

Öğrencilerin Klonlama ile İlgili Ön Düşünceleri¹ Students' Preconceptions About Cloning

Fatma Nur Turan¹  Sevilay Dervişoğlu² 

¹ Öğretmen, Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Ankara, Türkiye
² Doç. Dr., Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Ankara, Türkiye

Makale Bilgileri

Geliş Tarihi (Received Date)

20.09.2021

Kabul Tarihi (Accepted Date)

05.06.2022

*Sorumlu Yazar

05464708352

Adres: Cumhuriyet mah.
Badem sk. No:14 Dr. 6
Sefaköy İstanbul

ftmnrmt93@hotmail.com

Öz: Öğrencilerin fen konularına yönelik ders öncesinde sahip oldukları düşünceler, ders içeriklerini hazırlarken dikkate alınmalıdır. Klonlama, biyolojik okuryazarlık bağlamında önemli bir konudur ve medyada genellikle bilimsel gerçeklere uymayan bilgiler halinde yer almaktadır. Bu çalışmada, ortaöğretim öğrencilerinin klonlama konusunda ders öncesinde sahip oldukları düşünceler incelenmiştir. Bu amaçla 11. sınıf düzeyinde 6 öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşme ve içerik analizi yapılmıştır. Sonuç olarak klonlama konusu ile ilgili çeşitli öğrenci fikirleri tespit edilmiştir. Bu fikirlerden biri klonlamanın canlılık kopyasını üretmek olduğu şeklindedir. Aynı zamanda genel olarak öğrenciler klonlama olayını açıklamakta zorluk çekmişlerdir. Öğrencilerde klonların sadece yapay olarak, insanlar tarafından üretildiği düşüncesi yaygındır. Araştırma sonucunda “Genetik Determinizm”, “Gen ve Çevrenin Birlikte Etkisi”, “Üreme Teknolojisi Olarak Klonlama” ve “Genetik Mühendislik Olarak Klonlama” olmak üzere dört düşünce figürü tespit edilmiştir. Genler hakkında deterministik görüşün öğrencilerin klonlarla ilgili düşüncelerini şekillendirdiği görülmüştür. Öğrencilerin klonlama ile ilgili düşüncelerinin özellikle internet, bilim kurgu filmleri veya sosyal medya gibi informal kaynaklardan etkilendiği görülmüştür. Araştırma sonucunda elde edilen düşüncelerden yola çıkarak klonlama konusunun öğretimiyle ilgili önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Klonlama, ortaöğretim öğrencileri, düşünceler, informal öğrenme

Abstract: Students' pre-existing conceptions about science topics should be taken into consideration when preparing course content. Cloning is an important issue in the context of biological literacy; but the information about cloning in the media is usually unscientific. In this study, secondary school students' pre-existing conceptions about cloning were examined. To this end, semi-structured interviews were carried out with six 11th grade students, and qualitative content analysis was done. Consequently, various student notions about cloning were determined. Students thought that cloning is producing a copy of a living thing and they had difficulty in explaining cloning in general. It was common among students to think that clones are only artificially produced by humans. Moreover, four thinking patterns were determined as a result of the research, namely, “Genetic Determinism”, “Effect of Gene and Environment Together”, “Cloning as a Reproduction Technology”, and “Cloning as Genetic Engineering”. The deterministic view about genes has been observed to shape students' thoughts about clones. It was seen that students' conceptions about cloning were especially influenced by informal resources such as the Internet, science-fiction movies, or social media. Based on the conceptions obtained as a result of the research, suggestions were made about the teaching of cloning.

Keywords: Cloning, secondary school students, conceptions, informal learning

Turan, F. N. ve Dervişoğlu, S. (2022). Öğrencilerin klonlama ile ilgili ön düşünceleri. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(3), 432-443. <https://doi.org/10.17556/erziefd.997987>

Giriş

Biyoloji öğretimi, biyoloji okuryazarı bireyler yetiştirmeyi amaçlar. Biyoloji okuryazarı bireyin, biyolojinin ilke ve kavramlarını bilmesi, biyolojinin ve biyoteknolojinin topluma etkisini anlaması ve bunlara ilişkin kişisel değerler geliştirmesi beklenmektedir (Uno ve Bybee, 1994). Biyolojinin özellikle etik açıdan tartışılabilir konularından olan klonlama, bu bağlamda önem taşımaktadır. Bu tür biyoteknoloji uygulamaları, toplum ve birey açısından riskler ve faydalar içermektedir (Thieman ve Palladino, 2013). Dolayısıyla bu uygulamaların hem iyi anlaşılması hem de amacına uygun kullanılması sağlanmalıdır (Thieman ve Palladino, 2013). Öğrencilerle yapılan araştırmalar, klonlama konusunda kavram yanlışlarına ve bilgi eksikliklerine sahip olduklarını göstermektedir (Concannon vd., 2010; Dawson ve Schibeci, 2003; Kizkapan ve Nacaroğlu, 2021; Shaw vd., 2008). Benzer şekilde Sürmeli ve Şahin (2012) fen bilgisi öğretmen adaylarının klonlama teknolojisi ile ilgili bilgilerinin sınırlı olduğunu tespit etmişlerdir. Klonlama, medyada da yer alan bir konudur (Maio, 2006; Miller, 2006) ve klonlamayla ilgili fikirlerin oluşumunda özellikle medya yoluyla gerçekleşen

informal aktarımın etkili olduğuna ilişkin göstergeler vardır (Miller, 2006). Tartışılabilir bir sosyo-bilimsel konu olan klonlama, medyada genellikle bilimsel gerçeklere dayanmayan senaryolar şeklinde yer almaktadır (Maio, 2006; Miller, 2006). Miller (2006), klonlama konusundaki medya aktarımlarından kaynaklanan mitlerin öğrencilerin anlayışları üzerindeki etkisini incelemiş ve etik kaygıları da barındırması sebebiyle klonlama konusunda öğrencilerin eğitilmesi gerektiğini vurgulamıştır.

Yapılandırmacı anlayışa göre öğrenciler, yeni bilgileri, mevcut bilgilerine dayalı olarak kendileri oluştururlar. Öğrencilerin sahip oldukları ön kavramlar, sınıftaki öğrenmelerinin yapı taşları ve araçlarıdır (Duit, 2016). Yapılandırmacı bakış açısı, fen öğretiminde “ılımlı yapılandırmacılık” olarak ele alınır. İlimli yapılandırmacılıkta öğrencilerin ilgi ve ihtiyaçlarına yönelik fen öğretiminde bilginin bireysel ve sosyal olarak yapılandırıldığı varsayılır (Duit, 1995). Didaktik Rekonstrüksiyon Modeline (Kattmann vd., 1997) göre bilimsel bilgi, derste öğretilecek içerik haline dönüştürülürken öğrenci düşünceleriyle ilişkilendirilerek sistematik bir biçimde yeniden yapılandırılır. Dolayısıyla öğrencilerin günlük yaşamdan kaynaklanan ön öğrenmeleri,

¹ Bu makale, birinci yazarın ikinci yazar danışmanlığında Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı'nda yaptığı "Klonlama ile ilgili Öğrenci Düşünceleri" adlı yüksek lisans tezinden üretilmiştir

düşünceleri incelenmeli, kavram yanlışları tespit edilmeli ve öğretim içeriği hazırlamada dikkate alınmalıdır (Kattmann, 2007; Kattmann vd., 1997).

Klonlama özelinde olmasa da bu konuyu içeren çalışmalarda klonlamanın öğrenciler tarafından değerlendirilmesini içeren çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin klonlama konusunda öğrenci düşüncelerini ele alan eğitim araştırmaları (Kizkapan ve Nacaroğlu, 2021; Lygnved, 2009; Miller, 2006; Sürmeli ve Şahin, 2012) incelendiğinde çalışmaların daha çok biyoteknoloji konuları ile ilgili öğrencilerin algılarını, tutumlarını veya bilgi kaynaklarını ölçtüğü görülmektedir. Çalışmamız klonlama konusunu doğrudan ele alması nedeniyle farklılık göstermektedir. Bu çalışmada öğrencilerin klonlama ile ilgili düşünceleri detaylı bir biçimde incelenmiştir.

Öğrenci Düşünceleri

Öğrencilerin belirli bir konuya ilişkin ders öncesinde sahip oldukları kavrayışlar veya ön kavramalar, bu araştırmada “düşünceler” olarak ifade edilmiştir. Özellikle yapılandırmacı anlayışın öne çıkmasıyla birlikte öğrenci düşünceleri fen öğretimi alanında çok araştırılan konulardan olmuştur. Öğrenci düşünceleri için kullanılan terminolojiler arasında alternatif kavramalar, kavram yanlışları veya gündelik kavramlar sayılabilir (Gilbert ve Watts, 1983). Gropengiesser’e (2001) göre düşünceler, öznel zihinsel süreçlerdir. Burada belirli bir konuya ilişkin anlayışlar ve fikirler olan bilişler kastedilmektedir (Baalman vd., 2004). Gropengiesser (2001) düşüncenin temel özelliklerini “kavram” olgusunu kullanarak açıklamış ve burada “kavram” ile “kelime/terim” arasında net bir ayırım yapmıştır. Ona göre kavram, düşünsel olandır (kavrayış, düşünce). Kelimeler ve terimler ise kavramlara verilen isimlerdir.

Gropengiesser (2001) düşünceleri karmaşıklık düzeyine göre şu şekilde sınıflandırmıştır: Nispeten en basit düzeyde olan düşünceler, “kavramlardır”. Bunlar belirli şeylere atıfta bulunurlar (örn. obje, olay) ve terimlerle ifade edilirler. Bir üst karmaşıklık düzeyinde yer alan “fikirler”, birden çok kavramın birbirleriyle ilişkilendirilmesi sonucunda oluşurlar. Fikirler, gerçeklerle (olgularla) ilgilidirler ve iddia, sav veya cümle şeklinde dile getirilirler. Bunlar daha karmaşık düzeydeki düşünceler olan “düşünce figürlerinin” öğeleridirler. Düşünce figürleri, belirli bir gerçeklik boyutuna atıfta bulunurlar ve açıklayıcı işlev görürler. Bunlar temel kural ya da ilke şeklinde dile getirilirler. En üst karmaşıklık düzeyinde bulunan düşünceler, “teorilerdir”. Teoriler içerisinde çeşitli fikirler ve düşünce figürleri birbirleriyle ilişkilendirilmiştir. Teoriler, bir gerçeklik alanına atıfta bulunurlar ve genellikle açıklamalar biçiminde dile getirilirler.

