



Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)
Cilt 14, Sayı 1, Haziran 2020, sayfa 57-83. ISSN: 1307-6086

Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education
Vol. 14, Issue 1, June 2020, pp. 57-83. ISSN: 1307-6086

Araştırma Makalesi / Research Article

Investigation of Preservice Science Teachers' Perceptions about Biotechnology, Genetic Engineering and Cloning Concepts

Sibel KAHRAMAN

Inonu University, Faculty of Education, Department of Mathematics and Science
Education, Malatya, Turkey, sibel.kahraman@inonu.edu.tr
<http://orcid.org/0000-0002-0720-4917>

Received : 11.06.2019

Accepted : 20.03.2020

Doi: 10.17522/balikesirnef.576192

Abstract – The purpose of the research is to examine preservice science teachers' perceptions and perceptual changes towards biotechnology, genetic engineering and cloning concepts. For this purpose, the Word Association Test (WAT) was applied two times to 59 preservice science teachers, who are studying at Inonu University, in the third grades of 2017-2018 school year and the fourth grades of 2018-2019 school year. The study was designed based on one of the qualitative research method named as phenomenology and analyzed with content analysis. A frequency table consisting of key concepts and answer words was prepared as a result of the WAT. According to this table, concept networks that reveal the cognitive structures of preservice science teachers are drawn. In the study, it was determined that preservice science teachers' cognitive structures related to biotechnology, genetic engineering and cloning concepts developed with the routine courses related biotechnology. The results showed that the preservice teachers' prior knowledge widened to the large area that was not related to the concepts and, they produced more responses in the after taking related courses. In addition, it was concluded that the preservice teachers' misconceptions decreased and they perceived the relationship between concepts as a network after taking the related courses. The importance of the research results in terms of biotechnology/science education and using WAT as an educational tool were criticised.

Key words: Biotechnology, cloning, genetic engineering, preservice science teachers, word association test

Corresponding author: Sibel KAHRAMAN, Inonu University, Faculty of Education, Department of Mathematics and Science Education, Malatya, Turkey

Summary

Introduction

In recent years, biotechnological applications such as genetic engineering and gene cloning have caused with the change of understanding in the fields of genetics and molecular biology. As a result of these applications and research, biotechnology has become the fastest growing, most exciting and most progressive field of science and technology (Sorgo & Ambrozic-Dolinsek, 2010). The multidisciplinary structure of biotechnology is composed of knowledge that can be perceived as complex for learners (Thieman and Palladino, 2013). In addition, the rapid improvements in those technologies lead to rapid emergence of different benefits and risks and also increase the importance of biotechnological knowledge and related discussions in our daily lives.

Teachers are the key people who determine what is taught (or not taught) in the classroom. In educating students as individuals who have knowledge about biotechnology related developments, science educators working at every level of schooling ranging from primary education to tertiary education should play an important role (Gürkan, 2013). Examining related literature show that, teachers do not allocate much time for biotechnology in lessons (Fonseca, Costa, Lencastre, & Tavares, 2012; Steele & Aubusson, 2004). Also, students are prejudiced against biotechnology, thinking that it is a hard field (Steele & Aubusson, 2004) and possibly as a result of this, students are known to be unwilling to learn about biotechnology (Kidman, 2009). Teachers are also known to have negative perceptions and beliefs concerning biotechnology (France, 2007).

Methodology

The purpose of the research is to examine preservice science teachers' perceptions and perceptual changes towards biotechnology, genetic engineering and cloning concepts. For this purpose, the Word Association Test (WAT) was applied two times to 59 preservice science teachers, who are studying at Inonu University, in the third year and the fourth year of the school. The study was designed based on one of the qualitative research method named as phenomenology and analyzed with content analysis. A frequency table consisting of key concepts and answer words was prepared as a result of the WAT. According to this table, concept networks that reveal the cognitive structures of preservice science teachers are drawn. In addition to that, the words which were considered to be unrelated, which were not relevant

to the main concept and which were repeated two times or below two times were excluded from the analysis.

Findings and Discussion

Results show that the third grade preservice science teachers who participated in the research produced the most ($f = 229$) term for genetic engineering term and the least ($f = 174$) response concept for biotechnology term. According to findings, it is seen that the fourth grade preservice science teachers who participated in the research produced the most ($f = 258$) term for cloning term and the least ($f = 224$) response concept for biotechnology term. In the study, it was understood that the words obtained regarding the given concept increased both quantitatively and qualitatively, decreased misconceptions after the biotechnology courses. When Figures 1 and 2 are examined, it is seen that third class preservice science teachers mostly find it difficult to produce words related to biotechnology. These terms, which are revived in their minds, are more often superficial and are frequently used in daily life, and their scientific basis is weak. On the other hand, it is noteworthy that the mental structures of the forth class preservice science teachers related to the term of biotechnology are not scientific and misconceptions. In particular, an increase in the number of concepts related to the product production process and areas of use of biotechnology can be considered as an indicator of scientific and meaningful learning.

According to results, it is suggested that more information about the topics of biotechnological applications should be given in undergraduate program of preservice science teachers.

Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Biyoteknoloji, Genetik Mühendisliği ve Klonlama Kavramlarına İlişkin Algılarının İncelenmesi

Sibel KAHRAMAN

İnönü Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Malatya,
Türkiye, sibel.kahraman@inonu.edu.tr <http://orcid.org/0000-0002-0720-4917>

Gönderme Tarihi: 11.06.2019

Kabul Tarihi: 20.03.2020

Doi: 10.17522/balikesirnef.576192

Özet – Bu çalışmanın amacı, fen bilimleri öğretmen adaylarının biyoteknoloji, genetik mühendisliği ve klonlama kavramlarına yönelik algılarını ve algısal değişimlerini incelemektir. Bu amaçla, İnönü Üniversitesi'nde öğrenim gören 59 öğretmen adayına üçüncü sınıfta (2017-2018 eğitim-öğretim dönemi) ve dördüncü sınıfta (2018-2019 eğitim-öğretim dönemi) olmak üzere, iki kez Kelime İlişkilendirme Testi (KİT) uygulanmıştır. Nitel araştırma yöntemlerinden olgu bilim desenine göre tasarlanan çalışmada, içerik analizi tekniği kullanılmıştır. KİT uygulaması sonucunda anahtar kavramlar ile ilişkili verilen cevaplardan oluşan bir frekans tablosu hazırlanmıştır. Bu tabloya göre fen bilimleri öğretmen adaylarının bilişsel yapılarını ortaya çıkaran kavram ağları çizilmiştir. Araştırmada ilgili kavramlara yönelik verilen rutin derslerin fen bilimleri öğretmen adaylarının biyoteknoloji, genetik mühendisliği ve klonlama kavramları ile ilgili bilişsel yapılarını geliştirdiği belirlenmiştir. Araştırma sonuçları öğretmen adaylarının ön bilgilerinin konu ile çok yakın ilgisi olmayan geniş bir alana yayıldığını ilgili dersleri aldıktan sonra ise daha bilimsel ve daha fazla sayıda cevaplar ürettiklerini göstermiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının ilgili dersleri aldıktan sonra kavram yanılıklarının azaldığı ve kavramlar arası ilişkiyi bir ağ biçiminde algıladığı sonucuna ulaşılmıştır. Araştırma sonuçlarının biyoteknoloji eğitimi açısından önemi ve ayrıca kelime ilişkilendirme testlerinin eğitimsel bir araç olarak nasıl kullanılabileceği irdelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Biyoteknoloji, fen bilimleri öğretmen adayı, genetik mühendisliği, kelime ilişkilendirme testi, klonlama

Sorumlu yazar: Sibel KAHRAMAN, İnönü Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Malatya, Türkiye

Giriş

21. yüzyılın en önemli bilimsel gelişmeleri, genetik ve moleküler biyoloji alanındaki anlayışın hızla gelişmesiyle birlikte genetik mühendisliği, rekombinant DNA teknolojisi,

klonlama gibi pek çok alanı yapısında barındıran biyoteknoloji alanında yaşanmıştır. Biyoteknolojinin multidisipliner yapısı ve pek çok bilim dalına ait karmaşık gelebilecek bilgileri bir arada bulundurması, bu alanı öğrenmeye çalışanlar açısından güçlükler oluşturmaktadır (Thieman & Palladino, 2013). Ayrıca bu teknolojinin hızlı bir şekilde gelişmesi hayatımıza girmesini kolaylaştırmış olup gün geçtikçe yeni faydalar ve riskler ortaya çıkmasına yol açarak bu konudaki bilgilerin yaşantımızda daha çok tartışılmasına neden olmuştur (Sıcaker & Öz Aydın, 2015).

Bilimsel okuryazarlığın çok önemli olduğu çağımızda fen bilimleri alanında en önemli bilimsel gelişmelerinden birisi olan biyoteknoloji uygulamalarının toplum tarafından daha iyi anlaşılabilmesi için bu konudaki bazı temel bilgilerin öğrenilmesi ve öğretilmesi zorunlu hale gelmiştir (Öcal, 2012; Gürkan & Kahraman, 2018). Biyoteknoloji eğitime yönelik olarak yapılan araştırmalarda, eğitimin her kademesindeki programlarda özellikle biyoteknolojinin günlük hayatta kullanımına yönelik doğru bilgilerin geniş bir şekilde yer alması gerektiği ve bunun yanı sıra fen bilimleri öğretmenlerinin bu konularda bilgili ve donanımlı olması gerektiğine vurgu yapılmaktadır (Olsher & Dreyfus, 1999; Marchant & Marchant, 1999; France, 2000; Thomas vd., 2002; akt. Darçın, 2007). Türkiye’de YÖK tarafından 2006-2007 akademik yılından itibaren öğretmen yetiştirme programlarında güncellemeler yapılarak, Fen Bilgisi Öğretmenliği Lisans programına üçüncü sınıfta “Genetik ve Biyoteknoloji” ve dördüncü sınıfta “Biyolojide Özel Konular” dersleri konulmuştur (Gürkan, 2013). 2018’de YÖK tarafından yeniden düzenlenen Fen Bilgisi Öğretmenliği Lisans programında ise biyoteknoloji ile ilgili konular dördüncü dönem verilen Biyoloji 3 dersi kapsamına alınmıştır (YÖK, 2018). Ülkemizde lise programı kapsamında biyoteknoloji ve uygulamaları ile ilgili konular 12. sınıfta biyoloji dersinde yer alırken, ortaokullarda yenilenen fen bilimleri dersi kapsamında sekizinci sınıfta verilmektedir (MEB, 2018; MEB, 2017). Fen Bilimleri dersinin hedefleri arasında öğrencileri fen bilimlerine ilişkin bilgi, beceri, olumlu tutuma sahip, araştıran, sorgulayan, mantıksal muhakemeye karar veren, yenilikçi düşünen, problem çözebilen bireyler olarak yetiştirmek olduğu düşünüldüğünde, biyoteknoloji uygulamalarının fen eğitimine yapacağı katkının önemi ortaya çıkmaktadır (Klop, Severiens, Knippels, van Mil, & Ten Dam, 2010; Uysal, Cebesoy, & Karışan 2018).

