

Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Klonlama Kavramına İlişkin Algıları

(Science Teachers' Perceptions on the Concept of Cloning)

İsa DEVECİ^{1,*} ve Aykut YILDIZ²

¹ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, ORCID no: 0000-0003-0191-1212

² Milli Eğitim Bakanlığı, Gaziantep, ORCID no: 0000-0002-9025-0390

(Cilt: 10, Sayı: 1, Haziran 2022, s. 84-114)

Öz:

Bu araştırmanın amacı, fen bilimleri öğretmenlerinin klonlamaya ilişkin algılarını incelemektir. Bu çalışmada, nitel araştırma yöntemlerinden fenomenografik araştırma deseni kullanılmıştır. Araştırma verileri, Zoom uygulaması üzerinden yarı yapılandırılmış canlı görüşmelerle elde edilmiştir. 10 fen bilimleri öğretmeninden elde edilen veriler, içerik analizinden yararlanılarak çözümlenmiştir. Araştırma bulguları, altı ana kategoride (Bilgi Kaynağı, Klon ve Klonlama Çağrışımları, Klon Özellikleri, Doğal ve Yapay Klonlama, Klonlama Türleri, Bilgi Eksikliği ve Kavram Yanılgıları) sunulmuştur. Bulgular, fen bilimleri öğretmenlerinin klonlama konusunda tüm ana kategorileri niteliksel olarak farklı şekillerde algıladıklarını göstermektedir. Ayrıca, araştırma bulguları bazı fen bilimleri öğretmenlerinin klon koyun olarak Dolly, klonların yaşam süreleri, yapay klonlama, klonlama türleri ve klonların özellikleri hakkında bilgi eksikliği ve kavram yanılgılarına sahip olduklarını göstermiştir. Araştırma sonuçlarına bağlı olarak, fen bilimleri öğretmenlerine yönelik klon, klonlama, klon canlıların özellikleri, klonlama türleri, yapay ve doğal klonlama hakkında eğitim kursları (TUBİTAK 2237-A), rehber materyaller ve hizmet içi eğitimler düzenlenebilir.

Anahtar Kelimeler: Klon, klonlama, algı, fen bilimleri öğretimi

* Sorumlu Yazar: E-mail: deveciisa@gmail.com

Abstract:

The purpose of this research was to examine the science teachers' perceptions on the concept of cloning. The phenomenographic research design from qualitative research methods was taken into account methodically. Data were obtained through semi-structured online interviews via Zoom software. The data obtained from 10 science teachers were analyzed by content analysis. Research findings were presented in six main categories (Awareness Source, Clone and Cloning Connotations, Characteristics of a Clone, Natural and Artificial Cloning, Types of Cloning, Lack of Knowledge and Misconceptions). The findings indicated that science teachers perceived all main categories qualitatively different ways on cloning. In addition, the research findings showed that some science teachers had lack of knowledge and misconceptions about Dolly as a clone sheep, lifespan of the clones, artificial cloning, cloning types, and characteristics of clones. Depending on the results of the research, training courses (TUBİTAK 2237-A), guide materials and in-service trainings can be organized for science teachers about clon, cloning, characteristics of cloned organisms, types of cloning, artificiality and naturalness of cloning.

Keywords: Clone, cloning, perception, science teaching

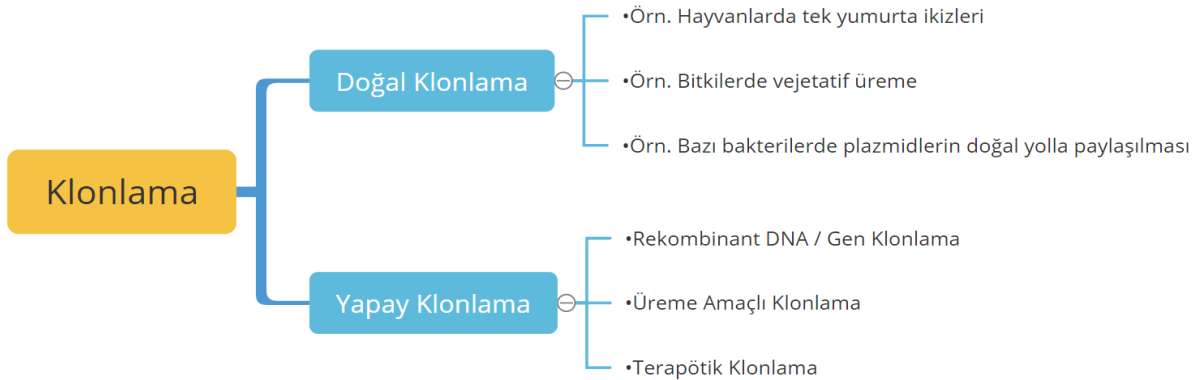
Giriş

Günümüzde tartışmalı bilimsel konulardan birinin de klonlama olduğu söylenebilir. Bu konuda Alindra ve diğerleri (2020) klonlama konusunu bilim ve din açısından en tartışmalı konulardan biri olarak görmektedirler. Ayrıca, Lyngved (2009) bilimin toplumsal yönleri açısından klonlama gibi tartışmalı konuları anlamının önemli olduğuna dikkat çekmektedir. Bu anlamda öğrenciler eğitim hayatlarının çeşitli evrelerinde ve günlük hayatlarında tartışmalı konulardan biri olarak klonlama kavramı ile karşılaşabilmektedir. Türkiye’de klonlama konusunda temel bilgiler edinmesi istenen öğrenciler, bu kavrama yönelik ilk ders öğrenimi deneyimini ortaokul sekizinci sınıfta yaşamaktadırlar. Böylece 2018 yılı Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı’nda (FBDÖP) sekizinci sınıfta Canlılar ve Yaşam konu alanı DNA ve Genetik Kod Ünitesi’nde Biyoteknoloji konusu kazanımlarında ‘İslah, aşılama, gen aktarımı, klonlama ve gen tedavisi’ kavramları üzerinde durulmaktadır (Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2018a). Sekizinci sınıf fen bilimleri ders kitabında ise genetik mühendisliği uygulamaları ile ilgili olarak klonlanma kavramının tanımı, Dolly isimli koyun örneği üzerinden üreme amaçlı klonlamaya dikkat çekildiği görülmektedir (Yancı, 2019). Lise düzeyinde klonlama konusu, biyoloji dersi kapsamında yer almaktadır. Eğitim fakültelerinde ise, klonlama konusuna biyoloji, genetik ve biyoteknoloji, biyolojide özel konular, bilimin teknolojideki uygulamaları gibi ders ya da konu içeriklerinde yer verildiği söylenebilir. Klonlamanın öğretim kademelerindeki yeri ve öneminin yanı sıra sosyo-bilimsel konulardan biri olarak da görülmesi (Evren-Yapıcıoğlu, 2016; Sadler & Zeidler, 2003; Topçu, Muğaloğlu & Güven) klonlama konusunun anlaşılması gerektiğinin önemini gün yüzüne çıkarmaktadır. Dolayısıyla, klonlama konusu ortaokulda Fen Bilimleri Öğretmeleri (FBÖ) açısından öğretim sürecinin (fen bilimleri dersleri) parçası olduğu için öğretmenlerin klonlamaya ilişkin algılarının belirlenmesi önemlidir.

Teorik Çerçeve

Klonlama ile ilgili bilimsel konuların anlaşılması için bilimin klonlama hakkında ürettiği bilgi birikimi (ürünler), klonlamanın nasıl gerçekleştiği (süreçler) ve klonlamanın toplumsal

yönlerinin anlaşılması gerekmektedir (Lyngved, 2009). Bağcı'ya göre (1997) klon, genetik olarak birbirinin aynı olan hücre ve organizma topluluğudur. Bağış ve Sağırkaya (2001), klon kavramını bir bireyden döllene (fertilizasyon) olmaksızın elde edilen yavru olarak açıklamaktadır. Panno'ya (2005) göre ise, belirli şartlar altında eşeysiz olarak çoğalan herhangi bir hücre bir klon olarak ifade edilmektedir. Bu anlamda klon, canlının ata canlı ile aynı genetik özelliğe sahip bir canlı ya da canlı topluluğu olduğu söylenebilir. Elbette benzer genetik yapıyla oluşturulan klonların kontrol dışı genetik çeşitliliğe yol açan olgu ve olaylara (mutasyon, konjugasyon, transdüksiyon ve transformasyon gibi) maruz kalmadıkları varsayıldığında, bu genellemeler geçerli olabilir. Klonlama kavramı ise Bağcı'ya (1997) göre, aseksüel yolla klon hücre ya da organizma toplulukları elde etme işlemi olarak tanımlanmaktadır. Bazi'ye (2015) göre klonlama, biyolojide canlı organizmaların cinsel ilişki olmaksızın çoğaltılması olarak görülmektedir. Bazi (2015) klonlamada eşeyli üremenin aksine, oluşturulan organizmaların erkek ve dişi organizmaların bir kombinasyonu olmadığından üretilen ilkel organizmaların benzer kopyaları olduğuna dikkat çeker. Bu anlamda literatürde klonlama kavramının klon oluşturma süreci yani kopyalama süreci anlamı taşıdığına dikkat çekildiği söylenebilir. Klonlama türleri Şekil 1'de özetlenmiştir. Klonlama türleri ile ilgili detaylı bilgi için ilgili kaynaklar incelenebilir (Bingöl, 2015; Devenci, 2020; Ramadass, 2013; Shafique, 2020).



Şekil 1. Klonlama Türleri (Yazarlar tarafından oluşturulmuştur)

Klonlamanın, doğal ve yapay yollarla gerçekleştirilebileceği söylenebilir (Shafique, 2020). Doğal klonlama örneği olarak hayvanlar aleminden tek yumurta ikizlerinin oluşumu, bitkiler aleminden ise doğal vejetatif yöntemle çoğalan üzümlerin bazı çeşitleri ve sarmaşıklar bunların yanında patates ve muz da örnek verilebilir (Davis & Becwar, 2007). Bu anlamda doğal yollarla klon oluşumunun en yaygın örneklerini bitkiler alanında görmek mümkündür (Davis & Becwar, 2007). Diğer taraftan, konjugasyon, transdüksiyon ve transformasyon gibi mekanizmalar hariç tutulduğunda ve mutasyon olmadığı varsayıldığında, prokaryotların (bakteriler, mavi yeşil algler gibi) Dünya üzerindeki en büyük klonal organizmalar grubunu temsil ettiği söylenebilir (Panno, 2005). Yapay yollarla gerçekleştirilen klonlama türleri ise genel olarak rekombinant DNA klonlama (gen klonlama), üreme amaçlı klonlama ve terapötik klonlama (tedavi amaçlı klonlama) olmak üzere üç farklı şekilde sınıflandırılmaktadır (Ramadass, 2013; Shafique, 2020). Rekombinant DNA, bir konakçı hücreye yabancı bir DNA (veya gen) molekülünün yerleştirilmesi işlemi sonucunda oluşabilmektedir (Wong, 2018). Bu

işlemler sayesinde yeni gen kombinasyonları oluşturabilmektedir. Üreme amaçlı klonlama sayesinde somatik hücrelerin çekirdeklerinden yararlanılarak klon canlı oluşması sağlanmaktadır (Gurdon & Byrne, 2002). Böylece üreme amaçlı klonlama; klonlanmak istenen canlıya ait somatik vücut hücresi çekirdeğinin, çekirdeği çıkarılmış bir yumurta hücresiyle kaynaştırılarak canlı gelişim sürecinin başlatılması esasına dayanmaktadır. Terapötik klonlama diğer adıyla tedavi amaçlı klonlama ise, önerilen ihtiyaç sahibi ile uyumlu hücre, doku veya organ oluşturmak için bir embriyonun klonlanması sürecini ifade etmektedir (Harris, 2004). Üreme amaçlı ve terapötik klonlamada başlangıç evreleri benzer olmakla birlikte terapötik klonlamada farklı olarak döllenmeden sonra oluşan kök hücrelere müdahale ile hücrelerin arzu edilen hücre, doku ve organlara dönüştürülmesi hedeflenmektedir (Deveci, 2020).

İlgili Literatür

Literatürde klonlama ile ilgili araştırmalar görmek mümkündür. Örneğin bazı araştırmalarda klonlama kavramına ilişkin olarak lisans öğrencilerinin (Concannon vd., 2010), fen bilimleri öğretmen adaylarının (Borgerding & Dagistan, 2018; Keskin, 2003; Kahraman, 2020; Sürmeli & Şahin, 2012), lise öğrencilerinin (Semenderoğlu, 2012; Sıcaker & Öz-Aydın, 2015; Turan, 2020) farkındalık ve algıları incelenmiştir. Bunların yanında Berkant (2005) derleme çalışmasında; ortaöğretim biyoloji öğretim programında özel bir içerik olarak klonlamaya ilişkin hedef, içerik, öğrenme-öğretme süreci ve ölçme-değerlendirme bileşenlerinden oluşan program önerisinde bulunmuştur. Keskin (2003) poster sunumu etkinliğinin düz anlatıma göre fen bilimleri öğretmen adaylarının klonlama konusunu öğrenmelerine olumlu etkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır. Kutluca, Çetin ve Doğan (2014) uygulamaya dönük araştırmalarında klonlama konusunda fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimsel argüman kaliteleri ile alan bilgisi arasında doğrudan bir ilişki olmadığı sonucuna ulaşmışlardır (Kutluca, Çetin & Doğan, 2014). Kırbağ-Zengin, Alan ve Geçeci (2016) akademik çelişki tekniğinin fen bilimleri öğretmen adaylarının klonlamaya ilişkin kavramsal anlamalarına olumlu bir etkisi olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Lyngved (2009) ise Norveç'te lise biyoloji dersi kapsamında öğrencilerin biyolojiye olan ilgilerinin gelişimini analiz etmek için bağlam temelli bir dijital öğretim ünitesi (bitkileri klonlama) tasarlamıştır. Araştırmacı tasarladığı bitkileri klonlama ünitesinin öğrencilerde daha derin ve çeşitlilik gösteren bir anlayış oluşturduğunu ve öğrencilerin klonlamaya olan ilgisini arttırdığını belirlemiştir. Sonuç olarak, ilgili literatürde klonlama kavramına ilişkin lise öğrencileri (Lyngved, 2009; Dawson, 2007; Semenderoğlu, 2012; Sıcaker & Öz-Aydın, 2015; Turan, 2020), genel lisans öğrencileri (Concannon vd., 2010) ve fen bilimleri öğretmen adayları (Borgerding & Dagistan, 2018; Keskin, 2003; Kahraman, 2020; Kırbağ-Zengin vd., 2016; Kutluca, Çetin & Doğan, 2014; Sürmeli & Şahin, 2012) üzerinde çalışmalar yürütüldüğünü görmek mümkündür. FBÖ'ler ile ilgili yürütülen araştırmalarda ise doğrudan klonlamaya odaklanılmamış olsa da klonlamanın genetik ve biyoteknoloji konusu kapsamında ele alındığı görülebilir (Gürkan & Kahraman, 2019; Konak & Sürmeli, 2021; Orhan & Sahin, 2018). Bu anlamda ilgili literatürde FBÖ'lerin özellikle klonlama konusundaki algılarının incelendiği bir araştırmaya rastlanmamıştır.

