



Knowledge Levels of Preservice Science Teachers about Biotechnology and Genetic Engineering¹

Gülşah GÜRKAN², Sibel KAHRAMAN³

Received: 20 December 2017, Accepted: 16 March 2018

ABSTRACT

No doubt one of the most important scientific and technological developments of the 21st century is developments in biotechnology. The purpose of this study is to investigate the preservice science teachers' level of knowledge toward biotechnology and genetic engineering applications. Under this caption the research was made to find out whether there is significant difference between the knowledge level of preservice science teachers on biotechnology and genetic engineering applications their gender, class level, educational status, graduated high school, parental education background and monthly income. In order to find out the knowledge level of the teachers, a knowledge test reliability and scope validity was developed and a survey to determine some demographic characteristics was prepared. The survey was applied to 291 preservice science teachers in İnönü University. According to the analysis, there is no significant difference between the knowledge level on biotechnology/genetic engineering and the gender, the educational status, graduated high school, parental education status and monthly income was found. But, there is significant difference between the knowledge level on biotechnology/genetic engineering and class level was found. Our results showed that knowledge levels of 4th grade preservice science teachers were significantly different from 1st, 2nd and 3rd grade students. In addition, more than half of the preservice science teachers participating in this study did not correctly answer 8 questions of the knowledge test. These questions that were answered incorrectly were mostly related to genetic engineering, genetic modified organisms, cloning and human genome project. The results show that preservice teachers do not follow current developments.

Keywords: Science Teacher, Biotechnology, Genetic Engineering.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

One of the most important scientific and technological developments of the 21st century is biotechnology. Biotechnology is defined as any technological application that uses biological systems, living organisms, or derivatives to make or modify products or processes for specific use (Demirci, 2008). The inclusion of biotechnology is an important topic in a modern science curriculum in that it increasingly plays a role in the daily lives of citizens (Kidman, 2009). Biotechnology is an example of 'modern' science which provides teachers with a context to show how teams of scientists, technologists and social scientist work together. It also provides opportunities for students and teachers to explore and critically debate the dilemmas and ethical issues that arise during the process (Phoenix, 2000; Chen & Raffan, 1999). Furthermore the social and political issues arising from the practice of biotechnology provide a rich context to link science with the lifeworld of the student (France, 2007). The biotechnology education calls for that students, and thus future citizens, are well informed so they are able to effectively engage in public debate (Kidman, 2009).

Teachers are the key people who determine what is taught (or not taught) in the classroom, so it is important to identify that teachers perceive as being the enablers and barriers to their conducting learning experiences, for example a course in biotechnology, with their students (McNeill & Krajcik, 2008; Garrett 2009). Teachers are faced with questions about what knowledge, and ethical issues related to biotechnology could be taught (Kidman 2009). The role of science teachers is of great importance in equipping students with knowledge about biotechnology and

¹ This Study is derived from master thesis

² Doctorate Student, İnönü University, Faculty of Education

³ Prof. Dr., İnönü University, Faculty of Education, sibel.kahraman@inonu.edu.tr

genetic engineering applications. Science teachers' inclination to include topics in the syllabus may be affected by positive attitude towards the biotechnology topic. If teachers have a negative attitude and lack conceptual knowledge in biotechnology, then they will be less likely to engage their students in issues arising from biotechnology (Leslie & Schibeci, 2003).

Teachers do not allocate much time for biotechnology in lessons (Fonseca, Costa, Lencastre & Tavares, 2012; Steele and Aubusson, 2004). Also, students are prejudiced against biotechnology, thinking that it is a hard field (Steele and 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).

Purpose and Significance

The purpose of this study is to investigate the preservice science teachers' level of knowledge toward biotechnology and genetic engineering applications. Under this caption the research was made to find out whether there is significant difference between the knowledge level of preservice science teachers on biotechnology and genetic engineering applications their gender, class level, educational status, graduated high school, parental education background and monthly income. The limited studies on preservice science teachers' knowledge about biotechnology excuse for the present study. It is requirement to examine the science teachers' knowledge levels about biotechnology, since their level of knowledge are going to be effective in the life of the students.

Methods

The study group was formed from 291 preservice science teachers of the first, second, third and fourth class in Inonu University Education Faculty. During the sampling procedure, pre-service science teachers were chosen by purposeful sampling method. In order to find out the knowledge level of preservice science teachers, a Biotechnology/Genetic Engineering Knowledge Test was used by us developed. A scale which consists of thirty-five item and questions of preservice teachers' demographic characteristics was applied to 291 preservice science teachers. The knowledge test had a reliability coefficient 0.813.

Investigation was made to reveal whether or not the knowledge of preservice science teachers about biotechnology/genetic engineering varies across different variables (such as the gender, class level, educational status, graduated high school, parental education background and monthly income). Collected data is analyzed by using t-test for independent groups, t-test and ANOVA test with SPSS.

Results and Discussion

According to the analysis, there is no significant difference between the knowledge level on biotechnology/genetic engineering and the gender, the educational status, graduated high school, parental education status and monthly income was found. But, there is significant difference between the knowledge level on biotechnology/genetic engineering and class level was found. Our results showed that knowledge levels of 4th grade preservice science teachers were significantly different from 1st, 2nd and 3rd grade students. In addition, more than half of the teachers participating in this study did not correctly answer 8 questions of the knowledge test. These questions that were answered incorrectly were mostly related to genetic engineering, genetic modified organisms, cloning and human genome project. It is very remarkable that these subjects are more current applications of biotechnology. The results show that teachers do not follow current developments and this problem needs to be solved. This problem can be solved by placing more emphasis on current issues in the curriculum.

France (2007) likened to the location of a real estate the percentage allocated for biotechnology in curricula. From his point of view, this is an absolute must in order to benefit from the possible yields of biotechnology. With this aim in mind, an increase in the percentage of the biotechnology in the curricula from primary to tertiary education will help students to understand better biotechnology and its everyday applications.

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Biyoteknoloji ve Genetik Mühendisliği Bilgi Düzeyleri¹

Gülşah GÜRKAN², Sibel KAHRAMAN³

Başvuru Tarihi: 20 Aralık 2017, **Kabul Tarihi:** 16 Mart 2018

ÖZET

21. yüzyılın en önemli bilimsel ve teknolojik gelişmelerinden birisi hiç şüphesiz biyoteknoloji alanında yaşanan gelişmelerdir. Bu çalışmanın amacı, fen bilgisi öğretmen adaylarının, biyoteknoloji ve genetik mühendisliği konusundaki bilgi düzeylerini belirlemektir. Bu çerçevede, fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji ve genetik mühendisliği uygulamalarına ilişkin bilgi düzeylerinin cinsiyetleri, sınıf düzeyleri, öğrenim durumları, mezun oldukları lise türü, anne ve babalarının eğitim durumları ve aylık gelir durumlarına göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediği araştırılmıştır. Öğretmen adaylarının, bilgi düzeylerini ölçmek için, güvenilirlik ve kapsam geçerliliği analizi yapılan bilgi testi geliştirilmiş ve bazı demografik özellikleri belirlemeye yönelik bir anket hazırlanmıştır. Anket İnönü Üniversitesi'nde öğrenim görmekte olan 291fen bilgisi öğretmen adayına uygulanmıştır. Analiz sonuçlarına göre; fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji ve genetik mühendisliği bilgi düzeylerinin öğretmen adaylarının cinsiyeti, öğrenim durumu, mezun oldukları lise türü, anne- baba eğitim durumu ve ailelerinin aylık gelir durumuna göre bir farklılık göstermediği bulunurken, fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji ve genetik mühendisliği bilgi düzeylerinin sınıf düzeylerine göre anlamlı bir fark gösterdiği bulunmuştur. Sonuçlarımız 4. sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının bilgi düzeylerinin 1., 2. ve 3. sınıf öğrencilerinden anlamlı bir şekilde farklı olduğunu göstermiştir. Ayrıca, öğretmen adaylarının yarısından fazlası, genetik mühendisliği, genetiği değiştirilmiş canlılar, genetiği değiştirilmiş gıdalar, klonlama, insan genom projesi konularına ilişkin 8 soruyu doğru cevaplayamamıştır. Bu sonuçlara göre öğretmen adaylarının biyoteknoloji alanındaki güncel gelişmeleri takip etmedikleri tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fen Bilgisi Öğretmeni, Biyoteknoloji, Genetik Mühendisliği.