İlgili alan yazın incelendiğinde, fen bilimleri öğretmen ve/veya öğretmen adaylarının biyoteknoloji konularını problem olarak gördükleri ve bilgi düzeylerinin yetersiz olduğu belirtilmektedir (Şenler, Kozcu Çakır, Görecek, & Göçmen Çakır, 2006; Chabalengula, Mumba, & Chitiyo, 2011; Gürkan, 2013). Ayrıca, fen bilimleri öğretmen ve/veya öğretmen

adaylarının biyoteknolojiyi tam ve doğru olarak tanımlamakta zorluk çektikleri bulunmuştur (Yüce, 2011). Gürkan ve Kahraman, (2018, 2019) tarafından yapılan çalışmalarda ise, öğretmen ve öğretmen adaylarının genetik mühendisliği, genetiği değiştirilmiş canlılar/gıdalar, klonlama ve insan genom projesi ile ilgili konularda bilgi eksiklikleri olduğu belirlenmiştir. Ayrıca biyoteknoloji konularının öğrenciler için soyut ve karmaşık olması, yetersiz alan bilgisi, konu ile ilgili negatif tutum ve önyargıya sahip öğretmenlerle birleşince öğrenciler için ilgili konular daha anlaşılabilir hale gelebilmektedir (Turan & Koç, 2012; Uysal vd., 2018). Uluslararası alan yazında da benzer bir durum göze çarpmakta olup, bu çalışmalara göre; öğretmenler biyoteknolojiye derslerde çok fazla zaman ayırmamaktadırlar (Fonseca, Costa, Lencastre, & Tavares, 2012; Steele & Aubusson, 2004). Öğrencilerin biyoteknolojinin zor olduğuna dair önyargıları vardır (Steele & Aubusson, 2004). Ayrıca öğrencilerin, muhtemelen bu sebepten kaynaklanan biyoteknolojiye karşı öğrenme isteksizlikleri gözlenmektedir (Kidman, 2009). Öğretmenlerin ise biyoteknolojiye dair olumsuz algı ve inanışları olduğu belirtilmektedir (France, 2007). Lamanauskas ve Makarskaite-Petkevičienė (2008) tarafından yürütülen bir çalışmaya göre, öğretmen adaylarının biyoteknoloji bilgi seviyeleri düşük, genetiği değiştirilmiş gıdalara olumsuz bakmakta ve DNA'ya müdahale etmenin etik olmadığına inanmaktadırlar. Ulusal ve uluslararası alan yazında yapılan çalışmalar, öğrencilerin biyoteknoloji alanındaki temel kavramları, biyoteknolojinin uygulama alanlarını ve bu alandaki diğer bilimsel gelişmelerin uygulamalarını kavramsal olarak anlamalarında sorunlar olduğunu göstermektedir (Semenderoğlu & Aydın, 2014).

Biyoteknoloji eğitiminde önemli rol oynayan fen bilimleri öğretmenleri, lisans eğitimleri sırasında doğrudan biyoteknoloji içeriğine sahip dersler almakla birlikte, biyoloji derslerinde de biyoteknolojik kavramlar ile dolaylı ilişkili konuların yer aldığı çeşitli dersler almaktadır. Ancak, bu derslere rağmen, yukarıda bahsedilen alan yazın çalışmalarında belirtilen biyoteknoloji uygulamaları algısındaki sıkıntılar, fen bilimleri öğretmen ve öğretmen adaylarının biyoteknoloji eğitimiyle ilgili sorunlar olabileceğine işaret etmektedir. Buradan yola çıkarak, bu çalışmanın amacı; araştırmaya katılan fen bilimleri öğretmen adaylarının, söz konusu dersleri almadan önce ve aldıktan sonra biyoteknoloji, genetik mühendisliği ve klonlama kavramları hakkında algısını ve kavramlar arasında kurduğu bağlantıları saptamaktır.

Yapılandırmacılık yaklaşımında Ausubel (1963)'in belirttiği gibi kavramlar öğrenmenin kalitesini ve niteliğini etkileme açısından önemli bir yere sahiptir ve bilimsel bilgilerin anlaşılmasında kavramların doğru bir şekilde bilinmesi büyük önem taşımaktadır. Bilişsel

yapı bir öğrencinin uzun süreli belleğindeki kavramların ilişkilerini simgeleyen ve varsayıma dayanan bir yapıdır (Gilbert, Boulter, & Rutherford, 1998). Bireylerin herhangi bir kavram ile ilgili sahip olduğu bilişsel yapılarını ortaya koymak zordur ancak o kavram hakkında düşüncelerini ortaya çıkarmak mümkündür (Gilbert & Boulter, 2000). Bireylerin bilişsel yapılarını belirleyebilmek amacıyla pek çok yöntemden yararlanılmaktadır. Bu yöntemlerden biri Kelime İlişkilendirme Testleri'dir (KİT). KİT öğrencilerin kavramlar arasında kurduğu ilişkileri yani bilgi ağını açığa çıkarmak için geliştirilmiş testlerdir. Ayrıca KİT ile öğrencilerin uzun dönemli hafızasındaki kavramlar arasındaki ilişkilerin yeterli veya anlamlı olup olmadığını tespit edebilmek de mümkündür (Atasoy, 2004; Bahar & Özatlı, 2003).

KİT, fen bilimleri eğitimi alanında da öğrencilerin ve öğretmen adaylarının bilişsel yapılarını ortaya koymak, kavram yanlışlarını belirlemek ve kavramsal değişimi tespit etmek amacıyla kullanılan bir ölçme-değerlendirme tekniğidir. (Taşdere, Özsevgeç & Türkmen, 2014). Bahar ve Özatlı (2003) lise birinci sınıf öğrencilerinin canlıların temel bileşenleri ile ilgili bilişsel yapısını araştırmak amacıyla, Derman ve Eilks (2016) ise çözelti ve çözünme kavramları ile ilgili 11. Sınıf lise öğrencilerinin bilişsel yapılarını ortaya çıkarmak amacıyla KİT kullanmıştır. Keleş (2018) fen bilgisi öğretmen adaylarının kök hücre konusunda bilişsel yapılarını belirlemek amacıyla KİT kullanmıştır. Özata Yücel ve Özkan (2018) ise KİT kullanarak fen bilimleri öğretmen adaylarının çevre sorunları algılarındaki değişimi tespit etmiştir. Taşdere, vd. (2014) tarafından fen ve teknoloji öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin bilişsel yapılarını ortaya çıkarmak amacıyla KİT uygulanmıştır. Bahsi geçen çalışmalar, KİT'lerin kullanılmasının, öğrencilerin bilişsel yapılarındaki kavram türlerini ve sayılarını ortaya koyduğundan, etkili bir yöntem olduğunu göstermiştir. Aynı zamanda kavramlar arasındaki ilişkileri ortaya çıkarmak ve belli alanlarda bilişsel yapıların gelişimini tanımlamak açısından da KİT'lerin önemli bir araç olarak kullanılabilmesi belirtilmiştir.

Konu ile ilgili alan yazın incelendiğinde biyoteknoloji, genetik mühendisliği ve klonlama kavramlarına ilişkin öğrenci ve/veya öğretmenler ile yürütülmüş herhangi bir KİT çalışmasına rastlanmamıştır. Bahsi geçen kavramlar ile ilgili olarak alan yazında yer alan ve bilişsel yapının ortaya çıkarıldığı çalışmaların ise, bilgi/başarı testleri ile yürütülmüş çalışmalar (Gürkan & Kahraman, 2018, Dawson & Shibeci, 2003; Prokop, Leskova, Kubiato, & Diran, 2007; Uşak, Erdoğan, Prokop, & Özel, 2009; Yüce, 2011; Şenler, vd., 2006) ve metafor çalışmaları (Akçay, 2016) olduğu dikkat çekmektedir. Bu bağlamda, bu çalışma biyoteknoloji, genetik mühendisliği ve klonlama kavramlarına ilişkin fen bilimleri

öğretmen adaylarının bilişsel yapılarının KİT ile ortaya çıkarıldığı ilk çalışma olma niteliğindedir.

Problem Durumu

Biyoteknoloji; en genel haliyle, “biyolojik süreç, sistem ya da araçlar kullanılarak ekonomik değeri olan ürünlerin üretilmesi” şeklinde tanımlanmaktadır. “Bir canlıya başka canlı türünden gen aktarılması ya da mevcut genetik yapıya müdahale edilmesi yoluyla yeni genetik özellikler kazandırılması” nı sağlayan rekombinant DNA teknolojisi uygulamalarına genetik mühendisliği adı verilirken, bu teknolojiler kullanılarak “DNA molekülü hücre veya organizmanın genetik olarak birçok benzerinin üretilmesi” işlemi ise klonlama olarak adlandırılmaktadır. Biyoteknoloji ve genetik mühendisliği kavramlarının 21. yüzyıla damgasını vuracak bilimsel gelişmeler olduğu şüphe götürmez bir gerçektir. Klonlama ise özellikle Dolly'nin klonlanmasının toplumda yarattığı ilgiden dolayı biyoteknolojinin bireysel ve toplumsal anlamda en fazla tartışılan ve ilgi çeken kavramlarından birisidir. Dolly'nin klonlanmasını takiben gelecekte olabilecek insan klonlama çalışmalarındaki olası riskler ise tartışma konusu olmaya devam etmektedir. Bu nedenle biyoteknoloji ve genetik mühendisliği kavramlarının yanı sıra toplumsal olarak en çok ilgi duyulan klonlama kavramı çalışma kapsamına dahil edilmiştir.