İlgili literatürde FBÖ'lerin dışındaki katılımcıların klonlama kavramı ile ilgili görüşlerinde yanlışlıkların olduğunu tespit eden araştırma sonuçları görmek mümkündür. Örneğin, bazı araştırmalarda klonlama ile ilgili bazı kavram yanlışlıkları arasında; klonlamanın yaygın olmadığı düşünülmesi (Borgerding & Dagistan, 2018), kök hücrelerin bir klon oluşturmak için kullanıldığı düşünülmesi ve koyun Dolly'nin kök hücre araştırmalarında büyük bir ilerleme olduğuna inanıldığı (Concannon vd., 2010), klonlamanın canlıları kopyalamak anlamına geldiği, klonların insan yapımı olduğu ve doğal olarak oluşmadığının düşünülmesi (Turan, 2020), klonlama kavramının bilimsel bilgi olmadığı düşünülmesi (Ayvacı & Bağ, 2016), gen klonlamanın az bulunan genlerin sayısını artırmak için yapıldığının düşünülmesi (Semenderoğlu, 2012) belirlenmiştir. Klonlamaya ilişkin çeşitli araştırmalarda tespit edilmiş olan bu kavram yanlışlıklarının FBÖ'lerin algılarında da olup olmadığı belirlenmesi, klonlama ile ilgili öğretimin etkililiği açısından önemli ipuçları sunabilir. Klonlama ile ilgili alt kavramların ve klonlama sürecinin karmaşık doğasından dolayı klonlama kavramı fen bilimleri öğretmenler tarafından tam olarak anlaşılmamış olabilir. Bu anlamda mevcut araştırmanın literatüre önemli katkılarında biri FBÖ'lerin klonlama kavramına ilişkin algılarındaki çeşitliliğin belirlenmesi olacaktır. İkinci katkısı ise, FBÖ'lerin klonlama kavramına ilişkin algılarında olası eksikliklerin ya da yanlışlıkların belirlenerek özellikle sekizinci sınıftaki öğrencilerde klonlama ile ilgili önceden var olan ya da oluşacak olası yanlışlıkların önüne geçmektir. Bu araştırmanın amacı, fen bilimleri öğretmenlerinin klonlamaya ilişkin algılarını incelemektir. Bu amaç doğrultusunda araştırmanın temel problem cümlesi: FBÖ'lerin klonlama kavramına ilişkin algıları nasıldır? şeklinde oluşturulmuştur. Araştırmanın alt problemleri ise şu şekildedir:

- FBÖ'lerin klonlama kavramına ilişkin algıları nelerdir?
- FBÖ'lerin klonlama ve klonlama ile ilgili temel kavramları algılama biçimleri nasıldır?

Metodoloji

Bu araştırmada FBÖ'lerin klonlama ile ilgili algıları ve algılarındaki çeşitlilik ortaya çıkarılmaya çalışıldığından dolayı, nitel araştırma yaklaşımlarından fenomenografik araştırma yöntemi tercih edilmiştir. Fenomenografik çalışmanın amacı, bir fenomenin insanlara nasıl görüldüğü ile ilgili niteliksel olarak farklı yolları açıklamaktır (Marton, 1988). Bu anlamda mevcut araştırmada FBÖ'lerin klonlama ile ilgili kişisel deneyimlerine ilişkin algılarını öğretmenlerin gözünden görmeye ve anlamaya çalışan araştırmacılar için ikinci dereceden bir bakış açısı sunulmaktadır (Marton, 1981). Ayrıca, fenomenolojinin aksine fenomenografi araştırmacının olay, kavram ya da durumu olduğu gibi tanımlamaya veya tartışmak yerine bu olay, kavram ya da durumun insanlara nasıl görüldüğünü karakterize etmesine izin vermektedir (Marton, 1986). Bu gerekçeler araştırmacıları fenomenografik araştırma yöntemi kullanmaya yönlendirmiştir.

Çalışma Grubu

Çalışma grubu, 2020-2021 eğitim-öğretim yılında MEB'te farklı illerde görev yapan toplam 10 FBÖ'den oluşmaktadır. Araştırma verileri, 2021 yılının Şubat ve Mayıs ayları aralığında toplanmıştır. Araştırmada katılımcıların seçiminde; karma örnekleme yöntemi

(Baltacı, 2018) benimsenerek, kriter örnekleme (Mertens, 2010) ve kartopu örnekleme (Neuman, 2014) yöntemleri birlikte kullanılmıştır. Öncelikle kartopu örnekleme yöntemi ile “araştırmanın konusu ile ilgili kimler uygun olabilir?” “çevrenizde kimler ile görüşmemiz mümkün olabilir?” şeklindeki sorular ile katılımcılara ulaşılmıştır. Bu şekilde ilk olarak bir öğretmene ulaşılmış, daha sonra ulaşılan öğretmenlerin öneri ve yardımıyla diğer öğretmenlere ulaşılmıştır. Kartopu örnekleme yöntemi ile ulaşılmaması gereken öğretmenlerin kriterleri ise kriter örnekleme yöntemi ile belirlenmiştir. Birinci kriter, katılımcıların FBÖ’lerden oluşmasıdır. İkinci kriter, internete erişimi olan öğretmenler olmasıdır. Üçüncü kriter, en son yayımlanan FBDÖP’ye ve güncel kavramlara hâkim oldukları düşüncesiyle dört yılı doldurmuş ama henüz 10 yılı tamamlamamış öğretmenler olmasıdır. Beşinci kriter ise, klonlama ile ilgili kavramlar sekizinci sınıf düzeyinde yer aldığı için öğretmenlerin sekizinci sınıf derslerine en az üç yıl girmiş olmasıdır. Kartopu örnekleme ile ulaşılan öğretmenlere bu kriterler ifade edilerek önerileri alınmıştır.

Asıl çalışma grubu ile görüşmelere başlamadan önde görüşme sorularının anlaşılabilir olup olmadığını sağlamak amacıyla, asıl çalışma dışında iki FBÖ ile pilot görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Pilot görüşmelerin yürütüldüğü iki öğretmenden elde edilen veriler, araştırma bulgularına yansıtılmamıştır. Pilot görüşmeler sırasında görüşme sorularının FBÖ’lerin klonlamaya ilişkin algılarını ve algılarındaki çeşitliliği ortaya çıkarmada etkili olduğu kanıtlanmıştır. Son durumda, asıl çalışmaya Türkiye’de MEB’te görev yapan ve farklı illerden katılan toplam 10 FBÖ dahil edilmiştir. Katılımcı sayısının belirlenmesinde konu ya da kavramlardaki çeşitliliğin bulunmasına izin verecek katılımcı sayısına ulaşılmamasına dikkat edilmiştir. Ek olarak, katılımcı sayısının belirlenmesinde elde edilen verilerin toplanabilirlik, analiz edilebilirlik ve yorumlanabilirlik açısından yönetilebilir olmasına da dikkat edilmiştir. Bu açılardan mevcut araştırma kapsamında 10 öğretmenin yeterli olduğuna karar verilmiştir. Araştırmaya katılan öğretmenlerin demografik bilgileri (cinsiyet, kıdem, eğitim durumu, görev yeri), canlı bağlantı (türü ve zamanı) ve zaman bilgileri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Araştırmaya katılan öğretmenlerin demografik bilgileri

Katılımcı	Cinsiyet	Kıdem	Eğitim Durumu	Görev Yaptığı İl	Canlı Bağlantı Türü	Zaman
K1	Kadın	8 Yıl	LM*	Gaziantep	Görüntülü	17.02.2021
K2	Erkek	10 Yıl	LM*	Gaziantep	Görüntülü	26.02.2021
K3	Kadın	5 Yıl	DÖ***	Gaziantep	Görüntülü	02.03.2021
K4	Kadın	7 Yıl	LM*	Adıyaman	Görüntüsüz	19.03.2021
K5	Kadın	8 Yıl	LM*	Şanlıurfa	Görüntülü	24.03.2021
K6	Erkek	7 Yıl	YLÖ**	Manisa	Görüntüsüz	06.04.2021
K7	Kadın	6 Yıl	YLÖ**	Ankara	Görüntülü	27.04.2021
K8	Kadın	4 Yıl	LM*	Edirne	Görüntülü	04.05.2021
K9	Kadın	4 Yıl	LM*	Edirne	Görüntülü	04.05.2021
K10	Erkek	10 Yıl	LM*	Gaziantep	Görüntülü	13.05.2021

L:* Lisans Mezunu, *YLÖ**:* Yüksek Lisans Öğrencisi; *DÖ***:* Doktora öğrencisi

Veri Toplama Aracı

Fenomenografik araştırmalarda öncelikli veri toplama aracının açık uçlu görüşmeler olduğu vurgulanmaktadır (Larsson & Holmström, 2007). Bu kapsamda öncelikle ilgili literatür incelenerek klonlama konusunda temel kavramların neler olduğu incelenmiştir. Literatür incelemesi sonucunda; klon, klonlama, klon canlıların özellikleri, klonlama türleri, klonlamanın doğallığı ve da yapaylığının önemli kavram ve konular olduğuna karar verilmiştir (Bağcı, 1997; Bingöl, 2015; Cui, 2005; Davis & Becwar, 2007; Deveci, 2020; Gültekin & Küçükateş, 2010; Shanmugam, Longo & Maffulli, 2012; Panno, 2005; Ramadass, 2013; Shafique, 2020; Wong, 2018). Veri toplama aracının kapsam geçerliğini sağlamak amacıyla, hem ilgili literatürden hem de biyoloji eğitiminde klonlama içerikli derslere girmiş iki öğretim üyesinin görüşlerinden yararlanılarak, on açık uçlu sorudan oluşan taslak veri toplama aracı oluşturulmuştur. Oluşturulan taslak form, soruların anlaşılabilirliği açısından iki FBÖ ile gerçekleştirilen pilot çalışmada test edilmiştir (araştırmaya dahil edilmemiştir). Pilot çalışmada; katılımcılara yöneltilen sorular arasında örneğin “Klon canlının yaşam üzerinde ne tür bir etkisi olduğunu düşünüyorsunuz? Lütfen açıkla mısınız?” sorusu ile ilgili olarak, katılımcıların bu soruyu anlamadıkları ve verdikleri cevapların araştırma kapsamı dışında cevaplar içermesinden dolayı bu soru asıl çalışmada kullanılmamıştır. Bunun yanında benzer cevaplar alınan bir sorunun daha çıkarılmasıyla son hali sekiz açık uçlu sorudan oluşan yarı yapılandırılmış “Klonlamaya İlişkin Görüşme Formu” Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Klonlamaya İlişkin Görüşme Formu

Görüşme Formu
Katılımcı:
Yer:
Zaman:
Saat:
1. Klon ve klonlama kavramlarını ilk kez nerede ya da ne zaman duyduğunuzu ile ilgili neler söyleyebilirsiniz? Lütfen açıkla mısınız?
2. Klon size neleri çağrıştırmaktadır? Lütfen kısaca açıkla mısınız? Örnek verebilir misiniz?
3. Klonların hangi özelliklere sahip olduğunu düşünüyorsunuz? Lütfen açıkla mısınız?
4. Klonlama size neleri çağrıştırtıyor? Lütfen kısaca açıkla mısınız? Örnek verebilir misiniz?
5. Klonlamanın nasıl gerçekleştirildiğine ilişkin düşünceleriniz nelerdir? Lütfen kısaca açıkla mısınız?
6. Kaç tür klonlama olduğunu düşünüyorsunuz? Lütfen açıkla mısınız?
7. Klonlama doğal yollarla mı yoksa insan müdahalesi ile mi gerçekleşir? Örnek vererek açıkla mısınız?
8. Klon ya da klonlama ile ilgili eklemek istediğiniz başka görüşünüz var mı?

Görüşme Süreci ve Araştırmacıların Rolü

Araştırmacı yazarlardan birinci yazar; araştırmanın kurgulanması, veri toplama araçlarının geliştirilmesi, veri toplama sürecinin planlanması, verilerin analizi, araştırmanın raporunun hazırlanması süreçlerine katkı sağlamıştır. İkinci yazar ise, nitel araştırma yöntemleri konusunda teorik ve uygulamalı bir ders aldıktan sonra katılımcılara ulaşma, randevu süreçleri, kayıtlı bir ortamda görüşmeleri yürütme, görüşme sonrası verilerin Word dosyasına transkript edilmesi süreçlerine katkı sağlamıştır. Böylece, ikinci yazar veri toplama süreci ile ilgili olarak araştırmaya olumlu yanıt veren gönüllü ve istekli potansiyel katılımcılara ilk olarak çalışmanın etik izin belgesini göstermiştir. İkinci yazar ayrıca katılımcılara araştırma raporunda kimliklerini ifşa etmeye yönelik herhangi bir açıklamaya yer verilmeyeceğini açıklamıştır. İkinci yazar; görüşmeye başlamadan önce öğretmenlere ses ve görüntü kaydının alınacağını, ses ve görüntü kayıtlarının sadece verilerin transkripti için kullanılacağını ve sonrasında kalıcı olarak silineceğini belirtmiştir. İkinci yazar, ayrıca araştırma raporunda katılımcı isimlerinin belirtilmeyeceği bilgisini özellikle vurgulamıştır. Diğer taraftan, görüşme sürecine başlamadan hemen önce öğretmenler araştırmanın amacı hakkında bilgilendirilmiştir. Sonrasında, öğretmenlere görüşmeye katılımın gönüllülük esasına dayalı olduğu ve istemedikleri takdirde katılmama tercihlerini kullanabilecekleri ve görüşmeyi istedikleri zaman yarıda bırakabilecekleri hatırlatılmıştır. İkinci yazar; potansiyel katılımcılardan katılım için onay aldıktan sonra, görüşme randevusu için katılımcılarla iletişime geçmiştir. Ardından, katılımcılar için uygun olan gün ve saatte Zoom aracılığıyla görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Zoom ile görüşmeler yapılmasının temel nedeni, araştırma verilerinin toplandığı süreç Covid-19 pandemisi dolayısıyla uzaktan eğitimin gerçekleştiriliyor olması ve yüz yüze görüşmelerin risk teşkil etmesidir. Araştırmada veriler; katılımcıların isteğine göre sekiz öğretmen ile görüntülü video kaydı, iki öğretmen ile görüntüsüz video kaydı şeklinde gerçekleştirilmiştir. Öğretmenlerle gerçekleştirilen online görüşmelerin süresi en az olan 12 dakika, süresi en fazla olan 23 dakika sürmüştür.

Verilerin Analizi

Araştırmaya katılan FBÖ'lerden elde edilen görüntülü ve görüntüsüz video görüşme kayıtları, ikinci yazar tarafından Word belgesine aktarılmıştır. Daha sonra, öğretmenlerin klonlamaya ilişkin görüşlerini içeren Word belgeleri kodlamaya başlanmadan önce, birinci yazar tarafından kapsamlı bir şekilde iki kez okunmuştur. Böylece, analiz süreci ilk olarak birinci yazar tarafından gerçekleştirilmiştir. Fenomenografik yaklaşımın en önemli özellikleri; tanımlama kategorileri oluşturulması, açık uçlu keşfe dayalı veri toplama şekli ve elde edilen verilerin analizinde yorumlayıcı boyutların ön plana çıkarılmasıdır (Svensson, 1997). Böylece, öncelikle kategori oluşturmaya yönelik üçüncü okuma sürecinde kodlamalar yapılarak ilk analiz süreci gerçekleştirilmiştir. Analiz sürecinde, tümevarımsal ve tümdengelimsel içerik analizi yaklaşımları (Azungah, 2018) birlikte kullanılmıştır. Araştırma verilerinin büyük bir bölümü, tümevarımsal içerik analizine bağlı olarak gerçekleştirilmiştir. Böylece, öğretmenlerin Word dosyasına aktarılan görüşlerine bağlı olarak örtük içerik ve anlamlara da odaklanan tümevarımsal bir analiz gerçekleştirilmiştir. Örneğin, öğretmenlerin klonlama konusunda bilgi

kaynağı, klon ve klonlama konusundaki algıları, klon canlının özellikleri, klonlamanın doğallığı ya da yapaylığı, eksiklik ve yanlışlıklara ilişkin bulgular tümevarımsal içerik analizi ile analiz edilmiştir. Diğer taraftan, verilerin küçük bir bölümünü oluşturan bazı veriler ise, tümdengelimsel içerik analizi ile analiz edilmiştir. Tümdengelimsel içerik analizi, daha önceden belirgin olan teorik bir çerçeveye göre gerçekleştirilmektedir. Örneğin, araştırmaya katılan öğretmenlerin ana kategori olarak klonlama türlerine ilişkin görüşleri alt kategorilere ayrılırken, teorik olarak literatürdeki klonlama türleri (üreme amaçlı klonlama, rekombinant DNA klonlama, terapötik klonlama) dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmada analiz sürecinin tutarlılığı için analizler birinci yazarın dışında bağımsız bir araştırmacı yazar tarafından da gerçekleştirilmiştir.

