

SCIENCE AND CLASSROOM TEACHER CANDIDATES' KNOWLEDGE AND ATTITUDES ABOUT BIOTECHNOLOGY¹

Süleyman AYDIN

*Assoc. Prof. Dr, Ağrı İbrahim Çeçen University, Turkey, yupul@hotmail.com
ORCID: 0000-0002-1759-0567*

Keziban ÇETİN

*Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Turkey, keziban_cetin_22@hotmail.com
ORCID: 0000-0003-0557-2350*

Received: 14.10.2019 Accepted: 20.04.2020

ABSTRACT

Biotechnology is a concept that is often used in conjunction with gene technologies and genetic recombination (a new combination of genetic material) as a collection of technologies that enable living organisms or their products to be used to change human life and environment in a positive way. The aim of this study is to determine the knowledge and attitude values of prospective teachers studying in science and primary education classroom teaching with a special focus on biotechnology. The study was conducted with a total of 132 teacher candidates, 68 of them from the Department of Mathematics and Science Education, Science Education Department and 64 of them were from the Department of Primary Education, classroom teaching department of an Education Faculty in the academic year of 2018-2019 in autumn season. The data collection tools used in the study consisted of two scales: "Biotechnology Information Scale" and "Biotechnology Attitude Scale", taken from the literature. "The Biotechnology Information Scale" was prepared according to the 3-point Likert type in order to determine the level of knowledge of prospective teachers on biotechnology. The Cronbach's alpha reliability coefficient was calculated as ,70 in the examination of internal consistency test of the scale. "The Biotechnology Attitude Scale" was prepared according to the 5-point Likert type and was composed of 22 questions. Cronbach Alpha reliability coefficient was calculated as .81 in the examination of internal consistency test of the scale. As a result of the analyzes, it was examined whether there is a significant difference between biotechnology knowledge levels and gender in terms of biotechnology according to the departments where the teacher candidates are registered. The obtained results showed that contrary to the literature, there was a difference in favor of science teacher candidates however; this difference was not statistically significant between the knowledge level of science teacher candidates and that of prospective classroom teacher candidates. Similarly, the results of the attitude test showed that there was a difference between the science teacher candidates and the classroom teacher candidates but this difference was not statistically significant either.

Keywords: Teacher candidates, science education, socio-scientific issues, biotechnology.

¹ This study has been presented as an oral presentation in 3rd International Congress Of Eurasian Social Sciences, 18 - 21 April 2019 Muğla TURKEY

INTRODUCTION

The term “biotechnology” is derived from the words biology and technology and has been described in various ways. The first definition was made by Karl Ershy in 1919 as the processes during which the raw materials were converted into new products with the help of biological systems (URL1). Today, this definition has been further extended with the inclusion of a sum of technologies that enable the use of living organisms or their products in a way that positively changes human life and the environment, and has often been used in conjunction with gene technologies and genetic recombination (the novel composition of genetic material) (Özcengiz, 2002). Regardless of how different the definitions have become over the years, they have something in common which is the studies conducted towards creatures and creatures’ life, particularly those conducted with a view to making the human life easier and providing the human being with great opportunities for a healthier life and also facilitating exchange of genetic materials among all the living organisms (Yeşilbağ, 2004). In the light of these definitions, it can be deduced that biotechnology is related to all the developments in the direction of increasing life standards of living by affecting the life of all living things. Biotechnological developments will vary depending on the speed of technological developments and the change in attitudes towards ethics. Micro-organisms, plants and animals have been used in the studies conducted for this purpose (Özel et al, 2009; Türker & Pakmaya & 2008; Deniz et al, 2008; Üstün & Demirci, 2016).

Developments in biotechnology and new methods used in biotechnology allow us to change the genetics of organisms and to use them or their products in different fields. Nevertheless, natural genetic events such as mutation and genetic recombination are already included in these biotechnological applications. However, biotechnology when it is based on in vitro manipulation of DNA differs from its previous applications; biotechnology allows scientists to change certain genes and transfer them to very different organisms such as bacteria, plants and animals. Biotechnology, however, provides numerous medical contributions to the diagnosis and treatment of diseases. A significant benefit of biotechnology studies is the identification of gene mutations responsible for genetic diseases and thereby providing evidences that would prevents (Campbell & Reece, 2005). Modern molecular biotechnology represents a radical novelty. This includes a range of technologies which are; biotechnology with its large definition referring to putting biological systems and treatments into actions, recombinant covering DNA and gens products manipulations, DNA technology and molecular biology which brings these two technology together (Thomas, 2004).

Due to scientific and technological developments, there appeared a need to change the science curriculum. parallel to scientific and technological developments, curricula should be structured to include the social and environmental implications of science and technology. In this context and given its’ rising cultural, social, political and economic values, many researchers argue that biotechnology should take part in the education system. (Lewis & Wood-Robinson, 2000; Marbach-Ad, 2001; Stewart & VanKirk, 1990). These are: biotechnology which refers to the implementation of biological systems and processes with the general definition; recombinant DNA

technology including manipulation of DNA and gene products and the molecular biotechnology that combines these two technologies (Thomas, 2004).

After 1990s, rapid developments in molecular biology and gene technology with biotechnology applications and international projects have been the most popular topics. Human Genome Project, based on the knowledge of human genetic structure, has attracted the attention of the whole world and gene technology has started to show its effect in all areas of life (Arda, 2004). Modern biotechnology along with the information technology is one of the most important technologies that are expected to provide the most important contribution to the well-being of humanity in the 21st century. Biotechnological developments have created new opportunities for change depending on globalization. For this reason, biotechnology is seen as an opportunity to fight against disease, hunger and poverty (Topal, 2007: 46-47).

Since molecular biology is a technology dependent on scientific research and the fundamental of science, open to innovation and rapidly developing with unlimited potential, modern biotechnology has become a point that can deeply affect the traditional agricultural economies of countries, especially with transgenic plants. The practices of modern biotechnology in human medicine continue to grow with significant contributions to the protection of human health, which is invaluable to be measured by economic criteria (Yurdusev, 2002).

Biotechnological practices have brought with them cultural, social, political and economic debates. (Klop, et al., 2010). The main issues of these discussions are; social and moral frameworks of biotechnological applications (Pardo, Midden & Miller, 2002), general knowledge of people on biotechnology (Qin & Brown, 2007), individuals' biotechnology thoughts and attitudes (Pardo, Midden & Miller, 2002), and students' knowledge and attitudes towards genetically modified organisms (GMOs) (Dawson, 2007; Dawson & Schibeci, 2003; Klop et al., 2010; Lamanauskas & Makarskaitka-Petkevičien, 2008; Prokop, Lešková, Kubiátko & Diran, 2007). This situation requires individuals to be able to critically evaluate the advantages and risks of biotechnology applications (Kidman, 2010).

The purpose of the science education given in schools alongside students learning basic science concepts should be to increase the curiosity and interest towards science and develop their scientific thinking skills (Kidman, 2010). Due to scientific and technological developments, science curriculum needs change. With the recent scientific developments, the science curriculum has been updated several times (MoNE, 2005, 2007, 2013, 2017). When examining the related educational programme, in Turkey, it can be noticed that efforts have been made to lay down the foundations of biotechnology and genetic engineering education starting from elementary school (Darçın, 2003). The main purpose of biotechnology and genetic engineering education is to give people a general perspective and to make them aware of the latest developments (Klop & Severiens, 2007). Learning the basic information about the subject at an early age is of great importance in developing a correct and logical attitude. In this sense, some deficiencies and necessity for making certain arrangements and regulations in genetic engineering and biotechnology education still stand out.