Bu çalışma kapsamında fen bilimleri öğretmen adaylarının biyoteknoloji, genetik mühendisliği ve klonlama kavramlarına yönelik olarak; **i**) lisans programlarında yer alan rutin dersleri almadan önce ve sonra bilişsel yapılarını araştırmak, **ii**) sahip oldukları kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak ve **iii**) lisans eğitimleri süresince verilen biyoteknoloji eğitimine yönelik dersleri aldıktan sonra ortaya çıkan kavramsal değişiklikleri tespit etmek amaçlanmıştır.

Yöntem

Araştırma Deseni

Araştırmada yöntem olarak fen bilimleri öğretmen adaylarının biyoteknoloji, genetik mühendisliği ve klonlama kavramlarına yönelik bilişsel yapıları ve zihinlerindeki kavram yanlışlarını tespit etmek için boylamsal tarama yöntemi kullanılmıştır. Bilimsel araştırmalarda incelenen olgular genellikle zaman içinde değişim halindedir ve bazen anın fotoğrafını çekmek yerine zaman içerisindeki değişimlere odaklanmak gerekebilir. Boylamsal tarama, veri toplama sürecinin zaman içinde tekrarlandığı bir tarama türüdür (Fraenkel & Wallen, 2000; akt: Özdemir, 2014). Boylamsal olarak tasarlanan bu araştırmanın ilk

aşamasında, fen bilimleri öğretmen adayları henüz biyoteknoloji, genetik mühendisliği ve klonlama algılarını etkileyebilecek olan dersleri almaya başlamadan önce, ilk veriler toplanmıştır. İkinci aşamada “Genetik ve Biyoteknoloji” ve “Biyolojide Özel Konular” gibi fen bilgisi programlarında yer alan rutin derslerini başarıyla tamamladıktan sonra, aynı fen bilimleri öğretmen adaylarından ikinci kez veri toplanmıştır. Bu sayede fen bilimleri öğretmen adaylarının eğitim fakültesinde aldıkları derslerin bahsi geçen kavramlar ile ilgili algılarındaki değişime etkisinin boylamsal olarak incelenmesi hedeflenmiştir.

Çalışma Grubu

Çalışma grubunun belirlenmesinde, amaçlı örnekleme yöntemlerinden, önceden belirlenmiş tüm ölçütleri karşılayan durumları incelemeyi hedefleyen ölçüt örnekleme kullanılmıştır (Patton, 1990). Bu amaçla, İnönü Üniversitesi’nde öğrenim gören 59 fen bilimleri öğretmen adayından üçüncü sınıfta (2017-2018 eğitim-öğretim dönemi) ve dördüncü sınıfta (2018-2019 eğitim-öğretim dönemi) olmak üzere iki kez veri toplanmıştır.

Veri Toplama Aracı, Verilerin Toplanması ve Analizi

Fen bilimleri öğretmen adaylarının biyoteknoloji, genetik mühendisliği ve klonlama kavramlarına yönelik bilişsel yapılarını ortaya çıkarmak için KİT uygulanmıştır. Esas uygulamaya geçilmeden önce fen bilimleri öğretmen adaylarına KİT’in özellikleri ayrıntılı bir şekilde anlatılarak tanıtılmış ve farklı örnekler verilerek açıklama yapılmıştır. İlgili kavramlar seçilirken alan yazında konu ile ilgili yapılan çalışmalarda en fazla kavram yanlışlarının olduğu ve günlük hayatta sıklıkla karşılaşılan terimlerin seçilmesine dikkat edilmiştir. Ayrıca fen bilimleri alanında uzman üç akademisyenin görüşlerine başvurularak anahtar kavramlara son hali verilmiştir. KİT’in geçerliği uzman görüşü alınarak sağlanmış olup, verilerin analizinde güvenilirliği sağlamak için elde edilen veriler iki ayrı araştırmacı tarafından değerlendirilmiştir. Araştırmacılar arasındaki uyum yüzdesi %90 olarak hesaplanmıştır. Uyum yüzdesinin %70 ve üstünde olması kabul edilebilir bir eşik değer olarak görülmektedir (Miles & Huberman, 1994). Fikir ayrılığına düşülen kodlamalar tekrar gözden geçirilmiş, fikir birliğine varılarak nihai temalar oluşturulmuştur.

Kelime ilişkilendirme testi uygulamasında öğretmen adaylarından biyoteknoloji, genetik mühendisliği ve klonlama kavramlarına ilişkin zihinlerinde çağrışan ilk 5 kelimeyi alt alta yazmaları istenmiştir. Anahtar kavramın alt alta yazılmasının sebebi, zincirleme cevap riskini ve anahtar kavram yerine cevap olarak yazdığı kelimelerin aklına getirdiği kelimelere odaklanmasını önlemektir (Bahar & Özatlı 2003). Öğretmen adaylarına her bir kavram için 20 saniye süre verilmiştir ve testteki her bir kavrama eşit süre ayırmaları amacıyla her kavram

için verilen süre dolduktan sonra bir sonraki anahtar kavrama geçilmiştir. İlgili alan yazında anahtar kavramın tekrarlanma durumuna göre verilen sürenin değiştiği görülmektedir. Konu ile ilgili çalışmalarda anahtar kavramın beş kez tekrarlanması durumunda bu süre 20 saniye olarak belirlendiğinden bu çalışmada da her bir kavram için öğrencilere 20 saniye süre verilmiştir (Kurt & Ekici, 2013).

Verilerin analizinde KİT sonucunda üretilen cevap kelimelerin sayısı dikkate alınmıştır. Bahar, Nartgün, Bıçak ve Durmuş'a (2006) göre bir kavramla ilişkilendirilen kelimelerin sayısı ve niteliği o kavramın anlaşılıp anlaşılmadığını belirlemek amacıyla kullanılabilir. Bu bağlamda fen bilimleri öğretmen adayları henüz biyoteknoloji, genetik mühendisliği ve klonlama algılarını etkileyebilecek olan lisans derslerini almaya başlamadan önce ve sonrasında anahtar kavramlara karşılık verilen konuyla ilişkili cevap kelimelerin sayısı frekans tablosu haline getirilerek analiz edilmiştir. Frekans tablolarında 1 kez tekrarlanması ve anlamlı olmaması gibi nedenlerden dolayı bazı kelimeler yer almamıştır (Ekici & Kurt, 2014).

KİT sonucunda elde edilen verilerin analizinde kullanılan bir diğer metot ise Bahar, Johnstone ve Sutcliffe (1999) tarafından ortaya konulan kesme noktası (KN) tekniği ve kavram ağı oluşturulmasıdır. Bu amaçla frekans tabloları oluşturulduktan sonra, bu tabloların ışığında herhangi bir anahtar kavram için en fazla verilen cevap kelimenin 3-5 sayı aşağısı KN olarak kullanılmıştır. Belli frekansın üstünde bulunan cevaplar, kavram ağının ilk kısmındaki bölüme yazıldıktan sonra kesme noktası belirli aralıklar ile aşağıya çekilir (Bahar & Özatlı, 2003). Her bir kesme noktası aralığı, o kadar sayıdaki öğretmen adayının anahtar kavramlara karşılık verdikleri cevap kelimeleri göstermektedir. Bu kavramlar ve cevap kelimeler arasında bağlantılar kurularak ilgili kesme noktası aralığındaki kavram ağları ortaya çıkarılmıştır (Ercan, Taşdere & Ercan, 2010).

Bulgular ve Yorumlar

Fen bilimleri öğretmen adaylarına lisans öğretim programının öngördüğü dersleri almadan önce uygulanan KİT aracılığıyla elde edilen biyoteknoloji, genetik mühendisliği ve klonlama terimleriyle ilişkilendirilen kavramların tekrarlanma sıklığını gösteren frekans tablosu ve kavram ağı haritası oluşturulmuştur. Tablo 1'de ilk uygulama sonucunda (3. sınıf) KİT aracılığıyla elde edilen frekans değerleri yer almaktadır.

Çalışmaya katılan fen bilimleri öğretmen adaylarının biyoteknoloji, genetik mühendisliği ve klonlama terimleriyle ilgili frekans tabloları hazırlanırken, bir kez kullanılan (birey, cansız, röntgen gibi) ve/veya anlamlı olmayan (düşünme, TSE, karbon gibi) kelimeler

tablolarda yer almamıştır. Her bir anahtar terim için bu kategoride yer alan terimlerin oranının toplam oluşturulan cevap kelimelere oranı, biyoteknoloji terimi için 50 (% 22) cevap terim düzeyinde, genetik mühendisliği için 45 (% 16) cevap terim düzeyinde iken klonlama terimi için bu oran 50 (% 19) cevap terim düzeyinde elde edilmiştir.

Tablo 1 Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Biyoteknoloji, Genetik Mühendisliği ve Klonlama Kavramlarına İlişkin İlgili Dersleri Almadan Önce Cevap Kelime Sayıları