Araştırmanın Niteliği, Etik ve Sınırlılıklar

Araştırma boyunca güvenilir olmayı ve çalışmanın titizliğini artıracak stratejiler dikkate alınmıştır. Araştırmada aktarılabilirlik için özellikle araştırmanın tasarımı, çalışma grubu seçimi, veri toplama aracı, veri toplama süresi ve verilerin analiz süreci gibi boyutlar hakkında detaylı açıklamalar yapılmıştır. Nitel araştırmalarda niteliği arttırmaya yönelik tedbirlerden biri de yazarlar dışında farklı bir araştırmacının mevcut araştırma sürecini gözden geçirmesidir (Creswell, 2003). Bu anlamda nitel araştırma konusunda uzman, yazarlar dışında bağımsız bir araştırmacının araştırma aşamalarını kontrol etmesi sağlanmıştır. Ayrıca, araştırmada kodlama sürecinin güvenilirliği için tümdengelimsel içerik analizinin gerçekleştirildiği veriler için iki kodlayıcı arasında (birinci yazar ve bağımsız bir araştırmacı) uyumsuzluk yaşanmazken, tümevarımsal içerik analizinin gerçekleştirildiği verilerde güvenilirlik katsayısı Miles ve Huberman (1994)'ün güvenilirlik formülüne göre hesaplanmıştır.

$$\text{Güvenirlilik} = \frac{\text{Uyuşma sağlanan kod sayısı}}{\text{Uyuşma sağlanan kod sayısı} + \text{Uyuşmazlık yaşanan kod sayısı}}$$

Tümevarımsal içerik analizinin ilk bağımsız kodlama sürecinde; iki kodlayıcı arasındaki uyum yüzdesi %48 olarak hesaplanmıştır. İki kodlayıcının ilk analizlerinde; FBÖ'lerin klonlama konusundaki ifadelerinde klonlama ile ilgili olmayan hususlara değinmelerinden dolayı kodlayıcılar arasında uyuma yüzdesi düşük çıkmıştır. Uyuşma yüzdesinin düşük çıkmasının bir diğer nedeni de analiz sürecinde alt kategori tanımlamalarındaki farklılıklar olmuştur. Klonlama konusundaki literatürün belirsizliği ve karmaşıklığına bağlı olarak, bu belirsizlik ve karmaşıklık kodlayıcıların da düşüncelerine yansımış olabilir. İki kodlayıcının bağımsız bir şekilde gerçekleştirdikleri ikinci analizde ise uyuma yüzdesi %82 olarak hesaplanmıştır. Miles ve Huberman'a (1994) göre, uyuma yüzdesinin %80 civarı olması yeterli görülmektedir.

Son olarak, araştırma için etik açıdan bir sorun olmadığına dair "Etik Kurul Onay Belgesi", Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi'nde 04.02.2021 tarih ve 2021/1 (E-92405296-044-8697) sayılı toplantıda verilmiştir. Ayrıca, bu araştırmada "Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi" kapsamında uyulması belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin ikinci bölümü olan "Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler" başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbiri gerçekleştirilmemiştir. Bu araştırmada elde edilen veriler,

Covid sürecinden dolayı Zoom aracılığıyla gerçekleştirilen canlı bağlantılı ile sınırlıdır. Ayrıca, araştırma 4-10 yıllık deneyime sahip FBÖ'ler ile sınırlıdır.

Bulgular ve Yorum

FBÖ'lerin klonlama kavramına ilişkin algılarının incelendiği bu çalışmada bulgular altı kategoride incelenmiştir. Bu kategoriler; Tablo 3'te özetlenmiş ve daha sonra her bir kategorinin ne anlama geldiği katılımcı görüşleri ile desteklenerek detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

Tablo 3. Klonlama kavramına ilişkin kategori ve alt kategoriler

Kategoriler	Alt Kategoriler	
Bilgi Kaynağı	Öğrenim süreci	Lisans eğitimi Lise eğitimi Genel eğitim hayatı
	Kitle iletişim araçları	Haber/Gündem Bilim kurgu dizileri, filmleri
Klon ve Klonlama Çağrışımları	Klon	Canlı kopyalama Gen ya da canlı kopyalama Eşsiz üreme Bir canlının çoğaltılması
		Benzer canlı oluşturma
	Klonlama	
		Yapay ortam
Klon Özellikleri	Ata canlı ile aynı genetik özelliklere sahiptir. Yaşamı uzun sürmüyor. Hem fiziksel hem de genetik özellikleri kopyalandığı canlı ile aynıdır. Çevre etkisiyle farklı fiziksel özelliklere sahip olabilir. Farklı psikolojik özelliklere sahip olabilir.	
Doğal ve Yapay Klonlama	Sadece yapay yollarla gerçekleşir. Hem doğal hem de yapay yollarla gerçekleşebilir.	
Klonlama Türleri	Üreme amaçlı klonlama Üreme amaçlı ve rekombinant DNA klonlama Üreme amaçlı, rekombinant DNA klonlama ve terapötik klonlama	
Bilgi Eksikliği ve Kavram Yanılgıları	Klon örneği olarak Dolly algısı Yapay bir olay olduğu algısı Baskın olarak üreme amaçlı klonlama algısı Klon canlıların yaşam sürelerinin kısa olduğu algısı Genetik ve fiziksel özelliklerin aynı olacağı algısı	

Kategori 1: Bilgi Kaynağı

Araştırmaya katılan FBÖ'lerin klonlama kavramına ilişkin bilgi kaynakları irdelendiğinde; çoğu öğretmen klonlama kavramını ilk kez öğrenim süreçlerinde duyduklarını belirten açıklamalar yapmışlardır. Klonlama kavramına ilişkin bilgileri ile ilgili olarak bazı öğretmenler

lisans eğitimleri süreçlerinde, bazı öğretmenler de lise eğitimleri süreçlerinde duyduklarını ya da o döneme yönelik bilgilerini hatırladıklarını belirtmişlerdir. Bir öğretmen klonlama kavramını ilk olarak ortaokul öğrenimi sürecinde duyduğunu belirtmiştir. İki öğretmen ise, eğitim kademesini hatırlamadığını ancak genel olarak öğrenim görmüş olduğu süreçlerde klonlama kavramını duyduğuna yönelik açıklamalar yapmışlardır. Öğrenim süreçlerinde bilgi sahibi olduğunu belirten öğretmenlerden K1 kodlu öğretmen görüşünü *“duydum hocam, üniversitede ilk olarak evrim dersimiz vardı orada karşılaştım.”* şeklinde belirtirken, K7 kodlu öğretmen görüşünü *“klonlama kelimesi biyoteknoloji konusundan dolayı biliyorum. Üniversitede de genetik ile ilgili derslerde müfredatın içerisinde olduğu için bu kelimeleri biliyorum.”* şeklinde ve K10 kodlu öğretmen ise görüşünü *“ilk olarak lisede biyoloji dersinde duyduğumu hatırlıyorum, daha detaylı olarak ardından üniversitede öğrendik.”* şeklinde belirtmiştir.

Klonlama konusunda bazı FBÖ'lerin öğrenim süreçlerinin yanında kitle iletişim araçları, bilim kurgu filmleri ve dizileri aracılığıyla bilgi edindiklerine yönelik açıklamalara da rastlanmıştır. Bu konuda bazı FBÖ'ler geçmiş yaşantılarında klonlama kavramı ile ilk kez kitle iletişim araçları vasıtasıyla özellikle haber ve gündeme ilişkin gelişmelerde karşılaştıklarına dikkat çekmişlerdir. Bu öğretmenler klonlama konusundaki bilgilerinin geçmiş yaşantılarında haber ve gündemde sıkça bahsi geçen Dolly üzerinden oluştuğuna da dikkat çekmişlerdir. Kitle iletişim araçları ile ilgili K4 kodlu öğretmen görüşünü *“haberlerden duymuştum, koyun Dolly çocukluğumuzda duymuştum bunları”* ve K5 kodlu öğretmen ise görüşünü *“duydum, çocuklara da anlattım hatta. Dolly isimli koyunu duyduk, televizyondan, haberlerden duyduk ilk başta”* şeklinde belirtmiştir. Ayrıca, bazı FBÖ'ler ise klonlama konusunu temel alan bilim kurgu filmleri ve dizileri sayesinde klonlama konusunda bilgi edindiklerine dikkat çekmişlerdir. Örneğin, K2 kodlu öğretmen görüşü *“bir dizide bir insan kopyalanıyordu, tam yaşımı bilmiyorum ama o zamandan beri klonlama kavramını biliyorum.”* şeklindeyken, K3 kodlu öğretmenin görüşü *“İlk duyduğum bilim kurgu filmlerinde klonlama, kopyalama tarzında bahsediliyordu. İnsanda klonlama olarak geçiyordu benim izlediğim filmde. İnsan klonlanıyordu ve bunun sonuçları izleniyordu yani hayatta kalıp kalamayacağı veya duygusal açıdan nasıl davranışlarının olacağı anlatılıyordu ilgimi çekmişti.”* şeklindedir.

Kategori 2: Klon ve Klonlama Çağrışımları

Öğretmenlerin çoğu klon kavramına yönelik çağrışımları arasında canlı kopyalamaya (üreme amaçlı klonlama) yönelik görüş belirtmişlerdir. Bu öğretmenlerin açıklamalarında dikkat çektikleri noktalar arasında; ata canlı ile aynı genetik yapıda yeni bir canlı oluşturma, bir canlının genetik olarak %100 kopyasının üretilmesi, canlıların genetik olarak kopyalanması, bir canlının çoğaltılması ve bir canlının kopyalanması yer almaktadır. Örneğin, K1 kodlu öğretmen görüşünü *“klon neleri çağrıştırıyor, kopya yani kopyalama kelimesi geliyor, birebir ata canlı ile aynı canlı geliyor aklıma.”* şeklinde açıklarken, K9 kodlu öğretmen görüşünü *“klon, bir canlı hücrenin alınıp çoğaltılmasıdır. Örneğin üreme hücrelerinin bir canlıdan alınıp yapay bir ortamda çoğaltılması.”* şeklinde açıklamıştır. Ayrıca K5 kodlu öğretmen görüşünü *“canlıların genetik olarak kopyalanması fen alanında kullanılan kısmı bu şekilde, örnek Dolly”* şeklinde

açıklarken, K6 kodlu öğretmen görüşünü “*klon, kopyalama kavramını çağrıştırıyor. Örneğin ilk kopyalamanın yani Dolly'nin yapıldığını biliyorum.*” şeklinde açıklamıştır. İki FBÖ ise, klon kavramının hem gen kopyalamaya ve hem de canlı kopyalamaya yönelik çağrışımlar yaptığını açıklamışlardır. Bu öğretmenler; klon kavramına yönelik çağrışımlarında klon kavramının sadece üreme amaçlı olarak düşünülmemesi gerektiğini gen klonlama boyutunun da düşünülmesi gerektiğine dikkat çekmişlerdir. Bu konuda K2 kodlu öğretmen görüşünü “*genetik kopyalamayı çağrıştırıyor. Genetik kopyalama bize neler getirir hep onların üzerinde duruyorum kusursuz gene, kusursuz canlıya, kusursuz insana ulaşma amacı, klon kavramı, bir insanın genetik olarak ya da insanın demeyeyim bir canlının genetik olarak aynısının yeniden doğmasının sağlanması.*” şeklinde belirtirken, K5 kodlu öğretmen ise görüşünü “*klon deyince aklıma ilk başta kopyalamak geliyor, birebir aynısı olan kopyalamak geliyor. Genler geliyor.*” şeklinde belirtmiştir. Bir öğretmen ise, klon kavramının eşeysiz üremeyi de çağrıştırdığına dikkat çekmiştir. Bu K1 kodlu öğretmen görüşünü “*klon şey işte ya eşeysiz üreme tipi. Ben direk eşeysiz üreme diyorum. Vücut hücresinin mitoz bölünme geçirmesi.*” şeklinde açıklamıştır. Diğer taraftan bir öğretmen (K9) ise, klon kavramının bir canlının çoğaltılmasına yönelik çağrışımlar yaptığını belirtmiştir: “*Klon, bir canlı hücrenin alınıp çoğaltılmasıdır. Örneğin üreme hücrelerinin bir canlıdan alınıp yapay bir ortamda çoğaltılması.*”

Öğretmenlerin klonlama kavramına ilişkin çağrışımları ise, ‘*Benzer Canlı Oluşturma Süreci*’ ve ‘*Yapay Ortam*’ olmak üzere iki alt kategoride toplanmıştır. *Benzer Canlı Oluşturma Süreci* kategorisi ile ilgili öğretmen görüşlerinde daha çok Dolly örneği üzerinde durulmuştur. Bu öğretmenler arasında K9 kodlu öğretmen görüşünü “*klonlama yine aynı örnek üzerinden örnek vereceğim. Dolly gibi bir canlıdan hücrelerinin alınıp çoğaltılmasıdır.*” şeklinde ve K2 kodlu öğretmen görüşünü “*bir canlının genetik olarak birebir aynısını yapılması, yeniden ortaya çıkarılması. örneğin Dolly ilk yapılan klon koyun.*” şeklinde ifade etmiştir. İki öğretmen klonlama kavramının çağrıştırdıklarına ilişkin olarak klon oluşturma sürecine vurgu yapmışlardır. Bu konuda K10 kodlu öğretmen görüşünü “*klonlama klonun yapılma işlemidir. Koyun Dolly aklıma geliyor.*” şeklinde açıklarken, K1 kodlu öğretmen ise “*klonlama, klon işinin yapılmasıdır. Klonlama bir süreçtir.*” şeklinde açıklamıştır. Ayrıca, iki öğretmen de klonlamanın kopyalama işlemiyle çağrıştırdığına yönelik açıklamalar yapmışlardır. Bu öğretmenlerden K6 kodlu öğretmen görüşünü “*klonlama, başta da söyledim kopyalama anlamına geliyor. Canlı üzerinde klonlama yapılıyor.*” şeklinde ve K8 kodlu öğretmen görüşünü “*klon kopya demek ise klonlamak da kopyalama işlemine denilmektedir. Örnek olarak sadece Dolly aklıma geliyor.*” şeklinde açıklamıştır. Son olarak, bir öğretmen (K3) klonlamanın çağrıştırdıklarını genetik ikizlerin dünyaya gelmesiyle açıklarken, diğer bir öğretmen (K9) çoğalma işlemi ile açıklamaya çalışmıştır: “*Bir canlının tıbbi olarak yani tıbbi amaçlarla olabilir ticari amaçlarla olabilir tamamen genetik ikizinin üretilmesidir.*” “*Klonlama, Dolly gibi bir canlıdan hücrelerinin alınıp çoğaltılmasıdır.*” Ayrıca, klonlama kavramının çağrışımlarına ilişkin olarak görüşleri *Yapay Ortam* alt kategorisi altında değerlendirilen öğretmenlerden bazıları, klonlamanın laboratuvar ortamını çağrıştırdığına dikkat çekmişlerdir. Bu konuda K4 kodlu öğretmen görüşünü “*klonlama doğal yollarla değil de suni yollarla yapılan bir müdahale, laboratuvar ortamında yapılan bir işlemdir.*” şeklinde ve K7 kodlu öğretmen görüşünü “*ne zaman biyoteknoloji, genetik çalışma*

hakkında bir şey duysam o laboratuvarlar aklıma geliyor.” şeklinde açıklamıştır. K4 kodlu öğretmen klonlamanın laboratuvar çalışmalarının yanında aynı zamanda genetik müdahaleyi de çağrıştırdığına yönelik açıklamalar yapmıştır: “Klonlama dendiğinde bana çağrıştırdığı kelimeler; genetik müdahale, laboratuvar çağrışımı gibi bunlar geliyor”. Bir diğer öğretmen (K2) de klonlamanın genetik mühendisliğini çağrıştırdığına yönelik açıklamalar yapmıştır: “Klonlama bir süreçtir, klonlamada daha çok genetik mühendisliği gibi genlerle uğraşmayı çağrıştırıyor. bir canlının genetik olarak birebir aynısını yapılması, yeniden ortaya çıkarılması. Örneğin Dolly ilk yapılan klon koyun.”

