

ORTAÖĞRETİM BİYOLOJİ ÖĞRETİM PROGRAMINDA KLONLAMA KONUSUNUN KAPSAMI ve İNSAN KLONLAMAYA YÖNELİK PROGRAM ÖNERİSİ

Arş. Gör. Hasan Güner BERKANT

Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü
Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı

ÖZET

Bu çalışma, biyoloji biliminde son yıllarda yaşanan önemli gelişmelerinden ikisi olan klonlamanın ve buna bağlı olarak insan klonlama konusunun ortaöğretim biyoloji derslerinde öğretimi ile ilgilidir. Çalışmada, klonlama konusunun biyoloji öğretim programında hangi kapsamda yer aldığı belirlendikten sonra, toplumsal anlamda önemli bir gelişme olan insan klonlama konusunun programda yer alabilmesi için gerekçeler belirtilerek hedef, içerik, öğrenme-öğretme etkinlikleri ve ölçme ve değerlendirme boyutlarında bir program önerisi oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Biyoloji öğretim programı, insan klonlama, program önerisi.

ABSTRACT

This study comprises teaching of cloning and human cloning subjects at secondary school, which are the two of most important developments in biology. In this study, the extent of the cloning subject in biology teaching curriculum had been determined and reasons were explained for human cloning subject to be involved in biology teaching curriculum as an important development in the context of society. At the end of the study, a curriculum proposal was put forward including goals, content, learning-teaching activities, evaluation and assessment dimensions.

Keywords: Biology teaching curriculum, human cloning, curriculum proposal.

GİRİŞ

Biyoloji gibi fen bilimlerinin öğretiminde karşılaşılan sorunlardan biri, alandaki gelişmelerin hızlı olmasından dolayı yeni çalışmaların sonuçlarının ve tartışmalarının öğretim programında yer almaması ve bu nedenle eğitim-öğretim ortamlarında tartışılmamalarıdır. Bu sorunu mümkün olduğunca çözebilmek ve eğitim-öğretim ortamında yarattığı sıkıntıları en aza indirebilmek için eğitim programlarının amaç, içerik, öğrenme-öğretme süreci ve değerlendirme boyutlarının alandaki son gelişmeleri içermesi ve eğitim-öğretim ortamlarında öğretmenler ve öğrenciler tarafından kolaylıkla uygulanabilecek ve günlük yaşamla doğrudan bağlantısı kurulabilecek bir desene sahip olması gerektiği düşünülmektedir.

Biyoloji ders programını hazırlayanların ve bu programın uygulayıcılarının bu bakımdan biraz daha şanslı oldukları varsayılabilir. Çünkü biyoloji, yaşamın dinamiklerine yönelik çok somut veriler ve tartışmalar ortaya atabilen bir bilimdir. Bir dersin günlük yaşamla bağlantısını kurma kaygısını taşıyan biyoloji öğretmenleri, konuların yaşamdan örneklerini kolaylıkla bulabilirler; özellikle de DNA ve genler gibi

sıklıkla yeni bilgilerin elde edilebildiği, bireysel ve toplumsal anlamda tartışmalar içeren konularda.

Genetik biliminin bize sunduğu olgulardan biri olan insan klonlama çalışmalarının da hem bireysel hem de toplumsal boyutları bulunmaktadır. Ortaöğretim son sınıfta okuyan öğrencilerin, bireysel olaylara olduğu kadar toplumsal olaylara yönelik farkındalıkları da oluşmaya başlamıştır. Bu nedenle, insan klonlama çalışmalarının her boyutu ile biyoloji programında yer alması ve eğitim ortamlarında öğrenci-öğretmen diyalogları ile tartışılması gerektiği düşünülmektedir. Böylece öğrenciler bilimin sadece kuramlar yığını olmadığını, aslında toplumsal dinamiklerle iç içe olduğu bilincine de sahip olabilirler.

1. ORTAÖĞRETİM BİYOLOJİ PROGRAMINDA KLONLAMANIN KAPSAMI

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından hazırlanan Biyoloji I Öğretim Programı kapsamında, esas olarak Biyoloji III Eğitim Programında değinilen klonlama konusuna ön bilgi sağlayacak *temel bilgi ve kavramları* yer almaktadır. Buna göre, Biyoloji I Öğretim Programı'nda yer alan ve bu bilgi ve kavramları içeren “2000’li Yılların Bilimi Biyoloji” bölümünün hedef ve davranışlar, konular ve öğrenme-öğretme etkinlikleri/işleniş boyutları aşağıdaki gibidir (MEB, 1998, 228-230):

1.1. HEDEF ve DAVRANIŞLAR

Hedef: Biyolojinin önemini kavrayabilme.

Davranışlar:

- 1.Biyolojinin önemini artıran biyolojik ıslah yöntemleri ve biyoteknolojik çalışmalar alanındaki gelişmeleri açıklama.
- 2.Biyolojinin çağımızın önemli sorunlarının çözümüne katkısını açıklama.

Hedef: Biyolojinin geleceğini ve insanlığa katkılarını kavrayabilme.

Davranışlar:

- 1.Biyolojinin gelecekte niçin daha önemli bir bilim olacağını açıklama.
- 2.Genetik alanındaki gelişmelerin hayatı nasıl etkileyeceğini açıklama.
- 3.Biyolojik gelişmelerin, 21.yüzyıldaki sonuçlarının neler olabileceğini açıklama.
- 4.Biyolojideki gelişmelerin insan sağlığı ile ilişkisini açıklama.

1.2. KONULAR

2000’li Yılların Bilimi Biyoloji

I.Biyolojinin Önemi

II.Biyolojinin Geleceği

III.Biyoloji Bilimindeki Gelişmelerin İnsanlığa Katkıları

1.3. ÖĞRENME-ÖĞRETME ETKİNLİKLERİ / İŞLENİŞ:

Biyolojinin geleceği konusunda öğrenciyi düşündürmek amacıyla, aşağıdaki örneklerin benzeri ana temalarda, soru-cevap yöntemi ile tartışma açılır:

*Önümüzdeki yıllar içerisinde, biyolojideki gelişmelerin insanlığa olan etkilerinin neler olabileceği,

*Moleküler biyoloji, genetik mühendisliği ve tıp alanındaki gelişmelerin hayatı nasıl etkileyeceği, insanlığa katkılarının neler olabileceği,

*Bugün için tedavisi olmayan hastalıkların ileride biyoloji ve tıp alanındaki gelişmeler ile çözülerek, nasıl daha sağlıklı toplumlar oluşabileceği.