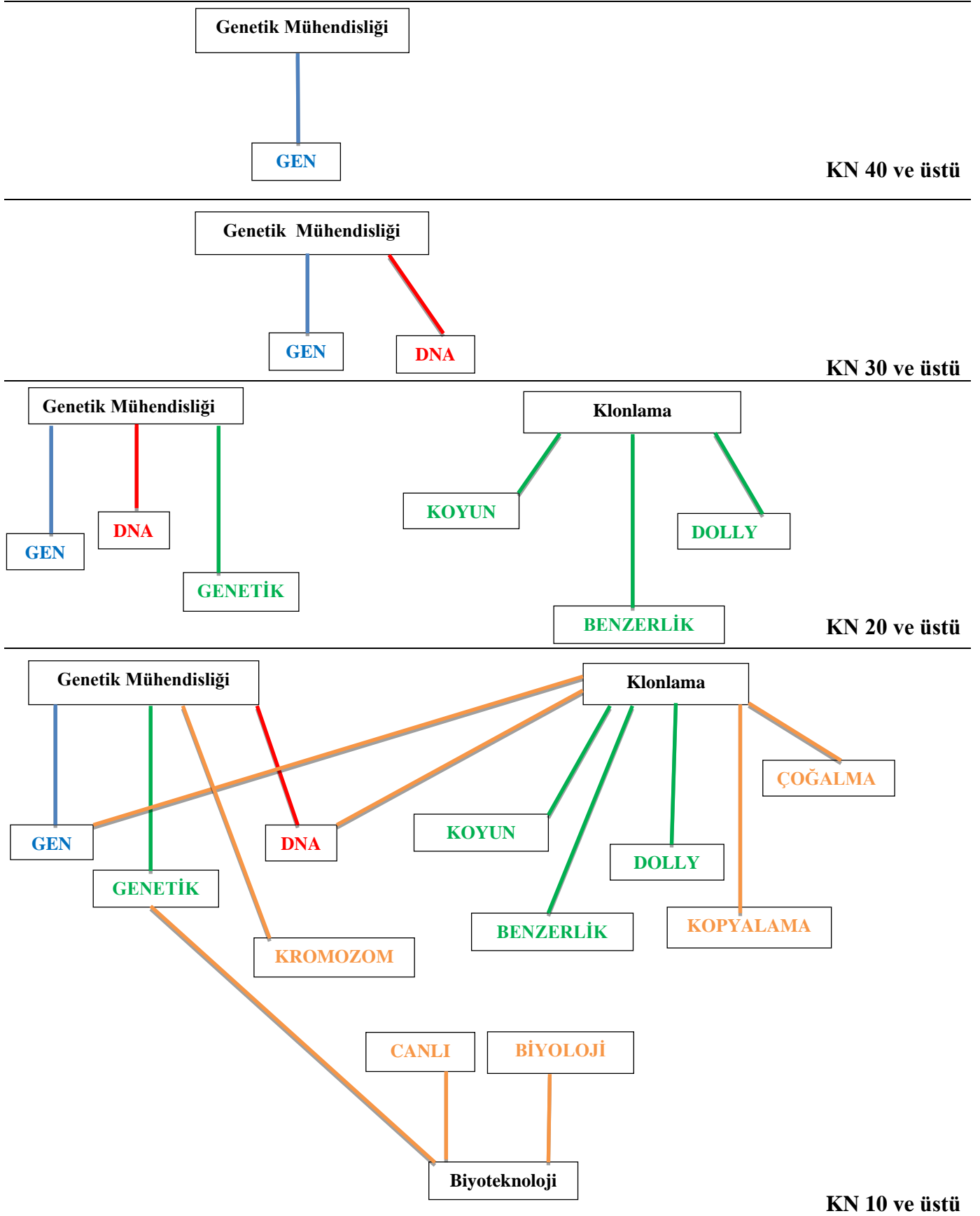
Cevap Kelimeler	Kavramlar			Cevap Kelimeler	Kavramlar		
	Biyoteknoloji	Genetik mühendisliği	Klonlama		Biyoteknoloji	Genetik mühendisliği	Klonlama
	(f)	(f)	(f)		(f)	(f)	(f)
Araştırma	-	4	-	İnsanlar	-	2	-
Aşı	-	-	3	Kalıtsal	-	4	-
Aşılama	-	-	3	Kalıtsal hastalıklar	-	3	-
Baskın	-	2	-	Kanserli hücre	2	-	-
Benzerlik	-	-	25	Kimya	5	-	-
Bilim	3	2	-	Klonlama	-	3	-
Bitkiler	5	2	-	Kopyalama	-	-	19
Biyokimya	2	-	-	Koyun	-	-	25
Biyoloji	17	-	-	Kromozom	-	19	5
Biyolojik Çeşitlilik	3	-	-	Laboratuvar	2	4	2
Canlı	18	6	2	Mendel	-	2	-
Çaprazlama	-	4	-	Meyve	-	3	-
Çeşitlilik	3	-	2	Mikrobiyoloji	2	-	-
Çekinik	-	2	-	Mikroorganizma	3	-	-
Çevre	8	-	-	Mikroskop	6	-	-
Çoğalma	2	-	11	Moleküler Biyoloji	3	-	-
Değişim	-	2	-	Mutasyon	-	8	-
DNA	4	30	15	Mühendislik	2	-	-
Doku	5	-	-	Nükleotid	-	2	-
Doku Kültürü	3	-	-	Organizma	-	2	-
Dolly	-	-	23	Parmak izi	-	2	-
Döllenme	-	-	5	RNA	-	4	-
Eczacılık	3	-	-	Robotlar	3	-	-
Endüstri	3	-	-	Sağlık	7	-	-
Eşeysiz Üreme	-	-	4	Sebze	-	2	-
Fenotip	-	2	-	Tarım	3	-	-
GDO	4	7	-	Taşıyıcı birey	-	2	3
Gen	2	41	12	Tedavi	3	-	-
Gen aktarımı	3	5	7	Teknoloji	8	-	-
Gen değişimi	-	-	2	Tıp	4	-	-
Gen İnceleme	-	2	-	Tohum	2	-	-
Genetik	10	24	7	Tüp bebek	-	2	-
Genetik Hastalıklar	-	4	-	Tür	-	3	2
Genetik Kod	-	5	-	Üreme	-	3	8
Gıda	3	-	-	Yapay	-	-	4
Hastalıklar	3	8	-	Yaşam	-	2	-
Hayvanlar	2	-	2	Yeni tür	-	-	2
Hücre	9	2	-	Yenilik	2	-	-
İkiz	-	-	6	Yumurta	-	-	4
İlaç	2	3	-				

TOPLAM	174	229	203
1 kez tekrar eden ve anlamsız kelime sayısı (Toplam cevaplar içindeki yüzdesi)	50 (%22)	45 (%16)	50 (%19)
Genel Toplam	224	274	253

Tablo 1 incelendiği zaman araştırmaya katılan 3. sınıf fen bilimleri öğretmen adaylarının en fazla ($f=229$) genetik mühendisliği terimine, en az ise ($f=174$) biyoteknoloji terimine yönelik cevap kavram ürettikleri görülmektedir. Çalışma grubunda yer alan öğrencilerin biyoteknoloji terimini en çok canlı ($f=18$), biyoloji ($f=17$) ve genetik ($f=10$) kavramlarıyla ilişkilendirdikleri görülmektedir. Fen bilimleri öğretmen adaylarının genetik mühendisliği terimini en çok gen ($f=41$), DNA ($f=30$) ve genetik ($f=24$) kavramlarıyla ve klonlama terimini ise en çok koyun ($f=25$), Dolly ($f=23$) ve kopyalama ($f=19$) kavramlarıyla ilişkilendirdikleri görülmektedir.

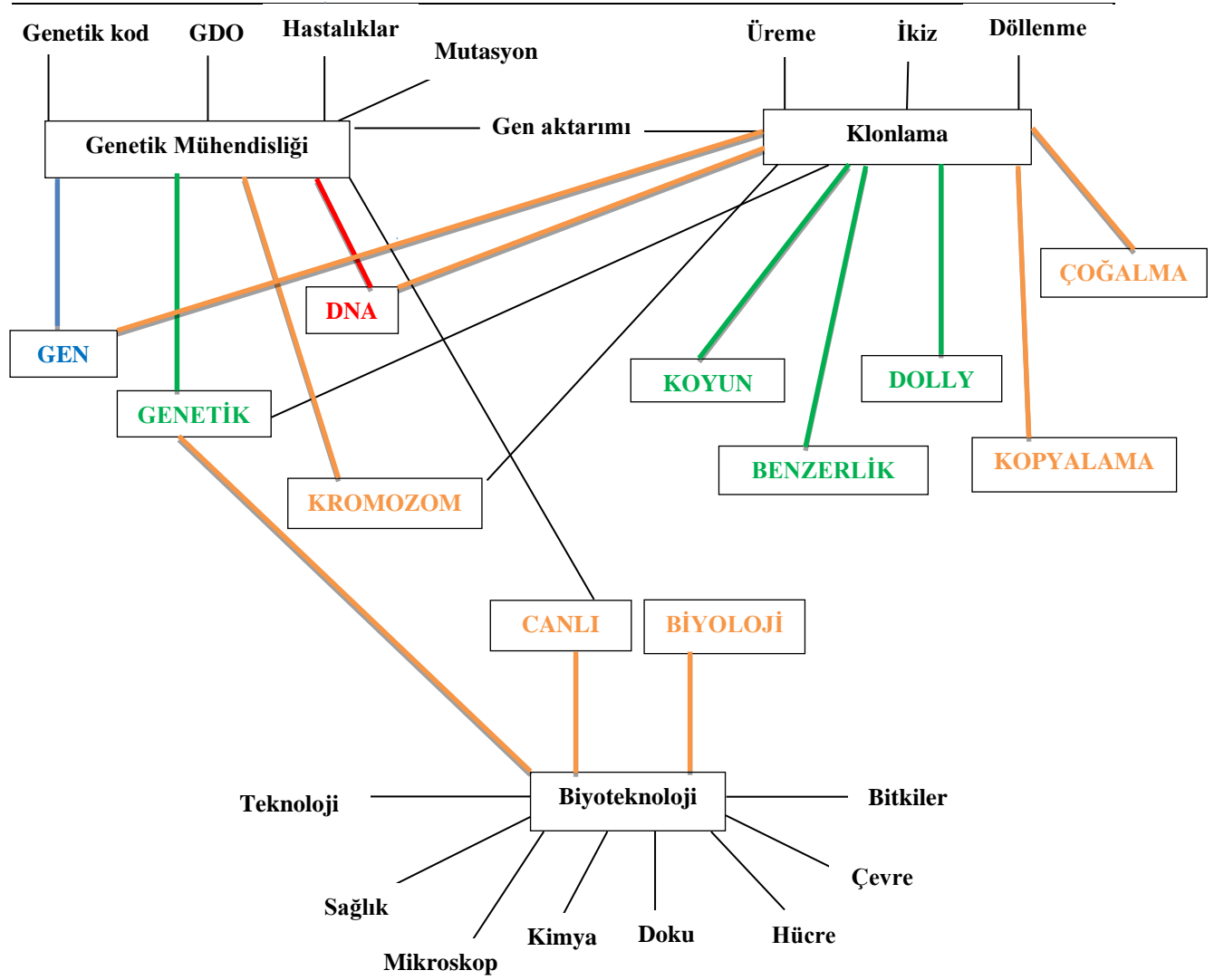
Şekil 1’de ilk uygulama sonucunda KİT aracılığıyla elde edilmiş cevap kavramlar ve bu kavramların birbiriyle olan ilişkisi yer almaktadır. Şekil 1’de yer alan frekans değerlerine göre ve KN=5 ve üstü dikkate alınarak oluşturulan kavram ağı haritasında sadece “genetik” cevap kavramının üç terimle ortak olarak ilişkilendirildiği görülürken, “DNA”, “gen”, “kromozom” ve “gen aktarımı” cevapları genetik mühendisliği ve klonlama terimleriyle; “canlı” cevabı ise genetik mühendisliği ve biyoteknoloji terimleriyle ortak olarak ilişkilendirilmiştir.