Didaktik Rekonstrüksiyon Modeli

Didaktik Rekonstrüksiyon Modeli, belirli konularla ilgili içeriklerin, öğrenciler için anlaşılır ve verimli hale getirilmesine yönelik bir kuramsal çerçeve sunar (Kattmann, 2005, 2007; Kattmann vd., 1997). Didaktik Rekonstrüksiyon Modeli, birbiriyle ilişkili olan üç araştırma adımı içerir (Gropengiesser, 2001; Kattmann, 2007): i. Öğrenci perspektiflerinin belirlenmesi; ii. Bilimsel içeriğin netleştirilmesi; iii. Didaktik yapılandırma. Öğrenci perspektifleri ile bireysel düzeydeki öğrenme ön koşulları kastedilmektedir (Kattmann, 2007). Örneğin gündelik

düşünceler, öğrencilerin günlük yaşam deneyimlerinden elde ettikleri, bilimsel ve gerçek yaşamdaki olguları veya durumları açıklamada kullandıkları düşüncelerdir. Bunlar, kavram yanlışlığı olarak değil, öğretimde yararlanılacak bilgiler olarak ele alınırlar (Gropengiesser, 2001; Kattmann, 2007). Didaktik Rekonstrüksiyon Modeli’nde öğrenme, bu gündelik düşüncelerde farklılaşma ve zenginleşme olarak ele alınır. Öğrenci bilgiyi aktif olarak yapılandırdığı için burada “kavramsal yeniden yapılandırmadan” söz edilmektedir (Kattmann, 2005). Bilimsel içeriğin netleştirilmesi adımıyla, konuyla ilgili bilimsel görüşler, bilim adamlarının düşünceleri olarak incelenir (Gropengiesser, 2001). Bilimsel kaynaklarda yer alan görüşler, burada fen öğretimi bakış açısından incelenir (Kattmann, 2005, 2007). Didaktik yapılandırma adımıyla, öğrenci düşünceleri ile bilimsel düşünceler sistematik olarak birbiriyle ilişkilendirilerek konunun derste öğretilmesine yönelik kararlar alınır (Kattmann, 2007).

Klonlama ve Uygulama Alanları

Klonlama, “gen klonlanması” ve “canlı klonlanması” olarak sınıflandırılır. Gen klonlanmasında rekombinant DNA teknolojisi kullanılmaktadır. Diğer yöntemlere göre daha pratik olan bu teknolojiyle tıp ve endüstri gibi alanlarda önemli bazı ürünler -terapötik proteinler, büyüme hormonu- daha çok miktarda ve ucuz olarak üretilmektedir (Lodge vd., 2007; Thieman ve Palladino, 2013). Genetik olarak özdeş bireylerin yani genetik ikizlerin üretimi ise canlı klonlanması olarak adlandırılmaktadır (Thieman ve Palladino, 2013). Tarım ve endüstri gibi alanlarda istenilen özellikte bitki ve hayvanların klonları üretilebilmektedir. Hayvan klonlanmasında “somatik hücre nükleer transferi” kullanılır (Karaçay, 2015; Thieman ve Palladino, 2013).

Klonlama, amaca göre yeniden üretim ve terapötik (tedavi) amaçlı klonlama olarak sınıflandırılır. Yeniden üretim amaçlı klonlamada istenen özellikteki canlıların genetik ikizleri oluşturulur (Demirsoy, 2008). Klonlar genetik özdeş canlılar olsalar dahi beslenme, çevresel koşullar ve deneyimler sonucunda farklı kişilikler ortaya çıkabilmektedir (Demirsoy, 2008; Mukherjee, 2018; Ridley, 2019). Hayvanlarda olduğu gibi bitkiler de “çelikleme” ve “doku kültürü” yöntemleriyle klonlanabilmektedir. Bitkilerin “totipotent” özellikteki hücreleri yeniden farklılaşabilmekte ve bitkiye ait kısımları yeniden oluşturabilmektedir (Karaçay, 2015). Terapötik amaçlı klonlamada klonlanan embriyolardan embriyonik kök hücreler elde edilmektedir. Böylelikle bu kök hücreler sayesinde hastaya ait dokuların üretilmesi ve doku uyumsuzluğu sorununun ortadan kaldırılması amaçlanmaktadır (Kansu, 2002; Karaçay, 2015; Şener, 2012).

Araştırmanın Amacı ve Önemi

Bu araştırmada, ortaöğretim öğrencilerinin klonlama konusundaki düşüncelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda “canlı klonlanması” ele alınmıştır. Araştırmada Didaktik Rekonstrüksiyon Modeli’nin (Kattmann, 2007) “öğrenci perspektiflerinin belirlenmesi” adımı uygulanmıştır. Öğrenci düşünceleri “fikirler ve düşünce figürleri” düzeyinde incelenmiştir.

Öğrencilerin fen konularına ilişkin ders öncesinde sahip oldukları düşünceler, onların bu konuları öğrenmelerine etki etmektedir. Bu nedenle ders içeriklerini hazırlarken dikkate alınmalıdırlar (Kattmann, 2007). Klonlama, biyolojik

okuryazarlık bağlamında önemli sosyo-bilimsel bir konudur ve medyada genellikle bilimsel gerçeklere uymayan bilgiler halinde yer almaktadır (Maio, 2006). Öğrencilerle yapılan araştırmalar da öğrencilerin klonlama konusunda kavram yanılgılarına ve bilgi eksikliklerine sahip olduklarını göstermektedir (Concannon vd., 2010; Dawson ve Schibeci, 2003; Kizkapan ve Nacaroğlu, 2021; Shaw vd., 2008). Özellikle klonlama teknolojisi konusunda eksiklikler olduğu göze çarpmaktadır. Klonlama gibi sosyobilimsel konularla ilgili kararlara katılım için her şeyden önce konunun bilimsel temellerinin iyi bilinmesi gerekir. Ancak yapılandırmacı yaklaşıma göre öğrenciler yeni bilgileri, mevcut ön bilgilerine dayalı olarak oluştururlar (Duit, 2016). Bundan yola çıkarak bu araştırmada ortaöğretim öğrencilerinin klonlama konusundaki düşüncelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda “canlı klonlanması” ele alınmıştır. Araştırmada Didaktik Rekonstrüksiyon Modeli’nin (Kattmann, 2007) “öğrenci perspektiflerinin belirlenmesi” adımı uygulanmıştır. Öğrenci düşünceleri, fikirler ve düşünce figürleri düzeyinde incelenmiştir. Araştırma sonuçlarının klonlama konusunda yapılacak olan eğitim araştırmalarına ve konunun verimli bir biçimde öğretilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Araştırmada aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aranmıştır:

- Ortaöğretim öğrencilerinin klonlama ile ilgili düşünceleri nelerdir?
- Ortaöğretim öğrencilerinin; i. klon ve klonlama kavramına, ii. klonların oluşumuna, iii. klonların özelliklerine, iv. klonlama yöntemlerine, v. klonlamanın uygulama alanlarına ilişkin düşünceleri nelerdir?
- Ortaöğretim öğrencilerinin klonlama ile ilgili düşüncelerinin kaynağı nedir?

Yöntem

Araştırmanın Modeli/ Deseni

Araştırmada nitel yaklaşım ve olgubilim deseni kullanılmıştır.

Çalışma Grubu

Araştırma, Ankara il merkezinde bir Anadolu lisesinden 11. sınıf öğrencileri (3 kadın, 3 erkek) ile gerçekleştirilmiştir. Her bir katılımcı için detaylı analizler yapılacağından katılımcı sayısı 6 kişi ile sınırlanmıştır. Çalışma grubu, amaçlı örnekleme yoluyla belirlenmiştir. Amaçlı örnekleme türlerinden “ölçüt örnekleme” (Yıldırım ve Şimşek, 2005) kullanılmıştır. Genetik ile ilgili temel konuları derste işlemiş, fakat klonlama konusunu işlememiş olmak, ölçüt olarak alınmıştır. Bu nedenle 11. sınıf öğrencileri tercih edilmiştir. Öğrencilerin yaş aralığı 16-17’dir.

Verilerin Toplanması

Veriler, yarı yapılandırılmış görüşme yoluyla toplanmıştır. Görüşmeler öğrencilerin öğrenim gördükleri okulda, gürültüden arınmış ve uygun akustiğin sağlandığı bir ortamda ve gönüllülük esas alınarak gerçekleştirilmiştir. 2 öğrenciyle ön görüşme yapıldıktan sonra asıl çalışma 6 öğrenciyle gerçekleştirilmiştir.

Veri toplama araçları

Klonlama konusunda öğrenci düşüncelerini belirlemek için yarı yapılandırılmış, “problem merkezli görüşme” (Mayring,

2002) yapılmıştır. Bu yöntemde belirli bir problem durumuna odaklanılmakla birlikte katılımcıya konu hakkında özgürce konuşma imkânı da sunulmaktadır (Mayring, 2002). Burada üç çeşit soru söz konusudur (Mayring, 2002): Konuya giriş niteliğindeki “sondaj soruları”, konunun çeşitli boyutlarını temsil eden “kılavuz sorular” ve görüşme kılavuzunda yer almamakla birlikte spontane olarak sorulan “istisnai sorular”. Amaca ve probleme göre öğrenciden çizim yapması veya tablo, grafik vb. yorumlaması istenebilmektedir.

Bu araştırmada problem analizi (Mayring, 2002) yapılarak klonlama konusunun eğitim açısından önemli olan boyutları tespit edildikten sonra bunlara ve araştırmanın alt problemlerine dayalı olarak görüşme kılavuzu (Şekil 1) geliştirilmiştir. Görüşmenin araştırmacı tarafından doğru bir şekilde yönlendirilebilmesi için görüşme kılavuzu sütunlara ayrılmıştır. İlk sütunda soruların amacına ilişkin bilgiler, ikinci sütunda asıl sorular, üçüncü sütunda öğrenci düşüncelerini detaylandırmaya yarayan derinleştirici sorular yer almıştır. Son sütunda, katılımcılardan beklenen olası cevaplar bulunmaktadır. Ayrıca öğrencilerden belirli sorularla ilgili olarak çizim yapmaları da istenmiştir. Görüşmeler ses kaydına alınmış ve daha sonra yazıya dökülerek analiz edilmiştir.