Kategori 3: Klon Özellikleri

Öğretmenlerin klon canlıların özelliklerine ilişkin algıları incelendiğinde; tüm öğretmenlerin klon canlıların ata canlı ile aynı genetik özelliklere sahip olduğuna yönelik algıya sahip oldukları belirlenmiştir. Örneğin K1 kodlu öğretmen görüşünü *“ata canlı ile aynı özelliklere sahiptir. Ata canlının bir kopyasıdır, aynı özelliklere sahip derken ata canlı ile genetik yapılarının aynı olması”* şeklinde ve K3 kodlu öğretmen görüşünü *“ata canlı ile aynı özellikleri sahiptir, yani en azından DNA yapısı olarak ata canlı ile aynı özelliklere sahiptir.”* şeklinde açıklamıştır. Diğer taraftan, K1 ve K8 kodlu öğretmenler klon canlıların (canlı klonlama düşünüldüğü için) yaşam süresinin çok uzun olmadığına yönelik algıya sahip oldukları belirlenmiştir. Örneğin, K1 kodlu öğretmen görüşünü *“klon canlının çok yaşamadığını da biliyoruz.”* şeklinde açıklamıştır. Klon canlıların özellikleri ile ilgili olarak, iki öğretmen klon canlıların özellikle hem fiziksel hem de genetik özelliklerinin kopyalandığı canlı ile aynı olduğunu belirtmişlerdir. Bu öğretmenlerden K8 kodlu öğretmen görüşünü *“bu canlı diğer canlı ile aynı kromozom sayısına sahiptir. Tüm fiziksel ve genetik özellikleri kopyalandığı canlı ile aynıdır.”* şeklinde ve K9 kodlu öğretmen görüşünü *“klon canlı, kopyalandığı canlının birebir aynı özelliklerine sahiptir. Dış görünüşü ve kromozom sayısı ana canlı ile aynıdır.”* şeklinde ifade etmiştir. Öte yandan, iki öğretmen klon canlıların genetik özelliklerinin aynı olabileceğini düşünmekle birlikte, klon canlıların çevresel koşullara bağlı olarak farklı fiziksel özelliklere sahip olabileceklerine de dikkat çekmişlerdir. Bu konuda K3 kodlu öğretmen *“ata canlı ile aynı özellikleri sahiptir, yani en azından DNA yapısı olarak ata canlı ile aynı özelliklere sahiptir. Çevresel faktörler, dışarıdan gelişimine bağlı olarak farklı özellikler kazanabilir ama genetik olarak tamamen kopyasıdır.”* derken, K2 kodlu öğretmen *“kopyalandığı canlının birebir aynı genetik özelliklerine sahiptir. Tek yumurta ikizleri de genetik özellikleri de aynıdır ama çevresel şartlarla farklı özellikler geliştirebilir.”* demiştir. Ayrıca, K2 kodlu öğretmen klon canlıların farklı psikolojik özelliklere de sahip olabileceklerine dikkat çekmiştir: *“Kopyalandığı canlının birebir aynı genetik özelliklerine sahiptir. Tek yumurta ikizleri de genetik özellikleri de aynıdır ama çevresel şartlarla farklı psikolojik özellikler geliştirebilir.”*

Kategori 4: Doğal ve Yapay Klonlama

FBÖ’lerin klonlama olayının doğallığı ve yapaylığı hakkındaki algıları incelendiğinde; öğretmenlerin birçoğunun klonlama olayının yapay yollarla gerçekleştiğine yönelik algıya sahip oldukları belirlenirken, iki öğretmenin klonlama olayının hem doğal olarak hem de yapay olarak gerçekleşebildiğine yönelik algıya sahip olduğu belirlenmiştir.

Klonlamanın sadece yapay yollarla gerçekleştiğine yönelik görüş belirten öğretmenlerin büyük ölçüde klonlamayı insan müdahalesiyle gerçekleşen bir süreç olarak algıladıkları tespit edilmiştir. Örneğin, K3 kodlu öğretmenin bu konudaki görüşü şöyledir: *“İnsan müdahalesiyle çünkü genetik çalışmalar insan müdahalesiyle olan bir durumdur. Klonlama mitoz bölünme ile olan bir şey, biz mitozla üremediğimiz için sanmıyorum. Eşeysiz üremenin bir şeyi olduğu için direk insan müdahalesidir.”* K2 ve K8 kodlu öğretmenlerin bu konudaki görüşleri de şu şekildedir: *“Klonlama doğal yollarla değil insan müdahalesi ile gerçekleşir. Örnek olarak Dolly’i verebilirim.”* *“Bence insan müdahalesi ile laboratuvar ortamında ana canlının genetik yapıları çıkarılır. Daha sonra bu süreç kendisi olağan bir şekilde devam edebilir ama bu süreci başlatan insan. Klonlama için uygun ortam yaratıldığı için insan müdahalesi ile gerçekleştirilir.”* Diğer bir öğretmenin (K9) de klonlamayı üreme amaçlı algılamasından dolayı klonlamanın yapay yollarla gerçekleştiğine inandığı tespit edilmiştir: *“Doğal yollarla gerçekleşecek olsa bu üreme olur. Bilim de klonlama teknolojisi denilen bir alan var bunu bilim insanları laboratuvar ortamında yapay olarak yapmaktadırlar, doğal ortamda değil.”*

Klonlama olayının hem doğal olarak hem de yapay olarak gerçekleşebildiğini düşünen öğretmenlerden birisi (K6) doğal klonlamayı insanda üreme açısından tek yumurta ikizleri ile açıklarken, diğer öğretmen (K7) ise eşeysiz üreyen canlılarda doğal yolla klon canlıların oluştuğunu açıklamıştır. Bu konuda K6 ve K7 kodlu öğretmen görüşleri şu şekildedir: *“Tek yumurta ikizlerini klon kabul edersek, doğal yolla var. Birbirinin kopyasılar sonuçta. Günlük hayatta doğal klonlama sayısı yok denecek kadar az. En yakın klonlama tek yumurta ikizleri ama orada soru işareti var klon sayılır mı sayılmaz mı diye. Ama yapay olan klonlama daha çok.”* *“Hem doğal hem de yapay yolla olur. Örneğin eşeysiz üreme yapan canlılarda aslında klonlama gerçekleşmektedir. Çünkü genetik yapısının aynen kopyasını oluşturuyor. Tek hücreli canlılar eşeysiz olarak çoğalır yani genetik yapısını kopyalayarak yeni bir canlı oluşturuyor. Bu doğal yolla gerçekleşen klonlamaya örnek olarak verilebilir. Yapay yolla yapılanlar ise insan eliyle yapılan çalışmalardır. Tıp için yapılan çalışmaları, genetiği değiştirilmiş organizmalar elde edilmesi yapay yolla gerçekleştirilen klonlamaya örnek olarak verilebilir.”*

Kategori 5: Klonlama Türleri

FBÖ’lerin büyük çoğunluğu klonlama türlerinin ne olduğunu net olarak bilmediklerini ifade etmelerine rağmen, öğretmenlerden ikisi (K6 ve K9) açıklamalarında üreme amaçlı klonlamayı açıklamaya çalışmıştır: *“Klonlamanın sadece yapay boyutunu biliyorum. Diğer boyutları hakkında bir fikrim yok. Canlı bir hücreden bir kopya alınır ve bu kopya başka bir canlının üreme hücresine aktarılıyor. Bu iki canlıdan yapay olarak yeni bir canlı meydana geliyor.”* *“Klonlama şekillerini bilmiyorum ama iki vücut hücresi alınıyor. Birinin çekirdeği diğerinin ise sitoplazması kullanılıyor. Çekirdek diğerinin sitoplazmasına monte ediliyor. Bu işlemde sonra mitoz bölünme gerçekleştikten sonra yeni canlı oluşuyor. Klonlama dediğim gibi çekirdeği alınan canlının özelliklerini gösteriyor.”*

Diğer taraftan, öğretmenlerden üçü kaç tür klonlama olduğuna yönelik bilgilerinin olmadığını belirtmelerine rağmen, yaptıkları açıklamalarda üreme amaçlı ve rekombinant DNA (gen) klonlama türlerini açıklamaya çalıştıkları belirlenmiştir. Örneğin, K5 kodlu öğretmen

görüşünü şöyle ifade etmiştir: *“Klonlamada bir canlının vücut hücresi alınıyor ve çekirdeği çıkartılıyor diğer bir canlının yumurta hücresinin içerisine vücut hücresinden alınan çekirdek konuluyor başka bir canlının rahminde döl yatağında yetiştiriliyor ve vücut hücresi alınan canlı ile birebir aynı genetik özelliğe sahip canlı oluşuyor. Bu olay klonlama oluyor. Kaç tür olarak söylemeyeyim ama bu bahsettiğim gibi birebir kopyalama var bir de canlıların belli özelliklerinin mesela bir inek var süt verimliliği daha fazladır diyelim. O süt verimliliği ile ilgili gen aktarılıyor, gen aktarımı olarak söyleyeyim o şekilde var biliyorum.”* Benzer şekilde, üreme amaçlı ve rekombinant DNA (gen) klonlama türlerine yönelik açıklama yapan K7 kodlu öğretmen ise görüşünü *“klonlama bildiğim kadarıyla bir canlıdan çekirdek hücresi diğer bir canlıdan vücut hücresi alınarak bu iki yapının birleştirilmesiyle kopya bir canlının oluşturulmasıdır. Bakteriler ile ilgili lise yıllarımdan hatırladığım plazmit aktarma şekilleri vardı. Bir tanesi sağlam oluyordu ve bundaki bilgileri diğer bakteriye aktarıyorduk. Sonra antibiyotiklere karşı dirençli bakteriler elde ediyorduk. Klonlama ile ilgili bunları hatırlıyorum. Kaç tür klonlama çeşidi olduğu hakkında fikrim yok.”* şeklinde ifade etmiştir.

K3 kodlu öğretmen ise, üreme amaçlı, terapötik klonlama (tedavi amaçlı) ve rekombinant DNA (gen) klonlama ile ilgili şunları söylemiştir: *“3-4 tane diye hatırlıyorum sanki bir tıbbi amaçlarla organ klonlama olabilir kök hücreden üretilen onun dışında bir canlının direk tamamen genetik kopyasının yapılmış olabilir vücut bazında. Yani klonlama tıbbi amaçlarla da sanki yapılıyor diye hatırlıyorum. kök hücre ile organ üretilmesi bir klon sayılabilir bence. Onu organ bazında sayarsak iki çeşit diyebiliriz. Bir organ olarak klonlama bide tamamen %100 yumurta ve çekirdeğin birleştirilmesi ile taşıyıcı canlıdan doğan bir canlıyı klonlamak. Benim bildiğim klonlama rekombinant DNA teknolojisi ile de yapılmakta. Eeee taşıyıcı bir canlının yumurtası alınıyor içindeki çekirdek çıkarılıyor. Daha sonra ana canlıdan gelen çekirdek onun içerisine naklediliyor, o hücre çoğaltıyor taşıyıcının rahminde yani tamamen çocuk varmış gibi büyüyor ve doğum gerçekleştiğinde oradaki canlı çekirdeğinin tamamen kopyası olan ata canlının aynısı oluyor.”*

Kategori 6: Bilgi Eksikliği ve Kavram Yanılgıları

Öğretmenlerin klonlamaya ilişkin görüşlerinde dikkat çeken eksiklik ve yanılgıların başında Dolly ile ilgili algılar yer almaktadır. Bu anlamda öğretmenlerin çoğunun klonlama ile ilgili algılarında ilk göze çarpan kavramın Dolly olduğu belirlenmiştir. Bu hususta öğretmenlerin klon canlı örneği olarak terapötik ya da gen klonlama türlerinden ziyade Dolly örneği üzerinden açıklamalar yapmaya çalışmışlardır. Bu konuda K8 kodlu öğretmenin görüşü örnek olarak verilebilir: *“Örnek olarak da kopyalanan koyun Dolly aklıma geliyor.”* Ayrıca çalışmada, öğretmenlerin ‘koyun Dolly’nin ilk klon canlı ya da ilk klon memeli canlı’ olduğunu düşündükleri tespit edilmiştir. Bu konuda K6 kodlu öğretmen görüşünü *“örneğin ilk kopyalamanın yani Dolly’nin yapıldığını biliyorum. Dolly bir koyundu”* şeklinde ve K2 kodlu öğretmen görüşünü *“örneğin Dolly ilk yapılan klon koyun”* şeklinde ve K3 kodlu öğretmen görüşünü *“örneğin hepimizin bildiği Dolly koyun. ilk bildiğimiz ilk memeli canlı o”* şeklinde ve K7 kodlu öğretmen ise görüşünü *“klonlanan ilk memeli hayvan türlerinden koyun yani aklıma Dolly geliyor”* şeklinde belirtmiştir.

Klonlama ile ilgili öğretmenlerden sekizinde gözlenen bir diğer eksiklik ve yanılğı da 'klonlama sürecinin yapay olarak gerçekleştiğı algısı'dır. Örneğın K5 kodlu öğretmen bu konuda "ama yapay ortamda gerçekleştiriliyor sonuçta. Örnek tanık olduğum yok ama anlattığım şekilde vücut hücresi alınıyor, yumurta hücresi alınıyor bunlar yapay bir ortamda insan müdahalesiyle yapılıyor." ve K8 kodlu öğretmen görüşünü "bence insan müdahalesi ile laboratuvar ortamında ana canlının genetik yapıları çıkarılır. Daha sonra bu süreç kendisi olağan bir şekilde devam edebilir ama bu süreci başlatan insan. Klonlama için uygun ortam yaratıldığı için insan müdahalesi ile gerçekleştirilir." şeklinde açıklamıştır. Bu hususla ilgili olarak K8 kodlu öğretmen öz eleştiri olarak görüşünü "klon ve klonlama hakkında özellikle klonlama hakkında çok fikrimin olmadığını anladım. Daha sonra kavram yanılığının olabileceğini fark ettim ve klonlanan canlılar hakkında aklıma çok fazla örnek gelmedi. Bundan dolayı klonlama için ülkemizde bilgilendirmenin yeterli düzeyde olmadığını fark ettim ve bu konu hakkında araştırma yapma isteği doğdu içimde" şeklinde ifade etmiştir.