Şekil 1’de KN=5 ve üstü anahtar kavramlar ile ilişkili olarak üretilen cevap kavramların sayısı dikkate alındığı zaman, ilgili dersleri almadan önce fen bilimleri öğretmen adaylarının biyoteknoloji kavramı ile ilgili olarak 11 cevap kelime, genetik mühendisliği kavramına ilişkin olarak 10 cevap kelime ve klonlama kavramına ilişkin olarak 13 cevap kelime ürettiği görülmektedir.



Şekil 1 Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Biyoteknoloji, Genetik Mühendisliği ve Klonlama Kavramlarına İlişkin İlgili Dersleri Almadan Önce Cevap Kelime Sayılarına Göre Kavram Ağı

Şekil 1'in devamı)



KN 5-9 arası

Fen bilimleri öğretmen adaylarına lisans öğretim programının öngördüğü rutin dersleri aldıktan sonra uygulanan kelime ilişkilendirme testi aracılığıyla elde edilen biyoteknoloji, genetik mühendisliği ve klonlama terimleriyle ilişkilendirilen kavramların tekrarlanma sıklığını gösteren frekans tablosu ve kavram ağı haritası oluşturulmuştur. Tablo 2'de ikinci uygulama sonucunda (4. sınıf) KİT aracılığıyla elde edilen frekans değerleri yer almaktadır.

Her bir anahtar terim için bu kategoride yer alan terimlerin oranının toplam oluşturulan cevap kelimelere oranı, biyoteknoloji terimi için 52 (% 18,8) cevap terim düzeyinde, genetik mühendisliği için 41 (% 15) cevap terim düzeyinde iken klonlama terimi için bu oran 30 (% 10) cevap terim düzeyinde elde edilmiştir.

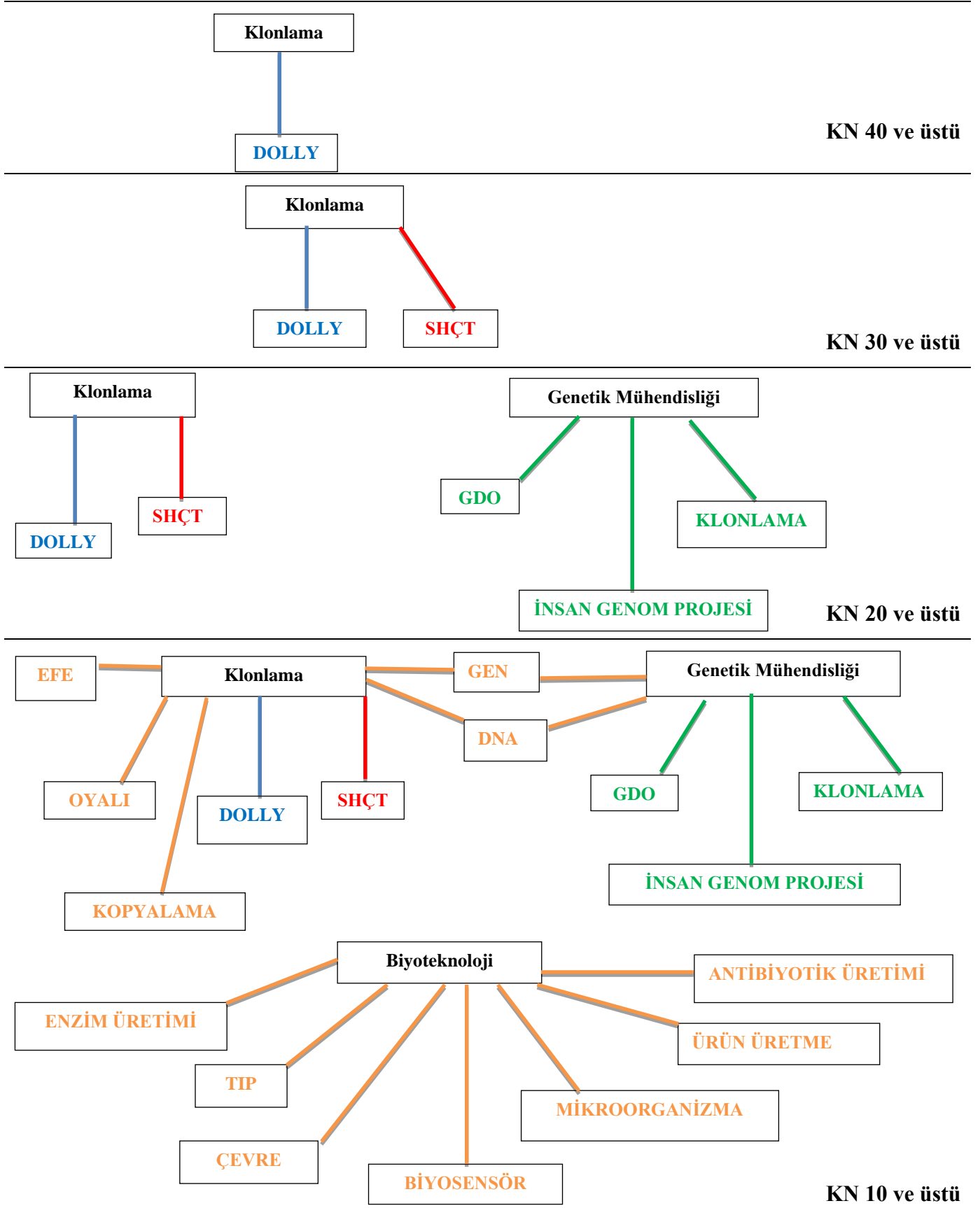
Tablo 2 Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Biyoteknoloji, Genetik Mühendisliği ve Klonlama Kavramlarına İlişkin İlgili Dersleri Aldıktan Sonra Cevap Kelime Sayıları

Cevap Kelimeler	Biyoteknoloji	Genetik mühendisliği	Klonlama	Cevap Kelimeler	Biyoteknoloji	Genetik mühendisliği	Klonlama
	(f)	(f)	(f)		(f)	(f)	(f)
Akciğer Enfeksiyonu	-	-	2	İkiz	-	-	9
Altın Pirinç	-	3	-	İnsan	-	-	4
Antibiyotik Üretimi	15	-	-	İnsan Genom Projesi	2	20	3
Bakteri	-	2	2	Kalıtısal	-	2	-
Benzerlik	-	-	6	Kalıtısal hastalıklar	-	2	-
Bilgisayar Teknolojileri	4	2	-	Karl Ereky	8	-	-
1997	-	-	6	Kınalı	-	-	2
Bira Mayası	3	-	-	Klonlama	6	24	-
Bira/Şarap Yapımı	5	-	-	Konak hücre	-	-	3
Biyoçip	3	-	-	Kopyalama	-	-	13
Biyoinformatik	7	-	-	Kök hücre	-	6	-
Biyoloji	7	2	-	Kromozom	-	4	-
Biyoloji + teknoloji	4	-	-	Laboratuvar	-	2	-
Biyolojik materyaller	4	-	-	Mendel	-	3	-
Biyomimikri	9	2	-	Meme hücresi	-	-	2
Biyosensör	10	-	-	Mısır	-	2	-
Canlı	4	-	-	Mikroorganizma	10	-	-
Çekirdek	-	-	3	Modern biyoteknoloji	2	-	-
Çevre	10	2	-	Modifiye bitki	-	6	-
Çöp DNA	-	3	-	Moleküler Biyoloji	-	3	-
Deterjan enzimi	6	-	-	Mühendislik	2	-	-
DNA	3	16	11	Nanobiyoteknoloji	8	-	-
DNA parmak izi	-	4	-	Oyalı	-	-	12
Dolly	-	3	59	Peynir yapımı	5	-	-
Efe	-	-	18	Plazmit	-	-	2
Ekmek yapımı	5	-	-	Rekombinant DNA	5	6	-
Embriyo	-	-	4	Restriksiyon enzimi	-	3	9
Endüstri	3	-	-	Sağlık	-	3	-
Enzim üretimi	10	3	-	Synthia	2	2	-
Fare klonlama	-	-	3	SHÇT	-	2	30
Fermentasyon	3	-	-	Soya fasulyesi	-	3	-
GDO	5	24	-	Su arıtımı	2	-	-
Geleneksel biyoteknoloji	4	-	-	Tarımı geliştirme	2	-	-
Gen	-	15	12	Teknoloji	8	-	-
Gen aktarımı	-	9	5	Tıp	12	-	-
Gen değişimi	-	6	-	Transgenik	-	5	-
Gen inceleme	-	4	-	Tüp bebek	-	3	-
Gen kaçıışı	-	3	-	Tütün bitkisi	2	-	-
Gen klonlama	-	3	7	Uygulamalı yaşam bilimi	2	-	-
Gen tedavisi	-	6	-	Ürün üretme	10	-	5
Genetik	4	3	-	Vektör	-	-	8
Genetik mühendisliği	5	-	3	Virüs	-	-	3
Genom	-	7	-	Yeni canlı	-	-	2
Hastalıklar	-	7	-	Yeni işlev	-	2	-
Hayvanlar	2	-	-	Yumurta hücresi	-	-	4
2003	-	-	3	Wilmur	-	-	3
TOPLAM					224	231	258
1 kez tekrar eden ve anlamsız kelime sayısı (Toplam cevaplar içindeki yüzdesi)					52 (%18)	41 (%15)	30 (%10)
Genel Toplam					276	272	288

Tablo 2 incelendiği zaman araştırmaya katılan dördüncü sınıf fen bilimleri öğretmen adaylarının en fazla ($f=258$) klonlama terimine, en az ise ($f=224$) biyoteknoloji terimine yönelik cevap kavram ürettikleri görülmektedir. Çalışma grubunda yer alan öğrencilerin biyoteknoloji terimini en çok antibiyotik üretimi ($f=15$), çevre ($f=10$), biyosensör ($f=10$), enzim üretimi ($f=10$), mikroorganizma ($f=10$), tıp ($f=10$), ve ürün üretme ($f=10$) kavramlarıyla ilişkilendirdikleri görülmektedir. Dördüncü sınıf fen bilimleri öğretmen adaylarının genetik mühendisliği terimini en çok GDO ($f=24$), klonlama ($f=24$) ve insan genom projesi ($f=20$) kavramlarıyla ve klonlama terimini ise en çok Dolly ($f=59$), SHÇT (somatik hücre çekirdeği transferi) ($f=30$) ve Efe ($f=18$) kavramlarıyla ilişkilendirdikleri görülmektedir.