Developments in biotechnology and genetic engineering are generally followed from media and internet, not from educational institutions. Öcal (2012) in his study with science teachers, directed a question to teachers, "What is the most useful resource for biotechnology?", 52.2 % of them replied the question as "the internet" and this response proves the situation. Given the multiplicity of unfounded information on websites, this can lead to the adoption of unrealistic ideas and prejudice against this important issue due to misinformation in the media. In order to address this kind of potential problem and to draw attention to this important topic, necessary arrangements should be made by taking into account the latest developments in our education programs in biotechnology and genetic engineering and biotechnology and genetic engineering education should be given by appropriate methods.

When we look at the education programs of developed countries in biotechnology and genetic engineering education, it can be said that America and Japan give more importance to biotechnology and genetic engineering than other countries (Kaya, 2009). According to Saminather (2006), America is the center of biotechnology and genetic engineering. The budget allocated to this field is quite high and people's interests are increasing day by day. According to the same researcher, the most important problem in the field of biotechnology is that what is taught in the field of biotechnology does not correspond with the skills and knowledge needed in practice. It was emphasized that the necessary biotechnological skills could not be gained through the given biotechnology training. In order to solve this problem, classes for applications of biotechnology have been created in colleges in the United States of America. As a result of the research done in Japan, it was seen that the Japanese people were familiar with the terms and applications of biotechnology and genetic engineering. They often encountered these concepts in areas such as television, magazines and internet. The Japanese thought that biotechnology would be an important source of livelihood in the future (Maekawa & Macer, 2004; Kaya, 2009).

When looking at genetic engineering and biotechnology education in Turkey since 1998 it was seen that the genetic engineering and biotechnology education were given at different educational levels (Semenderoğlu & Aydın, 2014). However, when the education programs in primary, secondary and higher education are examined, it is seen that genetic engineering and biotechnology issues are not sufficiently covered and biotechnology and genetic engineering are not adequately updated. Attempts towards fitting the subjects of the curriculums into only one unit can provide evidence that adequate level of attention is not given to biotechnology and genetic engineering (Altıparmak, 2005).

In the researches, it has been found that teachers have prejudiced and negative attitudes towards biotechnology and biotechnology applications (Fonseca, et al., 2011; Turkmen & Darcin, 2007). In the researches that examined the students' perspectives and attitudes towards the applications of biotechnology, it was determined that the students found biotechnological applications unnecessary and showed negative attitudes towards them (Erdoğan, et al., 2009; Sürmeli & Şahin, 2010). In his study, Kidman (2010) compared to the views of teachers and students about the applications of biotechnology, and concluded that while teachers looked at the situation

from an ethical point of view in biotechnology, students approached them based on weight of subjects on the agenda, in other words they are interested in the most popular ones such as cloning and gene technology.

There are numerous researches on attitude towards biotechnology applications. Lock, Miles and Hughes (1995) and Chen and Raffan (1999) concluded that students' attitudes changed positively after taking courses on biotechnology and biotechnology applications while Olsher and Dreyful (1999) and Dawson and Schibeci (2003) concluded that taking biotechnology lessons did not affect students' attitudes. Lock and Miles (1993) found that students developed a positive attitude towards the use of biotechnological applications on plants and bacteria but showed negative attitudes towards the use of biotechnological applications on animals. In his study, Dawson (2007) concluded that the students in the lower class have more positive attitudes towards biotechnology applications than the upper classes. However, Gunter, Kinderlerer and Beyleveld (1998) stated that students in upper classes developed a more positive attitude towards biotechnology applications.

Researchers argue that gender is one of the most important factors affecting attitudes towards biotechnology applications. Prokop et al. (2007) and Qin and Brown (2007), in their study on biotechnology applications, have found that men have more positive attitudes than women. Moerbeek and Casimir (2005) concluded that women have more positive attitudes than men.

Biotechnology is included in the Science program, but there are only a few researches at the university level that investigate the attitudes of science prospective teachers towards biotechnology applications (Sürmeli & Şahin, 2010; Turkmen & Darcin, 2007; Yüce & Yalçın, 2012).

Being the adults of tomorrow and prospective teachers, young people have important thoughts about biotechnology (Dawson & Schibeci, 2003). The negative attitudes of teachers towards biotechnology applications prevent students from understanding these subjects in a sufficient way and even inhibit a meaningful learning to take place. Therefore, the attitudes of teachers towards biotechnology applications is of crucial importance. In this context, the main purpose of this study is to identify the knowledge and attitudes of science and classroom teachers towards biotechnology applications.

METHOD

In this study, quantitative research method (survey) was used to determine the science and classroom teacher candidates' knowledge about biotechnology and their attitudes towards biotechnology applications. Field survey studies are a type of research conducted to determine the current situation. The answers to the questions of what the current state of the event or problem to be investigated is, and where we are in this situation, are sought in this type of studies. In such researches, the sample is kept quite wide. Surveys are the easiest way to reach this type of large sampling. More quantitative data are collected through surveys. With the statistical analysis of quantitative data, it is tried to make generalizations as a result of the research. Here, survey prepares

the necessary foundations for case studies and provides an environment for the problem to be investigated (Çepni, 2009). "In this study, research and surveying ethics rules are followed during applications".

Sample

The sample of the study consisted of a total of 132 pre-service teachers, 68 (46 girls and 22 boys) of them enrolled in the Department of Science Teaching and 64 (44 girls and 22 boys) of them enrolled in the classroom teaching department registered to the Department of Classroom Teaching at Ağrı İbrahim Çeçen University, Faculty of Education in 2018-2019 academic years.

Data Collection Tools

In this study, two data tools, namely "Biotechnology Information Scale" and "Biotechnology Attitude Scale", which were taken from the concept of biotechnology (Yüce, 2011), were used. The data collection tools were applied to prospective teachers in the departments of Science Education and Classroom Teaching in the Faculty of Education of Ağrı İbrahim Çeçen University in the academic year of 2018-2019. Teacher candidates were asked to mark one of the following three options; 'True', 'No Idea' or 'Wrong' which are prepared in line with the 3-point Likert type information scale consisting of 22 items related to biotechnology. Then, they were asked to mark one of the following five options; terms "Strongly Disagree", "Disagree", "Undecided", "Agree" or "Strongly Agree" which are prepared in line with the 5-point Likert type attitude scale consisting of 22 items on the subject of biotechnology.

Data Analysis

The data obtained from the surveys were analyzed according to frequency and percentage distribution with SPSS program. The numbers in the questionnaire prepared according to the 3-point Likert type, were coded as the "True" option (3), for the option "No idea" (2) and for the "Wrong" option (1). The numbers in the questionnaire prepared according to the 5-point Likert type, were coded as following in reverse order for the option "Definitely Agree" (5), for the option "Agree" (4), for the "Undecided" option (3), for the "Disagree" option (2), for the "Strongly Disagree" option (1).

FINDINGS (RESULTS)

The findings of this study, which was conducted on classroom teaching and science education teacher candidates' biotechnology knowledge and their attitudes towards biotechnology applications, were presented in the tables below.

According to Kim, H. Y. (2013), the number (z-scores) obtained by dividing Skewness Kurtosis values by their standard errors between -1,96 and +1,96 are sufficient for normal distribution. In this respect, statistical normal

distribution, Skewness and Kurtosis values were examined and it was seen that the z-scores of the male and female pre-service teachers for the knowledge test were 1,78 and -,38, respectively, and it was accepted that they showed a normal distribution.