Bazı FBÖ'ler ise, klon ya da klonlama ile ilgili sorularda görüş belirtirken çoğunlukla 'üreme amaçlı klonlama'yı anlatarak görüşlerini ifade etmeye çalışmışlardır. Bu konuda K3 kodlu öğretmen görüşünü "klon, bir canlının genetik olarak %100 kopyasının üretilmesi" ve K4 kodlu öğretmen görüşünü "klon, bir canlıyı tüm özellikleri ile kopyalama" şeklinde açıklamıştır. Bazı öğretmenler ise, klon ya da klonlamayı 'hayvanlar ya da insanlar üzerinden somatik (vücut) hücrelerin mitoz bölünmeler geçirerek yeni bir hücre oluşumuna yol açan süreçler' ile açıklamaya çalışmışlardır. Örneğın, K1 kodlu öğretmen görüşünü "vücut hücresinin mitoz bölünme geçirerek hani başka bir canlıda taşıyıcı canlıda yeni bir canlı kendisiyle aynı, benzer canlının oluşturulması" şeklinde açıklamıştır. Bazı öğretmenler ise klon ya da klonlamayı açıklarken, daha çok hayvan ya da insanlar üzerinden örnek vererek açıklamaya çalışmışlardır. Örneğın K2 kodlu öğretmen bu konudaki görüşünü "klon kavramı, bir insanın genetik olarak ya da insanın demeyeyim bir canlının genetik olarak aynısının yeniden doğmasının sağlanması" şeklinde açıklamıştır. Diğer taraftan araştırmaya katılan sadece iki öğretmenin görüşlerinde klonlama konusunda bitkilerden bahsettiğı belirlenmiştir. K5 kodlu öğretmen bu konudaki görüşünü "klonlama, tarımsal olarak da açıklayayım ona da gireyim o zaman. Mesela domates bitkisinin herhangi bir geninin başka bir sebzeğe aktarımı olarak klonlamadan bahsedebiliriz, genetik aktarım" şeklinde ve K7 kodlu öğretmen ise görüşünü "bunu hep hayvanlar üzerinden düşünüyoruz ama bitkinin birkaç hücresinden genetik materyalin alınıp çoğaltılabilmesi eşey olmadan yeni bir canlı oluşturulması da klonlama olur" şeklinde açıklamıştır. Ayrıca, klonlama konusunda rekombinant DNA klonlama ile ilgili plazmid ve bakterilerden bahseden sadece K7 kodlu öğretmen olmuştur. K7 kodlu öğretmen bu konudaki görüşünü "bakteriler ile ilgili lise yıllarımdan hatırladığım plazmid aktarma şekilleri vardı. Bir tanesi sağlam oluyordu ve bundaki bilgileri diğer bakteriye aktarıyorduk. Sonra antibiyotiklere karşı dirençli bakteriler elde ediyorduk." şeklinde ifade etmiştir.

Bazı öğretmenlerde tespit edilen bir diğer eksiklik ya da yanılığın 'klonlama ile ortaya çıkan klonların yaşam süresinin kısa olduğuna' dair anlayışları olmuştur. Bu öğretmenlerin klonların yaşam süresinin çok uzun olmadığını düşündükleri ve olumsuz çevre şartlarına çok

direnç göstermeyecekleri gibi düşüncelere sahip oldukları belirlenmiştir. Bu konuya ilişkin olarak örneğin K2 kodlu *“çok uzun yaşamadığı, kısa yaşadığı ile ilgili bir bilgi var ama bunun birebir klonlamaya dayandırıldığı ile ilgili bir şey okumadım hocam”* derken, K5 kodlu öğretmen *“hastalıkların iyileştirilmesi, nesli tükenme tehlikesinde olan canlıların özellikle kurtarılmasında önemli olduğu bir gerçek ama geliştirilmesi lazım çünkü klonlanan canlının yaşam süresi kısa”* şeklinde ve K3 kodlu öğretmen ise görüşünü *“eeee bence klonlar çevre şartlarına dayanıksız olur çünkü biz bu şekilde biliyoruz galiba yani benim bildiğim böyle. Bu yüzden Dolly çok fazla yaşamadı öldü dendi. Hani net bir araştırma var mı bilmiyorum ama çok sağlıklı bir yol değil yani bence klonlama”* şeklinde ifade etmiştir. Klonların yaşam süresi ile ilgili dikkat çeken bir diğer hususta, bu durumun sadece üreme amaçlı klonlama bağlamında düşünülmüş olmasıdır. Klonların yaşam süresi ile ilgili açıklamalarda; gen klonlama ya da terapötik klonlamaya dair bir görüşe rastlanmamıştır.

Klonlama konusunda bir diğer eksiklik ve yanılğı ise, bazı FBÖ’lerin klonlama sonucu oluşan canlıların genetik ve fiziksel özelliklerinin aynı olacağına dair algıları olmuştur. Klon canlıların genetik özelliklerinin aynı olacağına dair görüş belirten öğretmenlerin mutasyon ya da genetik çeşitliliğe yol açma ihtimali olan olgulara değinmedikleri belirlenmiştir. FBÖ’lerden hiçbiri mutasyondan bahsetmemiş olup, klon canlıların genetik yapılarının aynı olacağı algısına sahip oldukları belirlenmiştir. Örneğin K3 kodlu öğretmen bu konuda *“klon, bir canlının genetik olarak %100 kopyasının üretilmesi”* derken, K4 kodlu öğretmen görüşünü *“ana canlının birebir tüm özelliklerine sahiptir. Göz rengi, saç rengi, kan grubu, gen yapısı gibi özellikleri aynıdır”* şeklinde ve K10 kodlu öğretmen ise, görüşünü *“klonun ana canlının benzeri değil birebir aynı özelliklere sahip olduğunu biliyorum.”* şeklinde ifade etmiştir. Bunun yanında bazı öğretmenler klon canlıların hem genetik hem de fiziksel özelliklerinin aynı olabileceğine dair açıklamalarda bulunmuşlardır. Örneğin, K8 kodlu öğretmen bu konudaki görüşünü *“bu canlı diğer canlı ile aynı kromozom sayısına sahiptir. Tüm fiziksel ve genetik özellikleri kopyalandığı canlı ile aynıdır”* şeklinde ifade ederken, K9 kodlu öğretmen ise görüşünü *“klon canlı, kopyalandığı canlının birebir aynı özelliklerine sahiptir. Dış görünüşü ve kromozom sayısı ana canlı ile aynıdır”* şeklinde ifade etmiştir.

Ayrıca, az sayıda öğretmen çevre etkisiyle klonlarda bazı fiziksel farklılıklar olabileceğinden bahsetmesine rağmen diğer öğretmenler bu değışkenden bahsetmemiştir. Örneğin, öğretmenlerden bazıları özellikle genetik ve fiziksel özelliklere ilişkin durumlar için çevre etkisini de düşünerek görüş belirtmişlerdir. Örneğin K3 kodlu öğretmen görüşünü *“ata canlı ile aynı özellikleri sahiptir. yani en azından DNA yapısı olarak ata canlı ile aynı özelliklere sahiptir. Çevresel faktörler, dışarıdan gelişimine bağlı olarak farklı özellikler kazanabilir ama genetik olarak tamamen kopyasıdır”* şeklinde ve K2 kodlu öğretmen ise görüşünü *“kopyalandığı canlının birebir aynı genetik özelliklerine sahiptir. Tek yumurta ikizlerinde genetik özellikler aynıdır ama çevresel şartlarla farklı özellikler geliştirebilir. Klon canlılar da yine aynı şekilde genetik olarak birbirinin aynısı olsa da farklı çevrelerde yetiştiğinde farklı fiziksel özelliklere sahip olabilir, kesinlikle farklı psikolojik özelliklere de sahip olabilirler.”* şeklinde belirtmiştir.

Tartışma ve Sonuç

FBÖ'lerin klonlama konusundaki algılarının ve algılarındaki çeşitliliğin incelediği bu araştırmada elde edilen bulgular *Bilgi Kaynağı, Klon ve Klonlamanın Çağrışımları, Klon Özelliği, Doğal ve Yapay Klonlama, Klonlama Türleri, Bilgi Eksikliği ve Kavram Yanılgılar* olmak üzere altı kategori olarak sunulmuştur. Bu bölümde bulgulara ilişkin daha derin tartışmalar yürütmek için her bir kategori ayrı ayrı tartışılarak sonuca ulaşılmıştır.

Bilgi Kaynağı

Araştırmaya katılan FBÖ'lerin klon ve klonlamaya ilişkin bilgi edindikleri kaynaklar incelendiğinde; öğrenim süreci ile ilgili olarak bazı öğretmenler daha çok lisans eğitimi sürecinde, iki öğretmen lise eğitimleri sürecinde, bir öğretmen de ortaokul eğitimi sürecinde klonlama kavramından bahsedildiğini hatırladıklarına ilişkin açıklamalar yapmışlardır. Ayrıca, öğrenim süreci ile ilgili olarak iki öğretmen genel anlamda kademe belirtmeksizin eğitim hayatı boyunca duyduklarını dile getirmişlerdir. Öğretmenlerin klon ve klonlama hakkındaki bilgilerine ilişkin daha çok lisans eğitimi süreçlerine dikkat çekmelerinin nedeni, klon ve klonlamaya ilişkin en ayrıntılı bilgiyi aldıkları ders, konu ya da içeriklerin lisans eğitim süreçleri olmasına bağlanabilir. Örneğin, fen bilimleri öğretmen adayları lisans eğitimi süreçlerinde aldıkları biyoloji, genetik ve biyoteknoloji, biyolojide özel konular, fen ve teknoloji kaynaklı sorunlar, evrim, sosyo-bilimsel konular vb., ders, konu ya da ders içeriklerinde klonlama kavramı ile karşılaşabilmektedir. Bu durum bazı öğretmenlerin klonlamaya ilişkin bilgi ve anlayışlarının oluşmasında lisans eğitimi süreçlerinin daha etkili olduğuna işaret etmektedir. Diğer taraftan, bazı öğretmenler klonlamaya ilişkin bilgi ve anlayışlarının oluşmasında daha az içeriğe yer verilse de lise eğitim süreçlerinin de etkili olabileceğine işaret etmektedir. Örneğin, 2018 yılı Ortaöğretim Biyoloji Dersi Öğretim Programı'nda 'Genden Proteine' adlı üniteye biyoteknoloji, gen terapisi, genetik şifre, genetik mühendisliği, klonlama, kök hücre vb., anahtar kavramlara değinilmektedir (MEB, 2018b). Bu nedenle, araştırmaya katılan bazı öğretmenlerin klonlama kavramına ilişkin bilgi kaynakları arasında lise eğitimi süreçlerine vurgu yapmaları lise biyoloji derslerine bağlanabilir. Diğer taraftan, klon ve klonlamaya ilişkin bilgi kaynaklarını herhangi bir kademe belirtmeksizin genel olarak eğitim süreçlerine bağlayan öğretmenler de olmuştur. Bu durum da bazı öğretmenlerin eğitim aldıkları ders ya da içerikleri tam olarak hatırlayamamalarından dolayı genel bir ifade kullanmalarına bağlanabilir.

Araştırmaya katılan bazı öğretmenlerin klon ve klonlamaya ilişkin bilgi ve anlayışlarının kitle iletişim araçları aracılığıyla oluştuğu belirlenmiştir. Bilgi ve anlayışlarının kitle iletişim araçları vasıtasıyla oluştuğunu belirten öğretmenlerin görüşlerinde ön plana çıkan yayın organının, haberler ya da gündeme ilişkin gelişmeler olduğu belirlenmiştir. Bazı öğretmenler klon ve klonlamaya ilişkin bilgi edinmelerinde araç olarak televizyon, bunun yanında sunum şekli olarak bilim kurgu dizi ve filmlerinin de etkili olduğuna ilişkin görüş belirtmişlerdir. Bir araştırmada; altıncı sınıf öğrencilerinin sosyo-bilimsel konu olarak organ bağıışı ile ilgili bilgi edinme kaynaklarından birincisinin öğretmen olduğu ve ikincisinin televizyon olduğu belirlenmiştir (Sakmen, Genç, & Arslan, 2020). Bu sonuçlarla kısmen tutarlı olarak mevcut araştırmada da kitle iletişim aracı olarak televizyon, öğretmenlerin klonlama konusunda

önemli bir bilgi kaynağı olduğu söylenebilir. Bazı öğretmenlerin klon ve klonlamaya ilişkin bilgilerinin bilim kurgu film ve dizileri sayesinde olduğu da belirlenmiştir. Sosyo-bilimsel konulardan biri olarak klonlama konusunda ilkökul ya da ortaokul öğrencilerinin görüşlerinin alındığı araştırmalarda; bilgi kaynağı olarak dizi ya da filmlerin belirtilmesi daha az rastlanılan bir durum olabilir. Bunun nedeni, klonlama konusunda bilim kurgu film ya da dizi içeriklerinin öğrencilerin yaşına uygun olmamasına bağlanabilir. Dolayısıyla bazı FBÖ'lerin son yıllarda sayısı artan klonlama içerikli dizi ya da filmler sayesinde bilgi ve anlayış kazandıkları da söylenebilir.

Klon ve Klonlamanın Çağrışımları

Araştırmada öğretmenlerin klon kavramına ilişkin algıları incelendiğinde; araştırmaya katılan birçok öğretmenin klon kavramına ilişkin algılarının canlı kopyalamaya yönelik olduğu belirlenmiştir. İki öğretmenin ise, canlı kopyalamanın yanında gen kopyalamaya ilişkin algılara da sahip olduğu belirlenmiştir. Klon kavramına ilişkin eşeysiz üreme ve bir canlının çoğaltılması gibi algılara sahip öğretmenlere de rastlanmıştır. İlgili literatürde ise, teorik olarak klon canlı, genetik açıdan birbirinin aynı olan hücre ve organizma topluluğudur (Bağcı, 1997). Mutasyon ya da genetik çeşitliliğe yol açan istisnai durumlar dışında eşeysiz olarak çoğalan herhangi bir hücre de klon olarak kabul edilebilmektedir (Panno, 2005). Dolayısıyla, üreme amaçlı olarak klon kavramının istisnai durumlar dışında ata canlı ile benzer genetik özelliklere sahip bir canlı ya da canlı topluluğu olduğu söylenebilir. Diğer taraftan, gen klonlama açısından klon kavramı, modifiye edilmiş (rekombinant DNA) ya da modifiye edilmemiş (doğal olarak gerçekleşen DNA kopyalama) bir genetik materyalin kopyaları olarak düşünülebilir. Terapötik klonlama açısından ise klon, doku veya organlara dönüşebilme potansiyeli olan embriyonun oluşturulması istenilen benzer genetik özelliklere sahip bir hücre ya da hücre topluluğuna yönlendirilmesi olarak düşünülebilir. Bu anlamda klon kavramı; doğal ya da yapay yollarla klonlama sonucu ortaya çıkan genetik açıdan benzer gen, hücre ya da organizma topluluğu ya da bunların biri olarak açıklanabilir. Mevcut araştırmada bazı öğretmenlerin klon kavramına ilişkin algılarında kopyalama, eşeysiz üreme ve çoğaltma anlamları taşıyan görüşlere rastlanmıştır. Sonuç olarak, mevcut araştırmada bazı öğretmenlerin klon kavramına ilişkin algılarının; gen, hücre ya da organizma topluluğu ya da bunlardan birinden ziyade daha çok kopyalama, eşeysiz üreme ve çoğaltma süreçlerden olduğu anlaşılmaktadır.

