destekleyecek az sayıda da olsa göreceli olarak farklılaşmamış kök hücrelerinin bulunma olasılığının göz ardı edilemeyeceği belirtilmektedir. Bu ifade çalışma hakkında kesin bir yargıya varabilmek için tamamlayıcı çalışmalara gereksinim olduğunu düşündürmektedir. Dokuz günlük embriyo, 26 günlük fetus ve altı yaşındaki hamile koyundan alınan hücrelerle yapılan çalışmalarda toplam 21 hamilelik gelişmiş ancak bunlardan 13'ü (% 62) fetusların kaybı (düşük) ile sonuçlanmıştır. Bu oranın doğal yolla gelişen gebeliklerde % 6 olduğu yazarlar tarafından da belirtilmektedir. Gebeliğin 110. gününde kaybedilen dört fetusa otopsi yapıldığı zaman ikisinde anormal karaciğer gelişimi saptanmıştır. Bu bulgular çekirdek naklinin genom üzerinde olumsuz etkiler gösterebildiğini akla getirmektedir.

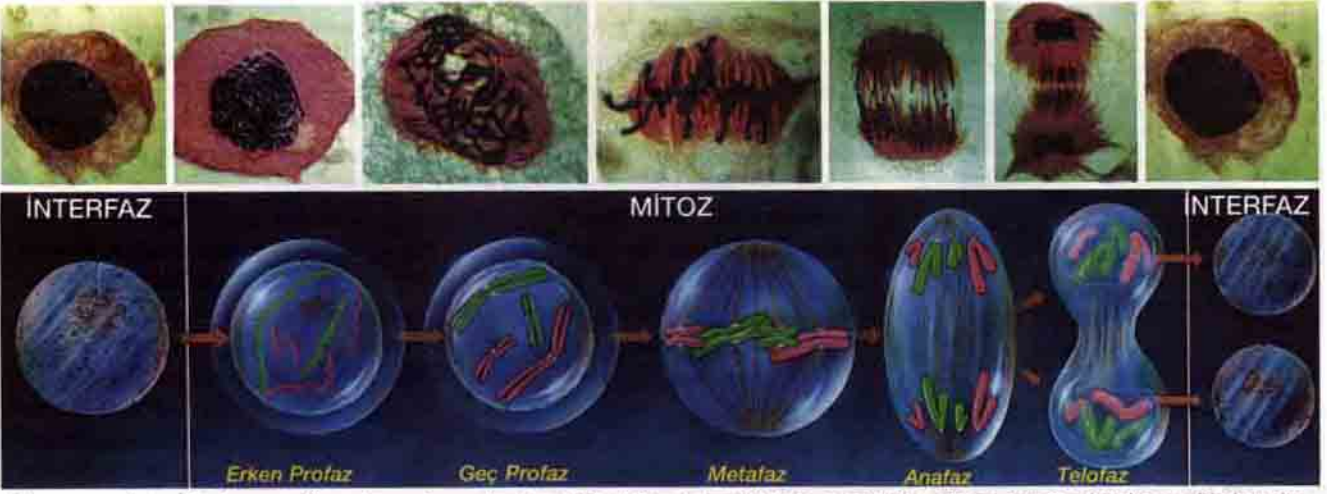
Ayrıca Wilmut ve ekibinin geliştirdikleri genetik kopya "Dolly" henüz yedi aylıktır ve yaşam süresi ve üretkenliği konusunda bilgiler de mevcut değildir. Bütün bu saptamalar yayınlanan bu çalışmada kullanılan tekniğin geliştirilmesine gereksinim duyulduğunu ve elde edilen sonucun henüz % 100 kesinlikte başarılı olarak nitelenemeyeceğini düşündürmektedir. Kanımca bu çalışmanın değerli olarak nitelenebilecek yönleri de bulunmaktadır.

- Bu çalışma bilim çevrelerinde ve kamuoyunda tümüyle aseptik (eşeysiz) şekilde erişkin memeli canlıların elde edilebileceği düşüncesini geliştirmiştir.

-Elde edilen sonuçlar; farklılaşmış hücrelerin genetik programlarının başa alınması, fertilize olmamış yumurta hücresi ve aktarılan çekirdeğin frekanslarının eşitlenmesi gibi konularda hücre biyolojisi ve moleküler biyolojiye yeni perspektifler kazandırmıştır.

-Çalışma, fertilize olmuş yumurta hücrelerine mikroenjeksiyonla gen aktarımı (transgenik manipülasyon) yoluyla, genetik değişikliğe uğratılmış ve biyoteknolojik açıdan önemli özelliklere sahip memellerin geliştirilmesini bir adım daha ileriye götüren, yöntemi daha verimli hale getirecek öğeleri içermektedir.