1. Giriş

Çok disiplinli bir bilim olan biyoteknoloji çeşitli bilim dallarından karmaşık gelebilecek bilgileri bir arada bulundurduğu için, öğrenmeye çalışanlar açısından güçlükler oluşturmaktadır (Thieman ve Palladino, 2013). Ayrıca bu teknolojinin hızlı bir şekilde gelişmesiyle her geçen gün farklı faydalar ve riskler ortaya çıkmakta ve bu konudaki bilgiler ve tartışmalar da yaşantımızda daha çok önem kazanmaktadır (Sıcaker ve Öz Aydın, 2015). Bu gelişmeler ve güçlükler doğrultusunda okullarda biyoteknoloji eğitiminin verilmesinin gerekliliği ve önemi ortaya çıkmaktadır (Hanegan ve Bigler 2009; Steele ve Aubusson 2004). Biyoteknoloji uygulamalarının yaşamı kolaylaştırmak ya da yaşama müdahale için kullanıldığı düşünüldüğünde, bu konudaki bazı temel bilgilerin öğrenilmesi ve öğretilmesi zorunlu hale gelmiştir. Öğrencilerin bu konuda edindikleri bilgileri, günlük yaşamlarında çok fazla kullanacak olmaları fen öğretiminde biyoteknolojiyi önemli hale getirmiştir (İlkörücü-Göçmençelebi, 2007; Akt. Sönmez ve Pektaş, 2017).

Okullarda verilen fen eğitiminin amacı öğrencilerin temel fen kavramlarını öğrenmelerinin yanında, bilime karşı merak ve ilgilerini artırmak ve bilimsel düşünme becerilerini geliştirmek olmalıdır (Kidman, 2010). Bilimsel ve teknolojik gelişmelerin paralelinde öğretim programlarının bilim ve teknolojinin sosyal ve çevresel yansımalarını da içerecek biçimde yapılandırılması gerektiği ve bu bağlamda, biyoteknolojinin yükselen kültürel, sosyal, siyasi ve ekonomik değerinin göz önüne alınarak eğitim sisteminde yer alması gerektiği savunulmaktadır (Lewis ve Wood-Robinson, 2000; Marbach-Ad, 2001; Stewart ve VanKirk, 1990; Akt. Turan ve Koç, 2012)

Biyoteknoloji eğitiminin önemi çok sayıda ülkenin ulusal müfredat programında yer almaktadır (Steel ve Aubusson, 2004). Ülkemizdeki mevcut müfredat programları incelendiğinde, biyoteknoloji ve genetik mühendisliği ile ilgili konular ilk ve ortaöğretim müfredatlarında 1998 yılından buyana yer almaya başlamıştır (Semenderoğlu ve Aydın, 2014). 2017 yılında değişen ilköğretim fen bilimleri programı, 8. sınıf "DNA ve Genetik Kod" ünitesinde, "Biyoteknoloji" alt başlığında Tablo 1'de verilen içeriği ve

¹ Bu çalışma yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir.

² Doktora öğrencisi, İnönü Üniversitesi, Eğitim Fakültesi

³ Prof. Dr., İnönü Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, sibel.kahraman@inonu.edu.tr

kazanımları barındırmaktadır. Lisans fen bilgisi öğretmenliği programlarında ise ilgili derslere YÖK tarafından 2006 yılında yapılan değişiklikle ilk kez yer verildiği ve bu derslerin ilk kez 2008-2009 eğitim öğretim yılında “Genetik ve Biyoteknoloji” ve “Biyolojide Özel Konular” adlı iki ders halinde müfredatta yer aldığı görülmektedir. Biyoteknoloji bilimin yenilikçi yüzünün ve farklı disiplinlerden bilim insanlarının birlikte çalışmalarının iyi bir örneğidir. Dahası öğrencilerin gerçek dünyada karşılaştıkları sosyal ve politik olayların güncel kaynaklarından biridir. Bu açıdan biyoteknoloji günümüz biyoloji ve fen bilimleri müfredatı içerisinde vazgeçilemez bir konu haline gelmiştir (France, 2007). France’ye göre (2007) biyoloji disiplinine öğrencilerin bütüncül bir bakış açısı geliştirebilmeleri için etkin bir biyoteknoloji eğitimi önemli bir araç olabilir. Ayrıca biyoteknoloji günümüz müfredatlarında önemsenen bilimin doğası bileşenlerinin kavratılmasına yardımcı olabilecek bir konudur (Falk, Brill ve Yarden, 2008). Etkin bir biyoteknoloji eğitiminin muhtemel bir diğer getirisi öğrencilerin yorum ve akıl yürütme becerilerini geliştirmektir (Akçay, 2016).

Tablo 1

2017 yılında değişen ilköğretim fen bilimleri dersi programı biyoteknoloji ve genetik mühendisliği içeriği ve kazanımları

Sınıf Seviyesi	8. sınıf
Ünite Adı	DNA ve Genetik Kod
Konu ve Kavramlar	Genetik mühendisliği, biyoteknolojik çalışmalar, biyoteknoloji uygulamalarının çevreye etkisi
Kazanımlar	F.8.2.5.1. Genetik mühendisliğini ve biyoteknolojiyi ilişkilendirir. Islah, aşılama, gen aktarımı, klonlama, gen tedavisi örnekleri üzerinde durulur. F.8.2.5.2. Biyoteknolojik uygulamalar kapsamında oluşturulan ikilemelerle bu uygulamaların insanlık için yararlı ve zararlı yönlerini tartışır. F.8.2.5.3. Gelecekteki genetik mühendisliği ve biyoteknoloji uygulamalarının neler olabileceği hakkında tahminde bulunur.

Biyoteknoloji eğitimi ile ilgili yapılan bazı araştırmalarda, müfredat programlarında özellikle biyoteknolojinin günlük hayatta kullanımına yönelik doğru bilgilerin geniş bir şekilde yer alması gerektiği ve bunun yanı sıra fen bilgisi öğretmenlerinin bu konularda bilgili ve donanımlı olması gerektiğine dikkat çekilmiştir (Olsher ve Dreyfus, 1999; Marchant ve Marchant, 1999; France, 2000; Thomas vd., 2002; Akt. Darçın, 2007). Uluslararası alanyazında yer alan bazı çalışmalara göre; öğretmenler biyoteknolojiye derslerde çok fazla zaman ayırmamaktadırlar (Fonseca, vd., 2012; Steele ve Aubusson, 2004) ve öğrencilerin de biyoteknolojinin zor olduğuna dair önyargıları vardır (Steele ve Aubusson, 2004). Ayrıca öğrencilerin, muhtemelen bu sebepten kaynaklanan biyoteknolojiye karşı öğrenme isteksizlikleri bilinmektedir (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 manipülasyonlarının etik olmadığına inanmaktadırlar. Ayrıca öğrencilerin çoğu genetiği değiştirilmiş besinleri faydalı bulurken, öğretmenlerin çoğu genetiği değiştirilmiş besinleri çevre için tehlikeli görmekte ve genetiği değiştirilmiş besinlerin faydaları hakkında tedirgin olmaktadır (Mohapatra, Priyadarshini ve Biswas, 2010).