Araştırmaya katılan öğretmenlerin klonlama kavramına ilişkin algıları '*Benzer Canlı Oluşturma Süreci*' ve '*Yapay Ortam*' olmak üzere iki alt kategoride toplanmıştır. *Benzer Canlı Oluşturma Süreci*'ne yönelik algıya sahip öğretmenlerin klonlamayı; klon canlı oluşturma süreci, kopyalama işlemi, genetik ikizlerin oluşturulması ve çoğaltma işlemi gibi süreçlerle açıkladıkları belirlenmiştir. İkinci alt kategori olarak *Yapay Ortam* algısına sahip olan öğretmenlerin klonlamayı; laboratuvar çalışması, genetik müdahale ve genetik mühendisliği gibi süreç ve uygulamalarla açıkladıkları belirlenmiştir. Literatürde klonlama kavramının anlamı ise, eşeysiz bitki üremesi (Webber, 1903), aseksüel yolla (tüm genlerin tek bir ebeveyninden yavruya aktarıldığı) klon hücre ya da organizma toplulukları elde etme işlemi (Bağcı, 1997) ya da eşeysiz üreme veya dölleme olmadan üreme süreci (Harris, 2004) olarak

da tanımlanabilmektedir. Literatürdeki kuramsal açıklamalarda klonlama için sürece vurgu yapıldığı söylenebilir. Dawson (2007) Avustralyalı lise öğrencileri ile yaptığı araştırmasında; lise öğrencilerinin klonlamayı bir şeyi “kopyalamak” veya “çoğaltmak” ile ilişkilendirdiklerini belirlemiştir. Benzer şekilde, Turan (2020) da araştırmasında; 11. sınıf lise öğrencilerinin klonlamanın canlıları kopyalamak anlamına geldiğini düşündükleri sonucuna ulaşmıştır. Mevcut araştırma kapsamında öğretmenlerin klonlamaya ilişkin algılarında ise, canlı oluşturma sürecine, kopyalama işlemine, genetik ikizlerin oluşturulması sürecine ve çoğaltma işlemine vurgu yapılmasının literatürle uyumlu olduğu söylenebilir. Diğer taraftan, bazı öğretmenlerin klonlama kavramına ilişkin algılarında laboratuvar çalışması, genetik müdahale ve genetik mühendisliği gibi yapay süreçlere yönelik açıklamalarda buldukları belirlenmiştir. Bu durumda araştırmaya katılan bazı öğretmenlerin klonlama kavramını, yapay olarak gerçekleşen bir süreç olarak düşündükleri söylenebilir.

Klon Özelliği

Araştırmaya katılan öğretmenlerin klon canlıların özelliklerine ilişkin algıları incelediğinde; tüm öğretmenlerin algılarında klon canlıların ata canlı ile aynı genetik özelliklere sahip olduğu algısı belirlenmiştir. Bunun yanında, araştırmaya katılan bazı öğretmenlerin klon canlıların yaşam sürelerinin kısa olduğuna ilişkin anlayışları olduğu da belirlenmiştir. Ayrıca iki öğretmenin klon canlının hem fiziksel hem de genetik özelliklerinin kopyalandığı canlı ile aynı olduğuna ilişkin algıya da rastlanmıştır. Diğer taraftan, klon canlıların farklı fiziksel özelliklere sahip olabileceğine yönelik düşüncesi olan iki öğretmen aynı zamanda klon canlıların çevrenin etkisiyle farklı fiziksel özellikler gösterebileceğine de dikkat çekmişlerdir. Ayrıca, bir öğretmen klon canlıların farklı psikolojik özelliklere de sahip olabileceklerine dikkat çekmiştir. Bu bulgular ışığında, öğretmenlerin klonların ata canlı ile aynı genetik özelliklere sahip olduğunu düşünmeleri olağan karşılanabilir. Klonlamada temel amaçlardan biri genetik açıdan benzer gen (rekombinant DNA), hücre ya da bir organizma oluşturmaktır. Ancak üreme amaçlı klonlamada ister yapay olsun ister doğal olsun, kontrol dışında gelişecek mutasyon, modifikasyon vb., olay ve süreçler klon canlıların ya da hücrelerin genetik özelliklerinde ve fiziksel dış görünüşlerinde değişime neden olabilir. Diğer taraftan gen klonlama açısından düşünüldüğünde; bakterilerde konjugasyon, transdüksiyon ve transformasyon gibi genetik materyal aktarımı olaylarının söz konusu olmadığı durumlarda doğal yollarla aynı genetik materyale sahip klon bakterilerin oluşması ya da yapay yollarla rekombinant DNA'ların oluşturulması mümkün olabilmektedir. Mevcut araştırmada öğretmenlerin klon canlıların özelliklerine ilişkin algılarında büyük ölçüde üreme amaçlı klonlamayı göz önünde bulundurdukları anlaşılmaktadır. Çoğu öğretmen görüşlerinde mutasyon ve çevre etkisi gibi değişkenlerin genetik ve fiziksel özelliklere olası yansımalarına yönelik açıklamalara rastlanmamıştır. Bazı öğretmenlerin klon canlıların özelliklerine ilişkin algılarında dikkat çeken diğer bir bulgu da klon canlıların yaşam sürelerinin uzun olmadığına yönelik algıdır. Yaşam süreleriyle ilgili bu bulgu, *Eksiklik ve Yanılgılar* kategorisinde daha ayrıntılı bir şekilde irdelenmiştir.

Doğal ve Yapay Klonlama

Araştırmada öğretmenlerin klonlama olayının doğallığı ya da yapaylığına ilişkin görüşleri incelendiğinde; sekiz öğretmen klonlamanın sadece yapay yollarla gerçekleştiğini düşünürken, iki öğretmen ise hem doğal hem de yapay yollarla gerçekleşebileceğini belirtmişlerdir. Bu bulgular öğretmenlerin algılarında klonlama olayının yapay yollarla gerçekleştiği algısının daha baskın olduğuna işaret etmektedir. Mevcut araştırmada çoğu öğretmenin klonlamanın yapay olarak gerçekleştiğine yönelik algıya sahip olmalarının farklı nedenleri olabilir. Nedenlerden biri, öğretmenlerin ya da öğretim elemanlarının klonlamadan bahsederken özellikle yapay boyutlara daha fazla vurgu yapması olabilir. Bir diğer nedeni, ders kitaplarında (ortaokul fen bilimleri ders kitapları, lise biyoloji ders kitapları, çeşitli lisans ders kitapları vb.) klonlamanın yapay olarak nasıl gerçekleştirildiğine vurgu yapılırken doğal klonlama örneklerine yeterince yer verilmemesi olabilir. Başka bir nedeni, kitle iletişim araçlarında klonlama ile ilgili haberlerde yapay ortam ve süreçlere ilişkin görseller ve açıklamalara daha fazla yer verilmesi olabilir. Başka bir nedeni de klonlama ile ilgili bilim kurgu filmleri ve dizilerinde yapay klonlamanın ön plana çıkarılması olabilir. Sonuç olarak, mevcut araştırmada az sayıda öğretmenin klonlamanın hem yapay hem de doğal, çoğu öğretmenin ise klonlamanın sadece yapay bir olay olduğuna ilişkin algıya sahip oldukları belirlenmiştir.

Klonlama Türleri

Araştırmaya katılan öğretmenlerin klonlama türlerine ilişkin algıları incelendiğinde; öğretmenlerin tamamının kaç tür klonlama olduğuna ilişkin algılarında belirsizlik olduğu belirlenmiştir. Öğretmenlerin klonlama türlerine ilişkin emin olmayarak yaptıkları açıklamalarda sekiz öğretmenin üreme amaçlı klonlamaya yönelik açıklamalarda buldukları belirlenmiştir. Bu öğretmenler arasında üç öğretmenin hem üreme amaçlı klonlama hem de rekombinant DNA klonlamaya yönelik açıklamalarda bulunduğu belirlenmiştir. Bir öğretmenin ise, üreme amaçlı, rekombinant DNA klonlamanın yanında terapötik klonlamaya yönelik açıklamalar da yaptığı belirlenmiştir. Araştırmaya katılan öğretmenlerin klonlama türlerinin neler olduğuna ilişkin açıklamalarından yola çıkarak birçok öğretmenin net olarak klonlama türlerini açıklayamadıkları ama üreme amaçlı klonlamaya ilişkin algının daha baskın olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan, çoğu öğretmenin rekombinant DNA klonlama ve terapötik klonlama türlerine ilişkin algılarının oldukça sınırlı olduğu söylenebilir. Aslında kuramsal olarak klonlama türlerine bakıldığında; örneğin Cui (2005) klonlamayı insanlar üzerinde gerçekleştirilen çeşitleri olarak insan klonlama, organ klonlama ve doku klonlama olarak, Bağcı (1997) ise memelilerde klonlama türleri olarak embriyo ayırma ve çekirdek transferi yöntemlerine dikkat çekmektedir. Ayrıca, Shanmugam, Longo ve Maffulli (2012) ise terapötik klonlama, üreme amaçlı klonlama ve embriyo klonlamadan bahsetmektedir. Gültekin ve Küçükateş (2010) ise klonlama türlerini rekombinant DNA teknolojisi, üreme amaçlı klonlama, tedavi amaçlı klonlama, embriyonik klonlama ve transgenik klonlama olarak ifade etmektedir. Diğer taraftan, klonlama türleri yaygın olarak rekombinant DNA klonlama/gen klonlama/moleküler klonlama, üreme amaçlı klonlama ve terapötik (tedavi amaçlı) klonlama olarak ifade edilmektedir (Bingöl, 2015; Deveci, 2020; Ramadass, 2013; Shafique, 2020).

Böylece, literatürde klonlama türlerine ilişkin en genel sınıflandırmanın rekombinant DNA klonlama, üreme amaçlı klonlama ve terapötik klonlama olarak yapıldığını söylemek mümkündür. Bu anlamda mevcut araştırma kapsamında öğretmenlerin klonlama türlerine ilişkin belirsizlik yaşamaları olağan karşılanabilir. Ancak mevcut araştırma kapsamında öğretmenlerden en azından klonlamanın gen düzeyinde ve organizma düzeyindeki türlerinden bahsetmeleri beklenebilirdi. İlgili literatürde öğretmenlere yönelik çalışmaya rastlanmasa da fen bilimleri öğretmen adayları ile yürütülen bir araştırmada bazı öğretmen adaylarının klonlamayı öğretim konusunda çok rahat oldukları, ancak bazılarının klonlamanın yaygın olmamasından dolayı öğrencilerin anlaması için çok da önemli olmadığını düşündükleri belirlenmiştir (Borgerding & Dagistan, 2018). Diğer taraftan, Ayvaci ve Bağ (2016) sınıf öğretmeni adaylarının sözde-bilim ayırımına yönelik görüşlerini inceledikleri araştırmalarında bir katılımcının klonlama kavramının bilimsel bilgi olmadığını düşündüğünü belirlemişlerdir. Gürkan ve Kahraman (2019) ise, yürüttükleri nicel araştırmalarında FBÖ'lerin biyoteknoloji ve genetik mühendisliği bilgi düzeylerinde en çok bilgi eksikliğinin olduğu konuların başında; genetik mühendisliği, genetiği değiştirilmiş canlılar, klonlama ve insan genom projesinin geldiğini belirtmişlerdir. Dolayısıyla öğretmen adaylarının klonlama kavramına yönelik bakış açıları FBÖ'ler açısından de önemli ipuçları sunabilir. Mevcut araştırma kapsamında da bazı öğretmenlerin klonlama konusunu yaygın olmadığını düşünmelerinden dolayı klonlama türlerinin detaylarını öğrenme ve öğretim ihtiyacı duymamış olabilirler. Ayrıca, araştırma kapsamında öğretmenlerin birçoğunun algılarında üreme amaçlı klonlamaya rastlanmasının nedenlerinden biri de kitle iletişim araçlarında üreme amaçlı klonlamaya (Dolly örneği) ilişkin haber, görsel ve açıklamaların daha fazla yer bulması olabilir. Diğer bir nedeni de üreme amaçlı klonlama dışında rekombinant DNA klonlama ve terapötik amaçlı klonlama süreçlerinin öğretmenlere daha karmaşık gelmesinden dolayı klonlamanın bu türlerinden bahsetmemiş de olabilirler. Sonuç olarak, araştırmaya katılan FBÖ'lerin klonlama türlerine ilişkin algılarında üreme amaçlı klonlamanın daha baskın olduğu söylenebilir.

Bilgi Eksikliği ve Kavram Yanılgıları

Araştırma kapsamında öğretmenlerin en fazla üzerinde durdukları ve örnek verdikleri canlı örneği Dolly olmuştur. Bu konuda öğretmenler görüşmeler sürecinde birçok soruda örnek olarak ya da açıklamaları desteklemek amacıyla Dolly örneğini kullanmışlardır. Kahraman (2020) tarafından yürütülen araştırmada da fen bilimleri öğretmen adaylarının kelime ilişkilendirme testi kullanarak klonlama kavramına ilişkin eğitim öncesi algılarının; en fazla "koyun", "Dolly" ve "kopyalama" kavramlarıyla ilişkili olduğu belirlenmiştir. Benzer durum Lyngved'in (2009) araştırmasında da lise öğrencilerinin en yaygın klonlama örneği olarak "koyun" veya "koyun Dolly" örneklerini verdiklerini belirttiği araştırma sonucuyla benzerlik göstermektedir. Klonlanan koyun türlerine bakıldığında; 1995 yılında Megan ve Morag adlı evcil koyunlar farklılaşmış hücrelerden (kültürlenmiş hücrelerden) klonlanan ilk memelilerdir (Wilmut, 1998). 1997 yılı Şubat ayında ise, Dolly bir yetişkinin somatik hücresinden (meme hüresi) klonlanan ilk memeli hayvan olarak doğmuştur (Voelker, 1994; Wilmut, 1998). Sonrasında, 1997 yazında insan proteinini üretmek üzere transgenik olarak tasarlanmış ve

klonlanmış ilk kuzu Polly dünyaya gelmiştir (Klugman & Murray, 1998; Wilmut, 1998). Bu anlamda mevcut araştırmada öğretmenlerin en fazla Dolly örneği üzerinden hareket etmelerine rağmen öğretmenlerden neredeyse hiçbirisi koyun Dolly'e özgü durum olan bir yetişkinin somatik hücresinden yararlanıldığına ilişkin görüş belirtmemiştir. Bu durum öğretmenlerin klonlama konusunda Dolly'e özgü durum olan yetişkin somatik hücrenin klonlamada kullanılmasına yönelik bilgi eksiklikleri ya da yanlışları olduğuna işaret etmektedir. Dolly kendinden yaşça büyük bir koyunun somatik hücresinden yararlanılarak oluşturulmuştu ve bu durum Dolly'e özgü ilk uygulamaydı. Mevcut araştırma kapsamında bazı öğretmenlerin koyun Dolly'nin ilk klon canlı ve bazılarının da ilk klon memeli canlı olduğunu düşündükleri belirlenmiştir. Aslında bazı öğretmenlerin Dolly ile ilgili algılarının doğru olmadığı da söylenebilir çünkü ilk klonlanan evcil koyunlar farklılaşmış hücrelerden yararlanılarak klonlanan Megan ve Morag adlı koyunlardır. Mevcut araştırmada bazı öğretmenlerde bu algının oluşmasının nedenlerinden biri kitle iletişim araçlarında Dolly ile ilgili reklamların, Dolly'ye yönelik açıklamaların ve görsellerin daha fazla yer bulması olabilir. Bu durumda bazı öğretmenlerde Dolly ile ilgili ilk klonlanan canlı ve ilk klonlanan memeli canlı gibi düşüncelerin oluşmasına yol açmış olabilir. Farklı olarak Concannon ve diğerleri (2010) lisans öğrencilerinin kök hücrelerin bir klon oluşturmak için kullanıldığını düşündüklerini ve bunun yanında koyun Dolly'nin kök hücre araştırmalarında büyük bir ilerleme olduğuna inandıklarını belirlemişlerdir. Literatürdeki araştırma sonuçları da sadece klonlama açısından değil genetik mühendisliği ile ilgili genel konularda da bireylerin Dolly örneği üzerinden hareket ettiklerine işaret etmektedir. Bu konuda Klotzko (1998) yeterli bilgiye sahip olanlar ve olmayanlar arasındaki uçurum genişlemesinden dolayı halkın büyük çoğunluğunun bilimsel bilgi için tamamen medyaya bağımlı kalabileceğine dikkat çekmektedir. Sonuç olarak, mevcut araştırmada bazı öğretmenlerin Dolly ile ilgili algılarında bilgi eksiklikleri ve yanlışları olduğu belirlenmiştir.