Bu çalışmanın yayınlaması hiç kuşkusuz aynı veya yakın konularda araştırma yapan birçok laboratuvarın da aynı tekniği kullanmaya yöneltecek ve Wilmut ve arkadaşlarının çalışma sonuçları tekrarlanabilir olanağına kavuşacaklardır. Öte yandan yöntemin gelişmesi ivme kazanacak ve diğer me-



Mitozun evreleri... *Interfaz, genetik malzemeyi sona bırakarak tüm hücre içi maddelerin çoğaltıldığı, görece durağan bir dönem. Profazın ilk aşamalarında, DNA ve kendisiyle ilişkili proteinler, ipliksi kromozomlar oluşturacak biçimde gruplaşmaya başlıyor. Profazın daha ileri aşamalarında çekirdeğin dışında mikrotübüller oluşmaya başlıyor. Çekirdek zarı parçalanmaya başlıyor ve sentroller mikrotübüllere doğru ilerliyor. Çekirdek kabuğunun ortadan kalktığı metafaz evresinde, kromozomlar, hücre ekvatorunda dizilip, kutuplara uzanan ve mikrotübüllerin oluşturduğu iplikçikler tarafından çekiliyorlar. Anafaz evresinde, genetik malzeme yavru hücrelere paylaştırılacak biçimde bölünüp kromozomlar ayrılıyor. Mitozun son evresi telofazda ise, yeni hücre çekirdekleri oluşuyor ve hücre tam anlamıyla bölünüyor.*

noktası var. Bu kritik nokta aşılsa, çevresel koşullar ne yönde olursa olsun, DNA replikasyonunun önü alınmıyor. İleride göreceğimiz gibi, bu noktanın denetim altında tutulabilmesi, Wilmut ve ekibinin başarılı bir klonlama gerçekleştirebilmelerinin altın anahtarı olmuştur.

Bu noktada bir parantez açarak G1, S, G2 ve M evrelerinin denetim altına alınmasının, hücrenin yaşam döngüsünü

olduğu kadar, hücrenin özelleşmesini, sözelimi beyinden veya kas hücrelerinden hangisine dönüşeceğini de kontrol altına alabilmeyi, bir başka deyişle, hücrenin genetik saatini sıfırlamayı sağladığını ekleyelim. Wilmut ve ekibi Dolly'yi klonlayınca kadar bu sürecin tersinmez olduğu, söz gelimi, bir defa kas hücresi olmaya karar vermiş bir hücrenin yeniden programlanamayacağı zannediliyordu. Peki Wilmut bunu nasıl başardı?

Soruyu tersinden cevaplayacak olursak, diğerlerinin bunu başaramamalarının nedeninin, kullandıkları somatik hücrelerin çekirdeklerini S veya G2 evrelerindeki konakçı hücrelere yerleştirmeleri olduğunu söyleyebiliriz. Eski kuramsal bilgilere göre bu yöntemin işe yaraması gerekiyordu, çünkü çekirdeğin mitoze yaklaşmış olması avantaj olarak görülüyordu. Ancak bu denemelerde, işler bir türlü yolunda gitmedi. Kaynaştırmadan sonra, hücre fazladan bir parça daha mitoz geçiriyor ve yarasız, kopuk kromozom parçaları meydana geliyordu. Bu "korsan" genler, gelişimin normal seyirini sürdürmesi için ciddi bir engel oluşturuyordu. Dersini çok iyi çalışmış olan Wilmut, bu olumsuz deneyleri değerlendirerek hücreyi G1 evresinin kritik noktadan önceki duraksama döneminde, "G0 evresinde" kısıtırmaya karar verdi.

Verici koyundan alınan meme dokusu hücrelerini kültür ortamında gelişmeye bırakan Wilmut, hücrelerin geçirdiği evreleri sıkı gözetim altında tutarak bir hücreyi G0 evresinde kısıtıp bu haliyle durağanlığa bırakmayı başarmıştı. Bunun için, hücrenin besin ortamını neredeyse öldürme sınırına kadar geriletmiş, tüm süreci dondurarak bir anlamda genetik saati de sıfırlayabilmişti. Üstelik bu evre, kaynaştırılacağı yumurta hücrelerinin mayoz gelişim sırasında girdiği, bu işlem için en uygun olan metafaz-II evresiyle de mükemmel bir uyum içindeydi. İşlemin diğer kısımları yemek tariflerinde olduğu kadar sıradan ve kolay uy-

meli canlılarda da denenecektir. Karnuoyunun karşı görüşler ve baskılarına rağmen, geçmişte özellikle ABD'de Jeremy Rifkin önderliğindeki biyoteknoloji karşıtı gösteri ve baskılara, Green Peace önderliğindeki nükleer karşıtı gösterilerle engellemelere karşı gerçekleştirilen araştırmalar gibi bu çalışma da (mutlaka biyoetik kuralları ve yasalar çerçevesinde) yürütülecektir.