*Bilgi taşıyan moleküllerin özelliklerinin daha iyi bir şekilde anlaşılmasının mümkün olabileceği,

*Canlılarda doku onarımı ve organ tamamlaması imkanının sağlanabileceği,

*İnsan ömrünün uzatılmasının mümkün olabileceği,

*İnsülini, büyüme hormonlarını vb. rekombinant DNA tekniği ile daha hızlı ve ekonomik olarak üretmenin mümkün olabileceği,

*Tek hücre proteini ile besin maddelerinin üretiminin sağlanabileceği.

Yukarıdaki boyutlar, klonlama konusunun yer aldığı Biyoloji III Öğretim Programının ilgili boyutları için temel oluşturan bilgi ve kavramları içermektedir. Buna göre, Biyoloji III Öğretim Programı'nda yer alan “Biyoteknoloji ve Genetik Mühendisliği” bölümünün hedef ve davranışlar, konular ve öğrenme-öğretme etkinlikleri/işleniş boyutları aşağıdaki gibidir (MEB, 1998, 330-331):

1.4. HEDEF ve DAVRANIŞLAR

Hedef: Genetik mühendisliği bilgisi.

Davranışlar:

1.Genlerin plazmid ya da vektörler aracılığı ile bir canlıya aktarılarak o canlıda faaliyete geçirilmesine gen klonlaması denildiğini söyleme/yazma.

2.Gen klonlama araçlarının plazmid ve bakteriyofaj olduğunu söyleme/yazma.

3.Canlı hücrelerde deterjan ve enzimler ile hücre zarı ve duvarının yıkılıp DNA'nın ortaya çıkarılmasının DNA izolasyonu olduğunu söyleme/yazma.

4.DNA izolasyonunda kullanılan DNA enzimlerinin polimeraz, restriksiyon endonükleaz ve fosfatazlar olduğunu söyleme/yazma.

5.Hücre zarının sıcaklık şoku ve bir tuz ile işleme sokulması ile DNA'nın başka bir hücreye aktarılmasına transformasyon denildiğini söyleme/yazma.

Hedef: Genetik mühendisliğinin günlük hayatla bağlantısını kurabilme.

Davranışlar:

1.İnsanlığa yararlı özelliklerin bir araya toplanmasının önemini açıklama.

2.İnsanlığa zararlı özelliklerin genomdan temizlenmesinin önemini açıklama.

3.Zekaya temel oluşturan genler üzerindeki uygulamaların, insan soyunun geleceğini nasıl etkileyeceğini açıklama.

4.Biyolojik ömrü uzatma konusunda yapılan çalışmaların önemini açıklama.

5.Genetik mühendisliği ile ilgili üretilebilecek bitki ve hayvan ırklarının günlük hayattaki önemini açıklama.

1.5. KONULAR

Biyoteknoloji ve Genetik Mühendisliği

I.Biyoteknolojinin Tanımı ve Günümüzdeki Önemi

A.Klasik Biyolojik Yöntemler

B.Biyoteknolojik Yöntemler

II.Genetik Mühendisliği

A.Gen Klonlamaları ve Klonlama Araçları

B.Canlı Hücrelerden DNA İzolasyonu ve DNA Enzimleri
C.DNA'nın Hücreye Aktarımı

1.6. ÖĞRENME-ÖĞRETME ETKİNLİKLERİ / İŞLENİŞ

Biyoteknolojik yöntemlerle yapılan çalışmalarla,

*Yararlı özelliklerin bir araya toplanmasıyla istenilen bütün özelliklere sahip verimli ırkların üretilmesi,

*Aksaklıklara sebep olan özelliklerin genomdan temizlenerek kalıtsal hastalıklardan arındırılması,

*İnsan zekasının geliştirilmesi ve biyolojik ömrün uzatılmasının nasıl mümkün olacağı konularından bahsedilerek biyoteknolojinin önemi vurgulanır.

MEB tarafından hazırlanan programdan alınan yukarıdaki alıntılar incelendiğinde, biyoloji programında insan klonlama ile ilgili bir hedef, konu ya da öğrenme-öğretme etkinliğine yer verilmediği anlaşılmaktadır. Bu program temel alınarak hazırlanan lise-3 biyoloji ders kitabında “Gen Klonlamaları ve Klonlama Araçları” konusunda Dolly'nin kopyalanmasına değinildikten sonra insan klonlama ile ilgili sadece şu ifadeler yer verilmektedir: “Bilinen doğal kuralların dışında bu gelişme, birden insanların ortak ilgi alanı haline geldi. Bunun nedeni ise, ‘Acaba aynı yöntemi kullanarak, insanlar da kopyalanabilir mi?’ sorusudur. Konunun uzmanları, koyunda kullanılan yöntemin kullanılmasıyla en erken bir, en geç on yıl içinde insanların da klonlanmasının teknik olarak mümkün olabileceğini söylemektedirler. Bugün çoğunluğun ortak olduğu bir görüş ise, bu yöntemin insanlarda kullanılmaması gerektiğidir. Ayrıca günümüzde halen uluslararası sözleşmelerle insan embriyosu üzerinde deney yapmak yasaklanmıştır” (Korkmaz, Bulut ve Sağdıç, 1998, 164). Bu cümlelerde bile, insan klonlama düşüncesinin neden ortaya çıktığı, neden yaygın olarak kabul edilmediği, sosyal, hukuki ve etik bağlamda sakıncalarının neler olabileceği gibi düşüncelere yer verilmemesinin dersin içeriği bakımından bir eksiklik olduğu düşünülmektedir.