Mevcut araştırmada öğretmenlerin birçoğunda klonlamanın yapay bir olay olduğ u algısının daha baskın olduğ u belirlenmiştir. Bu bulgu Turan'nın (2020) araştırmasında; 11. sınıf lise öğrencilerinin klonların insan yapımı olduğ unu ve doğal olarak oluşmadığını düşündükleri araştırma sonucuyla benzerlik göstermektedir. Mevcut araştırma için öğretmenlerin birçoğunun klonlamayı doğal olgularla ilişkilendirmemeleri bilgi eksikliklerine bağlanabileceği gibi, klonlamanın yapay yollarla gerçekleştirildiği düşüncesine yönelik bir yanlış ihtimaline de bağlanabilir. Oysa ki doğal yollarla milyonlarca yıldır hayvanların, hücrelerin ve moleküllerin klonlandığına dikkat çekilmektedir (Panno, 2005). Doğal klonlamaya hayvanlar üzerinden tek yumurta ikizleri de verilebilir. Doğal gen ya da DNA klonlamaya örnek olarak bakteriler üzerinden; bazı plazmid bakterilerin plazmidlerinin kendini doğal olarak eşlemesi verilebilir. Elbette doğal klonlama süreçlerinde mutasyon, konjugasyon, transdüksiyon ve transformasyon vb., genetik çeşitliliğe yol açan olaylar söz konusu değil ise klon gen, hücre ya da organizma oluşumu söz konusu olabilecektir. Diğer taraftan doğal klonlamaya bitkiler üzerinden ise vejetatif üremenin doğal olarak gerçekleştiği şekli örnek verilebilir. Günümüzde ise, klonlamanın yapay yollarla ya da insan müdahalesiyle gen, hücre ve organizma düzeyinde yapıldığı gen klonlama, terapötik klonlama ve üreme amaçlı klonlama örneklerinden bahsedildiği söylenebilir. Yapay klonlamaya bitkiler üzerinden örnek olarak yapay vejetatif

üreme şekli verilebilir. Yapay klonlamaya hayvanlar üzerinden örnek olarak laboratuvar şartlarında çekirdeği çıkarılmış yumurta hücresi ile erişkin bir vücut hücresi çekirdeğinin kaynaştırılması süreci verilebilir. Aynı şekilde terapötik klonlama örneği olarak hayvanlar üzerinde farklı hücre, doku ya da organa dönüşme kapasitesine sahip kök hücrelerin kültür ortamında canlı oluşturmada ziyade hücre, doku ya da organ oluşturmaya yönlendirilmesi verilebilir. Gen klonlama örneği olarak ise bakteriler üzerinden laboratuvar şartlarında bakteri plazmidlerinden yararlanılarak oluşturulan rekombinant DNA teknolojileri verilebilir. Sonuç olarak, mevcut araştırmaya katılan bazı öğretmenlerin klonlama olayının yapay olarak gerçekleştiği yanılgısına sahip olduğu ve doğal klonlama konusunda bilgi eksikliklerinin olduğu belirlenmiştir.

Mevcut araştırmada öğretmenlerin birçoğunun klonlama türlerine ilişkin algılarında daha çok üreme amaçlı klonlama türünün baskın olduğu belirlenmiştir. Bu durum öğretmenlerin klonlama türlerine ilişkin bilgi eksikliklerinden kaynaklanabileceği gibi kitle iletişim araçlarında ya da ders kitaplarında üreme amaçlı klonlamanın daha fazla yer bulmasından kaynaklı yanılgı da olabilir. Örneğin, 2019 yılında okullarda okutulmakta olan sekizinci sınıf fen bilimleri ders kitabında klonlama örneği olarak (üreme amaçlı klonlama) koyun Dolly verilmiştir (Yancı, 2019). Aynı ders kitabında rekombinant DNA klonlama örneğinin olarak yeni özellik kazanmış DNA molekülü ifadesi geçmesine rağmen, kitap içeriğinde yeni özellik kazanmış DNA molekülü ile klonlama ilişkisinin kurulmadığı görülmektedir (Yancı, 2019). Ayrıca, ders kitabında klonlama tanımı olarak “seçilen bir canlının ya da bir özelliğinin birçok kopyasının üretilmesine klonlama adı verilir” ifadesi kullanıldıktan sonra, Dolly örneğine geçiş yapılmıştır (Yancı, 2019; s. 65). Tanımda vurgulanan “özelliğinin birçok kopyasının üretilmesi” ifadesiyle aslında rekombinant DNA klonlama ya da gen klonlamaya atıfta bulunulmasına rağmen, ders kitabında gen klonlama ile ilgili bilgiye yer verilmemiştir. Diğer taraftan, sekizinci sınıf ders kitabında terapötik klonlamaya ilişkin herhangi bir açıklamaya yer verilmemiştir (Yancı, 2019). Sekizinci sınıf ders kitabındaki bu durum, mevcut araştırma kapsamında bazı öğretmenlerde klonlama türü olarak sadece üreme amaçlı klonlama algısı oluşturmuş olabilir. Sonuç olarak, mevcut araştırmaya katılan birçok öğretmenin klonlamanın türlerine ilişkin algılarında bilgi eksiklikleri ve yanılgılarından dolayı sadece üreme amaçlı klonlamanın baskın olduğu belirlenmiştir.

Mevcut araştırmada bazı öğretmenlerin klon canlıların yaşam ömrünün kısa olduğuna dair algıya sahip oldukları belirlenmiştir. Klon canlıların yaşam ömrünün kısa olduğu algısının altında yatan bilgi eksikliği ya da yanılgının anlaşılması için, telomer uzunluğu ve somatik hücre nükleer transferi ile klonlama üzerinde durulması gerekecektir. Telomerler; ökaryotik kromozomların uçlarında bulunan ve proteine bağlı tandem olarak tekrarlanan basit DNA dizilerinden oluşan özel yapılardır (Blackbum, 1991). Bu anlamda telomer ve replikatif yaşlılık iki önemli kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Replikatif yaşlılık; hücrelerin ortalama 50 kez bölündükten sonra bölünme yeteneklerini kaybetmesi olarak ifade edilmekle birlikte, replikatif yaşlılığın temel nedeni olarak telomer kısalması gösterilmektedir (İpek & Tunca, 2016). Bu anlamda altı yıllık bir anneden kültürlenmiş bir meme hücresinden klonlanan

Dolly'nin önemli ölçüde kısalmış telomer uzunlukları sergilediğine dikkat çekilmektedir (Betts vd., 2005). Bu bilgi ışında, mevcut araştırmaya katılan öğretmenlerden bazılarının klon canlıının yaşam ömrünün kısa olduğuna dair algıları kısmen doğru kabul edilebilir. Diğer taraftan, farklı hayvan türlerinde somatik hücre nükleer transferi ile üretilen yavrularda aşınmış telomer uzunluğunun restorasyonu hakkında tartışmalı raporlar olduğuna dikkat çekilmektedir (Wani, Kumar, Hong & Umer, 2022). Örneğin, Betts ve diğerleri (2005) farklı somatik hücre tiplerinden türetilen Nijerya cüce keçi klonları arasındaki telomer uzunluklarındaki değişimleri ve iki erkek klonun yavrularının da aynı yaşta klonlanmamış olanları ile telomer uzunluklarını karşılaştırmışlardır. Araştırma sonucunda; erişkin granüloza hücrelerinden elde edilen keçi klonlarının deri biyopsilerinde telomer uzunluklarının kontrol keçileri için ölçülenlere kıyasla önemli ölçüde daha kısa olduğu rapor edilmiştir. İki erkek klonun yavrularının, aynı yaşta klonlanmamış olanlardan önemli ölçüde daha kısa telomer uzunluklarına sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada; klonlarda telomer uzunluğunun yeniden programlanmasının kullanılan donör hücre tipine bağlı olduğunu ve klonların soyunun, klonlama ile elde edilenden telomer uzunluğu değişikliklerini miras alabileceğine dikkat çekilmiştir. Farklı olarak Wani ve diğerleri (2022) klonlanmış develerin ortalama telomer uzunluğu ile doğal olarak üretilmiş olan develerin telomer uzunluklarını karşılaştırdıkları araştırmalarında; klonlanmış develerdeki telomer uzunluklarının, yaş uyumlu doğal olarak doğan develerinkine benzer olduğunu bulmuşlardır. Burgstaller ve Brem (2017) somatik hücre nükleer transferi ile klonlanmış hayvanların yaşlanma sürecinin normal hayvanlardan niteliksel olarak farklı olup olmadığına ilişkin yaptıkları derleme çalışmalarında; hayvanlarda yaşlanmayı etkilediği öne sürülen epigenetik düzen/düzensizlik, hasarlı makromoleküllerin birikmesi, kısalmış telomerler ve yaşa bağlı DNA hasarı olmak üzere dört ana faktöre dikkat çekmişlerdir. Dolayısıyla literatürdeki bulgular ışığında, mevcut araştırmada bazı öğretmenlerin klon canlıının yaşam ömrünün kısa olduğuna dair algıları belirli sınırlar içinde doğru kabul edilebilirken, belirli sınırlar içinde doğru kabul edilmeyebilir. Bu anlamda öğretmenlerin en azından telomer uzunluklarına dikkat çekmemeleri bilgi eksikliğine bağlanabilir. Ökaryotik bir canlı olmayan bakterilerde klonlamanın gen düzeyinde yapıldığı türü olan Rekombinant DNA klonlamada oluşturulan kopyalar için yaşam ömrü hakkında yorum yapmak doğru olmayacaktır. Bazı öğretmenlerin klonların yaşam ömrü kısa olur algıları üreme amaçlı klonlama açısından doğru olabilir ancak gen klonlama ya da Rekombinant DNA klonlama için doğru kabul edilmeyebilir. Örneğin, rekombinant DNA klonlamada DNA uçlarındaki telomerlerin uzunluğu ya da kısalığından bahsetmek doğru olmayacaktır. Sonuç olarak, mevcut araştırmada bazı öğretmenlerin klon canlılarının yaşam ömrünün kısa olduğuna dair eksik bilgiye sahip oldukları belirlenmiştir.

Son olarak, mevcut araştırmada bazı öğretmenlerin klonlama ile oluşan canlıların genetik özelliklerinin ve fiziksel görünümünün aynı olacağına dair algıya sahip oldukları belirlenmiştir. Bu öğretmenlerin klon canlıının ata canlı (ya da tek yumurta ikizlerindeki gibi) ile aynı fiziksel görünüme sahip olacağına ilişkin algıları bazı sınırlılar içerisinde kısmen doğru kabul edilebilir. Klon canlıların; her zaman fiziksel görünüşlerinin ata canlı ile aynı ya da ikizleri ile aynı olduğunu beklemek şart değildir. Örneğin, insanlarda tek yumurta ikizlerinin aynı genlere sahip olduğu düşünüldüğünde bu genler her insanda farklı şekilde ifade edildiğinden, ikizler

farklı çil ve parmak izi desenlerine sahip olabilmektedirler. Bu durumun nedenlerinden biri, tek yumurta ikizlerinin farklı amniyotik keselerde büyümesi olabilir. Başka bir örnek olarak, klonlanmış bir hayvandaki nokta deseni çok benzer olmasına rağmen, örtü rengine neden olan melanoblastların göçü nedeniyle ata canlıdan farklı olabilir. Bunu doğal klonlama örneği olan tek yumurta ikizlerinde de görmek mümkündür. Örneğin, doğal olarak doğan köpek siyah beyaz benekliyse, klonlanan köpeğin rengi de siyah beyaz benekli olacaktır. Ancak benekli desen değişebilir. Bir diğer durum da mutasyondur. Tek yumurta ikizleri aynı genetik yapıya sahip olmalarına rağmen, mutasyon sonucu dışardan doğrudan çıplak gözle görülebilen (dış görünüşteki fiziksel değişim) ya da doğrudan çıplak gözle görülmeyen (iç organlardaki fiziksel değişim, kan grupları) değişimler söz konusu olabilir. Klon canlılarda mutasyon olmasa dahi kalıtsal olmayan bir yol olan çevrenin etkisiyle meydana gelen modifikasyonlarla da fiziksel görünümünde değişiklikler olabilir. Mevcut araştırmada bazı öğretmenlerin klon canlıların genetik ve fiziksel özelliklerinin aynı olacağı düşüncesi mutasyon, çevre etkileri ve tek yumurta ikizleri için farklı amniyotik keselerde büyüme gibi durumlar hariç tutulduğunda, kısmen doğru olarak kabul edilebilir.

Öneriler

Mevcut çalışmada FBÖ'lerin klon, klonlama, klon canlıların özellikleri, klonlama türleri, klonlamanın yapaylığı ve doğallığı konularındaki genel bilgileri, eksiklikleri ve yanlışları dikkate alınarak, öğretmenlere bu konularda eğitimler verilmesi etkili olabilir. Örneğin, TÜBİTAK 2237 Eğitim Etkinlikleri Destekleme Programı kapsamında ya da hizmet içi eğitimlerle öğretmenlere klonlama konusunda daha fazla bilgi ve beceri kazandırılabilir. Lyngved (2009) çalışmasında; 17-18 yaş arası Norveçli biyoloji öğrencilerinin biyolojiye olan ilgilerinin gelişimini analiz etmek için bağlam temelli bir dijital öğretim ünitesi (bitkileri klonlama) tasarlamıştır. Bu çalışmada; birçok öğrencinin bu programı denemeden önce, klonlamayı "kopyalama" ve "koyun Dolly" ile ilişkilendirdiği bildirilmiştir. Araştırma sonucunda; bitkileri klonlama ünitesinin öğrencilerde daha derin ve çeşitlilik gösteren bir anlayış oluşturduğu ve klonlamaya olan öğrenci ilgisinin arttığı belirlenmiştir. Bu nedenle, FBÖ'lere verilecek klonlama konusundaki uygulamalı eğitimlerin onların klonlamaya ilişkin algılarını olumlu yönde etkileyeceği söylenebilir.