In the study, Skewness Kurtosis values of the knowledge test results of the sample were taken and distribution evaluations were made according to the departments. Skewness Kurtosis values of science teacher candidates (-1,608; -0,451) and Skewness Kurtosis values of teacher candidates were found to be (-1,371; 0,972). It was seen that the data obtained from the knowledge test results of both teacher trainees showed statistically normal distribution. The results of attitude test of female and male teacher candidates were statistically significant but Skewness and Kurtosis values for female teacher candidates were (0,801; 0,669) and for male teacher candidates were (-0,165, -1,114) and the results showed normal distribution. The results of attitude test obtained from science teacher candidates and classroom teacher candidates were statistically significant but Skewness and Kurtosis values for science teacher candidates were (1,061; 0,181), for primary teacher teachers were (0,121; -1,133) and the results were showed normal distribution.

Table 1. Group Statistics

Department	N	Mean	Std. Deviation
Science	68	2,2400	,16657
Primary	64	2,2642	,15639

As shown in Table 1, statistical information about science teacher candidates and classroom teacher candidates were given. According to this information; prospective science teachers are consisted of 68 students and classroom teacher candidates are consisted of 64 students. In both groups, the Biotechnology Knowledge Test average (2,24 and 2,26) and the in-group standard deviations of the groups (0,16 and 0,15) were close to each other.

Table 2. Science and Class Teacher Candidates Knowledge Scale t-Test Results

	F	Sig.	t	Sig. (2-tailed)
Equal variances assumed	,396	,530	-,860	,391
Equal variances not assumed			-,862	,390

(p>,05)

Table 2 shows that there is no statistically significant difference between the independent t-test results of prospective science teacher candidates and classroom teacher teacher candidates. Although there was a slight difference among the biotechnology knowledges of science teacher candidates and classroom teacher candidates this difference was not statistically significant (p=,391 for equal variances assumed and p=,390 for equal variances not assumed).

Table 3. Teacher Candidates' Biotechnology Knowledge Statistical Results by Gender

Gender	N	Mean	Std. Deviation
Female	90	2,2545	,17168
Male	42	2,2457	,13913

As shown in Table 3, statistical information related to the gender of the prospective science teacher candidates and the teacher candidates of the classroom teachers was given. According to this information; the total number of females were 90 students, and the total number of males were composed of 42 students in the sample.

In both groups, the average of Biotechnology Knowledge Test (2,25 for female and 2,24 for male students) and in-group standard deviations of the groups (0,17 for females and 0,14 for male students respectively) were close to one another.

Table 4. Biotechnology Knowledge Test t-Test Results According to Gender of Teacher Candidates

	F	t	Sig. (2-tailed)
Equal variances assumed	1,78	,293	,770
Equal variances not assumed		,316	,753

(p>,05)

It is understood that there was no statistically significant difference between the results of independent t-test between male and female teacher candidates' Biotechnology Knowledge Scale T-test ($P > .05$). According to this result, it can be said that female teacher candidates and male teacher candidates' biotechnology knowledge are the same. ($p = ,770$ for equal variances assumed and $p = ,753$ for equal variances not assumed).

Table 5. Biotechnology Attitudes t-Test: Interdepartmental

	F	Sig.	t	df	Sig. (2 tailed)	Mean Difference
Equal variances assumed	1,732	,191	,161	130	,873	,00952
Equal variances not assumed			,160	126,482	,873	,00952

(p>,05)

Table 5 shows the results of the Biotechnology Attitude Scale t-test among science teacher candidates and classroom teacher candidates. When these results are examined, it is understood that there is no statistically significant difference between the two groups and even the averages between the groups are very close to each other ($p = ,873$ for equal variances assumed and $p = ,873$ for equal variances not assumed).

Table 6. Interdepartmental Biotechnology Attitudes t-Test by Gender

	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
Equal variances assumed			-,122	130	,903	-,01136
Equal variances not assumed	,022	,881	-,122	85,647	,903	-,01136

(p>,05)

Table 6 shows the results of t-test according to gender of biotechnology attitude questionnaires of science teacher candidates and classroom teacher candidates. It is understood that there is no statistically significant difference between classroom teacher and science teacher, female and male teacher candidates' attitudes towards biotechnology according to their gender (p=,903 for equal variances assumed and p= ,903 for equal variances not assumed).

CONCLUSION and DISCUSSION

Students' biotechnology knowledge shows a significant difference according to the universities they are studying. For example, it is determined that science students who are studying at Gazi University have more knowledge about biotechnology than students of Caucasus University (Yüce, & Yalçın, 2012). In this study, it was found that the knowledge of science teacher and classroom teacher candidates were insufficient in terms of the biotechnology knowledge level and this difference was not statistically significant although there was little difference between these two groups in favor of science teacher candidates.

Table 4 shows that there is no statistically significant difference between the results of independent t-test between female and male teacher candidates (P>,05). According to this result, it can be said that female teacher candidates' biotechnology knowledge are the same with the male students' biotechnology knowledge level. Similar to this study, it was concluded that students' biotechnology knowledge does not show a significant difference according to their gender. In the studies carried out in Turkey, high school and university students' knowledge about biotechnology did not differ in terms of their gender (Özel et al., 2009; Usak, et al., 2009).

Table 5 shows the results of the biotechnology attitude scale t-test among science education and classroom teacher candidates. When these results are examined, it is understood that there is no statistically significant difference between the two groups and even the averages between the groups are very close to each other.

Based on the results in Table 6 about the male and female teacher candidates of classroom teaching and science education, it is understood that there is no statistically significant difference between their attitudes towards biotechnology according to their gender. This result shows a contradiction to study of that of Prokop et al. (2007) concluding that men have more positive attitudes towards biotechnology applications than women and also

these result is in contradiction to the results of the study conducted by Moerbeek & Casimir (2005) stating that women have more positive attitude than men. It is understood that the result of this study is due to the inadequate of biotechnology knowledge of both classroom teaching and science education teacher candidates.

In a study that Dawson and Schibeci (2003) conducted, they concluded that very few students agreed to place the human gene in animals. According to this, it is seen that the attitudes of the students towards the applications of biotechnology vary with the purpose of the application (Chen & Raffan, 1999; Massarani & Moreira, 2005).

As a result of similar studies conducted with 12-17 age groups, it was determined that most of the students accepted the use of microorganisms in biotechnological methods (Dawson & Schibeci, 2003; Dawson, 2007). In this case, it is understood that the rate of acceptance of the genetic modification performed in microorganisms varies according to the age of the student and this change is thought to originate from the level of education. Modification of human genes for the treatment of diseases is also widely accepted by the students.

As a result of this study, it was seen that there was no significant difference between the pre-service science teachers and pre-service classroom teachers' knowledge levels about biotechnology. This situation is thought to be due to the fact that biotechnology subjects could not be included in science courses in primary and secondary school curricula. It is because of biotechnology subjects could not be included in the biology courses in the curriculum of high school curriculum and university science teaching and classroom teaching departments and also that there was no biotechnology course in the science curriculum.

RECOMMENDATIONS

As we are living in an age where the limits of ethics are being forced by biotechnological applications force the ethical boundaries, the inadequacy of the pre-service teachers' knowledge is related to the fact that these matters are not adequately addressed in the curriculum will increase our concerns about the future. With this justification, it is highly recommended that socio-scientific issues like biotechnology should be given as more importance in Turkey as they are in other developed countries. Considering the results obtained from the research, as individuals of today and our future, it is thought that learning the attitudes of university students about biotechnology studies is important in terms of learning about their attitudes towards science and preparing programs to change and improve their potential negative attitudes.