2. KLONLAMA KONUSUNDA SAPTANAN EKSİKLİKLERİN GİDERİLMESİ VE İNSAN KLONLAMANIN PROGRAMDA DAHİL EDİLMESİ İÇİN PROGRAM ÖNERİSİ

Aşağıdaki öneriler, klonlama konusunun yer aldığı lise-3 programında bulunan “Biyoteknoloji ve Genetik Mühendisliği” bölümünün kapsamına yöneliktir. Bu öneriler, programda yer almayan ve yukarıdaki gerekçelere dayanarak programda olması gerektiği düşünülen boyutları içermektedir:

2.1. İNSAN KLONLAMA KONUSUNUN BİYOLOJİ PROGRAMINA DAHİL EDİLMESİ ÖNERİSİNİN GEREKÇELERİ

2.1.1. Ergen Psikolojisi ve Buna Bağlı Toplumsal Farkındalık

Ortaöğretim kurumunda lise-3'e devam etmekte olan bir öğrenci ergenliğin son evresindedir. Bu evrede ergen, problemleri karşılama ve onları çözümüleme yönteminde daha olgundur. Dikkatini çeken problemler arasında toplumsal olanlar da bulunmaktadır ve toplumsal konulara artan bir ilgi duymaktadır. Kendisine öğretilen ahlaki bilgileri yeniden gözden geçirip sorgulayabilir (Temel ve Aksoy, 2001, 12; Kulaksızoğlu, 1998, 113).

Arlin (1975, Akt. Gander ve Gardiner, 1995, 429), bu evredeki bireylerin keşfedilmiş sorunlar karşısında yaratıcı düşünce, iyi tanımlanmamış sorunlardan genel sorunların çıkarılması ve anlamlı bilimsel düşünmenin gelişiminde temsil edilen yavaş bilişsel büyüme özellikleri taşıdığını belirlemiştir. Son ergenlikteki birey, çoğu zaman anne-babalarını ve diğer yetişkinleri hayrete düşürecek biçimde toplum sorunları konusunda idealist olabilmektedir (Gander ve Gardiner, 1995, 429). İnsan klonlama çalışmaları, her ne kadar biyoloji laboratuvarlarındaki araştırmalarla sınırlı gibi görünse de, aslında sürecin hem kendisi hem de sonuçları doğrudan toplumdaki etik ve hukuki süreçleri ilgilendirmektedir. Lise-3'teki biyoloji dersinde insan klonlama konusunda oluşabilecek tartışma ortamlarının, toplumsal problemlere ilgisi artmış bir dönemde olan ergen öğrencinin ilgisini çekeceği düşünülmektedir.

Bu dönemdeki birey, Piaget'nin Bilişsel Gelişim Kuramı'na göre soyut işlemler dönemindedir. Bu dönemdeki birey, o andaki gerçekler yerine olasılıklarla da ilgilenmektedir. Görünen gerçek hakkında kuşkucudur ve olayların derindeki nedenlerini aramaya çalışır (Temel ve Aksoy, 2001, 52-59). İnsan klonlama çalışmalarında rutin olarak işleyen araştırmaların dışında, gelecekte olabilecek olası gelişmeler ve bu gelişmelerin nedenleri de tartışma konusu olmaya devam etmektedir. Lise-3'te öğrenim gören ergen de bilişsel olarak bu tartışmaları yapabilecek kapasitede olduğundan, öğrenme-öğretme sürecinin buna göre düzenlenmesi gerektiği düşünülmektedir.

2.1.2. İnsan Klonlama Konusunun Biyoloji Öğretim Programında Yeterince Yer Almaması

Yapılan inceleme sonucunda, mevcut biyoloji öğretim programında insan klonlama çalışmalarına yönelik eksikliklerin olduğu belirlenmiştir. Bu eksiklikler, insan klonlama çalışmalarının -her ne kadar başlangıcı yıllar öncesine dayansa da- 2000'li yılların başında yoğunlaşmış olması ve mevcut programın da 1998'de kullanılmaya başlanmış olmasından kaynaklanmış olabilir. Bu nedenlerden dolayı, ileride hazırlanacak biyoloji öğretim programına bu konunun dahil edilmesi gerektiği düşünülmektedir.

2.1.3. Biyoloji Öğretim Programının Sürekli Geliştirilme Gereğinin Bulunması

Günümüzde her alanda hızlı gelişmelerin görülmesi ve araştırma bulgularının artması, örgün öğretim programlarının içeriğinin yeniden düzenlenmesini ve sık sık gözden geçirilmesini zorunlu kılmaktadır (Büyükkaragöz, 1997, 179). Ayrıca, bilgi içeriğinde ve insanların beklentilerinde kaydedilen gelişmeler, öğretim programlarında içerik sorununu önemli hale getirmiştir (Varış, 1996, 135). Bu bağlamda, biyoloji bilimindeki gelişmeler o kadar hızlı ve çok boyutludur ki, biyoloji öğretim programları hazırlandığı sırada alana yönelik yeni araştırma sonuçları yayınlanabilmektedir. Öğrencileri biyolojideki bu gelişmelerden haberdar edebilmenin yöntemlerinden biri, öğretim programları yenilenirken bu son gelişmelerin de yeni programa dahil edilmesidir. Bu nedenle bu önerinin gerekli olduğu düşünülmektedir.

2.1.4. Güncel ve Tartışmalı Konuların Öğretim Programlarında Yer Alması Gereğinin Bulunması

Bir eğitim-öğretim sürecinde öğrenciye sadece belirli *kuramsal* bilgileri kazandırmanın hedeflenmesi durumunda öğrenci, günlük yaşamda yani *pratikte* karşılaşılabileceği

bilimsel gelişmeleri mantıklı biçimde değerlendirebilmede gerekli yeterliliğe sahip olamayabilir. Öğrencilerin her görüş hakkında bilgi sahibi olup, yaşamlarında en doğru kararları verebilmeleri için, güncel olduğu kadar tartışmalı da olan ve kaynağını *pratikten* alan konuların eğitim-öğretim ortamlarında tartışılmasının önemli olduğu düşünülmektedir.