Verilerin Analizi

Araştırmada nitel içerik analizi (Mayring, 2002) yapılmıştır. Analiz, Mayring’e (2002) ve Gropengiesser’in (2001) “görme” konusuna yönelik öğrenci düşüncelerini incelemede kullandığı yönteme göre gerçekleştirilmiştir. Burada veri materyalinin adım adım indirgenerek değerlendirilmesi söz konusudur. İfadeler, yorumlanarak yapılandırılır ve böylece düşünceler açığa çıkarılır. Amaç, özel olandan yola çıkarak genel olan hakkında çıkarım yapmaktır. Böylece ifadelerin temelinde yatan düşüncelere ulaşılabilir (Gropengiesser, 2001). Değerlendirme öncesinde veri materyali üzerinde çalışılması ve düzenleme yapılması gerekmektedir (Mayring, 2002). Buna uygun olarak, içerik analizi Gropengiesser’in (2001, 2005) yöntemi kullanılarak üç adımda (veri hazırlama, değerlendirme, yapılandırma) gerçekleştirilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Veri analiz aşamaları

| Veri Hazırlama | Değerlendirme | Yapılandırma |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Görüşme Protokollerinin Hazırlanması • İfadelerin Redaksiyonu | <ul style="list-style-type: none"> • İfadelerin Düzenlenmesi • Yorumlama • Bireysel Yapılandırma | <ul style="list-style-type: none"> • Düşüncelerin Genellenmesi |

Veri hazırlama

Veri hazırlama aşamasında, görüşmeler yazıya dökülmüş (görüşme protokolleri hazırlanmış) ve içerik redakte edilerek sistematik bir biçimde indirgenmiştir.

Görüşme protokolleri hazırlanırken katılımcının konuşmalarının tamamı satır numaraları verilerek yazıya dökülmüştür. Demografik bilgilerle ilgili içerik ise protokole dâhil edilmemiştir. Öğrencilere ait şive vb. hatalar düzeltilmiş ancak cümle yapısına ve konuşma biçimine dokunulmamıştır. Katılımcıların gerçek adları kurgusal bir adla değiştirilmiştir. Değerlendirmeye katkı sağlaması için sözel olmayan içeriğin de dâhil edildiği yorumlu protokol (Mayring, 2002) hazırlanmıştır.

| Demografik ve Deneysel Bilgiler | | | |
|---|--|--|--|
| Okul Türü | : | | |
| Sınıf Düzeyi | : | | |
| Yaş | : | | |
| Cinsiyet | : | | |
| Klonlama konusunu derste görmüş olma durumu? | : | | |
| Soruların Amacı | Asıl Sorular | Derinleştirici Sorular | Beklenen Cevaplar |
| A. Klon ile İlgili Kavramlar | | | |
| Öğrencilerin klon ve klonlama ile ilgili kavramları ve çağrışımları | 1. "Klon" ve "klonlama" kavramlarını hiç duyduunuz mu? "Evet" ise 1.a. Nereden duyduunuz? "Hayır" ise; 2. Soruya geçiniz. 2. "Klon" ve "klonlama" kelimeleri size ne/neler çağırıştırıyor? | | Medya, okul |
| | 3. "Klon" ne demektir? Tanımlar mısınız? | 3.a. Klona birkaç örnek verebilir misiniz? | Kuzu Dolly Bir canlının genetik kopyası demektir. Örnek: Kuzu Dolly |

Şekil 1. Görüşme kılavuzundan örnek bölüm

"İfadelerin redaksiyonu" aşamasında protokol metni üzerinde düzenleme ve düzeltme yapılarak ifadelerin daha berrak ve anlaşılır hale gelmesi sağlanmıştır. Örneğin "Hmhm" gibi onay sinyalleri, tekrarlanan sözcük veya cümleler çıkartılmıştır (Kelimelerin/cümlelerin değişik biçimleri de ihtiyaç halinde parantez içerisinde verilmiştir). Anlam bağlantıları içeren ifadeler aynı paragrafta bir araya getirilmiştir. İfadelerin sıralaması korunmuştur. Görüşmecinin ifadeleri protokollerden çıkartılmış ve soru-cevap formundaki ifadeler katılımcının kendi ifadesine dönüştürülmüştür. Katılımcının ifadelerini anlaşılır hale getirmek için protokole sonradan eklenen ifadeler köşeli parantez içerisinde gösterilmiştir. İhtiyaç halinde görüşmecinin soruları, yönlendirmeleri veya uyarıları, süslü parantez ({}) içerisinde metne eklenmiştir. Gramer yanlışları düzeltilmiş ve yarım cümleler tamamlanmıştır. İfadelerin orijinal protokol metnindeki yerini gösteren satır numaraları da paragrafın sonunda verilmiştir. Böylece düzeltilmiş ifadeler elde edilmiştir.

Tablo 2. Değerlendirme aşamalarını gösteren örnek (Yeliz)

| | |
|----------------------|---|
| Yorumlu protokol | 183 G: Hıhım. Tamam, peki klon kimin ya da kimlerin genlerini taşıır? 184 Ö: Atasının ve onun atasının genlerini. 185 G: Onun atasının derken ? 186 Ö: Yani (düşünüyor) 187 G: Atasının ve o atasının da atasının. 188 G: Evet. Neden peki? 189 Ö: Yani hepsine kalıtımla birkaç tane gen aktarıyor ve ortaya karışık bir şey oluyor. Bu 190 da klon onları taşıır. 191 G: Klon neden mesela atasının genlerini taşııyor? 192 Ö: Çünkü onun hücrelerinden yapıyor. |
| Düzeltilmiş ifadeler | [Klon] atasının ve o atasının da atasının genlerini [taşıır]. [Çünkü] yani hepsine kalıtımla birkaç tane gen aktarıyor ve ortaya karışık bir şey oluyor. Bu da klon olunca onları taşıır. [Klon atasının genlerini taşıır] çünkü onun hücrelerinden yapıyor. (183-192) |
| Düzenlenmiş ifadeler | Genetik özdeşlik. [Klon] atasının ve o atasının da atasının genlerini [taşıır]. [Çünkü] yani hepsine kalıtımla birkaç tane gen aktarıyor ve ortaya karışık bir şey oluyor. Bu da klon olunca onları taşıır. [Klon atasının genlerini taşıır] çünkü onun hücrelerinden yapıyor. Yani eşeyli üremede [bireyler özelliklerin] yarısını babadan yarısını anneden aldığı için tam ikisinin aynı olmuyor. Klonlarda genetik özellikler atanın aynı oluyor. (183-192, 294-296) |
| Bireysel (Fikirler) | yapılandırma • Genetik özdeşlik: Klonlar ataları ile aynı genetik özelliklere sahiptir. • Eşeyli üreme: Eşeyli üreme sonucunda atadan farklı özellikte bireyler meydana gelir. |

Değerlendirme

Değerlendirme, üç adımda (ifadelerin düzenlemesi, yorumlama, bireysel yapılandırma) gerçekleştirilmiştir.

Düzeltilmiş ifadeler, "ifadelerin düzenlenmesi" aşamasında araştırma soruları doğrultusunda bir araya getirilerek tematik sınıflar oluşturulmuştur. Bunlar içerisindeki birbiriyle uyumlu ve bağlantılı ifadeler, ortak bir başlık altında anlamlı bir sıraya göre bir araya getirilerek kategoriler oluşturulmuştur. Çelişkili ifadeler de burada muhafaza edilmiştir. Aynı anlama gelen ifadeler birleştirilmiş ve benzer anlamlı sözcükler daha genel ortak bir kavramla ifade edilmiştir. Aynı kavramı temsil eden cümle veya kelime çeşitleri parantez içerisinde gösterilmiştir. İfadelerin satır numaraları da paragraf sonuna eklenmiştir.

"Yorumlama" aşamasında öğrencilerin klonlama konusunu anlama biçimleri ve konuya bakış açıları, düşüncelerindeki çelişki ve problemler, dilsel unsurlar (örn. tanımlamalar, terimler, analogiler) ile görüş ve düşüncelerinin olası kaynakları incelenerek yorumlanmıştır.

Kategorize edilen ifadelerin yorumlanması sonucunda gerçekleşen "bireysel yapılandırma" esnasında öğrenci fikirleri ortaya çıkarılmış ve formüle edilmiştir. Burada kategorize edilmiş ifadelerden yola çıkarak birbirinden farklı fikirler tespit edilmiştir. Fikirler, öğrencilerin onlara yaklaşımlarını (savunma, sorgulayarak tartışma, reddetme) temsil eden sembollerle (Gropengiesser, 2001) gösterilmiştir. Buna göre öğrenci bir düşünceyi (örn. "doğal yolla klon oluşur") doğru olarak görüyor yani savunuyor, emin olamayıp sorguluyor veya reddediyor olabilir. Birden çok öğrencide tespit edilen ve temel olarak benzer düşünceyi temsil eden fikirler daha sonra tek bir kategori altında birleştirilmiştir.

Yapılandırma

Bu aşamada bireysel fikirlerin, daha karmaşık olan düşüncelere (örn. düşünce figürlerine) genellenmesi söz konusudur. Ortak özellik gösteren ve ilişkili olan fikirler ortak bir kategori altında bir araya getirilerek düşünce figürleri oluşturulmuştur. Böylece özel fikirlerin temsil ettikleri genel düşünce yapılarına ulaşılmıştır.

Tablo 2'de değerlendirme aşamaları bir örnek üzerinde gösterilmiştir.

Ölçme aracının geçerliği biyoloji eğitimi uzmanlarının görüşleri alınarak kontrol edilmiştir. Ayrıca iki öğrenci ile gerçekleştirilen ön görüşmelerde soruların hedeflenen yapıları ölçüp ölçmediği incelenmiştir. Verilerin değerlendirilmesinde nesnellığı sağlayabilmek için görüşme içeriği yazıya dökülme aşamasından itibaren satır numaraları gösterilerek indirgenmiş ve düzenlenmiştir. Böylece her aşamada görüşme protokolleri üzerinden kontrol mümkün olmuştur. Ayrıca ilk iki görüşme araştırmacılar tarafından birbirinden bağımsız olarak analiz

edildikten sonra karşılaştırılarak uyumsuzluklar tespit edilmiş ve gerekli değişiklikler yapılmıştır.