Çalışmalar, memeli canlılarda daha ileri tekniklerle ve yüksek verimle uygulanmaya başladığında önemli yararları da beraberinde getirebilecektir. Bu yöntem, transgenik manipülasyonlarla üretilebilen endüstriyel öneme sahip maddeler ve hormon, protein kökenli ilaçlar çeşitli memeli canlıların süt veya kanlarında daha düşük maliyetle yüksek miktarlarda üretilebilecektir. Organ nakillerinde insan organizmasının reddetmeyeceği hücre özelliklerine sahip organlar diğer memeli canlılarda geliştirilebilecektir. Aynı şekilde kanser, degeneratif hastalıklar, viral veya enflemasyon hastalıklarının tedavisinde kullanılabilecek terapötik hücre üretimi mümkün olabilecektir. Bu teknik gelişmesini tamamlayıp bütün memeli canlılarda uygulanabildiği taktirde insanın da eşçoğaltımı (klonlanması) olasılığı bütün dünyada yoğun şekilde tartışılmaktadır. Gelecekte teknik koşulları böyle bir işlemi gerçekleştirecek düzeye ulaşacakları varsayılrsa dahi, insanın genetik kopyasının geliştirilmesinin yaratacağı felsefi, yasal ve ahlaki sorunlar belki de günümüze kadar tanık olunmamış boyutlara ulaşacaktır.

Önce böylesi bir çalışma hangi tıbbi veya bilimsel gerekçeyle yapılabilir sorusuna yanıt aramak

gerekmektedir. İlk aklı gelen, çocuk sahibi olmaları mümkün olmayan (örneğin displazi, veya ağır testiküler atrofi gibi genetik defektlere sahip) erkeklerin baba olma fırsatının bu yöntemle sağlanabilmesidir. Bu durumda erkeğin somatik hücrelerinin çekirdekleri anne adayının fertilize olmamış ve çekirdeği alınmış yumurta hücresine aktarılabilir ve devamında eşler çocuk sahibi olabilirler. Ancak böyle bir çocuk genetik özelliklerini sadece babadan almış olacaktır.

Annenin böylesi bir çocukta görülebilecek tek genetik özelliği mitokondriyal genetik yapısıdır. Böyle bir işlem çok karmaşık felsefi ve sosyal sorunları da beraberinde getirecektir. Ayrıca tıbbi olarak mitokondri dışında, babanın genetik bir kopyası olarak dünyaya gelecek çocuk babası gibi genetik defekte sahip olacaktır. Bu arada kopyanın sadece genetik kopya olacağını fiziksel ve karakter olarak bir kopya elde etmenin, asıl ve kopya tümüyle aynı koşullarda bir hamilelik sürecine, doğum sonrası sosyo kültürel çevreye kesinlikle sahip olamayacakları için mümkün olmadığını altını çizmek gerekir.

Etik açıdan bakıldığında çocuğun genetik özelliklerini ortak olarak taşıyacağı bir anne ve babaya sahip olma hakkı vardır. Bunun ötesinde başka bir bireyin -genetik de olsa- kopyası olmak, insan onuruna tümüyle karşı bir durumdur.

Son olarak, bilim adamlarının doğaya karşı sorumluluğu ve bilimsel ahlak anlayışları bugünün koşullarında insan genetik kopyalamasını marjinal bir konuma itmektedir.



Klonlama yoluyla İnsanların da ikizlerinin yaratılabileceği düşüncesi pek çoklarını ürkütüyor. Kaygıya sebep olan kanılardan biri, kimliği belirleyen kişilik özelliklerinin de kopyalanabileceği. Oysa, özel beceriler, zeka veya 'beslenme alışkanlıklarını' kopyalamak mümkün değil.

gulanabilir nitelikte. G0 evresindeki çekirdek metafaz-II evresindeki yumurtayla kaynaştırılıp, normal besin koşulları ve hafif bir elektrik şoku etkisiyle oluşan çoğalma sürecine yeniden sokulduğunda, her şey tüp bebek olarak bilinen, *in vitro* fertilizasyon sürecindeki işleyişe uygun hale geliyor. Zigot, anne koyunun rahmine yerleştiriliyor ve gerekli hormonlarla normal hamilelik süreci başlatılıyor.

Wilmur ve ekibinin gerçekleştirdikleri hakkında bilinenler, yukarıda kaba hatlarıyla anlatılanlarla sınırlı. Sürecin duyurulmayan kritik bir evresi varsa, bu ticarî bir sır olarak kalacağına benziyor. Ancak, herkesin olup bitenler hakkında aynı bilgilere sahip olması, deneyin başarısı konusunda kimsenin şüphe duymasını gerektirmiyor. 277 denemeden sadece birinin başarılı olması başta olmak üzere, çoğu uzmanın takıldığı pek çok soru işareti var. Herşeyin ötesinde, herhangi bir olgunun bilimsel gelişme olarak kabul edilmesi için, sürecin yinelenebilirliğinin gösterilmesi gerekiyor.