2.2. HEDEFLER

(Öğretim programındaki hedeflere aşağıdaki hedeflerin eklenmesi önerilmektedir):

- 1.Klonlama çeşitleri bilgisi.
- 2.İnsan klonlanma için gerekli materyaller ve yöntem bilgisi.
- 3.Klonlamadaki risklerin yaratabileceği sonuçları yorumlayabilme.
- 4.Klonlamaya ilişkin yanlışların nedenlerini açıklayabilme.
- 5.İnsan klonlama çalışmalarının toplumsal yaşamdaki olumlu ve olumsuz sonuçlarının neler olabileceğini kestirebilme.
- 6.Üreme amaçlı ve tedavi edici klonlamaları savunan bilim insanlarının ve şirketlerin gerekçelerini yorumlayabilme.

2.3. İÇERİK

(Öğretim programındaki “Biyoteknoloji ve Genetik Mühendisliği” bölümündeki “DNA’nın Hücreye Aktarımı” konusundan sonra sırasıyla şu içeriğin yer alması önerilmektedir):

2.3.1. KLONLAMA ÇEŞİTLERİ

Üç çeşit klonlama vardır:

I. Rekombinant DNA Teknolojisi veya DNA Klonlaması: Belirli bir DNA bölgesinin bir organizmadan, kendi kendini kopyalayan plazmid gibi bir yapıya aktarılmasıdır. Böylece aktarılan DNA bölgesi plazmid sayesinde çoğalabilmektedir. Plazmidler, bakteri hücreesindeki genomun dışında kalan ve kendi kendine çoğalabilen DNA molekülleridir. Plazmidler ve diğer klonlama vektörleri İnsan Genom Projesi’nde birbirine benzer genetik materyaller elde etmek için genlerin ve diğer kromozom yapılarının kopyalanmasında kullanılmaktadırlar.

Rekombinant DNA teknolojisi; gen tedavisi, genetik mühendisliği ve genomların dizilimleri üzerine yapılan çalışmalara temel oluşturmaktadır. Gen tedavisi, virüs gibi vektörleri kullanarak hatalı genlerin doğru kopyalarını konak organizmaya taşımada kullanılabilir. Besinlerin lezzetini ve besleyiciliğini artırmak ya da çeşitli hastalıklara dirençlerini artırmak için genetik mühendisliği yoluyla ürünler geliştirilebilmektedir. Genomların dizilimleri üzerine yapılan çalışmalarla, değişik kromozomal DNA parçaları uygun genetik şifrelerin oluşması için bir araya getirilebilmektedir.

II. Üreme Amaçlı (Reproductive) Klonlama: Üreme amaçlı klonlama, halen yaşayan ya da soyu tükenmiş bir hayvanla aynı çekirdek DNA yapısına sahip bir hayvanın üretilmesinde kullanılan bir teknolojidir. Dolly’nin klonlanmasında bu teknoloji kullanılmıştır. Bu teknolojiye kullanılan yöntem de Somatik Hücre Çekirdeği Transferi (SHÇT) yöntemidir. SHÇT yöntemi ile üretilen Dolly veya diğer klon hayvanlar, gerçek anlamda kopyalanan canlıların aynısı değildirler. Sadece kopyalanan canlı ile aynı kromozom ya da çekirdek DNA’sına sahiptirler. Klonun genetik yapısının

bir kısmı da, klonlanan canlının çekirdeğinin aktarıldığı yumurta hücrelerinin sitoplazmasındaki mitokondride yer alan mitokondrial DNA'dan gelmektedir. Mitokondrial DNA'daki mutasyonların da yaşlanmada rol oynadığı düşünülmektedir.

Üreme amaçlı klonlamanın, soyu tükenme tehlikesinde olan hayvanların çoğaltılması için kullanılabilmesi iddia edilmektedir. 2001'de ilk soyu tükenmekte olan hayvan klonlanmıştır: Vahşi öküz Gaur. Ancak Gaur, doğumundan 48 saat sonra bir enfeksiyon nedeni ile ölmüştür.

III. Tedavi Edici (Therapeutic) Klonlama: Bu klonlama çeşidine “embriyo klonlaması” da denir. Amaç “insan embriyolarının” üretilmesidir. Bu teknolojiye kullanılan yöntem de Somatik Hücre Çekirdeği Transferi (SHÇT) yöntemidir. Bu klonlamanın amacının, klonlanmış insanlar üretmek değil, insan gelişimi ve hastalıkların tedavisi için “kök hücreler” elde etmek olduğu iddia edilmektedir. Kök hücreler, insan vücudunda özelleşmiş hücreler olarak işlev görmektedirler. Bu hücreler özelleşerek sinir dokusu, kan dokusu, kas dokusu, kemik dokusu gibi yapıları oluşturabilmektedirler. Kök hücreler, beş gün boyunca bölündükten sonra araştırmacılar tarafından hücre topluluğundan ayrılmaktadırlar. Embriyonun bu evresine “blastosist” adı verilir. Kök hücrelerin, hücre topluluğu olan embriyodan ayrılması sırasında embriyo “parçalanmaktadır”. Bu parçalanma, bazı etik tartışmalara yol açmaktadır. Araştırmacılar, kök hücrelerin kalp hastalıklarının, Alzheimer'ın, kanserin ve diğer bir çok hastalığın tedavisinde kullanılabilmesini öne sürmektedirler. Kök hücrelerin, hastalığın bulunduğu hasarlı dokuya yerleştirilip çoğalmalarının sağlanmasıyla dokunun iyileşmesine katkıda bulunacakları düşünülmektedir. Tedavi edici klonlama teknolojisi ile tek bir hücreden bir insan organının tamamının oluşturulabileceği de iddia edilmektedir. Ancak bunun gerçekleşmesi için daha çok çalışmanın yapılması gerekmektedir. Kök hücrelerin, insanları sağlığına kavuşturmak için bir embriyodan elde edilmesi ve bu embriyonun da parçalanması, bu tedavi çeşidinin karşıtları tarafından kabul edilemez bulunmaktadır. Ancak, bu yaklaşımın yandaşları ise, parçalanmış embriyonun henüz bir birey olmadığını ve organlarının dahi gelişmemiş olduğunu belirterek kök hücre tedavisini savunmaktadırlar (http://www.ornl.gov/sci/techresources/Human_Genome/elsi/cloning.shtml).