Ülkemizde ise bu konudaki çalışmalar çoğunlukla ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin ve çeşitli bölümlerde öğrenim gören üniversite öğrencilerinin tutum ve bilgi düzeylerini belirleme şeklinde sınırlıdır. Bu çalışmalara göre, biyoteknoloji derslerinin laboratuvar destekli yürütülmesi başarı ve tutumun olumlu yönde değişmesine yol açmaktadır (Darçın, 2007). Öğrencilerin biyoteknolojiye karşı tutumları, bilgi düzeyi, cinsiyet ve sınıf düzeyi gibi değişkenlere bağlı olarak farklılaşabilmektedir (Darçın, 2011; Balemen, 2009; Türkmen ve Darçın, 2007). Öğretmen adaylarının üniversiteye gelmeden önce ve lisans eğitimleri boyunca biyoteknoloji konusunda ders görmüş olmaları bilgi ve tutumları üzerine olumlu etki yaratmaktadır (Yüce ve Yalçın, 2012).

Günümüzde biyoteknoloji ve genetik mühendisliği uygulamalarının yaygınlaşması, kültürel, sosyal, etik ve ekonomik tartışmaları beraberinde getirmiştir. Bu durum toplumu oluşturan bireylerin biyoteknoloji uygulamalarının avantajlarını ve risklerini eleştirel anlamda değerlendirebilmesini gerektirmektedir (Kidman, 2010). Biyoteknolojinin toplumsal boyutta anlaşılabilirliğinin artırılması ile mantıkla ya da bilimsel gerçeklerle bağdaşmayan görüşlerin yaygınlaşması engellenecektir. Bu nedenle,

son yıllarda toplumun ve özellikle bu alanda eğitim alan öğrencilerin, biyoteknoloji konusundaki bilgi düzeyini açığa çıkarmaya yönelik araştırmalar önem kazanmıştır (Yüce ve Yalçın, 2012).Biyoteknoloji eğitimi ile ilgili yapılan bazı araştırmalarda da, özellikle biyoteknoloji ile ilgili gündelik hayatta kullanımına yönelik doğru ve tutarlı bilgilerin müfredat programlarına alınması ve fen bilimleri öğretmenleri ile öğretmen adaylarının bu konuda donanımlı olması gerektiğine dikkat çekilmiştir. (Darçın, 2007).

Gelişen bilim ve teknoloji ile birlikte öğrencilerimiz gelecek yaşantılarında kendi gelecekları ve çevrelerindeki insanların gelecekları hakkında önemli kararlar verme gereksinimi duyacaklardır. Bu nedenle öğrenciler özellikle biyoteknolojik gelişmeler konusunda iyi bilgilendirilmeli, gelecekte bilinçli karar verebilmeleri için biyoteknolojinin toplumsal ve biyoetik yönlerini de öğrenmelidirler. Bu durumda fen bilgisi öğretmelerine önemli bir görev düşmektedir (Sürmeli, 2008). Çünkü fen biliminin ve özellikle biyoteknolojinin toplumsal boyutta anlaşılabilirliğinin artırılması ile mantıkla ya da bilimsel gerçeklerle bağdaşmayan görüşlerin yaygınlaşması engellenecektir. Bu nedenle, son yıllarda toplumun ve özellikle bu alanda eğitim alan öğrencilerin ve öğretmen adaylarının, biyoteknoloji konusundaki bilgi düzeyini açığa çıkarmaya yönelik araştırmalar önem kazanmıştır. Bu bağlamda, çalışmamızda fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji ve genetik mühendisliği konularına ilişkin bilgi düzeylerinin tespit edilmesi ile daha önce çoğunlukla ilköğretim ve ortaöğretim öğrencileri üzerine yoğunlaşan çalışmalara öğretmen adaylarını da ekleyerek alanyazındaki boşluğu doldurmak amaçlanmıştır. Bu araştırma sonuçlarından yola çıkılarak fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknolojiye ilişkin konuların hangi boyutunda sıkıntı yaşadıkları tespit edilecek ve bu konulardan hareketle gerek fen bilgisi öğretmenliği lisans programında gerekse ilköğretim Fen Bilimleri dersi öğretim programında gerekli düzenlemelere gidilmesi bakımından önerilerde bulunulacaktır.

Yukarıdaki açıklamalardan yola çıkarak, çalışmamızın ana problem cümlesi “fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji ve genetik mühendisliği konularına ilişkin bilgileri ne düzeydedir?” şeklinde kurulmuş olup, alt problem cümleleri aşağıda yer almaktadır:

Fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji ve genetik mühendisliği konularına ilişkin bilgi düzeyleri; cinsiyetlerine, sınıf düzeylerine, öğrenim durumlarına, mezun oldukları lise türüne, anne-baba eğitim durumlarına ve aylık gelir durumlarına göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?

2. Yöntem

2.1. Çalışmanın Modeli

Fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji ve genetik mühendisliği konularına ilişkin bilgi düzeylerini ortaya çıkarmayı amaçlayan bu araştırmada tarama modeli kullanılmıştır. Tarama modeli var olan bir durumu betimlemeyi amaçlayan araştırma yaklaşımıdır ve daha çok araştırılmak istenen olayın veya problemin mevcut durumu nedir ve neredeyiz, sorularına cevaplar aranır (Karasar, 2009; Çepni, 2005).

2.2. Çalışma Grubu

Bu çalışmanın evrenini Türkiye’de Eğitim Fakülteleri Fen Bilgisi Öğretmenliği Programlarında okumakta olan fen bilgisi öğretmen adayları oluştururken, örneklem seçilirken amaçlı örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Çalışmamızın örneklemini İnönü Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği Programı’nda okumakta olan 85’i erkek ve 206’sı kız öğrenci olmak üzere toplam 291 fen bilgisi öğretmen adayı oluşturmaktadır.

2.3. Verilerin Toplanması ve Analizi

Betimsel tarama modeline göre tasarlanan çalışmada veri toplama aracı olarak iki aşamalı (Kişisel Bilgiler, Bilgi Testi) bir form kullanılmıştır. Örneklemi oluşturan fen bilgisi öğretmen adaylarının kişisel bilgileri “Kişisel Bilgi Formu” ile toplanmıştır. Kişisel bilgi formu ile elde edilen demografik özelliklere ait veriler frekans ve yüzde değerleri olarak Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2

Araştırmaya katılan fen bilgisi öğretmen adaylarına ait demografik bilgiler

Değişken	Tür	Frekans (f)	Yüzde (%)
Cinsiyet	Erkek	85	29,2
	Kız	206	70,8
Sınıf Düzeyi	1. Sınıf	43	14,8
	2. Sınıf	61	21,0
	3. Sınıf	88	30,2
	4. Sınıf	99	34,0
Öğrenim Durumu	Normal Öğretim	170	58,4
	İkinci Öğretim	121	41,6
Mezun Olduğu Lise	Düz Lise	238	81,8
	Süper Lise	11	3,8
	Anadolu Lisesi	36	12,4
	Diğer	6	2,1
Annenin Eğitim Durumu	İlkokul Mezunu	165	56,7
	Ortaokul Mezunu	45	15,5
	Lise Mezunu	36	12,4
	Üniversite Mezunu	3	1,0
	Diğer	42	14,4
Babanın Eğitim Durumu	İlkokul Mezunu	97	33,3
	Ortaokul Mezunu	60	20,6
	Lise Mezunu	83	28,5
	Üniversite Mezunu	37	12,7
	Diğer	14	4,8
Ailenin Aylık Gelir Durumu	500 TL ve altı	29	10,0
	500-1000 TL arası	94	32,3
	1000-2000TL arası	105	36,1
	2000 TL ve üstü	63	21,6