Bir embriyolog, Jonathan Slack, çok daha temel şüpheleri öne sürüyor: "Araştırmacılar, yumurta hücresindeki DNA'ları tümüyle temizleyememiş olabilirler. Dolayısıyla Dolly, sıradan bir koyun olabilir." Slack, alınan meme hücresinin henüz tamamen özelleşmemiş olabileceğini, böyle vakalara meme hücrelerinde, beden diğer kısımlarına göre daha sık rastlanılabildiğini de ekliyor. Zaten Wilmur da, beden diğer kısımlarından alınan hücrelerin aynı sonucu verebileceğinden bizzat şüpheli. Örneğin, büyük olasılıkla kas veya beyin hücrelerinin asla bu amaçla kullanılmaya-

caklarını belirtiyor. Üstüne üstlük, koyun bu deneylerde kullanılabilecek canlılar arasında biraz "ayrıcılık" bir örnek. Koyun embriyolarında hücresel özelleşme süreci zigot ancak 8-16 hücreye bölündükten sonra başlıyor. Geleneksel laboratuvar canlıları farelerde ise aynı süreç ilk bölünmeden itibaren gözlenebiliyor. İnsanlarda ise ikinci bölünmeden itibaren... Bu durum, aynı deneyin fare ve insanlarda asla başarılı olamaması olasılığını beraberinde getiriyor.

Dile getirilen açık noktalardan biri de, hücrelerde DNA barındıran tek organelin çekirdek olmayışı. Kendi DNA'sına sahip organellerden mitokondrinin özellikle önem taşıdığı savlanıyor. Memeli hayvanlarda mitokondriyal DNA, embriyo gelişimi sırasında sadece anneden alınıyor. Her yumurta hücresi, farklı tipte DNA'lara sahip yüzlerce mitokondriyle donatılmış. Bu mitokondriyelar zigotun bölünmesinin ileri evrelerinde, embriyo hücrelerine dengeli bir biçimde dağılıyor; ancak, canlının daha ileri gelişim evrelerinde, bu denge belli tipteki DNA'lara doğru kayabiliyor. Parkinson, Alzheimer gibi hastalıkların temelinde bu mitokondriyal DNA kayması sürecinin etkileri var. Bu yüzden kimileri, sağ-

Gen Mühendisliği Yoluyla Koyun Klonlama

Mehmet Öztürk

Prof. Dr. Bilkent Üniversitesi, Moleküler Biyoloji Bölümü

Memeli hayvanlar erkek ve dişi bireylerden oluştuğu için, bu hayvanların üremesi için dışıdan gelen yumurta hücresinin erkekten gelen sperma hücresiyle birleşmesi gerekmektedir. Sperma ve yumurta hücreleri, baba ya da annenin biyolojik özelliklerini belirleyen ve her bireyde ikişer kopya (ikişer allel) halinde bulunan genlerin tek kopyaları içerirler. Böylece döllenmiş yumurtadaki gen kopyalarından birisi anadan diğeri ise babadan gelir. Gen kopyaları ya da alleller aynı işlevi gören ancak aralarında yapısal ve işlevsel olarak ufak farklılıklar taşırlar. Bunlar, aynı genel özellikleri taşıyan türleri oluşturan bireylerde gözlemlenen çeşitliliğin temelini oluştururlar. Örneğin bir koyunla bir koçun çiftleşmesinden her zaman kuzular doğacaktır, ama doğan her kuzu aynı ana-babadan gelmelerine rağmen ne annelerine, ne babalarına ne de kardeşlerine tipatip benzemeyeceklerdir. Bu çeşitlilik sayesinde bir türün değişik bireyleri değişen çevre koşullarına karşı farklı uyum özellikleri gösterirler ve türlerin tamamen yokolması riski azalır. Ancak bu çeşitlilik, belirli özellikleri olan bireylerin soylarını hiç değişime uğramadan sürdürmesine de engel olmaktadır. Örneğin insanlar için yararlı bir koyunla bir koçun çiftleşmesinden her zaman kuzular doğacaktır, ama doğan her kuzu aynı ana-babadan gelmelerine rağmen ne annelerine, ne babalarına ne de kardeşlerine tipatip benzemeyeceklerdir. Bu çeşitlilik sayesinde bir türün değişik bireyleri değişen çevre koşullarına karşı farklı uyum özellikleri gösterirler ve türlerin tamamen yokolması riski azalır. Ancak bu çeşitlilik, belirli özellikleri olan bireylerin soylarını hiç değişime uğramadan sürdürmesine de engel olmaktadır. Örneğin insanlar için yararlı bir koyunla bir koçun çiftleşmesinden her zaman kuzular doğacaktır, ama doğan her kuzu aynı ana-babadan gelmelerine rağmen ne annelerine, ne babalarına ne de kardeşlerine tipatip benzemeyeceklerdir.

Belirli özellikleri olan bir hayvandan aynı genetik özellikleri taşıyan yavruların ya da klonların (kopyaların) elde edilebilmesi için en kolay yol, yetişkin hayvanların hücrelerinin yeni hayvanlar elde edilmesinde kullanılmasıdır. Yetişkin hayvan hücreleri or-