Bulgular

Klonlama Konusuna İlişkin Öğrenci Fikirleri

Öğrencilerin klonlama konusu ile ilgili sahip oldukları fikirler ve bu fikirlerin tespit edildiği öğrenci sayıları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Klonlama konusuna ilişkin öğrenci fikirleri

| Fikirler | Fikri savunan ve/veya sorgulayan öğrenci sayısı |
|--|---|
| <i>Klon ve Klonlama Kavramına İlişkin Öğrenci Fikirleri</i> | |
| Klon: Klon, bir canlının birebir kopyası demektir. | 6 |
| Klonlama: Klonlama, bir canlıyı kopyalamak demektir. | 4 |
| Canlı klonlama: Tüm canlılar klonlanabilir. | 4 |
| Madde klonlama (Canlıların ve cansızların kopyalarının üretilmesi): Klonlama hem canlıları hem de cansızları kapsar. | 2 |
| <i>Klonların Oluşumuna İlişkin Öğrenci Fikirleri</i> | |
| Doğal yolla klon oluşumu: Doğada kendiliğinden (insan müdahalesi olmadan) klon oluşur. | 3 |
| <i>Klonların Özelliklerine İlişkin Öğrenci Fikirleri</i> | |
| Genetik özdeşlik: Klonlar ataları ile aynı genetik özelliklere sahiptir. | 6 |
| Fiziksel özdeşlik: Klonlar ata ile aynı fiziksel özelliklere sahiptir. | 5 |
| Karakter özdeşliği: Klonlar ata ile aynı karakter özelliklerine sahiptir. | 3 |
| Çevrenin karaktere etkisi: Çevre koşulları karakteri biçimlendirir. | 3 |
| Çevrenin fiziksel özelliklere etkisi: Çevre koşulları fiziksel özellikleri biçimlendirir. | 1 |
| Klonlanamaz özellikler: İçgüdüler, duygular ve düşünceler genetik değildir. Bu nedenle klon bireye aktarılamazlar. | 3 |
| Klonlar genlerden bağımsız olan özellikler bakımından atalarından farklılık gösterebilirler. | 1 |
| Eşeyli üreme: Eşeyli üreme sonucunda atalarından farklı özellikte canlılar meydana gelir. | 3 |
| Klonlarda kısa ömürlülük: Klonlar ataya göre daha kısa ömürlü olurlar. | 3 |
| Basit kopyalar: Klonlar atalarına göre daha az gelişmiştir. | 1 |
| Hatalı klonlama: Klonlama esnasında yapılan hatalar sonucunda atadan farklı özellikte bireyler meydana gelir. | 2 |
| Eşey hücresi olmayan klonlar: Klonlama yoluyla oluşan canlılarda eşey hücresi bulunmaz. | 1 |
| Ata bireye ait özelliklerin klonları arasında paylaşılması: Klonlamada ataya ait özellikler/davranışlar atadan meydana gelen klonlar arasında paylaşılır. | 1 |
| <i>Klonlama Yöntemlerine İlişkin Öğrenci Fikirleri</i> | |
| Dönüştürme yoluyla klonlama: Doğum öncesi gelişim düzeyindeki bir hayvanın genetik yapısı değiştirilerek başka bir canlının kopyasına (klon) dönüştürülür. | 1 |
| Gen manipülasyonu: Klonlama, ikinci bir canlının genetik materyalinin manipüle edilerek, klonlanmak istenen canlının genetik materyaline benzetilmesiyle yapılır. | 1 |
| Gen aktarımıyla klonlama: Atanın genetik özellikleri onunla aynı türden olan başka bir canlıya aktararak atanın aynısı olan bir canlı (klon) elde edilir. | 2 |
| Büyüme ve gelişme süreci: Klon, belirli bir büyüme-gelişme sürecini tamamladıktan sonra doğar. | 1 |
| Süreç içerisinde ortaya çıkan benzerlik: Klon, önce bir yavrudur ve belirli bir gelişim aşamasından sonra atayla benzer hale gelir. | 1 |
| Rejenerasyon yardımıyla klonlama: Kendini yenileme yeteneğine sahip hayvanlar ikiye bölündüğünde eksik kısımlar mitoz bölünmeyle yoluyla tamamlanır. Böylece birbirinin aynısı iki birey (klon) elde edilir. | 3 |
| Çelikle klon üretimi: Bir bitkiden alınan parça veya vejetatif hücreler büyüyerek o bitkinin aynısını (klon) oluşturur. | 3 |
| Aşılama ile bitki klonlama: Bir bitkiden alınan parçanın diğer bitkiye eklenmesiyle aynı özellikleri gösteren bitki elde edilir. | 1 |
| Bölünme için uyarma: Klonlama esnasında vücut hücresi birtakım kimyasallar tarafından bölünmeleri için uyarılır. | 1 |
| Yapay ortamda gelişim: Klon birey tüm gelişim sürecini anne vücudu dışında (laboratuvar) tamamlar. | 3 |
| Eşeyli üreme: Eşeyli üremede eşey hücreleri kullanılır. | 1 |
| Dokuyu dönüştürme: Hayvan vücudundaki belirli doku türü, başka bir doku türüne dönüştürülebilir. | 1 |
| Organlardan birey oluşturma: Bir hayvanın embriyonik kök hücrelerinden çeşitli organlar elde edilip birleştirilir. Böylece hayvan klonlanmış olur. | 1 |
| Karakteristik hücreler: Canlının bir kopyasını oluşturmaya yarayan, o canlıya özgü olan özellikler içeren hücreler vardır. | 1 |
| Klonlamada bunlar kullanılırlar. | |
| Belirli bir doku ile aynı ortamda tutularak gelişen hücreler, o dokuya benzerler. | 1 |
| Vücut hücresinden klon üretimi: Canlıdan alınan vücut hücresinden klon üretilir. | 3 |
| İzole edilmiş DNA'dan klon üretimi: Atanın izole edilmiş DNA'sı kullanılarak laboratuvar koşullarında klonu oluşturacak olan embriyo üretilir. | 2 |
| <i>Klonlamanın Uygulama Alanlarına İlişkin Öğrenci Fikirleri</i> | |
| Çoğaltma/Üretim aracı olarak klonlama: Canlılar veya organlar klonlama yoluyla çoğaltılabilir. | 6 |
| Bilimsel gelişme göstergesi olarak klonlama: Klonlama bilimin ulaştığı düzeyi ve dolayısıyla bilimin gücünü gösterir. | 1 |
| Denek klonlar: Klonlar deney materyali olarak kullanılabilirler. | 1 |
| Klonlama sayesinde ölümsüzlük: İnsanlar kendilerini klonlayarak ölümsüz hale gelebilir. | 1 |
| <i>Diğer Fikirler (Klonlamanın Zararlarına İlişkin Öğrenci Fikirleri)</i> | |
| Klonlama sırasında ata bireyi çok fazla klonlamak ona zarar verebilir. | 1 |
| Nesli tükenen bir türün gereğinden fazla klonlanması çevreye zarar verebilir. | 1 |
| Klonlama sırasında meydana gelen aksaklıklar/teknik sorunlar, klon bireye fiziksel zararlar verebilir. | 1 |

Tablo 4. Düşünce figürleri ve temel oluşturan fikirler

| Düşünce Figürü | Fikirler |
|--|---|
| Genetik determinizm: Genler tek başına fenotipi belirler. | Genetik özdeşlik Fiziksel özdeşlik Karakter özdeşliği Hatalı klonlama Rejenerasyon yoluyla klonlama |
| Gen ve çevrenin birlikte etkisi: Genlerin yanı sıra çevre koşulları da fenotipi belirler. | Genetik özdeşlik Çevre koşullarının fiziksel özelliklere etkisi |
| Üreme teknolojisi olarak klonlama: Klonlamada bir canlıya ait hücre veya doku çoğaltılarak yeni bir birey elde edilir. | Vücut hücresinden klon üretimi Yapay ortamda gelişim Çelikle klon üretimi |
| Genetik mühendislik olarak klonlama: Bir bireyin genetik materyalinin yeniden tasarlanmasıyla klon oluşturulur. | Dönüştürme yoluyla klonlama Gen manipülasyonu Gen aktarımıyla klonlama |

Klonlama Konusuna İlişkin Düşünce Figürleri

“Genetik Determinizm”, “Gen ve Çevrenin Birlikte Etkisi”, “Üreme Teknolojisi Olarak Klonlama” ve “Genetik Mühendislik Olarak Klonlama” olmak üzere dört düşünce figürü tespit edilmiştir (Tablo 4). Bu düşünce figürleri açıklanmış ve onları yansıtan öğrenci ifadelerine (düzeltilmiş ifadeler) yer verilmiştir.