ETHICAL TEXT

"In this article, journal writing rules, publishing principles, research and publishing ethics rules, journal ethics rules are followed. The author (s) is responsible for any violations that may arise regarding the article".

REFERENCES

- Altıparmak, M. (2005). *Rekombinant DNA Teknolojisinin Öğretiminde İnteraktif Uygulamalar ve Biyoetik*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Arda, B. (2004). Ethical respects of biotechnology and the case of Turkey. *Journal of Biotechnology and Law*, 1, 210-214.
- Campbell, N. A. & Reece, J. B. (2005). *Biology, 7th edition*. San Francisco, CA: Pearson Education Inc.
- Çepni, S. (2009). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş (Gözden geçirilmiş baskı)*. Trabzon: Celepler Matbaacılık.
- Chen, S. Y. & Raffan, J. (1999). Biotechnology: Students knowledge and attitudes in the UK and Taiwan. *Journal of Biological Education*, 34(1), 17-23.
- Darçın, E. S. (2003). Biyoteknoloji Dünyasındaki Yerimiz. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6, 305-315.
- Dawson, V. (2007). An exploration of high school (12–17 year old) students' understandings of, and attitudes towards biotechnology processes. *Research in Science Education*, 37(1), 59-73.
- Dawson, V., & Schibeci, R. (2003). Western Australian high school students' attitudes towards biotechnology process. *Journal of Biological Education*, 38 (1), 7-12
- Deniz, G. C., Durdu, S., Akar, A. R. & Ozyurda, U. (2008). Biotechnology and stemcell research: a glancein to the future/biyoteknoloji ve kok hücre arastirmalari: geleceğe bakis. *The Anatolian Journal of Cardiology (Anadolu Kardiyoloji Dergisi)*, 8(4), 297-303.
- Erdoğan, M., Özel, M., Uşak, M., & Prokop, P. (2009). Development and validation of an instrument to measure university students' biotechnology attitude. *Journal of Science Education & Technology*, 18, 255-264.
- Fonseca, M. J., Costa, P., Lencastre, L., & Tavares, F. (2011). Disclosing biology teachers' beliefs about biotechnology and biotechnology ducation. *Teacher and Teaching Education*, 28, 368-381.
- Gunter, B., Kinderlerer, J., & Beyleveld, D. (1998). Teenagers and biotechnology: A survey of understanding and opinion in Britain. *Studies in Science Education*, 32, 81-112.
- Kaya, N. (2009). *Birlikte Öğrenme Gruplarında Pratik Deney ve Materyal Tasarımları İle Biyoteknoloji Öğretiminin Başarı ve Tutuma Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Muğla.
- Kidman, G. (2010). What is an 'interesting curriculum' for biotechnology education? Students and teachers opposing views. *Research in Science Education*, 40, 353-373.
- Kim, H. Y. (2013). Statistical notes for clinical researchers: assessing normal distribution (2) using skewness and kurtosis. *Restorative dentistry & endodontics*, 38(1), 52-54.
- Klop, T., & Severiens, S. (2007). An Exploration of Attitudes Towards Modern Biotechnology, *International Journal Of Science Education*, 29(5), 663-679.
- Klop, T., Severiens, S. E., Knippels, M. J. P. J., Van Mil, M. H. W., & Dam, G. T. M. T. (2010). Effects of a science education module on attitudes towards modern biotechnology of secondary school students. *Journal of Science Education*, 32(9), 1127-1150.

- Lamauskas, 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.
- Lewis, J., & Wood-Robinson, C. (2000). Genes, chromosomes, cell division and inheritance: Do students see any relationship? *Journal of Science Education*, 22, 177-195.
- Lock, R., & Miles, C. (1993). Biotechnology and genetic engineering: students' knowledge and attitudes. *Journal of Biological Education*, 27(4), 267-272.
- Lock, R., Miles, C., & Hughes, S. (1995). The influence of teaching on knowledge and attitudes in biotechnology and genetic engineering contexts: Implications for teaching controversial issues and the public understanding of science. *School Science Review*, 76(276), 47-59.
- Maekawa, F., & Macer, D. (2004). How Japanese Students Reason About Agricultural Biotechnology, *Science And Engineering Ethics*, 10(4), 705-716.
- Marbach-Ad. (2001). Attempting to break the code in student comprehension of genetic concepts. *Journal of Biological Education*, 35(4), 183-189.
- Massarani, L., & Moreira, I. D. C. (2005). Attitudes towards genetics: a case study among Brazilian high school students. *Public Understanding of Science*, 14(2), 201-212.
- Moerbeek, H. H. S.; Casimir, G.J. (2005) Gender differences in consumers' acceptance of genetically modified foods. *International Journal of Consumer Studies*, 29(4), 308 – 318
- MoNE. (2005). İlköğretim Fen Ve Teknoloji Dersi (4 ve 5. Sınıflar) Öğretim Programı.
- MoNE. (2007). Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar). Ankara.
- MoNE. (2013). Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar).Ankara.
- MoNE. (2017). Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar).Ankara.
- Öcal, E. (2012). *İlköğretim Fen Bilgisi Öğretmenlerinin Biyoteknoloji (Genetik Mühendisliği) Farkındalık Düzeyleri*. Yüksek Lisans Tezi. Malatya: İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı.
- Olsher, G., & Dreyful, A. (1999). The extension-teaching approach as a means to develop junior high student attitudes towards biotechnologies. *Journal of Biological Education*, 34(1), 24-30.
- Özcengiz, G. (2002). Endüstriyel üretimde gen teknolojileri, *Avrasya Dosyası*, 8(3), 104- 119.
- Özel, M., Erdoğan, M., Uşak, M., & Prokop, P. (2009). Lise öğrencilerinin biyoteknoloji uygulamalarına yönelik bilgileri ve tutumları. *Science Education*, 2(10), 61-69
- Pardo, R., Midden, C., & Miller, J. D. (2002). Attitudes toward biotechnology in the European union. *Journal of Biotechnology*, 98(1), 9-24.
- 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.
- Qin, W., & Brown, J. L. (2007). Public reactions to information about genetically engineered foods: Effects of information for men and male/female differences. *Public Understanding of Science*, 16, 471-488.