ganizmayı oluşturan dek ilk döllenmiş yumurtaya aynı gen bilgilerini taşıdıktan için bunun mümkün olması gerekir. Ancak, yetişkin hayvan hücreleri içerdeki genlerin bazıları susturulduğu için, doğal koşullarda yeni bir hayvan oluşturacak kapasitede değillerdir. Geçtiğimiz haftalarda büyük yankılar uyandıran koyun klonlama yöntemi, bu doğal kuralın insan eliyle değiştirilebileceğini göstermiştir. Kullanılan yöntem özet olarak şöyledir: İskoçyalı bilim adamları, hamile bir koyunun memesinden alınan hücreleri önce laboratuvarında çoğaltmış, sonra bu hücreleri çoğalma programından çıkararak dinlenme (Go) evresine almışlardır. Dinlenme evresindeki hücrenin çekirdeğindeki genler hücre füzyonu tekniği ile döllenmemiş bir yumurtaya aktarılmıştır. Döllenmemiş yumurta bu işlevden önce özel bir yöntemle boşaltılarak anadan gelen gen kopyaları atılmıştır. Çekirdeği alınmış yumurtada kalan gen düzenleyici proteinler (transkripsiyon faktörleri) ve diğer etkenler, verici meme hücresinde sıfırlanmış olan genetik programları tekrar harekete geçirerek, hayatın başlangıcını oluşturan ilk bölünme evrelerinin oluşmasını sağlamışlardır. Füzyon yoluyla döllenirilen ve genetik programlamayı yeniden başlatan kök hücreleri (toplam 277 adet), hamileliğe hazırlanmış koyunlara aktarılmış ve böylece elde edilen 13 hamile koyundan birisi Dolly adı verilen kuzu doğurmuştur. Dolly, annesine benzememekle kalmayıp, meme hücrelerinin alındığı koyunla aynı genetik bilgileri taşımaktadır. İnsanoğlu böylece, memeli bir hayvanın kopyasını yapmayı başarmıştır. Genetik olarak özdeş bu iki koyunun, fiziksel olarak aynı özellikleri taşımakla birlikte, aynı biyolojik özel-

likleri taşıyıp taşımadıkları henüz belli değildir. Her ne kadar kalıtımın temelini oluşturan genetik yapı canlıların özelliklerini belirlemede ana etken olsa da, çevresel etkilerin canlıları değiştirebileceği de bilinmektedir. Dolayısıyla, iki kopya arasında zamanla bazı biyolojik farklılıklar ortaya çıkabilir.

Bu çalışmanın bilimsel olarak önemi, ilk kez yetişkin bir hayvan hücresinden yepyeni bir hayvan kopyasının elde edilmesidir. Bilinen doğal kurallardan dışarıda olan bu gelişme, birden insanların ortak ilgi alanı haline geldi. Bunun nedeni şu: acaba aynı yöntemi kullanarak insanlar da kopyalanabilir mi? Koyun ve insan aynı memeli canlılar sınıfından olduğuna göre, koyunda geçerli olan bir yöntemin insanda geçerli olmaması için bilimsel bir engel yok. Konunun uzmanları, koyunda kullanılan yöntemin kullanılmasıyla en erken bir, en geç on yıl içinde insanların da klonlanmasının teknik olarak mümkün olduğunu söylemektedirler. Şimdilik, çoğunluğun ortak olduğu bir görüşçe, bu yöntemin insanlarda hiç kullanılmayacağı, kullanılmaması gerektiği. Konunun etik, hukuksal, dinsel ya da sosyal boyutları bir yana, davranış açısından insan diğer canlılardan çok farklıdır. İnsan davranışlarından bazıları genler tarafından düzenlenebilir de, bir çoğunun çevresel etkenlere bağlı olduğu sanılmaktadır. İnsanın davranışlarını belirleyen beyinsel işlevlerin biyolojik özellikleri konusundaki bilgiler yok denecek kadar azdır. Böyle bir aşamada, insanı klonlamaya kalkmak, çok büyük bir sorumsuzluk örneğidir. Üstelik, insan kültürel bir varlıktır ve kültürel özellikler sonradan edinilen özelliklerdir. Aynı suda iki kez ykanamayan insanoğlu, zorunlu olarak iki ayrı zaman diliminde yaşayacak iki kopyanın aynı özellikleri taşıyacağını nasıl düşünebilir?

lıkları bir kuzu olarak doğan Dolly'nin, zigot gelişimine müdahale edilmiş olması yüzünden sağlıklı bir koyun olarak yaşlanabileceğini öne sürüyorlar. Şimdilik Dolly'nin tek sağlıklı yönü, basına teşhir edilirken sabit tutulması amacıyla fazla beslenmesi yüzünden ortaya çıkan tombulluğu.

Klonlamalı mı?