2.3.2. İNSAN KLONLAMA İÇİN GEREKLİ MATERYALLER VE YÖNTEM

İnsan klonlama süreci, somatik hücre çekirdeği transferi (SHÇT) yöntemi ile gerçekleştirilebilir. Bu yöntem, klon Dolly'nin oluşturulma yöntemi ile aynıdır. Buna göre;

I. Gerekli Materyaller

*İnsan dokusu: Klonlanacak kişiden alınacak insan hücrelerini içeren doku.

*İnsan dokusu kültür ortamı: İnsan dokusunun gelişip bölüneceği ortam.

*Minimal insan dokusu kültür ortamı: Hücrelerin bölünmelerini durduran ve hücrelerin kurumasızın aktivitesiz kalmalarını sağlayan ortam.

*Laboratuvar araç-gereçleri: İnkübatör, steril petri kapları, mikroskop ve hücre organellerinin (çekirdek gibi) çıkarılıp bir hücreden diğer hücreye aktararak yerleştirilmesini sağlayacak araçlar.

*Döllenenmiş insan yumurta hücreleri.

*İnsan yumurta hücresi büyüme ortamı: Yeni çekirdekler içeren yumurtaların gelişip bölüneceği ortam.

II. Yöntem

*Klonlanacak insan hücrelerinin kültür ortamında gelişmeleri sağlanır.

*Hücreler minimal kültür ortamına aktarılır. Bu ortam, hücrelerin canlı kalmalarını, buna rağmen bölünme geçirmeden aktifesiz olmalarını sağlar.

*Döllenenmiş insan yumurta hücresinin çekirdeği çıkarılır. Bu işlem sırasında yumurtaya mümkün olduğunca zarar verilmemelidir.

*Aktifesiz olan hücrelerden biri, çekirdeği çıkarılmış yumurta hücresinin içine yerleştirilir.

*Yumurta elektroşok verilir. Elektroşok, yumurta hücresi ile içine aktarılan hücrenin birleşimi ve genetik programın işler hale gelmesi için gerekli uyarıyı sağlamaktadır.

*Yeterli miktarda klon elde edebilmek için son üç aşama tekrar edilebilir. Klonlama sırasında hücrelere zarar verilebileceği için bu klonlardan bir çoğu yaşamayacaktır. Yaşayan hücrelerin insan yumurta hücresi büyüme ortamında gelişip birkaç kez bölünmeleri sağlanır.

*Embriyolar, kendilerini taşıyacak olan annelerin rahimlerine yerleştirilir ve normal bir doğum yapmaları sağlanır (<http://www.biofact.com/cloning/human.html>).

2.3.3. KLONLAMADAKİ RİSKLER

I. Yüksek Başarısızlık Oranı: Somatik hücre çekirdeği transfer yöntemi ile hayvan klonlama çalışmasında başarı oranı %0.1 ila %3 arasındadır. yani 1000 denemeden sadece bir ila 30 klon elde edebilirsiniz. Bunun nedenlerinden bazıları şunlardır:

*Çekirdeği çıkarılmış yumurta hücresi ile transfer edilen çekirdek birbirlerine uyum göstermeyebilirler.

*Yeni çekirdek içeren yumurta hücresi bölünmeyebilir ya da düzgün biçimde gelişmeyebilir.

*Embriyonun taşıyıcı anne rahmine yerleştirilmesinde başarısızlık olabilir.

*Hamilelik sürecinde sorunlar olabilir.

II. Gelişim Sürecindeki Problemler: Klonlanmış canlılar, doğal akrabalarına kıyasla doğumda daha iri olabilmektedirler. Bilim adamları bu duruma Büyük Döl Sendromu (Large Offspring Syndrome) adını vermektedirler. Bu tip klonların normalden daha büyük organları vardır. Bu hayvanlarda solunum ve kan dolaşımında sorunlar olabilir. Bu sendromla her zaman karşılaşılmasa da, böbrek ya da beyin hasarı veya bağışıklık sistemi sorunları olan klonlar da oluşabilmektedir.

III. Anormal Gen İfadeleri: Transfer edilen çekirdeğin, erken dönem embriyonik hücreye aitmiş gibi davranabilmesi için yeniden programlanması gerekir. Doğal olarak oluşmuş embriyoda DNA belirli grup genleri ifade edecek şekilde programlanmıştır. Daha sonra embriyonik hücreler farklılaşmaya, özelleşmeye ve deri, kan, sinir gibi dokulara dönüşmeye başlar. Klonlamada ise, transfer edilen çekirdek doğal embriyoyla aynı genetik programa sahip değildir. Bu biraz da, bir kediye yeni oyunlar öğretilmesi gibi bilim adamının elinde olan bir şeydir. Tamamen yeniden programlamaya, normal ya da normale yakın bir gelişim için ihtiyaç vardır. Tamamlanmamış programlamalar anormal ya da başarısız embriyoların oluşmasına neden olabilir.

IV. Telomerik Farklar: Telomerler, kromozomların uçlarına yakın yerde bulunan DNA şifreleridir ve hücrelerin yaşlanması ile ilgili oldukları düşünülmektedir. Hayvanlar yaşlandıkça telomerleri kısalır. Dolly'nin kromozomları normal bir koyuna kıyasla daha kısaydı. Bu nedenle Dolly'nin hücreleri hızla yaşlanıyordu. Ancak, klon sığırların ya da farelerin ise telomerleri normalden daha uzundu. Bu nedenle bilim adamları klonlanmış hayvanların telomer uzunluklarının neden farklı olduğunu henüz belirleyememişlerdir (<http://gslc.genetics.utah.edu/units/cloning/cloningrisks/>).

2.3.4. KLONLAMAYA İLİŞKİN YANILGILAR

Yanılığ 1: Hazır klonlar!