- Saminather, N. (2006). Biotech's Beef: Companies Say Grad Schools Aren't Stressing What Students Require in The Real World. *Business Week*.
- Semenderoğlu, F., & Aydın, H. (2014). Öğrencilerin biyoteknoloji ve genetik mühendisliği konularını kavramsal anlamalarına yapılandırmacı Yaklaşımın Etkisi. *International Periodical For The Languages, Literature And History of Turkish Or Turkic. Turkish Studies*, 9(8), 751-773.
- Stewart, J. H., & VanKirk, J. (1990). Understanding and problem solving in classical genetics. *Journal of Science Education*, 12, 575-588.
- Sürmeli, H. and Şahin, F. (2010). Üniversite öğrencilerinin biyoteknoloji çalışmalarına yönelik tutumları. *Eğitim ve Bilim*, 35(155), 145-157.
- Thomas, P. (2004). *Avrupa Birliği'nde GDO'lu gıdalara karşı tüketici tepkileri*. Modern Biyoteknoloji, Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar ve Gıda Güvenliği Konferansı. İstanbul.
- Topal, Ş. (2007). *Değiştirilen sen mi, gen mi, evren mi*. İstanbul: Yeni İnsan Yayınevi.
- Turan, M., Koç, I. (2012). Preservice Science Teachers' Attitudes Towards Biotechnology Applications. *Trakya University Journal of Education*, 2 (2), 74-83.
- Türker, M., & Pakmaya, İ. (2008). Anaerobik Biyoteknoloji ve Biyogaz Üretimi Dünya'da ve Türkiye'de Eğilimler. VII. *Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, İstanbul*, 17-19.
- Turkmen, L., & Darcin, E. S. (2007). A comparative study of Turkish elementary and science education major students' knowledge levels at the popular biotechnological issues. *International Journal of Environmental & Science Education*, 2(4), 125-131.
- URL1: www.ortohum.gov.tr. Accessed: 12.02.2019.
- 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.
- Üstün, Ç., & Demirci, N. (2016). Biyoteknoloji, tıp ve etik. *Ege Tıp Dergisi*, 55(3), 158-162.
- Yeşilbağ, D. (2004). Tarımsal ve hayvansal ürünlerde modern biyoteknoloji ve organik üretim. *Uludag Univ. J. Fac. Vet. Med*, 23(1-3), 157-162.
- 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 Tezi, Ankara.
- Yüce, Z. and Yalçın, N. (2012, Haziran). Fen Bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji konusundaki bilgi düzeyleri. *X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Niğde, Türkiye.
- Yurdusev, N. (2002). Hayvancılık ve veteriner hekimlikte gen teknolojileri ve biyoteknoloji. *Avrasya Dosyası*, 8(3), 77-89.

FEN BİLİMLERİ VE SINIF ÖĞRETMENLİĞİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ BİYOTEKNOLOJİ HAKKINDAKİ BİLGİ DÜZEYLERİ VE TUTUMLARI

ÖZ

Biyoteknoloji, canlı organizmaların ya da onların ürünlerinin insan yaşamını ve çevresini olumlu yönde değiştirecek biçimde kullanılmasını sağlayan teknolojilerin bir toplamı olarak çoğunlukla gen teknolojileri ve genetik rekombinasyon (genetik materyalin yeni bileşimi) terimleri ile birlikte kullanılan bir kavramdır. Bu araştırmanın amacı, fen bilimleri ve sınıf öğretmenliğinde öğrenim gören öğretmen adaylarının biyoteknoloji kavramıyla alakalı bilgi düzeylerini ve tutum değerlerini belirlemektir. Araştırma 2018-2019 akademik döneminde Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü Fen Bilimleri Öğretmenliği Anabilim Dalı'nda öğrenim gören 68 (22 erkek 46 kız) öğretmen adayı ve Temel Eğitim Bölümü Sınıf Öğretmenliği Anabilim Dalı'nda öğrenim gören 64 (22 erkek 42 kız) öğretmen adayı olmak üzere toplam 132 kişiyle yürütülmüştür. Araştırmada kullanılan veri toplama araçları literatürden alınan 'Biyoteknoloji Bilgi Ölçeği' ve 'Biyoteknoloji Tutum Ölçeği' olmak üzere iki ölçekten oluşmaktadır. 'Biyoteknoloji Bilgi Ölçeği' öğretmen adaylarının biyoteknoloji konusunda bilgi düzeylerini belirlemek amacıyla 3'lü likert tipine göre hazırlanmış ve 22 sorudan oluşturulmuştur. Ölçeğin iç tutarlık sınavında Cronbach Alfa güvenirlik katsayısı ,70 olarak hesaplanmıştır. 'Biyoteknoloji Tutum Ölçeği' ise öğretmen adaylarının tutum düzeylerini ölçmek için 5'li likert tipine göre hazırlanmış ve 22 sorudan oluşturulmuştur. Ölçeğin iç tutarlık sınavında Cronbach Alfa güvenirlik katsayısı ,81 olarak hesaplanmıştır. Yapılan analizler sonucunda öğretmen adaylarının bölümlerine göre hem biyoteknoloji ile ilgili bilgi düzeyleri arasında hem de cinsiyetleri arasında anlamlı farklılıkların olup olmadığına bakılmıştır. Elde edilen sonuçlar literatürdeki sonuçlardan farklı olarak fen bilgisi öğretmen adayları ile sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının biyoteknoloji bilgi düzeyleri arasında fen bilgisi öğretmen adayları lehine bir farklılığın olduğunu ancak bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını göstermiştir. Tutum testi sonuçları ise benzer şekilde fen bilgisi öğretmen adayları ile sınıf öğretmenliği öğretmen adayları arasında bir farklılık olduğunu ancak, bu farklılığın yine anlamlı düzeyde olmadığını göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Öğretmen adayları, fen eğitimi, sosyo bilimsel konular, biyoteknoloji.

GİRİŞ

Biyoteknoloji, biyoloji ve teknoloji kelimelerinden türetilmiş ve bu teknoloji çeşitli şekillerde tanımlanmıştır. İlk tanımı 1919 yılında Karl Ershy tarafından biyolojik sistemlerin yardımıyla hammaddelerin yeni ürünlere dönüştürüldüğü işlemler şeklinde yapılmıştır (URL1). Günümüzde ise, bu tanım, canlı organizmaların ya da onların ürünlerinin insan yaşamını ve çevresini olumlu yönde değiştirecek biçimde kullanılmasını sağlayan teknolojilerin bir toplamını içerecek şekilde genişletilmiş, çoğunlukla gen teknolojileri ve genetik rekombinasyon (genetik materyalin yeni bileşimi) terimleri ile birlikte kullanılır hale gelmiştir (Özcengiz, 2002). Yapılan tanımlar ne kadar farklılaşırsa farklılaşsın ortak noktanın canlılar ve canlıların yaşamına yönelik, özellikle insan yaşamını kolaylaştıracak ve insanları daha sağlıklı yaşatma konusunda büyük imkânlar sağlayacak ve tüm canlı organizmalar arasında genetik materyal değişimi yapmayı mümkün kılacak çalışmalar olduğu görülmektedir (Yeşilbağ, 2004). Bu tanımlar ışığında biyoteknolojinin tüm canlıların yaşamına etki ederek onların hayat standardını yükseltecek yöndeki gelişmelerin tümü ile ilişkili olduğu çıkarılabilir. Biyoteknolojik gelişmeler teknolojik gelişmelerin hızı ve etik yöndeki tutumların değişimine bağlı olarak değişecektir. Bu amaçla yapılan çalışmalarda mikroorganizmalar, bitkiler ve hayvanları kullanılmıştır (Özel vd, 2009; Türker, Pakmaya, 2008; Deniz, vd, 2008; Üstün ve Demirci, 2016).