İkinci bölümde fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji ve genetik mühendisliği konularına ilişkin bilgi düzeylerini ortaya çıkarmak amacıyla tarafımızdan geliştirilen bilgi testi kullanılmıştır. Bilgi testinin oluşturulması sürecinde, öncelikle ilgili literatür geniş ölçüde taranmış ve içerik olarak yakın araştırmalarda kullanılan veri toplama araçları incelenmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarına biyoteknoloji ve genetik mühendisliği bilgi düzeylerini belirlemeye yönelik açık uçlu sorular sorularak kompozisyon yazmaları istenmiştir. Hem literatür hem de kompozisyonlardan alınan ifadeler sonucunda 80 soruluk madde havuzu oluşturulmuştur. Bilgi testinin kapsam geçerliliğini sağlamak amacıyla 8. sınıf Fen Bilimleri “DNA ve Genetik Kod” ünitesinde yer alan kazanımlar dikkate alınarak belirtke tablosu hazırlanmıştır. Bilgi testi hazırladığımız için maddelerimiz daha çok bilişsel alanın bilgi ve kavrama boyutunda yer bulmuştur. Bilgi testi kapsam geçerliliği ve dil kontrolü açısından da alan uzmanlarınca kontrol edilmiştir. Uzman görüşleri sonrasında 15 soru testten çıkarılarak 65 soruluk taslak test ile pilot uygulamaya gidilmiştir. Pilot uygulama sonucu güçlük ve ayırt edicilik düzeyleri düşük olan 30 madde testten çıkarılarak 35 soruluk nihai test oluşturulmuştur. Doğru yanlış tipi 35 sorudan oluşan bilgi testinin α güvenilirlik katsayısı 0.813, madde güçlük düzeyi 0,745 ve madde ayırt edicilik düzeyi 0,542 olup, analizler ITEMAN programı kullanılarak yapılmıştır (Gürkan, 2013). Elde edilen verilerin istatistiksel çözümlenmesinde SPSS 17,0 paket programından yararlanılmıştır. Fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji ve genetik mühendisliği konusundaki bilgilerinin ölçüldüğü testten elde edilen verilerin analizinde; t-testi, tek faktörlü varyans analizi (One-Way Anova) yapılarak sonuçlar $\alpha=0,05$ anlamlılık düzeyinde test edilmiştir.

3. Bulgular

3.1. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Biyoteknoloji ve Genetik Mühendisliği Bilgi Düzeyi Nedir?

Fen bilgisi öğretmen adaylarının, “Biyoteknoloji ve Genetik Mühendisliği Bilgi Testi”nde yer alan ifadelerle verdikleri cevapların dağılımları Tablo 3’de verilmiştir. Tablo 3’e göre, araştırmaya katılan öğretmen adaylarının yarısından fazlası 35 sorudan oluşan “Biyoteknoloji ve Genetik Mühendisliği Bilgi Testi”nin 27 sorusuna doğru cevap vermişken, 8 sorusuna (Madde No: 8, 10, 11, 25, 26, 27, 28 ve 30) doğru cevap verememişlerdir.

Tablo 3

Fen bilgisi öğretmen adaylarının “biyoteknoloji ve genetik mühendisliği bilgi testi”nde yer alan ifadelere verdikleri cevapların dağılımları

Madde No	Maddeler	Doğru Cevap Verenler		Yanlış Cevap Verenler	
		f	%	f	%
1	Biyoteknoloji; biyolojik araç, sistem ve süreçlerin üretim ve hizmet endüstrilerine uygulanmasıdır.	274	94,2	17	5,8
2	Biyoteknolojik yöntemler kullanılarak zararlı böceklere dayanıklı bitkiler üretilir.	248	85,2	43	14,8
3	Fermentasyon ile etil alkol üretimi bir biyoteknolojik yöntemdir.	183	62,9	108	37,1
4	Biyoteknolojik yöntemlerle aşı maddesi içeren muz üretmek mümkündür.	199	68,4	92	31,6
5	Yoğurt, şarap, sirke ve antibiyotikler biyoteknolojik ürünlerdir.	181	62,2	110	37,8
6	Asitli içeceklerde kullanılan sitrik asit biyoteknolojinin en önemli ürünlerinden biridir.	188	64,6	103	35,4
7	Organik atıklardan biyoteknolojik yöntemlerle enerji (örneğin, biyoalkol, biyodizel) elde edilebilir.	248	85,2	43	14,8
8	Genleri inceleyen bilim insanlarına genetik mühendisi denir.	50	17,2	241	82,8
9	Bitki ve hayvanların verimi ve hastalıklara karşı dirençleri genetik mühendisliği teknikleri ile arttırılabilir.	246	84,5	45	15,5
10	Genetiği değiştirilmiş canlılar hormon kullanımından dolayı doğal olanından daha büyüktür.	73	25,1	218	74,9
11	Genetiği değiştirilmiş gıdalar tehlikeli kimyasalları içerir.	89	30,6	202	69,4
12	Genetik mühendisliği çalışmaları ile hayvanların et, süt ve yün verimi arttırılabilir.	246	84,5	45	15,5
13	Genetiği değiştirilmiş yiyeceklerin tüketimi insan genlerine zarar verir.	222	76,3	69	23,7
14	Gıda ürünlerinin deniz aşırı ülkelere pazarlanma sürecindeki dayanıklılığı genetik mühendisliği ile arttırılabilir.	225	77,3	66	22,7
15	Bitkisel ve hayvansal gıdaların raf ömürlerinin genetik mühendisliği teknikleri ile artırılması mümkündür.	240	82,5	51	17,5
16	GDO'nun açılımı “genetiği değiştirilmiş organizma”dır.	275	94,5	16	5,5
17	Genetik mühendisliği yöntemleriyle genetik yapısına bitki, bakteri, virüs vb. canlılardan alınan gen veya genlerin aktarıldığı canlılara GDO denir.	190	65,3	101	34,7
18	GDO'ların yaygın kullanımı ekosistemdeki besin zincirlerini ve ağlarını bozmaktadır.	257	88,3	34	11,7
19	GDO'lu ürünlerin tüketimi insan vücudunda alerjik etki gösterebilir.	260	89,3	31	10,7
20	Tarımda GDO kullanımı doğal türlerin bir kısmının yok olmasına neden olmaktadır.	241	82,8	50	17,2
21	GDO'lar transgenik ürünler olarak da tanımlanır.	193	66,3	98	33,7
22	Antibiyotik, hormon gibi kimyasal maddelerin üretiminde kullanılmak üzere bazı bitkilerin genetik yapısı değiştirilmektedir.	221	75,9	70	24,1
23	GDO içeren gıdaların tüketilmesi insan sağlığı için faydalıdır.	261	89,7	30	10,3
24	İstedığımız sayıda ve ortamda çok sayıda gen kopyasını elde etmek klonlamadır.	226	77,7	65	22,3
25	Klonlama bir organizmanın ikizinin yaratılmasıdır ve üreme amacıyla yapılır.	97	33,3	194	66,7
26	Tüm organizmaları (bakteri, virüs, bitki, hayvan vb.) kopyalamak mümkündür.	142	48,8	149	51,2
27	İlk memeli hayvanın klonlandığı ülke Amerika'dır.	51	17,5	240	82,5
28	İnsanların genetik şifresinin çözülmesi klonlama ile mümkün hale gelmiştir.	124	42,6	167	57,5
29	İnsan genom projesinin sonuçlarına göre, dünyada yaşayan tüm insanların genetik yapıları % 0,2 oranında birbirinden farklıdır.	183	62,9	108	37,1
30	İnsan Genom Projesi 1990 yılında tamamlanmıştır.	114	39,2	177	60,8
31	İnsan Genom Projesi'nin amacı genlerimizin yapı ve dizilişlerindeki şifreleri çözmektir.	250	85,9	41	14,1
32	İnsan Genom Projesi genetik şifrelerin çözülmesini, kalıtsal hastalıkların teşhis ve tedavisini kolaylaştırmıştır.	259	89,0	32	11,0
33	Her bireyin genetik şifresinin mürekkebe bastırılmış parmak izi gibi çıkarılmasına DNA parmak izi denir.	226	77,7	65	22,3
34	Gen tedavisinin amacı, hasta bireylere tedavi edici genleri aktararak onların sağlık problemlerini çözmektir.	260	89,3	31	10,7
35	Gen terapisi esnasında istenen genleri hücrelere taşımak için virüsler kullanılabilir.	207	71,1	84	28,9