Bu yanılığa göre bir klon, orijinal olan canlıyla aynı yaşta dünyaya gelir. Bu düşünce yanlıştır. Klonlama, bir embriyo oluşturma alternatif bir yoldur, tamamen büyümüş bir birey oluşturmak değildir. Bu nedenle klon embriyo, normal bir embriyoya benzer şekilde bir büyüme-gelişme süreci geçirecektir.

Yanılığ 2: Karbon kopyalar!

Bu yanılığa göre bir klon, orijinal olan canlının her yönden aynı olan kopyasıdır. Bu düşünce de yanlıştır. “Doğaya karşılık yetiştirme” ifadesine göre, genetik yapı bireyin özelliklerinin belirlenmesine yardım ederken, çevre de bireyin fiziksel görünümü ve kişiliğinin oluşmasında etkilidir. Bu nedenle klonlar genetik olarak orijinal canlı ile aynı olsa da, orijinal canlıdan tamamen farklı bir çevrede yetişeceği, farklı bir annesi olacağı ve yaşamı boyunca farklı tecrübeler edineceği için klon canlı ile orijinal canlı arasındaki benzerlikler çok sınırlı olacaktır (<http://gslc.genetics.utah.edu/units/cloning/cloningmyths/>).

2.3.5. İNSAN KLONLAMA ÜZERİNE ETİK VE SOSYAL TARTIŞMALAR

Kasım 2001'de İleri Hücre Teknolojileri (Advanced Cell Technologies) adlı bir biyoteknoloji şirketi, tedavi edici klonlama tekniği kullanarak araştırma amaçlı klonlanmış ilk insan embriyosunu oluşturduklarını belirtmiştir. Bu çalışmaya kadınlardan alınan sekiz yumurta ile başlanmış, bunlardan ikisi bölünme geçirmiş ve içlerinden sadece biri altı hücreye bölündükten sonra aktivasyonu durdurulmuştur.

Delude (2004), Seul Ulusal Üniversitesi'nde görevli Woo Suk Hwang'ın Şubat 2004'te yaptığı ve şu ana kadar klonlamadaki en önemli başarı olduğunu belirttiği çalışmadan bahsetmektedir. 242 insan yumurtasına insan genetik materyalinin aktarıldığı çalışmada Hwang, kök hücreleri içeren 30 blastosist elde etmiştir. Hwang, klonlamada standart yöntem olan çekirdeğin yumurtanın içinden çekilerek çıkarılması yerine, yumurtayı hafifçe sıkarak çekirdeği ufak bir delikten çıkarabilme yöntemini kullanmıştır.

İleri Hücre Teknolojileri şirketinde araştırma yapan Cibelli, Lanza, West ve Ezzell'e (2001) göre tedavi edici klonlama, klonlanmış bir embriyonun bir kadının rahmine yerleştirildiği üreme amaçlı klonlamadan farklıdır ve üreme amaçlı klonlama hem anne hem de embriyo için potansiyel risk taşımaktadır. Ayrıca, yeterli güvenlik ve etik koşullar oluşana kadar üreme amaçlı klonlamanın yasaklanması gerektiğine inandıklarını belirtmişlerdir. Şirketin araştırmacıları, çalışmalara başlamadan önce etik alanında uzmanlara, avukatlara ve üreme uzmanlarına danıştıklarını belirtmişlerdir. Daha sonra 24-32 yaşları arasında ve en az bir çocuğu olan gönüllü kadınlardan yumurta aldıklarını ifade etmişlerdir. Yöntemin basit gibi görüldüğünü, ama başarı

oranının kendilerinin bile henüz belirleyemedikleri küçük faktörlere bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar bazı kadınların, kendilerinin hiçbir zaman görmeyecekleri bir çocuğun üretilmesi için yumurtalarını verme fikrine karşı çıktıklarını ifade etmişlerdir. Araştırmacılar, sonraki süreci şu şekilde anlatmışlardır: “Potansiyel olarak yumurta verecek olan kadınlara psikolojik ve fiziksel testler uyguladık. Bu testleri, vericilerin sağlıklı olup olmadığını ve yumurtalarını bağışlamalarının kendilerine zarar verip vermeyeceğini belirlemek için yaptık. Test sonucunda 12 kadının yumurta verebileceğini tespit ettik. Ayrıca, şeker hastalığı ya da bel kemiği sorunu olan ve tedavi edici klonlamadan yararlanabilecek durumda olan çeşitli yaşlarda insanlardan deri örnekleri (fibroblastlar) aldık. Ayrıca, yumurtalıklarda bulunan kumulus hücrelerinden de yararlandık. Kumulus hücreleri çok küçük olduğundan yumurtanın içine bütün olarak yerleştirilebilmektedir. Sonuçta yedi gönüllüden aldığımız toplam 71 yumurta mevcuttu. İçine kumulus hücreleri yerleştirilen sekiz yumurtadan ikisi dört hücreli embriyo haline dönüşebilmiş ve bunlardan sadece biri bölünerek altı hücre olunca bölünmesi durdurulmuştur” (Cibelli, Lanza, Wet ve Ezzell, 2001).

Bu ifadelerden de anlaşılacağı üzere, ilk insan embriyosu klonlayan araştırmacılar, çalışmalarının tedavi amaçlı kök hücreler üretmek olduğunu belirtmekte ve gerekli güvenlik ve etik koşullar oluşana kadar üreme amaçlı insan klonlama çalışmalarının yasaklanması gerektiğini düşünmektedirler.

İleri Hücre Teknolojileri şirketinin etik danışma kurulu başkanı ve aynı zamanda Dartmouth Koleji Etik Enstitüsü’nde yönetici olan Richard M. Green, tedavi edici klonlama çalışmaları hakkında şu açıklamaları yapmıştır (Green, 2001):

“Bazılarına göre, tedavi edici klonlama deneyleri ile üretilmiş embriyolar, doğal yoldan üretilmiş embriyolarla eşittir ve aynı derecede saygı ve korumayı hak etmektedirler. Bizim danışma kurulumuzun birçok üyesi bu düşünceye katılmamaktadır. Bize göre klonlanmış organizma, bir sperm ve yumurtanın birleşmesi ile meydana gelen bir döllemenin sonucu değildir. Bu, bugüne kadar doğada görülmemiş yeni bir biyolojik girişimdir. Her ne kadar bu girişim bütün halde bir insanın oluşmasına yol açma potansiyeline sahipse de, bu ihtimal çok azdır. Organizmanın embriyonik kök hücre oluşturma dönemi olan blastosist evresinde hücreler bu cümlenin sonundaki boşluktan daha büyük değildir. Bu evrede organizma rahime tutunmaz ve ancak bu evreden sonra gelişmeye başlar. Organizmanın bu evrede organları yoktur, düşünemez ya da hissedemez. Her ne kadar bazı insanlar bu organizmaya ‘embriyo’ adını verse de biz ‘aktive edilmiş yumurta’ diyoruz.”