Biyoteknolojideki gelişmeler ve biyoteknoloji kullanılan yeni yöntemler organizmaların genetiğini değiştirmeye ve bunları ya da bunların ürünlerini daha farklı alanlarda da kullanmamıza olanak tanımaktadır. Yine de mutasyon ve genetik rekombinasyon gibi doğal genetik olaylar zaten bu biyoteknolojik uygulamaların içinde yer almaktadır. Ancak DNA'nın in vitromanipülasyonuna dayalı olan biyoteknoloji, daha önceki uygulamalarından farklıdır; biyoteknoloji, bilim insanlarının belirli genleri değiştirmesine ve onları bakteri, bitki ve hayvan gibi birbirinden oldukça farklı canlılara aktarılmasına imkân sağlar. Bununla birlikte, biyoteknoloji, hastalıkların tanısı ve tedavisinde tıbbi yönden sayısız katkılar sağlamaktadır. Biyoteknoloji çalışmalarının gözle görülür bir yararı, genetik hastalıklardan sorumlu gen mutasyonlarının belirlenmesi ve bu şekilde tanı, tedavi ve bu koşulların önlenmesine giden yollara götürecektir muhtemel bulguları sağlamasıdır (Campbell ve Reece, 2005; Turan & Koç, 2012). Modern moleküler biyoteknoloji, radikal bir yeniliği temsil etmektedir. Bu radikal yeniliğin içinde bir dizi teknoloji yer almaktadır. Bunlar: genel tanımıyla biyolojik sistem ve işlemlerin uygulamaya geçirilmesi anlamına gelen biyoteknoloji; DNA ve gen ürünlerinin manipülasyonunu kapsayan rekombinant (yeniden bileşen) DNA teknolojisi ve bu iki teknolojiyi bir araya getiren moleküler biyoteknolojidir (Thomas, 2004).

Bilimsel ve teknolojik gelişmeler nedeniyle, bilim müfredatını bilimsel ve teknolojik gelişmelere paralel olarak değiştirme ihtiyacı ortaya çıkmıştır, müfredat bilim ve teknolojinin sosyal ve çevresel sonuçlarını içerecek şekilde yapılandırılmalıdır. Bu bağlamda ve yükselen kültürel, sosyal, politik ve ekonomik değerleri göz önüne alındığında, birçok araştırmacı biyoteknolojinin eğitim sisteminde yer alması gerektiğini savunmaktadır (Lewis & Wood-Robinson, 2000; Marbach-Ad, 2001; Stewart ve VanKirk, 1990). Bunlar: biyolojik sistemlerin ve süreçlerin genel

tanım ile uygulanmasını ifade eden biyoteknoloji; DNA ve gen ürünlerinin manipülasyonunu içeren rekombinant DNA teknolojisi ve bu iki teknolojiyi birleştiren moleküler biyoteknoloji konularıdır (Thomas, 2004).

1990'lerden sonra biyoteknoloji uygulamaları ve uluslararası projeler ile moleküler biyolojideki ve gen teknolojisindeki hızlı gelişmeler en popüler konulardan birisi olmuştur. İnsanın genetik yapısının bilgisine dayanan İnsan Genom Projesi tüm dünyanın ilgisini çekmiş ve gen teknolojisi yaşamın her alanında etkisini göstermeye başlamıştır (Arda, 2004). Modern biyoteknoloji, bilişim teknolojisi ile birlikte 21. yüzyılda insanlığın refahında en önemli katkıyı sağlaması beklenen teknolojilerin başında gelmektedir. Biyoteknolojik gelişmeler küreselleşmeye bağlı olarak yeni değişim fırsatları yaratmıştır. Bu nedenle hastalık, açlık ve yoksullukla mücadele açısından bir savaşım fırsatı olarak görülmektedir (Topal, 2007).

Moleküler biyolojinin bilimsel araştırma ve altyapısına bağımlı, yenilikçiliğe (innovasyon) açık ve çok hızlı gelişen, potansiyeli sınırsız bir teknoloji olmasından dolayı, modern biyoteknoloji özellikle transgenik bitkilerle ülkelerin geleneksel tarım ekonomilerini derinden etkileyebilecek bir noktaya gelmektedir. Modern biyoteknolojinin beşeri hekimlikteki uygulamaları ise, ekonomik kıstaslarla ölçülemeyecek kadar değerli olan insan sağlığının korunmasında önemli katkılarla büyüyerek devam etmektedir (Yurdusev, 2002).

Biyoteknolojik uygulamalar, kültürel, sosyal, siyasi ve ekonomik tartışmaları beraberinde getirmiştir (Klop, vd, 2010). Bu tartışmaların yoğunlaştığı temel konular; biyoteknolojik uygulamaların sosyal ve ahlaki çerçeveleri (Pardo, Midden ve Miller, 2002), insanların biyoteknoloji konusundaki genel bilgi düzeyleri (Qin ve Brown, 2007), bireylerin biyoteknoloji ile ilgili düşünceleri ve tutumları (Pardo, Midden ve Miller, 2002), ve öğrencilerin genetiği değiştirilmiş organizmalara (GDO) yönelik bilgi ve tutumlarıdır (Dawson, 2007; Dawson ve Schibeci, 2003; Klop vd., 2010; Lamanauskas ve Makarskaitė-Petkevičienė, 2008; Prokop, Lešková, Kubiátko ve Diran, 2007). Bu durum toplumu oluşturan bireylerin biyoteknoloji uygulamalarının avantajlarını ve risklerini eleştirel anlamda değerlendirebilmesini gerektirmektedir (Kidman, 2010).

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 gelişmelerden dolayı fen müfredatının değişime ihtiyacı vardır. Son dönemlerdeki bilimsel gelişmelerle birlikte fen bilimleri dersi öğretim programı da birçok kere güncellenmiştir (MEB, 2005, 2007, 2013, 2017), . Türkiye'deki ilgili öğretim programları incelendiğinde ilkokuldan itibaren biyoteknoloji ve genetik mühendisliği eğitiminin temellerinin atılmaya çalışıldığı görülmektedir (Darçın, 2003). Biyoteknoloji ve genetik mühendisliği eğitiminin temel amacı insanlara genel bir bakış açısı kazandırmak ve son gelişmelerden haberdar olmalarını sağlamaktır (Klop ve Severiens, 2007). Konu hakkındaki temel bilgilerin küçük yaşlarda öğrenilmesi bu konuya ilişkin doğru ve mantıklı tutum geliştirilmesinde büyük öneme sahiptir. Bu anlamda genetik mühendisliği ve biyoteknoloji eğitimi konusunda bazı eksiklikler ve yapılması gerekli düzenlemeler göze çarpmaktadır.

Biyoteknoloji ve genetik mühendisliği ile ilgili gelişmeler genellikle eğitim kurumlarından değil medya ve internetten öğrenilmektedir. Öcal'ın (2012) fen bilgisi öğretmenleri ile yaptığı çalışmada, öğretmenlere yöneltilen, 'Biyoteknoloji ile ilgili en çok faydalandığınız kaynak hangisidir?' sorusuna verilen %52,2 ile internet cevabı bu durumu kanıtlar niteliktedir. İnternet sitelerinde yer alan asılsız bilgilerin çokluğu düşünüldüğünde bu durum gerçek olmayan fikirlerin benimsenmesine, medyada var olan yanlış bilgilerden ötürü bu önemli konuya karşı önyargı oluşturulmasına sebep olabilir. Bu tür olası bir sorunun karşısına geçebilmek ve bu önemli konu başlığına dikkat çekebilmek için biyoteknoloji ve genetik mühendisliği konusunda öğretim programlarımızda son gelişmeler de göz önüne alınarak gerekli düzenlemeler yapılmalı ve uygun yöntemlerle biyoteknoloji ve genetik mühendisliği eğitimi verilmelidir.