Klonlamanın özellikle de insan klonlama konusunun etik boyutu kamuoyunca, günlük yaşamda kültürün, temel bilimsel birikimin, tarih, siyaset ve toplumbilimin en yaygın ve temel kavramlarıyla tartışılabilir nitelik kazanmıştır. Nükleer enerji kullanımı, hormon destekli tarım, ozon tabakasına zarar veren gazların üretimi gibi, farklı toplum kesimlerince kolayca anlaşılabilir ve tartışılabilir kabul edilen klonlama, şimdiden kamuoyunun gündeminde yerini aldı. Kamuoyunun, bilimsel ve teknolojik gelişmelerin uygulanıp uygulanmaması konusunda birtakım ahlaki gerekçelerle ne şekilde ve ne ölçüde yaptırım uygulayabileceği tartışmalı olsa da, şu anda kamuoyunun isteksizliği klonlama çalışmalarının daha ileri aşamalara taşınmasına

Bazı feministler, geleceğin toplumlarında erkeklere gerek kalmayacağını, kadınların, kendilerini klonlayarak üreyeceklerini öne sürüyorlar. En azından, ilk klonlanmış memeli canlı Dolly, genetik annesi gibi bir dişi. PPL ve Roslin Enstitüsü de klonlanmış koyunların sütlerini biyoteknolojik ilaç hammaddesi olarak kullanmayı düşündüklerine göre, en azından bir süre uzmanların dişileri klonlamayı sürdürcekleri kesin



en güçlü engel olarak gösteriliyor. Oysa, "tüp bebek" diye bilinen *in vitro* fertilizasyonun, başlangıçtaki şiddetli tepkilerden sonra kolayca kabullenilmesi, işin içine "çocuk sahibi olma isteği ve hakkı" karıştığı durumlarda (aynı argüman klonlama konusunda da sıkça kullanılıyor) toplumun ne kadar kolay ikna olabileceğinin bir göstergesi.

Bilimkurgu romanları ve filmlerinde kaba hatlarıyla çokça tartışılmış olan klonlama konusunda halihazırda belli belirsiz bir kamuoyu "oluşturulmuş" du-

rumda. Şu anda sürmekte olan tartışmaların bilinen yanlışlara yeniden düşmesi için birkaç temel olguya açıklık getirmek gerekiyor. Olası yanlışların en sık rastlanana, klonlanmış bir canlına, (tartışmalara sıkça insan da dahil ediliyor) genin alındığı canlına fizyolojik özellikleri bir yana, kişilik özellikleri bakımından özdeş olacağı kanısı.

Kazanılmış özelliklerin kalıtsal yolla taşınabileceği yanlışlığı, *Philosophie Zoologique* (Zooolojinin Felsefesi) adlı ünlü yapıtı 1809 yılında yayınlanmış olan, Fransız zoolog Jean Baptiste Lamarck'a dayanıyor. Lamarck'ın görüşlerinin takipçileri, insanların gözlemlenebilir ki-



Klonlama Etiği

Ergül Tunçbilek

Prof. Dr., Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Genetik Ünitesi

Bir koyunun meme hücrelerinden klonlama yolu ile yeni bir koyun dünyaya getirilmesi, memeli genetiği ile ilgilienelerin önünde çok büyük utuklar açtı.

Dolly'nin kopyalanmasından sonra akla gelen ilk soru, bilim adamlarının insanı ne zaman kopyalayabilecekleri oldu. Yetişkin bir insanın klonlanmasının 1-10 yıl içinde yapılabileceği ihtimalinin ifade edilmesi konunun etik yönlerinin çok yoğun olarak tartışılmasına yol açtı. ABD Başkanı Clinton konu hakkında bir rapor hazırlanmasını ve buna göre insan klonlanmasının yasaklanacağını veya bu çalışmalara kontrollü olarak izin verilebileceğini açıkladı. İngiltere, Danimarka, Almanya, Belçika, Hollanda ve İspanya da buna yakın bir yol izlediler. Konu internet sayfalarında, din adamları arasında, gazete veya dergilerde de yoğun tartışmalara neden oldu.

İnsan klonlanmasının, ahlaki olarak kabul edilmeyecek bir şekilde insan hayatına müdahale etmek olduğunu ifade edenlere göre, insan yaratmaya çalışmak sadece bir bilimsel aktivite olmayıp, ahlaki ve manevi yönleri ağır basan bir olaydır. Bunun yanında insan genomunda yapılan değişikliklerle belirli özellikleri olan ve istenilen tanımlamalara uyan grupların yaratılabileceği korkusu da çok ağır basmaktadır.

Günümüzde halen uluslararası sözleşmelerle insan embriyosu üzerinde deney yapmak yasaklanmıştır. Avrupa Konseyinin "Convention for the Protection of Human Rights and Dignity of the Human Being With Regard to the Application of Bi-

ology and Medicine; Convention on Human Rights and Biomedicine" isimli sözleşmenin 13. maddesi koruyucu, teşhis veya tedavi edici amaçların dışında insan genomu ile çalışma yapılmayacağını ifade etmektedir. Bu maddenin gerekçesinde bilimdeki ilerlemelerin insanlığa faydalı pek çok gelişmeye zemin hazırlamakla beraber, bu imkanların kötü kullanımı ile genomda yapılan değişikliklerin sadece kişileri değil, türün tamamını tehlikeye atabileceği bu nedenle yasaklanmasının gerektiği ifade edilmektedir. (Council Europe, Directorate of Legal Affairs DIR/JUR(97) 1, Strasbourg, January 1997).