“Üreme amaçlı klonlama yanlıştır ve her zaman da yanlış kalacaktır. Bunun yanlış olduğunu destekleyenlerden bazıları klonlanmış canlılardaki ölümleri ve sakat doğumları işaret etmektedirler. Bazıları da, klon çocukta psikolojik sorunlara yol açabileceğini öne sürmektedirler. Buna karşılık, bazı kısır çiftlerin çocuk sahibi olabilmeleri ve istenmeyen genetik hastalıkların ortadan kalkması için üreme amaçlı klonlamanın yararlı olduğunu düşünenler de vardır.”

Yukarıdaki ifadelerden de anlaşılacağı gibi, İleri Hücre Teknolojisi yetkilileri insanların Dolly gibi üretim amaçlı klonlanmasının yanlış olduğunu, ancak altı hücreden oluşan ve kök hücreleri içeren bir evreye kadar geliştirilip yok edilmesinin tedavi amaçlı olarak kullanılabileceğini savunmaktadırlar. Buna benzer şekilde, İnsan Genom Projesini yürüten Genomics isimli şirketin yetkilileri de benzer düşünceler

belirtmektedirler(http://www.ornl.gov/sci/techresources/Human_Genome/elsi/cloning_shtml): “Hayvan klonlamadaki bazı yetersizlikler (her 100 deneyde sadece 1 ya da 2 verimli döl elde edilebilmesi) ve üretim amaçlı klonlamadaki belirsizlikler nedeniyle birçok bilim adamı ve fizikçi insan klonlamanın etik olmadığını vurgulamaktadırlar. Böyle düşünmelerinin nedeni, memelilerin klonlanmasındaki başarısızlık ve aynı zamanda canlı doğan klonların %30’unun ‘büyük döl sendromu’ ve diğer rahatsızlıklara yakalanmalarıdır. Birçok klon, enfeksiyon ve bazı diğer hastalıklardan dolayı olgunlaşmadan ölmektedirler. Aynı sorunlara insan klonlamada da rastlanabilir. Buna ek olarak araştırmacılar, klonlamanın zihinsel gelişimi nasıl etkileyeceğini bilmemektedirler. Akıl ve ruhsal yapı bir inek ya da fare için önemli olmayabilir, ancak sağlıklı bir insanın oluşması için önemlidirler. Üretim amaçlı klonlama hakkında pek çok bilinmeyen olduğundan, insan klonlama çalışmaları potansiyel olarak tehlikeli ve etik olarak sorumsuzcadır”. Her ne kadar tedavi edici klonlama sadece, hastalığı tedavi etmek için hastanın hücrelerinin çoğaltılmasını amaçlasa da, bazı kişi ve gruplar üreme amaçlı klonlamayı savunup klon bebek dünyaya getirmek istediklerini de bildirmektedirler (<http://www.sciam.com/printversion.cfm?articleID=000CCD17-DB53-1CF4-93F6809EC5880000>). Günümüzdeki birçok toplumda, besin değeri ve ekolojik önemi yüksek hayvan ve bitkilerin klonlanmasının doğal denge açısından yararlı olabileceği düşünülse de, kök hücre tedavileri yavaş yavaş kabul görmekte, ancak üreme amaçlı klonlamaların manevi yönden, etik ve hukuksal yönden uygun olmadıkları kabul edilmektedir.

2.3.6. KAVRAMLAR VE TERİMLER

(Öğretim programına, aşağıdaki kavram ve terimlerin içerik kapsamında eklenmesi önerilmektedir)

Somatik hücre çekirdeği transferi
Vektör
Kök hücre
Rekombinant DNA
Büyük döl sendromu
İnsan klonlama

2.4. ÖĞRENME-ÖĞRETME ETKİNLİKLERİ / İŞLENİŞ

(Öğretim programına, aşağıdaki öğrenme-öğretim etkinlikleri/işlenişin eklenmesi önerilmektedir. Bu süreçte kullanılacak kaynaklar “İçerik Önerisi” başlığı altında sunulmuştur.)

Özellikle 1996’da koyun Dolly’nin kopyalanması ile başlayan hayvan klonlama süreci hakkında bilgi verilerek klonlama çeşitleri tanıtılır ve klonlama çeşitleri arasındaki farkların neler olduğu konusunda öğrencilerin düşünceleri alınır. İnsan klonlama çalışmalarında kullanılan araç-gereçler ve yöntem tanıtıldıktan sonra bu yöntemin klonlama çeşitleri ile olan ilişkisi öğrencilere sorulur. Klonlama çalışmalarındaki risklere değinildikten sonra, doğal yoldan üreme ile klonlama süreci arasındaki farklar ve bu farkların nedenleri tartışılır. Öğrencilere klonlanmış bir hayvan ya da insanın görünüşünün ve davranışlarının nasıl olabileceğini hayal etmeleri istendikten sonra, klonlanmış canlıların özelliklerine yönelik yanılgıların neler olduğu konusunda tartışma ortamı oluşturulur. Klonlamanın insan yaşamına sosyal ve

psikolojik olarak ne gibi olumlu ve olumsuz etkileri olabileceği, etik boyutlarının neler olabileceği konusunda öğrencilerin düşünceleri alınır ve klonlama çalışmaları yapan ve yaptıklarını iddia eden şirket ve bireylerin klonlama hakkındaki düşünceleri tartışılır.