Biyoteknoloji ve genetik mühendisliği eğitiminde gelişmiş ülkelerin öğretim programlarına bakıldığında Amerika ve Japonya'nın diğer ülkelere oranla biyoteknoloji ve genetik mühendisliği konularına daha fazla önem verdikleri söylenebilir (Kaya, 2009). Saminather (2006)'e göre Amerika biyoteknoloji ve genetik mühendisliğinin merkezidir. Bu alana ayrılan bütçe oldukça fazladır ve bu alana insanların ilgileri gün geçtikçe artmaktadır. Aynı araştırmacıya göre biyoteknoloji alanındaki en önemli sorun biyoteknoloji alanında öğretilenler ile pratikte ihtiyaç duyulan beceri ve bilgilerin birbiriyle uyuşmamasıdır. Verilen biyoteknoloji eğitimi sonrasında gerekli biyoteknolojik becerilerin kazandırılmadığı vurgulanmıştır. Bu sorunun çözümü adına Amerika'daki kolejler biyoteknolojinin uygulamalarına yönelik sınıflar oluşturulmuştur. Japonya'da yapılan araştırmalar sonucunda ise Japon Halkının biyoteknoloji ve genetik mühendisliği terimlerine ve uygulamalarına yabancı olmadıkları görülmektedir. Televizyon dergi, internet gibi ortamlarda bu kavramlarla sıkça karşılaşmaktadırlar. Japonlar biyoteknolojinin gelecekte önemli bir geçim kaynağı olacağı yönünde düşüncelere sahiptirler (Maekawa ve Macer, 2004; Kaya, 2009).

Türkiye'de genetik mühendisliği ve biyoteknoloji eğitimine bakıldığında ise 1998 yılından itibaren farklı eğitim seviyelerinde biyoteknoloji ve genetik mühendisliği eğitiminin verildiği görülmektedir (Semenderoğlu ve Aydın, 2014). Ancak ilköğretim, ortaöğretim ve yükseköğretimdeki öğretim programları incelendiğinde genetik mühendisliği ve biyoteknoloji konularına yeterince yer verilmediği ve öğretim programlarında yer alan biyoteknoloji ve genetik mühendisliği konularının da yeterince güncel olmadığı görülmektedir. Öğretim programlarında yer alan konuların sadece bir üniteye sığdırılmaya çalışılması da biyoteknoloji ve genetik mühendisliğine yeterince önem verilmediğine kanıt oluşturabilir (Altıparmak, 2005).

Yapılan araştırmalarda öğretmenlerin biyoteknoloji ve biyoteknoloji uygulamalarına yönelik önyargılı ve negatif tutum beslediği bulunmuştur (Fonseca, vd., 2011; Turkmen ve Darcin, 2007). Üniversite öğrencilerinin biyoteknoloji uygulamalarına yönelik bakış açılarını ve tutumlarını inceleyen araştırmalarda, öğrencilerin biyoteknoloji uygulamalarını gereksiz buldukları ve olumsuz tutum sergiledikleri belirlenmiştir (Erdoğan, vd., 2009; Sürmeli ve Şahin, 2010). Kidman (2010) çalışmasında öğretmen ve öğrencilerin biyoteknoloji

uygulamalarına yönelik görüşlerini karşılaştırmış, öğretmenlerin biyoteknolojiye etik gözüyle öğrencilerin ise klonlama ve gen teknolojisi gibi gündemdeki olaylar gözüyle baktıkları sonucuna varmıştır.

Biyoteknoloji uygulamalarına yönelik çok sayıda tutum araştırması bulunmaktadır. Lock, Miles ve Hughes (1995) ve Chen ve Raffan (1999) araştırmalarında öğrencilerin biyoteknoloji ve biyoteknoloji uygulamalarına yönelik ders aldıktan sonra tutumlarının olumlu yönde değiştiği sonucuna ulaşırken, Olsher ve Dreyful (1999) ve Dawson ve Schibeci (2003) çalışmalarında biyoteknoloji dersini almış olmanın öğrencilerin tutumlarını etkilemediği sonucuna ulaşmışlardır. Lock ve Miles (1993) çalışmalarında öğrencilerin bitki ve bakteriler üzerinde biyoteknolojik uygulamaların kullanımına yönelik olumlu tutum geliştirdiğini ancak hayvanlar üzerinde biyoteknolojik uygulamaların kullanımına yönelik olumsuz tutum gösterdiklerini bulmuşlardır. Dawson (2007) yaptığı araştırmada alt sınıftaki öğrencilerin üst sınıflara göre biyoteknoloji uygulamalarına yönelik daha olumlu tutum sergilediği sonucuna ulaşmıştır. Ancak Gunter, Kinderlerer ve Beyleveld (1998) çalışmalarında üst sınıflardaki öğrencilerin biyoteknoloji uygulamalarına yönelik daha olumlu tutum geliştirdiğini belirtmektedir.

Araştırmacılar, biyoteknoloji uygulamalarına yönelik tutumu etkileyen en önemli faktörlerden birinin cinsiyet olduğunu savunmaktadır. Prokop vd. (2007) ile Qin ve Brown (2007) çalışmalarında biyoteknoloji uygulamalarına yönelik erkeklerin bayanlardan, Moerbeek ve Casimir (2005) ise çalışmalarında bayanların erkeklerden daha olumlu tutum sergilediği sonucuna ulaşmışlardır.

Biyoteknoloji, Fen Bilgisi dersi programında yer almakta ancak literatüre bakıldığında fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji uygulamalarına yönelik tutumlarını araştıran üniversite düzeyinde çok az sayıda araştırmaya rastlanmaktadır (Sürmeli ve Şahin, 2010; Turkmen ve Darcin, 2007; Yüce ve Yalçın, 2012).

Geleceğin yetişkinleri ve öğretmenleri olacak gençlerin biyoteknoloji konusunda sahip oldukları düşünceler önemlidir (Dawson ve Schibeci, 2003). Öğretmenlerin biyoteknoloji uygulamalarına yönelik besledikleri olumsuz tutum, öğrencilerin bu konuları yeteri kadar anlamasına ve anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesine engel olmaktadır. Dolayısıyla, öğretmenlerin biyoteknoloji uygulamalarına yönelik tutumları önem kazanmaktadır. Bu bağlamda, bu araştırmanın temel amacı fen bilimleri öğretmen adaylarının ve sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının biyoteknoloji uygulamalarına yönelik tutumlarını belirlemektir.

YÖNTEM

Bu araştırmada, fen bilgisi öğretmenliği ve sınıf öğretmenliği öğrencilerinin biyoteknoloji konusundaki bilgilerini ve biyoteknoloji uygulamalarına yönelik tutumlarını belirlemek amacıyla nicel araştırma yöntemi (survey-betimleme) kullanılmıştır. Alan taraması çalışmaları mevcut durumu tespit etmek için yürütülen bir araştırma türüdür. Daha çok araştırılmak istenen olayın veya problemin mevcut durumu nedir ve neredeyiz, sorularına cevaplar aranır, Bu tür araştırmalarda örneklem oldukça geniş tutulur. Geniş örnekleme ulaşmanın en kolay yolu anketlerdir. Bu nedenle alan taraması (survey) çalışmalarında anketler kullanılır. Anketler yoluyla daha çok nicel

veriler toplanır. Nicel verilerin istatistiksel çözümlenmeleriyle genellemeler ulaşılmaya çalışılır. Üzerinde çalışılan durumun genel bir resmi çıkarıldıktan sonra, bu resimden çok özel bir kesit alınarak özel durum çalışmaları başlatılır. Burada survey, özel durum çalışmaları için gerekli alt yapıyı hazırlar ve araştırılacak problemin oluşturulması için ortam sağlar (Çepni, 2009). “Bu çalışmada uygulamalar sırasında araştırma ve tarama etiği kurallarına uyulmuştur”.