Böyle bir gelişim sonucunda ortaya çıkacak ahlaki sorunların yanında biyolojik problemlerin de yaşanabileceğini düşünenler tek bir somatik hücreden her şeyin çıktığı bir canlıda fazla sayıda germine mutasyon bekleneceğini ve bu canlıların genetik hastalıklar ve kanser bakımından daha yüksek riskler taşıyacağını ifade ediyorlar. Major (Büyük, temel, asli) malformasyonlardan başka, si-toplazmadaki çok küçük değişikliklerin belki de

mesela, hafif mental retardasyona yol açabilmesi, veya insan için başka ciddi problemlere neden olması da söz konusudur. Bu problemlerin anlaşılabilmesi ise uzun bir zamana ihtiyaç gösterir, yani verilebilecek zararın hemen tanımlanamaması önemli bir risktir.

Gen ve çevre (nature-nurture) etkileşiminin nasıl olduğu iyi bilinmediğinden fizik olarak aynı kopyalanan canlına, aynı çevreyi sağlamak mümkün olmayacağından, zeka, davranış ve düşünceleri ile orijinalinden farklı olacağı düşüncesi de büyük ölçüde paylaşılmaktadır.

İnsanı kopyalama gibi bir düşüncenin akla bile getirilmemesini ifade edenler olduğu gibi, bunun önüne set çekilemeyecek bir gelişme olduğunu ve doğru yönde kullanılmasının insanlığın faydasına olacağını söyleyenler de var. Bu düşünce taraftarlarına göre üreme çok kuvvetli bir biyolojik dürtü olup, üreme özgürlüğü çok kuvvetli korunması gereken temel bir hak. Ayrıca, bir işlemin ahlaki olarak değerlendirilmesi, onun yapma amacınıza da bağlıdır. Bütün yolların denendiği ve çarelerin tüketildiği bir durumda, bu yolla çocuk sahibi olmanın nasıl bir yanlış olabileceğini anlamak zordur.

Ancak Hitler deneyimini yaşayan ve öjenik hareketlerden korkar bir dünyada bu gelişmeleri kontrol edilebilmenin çok zor olduğu anlaşılıyor. Çünkü bu uygulamanın bugün bile diyelim ki bir nükleer silah yapmak gibi büyük teknoloji ve yatırıma ihtiyaç göstermediği, hele yakın gelecekte belki de orta halli bir laboratuvarında başarılabilecek bir iş olduğu anlaşılıyor. Bu konuda devlet desteğinin kesmenin araştırmacıları iyi niyetli olmayan başka kişilerle işbirliğine zorlayacağını da akıldan tutmak gerekir.



'Koyunlar zaten birbirine benzer' esprisinin işaret ettiği önemli bilimsel gerçekler de var. Klonlanan canlı bir penguen olsaydı herhalde genetik annesine çok daha fazla benzetilecekti. Dolly'nin, annesiyle aynı renk ve cinsten olmadığı, genetik annesine benzediğini gözlemleyebiliyor, genetik özdeşliği ise ancak laboratuvar teknikleriyle fark edebiliyoruz. Gözlemlenebilir dış özellikleri daha karmaşık olan ve kişiliği de kolayca fark edilebilen insanoğlunun, genetik ikizlerine, Dolly örneğinde olduğu kadar benzemeyeceği bir gerçek.

şilik özelliklerinin önemli ölçüde kalıtsal nitelik taşıdığını savlayarak, çevresel koşulların gelişim üzerindeki etkilerini neredeyse tamamen yadsıyorlardı. Oysa, genetik, evrim, psikoloji gibi alanların ortaya koyduğu çağdaş ölçütler, kazanılmış karakterlerin kalıtsal nitelik gösteremeyeceğini ortaya koyarak, kişilik oluşumunda çevresel etmenlerin güçlü bir paya sahip olduğunu kanıtlamıştır.

Bu bağlamda, basında da yankı bulan "koyunlar zaten birbirlerine benzerler" esprisinin aslında ciddi bilimsel doğrulara işaret ettiğinin altını çizmek gerekiyor. Klonlanmış bir koyunun, genetik annesinin genetik ikizi olduğu ölçülerek gösterilebilir bir gerçektir. Oysa, gözlemlenebilir kişilik özellikleri oldukça kısıtlı olan koyunların birbirlerine benzemeleri kaçınılmazdır. Çok daha karmaşık bir organizma olan insanoğlu, sayısız gözlemlenebilir kişilik özelliği sayesinde, genetik ikizinden kolayca ayırt edilebilir.

Tüm bunların ötesinde, klonlanmış bir insanın sadece kişilik bakımından değil, fizyolojik ve bedensel özellikleri bakımından da, genetik ikizinden farklı olacağını peşinen kabullenmek gerekiyor. Bir bebeğin biçimsel özelliklerinin ana rahminde geçirdiği gelişim süreci içerisinde tümüyle DNA'sı tarafından belirlendiği görüşü yaygın bir yanlıgı. DNA molekülü, insan geometrisine dair tüm bilgileri en sadeleşmiş biçimiyle bile bütünüyle kapsayamayacak kadar küçük. Çoğu biçimsel özellik, akışkan dinamiği, organik kimya gibi alanlardaki temel evrensel yasaların kontrolünde meydana geliyor. Bu süreçte de, her zaman için rastlantı ve farklılaşmalara ye-

terince yer var. Bir genetik ikiz, kuramsal açıdan, eşine en fazla eş yumurta ikizlerinin birbirlerine benzedikleri kadar benzeyebilir. Uygulamada ise, benzerlik derecesi çok daha düşük olacaktır; aynı rahimde aynı anda gelişmediği, aynı fiziksel ve kültürel ortamda doğup büyümediği için...