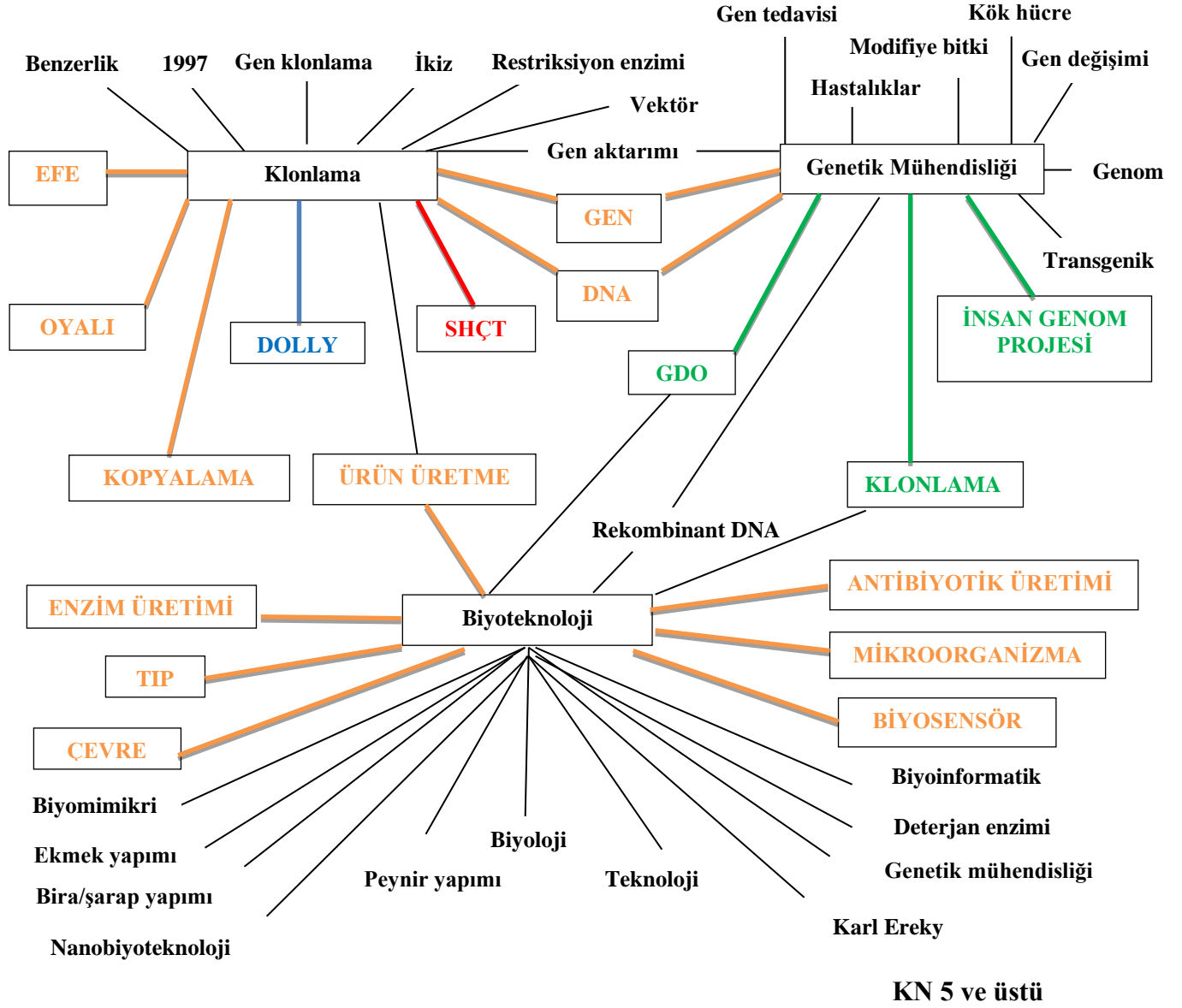
Şekil 2’de ilk uygulama sonucunda KİT aracılığıyla elde edilmiş cevap kavramlar ve bu kavramların birbiriyle olan ilişkisi yer almaktadır. Şekil 2’de yer alan frekans değerlerine göre oluşturulan kavram ağı haritasında hiçbir cevap kavram üç terimle ortak olarak ilişkilendirilmezken, “DNA”, “gen” ve “gen aktarımı” cevapları genetik mühendisliği ve klonlama terimleriyle ortak olarak ilişkilendirilmiştir. “Ürün üretme” cevabı klonlama ve biyoteknoloji terimleriyle ortak olarak ilişkilendirilirken, “GDO”, “klonlama” ve “rekombinant DNA” cevapları genetik mühendisliği ve biyoteknoloji terimleriyle ortak olarak ilişkilendirilmiştir.

Şekil 2’de KN=5 ve üstü anahtar kavramlar ile ilişkili olarak üretilen cevap kavramların sayısı dikkate alındığı zaman, ilgili dersleri aldıktan sonra fen bilimleri öğretmen adaylarının biyoteknoloji kavramı ile ilgili olarak 21 cevap kelime, genetik mühendisliği kavramına ilişkin olarak 14 cevap kelime ve klonlama kavramına ilişkin olarak 15 cevap kelime ürettiği görülmektedir. Şekil 1 ile karşılaştırıldığı zaman en büyük cevap artışının biyoteknoloji kavramına ilişkin cevap kelime sayısında olduğu dikkat çekmektedir.



Şekil 2 Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Biyoteknoloji, Genetik Mühendisliği ve Klonlama Kavramlarına İlişkin İlgili Dersleri Aldıktan Sonra Cevap Kelime Sayılarına Göre Kavram Ağı

Şekil 2'nin devamı)



Sonuç ve Tartışma

Fen bilimleri öğretmen adaylarına lisans öğretim programının çalışmamızda bahsedilen kavramlar ile ilişkili olarak öngördüğü dersleri almadan önce ve aldıktan sonra uygulanan KİT aracılığıyla biyoteknoloji, genetik mühendisliği ve klonlama terimleriyle ilişkili elde edilen verilerden frekans tabloları ve kavram ağı haritası elde edilmiştir.

Bulgular kısmında elde edilen verilere göre üçüncü sınıf ve dördüncü sınıf fen bilimleri öğretmen adaylarının bilişsel yapıları, kavram yanılgıları ve kavramsal değişiklikler aşağıda sıralanmıştır;

- Çalışmanın bulguları incelendiğinde üçüncü sınıf fen bilimleri öğretmeni adaylarının biyoteknoloji kavramı ile ilgili 224, genetik mühendisliği kavramı ile ilgili 274 ve

klonlama kavramı ile ilgili de 253 kelime üretebildikleri sonucuna ulaşılmıştır. Ancak çalışma grubunun büyüklüğü (n=59) ve bağımsız kelime ilişkilendirme testinde her kavram için 5 kelime istenmesi dikkate alındığında üçüncü sınıf öğretmen adaylarının bu kavramlara yönelik kelime üretmede zorlandıkları, dolayısıyla bu kavramları zihinlerinde oluşan diğer kavramlarla açıklayabilmekte yetersiz kaldıkları sonucuna ulaşılabilir. Ancak dördüncü sınıf fen bilimleri öğretmen adaylarının biyoteknoloji kavramı ile ilgili 276, genetik mühendisliği kavramı ile ilgili 272 ve klonlama kavramı ile ilgili de 288 kelime üretebildikleri ve üçüncü sınıf öğretmen adaylarına göre aldıkları derslerin bahsi geçen kavramları zihinlerinde açıklayabilmelerini sağlayacak daha fazla kelime üretebilmelerine katkı yaptığı sonucuna varılabilir.

- b) Üçüncü sınıf fen bilimleri öğretmen adaylarının toplamda biyoteknoloji terimine yönelik 224 cevap kelime üretirken, bu kelimelerin % 22'sinin bir kez tekrar ettiği ve/veya anlamsız olduğu görülmektedir. Ancak dördüncü sınıf fen bilimleri öğretmen adaylarının ilgili dersleri aldıktan sonra ilk teste göre daha fazla oranda 276 cevap kelime ürettiği ve bu cevap kelimeler arasında anlamsız ve bir kez tekrar kelime sayısının % 18'e düşerek azaldığı görülmektedir. Benzer şekilde üçüncü sınıf fen bilimleri öğretmen adaylarının toplamda genetik mühendisliği terimine yönelik toplam 224 cevap kelime ürettiği, bu kelimelerin % 16'sının bir kez tekrar ettiği ve/veya anlamsız olduğu görülmektedir. Ancak dördüncü sınıf fen bilimleri öğretmen adaylarının ilgili dersleri aldıktan sonra ilk teste göre daha fazla oranda olacak şekilde genetik mühendisliği terimi ile ilişkili olarak 272 cevap kelime ürettiği ve bu cevap kelimeler arasında anlamsız ve bir kez tekrar eden kelime sayısının % 15'e düşerek azaldığı görülmektedir. Klonlama terimine ilişkin üçüncü sınıf fen bilimleri öğretmen adaylarının toplam 253 cevap kelime üretirken, bu kelimelerin % 19'unun bir kez tekrar ettiği ve/veya anlamsız olduğu görülmektedir. Ancak dördüncü sınıf fen bilimleri öğretmen adaylarının ilgili dersleri aldıktan sonra klonlama terimine ilişkin olarak daha fazla sayıda ($f=276$) cevap kelime ürettiği ve bu cevap kelimeler arasında anlamsız ve bir kez tekrar kelime sayısının % 10'a düşerek azaldığı görülmektedir.
- c) Şekil 1 ve Şekil 2'de KN 5 ve üstü dikkate alınarak oluşturulan kavram ağları incelendiği zaman, üçüncü sınıf fen bilimleri öğretmen adaylarının en çok biyoteknoloji kavramı ile ilişkili cevap kelime üretmekte zorlandıkları ve zihinlerinde canlanan terimlerin ise daha çok yüzeysel ve günlük hayatta sık kullanılan ve bilimsel temeli zayıf cevaplar olduğu dikkat çekmektedir. Biyoteknoloji kavramına ilişkin

cevap kelimelerin daha ziyade biyoloji kavramına yönelik “doku, hücre, mikroskop, canlı vb.” kavramlar olduğu ve biyoteknolojinin uygulama alanlarına ve ürünlerine yönelik hiçbir cevap kavram oluşturulmadığı görülmektedir. Oysa dördüncü sınıf fen bilimleri öğretmen adaylarının ilgili dersleri aldıktan sonra biyoteknoloji terimine ilişkin zihinsel yapılarının bilimsel, kavram yanılgıları içermeyen ve zengin bir çeşitlilikte olduğu dikkat çekmektedir. Özellikle biyoteknolojinin ürün üretim sürecine ve kullanım alanlarına ilişkin kavramların sayısında artış görülmesi bilimsel ve anlamlı öğrenmenin göstergesi olarak kabul edilebilir.