3.2. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Biyoteknoloji ve Genetik Mühendisliği Konularına İlişkin Bilgi Düzeyleri Cinsiyetlerine Göre Anlamlı Bir Farklılık Göstermekte midir?

Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının cinsiyetlerine göre biyoteknoloji ve genetik mühendisliği bilgi düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını tespit etmek amacıyla “bağımsız gruplar t-testi” kullanılmıştır ve elde edilen sonuçlar Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4

Fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji ve genetik mühendisliği konularına ilişkin bilgi düzeylerinin öğretmenlerin cinsiyetlerine göre farklılık gösterip göstermediğini belirten bağımsız gruplar t-testi sonuçları

Gruplar	N	Ortalama	Standart Sapma	Serbestlik Derecesi	t	p
Erkek	85	,6628	,12234			
Kız	206	,6780	,10784	289	-,994	,321

Tablo 4’teki t-testi sonucuna göre “Fen Bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji ve genetik mühendisliği konularına ilişkin bilgi düzeyleri, öğretmen adaylarının cinsiyetlerine göre anlamlı bir farklılık göstermemektedir” ($t(289) = -0,994$, $p = 0,321 > 0,05$). Yani, kız öğrencilerin biyoteknoloji ve genetik mühendisliği bilgi düzeyleri ile erkek öğrencilerin biyoteknoloji ve genetik mühendisliği bilgi düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

3.3. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Biyoteknoloji ve Genetik Mühendisliği Bilgi Düzeyleri İle Öğretmen Adaylarının Sınıf Düzeyi Arasında Anlamlı Bir Farklılık Var mıdır?

Araştırmaya katılan fen bilgisi öğretmen adaylarının sınıf düzeyine göre biyoteknoloji ve genetik mühendisliği bilgi düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını tespit etmek amacıyla “Tek Yönlü Varyans Analizi (One-Way ANOVA)” kullanılmıştır.

Tablo 5

Fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji ve genetik mühendisliği bilgi düzeylerinin öğretmen adaylarının sınıf düzeyine göre farklılık gösterip göstermediğini belirten tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları

Varyans Kaynağı	N	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Grup-İçi	287	2,613	287	0,190		
Gruplar arası	4	1,446	3	0,009	3,418	0,018
Toplam	291	39,920	290			

Tablo 5’deki Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) sonucuna göre “fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji ve genetik mühendisliği bilgi düzeyleri, öğretmen adaylarının sınıf düzeylerine göre anlamlı bir farklılık göstermektedir” ($F = 3,418$, $Df = 287; 3$, $p < 0,05$). Yani; 1. sınıf, 2. sınıf, 3. sınıf ve 4. sınıf öğretmen adaylarının biyoteknoloji ve genetik mühendisliği bilgi düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur.

Öğretmen adaylarının sınıf düzeyleri arasında bulunan bu farklılığın hangi sınıf düzeylerinde olduğunu gösteren Post Hoc Dunnett’s C Testi Sonuçları Tablo 6’da gösterilmiştir.

Tablo 6

Fen bilgisi öğretmen adaylarının sınıf düzeyleri arasındaki farkların hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek amacı ile yapılan Post Hoc Dunnett's C testi sonuçları

Sınıf Düzeyi (I)	Sınıf (J)	Ortalamalar Farkı (I-J)	Standart Hata
1. Sınıf	2	-,0138	,01898
	3	,0088	,02003
	4	-,1482*	,01784
2. Sınıf	1	,0138	,01898
	3	,0227	,01597
	4	-,1343*	,01312
3. Sınıf	1	-,0088	,02003
	2	-,0227	,01597
	4	-,1570*	,01460
4. Sınıf	1	,1482*	,01784
	2	,1343*	,01312
	3	,1570*	,01460

Tablo 6'daki Levene's tablosundaki önemlilik değeri 0,05'den küçük olduğu için (0,018<0,05) varyansların homojen olmadığı kabul edilir. Bu durumda ise eşit olmayan varyanslarda hangi gruplar arasında fark olduğunu gösteren Post Hoc Testlerinden Dunnett's C Testi kullanılmıştır.

Tablo 6'da görüldüğü gibi 4. sınıf öğrencileri ile diğer tüm sınıf düzeyleri arasında 4. sınıf lehine bir fark çıkmıştır. Bu farkın en temel nedeni dördüncü sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknolojiye yönelik ders almış olmaları ve bu doğrultuda daha fazla bilgi birikime sahip olmalarıdır. Tablo 6'da verilen analiz sonuçlarına göre, 1. sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji ve genetik mühendisliği konusundaki bilgi testi puanlarının aritmetik ortalaması ($\bar{X} = 0,6166$) ile 4. sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının bilgi testi puanlarının aritmetik ortalaması ($\bar{X} = 0,7648$) arasında, 2. sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji ve genetik mühendisliği konusundaki bilgi testi puanlarının aritmetik ortalaması ($\bar{X} = 0,6304$) ile 4. sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının bilgi testi puanlarının aritmetik ortalaması ($\bar{X} = 0,7648$) arasında, 3. sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji ve genetik mühendisliği konusundaki bilgi testi puanlarının aritmetik ortalaması ($\bar{X} = 0,6078$) ile de 4. sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının bilgi testi puanlarının aritmetik ortalaması ($\bar{X} = 0,7648$) arasında anlamlı bir fark ($p < 0,05$) bulunmuştur.

3.4. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Biyoteknoloji ve Genetik Mühendisliği Bilgi Düzeyleri İle Öğretmen Adaylarının Öğrenim Durumu (Normal Öğretim-İkinci Öğretim) Arasında Anlamlı Bir Farklılık Var mıdır?

Araştırmaya katılan fen bilgisi öğretmen adaylarının öğrenim durumlarına göre biyoteknoloji ve genetik mühendisliği bilgi düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını tespit etmek amacıyla "bağımsız gruplar t-testi" kullanılmıştır.

Tablo 7

Fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji ve genetik mühendisliği bilgi düzeylerinin öğretmen adaylarının öğrenim durumlarına (normal öğretim-ikinci öğretim) göre farklılık gösterip göstermediğini belirten bağımsız gruplar t-testi sonuçları

Gruplar	N	Ortalama	Standart Sapma	Serbestlik Derecesi	t	p
Normal Öğretim	170	,6669	,10803	289	-,060	,952
İkinci Öğretim	121	,6678	,13187			

Tablo 7'deki t-testi sonucuna göre "Fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji ve genetik mühendisliği bilgi düzeyleri öğretmen adaylarının öğrenim durumuna göre anlamlı bir farklılık göstermemektedir" ($t(289) = -0,060$, $p = 0,95 > 0,05$). Yani, normal öğretimde öğrenim gören fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji ve genetik mühendisliği bilgi düzeyleri ile ikinci öğretimde öğrenim gören fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji ve genetik mühendisliği bilgi düzeyleri arasında istatistiksel olarak bir fark yoktur.