İşin bu boyutunu da göz önünde bulunduran Aldous Huxley, romanında, Bokanovski Süreci'yle çoğaltılmış bebekleri, yetiştirme çiftliklerinde psikolojik koşullandırmaya tutma gereği duymuştu. Benzer biçimde, 1976'da yazdığı *The Boys from Brazil* romanında Adolf Hitler'den klonlanan genç Hitler'lerin öyküsünü kurgulayan Ira Levin, klonları, Adolf Hitler'in kişiliğinin geliştiği tüm olaylar zincirinin benzerine tabi tutma gereğini hissetmişti. Tüm bu "hal çarelerine" rağmen, kopya insanın genetik annesinden çoğu yönden farklı olması kaçınılmaz görünüyor. Diğer tüm koşullar denk olsa bile, kopya birey, aynı zamanda ikizi olan bir anneye sahip olmasından psikolojik bakımdan etkilenenecektir. Sağduyumuz bize Hitler'i gencelerinin değil, Weimar Cumhuriyeti sonrası sosyo-ekonomik koşulların ve genç Adolf'un kısırıldığı maddi ve manevi bunalımların yarattığını öğretiyor.



Tüm bunların ışığında, klonlama konusundaki popüler tartışmaları, tıkanıp kaldıkları, "beklenmedik bir ikize sahip olma" fobisinden kurtarılıp, daha gerçekçi zeminlere çekilmesi gerekiyor. Gen havuzunun (belli bir topluluktaki genetik çeşitlilik) daralması, hayvancılığın geleneksel yapısından koparılıp biyoteknoloji şirketlerinin güdümüne girmesi, yol açılacak genetik bozuklukların kontrolden çıkması, bu alanda çalışan bazı şirketlerin (söz gelimi PPL'in) tüm tekel karşıtı yasal önlemleri delerek ciddi ekonomik dengesizliklere yol açması gibi akla gelebilecek sayısız somut etik sorununun tartışılması gerekiyor. Yoksa, akademik organlardan dini cemaatlere kadar sayısız grup gelişmeleri "kitaba uydurma" çabasıyla, kısır tartışmalara girebilir. Örneğin, Budist bir araştırmacı, Dolly'nin eski yaşamında ne gibi bir kabahat işleyip de bu yaşama klonlanmış olarak gelmeyi hak ettiği üzerine kafa yoruyormuş.

Aslında biyoteknolojik tekellilik tehdidine, Cesur Yeni Dünya'da Aldous Huxley de işaret etmişti: "İç ve Dış Salgı Tröstü alanından hormon ve sütleriyle Fernham Royal'daki büyük fabrikaya hammadde sağlayan şu binlerce davarın böğürtüsü duyuluyordu..."

İnsanoğlunun temel kaygıları, şimdi-lik bazı temel koşullarda klonlamayla çelişiyor gibi görülüyor: Bir çiftçi düşünün ki, kendisi için tüm evreni ifade eden kasabasında herkese hayranlıktan parmaklarını ısırtan bir danaya sahip olsun. Bu danayı klonlayıp tüm sürüsünü özdeş yapmayı ister miydi? Büyük olasılıkla biraz düşündükten sonra bundan vazgeçerdi. Danasının biricik oluşu ve genetik çeşitliliği sayesinde bu danaya yaşam veren sürüsünün daha da güzel bir dana doğurması olasılığı çok daha değerli. Ömrü boyunca aynı dananın ikizlerine sahip olmayı kabullenmiş bir çiftçinin komşusu her an elinde daha güzel bir danayı ipinden tutarak getirebilir.

Yazıda kullanılan karikatürler Selçuk Erdem'e aittir ve Lemus dergisinin farklı sayılarından alınmıştır. Selçuk Erdem'e ve Lemus dergisine teşekkür ederiz.

Özgür Kurtuluş

Kaynaklar:
 Biopace, www.biopace.com
 Huxley A., *Cesur Yeni Dünya*, Çev: Günel E., Güneş Yayınları, 1989
 Nash M. J., "The Age of Cloning", *Time*, 10 Mart 1997
Radiy Entistik Basın Bülteni, www.ibtur.ac.uk
 Stear C., Taggart R., *Biology: The Unity and Diversity of Life*, 1989
 Underwood A., "Little Lamb Who Made Thee", *Newsweek*, 10 Mart 1997
 Wilmut I., Schnieke A. E., McWhir J., Kind A. J., Campbell K. H. S., "Viable Offspring Derived From Fetal and Adult Mammalian Cells", *Nature*, 27 Şubat 1997 (www.nature.com)

geleceđi
bugüne taşımak...