- d) Üçüncü sınıf fen bilimleri öğretmen adaylarının genetik mühendisliği terimine ilişkin bilişsel yapıları incelendiği zaman öğretmen adaylarının daha çok “gen, DNA, genetik, kromozom vb.” cevaplarını tercih ettiğini ve genetik mühendisliği kavramını genetik kavramı ile birlikte düşündüğünü hatta aynı kavram gibi ele aldığını göstermektedir. Oysa ilgili dersleri aldıktan sonra öğretmen adaylarının, genetik mühendisliği terimini daha çok “GDO, klonlama, insan genom projesi” gibi cevaplarla ilişkilendirmesi genetik ile farklı bir disiplin olduğuna ve ürünlerine vurgu yapması olarak ve anlamlı bir öğrenmenin gerçekleşmesi şeklinde değerlendirilebilir.
- e) Klonlama terimi için üçüncü sınıf fen bilimleri öğretmen adaylarının “koyun, Dolly, benzerlik” kavramlarını daha çok kullanmaları günlük hayatta sık kullanılan kavramlarını etkisinde kaldıklarını ve yüzeysel cevaplar verdiklerini göstermektedir. İlgili dersleri aldıktan sonra fen bilimleri öğretmen adaylarının cevap kavramları arasına “Dolly” kavramının yanı sıra “SHÇT, Oyalı, Efe, 1997, restriksiyon enzimi vb.” gibi kavramların da girmesi günlük hayatta sıklıkla kullanılan terimlerin yerine daha ziyade bilimsel, derinlemesine ve anlamlı bir öğrenmenin olduğunu göstermektedir.
- f) İlgili dersleri almadan önce kavram ağında anahtar kavramlar arasında çok az bağlantı çıkmasına karşın dersleri aldıktan sonra elde edilen kavram ağında anlamlı ve daha fazla bağlantı çıkmıştır. Başka bir deyişle üçüncü sınıf KİT sonuçları öğrencilerin birbirleriyle ilişkili olması gereken bahsi geçen anahtar kavramları bir ağ şeklinde algılayamadıklarını, dördüncü sınıf KİT sonuçları ise öğrencilerin bilişsel yapısında bu bağlantıları kurduklarını ortaya koymuştur.

KİT’in fen eğitimi alanında kullanımına yönelik alan yazın incelendiği zaman genetik (Bahar vd., 1999), atomun yapısı (Nakiboğlu, 2008), güneş sistemi ve uzay (Ercan, Taşdere & Ercan, 2010), çevre sorunları (Özata Yücel & Özkan, 2018), nükleer enerji (Ayaz, Karakaş, &

Sarıkaya, 2016), kütle-ağırlık (Balbağ, 2018) ve kök hücre (Keleş, 2018) gibi konularda öğrenci ve öğretmen adaylarının bilişsel yapılarını ortaya koymak, kavram yanılgılarını tespit etmek ve kavramsal değişimlerini belirlemek için kullanıldığı görülmektedir. Alan yazında biyoteknoloji, genetik mühendisliği ve klonlama kavramlarına yönelik bilişsel yapının tespit edildiği ve biyoteknoloji öğretimine yönelik yapılan çalışmaların ortak noktasının, bilgi/başarı testleri ve/veya tutum ölçekleri ile verilerin toplanması olduğu görülmektedir. Bu bağlamda KİT'in alan yazında farklı konu alanlarına yönelik kullanım amaçları da göz önüne alındığında, biyoteknoloji, genetik mühendisliği ve klonlama kavramları için kullanılabilir farklı nitelikte bir ölçme-değerlendirme tekniği olduğu söylenebilir. Bu çalışma biyoteknoloji, genetik mühendisliği ve klonlama kavramları ile ilgili olarak ulusal ve uluslararası alan yazındaki ilk KİT çalışması olarak dikkat çekmektedir. Bu nedenle çalışmanın sonuçları alan yazında yer alan ve ön test-son test şeklinde yürütülmüş bazı fen bilimleri KİT çalışmaları ile karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

Bahar ve Özatalı (2003) tarafından yürütülen çalışmada lise birinci sınıf öğrencilerinin canlıların temel bileşenleri ile ilgili bilişsel yapısını ortaya çıkarmak için, öğrencilere ders anlatımı öncesi ve sonrası uygulanan KİT'in sonuçlarına göre, öğrencilerin ders anlatımı öncesi bilgilerinin konu ile çok yakın ilgisi olmayan geniş bir alana yayıldığı, ders anlatımı sonrasında ise daha bilimsel ve niceliksel olarak daha fazla sayıda kavram üretildiği gösterilmiştir. Özata Yücel ve Özkan'ın (2018) fen bilimleri öğretmen adaylarının çevre sorunları algılarındaki değişimi tespit etmek amacıyla boyamsal olarak tasarladıkları çalışmalarında ise, fen bilimleri öğretmen adayları çevre sorunları algılarını etkileyebilecek olan dersleri almaya başlamadan önce ve ilgili dersleri aldıktan 3 yıl sonra, çevre sorunlarının sebeplerine ilişkin algılarının farklılık göstermediği ve iki uygulama arasındaki gelişimin çok sınırlı kaldığı gösterilmiştir. Keleş'in (2018), kök hücre içerikli seminerin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilişsel yapılarına etkisini belirlemek amacıyla yürüttüğü KİT çalışmasında, seminer sonrasında kök hücre kavramına yönelik elde edilen cevap kelimelerin seminer öncesine kıyasla hem niteliksel hem de niceliksel olarak arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Taşdere vd., (2014) "Bilimin Doğası ve Bilim Tarihi" dersinin başlangıcında ve ders sonunda uyguladıkları KİT'in öğretmen adaylarının bilimin doğasına yönelik bilişsel yapılarını ortaya çıkarmada farklı bakış açıları sunan etkili bir ölçme aracı olduğunu göstermiştir.

Yukarıda bahsedilen çalışmalarda ve biyoteknoloji, genetik mühendisliği ve klonlama kavramlarına ilişkin tarafımızdan yürütülen bu çalışmada KİT, ilgili dersleri almadan önceki ve sonraki bilişsel yapıyı, kavramsal gelişimi ve fen bilimleri programındaki derslerin etkisini

yoklamak amacı ile kullanılmıştır. Çalışmanın bulguları diğer çalışmaların sonuçları ile benzerlik göstermekte olup, bu tekniğin hem bir teşhis hem de bir kavramsal değişim stratejisi olarak fen eğitimi alanında çalışan akademisyen ve öğretmenlerin kullanabileceği, geleneksel metotlara alternatif bir strateji olabileceğini göstermektedir. Bu kullanım amaçlarına ek olarak, öğretmenler sınıf içi etkinlikler şeklinde kelime ilişkilendirme testlerindeki anahtar kelimelere verilen cevapların karşılaştırmasını yaptırabilir ve bu şekilde bir tartışma ortamı oluşturulabilir. Bu ortam öğrencilere, öğrenmenin ve anlamının bireysel olduğunu ve bir şeyi anlama veya görmenin birden fazla yolu olduğunu fark ettirebilir (Bahar & Özatlı, 2003). Gelecek nesillerin biyoteknoloji, genetik mühendisliği ve klonlama gibi günlük hayatlarında sıkça karşılaşacakları gelişmelere ilişkin doğru bilgilere sahip bireyler olarak yetiştirilmelerinde ilköğretimden yükseköğretime farklı seviyelerde görev yapan fen eğitimcilerine önemli görevler düşmektedir (Gürkan, 2013). Ancak yapılan çalışmalar fen bilgisi öğretmen adaylarının tarımsal biyoteknoloji, çevre ve biyoteknoloji, biyoteknoloji ile besin üretimi konularında yeterli bilgiye sahip olmadıklarını göstermektedir (Darçın & Türkmen, 2006). Konuyla ilgili olarak fen bilgisi öğretmenleriyle yapılan çalışmalarda da fen bilgisi öğretmenlerinin genetiği değiştirilmiş besinlerin faydaları hakkında şüpheleri olduğu (Mohapatra, Priyadarshini, & Biswas, 2010), biyoteknoloji bilgilerinin eksik ve hatalı olduğu (Leslie & Schibeci, 2003) belirlenmiştir. Gürkan (2013) tarafından yapılan çalışmada ise öğretmenlerin biyoteknoloji ve genetik mühendisliğiyle ilgili olarak en çok eksik oldukları konuların genetik mühendisliği, genetiği değiştirilmiş canlılar ve gıdalar, klonlama ve insan genom projesi ile ilgili sorular olduğu tespit edilmiştir.