Araştırmaya katılan bazı FBÖ'lerin klon ve klonlamaya ilişkin algılarında bilgi kaynaklarının eğitim düzeyi açısından lise ve üniversite eğitimleri olduğu belirlenmiştir. Lise düzeyi biyoloji öğretim programında ve eğitim fakültelerinde özellikle fen bilgisi öğretmenliği programında; klon, klonlama, klon canlıların özellikleri, klonlama türleri, klonlamanın yapaylığı ve doğallığı hakkında daha ayrıntılı bilgiler verilebilir. Mevcut araştırmada öğretmenlerin klonlamaya ilişkin bilgi kaynakları arasında kitle iletişim araçlarının, bilim kurgu dizileri ve filmlerinin de önemli bir yere sahip olduğu belirlenmiştir. Bu durumda kitle iletişim araçlarında, bilim kurgu dizileri ve filmlerinde klonlama konusuna yer verilirken kavram yanlışlığı oluşturmayacak içeriklere yer verilmesine dikkat edilmelidir. Ayrıca, fen bilimleri öğretmen adaylarına yönelik klonlama ile ilgili konu, ders ya da içeriklerin literatür ile uyumlu olarak düzenlenmesi de dolaylı olarak gelecek öğretmenlik yaşantılarında klonlama algılarını olumlu yönde etkileyebilir.

Araştırmada FBÖ'lerin klonlamaya ilişkin algılarında üreme amaçlı klonlamanın ve klonlamanın yapay bir olay olduğuna ilişkin algıların daha baskın olduğu belirlenmiştir. Özellikle mevcut araştırmada öğretmenlerin bilgi kaynağı olarak lise ve üniversite eğitimlerine dikkat çekmeleri bu düzeylerde verilen eğitimlerin önemine işaret etmektedir. Ortaokul, lise ve eğitim fakültelerinde klonlama ile ilgili ders, konu ya da içeriklere yer verilirken, üreme amaçlı klonlama dışında diğer klonlama türlerine ve klonlamanın doğal olarak gerçekleştiği örneklere daha fazla yer verilebilir.

Mevcut çalışmada bilgi kaynağı olarak ön plana çıkan kitle iletişim araçlarında klonlama konusu ve kavramına yönelik söylemlerin analiz (söylem analizi) edilebileceği söylenebilir. Ders programı olarak öğrencilerin klonlama konusu ile ilk kez sekizinci sınıf fen bilimleri dersi kapsamında tanıştıkları düşünüldüğünde, sekizinci sınıf öğrencilerinin klonlama kavramına ilişkin algıları da incelenebilir. Yarı yapılandırılmış görüşmeler ve 10 katılımcı ile sınırlı olan bu nitel araştırmanın bulgularından yararlanılarak genelleme yapmak amacıyla daha geniş örneklemelere ulaşılarak nicel araştırmalar yürütülebilir. Son olarak, gelecek araştırmalarda FBÖ'lere yönelik geliştirilecek klonlama temalı etkinliklerin ya da eğitimlerin FBÖ'lerin klonlamaya yönelik algılarına yansımaları incelenebilir.

Yazarların Makaleye Katkı Oranları

Araştırmacı yazarlardan birinci yazar araştırmanın kurgulanması, veri toplama araçlarının geliştirilmesi, veri toplama sürecinin planlanması, verilerin analizi, araştırmanın raporunun hazırlanması süreçlerine katkı sağlamıştır. İkinci yazar ise katılımcılara ulaşma, görüşme için randevu süreçleri, görüşmeleri yürütme, görüşme sonrası verilerin Word dosyasına transkript edilmesi ve raporlama süreçlerinin bir kısmına katkı sağlamıştır.

Çıkar Beyanı

Bu çalışmanın yazarları arasında herhangi bir çıkar çatışması söz konusu değildir.

Destek Beyanı

Bu araştırma herhangi bir kurum veya kuruluş tarafından desteklenmemiş olup, araştırmacıların kendi imkânları doğrultusunda gerçekleştirilmiştir.

Etik Beyanı

Bu çalışmanın yazım sürecinde bilimsel, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş olduğunu; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamış olduğunu, karşılaşılabilecek tüm etik ihlallerde "*Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi Yayın Kurulunun*" hiçbir sorumluluğunun olmadığını, tüm sorumluluğun sorumlu yazarlara ait olduğunu ve bu çalışmanın herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiş olduğunu taahhüt ederiz.

Kaynakça

Alindra, A. L., Widodo, A., Rahman, T., & Riandi, R. (2021). The religious aspect in the lesson of cloning topic in Islamic organization-based high school. *International Conference on Mathematics and Science Education of Universitas Pendidikan Indonesia*, 5, 52-57.

- Ayvacı, H. Ş., & Bağ, H. (2016). Sınıf öğretmeni adaylarının bilim sözde-bilim ayrımına ilişkin görüşlerinin incelenmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(2), 539-566.
- Azungah, T. (2018). Qualitative research: deductive and inductive approaches to data analysis. *Qualitative Research Journal*, 18(4), 383-400.
- Bağcı, H. (1997). Klonlama teknikleri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Dergisi*, 14(1), 1-15.
- Bağış, H., & Sağırkaya, H. (2001). Klonlama. *Uludag University Journal of the Faculty of Veterinary Medicine*, 20(1-2), 187-198.
- Baltacı, A. (2018). Nitel araştırmalarda örnekleme yöntemleri ve örnek hacmi sorunsalı üzerine kavramsal bir inceleme. *Bitlis Eren Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(1), 231-274.
- Bazi, N. (2015). The juridical study of human cloning according to the Shi'ites. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences (JBES)*, 6(5), 525-530.
- Berkant, H. G. (2005). Ortaöğretim biyoloji öğretim programında klonlama konusunun kapsamı ve insan klonlamaya yönelik program önerisi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14(1), 107-120.
- Betts, D. H., Perrault, S. D., Petrik, J., Lin, L., Favetta, L. A., Keefer, C. L., & King, W. A. (2005). Telomere length analysis in goat clones and their offspring. *Molecular Reproduction and Development: Incorporating Gamete Research*, 72(4), 461-470.
- Bingöl, G. (2015). *Genetik kopyalama (Klonlama)*, Dördüncü baskı, Polat, F. (Edit.). *Biyolojide Özel Konular*, (s. 59-77). Ankara: Pegem Akademi.
- Blackburn, E. H. (1991). Telomeres. *Trends in Biochemical Sciences*, 16, 378-381.
- Borgerding, L. A., & Dagistan, M. (2018). Preservice science teachers' concerns and approaches for teaching socioscientific and controversial issues. *Journal of Science Teacher Education*, 29(4), 283-306.
- Burgstaller, J. P., & Brem, G. (2017). Aging of cloned animals: A mini-review. *Gerontology*, 63(5), 417-425.
- Concannon, J. P., Siegel, M. A., Halverson, K., & Freyermuth, S. (2010). College students' conceptions of stem cells, stem cell research, and cloning. *Journal of Science Education and Technology*, 19(2), 177-186.
- Creswell, J.W. (2003). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage
- Cui, K. H. (2005). Three concepts of cloning in human beings. *Reproductive Biomedicine Online*, 11(1), 16-17.
- Davis, J. M., & Becwar, M. R. (2007). *Developments in tree cloning*. Leatherhead: Pira International Ltd.

Dawson, V. (2007). An exploration of high school (12-17 year old) students' understanding of, and attitudes towards biotechnology processes.. *Research in Science Education*, 37, 59-73.

Deveci, İ. (2020). Genetik klonlama. Yıldırım, E. G., & Önder, A. N. (Editörler). *Senaryolarla desteklenmiş fen ve teknoloji uygulamaları*, (s. 99-152). Ankara: Anı Yayıncılık.

Evren-Yapıcıoğlu, A. (2016). Fen bilimleri öğretmen adaylarının sosyobilimsel durum temelli öğretim yaklaşımı uygulamalarına yönelik görüşleri ve çalışmalarına yansıtmaları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 2(2), 133-151.

Gurdon, J. B., & Byrne, J. A. (2002). Cloning of amphibians. Cibelli, J., Lanza, R. P., Campbell, K. H. S., West, M. D. (Eds.). *Principles of Cloning*, (pp. 281-286). London: Academic Press.

Gültekin, N., & Küçükateş, E. (2010). Biyoteknolojik Tedavilerin Bilimsel Arka Planındakiler. *İstanbul Üniversitesi Kardiyoloji Enstitüsü dergisi*, 9(3-4), 87-101.

Gürkan, G., & Kahraman, S. (2019). Fen bilgisi öğretmenlerinin biyoteknoloji ve genetik mühendisliği bilgi düzeylerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi: Malatya ili örneği. *İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(12), 66-78.

Harris, J. (2004). *On cloning*. New York: Routledge.

İpek, E., & Tunca, R. (2016). Yaşlanmanın biyolojisi. *Animal Health Production and Hygiene*, 5(2), 467-471.

Kahraman, S. (2020). Fen bilimleri öğretmen adaylarının biyoteknoloji, genetik mühendisliği ve klonlama kavramlarına ilişkin algılarının incelenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 14(1), 57-83.

Keskin, N. (2003). *Fen bilgisi eğitimi 3. sınıf öğrencilerinin gen klonlama konusunu öğrenmelerine poster sunumu etkinliğinin etkisi. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi)*. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Kırbağ-Zengin, F., Alan, B., & Geçeci, G. (2016). Akademik çelişki tekniğinin fen bilgisi öğretmen adaylarının klonlama kavramsal anlama seviyelerine ve fen öz yeterliklerine etkisi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 9(46), 581-585.

Klotzko, A. J. (1998). Dolly, cloning, and the public misunderstanding of science: A challenge for us all. *Cambridge Quarterly of Healthcare Ethics*, 7(2), 115-116.

Klugman, C. M., & Murray, T. H. (1998). Cloning, historical ethics, and NBAC, James M. Humber and Robert F. Almeder Ed., *Human cloning*, (pp.3-52). New York: Springer Science+Business Media.

Konak, M. A., & Sürmeli, H. (2021). Fen bilimleri öğretmenlerinin biyoteknolojiye yönelik tutumları ve biyoetik değerleri: Biyoteknolojinin renkleri projesi. *Türkiye Bilimsel Araştırmalar Dergisi*, 6(2), 378-399.

Kutluca A. Y., Çetin P. S., & Doğan, N. (2014). Effect of content knowledge on scientific argumentation quality: Cloning context. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 8(1), 1-30.

Larsson, J., & Holmström, I. (2007). Phenomenographic or phenomenological analysis: Does it matter? Examples from a study on anaesthesiologists' work. *International Journal of Qualitative Studies on Health and Well-being*, 2(1), 55-64.

Lyngved, R. (2009). Learning about cloning: Developing student knowledge and interest through an interactive, context-based approach. *Nordic Studies in Science Education*, 5(2), 142-157.

Marton, F. (1981). Phenomenography - describing conceptions of the world around us. *Instructional Science*, 10, 177-200.

Marton, F. (1986). Phenomenography: A research approach investigating different understandings of reality. *Journal of Thought*, 21(3), 28-49.

Marton, F. (1988). Phenomenography: Exploring different conceptions of reality. In D. M. Fetterman (Ed.), *Qualitative approaches to evaluation in education: The silent scientific revolution*, (pp. 176-205). New York: Praeger.

MEB (2018a). *Fen bilimleri dersi öğretim programı* (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar). Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı <https://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=325>

MEB (2018b). *Ortaöğretim biyoloji dersi öğretim programı* (9, 10, 11 ve 12. sınıflar). Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı <https://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=361>

Mertens, D. M. (2010). *Research and evaluation in education and psychology: Integrating diversity with quantitative, qualitative, and mixed methods*. Third Edition, California: Sage publications.

Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2th Ed.). London: Sage Publications.

Neuman, W. L. (2014). *Basics of social research: Qualitative & quantitative approaches*. Third Edition. Harlow: Pearson Education Limited.

Orhan, T. Y., & Sahin, N. (2018). The impact of innovative teaching approaches on biotechnology knowledge and laboratory experiences of science teachers. *Education Sciences*, 8, 1-24.

Panno, J. (2005). *Animal cloning: The science of nuclear transfer*. New York: Facts On File Inc.

Ramadass, P. (2013). *Cloning*. Chennai: MJP Publisher.

Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2003). The morality of socioscientific issues: Construal and resolution of genetic engineering dilemmas. *Science education*, 88, 4-27.

Sakmen, G., Genç M., & Arslan, H. Ö. (2020) Ortaokul 6. sınıf öğrencilerinin bir sosyobilimsel konu olan organ bağıışı hakkındaki görüşleri. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(2), 346-371.

Semenderoğlu, F. (2012). *Tasarlanan yapılandırmacı bir eğitim programının lise öğrencilerinin 'insanın genetik yapısı ve genom projesi' hakkındaki algıları, kavram yanılgıları ve biyoloji dersine yönelik tutumlarına etkisi (Yayımlanmamış Doktora Tezi)*. Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Shafique, S. (2020). Scientific and ethical implications of human and animal cloning. *International Journal of Science, Technology and Society*, 8(1), 9-17.

Shanmugam, C., Longo, U.G., & Maffulli, N. (2012). Moleculer and cell biology, immunology and genetics, Sivananthan, S., Sherry, E., Warnke, P., & Miller, M. (Eds.). *Mercer's textbook of orthopaedics and trauma* (Tenth edition), (pp. 139-154). Boca Raton: CRC Press.

Sıcaker, A., & Öz-Aydın, S. (2015). Ortaöğretim biyoteknoloji ve gen mühendisliği kavramlarının öğrenciler tarafından değerlendirilmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 51-67.

Sürmeli, H., & 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.

Svensson, L. (1997). Theoretical foundations of phenomenography. *Higher Education Research & Development*, 16(2), 159-171.

Topçu, M. S., Muğaloğlu, E. Z., & Güven, D. (2014). Fen eğitiminde sosyobilimsel konular: Türkiye örneği. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(6), 1-22.

Turan F. N. (2020). *Klonlama ile ilgili öğrenci düşünceleri* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Voelker, R. (1994). A clone by any other name is still an ethical concern. *JAMA*, 271(5), 331-332.

Wani, N. A., Kumar, K. P., Hong, S., & Umer, M. A. (2022). Telomere length in dromedary camels (*Camelus dromedarius*) produced by somatic cell nuclear transfer (SCNT) and their age-matched naturally produced counterparts. *Theriogenology*, 177, 151-156.

Webber, H. J. (1903). New horticultural and agricultural terms. *Science*, 18(459), 501-503.

Wilmut, I. (1998). Cloning for medicine. *Scientific American*, 279(6), 58-63.

Wong, D. W. S. (2018). *In the ABCs of gene cloning* (Third Edition). Cham: Springer International Publishing.

Yancı, M. V. (2019). *Ortaokul ve imam hatip ortaokulu fen bilimleri sekizinci sınıf ders kitabı*. Ankara: Dikey Yayıncılık.

Kaynak Gösterimi İçin (For cited in):

Deveci, İ. & Yıldız, A. (2022). Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Klonlama Kavramına İlişkin Algıları, *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 10(1), 84-114. DOI: <https://doi.org/10.56423/fbod.1058606>