2.5. ÖLÇME ve DEĞERLENDİRME ETKİNLİKLERİ

(Öğretim programına, aşağıdaki ölçme-değerlendirme sürecinin eklenmesi önerilmektedir.)

Öğrencilere, kendilerinin klonlanmış bir kopyalarını hayal ettikleri ve hem kendilerinin hem de toplumun klonlarına yönelik gösterecekleri olumlu ve olumsuz tepkileri belirttikleri bir kompozisyon yazmaları istenir.

Ayrıca öğrencilere, kendileri birer bilim adamı olsalardı ve yeterli izin ve imkana sahip olsalardı hangi yöntem ve teknikleri kullanarak hangi canlıyı hangi amaçla klonlamak isteyecekleri gerekçeleri ile (klonlamak istemezlerse nedenleri) sorulur ve bu konuda bir kompozisyon yazmaları istenir.

Kompozisyonlar, içerdikleri düşüncelerin özgünlüğü bakımından ölçülür ve diğer ölçme yöntemleri ile beraber öğrenci başarısını değerlendirmede kullanılır.

SONUÇ

Hayvanların ve insanların tedavi, endüstriyel ya da üretim amaçlı klonlanması konusundaki tartışmalar halen devam etmektedir. İlerleyen yıllarda da biyoloji bilimindeki yeni gelişmeler oldukça tartışmaların boyutları değişecektir. Toplumların alışılmışın dışında olana, yeni olana yönelik tepkileri, o toplumdaki kültürel yapı ve ahlaki anlayışa bağlı olarak değişebildiği gibi, aynı toplumun aynı olaya farklı zamanlardaki tepkisi de farklı olabilmektedir. Bunun temelinde, insanların eğitim birikimlerinin olduğunu görebiliriz. İşte bu noktada, tepkilerin akla, mantığa ve bilimsel anlayışa dayalı olması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bilimdeki gelişmeleri sadece medyatik ortamdan ve biraz sulandırılmış popüler magazinden takip eden bireylerin ve buna bağlı olarak toplumun tepkileri ve kararları sağlıklı düzeyde olmayabilir. Bu anlamda bilinçli bir toplum için, bilimsel gelişmelerin toplumsal boyutlarının (ki bunlar arasında etik, hukuk gibi hassas boyutlar da vardır) eğitim-öğretim ortamlarında tartışılması ve bunun için de ilgili gelişmelerin programda yer alması gerektiği düşünülmektedir.

İnsan klonlama konusunun biyoloji öğretim programında yer alabilmesi için yapılan yukarıdaki önerilerin niteliği ve niceliği, belirlenecek hedeflere göre çeşitlendirilebilir. Çünkü halen, hem hayvan hem de insanların klonlanmasına yönelik tartışmalar devam etmektedir. Bu öneride, insan klonlama ile ilgili temel bilgilere yer verilmeye çalışılmıştır. Önerinin, hazırlanacak yeni biyoloji öğretim programında insan klonlama konusunun yer alabilmesinde katkısının olabileceği düşünülmektedir.

Program önerilerinin, belirli ideolojiler doğrultusunda hazırlanmamış, objektif ve sadece bilimin verilerini temel alarak hazırlanmasının önemli olduğu düşünülmektedir. Diğer bir önemli nokta da, biyoloji derslerinde tartışılacak ve önerilerin kapsamında yer alacak boyutların, öğrencilerin bilişsel, duyuşsal ve devinimsel gelişim özelliklerine uygun olmalarıdır.

KAYNAKÇA

- Büyükkaragöz, S. (1997). **Program Geliştirme - Kaynak Metinler** (Genişletilmiş 2. Baskı). Konya: Kuzucular Ofset.
- Cibelli, J. B., Lanza, R. P., Wet, M. D. ve Ezzell, C. (2001). **The First Human Cloned Embriyo**. *Scientific American*. 24 Kasım 2001. <http://www.sciam.com/article.cfm?articleID=0008B8F9-AC62-1C75-9B81809EC588EF21>. 19.01.2005 tarihinde erişilmiştir.
- Delude, C. M. (2004). **Transfer Troubles**. *Scientific American*. 11 Ekim 2004. <http://www.sciam.com/article.cfm?articleID=000E6049-7362-1150-B36283414B7F0000&sc=I100322> 19.01.2005 tarihinde erişilmiştir.
- Gander M. J. ve Gardiner, H. W. (1995). **Çocuk ve Ergen Gelişimi** (Çev. Bekir Onur) (2. Baskı). İstanbul: İmge Kitabevi.
- Green, R. M. (2001). **The Ethical Considerations**. *Scientific American*. 24 Kasım 2001. <http://www.sciam.com/article.cfm?articleID=000CE1B1-CC78-1CF4-93F6809EC5880000> 19.01.2005 tarihinde erişilmiştir.
- <http://gslc.genetics.utah.edu/units/cloning/cloningmyths/> 12.01. 2005 tarihinde erişilmiştir.
- <http://gslc.genetics.utah.edu/units/cloning/cloningrisks/> 12.01.2005 tarihinde erişilmiştir.
- <http://www.biofact.com/cloning/human.html> 26.01.2005 tarihinde erişilmiştir.
- http://www.ornl.gov/sci/techresources/Human_Genome/elsi/cloning.shtml 19.01.2005 tarihinde erişilmiştir.
- <http://www.sciam.com/printversion.cfm?articleID=000CCD17-DB53-1CF4-93F6809EC5880000> 19.01.2005 tarihinde erişilmiştir.
- Korkmaz, S., Bulut, Ö. ve Sağdıç, D. (1998). **Lise 3 Biyoloji**. İstanbul: Milli Eğitim Basımevi.
- Kulaksızoğlu, A. (1998). **Ergenlik Psikolojisi** (1. Baskı). İstanbul: Remzi Kitabevi.
- MEB (1998). **Lise Ders Programı (Cilt I)**. İstanbul: Milli Eğitim Basımevi.
- Temel, Z. F. ve Aksoy, A. B. (2001). **Ergen ve Gelişimi** (1. Baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Variş, F. (1996). **Eğitimde Program Geliştirme – Teoriler, Teknikler** (6.Baskı). Ankara: Alkim.