Genetik determinizm

Genetik determinizm, bireysel özelliklerin ortaya çıkmasında sadece genlerin etkili olduğu düşüncesidir. Bu düşünce, fenotipin ortaya çıkma sürecinde çevrenin etkisini göz ardı etmektedir. Öğrencilerin klonların özellikleriyle ilgili düşüncelerinin çoğunlukla bu düşünce figürü ile ilişkili olduğu görülmüştür. Öğrencilere göre klon birey atanın bir kopyasıdır. Buna göre öğrenciler klonların atayla genotip açısından özdeş olduklarını düşünmektedirler (*Genetik özdeşlik*). Fenotip bağlamında öğrencilerin fikirleri farklılaşmaktadır. Öğrencilerin bir kısmı klonların fiziksel özellikler (örn. dış görünüş) ve karakter özellikleri (örn. davranış) bakımından atayla özdeş oldukları düşüncesine sahiptir (*Fiziksel özdeşlik, karakter özdeşliği*). Örneğin Buğra, klonların atayla fiziksel özdeşliğinden yola çıkarak karakter özelliklerinin de aynı olacağını ifade etmektedir:

“*[Pinpon topu ile oynayan, tavuk eti ile beslenen kedimi klonladığımda, oluşan kedimin önceki kedimle aynı zevkleri paylaşmasını] beklerim. Çünkü dediğim gibi bence her şeyleri aynı gibi, hastalık şeyi dışında. O yüzden herhalde beyin yapıları falan da aynı olur diye düşünüyorum, alışkanlıkları falan.*” (Buğra, 367-373)

“*[Tek yumurta ikizleri arasında dış görünüş, karakter veya davranış açısından farklılık] yok sanırım. Tanıdıklarından şey yapıyorum. Yani görünüş olarak benziyorlar. Karakter olarak da aynılar. Bir de bir şey daha demiştiniz. Davranış olarak da bence, yok ya bence. Tek yumurta ikizleri olduğu için olabilir.*” (Buğra, 375-387)

Bazı öğrenciler ise klonların atayla fiziksel özellikler açısından özdeşken, karakter olarak farklılaşabileceğini düşünmektedir. Burada öğrencilerin karakter gelişimini genlerden bağımsız gördüğü, çevre gibi dış faktörlerin karakteri etkilediği düşüncesine sahip oldukları anlaşılmaktadır. Örneğin Murat, tek yumurta ikizleri arasındaki farklılığı sadece genlerle açıklamaktadır:

“*[Tek yumurta ikizleri arasında] dış görünüş açısından farklılık yoktur. Karakter açısından [farklılık] olabilir (O konuda pek emin değilim). [Çünkü] yani belki farklı düşünüyorlardır ve bu yüzden olabilir. {Düşünce farklılığı nasıl ortaya çıkabiliyor bunlar arasında? Sorusu üzerine} yani düşünce farklılığı bir kere genlere falan bağlı olmadığı için, herkes tamamen özgür düşündüğü (Düşünebildiği) için bu konuda [düşüncelerde] bir farklılık meydana gelebilir bence.*” (Murat, 239-247)

“*Evet, [tek yumurta ikizleri] davranış açısından da farklı olabilirler. Yani her tek yumurta ikizinin bir hayvana yaklaşımı mesela aynı olmayabilir bence. Çünkü duygular ve fikirler bence genlerden bağımsız. Yani burada aynı olan şey [tek yumurta ikizlerinin] genleri, düşünce yapıları değil. Düşünce yapısındaki farklılığı [ortaya çıkaran şey] fikirlendir yani farklı düşünüyorlar demek ki. Yani aklına hangisi yatıyorsa o konuda bir davranış sergiler. Mesela kimisi kediyi sevmeyi. Onun için mantıklı olan budur. Bu saçma bir örnek ama. Kimisi [kediyi] sever, [onun için ise] mantıklı olan budur. Hani tamamen mantığına göre. Yani arada bir mantık farkı olduğu için [tek yumurta ikizlerinin] düşünceleri aynı değil (Aynı olmak zorunda değil), öyle söyleyeyim. [Birbirinden] bağımsız olabilir.*” (Murat, 248-258)

Bazı öğrenciler, klonların atalarından farklılık gösterebilmeleri için klonlama sırasında hata olması gerektiğini düşünmektedirler (*Hatalı klonlama*). Örneğin Buse'nin ifadeleri bu düşünceyi yansıtmaktadır:

“*Yani [klon] ondan [atadan] klonlandığı için [bazı özellikler bakımından atadan farklılık] göstermez diye düşünüyorum ama fiziksel bir farklılık gösteriyor da olabilir belki. Belki hani [klonlama] olması gerektiği gibi olmazsa hani farklı bir şey [semptom?] gelişirse olabilir. Yani [klon] normalde bence fiziksel özellik olarak [ata ile] aynıdır. Ama belki de işlem [klonlama] sırasında bir şey ters giderse gibi bir şey olabilirse o zaman belki [atadan] daha farklı [özellikte] bir şey [klon] oluşabilir.*” (Buse, 354-366)

Öğrencilerin bir kısmı, bazı canlı türlerinde olduğu gibi, kaybedilen vücut kısmının rejenerasyonla yenilenmesinin klonlama yöntemi olduğu fikrine sahiptir (*Rejenerasyon yoluyla klonlama*). Bu düşünceye göre, bir canlı iki parçaya ayrıldığında, her iki parçadan da rejenerasyonla birbirinin kopyası olan iki yeni birey oluşur. Burada, kopan parçaların kendini tamamlamasıyla birbirinin klonu yani genetik kopyası olan iki birey oluşacağı düşüncesi hâkimdir. Örneğin İlayda,

bir klonlama yöntemi olarak rejenerasyon yeteneğine sahip canlılardaki kendini klonlama yeteneğinden yararlanılabileceğini ifade etmiştir:

“{Laboratuvar ortamında hayvan klonlamak için başka hangi yöntemler vardır? sorusu üzerine} kertenkele [örneği] olmaz tamam. Bir hayvanı ikiye böldüğümüzde bazı hayvanlarda aynı iki canlı oluyor. Yani sadece kuzu falan değil de bakteriler gibi. O da bir klonlama [yöntemi] olabilir belki. {Çizmesi talep edilmesi üzerine} bakteriyi mi çizeceğim? Kafamda şöyle bir şey oluştu: Şöyle bir şey olsa. Ama bu kendisini yenileyebilmesi gereken bir hayvan olsun. Ben bunu ikiye bölssem sonra elimizde iki tane hayvan gibi bir şey olsa. {“Bir tek hayvan var” hatırlatması üzerine} bir tane [hayvan] var ama bu, bir yeri koptuğunda kendini yenileyebilen bir hayvan. İşte ondan sonra bunun bir yeri kopunca 2 tane hayvan olur. {Peki, böyle bir yeteneği olmayan hayvanı nasıl yapacağız? Sorusu üzerine} bilmiyorum. Eşeyli üreme olmaması gerekiyor demiştiniz. O zaman onun [klonu] nasıl yapılıyor bir fikrim yok.” (İlayda, 219-240)

Yukarıda söz edilen fikirlerin temelinde, genlerin tek başına fenotipi belirlediği düşüncesi vardır.

Gen ve çevrenin birlikte etkisi

Burada genlerin yanı sıra çevre koşullarının da fenotipi belirlediği düşünülmektedir. Bu bağlamda, çevre koşullarının fiziksel özellikleri biçimlendireceği düşüncesi tespit edilmiştir (Çevre koşullarının fiziksel özelliklere etkisi). Yeliz’e göre çelikle üretilmiş ve genetik açıdan özdeş olan iki bitki, farklı çevre koşullarına maruz kaldıklarında şekil ve boy gibi fiziksel özellikler bakımından farklı olabilecektir:

“{Klonlar} atasına genetik açıdan benzer. Böyle. {Klonların eşeyli üreme ile meydana gelen canlılardan farkı var mıdır? Sorusu üzerine} yani eşeyli üremede [bireyler özelliklerinin] yarisını babadan yarisını anneden aldığı için tam ikisinin aynısı olmuyor. Klonlarda atanın aynısı oluyor. [Klonlar bazı özellikleri bakımından atalarından farklılık] gösterir diyorum. Yani güllü öyle şey yaptığımızda illa aynı şeyden dışardan bakıldığında aynı şekilde büyüyecek diye bir şey yok. Ama genetik özellikleri [ata ile] aynıdır. Yani şekli, boyu [atadan] farklı olur. [Bu farklılıkların ortaya çıkmasının sebebi] çevresel etkenler demek istiyorum. [Örneğin] fazla güneş alır, fazla su verilir. Böyle şeyler.” (Yeliz, 290-307)

Üreme teknolojisi olarak klonlama

Bazı öğrencilerde, vücut hücresinin çoğaltılarak klon elde edilebileceği fikri tespit edilmiştir (Vücut hücresinden klon üretimi). Bu düşünceye göre bir canlıdan alınan bir vücut hücresi, mitoz bölünmelerle çoğalarak o canlının birebir aynısını meydana getirebilir. Bu öğrenciler, klon bireyin tüm gelişim evrelerini anne vücudu dışında –örneğin laboratuvar gibi yapay bir ortamda- geçireceğini düşünmektedir (Yapay ortamda gelişim). Örneğin Yeliz’e göre klonlama işleminde vücut hücresi, laboratuvar ortamında mitoz bölünmelerle çoğalmakta ve yine uygun laboratuvar koşullarında gelişimini tamamlamaktadır:

“{Hayvan klonlanırken organizmanın} genetik şeyleri, DNA [kullanılır] demek istiyorum. [Elde ettiğimiz DNA’nın kaynağı hayvanın] herhangi bir hücresi olmaz mı? [Bu hücre] vücut hücresi [olabilir]. [Üreme hücresi olamaz] çünkü o zaman eşeyli üreme oluyor. [Klonlamada vücut hücresi] mitoz bölünmeyle çoğaltılmaya çalışıyor olabilir. Hücrenin

çoğalması için herhangi bir kimyasal eklemeler yapıyor olabilirler. [Daha sonra bu hücreler] yeni birey olarak gidecek. [Hücreler oluştuktan sonra fetüs aşamasına nasıl geçiş yapıldığı konusunda] hiçbir fikrim yok. [Klonlama sırasında embriyo oluşur] evet. Yani laboratuvar ortamında o şartlar sağlanırsa [embriyo] büyüyordur. Koyundan örnek vereyim: Koyun bebekleri nerede tutuluyorsa, koyunun midesinde [olabilir]. [Laboratuvar ortamı] orada da öyle bir şey, ortam [sağlanır].” (Yeliz, 147-182)

Öğrenciler, hayvanlarda olduğu gibi bitkiden alınan vejetatif hücre ya da dokuların da gelişerek bitkinin klonunu meydana getirebileceğini düşünmektedir (Çelikle klon üretimi). Örneğin Yeliz, bitkinin vejetatif bir kesitinin veya hücresinin mitoz bölünmelerle aynı bitkiyi oluşturması sayesinde klonlanabileceğini düşünmektedir:

“{Bitkiler} klonlanır. Onların da hücresi belki kök hücresi vardır. Bazı bitkiler mitozla şey olabiliyor [kendini yenileyebiliyor?] Onlara da o yetenekler kazandırılırsa [klonlanabilir]. Hani bir parçası kesilince onu büyüme veya dalı kesilince ondan büyüme gibi [yetenekler olabilir]. O koyun örneğindeki gibi şey herhangi bir hücresinden büyütme [şeklinde olabilir].” (Yeliz, 267-276)

“{Gülden kesilen bir dal toprağa dikildiğinde oluşan yeni bitki} klondur. [Çünkü] genetik [açıdan] ataya benzer ve [bu olay] eşeyli [üreme] değildir.” (Yeliz, 283-289)

Tüm bu fikirler, klonlamada bir canlıdan alınan hücre veya dokunun çoğaltılarak yeni bir birey elde edildiği düşüncesine dayanmaktadır. Dolayısıyla bu düşünce figüründe klonlama üreme teknolojisi olarak görülmektedir.