3.5. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Biyoteknoloji ve Genetik Mühendisliği Bilgi Düzeyleri İle Öğretmen Adaylarının Mezun Oldukları Lise Türü Arasında Anlamlı Bir Farklılık Var mıdır?

Araştırmaya katılan fen bilgisi öğretmen adaylarının mezun oldukları lise türü değişkenine göre biyoteknoloji ve genetik mühendisliği bilgi düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını tespit etmek amacıyla "Tek Yönlü Varyans Analizi (One-Way ANOVA)" kullanılmıştır ve elde edilen sonuçlar Tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo 8

Fen bilgisi öğretmenlerinin biyoteknoloji ve genetik mühendisliği bilgi düzeylerinin öğretmen adaylarının mezun oldukları liseye göre farklılık gösterip göstermediğini belirten tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları

Varyans Kaynağı	N	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Grup-İçi	287	3,993	287	0,014	1,592	0,192
Gruplar arası	4	0,066	3	0,022		
Toplam	291	4,059	290			

Tablo 8'deki Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) sonucuna göre "Fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji ve genetik mühendisliği bilgi düzeyleri, öğretmen adaylarının mezun oldukları lise türüne göre anlamlı bir farklılık göstermemektedir" ($F = 1,592$, $df = 287;3$, $p > 0,05$). Yani; fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji ve genetik mühendisliği bilgi düzeyleri ile mezun oldukları lise türü arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

3.6. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Biyoteknoloji ve Genetik Mühendisliği Bilgi Düzeyleri İle Öğretmen Adaylarının Annelerinin Eğitim Durumları Arasında Anlamlı Bir Farklılık Var mıdır?

Araştırmaya katılan fen bilgisi öğretmen adaylarının annelerinin eğitim durumu değişkenine göre biyoteknoloji ve genetik mühendisliği bilgi düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını tespit etmek amacıyla "Tek Yönlü Varyans Analizi (One-Way ANOVA)" kullanılmıştır.

Tablo 9

Fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji ve genetik mühendisliği bilgi düzeylerinin öğretmen adaylarının annelerinin eğitim durumuna göre farklılık gösterip göstermediğini belirten tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları

Varyans Kaynağı	N	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	f	p
Grup-İçi	287	3,974	287	0,014		
Gruplar arası	4	0,085	3	0,021	1,526	0,195
Toplam	291	4,059	290			

Tablo 9'daki Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) sonucuna göre "fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji ve genetik mühendisliği bilgi düzeyleri, öğretmen adaylarının annelerinin eğitim durumlarına göre anlamlı bir farklılık göstermemektedir" ($F= 1,526$, $df=286;4$, $p>0.05$). Yani; İlköğretim fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji ve genetik mühendisliği bilgi düzeyleri ile öğretmen adaylarının annelerinin eğitim durumları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

3.7. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Biyoteknoloji ve Genetik Mühendisliği Bilgi Düzeyleri İle Öğretmen Adaylarının Babalarının Eğitim Durumları Arasında Anlamlı Bir Farklılık Var mıdır?

Araştırmaya katılan fen bilgisi öğretmen adaylarının babalarının eğitim durumu değişkenine göre biyoteknoloji ve genetik mühendisliği bilgi düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını tespit etmek amacıyla "Tek Yönlü Varyans Analizi (One-Way ANOVA)" kullanılmıştır.

Tablo 10

Fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji ve genetik mühendisliği bilgi düzeylerinin öğretmen adaylarının babalarının eğitim durumuna göre farklılık gösterip göstermediğini belirten tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları

Varyans Kaynağı	N	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Grup-İçi	287	3,961	287	0,014		
Gruplar arası	4	0,098	3	0,025	1,771	0,135
Toplam	291	4,059	290			

Tablo 10'daki Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) sonucuna göre "fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji ve genetik mühendisliği bilgi düzeyleri, öğretmen adaylarının babalarının eğitim durumlarına göre anlamlı bir farklılık göstermemektedir" ($F= 1,771$, $df=286;4$, $p>0.05$). Yani; İlköğretim fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji ve genetik mühendisliği bilgi düzeyleri ile öğretmen adaylarının babalarının eğitim durumları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

3.8. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Biyoteknoloji ve Genetik Mühendisliği Bilgi Düzeyleri İle Öğretmen Adaylarının Ailelerinin Gelir Durumu Arasında Anlamlı Bir Farklılık Var mıdır?

Araştırmaya katılan fen bilgisi öğretmen adaylarının ailelerinin gelir durumu değişkenine göre biyoteknoloji ve genetik mühendisliği bilgi düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını tespit etmek amacıyla "Tek Yönlü Varyans Analizi (One-Way ANOVA)" kullanılmıştır.

Tablo 11

Fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji ve genetik mühendisliği bilgi düzeylerinin öğretmen adaylarının ailelerinin gelir durumuna göre farklılık gösterip göstermediğini belirten tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları

Varyans Kaynağı	N	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Grup-İçi	287	3,990	287	0,014		
Gruplar arası	4	0,069	3	0,023	1,656	0,177
Toplam	291	4,059	290			

Tablo 11'deki Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) sonucuna göre "fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji ve genetik mühendisliği bilgi düzeyleri, öğretmen adaylarının ailelerinin gelir durumuna göre anlamlı bir farklılık göstermemektedir" (F= 1,656, df=287;3, p>0.05). Yani; fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji ve genetik mühendisliği bilgi düzeyleri ile öğretmen adaylarının ailelerinin gelir durumu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

4. Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji ve genetik mühendisliği konularına ilişkin bilgilerini ortaya çıkarmak amacıyla kurgulanan çalışmamızda, öğretmen adaylarının yarısından fazlası 35 maddeden oluşan "Biyoteknoloji ve Genetik Mühendisliği Bilgi Testi'nde 27 soruya doğru cevap vermişken, 8 soruya doğru cevap verememişlerdir. Fen bilgisi öğretmen adayları tarafımızdan geliştirilen biyoteknoloji ve genetik mühendisliği bilgi testine verdikleri yanıtlara göre öğretmen adaylarının en çok bilgi eksikliğinin olduğu konuların başında; genetik mühendisliği, genetiği değiştirilmiş canlılar ve gıdalar, klonlama, İnsan Genom Projesi gelmektedir. Bahsi geçen bu konuların daha çok son yıllara damgasını vuran genetik mühendisliği uygulamaları olduğu dikkat çekmektedir. Bu konularla ilgili öğretmen adaylarının bilgi eksikliğinin nedeni güncel gelişmeleri takip etme konusundaki bireysel yetersizlerinin yanı sıra, bu konuların medyada çok sık yer alması nedeniyle daha çok informal öğrenmenin gerçekleşmesi ve müfredat içeriklerinde bu konuların öğrencinin aktif olduğu etkinlikler ve deneylerle desteklenmesi yerine konulara çoğunlukla bilgi ağırlıklı olarak yer verilmesi olabilir.