Öneriler

Ausubel'e göre (1963) anlamlı öğrenmeyi etkileyen en önemli faktör öğrencinin mevcut bilgi birikimidir. Bu bilgi birikimi ortaya çıkarılıp ona uygun şekilde öğretim planlanmalıdır. Fen eğitimi alanında ilgili dersleri yürüten akademisyenler ve öğretmenler çalışmada elde edilen bulguları dikkate alarak, fen bilimleri öğretmen adaylarının biyoteknoloji, genetik mühendisliği ve klonlama kavramlarına ilişkin verdikleri cevapların sayısına ve kelimelerin anahtar kavramlar ile ilgili olup olmadığına bakarak kavramın anlaşılıp anlaşılmadığını kontrol edebilir. Bir teşhis ve tanı aracı olarak kullanılması daha uygun olan KİT sonuçlarından yola çıkarak, bu çalışmada da olduğu gibi anahtar kelimeler arasındaki ilişkiler ve özellikle frekans tablosundaki verileri kullanarak bir model kavram ağı haritası yapılabilir. Fen bilimleri öğretmenleri ve fen eğitim alanında çalışan akademisyenler de bu

kavram ağı haritasını dikkate alarak öğretim metotlarını gözden geçirebilir, istenen fakat haritada eksik olan kavramsal bağlantılara yönelebilir.

Kaynakça

- Akçay, S. (2016). Öğretmen adaylarının biyoteknoloji algısının metaforlar yoluyla analizi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(3), 139-151.
- Atasoy, E. (2004). *Fen Öğrenimi ve Öğretimi*. Ankara. Asil Yayınevi.
- Ausubel, D.P. (1963). Cognitive structure and the facilitation of meaningful verbal learning. *Journal of Teacher Education*, 14, 217-221.
- Ayaz, E., Karakaş, H. & Sarıkaya, R., (2016). Sınıf öğretmeni adaylarının nükleer enerji kavramına yönelik düşünceleri: Bağımsız Kelime ilişkilendirme örneği. *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi*, 37, 42-54.
- Bahar, M., Johnstone, A.H. & Sutcliffe, R. G. (1999). Investigation of students' cognitive structure in elementary genetics through word association tests. *Journal of Biological Education*, 33, 134.
- Bahar, M. & Özatlı, N. S. (2003). Kelime ilişkilendirme yöntemi ile lise 1. sınıf öğrencilerinin canlıların temel bileşenleri konusundaki bilişsel yapılarının araştırılması. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5, 1.
- Bahar, M., Nartgün, Z., Bıçak, B. & Durmuş, S. (2006). Geleneksel-alternatif ölçme değerlendirme öğretmen el kitabı. Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Balbağ, M. Z. (2018). Fen bilgisi öğretmen adaylarının kelime ilişkilendirme testi (KİT) kullanılarak kütle ve ağırlık kavramlarına ilişkin bilişsel yapılarının belirlenmesi. *ESTÜDAM Eğitim Dergisi*, 3(1), 69-81.
- Chabalengula, V., Mumba, F., & Chitiyo, J. (2011). American elementary education pre-service teachers' attitudes towards biotechnology processes. *International Journal of Environmental and Science Education*, 6, 341-357
- Darçın, E.S. (2007). *Fen-teknoloji ve biyoloji öğretmen adayları için biyoteknoloji eğitiminin deneysel planlanması*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Darçın, E.S., & Türkmen, L. (2006). A study of prospective Turkish Science Teachers' knowledge at the popular biotechnological issues. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 7(2), 1-13.
- Dawson, V., & Schibeci, R. (2003). Western Australian School Students' understanding of biotechnology. *International Journal of Science Education*, 25(1), 57-69.

- Derman, A. & Eilks, I. (2016). Using a word association test for the assessment of high school students' cognitive structures on dissolution. *Chemistry Education Research and Practice*, 17, 902-913.
- Ekici, G. & Kurt, H. (2014). Öğretmen adaylarının "aids" kavramı konusundaki bilişsel yapıları: Bağımsız kelime ilişkilendirme testi örneği. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 183, 267-306.
- Ercan, F., Taşdere, A. & Ercan, N. (2010). Kelime ilişkilendirme testi aracılığıyla bilişsel yapının ve kavramsal değişimin gözlenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 7(2), 136-154.
- Fonseca, M. J., Costa, P., Lencastre, L., & Tavares, F. (2012). Disclosing biology teachers' beliefs about biotechnology and biotechnology education. *Teacher and Teaching Education*, 28, 368-381.
- France, B. (2007). Location, location, location: Positioning biotechnology education for the 21st century. *Studies in Science Education*, 43(1), 88-122.
- Gilbert, J. K. & Boulter, C. J. (2000). *Learning science through models and modeling*. The International Handbook of Science Education (Ed: K. Tobin and B Frazer), 53-66, Dordrecht: Kluwer.
- Gilbert, J. K., Boulter, C., & Rutherford, M. (1998). Models in explanations, part 2, Whose voice? Whose ears? *International Journal of Science Education*, 20, 187-203.
- Gürkan, G. (2013). *Fen bilgisi öğretmen adayları ve öğretmenlerinin biyoteknoloji ve genetik mühendisliği bilgi düzeylerinin çeşitli değişkenler açısından karşılaştırılması*. Yüksek Lisans Tezi. İnönü Üniversitesi, Malatya.
- Gürkan, G. & Kahraman, S. (2018). Fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji ve genetik mühendisliği bilgi düzeyleri. *Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi*, 6(1), 25-39.
- 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.
- Keleş, P. U. (2018). Kök hücre konulu seminerin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilişsel yapılarına etkisi. *Uluslararası Eğitim Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(1), 41-57.
- Kidman, G. (2009). Attitudes and interests towards biotechnology: The mismatch between students and teachers. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 5(2), 135-143.
- Klop, T., Severiens, S. E., Knippels, M. P. J., van Mil, M. H. W. & Ten Dam, G. T. M. (2010). Effects of a science education module on attitudes towards modern

- biotechnology of secondary school students. *International Journal of Science Education*, 32(9), 1127–1150.
- Kurt, H. & Ekici, G. (2013). Determining biology student teachers' cognitive structure on the concept of "osmosis" through the free word-association test and the drawing-writing technique, *Turkish Studies-International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 8(12), 809-829.
- Lamanauskas, V. & Makarskaite-Petkeviciene, R. (2008). Lithuanian university students' knowledge of biotechnology and their attitudes to the taught subject. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 4(3), 269-277.
- Leslie G. & Schibeci, R. (2003). What do science teachers think biotechnology is? Does it matter? *Australian Science Teachers' Journal*.49(3), 16–21.
- Miles, M. B. & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative Data Analysis*. USA: Sage Publication.
- MEB. (2017). T.C. Millî Eğitim Bakanlığı Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (9,10,11,12. Sınıflar) Öğretim Programı, Ankara.
- MEB. (2018). T.C. Millî Eğitim Bakanlığı Ortaöğretim Biyoloji Ders Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar), Ankara.
- Mohapatra, A.K., Priyadarshini, D.,& Biswas, A. (2010). Genetically modified food: Knowledge and attitude of teachers and students. *Journal of Science Education and Technology*, 19(5), 489-497.
- Nakiboğlu, C. (2008). Using word associations for assessing non major science students' knowledge structure before and after general chemistry instruction: the case of atomic structure. *Chemistry Education Research and Practice*, 9, 309-322.
- Öcal, E. (2012). *İlköğretim fen bilgisi öğretmenlerinin biyoteknoloji (genetik mühendisliği) farkındalık düzeyleri*. Yüksek Lisans Tezi. İnönü Üniversitesi, Malatya
- Özata Yücel, E. & Özkan, M. (2018). Fen bilimleri öğretmen adaylarının çevre sorunları algılarındaki değişimin incelenmesi: Kocaeli örneği. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 44, 146-160.
- Özdemir, E. (2014). Tarama yöntemi. M. Metin (ed.), *Eğitimde bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods (second edition)*. USA: Sage Publications.

- Prokop, P., Lešková, A., Kubiátko, M. & Diran, C. (2007). Slovakian students' knowledge of and attitudes toward biotechnology. *International Journal of Science Education*, 29(7), 895-907.
- Semenderoğlu, F. & Aydın, H. (2014). Öğrencilerin biyoteknoloji ve genetik mühendisliği konularını kavramsal anlamalarına yapılandırmacı yaklaşımın etkisi. *Turkish Studies-International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 9(8), 751-773.
- Sıcaaker, A. & Öz Aydın, S. (2015). Ortaöğretim biyoteknoloji ve gen mühendisliği kavramlarının öğrenciler tarafından değerlendirilmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 51-67.
- Sorgo, A. & Ambrozic-Dolinsek, J. (2010). Knowledge of, attitudes toward, and acceptance of genetically modified organisms among prospective teachers of biology, home economics, and grade school in Slovenia. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 38(3), 141-150.
- Steele, F. & Aubusson, P. (2004). The challenge in teaching biotechnology. *Research in Science Education*, 34(4), 365-387.
- Şenler, B., Kozcu Çakır, N., Görecek, M. & Göçmen Taşkın B. (2006). Fen Bilgisi Öğretmenlerinin Biyoteknoloji Konusundaki Bilgi Düzeylerinin Belirlenmesi (Muğla İli Örneği). *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 31, 126–132.
- Taşdere, A., Özsevgeç, T. & Türkmen, L. (2014). Bilimin doğasına yönelik tamamlayıcı bir ölçme aracı: kelime ilişkilendirme testi. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*. 2(2), 129-144.
- Thieman, W. J., & Palladino, M. A. (2013). Biyoteknolojiye giriş. (Çev: Mücella Tekeoğlu). Ankara: Palme Yayıncılık.
- Turan, M. & Koç, I. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji uygulamalarına yönelik tutumları, *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(2), 74-83
- Uysal, E., Cebesoy, Ü., B. & Karışan, D., (2018). Fen bilgisi öğretmen adaylarının genetik uygulamalarına yönelik tutumlarının çeşitli değişkenler açısından incelenmesi, *Bati Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 9(1), 1-14.
- Uşak, M., Erdoğan, M., Prokop, P. & Özel, M. (2009). High school and university students' knowledge and attitudes regarding biotechnology. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 37(2), 123-130.
- YÖK (2018). *Öğretmen yetiştirme Lisans Programları*. Ankara Üniversitesi Basımevi Müdürlüğü, Ankara.

Yüce, Z. (2011). *Fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerini biyoteknoloji konusundaki bilgileri ve biyoteknoloji uygulamalarına yönelik biyoetik yaklaşımları: Tutum, görüş ve değer yargıları*. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı Fen Bilgisi Öğretmenliği Bilim Dalı, Doktora Tez, Ankara.