Genetik mühendislik olarak klonlama

Bir öğrencide (Murat), bir bireyin genetik materyalinin manipüle edilerek klonlama yapılabileceği fikri (Gen manipülasyonu) tespit edilmiştir:

“Yani [klonlamada izlenen yöntem] şöyle olabilir: Herhangi farklı bir aynı hayvan yani aynı türden hayvanın DNA’ları ile oynanıyor olabilir. Belki de doğmadan önce, evet doğmadan önce DNA’ları ile oynanıp ikisi eş olursa klon sayılabilir bence. [Klon] tanımına uyar çünkü. {Doğmadan önce DNA’larıyla oynayıp eş mi hale getirdiklerini söylüyorsunuz? Sorusu üzerine} olabilir. Bu benim düşüncem.” (Murat, 57-66)

İlayda ise klonlama yöntemi olarak gen aktarımından söz etmiştir. Burada da yine bir canlıya, klonlanmak istenen bireye benzetilmek için, genetik özellik aktarımı yapılmaktadır (Gen aktarımı):

“{Hayır, Dolly’i daha önce hiç duymadım}. [Hayvan klonlanırken] hayvanın hücrelerinden alınıyor olabilir yani ana hayvandan bir parça alınıp diğer hayvana aktarılıyor olabilir. Yani 2. hayvanın nasıl oluşturulduğu konusunda [fikrim yok], çok şaşırtıcı [ve] çok ilgi çekici bir konu aslında. Tam olarak nasıl olduğunu da bilmiyorum. Ama işte dediğim gibi ana hayvanın bir hücresi yani genetik özelliği diğer hayvana aktarılıyor, enjekte ediliyor.” (İlayda, 99-111)

Yukarıda tasvir edilen her iki fikir de klonlamada bireyin genetik özelliklerinin yeniden tasarlandığı düşüncesine dayalıdır. Dolayısıyla da klonlamanın genetik mühendislik olarak görüldüğü bir düşünce figürü söz konusudur.

Öğrencilerin Klonlama ile İlgili Düşüncelerinin Kaynağı

Genel olarak öğrenciler klonlama ile ilgili bilgileri sosyal medya, internet ve filmlerinden edindiklerini belirtmişlerdir. Öğrencilerden üçü interneti, dördü medyayı, üçü ise film/dizileri kaynak olarak ifade etmiştir. Bazı öğrenciler (3 öğrenci), klonlama konusunu derste duyduklarını belirtmişlerdir.

“Evet, [klon ve klonlama kavramlarını] derslerde, izlediğim birtakım bilim kurgu programlarında, filmlerinde, dizilerinde duydum. Onun dışında konuşma esnasında falan arkadaşlarımla günlük konuşurken de duyduğum bir kavram.” (Murat, 1-6)

“[Klon ve klonlama kavramlarını] biyoloji dersinden ya da hani haber görüntülerinden [duymuş] olabilir[im]. Koyun daha önce klonlanmıştı falan diye [duydum]. Ordan biliyorum. Genel olarak böyle yani. Sosyal medyadan yine böyle Çinliler[in] yaptıkları deneylerde falan ordan görmüştüm.” (Oğuz, 1-11)

6 öğrenciden dördü klon koyun Dolly'den söz etmiştir. Öğrenci ifadelerinden arkadaş ortamında da bu konuların konuşulduğu ve böylece klonlamayla ilgili düşüncelerinin şekillendiği anlaşılmaktadır.

Tartışma ve Sonuç

Araştırma sonucunda, öğrencilerin klonlamayı canlı kopyalama olarak düşündükleri görülmüştür. Benzer sonuçlara başka araştırmalarda da rastlanmaktadır (Dawson, 2007; Lyngved, 2009). Medyada klonlardan kopya olarak bahsedildiği ve kopya metaforunun yaygın bir biçimde kullanıldığı bilinmektedir (Camenzid, 2015; Miller, 2006). Öğrenciler klonlama kavramını günlük yaşamda doğrudan deneyimle öğrenemezler. Öğrencilerin düşüncelerinin kaynağı incelendiğinde klonlama konusunu esas olarak medyadan (örn. filmler, internet) öğrendikleri görülmüştür. Bu araştırmanın sonuçları, medya yoluyla sunulan kopya metaforunun öğrencilerin klonlama konusundaki düşüncelerini büyük oranda şekillendirdiğini göstermektedir.

Öğrencilerin çoğunluğu, doğada eşeysiz üreme sonucunda oluşan doğal klonları ve tek yumurta ikizlerini klon olarak kabul etmemektedir. Çünkü onlar klonların sadece yapay olarak, insanlar tarafından üretildiğini düşünmektedir. Derslerde doğal klonlar üzerinde durulmaması ve medyada klonlamadan yeni bir teknolojik buluş olarak bahsedilmesi, bu düşüncelerin gelişmesinde rol oynuyor olabilir.

Öğrencilerde genlerin fenotipi tek başına belirlediği düşüncesini yansıtan bir düşünce figürü (genetik determinizm) ortaya çıkmıştır. Literatürde de tanımlanmış bir kavram olan genetik determinizm, biyolojik özelliklerin ve ayrıca zihinsel ve davranışsal özelliklerin yalnızca genler tarafından belirlendiği inancını temsil eder (Güngör ve Erdem, 2021). Bu araştırmaya katılan öğrencilerde klonların biyolojik özelliklerin yanı sıra karakterinin de atayla özdeş olacağı fikri tespit edilmeyle birlikte, bazı öğrenciler ise karakter özelliklerinin (örn. düşünce, davranış) genlerden bağımsız olduğunu düşünmektedir. Bizim bulgularımızla benzer olarak, Shaw vd. (2008) öğrencilerin fenotipi sadece genlere indirgediklerini, çevre ve gen iş birliğinin nihai fenotipi ortaya çıkardığını bilmediklerini belirlemişlerdir. Yine Agorram vd. (2016) biyoloji öğretmen adaylarının insan davranışlarındaki genetik determinizm ve epigenetik ile ilgili bilgilerini incelemişler ve öğrencilerin yaklaşık yarısının tek yumurta

ikizlerinin davranışlarının benzerliğini genlere bağladıklarını görmüşlerdir. Derslerde kalıtım mekanizması olarak sadece Mendel genetiğinin öğretilmesi ve fenotipin ortaya çıkmasında daha çok genlerin özelliklerinin vurgulanması bu düşüncelere yol açabilmektedir (Reydon vd., 2012). Ayrıca medyada klonlardan genellikle kopya olarak bahsedilmesi ve bilim kurgu dizilerinde bilimsellikten uzak olan klon özelliklerinin vurgulanması, bu tarz düşüncelerin oluşmasında etkili olabilir (Miller, 2006; Rose, 1999). Dolayısıyla öğrencilerdeki genetik determinizm düşüncesinin sorgulanmasına ve değiştirilmesine yönelik müdahalelere ihtiyaç vardır. Bu bağlamda Jamieson ve Radick (2017) Weldon genetiğine dayalı öğretimin genler hakkındaki deterministik görüşün değişmesine katkı sağlayabileceğine yönelik bulgular elde etmişlerdir.

Öğrencilerin çoğunluğu terapötik klonlamayla ilgili olarak kendiliğinden hiçbir fikir ortaya koymamışlardır. Başka araştırmalarda (Dawson ve Schibeci, 2003; Lyngved, 2009) olduğu gibi bu araştırmada da öğrenciler klonlama bağlamında özellikle Dolly'yi örnek vermişlerdir. Bunda öğrencilerin klonlama konusundaki bilgileri özellikle medyadan edinmeleri, medyada ise -Dolly ve diğer örneklerde olduğu gibi- daha ziyade hayvan klonlanmasından bahsedilmesi etkili olabilir.

Öğrencilerde klonlamanın üreme teknolojisi olarak görüldüğü bir düşünce figürü ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda, hayvan klonlama yöntemi olarak öğrencilerde tespit edilen fikirlerden biri “hücrelerden klon üretimi”dir. Buna göre ana canlıdan alınan vücut hücresi laboratuvar ortamında çoğaltılıp geliştirilerek klon elde edilebilmektedir. Bununla ilgili bir diğer fikirten öğrencilerin embriyonun büyüme ve gelişme evrelerini laboratuvar ortamında (yapay koşullarda) geçirdiklerini düşündükleri anlaşılmaktadır. Bu düşünce, aynı zamanda medyada da yaygın olan bir mittir (Miller, 2006) ve bu mitlerin öğrencilerin klonlamayla ilgili düşüncelerini etkilediği görülmektedir. Örneğin bazı bilim kurgu filmlerinde klonların kavanozlarda üretildiği gösterilmektedir (Miller, 2006).

Bazı öğrenciler klonlamayı genetik mühendislik olarak görmektedir. Bu düşünce figüründe klonlama, bir çoğaltma yöntemi olarak düşünülmemektedir. Mevcut bir canlının genetik yapısında değişiklik yapılması söz konusudur. Örneğin klonlama sırasında aynı türe ait ikinci bir canlı gerekmekte; bu canlı, ata canlıya benzetilmek amacıyla genetik olarak manipüle edilmektedir. Bu düşünce figürüyle ilişkili olan “gen aktarımı” fikrine göre ise atanın genetik özellikleri onunla aynı türden olan bir bireye aktarılacak klon elde edilir. Buna uygun olarak diğer araştırmalar da öğrencilerin klonlama ile genetik mühendisliğini birbirinden ayırt edemediklerini göstermiştir (Dawson ve Schibeci, 2003; Lyngved, 2009).