Literatürde bireyleri biyoteknoloji ve uygulamaları ile ilgili bilgilendirmede en etkili yollardan birinin okullarda yapılacak olan formal eğitim olması gerektiği ve informal öğrenmenin eksik ve yanlış öğrenmelere yol açabileceği vurgulanmaktadır (Sıcaer ve Öz Aydın, 2015; Sinan, 2015). Doğan, Kıvrak ve Baran (2004) tarafından yapılan bir çalışmada da öğretmenlerin günlük hayattan örnekler vererek uygulamalı ders anlatımları yapması, dersleri öğrencilerin de aktif olduğu bir ortamda deneylerle pekiştirilmesinin hem öğrencinin konuyu daha iyi anlamasını sağlayacağı hem de öğrencinin konuya olan ilgisini arttıracacağı belirtilmiştir. Bu eksikliğin giderilmesi amacıyla; MEB tarafından hazırlanan ilköğretim fen bilimleri ve ortaöğretim biyoloji dersi müfredatları ile YÖK tarafından hazırlanan lisans fen bilgisi öğretmenliği programlarında okutulan ilgili derslerin müfredatlarında biyoteknoloji ile ilgili güncel konulara ve öğrencinin aktif olacağı etkinliklere (özellikle günlük hayattaki uygulamalar) daha fazla yer verilmelidir. Çalışmamızda elde ettiğimiz bu sonuçlar, literatürde yer alan ve öğrencilerin biyoteknoloji bilgi düzeylerinin belirlendiği bazı çalışmalar ile benzerlik göstermektedir. Öğrencilerin biyoteknolojiye yönelik bilgilerini araştıran bu çalışmalarda öğrencilerin genelde biyoteknoloji ile ilgili yetersiz ve yanlış bilgiye sahip oldukları belirlenmiştir (Dawson, 2007; Prokop, Lešková, Kubiátkove Diran, 2007; Uşak, Erdoğan, Prokop ve Özel, 2009; Keskin vd., 2010). Yüce ve Yalçın'ın (2012) yaptığı çalışmada ise fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji konusundaki bilgi düzeylerinin orta düzeyde olduğu belirtilmiştir. Sürmeli ve Şahin (2009) tarafından yapılan bir çalışmaya göre ise, Biyoloji bölümü, Fen Bilgisi Öğretmenliği ve Tıp Fakültesi öğrencilerinin biyoteknoloji hakkındaki bilgilerinin zayıf olduğu ancak, Biyoloji bölümü öğrencilerinin Fen Bilgisi Öğretmenliği ve Tıp Fakültesi'nde öğrenim gören lisans öğrencilerinden daha fazla bilgiye sahip oldukları belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar, hem ülkemizde hem de diğer ülkelerde öğrencilerin biyoteknoloji alanındaki temel kavramları, biyoteknolojinin uygulama

alanlarını ve bu alandaki bilimsel gelişmelerin uygulanmaları konusunu kavramsal olarak anlamalarında sorunlar olduğunu göstermektedir (Semenderoğlu ve Aydın, 2014).

Çalışmamızda fen bilgisi öğretmen adaylarının cinsiyeti, öğrenim durumu, mezun oldukları lise türü, anne-babalarının eğitim seviyesi ve aylık gelir durumları ile biyoteknoloji ve genetik mühendisliği bilgi düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Ancak sınıf düzeyine göre fen bilgisi öğretmen adaylarının bilgi düzeyinin anlamlı bir biçimde farklılaştığı bulunmuştur. Literatürde bahsi geçen bu değişkenlerin öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının biyoteknoloji ve genetik mühendisliği tutumu ve farkındalığı üzerine etkisi ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır. Tutum ve farkındalığın belirlendiği bu çalışmalarda, biyoteknoloji ve genetik mühendisliğine yönelik tutumun ve farkındalığın bu değişkenlere göre anlamlı fark gösterdiği (Simon, 2010; Öcal, 2012; Prokop vd., 2007, Mohapatravd., 2010) çalışmaların yanı sıra, biyoteknoloji bilgi seviyesinin bu değişkenlerden etkilenmediği (Özel, Erdoğan, Uşak ve Prokop 2009; Çiçekçi, 2008; Türkmen ve Darçın, 2007; Uyaniker, 2008; Mowen, Roberts, Wingenbach ve Harlin, 2007; Yüce ve Yalçın, 2012) ve öğretmen adaylarının bilgi düzeylerinin cinsiyete bağlı olarak anlamlı bir fark gösterdiğini belirten çalışmalar da mevcuttur (Baleman, 2009). Sonuç olarak, çalışmamızda fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji ve genetik mühendisliği bilgi düzeylerinin öğretmen adaylarının cinsiyetlerine göre farklılık göstermemesinin nedeni cinsiyetin daha çok tutum gibi duyuşsal karakterli davranışları yordaması şeklinde yorumlanabilir. Literatürde biyoteknolojiye karşı tutumun cinsiyete göre farklılaştığı sonucuna ulaşan çalışmalar bulunmaktadır (Iqbal, Shahzad ve Sohail, 2010; Moerbeek ve Casimir, 2005; Öcal, 2012). Öğrenim durumu değişkeni açısından fark olmamasının nedeni olarak da fen bilgisi öğretmen adaylarının normal öğretim ve ikinci öğretim düzeylerinde aldıkları biyoteknoloji ve genetik mühendisliği konularındaki eğitimin niteliğinin öğrenim durumuna göre değişmediği, mezun oldukları lise türü değişkeni açısından fark çıkmamasının nedeni ise fen bilgisi öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun düz lise mezunu (%82,8) olması Anadolu ve süper lise mezunu ile diğer kategorideki değişkenlerin toplamın sadece %16,2'sini oluşturması, anne- baba eğitim durumuna ve ailelerinin aylık gelir durumuna göre bir farklılık göstermemesinin nedenleri arasında ise fen bilgisi öğretmen adaylarının benzer sosyo-ekonomik düzeye sahip çevrelerde yetişmeleri ve bu doğrultuda benzer düzeyde eğitim seviyesi ve ekonomik düzeye sahip olmaları gösterilebilir.

Çalışmamızın sonuçlarına göre, öğretmen adaylarının biyoteknoloji konusundaki bilgileri, öğrenim görmekte oldukları sınıf düzeyine göre anlamlı bir farklılık göstermektedir. Tablo 6'da görüldüğü gibi 4. sınıf öğrencileri ile diğer tüm sınıf düzeyleri arasında 4. sınıf lehine bir fark çıkmıştır. Bu farkın en temel nedeni dördüncü sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknolojiye yönelik ders almış olmaları ve bu doğrultuda daha fazla bilgi birikime sahip olmalarıdır. Yüce ve Yalçın (2012) "Genetik" ve "Genetik ve Biyoteknoloji" derslerini alan 3. ve 4. sınıf öğrencilerinin bu iki dersten hiç birini almayan 1. sınıf öğrencilerine oranla daha fazla bir bilgiye sahip olduklarını belirlemiştir. Çalışmamızın sonuçları bu çalışmanın sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Ancak, Bal, Samancı ve Bozkurt (2007), yapmış oldukları çalışmalarında üniversite öğrencilerinin almış oldukları genetik derslerinin, genetik mühendisliği ve uygulamaları hakkındaki bilgilerinde yeterince etkisi olmadığını belirtmişlerdir.

Sonuçlarımıza göre, genetik ve biyoteknoloji eğitimi alan öğretmen adaylarının biyoteknoloji/genetik mühendisliği konularında bilgi düzeyi bu dersleri almayanlara göre anlamlı ölçüde değişmektedir. Bu nedenle derslerinde etkili bir genetik ve biyoteknoloji eğitimi alan öğretmen adayları gelecekte öğrencilerine de etkili bir biyoteknoloji eğitimi verebilecektir. Biyoteknoloji konusunun soyut, tartışmalı ve karmaşık bir konu olması nedeniyle, bu dersi verecek öğretmenlerin yapılandırmacı bir yaklaşım içerisinde derslerini anlatmalarına imkân sağlayacak bir eğitim almalarına ihtiyaç vardır. Çalışmanın sonuçlarının genellenebilirliği araştırmaya katılan ve İnönü Üniversitesi'nde öğrenim görmekte olan fen bilgisi öğretmen adayları ile sınırlıdır. Bu açıdan daha yüksek sayıda ve farklı bölgelerden veya kültürlerden katılımcılarla kıyaslamalı çalışmalar yapılması önerilmektedir.