Araştırma sonucunda klonların atalarına göre daha az gelişmiş basit kopyalar olduğu fikri tespit edilmiştir. Burada orijinal-kopya düalizmi (Camenzid, 2015) dikkat çekmektedir. Yani klonlar, orijinalinin kötü ve bayağı bir kopyası olarak görülmektedir (Hellsten, 2000). Bu düşünce tarzı, klonlanarak üretilen canlıların mal gibi görülmelerine ve ahlaki varlıklar olarak görülmedikleri için onlara kötü davranmayı haklı görmeye yol açabilir (Camenzid, 2015). Dolayısıyla bu düşüncenin öğretim sırasında dikkatli bir biçimde ele alınması gerekir. Örneğin “klon” teriminin “sürgün (dal)” kelimesinden türetildiği hatırlatılabilir. Ayrıca, eşeysiz üreme yoluyla

doğada klonların oluşabildikleri öğrencilere anlatılmalıdır. Camenzid (2015) klonlamanın bir kopyalama değil, aksine bölme süreci olduğunu vurgulamaktadır. Dolayısıyla öğrencilerin klonlamanın bir eşeysiz üreme yöntemi olduğunu anlamaları önemlidir.

Öğrenciler genel olarak klonlama olayını açıklamakta güçlük çekmişlerdir. Onlara göre klonlama sürecinde eşey hücreleri yerine vücut hücreleri kullanılmaktadır. Çünkü yumurta veya sperm sadece eşeyli üremede kullanılmaktadır. Örneğin klonlama süreci açıklanırken bu süreçte vücut hücresinin kullanıldığı ve bu hücrenin zigot gibi mitoz bölünmelerle olgun bireyi meydana getirdiği ifade edilmiştir. Başka araştırmalarda (Semenderoğlu ve Aydın, 2014) da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Buna göre öğrencilerde üremeyle ilgili kavram yanlışlarının ve yanlış bilgilerin ayrıca araştırılması, üreme ve genetik ile ilgili gerekli olan temel bilgilerin kazandırılması gerekir.

Öğrencilerde yaygın olan fikirlerden biri de klonlamadan çoğaltma aracı olarak faydalanmaktır. Böylece istenen niteliklere sahip canlıların elde edilebileceği ve nesli tükenme tehlikesi altındaki canlı türlerinin korunabileceği düşünülmektedir. Medyada özellikle canlı klonlamanın konu edilmesi, bu düşüncenin yerleşmesinde rol oynuyor olabilir.

Öğrencilerin klonlama konusundaki düşüncelerinin kaynağı incelendiğinde, özellikle sosyal medyadan ve bilim kurgu filmlerinden etkilendikleri görülmüştür. Benzer şekilde Sürmeli ve Şahin (2012) fen öğretmen adaylarının klonlama teknolojisi ile ilgili bilgilerinin büyük oranda informal kaynaklardan edindiklerini belirlemişlerdir. Bu bağlamda Hopkins (1998) bazı dergilerin kapaklarını ve içeriklerini inceleyerek medyanın klonlamaya ilgili tartışmaların içeriğini nasıl belirlediğini göstermiştir. Örneğin gruplar halinde üretilen bebekler resmedilmektedir ve böylece klonlama yoluyla fotokopi çeker gibi bireylerin üretilmesiyle insanlar arasında benzersizliğin ortadan kalkacağı mesajı verilmektedir. Bundan dolayı da öğrencilerin bilimsel gerçeklerle çelişen fikirlere sahip oldukları görülmektedir. Bu bağlamda, medya okuryazarlığı (Koltay, 2011) öğrencilerde bilimle uyumsuz fikirlerin ortaya çıkmasına engel olabilir.

Yukarıda değinildiği üzere klonlama konusunda önceki araştırmalarla benzer bulguların yanı sıra klonlama ile ilgili bilimsel gerçeklere uymayan başka düşünceler de tespit edilmiştir. Örneğin bazı öğrencilerde, karakterin genlerden bağımsız olduğu ve bu nedenle karaktere ait özelliklerin yani duyguların, düşünme biçimlerinin ve davranışların klonlamayla aktarılamayacağı düşüncesi tespit edilmiştir. Bu bakış açısına göre karaktere ait özelliklerin tamamen soyut olarak düşünüldüğü ve genetik temellerinin bilinmediği anlaşılmaktadır. Yine klonlamada canlıya özgü özellikleri taşıdığı için klonlamada kullanılan bazı özel hücreler olduğu düşüncesi, öğrencilerin genetik ile ilgili bir takım kavram yanlışları olabileceğine işaret etmektedir. Ayrıca klonların basit kopyalar olduğu ve deney materyali olarak kullanılabilmesi düşüncesi, klonlama konusunun etik açıdan ele alınması gerektiğini göstermektedir.

Yukarıda değinilen bulgulardan hareketle aşağıdaki önerilerde bulunulabilir:

- Öğretim sırasında “klon” teriminin kökeninden söz edilmelidir. Aynı zamanda klonlamanın bir eşeysiz üreme türü olduğu açıklanmalı ve doğal yolla oluşan klonlara örnekler verilmelidir. Böylece öğrencilerin

klonlamayı sadece bir teknoloji olarak ve klonları orijinal canlının değersiz kopyaları olarak görmeleri önlenebilir.

- Biyoloji derslerinde genlerin tek başına fenotipi belirlemediği vurgulanmalı, çevresel ve epigenetik faktörlerin fenotip üzerindeki etkisi açıklanmalıdır. Bu bağlamda klon ile ata organizma arasında fenotip bakımından farklılık olabileceğine değinilmelidir. Ayrıca klonların karakterlerinin yani duygularının, düşünme biçimlerinin, psikolojik özelliklerinin ve davranışlarının atadan farklı olabileceği üzerinde durulmalıdır. Ancak bazı öğrencilerin bu tür özelliklerin genlerden bağımsız olduğu düşüncesine sahip oldukları dikkate alınarak psikolojik özelliklerin ve davranışların genetik temellerine de değinilmelidir.
- Araştırmada öğrencilerin canlı klonlama olayını bilmedikleri ve burada eşey hücrelerinin ve vücut hücrelerinin nasıl bir rol oynadığını anlayamadıkları görülmüştür. Canlı klonlamada kullanılan “somatik hücre nükleer transferi” yöntemi bu bağlamda ele alınmalı ve hangi hücre türünün nasıl kullanıldığına dikkat çekilmelidir. Yine burada klon embriyonun anne vücudunda geliştiği ve doğduğu yani klonlamanın aslında bir eşeysiz üreme olduğu vurgulanmalıdır.
- Medyada klonlama hakkında yer alan mitler (Miller, 2006) ve bilimsel olarak yanlış temsiller, bilimsel gerçeklerle karşılaştırılarak incelenmeli ve eleştirel olarak sorgulanmalıdır.

Yazar Katkı Oranı

Bu makale, birinci yazarın ikinci yazar danışmanlığında yaptığı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Etik Kurul Beyanı

Çalışma, Hacettepe Üniversitesi Etik Komisyonu onayı (Tarih: 17.05.2019; Sayı: 35853172-300-E.00000577424) ve Ankara Valiliği Milli Eğitim Müdürlüğü izni (Tarih: 14.06.2019; Sayı: 605.99-E.00000635316) ile yürütülmüştür.

Çatışma Beyanı

Yazarlar çalışma kapsamında herhangi bir kurum veya kişi ile çıkar çatışması bulunmadığını beyan etmektedir.

Kaynaklar

- Agorram, B., Moncef, Z., Selmaoui, S., ve Khzami, S. E. (2016). University students' knowledge about epigenetics persistence of genetic determinism. *The Eurasia Proceedings of Educational and Social Sciences*, 4, 127-131.
- Baalman, W., Frerichs, V., Weitzel, H., Gropengießer, H., ve Kattmann, U. (2004). Schülervorstellungen zu Prozessen der Anpassung-Ergebnisse einer Interviewstudie im Rahmen der Didaktischen Rekonstruktion. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10(1), 7-28.
- Camenzid, S. (2015). On Clone as Genetic Copy: Critique of a Metaphor. *Nanoethics*, 9(1), 23-37. <https://doi.org/10.1007/s11569-014-0218-6>
- Concannon, J. P., Siegel, M. A., Halverson, K., ve Freyermuth, S. (2010). College students' conceptions of stem cells, stem cell research, and cloning. *Journal of Science*