Kaynaklar

- Akçay, S. (2016). Prospective elementary science teachers' understanding of photosynthesis and cellular respiration in the context of multiple biological levels as nested systems. *Journal of Biological Education*. DOI: 10.1080/00219266.2016.1170067
- Bal, Ş., Samancı, N. K. & Bozkurt, O. (2007). University Students' knowledge and attitude about genetic engineering. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(2), 119-126.

- Balemen, N. (2009). *Biyoloji öğretmen adaylarının nanobiyoteknoloji konularındaki bilgi seviyelerinin belirlenmesi ve nanobiyoteknoloji öğretim yöntem ve seviyelerinin araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Chen, S.Y., & Raffan, J. (1999). Biotechnology: student's knowledge and attitudes in the UK and Taiwan. *Journal of Biological Education*, 34(1), 17-23.
- Çepni, S. (2005). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş* (Genişletilmiş 3.Baskı). Celepler: Trabzon.
- Çiçekçi, O. (2008). *İlköğretim okullarında görevli öğretmenlerin transgenik (gdo) konusundaki bilgilerinin ve görüşlerinin belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Darçın, E.S. (2007). *Fen-teknoloji ve Biyoloji Öğretmen Adayları için Biyoteknoloji Eğitiminin Deneysel Planlanması*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Darçın, E.S. (2011). Turkish pre-service science teachers' knowledge and attitude towards application areas of biotechnology. *Scientific Research and Essays*, 6(5), 1013-1019.
- Dawson, V. (2007). An Exploration of high school (12-17 years old) students' understandings of, and attitudes towards biotechnology processes. *Research in Science Education*, 39, 59-73.
- Demirci, A. (2008). Perceptions and attitudes of geography teachers to biotechnology: A study focusing on genetically modified (GM) foods. *African Journal of Biotechnology*, 7(23), 4321-4327.
- Doğan, S., Kırvak, E. ve Baran, Ş. (2004). Lise öğrencilerinin biyoloji derslerinde edindikleri bilgileri günlük hayatla ilişkilendirebilme düzeyleri. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(1), 57-63.
- Falk, H., Brill, G. & Yarden, A. (2008). Teaching a biotechnology curriculum based on adapted primary literature. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1841-1866.
- 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.
- Garrett, S.T. (2009). *Professional development for the integration of biotechnology education*. Queensland University of Technology, Centre for Learning Innovation, Master of Education (Research). 1-137.
- 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.
- Hanegan, N. L. & Bigler, A. (2009). Infusing authentic inquiry into biotechnology. *Journal of Science Education and Technology*, 18(5), 393-401.
- Iqbal, H.M., Shahzad, S., & Sohail, S. (2010). Gender differences in Pakistani high school students' views about science. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 4689-4694.
- Karasar, N. (2009). *Bilimsel araştırma yöntemi*. (19. Baskı). Nobel Yayın Dağıtım: Ankara.
- Keskin, Y., Lüleci, N. E., Özyaral, O., Altıntaş, Ö., Sağlık, A., Lisar, H., Turan, A., & Top, Y (2010). Maltepe üniversitesi tıp fakültesi öğrencilerinin genetiği değiştirilmiş organizmalar hakkında bilgi tutum ve davranışları. *Maltepe Tıp Dergisi*, 2 (1), 14-23.
- 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.
- Kidman, G. (2010). What is an 'interesting curriculum' for biotechnology education? Students and teachers opposing views. *Research in Science Education*, 40, 353-373.
- Lamanauskas, V. & Makarskaitė-Petkevičienė, 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.
- McNeill, K.L. & Krajcik, J. (2008). Scientific explanations: Characterizing and evaluating the effects of teachers' instructional practices on student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(2), 53-78.
- Moerbeek, H., & Casimir, G. (2005). Gender differences in consumers' acceptance of genetically modified foods. *International Journal of Consumer Studies*, 29(4), 308-318.
- 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.
- Mowen, D. L., Roberts, T. G., Wingenbach, G. J. & Harlin, J. F. (2007). Biotechnology: An assessment of agricultural science teachers' knowledge and attitudes. *Journal of Agricultural Education*, 48(1), 42-51.
- Öcal, E. (2012). *İlköğretim Fen bilgisi öğretmenlerinin biyoteknoloji (genetik mühendisliği) farkındalık düzeyleri*. Yüksek Lisans Tezi. İnönü Üniversitesi, Malatya
- Özel, M., Erdoğan, M., Uşak, M. & Prokop, P. (2009). Lise öğrencilerinin biyoteknoloji uygulamalarına yönelik bilgileri ve tutumları, *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri / Educational Sciences: Theory & Practice* 9 (1), 297-328.
- Phoenix, D.A. (2000). The science of the millennium. *Journal of Biological Education*, 34(3), 115-116.
- Prokop, P., Lešková, A., Kubiato, 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.

- 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.
- Simon, R. M. (2010). Gender differences in knowledge and attitude towards biotechnology. *Public Understanding of Science*, 19(6), 642-653.
- Sinan, O. (2015). Öğrencilerin biyoteknoloji ile ilgili bilgi ve tutumların farklı değişkenlere göre incelenmesi. *YYÜ Eğitim Fakültesi Dergisi*. 12(1), 183-201.
- Sönmez, E. & Pektaş, M., (2017). Ortaokul öğrencilerine müfredat dışında uygulanan bazı biyoteknoloji etkinliklerinin bilimin doğası görüşleri ve biyoteknoloji bilgilerine etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 25 (5), 2019-2036.
- Steele, F. & Aubusson, P. (2004). The challenge in teaching biotechnology. *Research in Science Education*, 34(4), 365-387.
- Sürmeli, H. (2008). *Üniversite öğrencilerinin biyoteknoloji ve genetik mühendisliği çalışmaları ile ilgili tutum, bilgi ve biyoetik görüşlerinin değerlendirilmesi*, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Sürmeli, H. & Şahin, F. (2009). Üniversite öğrencilerinin biyoteknoloji çalışmalarına yönelik bilgi ve görüşleri. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(37), 33-45.
- Thieman, W. J. & Palladino, M. A. (2013). *Biyoteknolojiye giriş*. (Çev: Mücella Tekeoğlu). Palme Yayıncılık: Ankara.
- Turan, M. & Koç, I. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji uygulamalarına yönelik tutumları. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(2), 74-83.
- Türkmen, L. & Darçın, E.S. (2007). A Comparative study of turkish elementary and science education major students' knowledge levels at the popular biotechnological issues. *Internatiol Journal of Environmental and Science Education*. 2(4), 125-131.
- Usak, M., Erdogan, M., Prokop, P. & Ozel, M. (2009). High school and university students' knowledge and attitudes regarding biotechnology. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 37(2), 123-130.
- Uyanıker, S. (2008). *Biyoloji öğretmenlerinin moleküler biyoloji bilgi seviyeleri*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Yüce, Z. & Yalçın, N. (2012). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji konusundaki bilgi düzeyleri*. X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi. http://kongre.nigde.edu.tr/xufbmek/dosyalar/tam_metin/pdf/2261-16_05_2012-10_53_15.pdf adresinden 08.11.2017 tarihinde edinilmiştir.