- Education and Technology*, 19(2), 177-186. <https://doi.org/10.1007/s10956-009-9190-2>
- Dawson, V. (2007). An exploration of high school (12–17 year old) students' understandings of, and attitudes towards biotechnology processes. *Research in Science Education*, 37(1), 59-73. <https://doi.org/10.1007/s11165-006-9016-7>
- Dawson, W., ve Schibeci, R. (2003). Western Australian school students' understanding of biotechnology. *International Journal of Science Education*, 25(1), 57-69. <https://doi.org/10.1080/09500690210126720>
- Demirsoy, A. (2008). *Kalıtım ve Evrim* (13. Baskı). Palme Yayıncılık.
- Duit, R. (2016). The constructivist view in science education—what it has to offer and what should not be expected from it. *Investigações em ensino de ciências*, 1(1), 40-75.
- Duit, R. (1995). Zur Rolle der konstruktivistischen Sichtweise in der naturwissenschaftsdidaktischen Lehr- und Lernforschung. *Zeitschrift für Pädagogik*, 41(6), 905-923. <https://doi.org/10.25656/01:10536>
- Gilbert, J. K., ve Watts, D. M. (1983). Concepts, misconceptions and alternative conceptions: Changing perspectives in science education. *Studies in Science Education*, 10, 61-98. <https://doi.org/10.1080/03057268308559905>
- Gropengiesser, H. (2001). *Didaktische rekonstruktion des Sehens. Wissenschaftliche Theorien und die Sicht der Schüler in der Perspektive der Vermittlung*. Didaktisches Zentrum.
- Gropengiesser, H. (2005). Qualitative Inhaltanalyse in der fachdidaktischen Lehr-Lern-Forschung. In P. Mayring ve M. Gläser-Zikuda (Hrsg). *Die Praxis der Qualitativen Inhaltanalyse* (S. 172-189). Beltz.
- Güngör, S., ve Erdem, R. (2021). Genetik Determinizme Dair Kavramsal İnceleme. *19 Mayıs Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(3), 660-674. <https://doi.org/10.52835/19maysbd.934782>
- Hellsten, I. (2000). Dolly: Scientific breakthrough or Frankenstein's monster? Journalistic and scientific metaphors of cloning. *Metaphor and Symbol*, 15(4), 213-221. https://doi.org/10.1207/S15327868MS1504_3
- Hopkins, P. D. (1998). How popular media represent cloning as an ethical problem. *Hastings Center Report*, 28(2), 6-13. <https://doi.org/10.2307/3527566>
- Jamieson, A., ve Radick, G. (2017). Genetic determinism in the genetics curriculum. *Science ve Education*, 26(10), 1261-1290. <https://doi.org/10.1007/s11191-017-9900-8>
- Kansu, E., (2002). Kök Hücreleri ve Klonlama. *Avrasya Dosyası, Moleküler Biyoloji ve Gen Teknolojileri Özel*, 8(3), 41–50.
- Karaçay, B. (2015). *Yaşamın sırrı DNA* (5. Baskı). Tübitak Popüler Bilim Kitapları.
- Kattmann, U. (2007). Didaktische Rekonstruktion—eine praktische Theorie. In D. Krüger ve H. Vogt (Eds.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung* (pp. 93-104). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-68166-3_9
- Kattmann, U., Duit, R., Gropengiesser, H., ve Komorek, M. (1997). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 3(3), 3-18.
- Kattmann, U. (2005). Lernen mit anthropomorphen Vorstellungen? –Ergebnisse von Untersuchungen zur Didaktischen Rekonstruktion in der Biologie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 11, 165-174.
- Kızıkan, O., ve Nacaroğlu, O. (2021). Gifted students' views and argument structures on a socio-scientific issue: Cloning. *Acta Didactica Napocensia*, 14(2), 376-391. <https://doi.org/10.24193/adn.14.2.26>
- Koltay, T. (2011). The media and the literacies: Media literacy, information literacy, digital literacy. *Media, Culture ve Society*, 33(2), 211-221. <https://doi.org/10.1177/0163443710393382>
- Lodge, J., Lund, P., ve Minchin, S. (2006). *Gene cloning*. Taylor ve Francis. <https://doi.org/10.4324/9780203967287>
- Lyngved, R. (2009). Learning about cloning: developing student knowledge and interest through an interactive, context-based approach. *Nordina* 5(2), 142-157. <https://doi.org/10.5617/nordina.347>
- Maio, G. (2006). Cloning in the media and popular culture: An analysis of German documentaries reveals beliefs and prejudices that are common elsewhere. *EMBO reports*, 7(3), 241-245. <https://doi.org/10.1038/sj.embor.7400652>
- Mayring, P. (2002). *Einführung in die qualitative Sozialforschung. Eine Anleitung zu qualitativem Denken*. (5. Auflage). Beltz Verlag.
- Miller, R. G. (2006). Cloning: A critical analysis of myths and media. *Science Scope*, 29(6), 70-74.
- Mukherjee, S. (2018). *Gen* (1. Basım). (C. Duran, Çev.). Domingo Yayınevi.
- Reydon, T. A., Kampourakis, K., ve Patrinos, G. P. (2012). Genetics, genomics and society: the responsibilities of scientists for science communication and education. *Personalized Medicine*, 9(6), 633-643. <https://doi.org/10.2217/pme.12.69>
- Ridley, M. (2019). *Gen Çeviktir Doğuştan gelen özellikler mi, Çevresel etkenler mi?* (5. Baskı). (M. Doğan Çev.). Boğaziçi Üniversitesi Yayınları.
- Rose, A. P. (1999). Reproductive misconception: Why cloning is not just another assisted reproductive technology. *Duke Law Journal*, 48(5), 1133-1156.
- Semenderoğlu, F., ve Aydın, H. (2014). Öğrencilerin biyoteknoloji ve genetik mühendisliği konularını kavramsal anlamalarına yapılandırmacı yaklaşımın etkisi. *Electronic Turkish Studies*, 9(8), 751-773.
- Shaw, K. R. M., Van Horne, K., Zhang, H., ve Boughman, J. (2008). Essay contest reveals misconceptions of high school students in genetics content. *Genetics*, 178(3), 1157-1168. <https://doi.org/10.1534/genetics.107.084194>
- Sürmeli, H., ve Şahin, F. (2012). Preservice science teachers' opinions and ethical perceptions in relation to cloning studies. *Çukurova University Faculty of Education Journal*, 41(2), 76-86.
- Şener, N. (2012). Kök hücre araştırmaları, etik ve yasal tartışmalar. *Hukuk Gündemi* (1), 54-57.
- Thieman, W. J., ve Palladino, M. A. (2013). *Biyoteknolojiye giriş* (3.Baskı). (M. Tekelioğlu, Çev.). Palme Yayınevi.
- Uno, G. E., ve Bybee, R. W. (1994). Understanding the dimensions of biological literacy. *BioScience*, 44(8), 553-557. <https://doi.org/10.2307/1312283>
- Yıldırım, A., ve Şimşek, H. (2005). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık.

Extended Summary

Introduction

According to Didactic Reconstruction Model (Kattmann et al., 1997), scientific knowledge is systematically restructured by being related to students' conceptions when it is transformed into content to be taught in classroom. In this respect, students' pre-learnings and conceptions should be examined, their misconceptions should be detected, and these should be taken into consideration while designing teaching content (Kattmann, 2007; Kattmann et al., 1997).

Gropengiesser (2001) classified conceptions according to their level of complexity. Accordingly, the conceptions at the relatively simplest level are "concepts". They refer to specific things (e.g. object, event) and are expressed in terms. The "notions" at the next higher level of complexity are the result of associating multiple concepts with each other. Notions are related to facts and are expressed in the form of claims, arguments or sentences. The "thinking patterns" refer to a certain dimension of reality and have an explanatory function. They are expressed as a ground rule or principle. Conceptions at the highest level of complexity are "theories". They relate to a field of reality and are expressed in the form of explanations.

One of the main aims of biology education is to raise individuals who are biologically literate. A biologically literate individual is expected to know the principles and concepts of biology, to understand the impact of biology and biotechnology on society, and to develop personal values related to them (Uno & Bybee, 1994). Cloning, which is one of the ethically controversial issues of biology, is important in this context. The production of genetically identical individuals is called "organism cloning" (Thieman & Palladino, 2013). In this study, students' conceptions were examined in the context of "organism cloning".

In this study, the aim was to determine secondary school students' conceptions of cloning. The conceptions were examined at the level of notions and thinking patterns. The "investigations of students' perspectives" step of the Didactic Reconstruction Model (Kattmann, 2007) was employed.

Method

The study was conducted with the participation of six 11th grade students (3 males, 3 females). The study group was determined by purposeful sampling. Among the sampling types, "criterion sampling" was used. Having covered the basics of genetics but not cloning was taken as the criterion.

In the study, qualitative approach and phenomenology pattern were employed. Data were collected via semi-structured interviews. Semi-structured problem-centred interviews (Mayring, 2002) were done to determine students' conceptions of cloning. After the determination of important dimensions of cloning for education through problem analysis (Mayring, 2002), an interview guide was developed based on these dimensions and the sub-problems of the study.

Qualitative content analysis was done according to the method used by Mayring (2002) and Gropengiesser (2001). Content analysis was conducted in three steps, namely, data preparation, evaluation, and structuring (Gropengiesser, 2001; 2005).

Findings, Discussion and Results

As a result of the content analysis, various students' notions and thinking patterns surfaced. Generally, the students think of cloning as copying a living being. Similar results are found in other studies (Dawson, 2007; Lyngved, 2009), too. Clones are referred to as copies, and the copy metaphor is frequently used for clones in the media (Camenzid, 2015; Miller, 2006). Our study showed that the copy metaphor abundantly used in the media shapes students' conceptions of cloning to a great extent.

The determined thinking patterns are "Genetic Determinism," "Effect of Gene and Environment Together," "Cloning as a Reproduction Technology," and "Cloning as Genetic Engineering." The thinking pattern "Genetic determinism" represents the idea that genes are solely responsible for the emergence of individual characteristics. In this thinking pattern, clones are considered to be identical with progenitor. Similarities and differences are explained only by the effect of genes. The environment's influence on phenotype is essentially disregarded. Teaching only Mendelian genetics as heredity mechanisms and emphasizing genes more in the formation of phenotype may result in such idea to prevail (Reydon et al., 2012). Therefore, there is a need for interventions to question and change the conception of genetic determinism in students. In this context, Jamieson and Radick (2017) have obtained findings that teaching based on Weldon genetics can contribute to the change of deterministic view about genes. In the other thinking pattern "Effect of Gene and Environment Together", clones are considered genetically identical to progenitor while their phenotype can differ. Therefore, environmental conditions along with genes are thought to determine the phenotype.

It has also been determined that some students think that the character traits of animals or humans are completely independent of genes. In addition, the conception that there are some special cells used in cloning because they have organism-specific features, which were determined in this research, indicates that students may have some misconceptions about genetics.

In the thinking pattern in which cloning is seen as a reproduction technology, cloning is regarded as forming a new individual by taking a cell from another living being or by multiplying it from a tissue. Lastly, in the thinking pattern where cloning is seen as genetic engineering, cloning is explained by altering the genetic characteristic of a living being in various ways and making it look like the individual to be cloned. Likewise, other studies also show that students have difficulty in distinguishing between cloning and genetic engineering (Dawson & Schibeci, 2003; Lyngved, 2009).

Just as in other studies (Dawson & Schibeci, 2003; Lyngved, 2009), students in this study provided specifically Dolly as an example of cloning. The fact that students mostly follow the media for news about cloning and the fact that the media talk about cloning – as in Dolly and other examples – as an animal cloning may be the reason for this line of thinking.

The students' idea that clones are primitive copies and can be used as experimental material reveals that the theme of cloning should be treated from an ethical point of view.

When the source of students' conceptions about cloning was examined, it was seen that they were most specifically influenced by social media and science-fiction movies.

Similarly, Sürmeli and Şahin (2012) indicated that pre-service science teachers receive their information about cloning technologies mostly from informal sources. In this respect, media literacy (Koltay, 2011) is of critical importance.

Author Contribution Rate

This article was produced from the master thesis of the first author under the supervision of the second author.

Ethical Declaration

The purposes and procedure of the current study were granted approval from the ethical committee of the Hacettepe University (Ethics Committee's Decision Date: 17.05.2019, Ethics Committee Approval Issue Numbers: 35853172-300-E.00000577424).

Conflict Statement

The authors declare that there is no conflict of interest with any institution or person within the scope of the study.