Örnekleme

Araştırmanın örnekleme 2018-2019 akademik yılında Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilimleri Öğretmenliği bölümüne kayıtlı 68 (46 kadın ve 22 erkek) öğretmen adayı ile Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Sınıf Öğretmenliği bölümüne kayıtlı 64 (44 kadın ve 22 erkek) öğretmen adayı olmak üzere toplam 132 öğretmen adayı oluşturmuştur.

Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada biyoteknoloji kavramıyla ilgili (Yüce, 2011)'ten alınan 'Biyoteknoloji Bilgi Ölçeği' ve 'Biyoteknoloji Tutum Ölçeği' olmak üzere iki veri aracı kullanılmıştır. Veri toplama araçları 2018-2019 akademik yılında Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Eğitim Fakültesi'nde Fen Bilimleri ve Sınıf Öğretmenliği bölümlerinde okuyan öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Öğretmen adaylarına biyoteknoloji konusuna ait 22 maddeden oluşan 3'lü likert tipine göre hazırlanan bilgi ölçeği 'Doğru, Fikrim Yok, Yanlış' kutucuklarından birisini işaretlemeleri söylenmiştir. Daha sonra da yine biyoteknoloji konusuna ait 22 maddeden oluşan 5'li likert tipine göre hazırlanan tutum ölçeği 'Kesinlikle Katılmıyorum, Katılmıyorum, Kararsızım, Katılıyorum, Kesinlikle Katılmıyorum' kutucuklarından birini işaretlemeleri söylenmiştir.

Verilerin Analizi

Anketlerden elde edilen veriler SPSS programı ile frekans ve yüzde dağılımına göre incelenmiştir.3'lü likert tipine göre hazırlanan ankette doğru seçeneği için(3), fikrim yok seçeneği için(2) ve yanlış seçeneği için (1) sayıları kodlanmıştır.5'li likert tipine göre hazırlanan ankette kesinlikle katılıyorum seçeneği için (5), katılıyorum seçeneği için (4), kararsızım seçeneği için (3), katılmıyorum seçeneği için (2), kesinlikle katılmıyorum seçeneği için (1) sayıları kodlanmıştır.

BULGULAR

Sınıf öğretmenliği ve fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji bilgisi ve biyoteknoloji uygulamalarına yönelik tutumları üzerine yapılan bu çalışmanın bulguları aşağıdaki tablolarda sunulmuştur.

Kim, H. Y. (2013) 'e göre, Skewness Kurtosis değerlerini standart hatalara bölerek elde edilen -1,96 ile +1,96 arasındaki sayı (z-skorları) normal dağılım için yeterlidir. Bu bağlamda istatistiksel normal dağılım, çarpıklık ve

basıklık değerleri incelenmiş ve bilgi testi için erkek ve kadın öğretmen adaylarının z-puanlarının sırasıyla 1.78 ve -, 38 olduğu, görülmüş ve normal dağılım gösterdiklerini kabul edilmiştir.

Çalışmada, örneklemin bilgi testi sonuçlarının Çarpıklık ve basıklık değerleri alınmış ve bölümlere göre dağılım değerlendirmeleri yapılmıştır. Fen bilgisi öğretmen adaylarının çarpıklık ve basıklık değerleri (-1,608; -0,451) ve sınıf öğretmeni adaylarının çarpıklık ve basıklık değerleri (-1,371; 0,972) bulunmuştur. Her iki grup öğretmen adaylarının bilgi testi sonuçlarından elde edilen verilerin istatistiksel olarak normal dağılım gösterdiği görülmüştür. Kadın ve erkek öğretmen adaylarının tutum testi istatistiksel olarak anlamlı olmakla birlikte, kadın öğretmen adayları için çarpıklık ve basıklık değerleri (0,801; 0,669) ve erkek öğretmen adayları için (-0,165, -1,114) olmuştur ve sonuçlar normal dağılım göstermiştir. Fen bilgisi öğretmen adaylarından ve sınıf öğretmen adaylarından elde edilen tutum testi sonuçları istatistiksel olarak anlamlı olmakla birlikte, fen bilgisi öğretmen adayları için Çarpıklık ve Basıklık değerleri (1.061; 0,181), ilkökul öğretmenleri için ise (0,121; -1,133) olduğu ve sonuçların normal dağılım gösterdiği bulunmuştur.

“Tablo 1. Grup İstatistikleri

Bölüm	N	Mean	Standart sapma
Fen	68	2,2400	,16657
Sınıf	64	2,2642	,15639

Tablo 1’de görüldüğü gibi fen bilimleri öğretmen adayları ile sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarına ait istatistiksel bilgiler verilmiştir. Bu bilgilere göre; örnekleme oluşturan fen bilimleri öğretmen adayları 68 kişiden sınıf öğretmenliği öğretmen adayları ise 64 kişiden oluşmuştur. Her iki grubun da bilgi testi ortalamaları (2,24 ve 2.26) ve grupların grup içi standart sapmaları (0,16 ve 0,15) olup bir birine yakındır.

Tablo 2. Fen ve Sınıf Öğretmen Adayları Bilgi Ölçeği t-Testi Sonuçları

	F	Sig.	t	Sig. (2-tailed)
Varyanslar eşit kabul edilse	,396	,530	-,860	,391
Varyanslar eşit kabul edilmezse			-,862	,390

(p>,05)

Tablo 2’den fen bilimleri öğretmen adayları ve sınıf öğretmenliği öğretmen adayları arasındaki bağımsız t-testi sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı anlaşılmaktadır (p>,05). Fen bilgisi öğretmen adayları ile sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının biyoteknoloji bilgi düzeyleri arasında fen bilimleri öğretmen adayları lehine az bir fark olmasına rağmen bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Tablo 3. Cinsiyete Göre Biyoteknoloji Bilgi Ölçeği İstatistiksel Sonuçları

Cinsiyet	N	Mean	Standart sapma
KADIN	90	2,2545	,17168
ERKEK	42	2,2457	,13913

Tablo 3'te görüldüğü gibi örnekleme oluşturan fen bilimleri öğretmen adayları ile sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının cinsiyetleri ile ilgili istatistiksel bilgiler verilmiştir. Bu bilgilere göre; örnekleme oluşturan kadınların sayısı toplam 90 kişiden, erkeklerin sayısı ise toplam 42 kişiden oluşmuştur. Her iki grubun da bilgi testi ortalamaları (kadınların 2,25 ve erkeklerin 2,24) ve grupların grup içi standart sapmaları (0,17 ve 0,14) olup bir birine yakındır.

Tablo 4. Öğretmen Adaylarının Cinsiyetlerine Göre Biyoteknoloji Bilgi Ölçeği t-Testi Sonuçları

	F	t	Sig. (2-tailed)
Varyanslar eşit kabul edilirse	1,78	,293	,770
Varyanslar eşit kabul edilmezse		,316	,753

(p>,05)

Tablo 4'ten kadın ve erkek öğretmen adayları arasındaki bağımsız t-testi sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı anlaşılmaktadır (p>,05). Bu sonuca göre kadın öğretmen adayları ile erkek öğretmen adaylarının biyoteknoloji bilgi düzeylerinin aynı olduğu söylenebilir.

Tablo 5. Tutum Ölçeği t-testi: Bölümler arası

	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Ortalama fark
Varyanslar eşit kabul edilirse	1,732	,191	,161	130	,873	,00952
Varyanslar eşit kabul edilmezse			,160	126,482	,873	,00952

(p>,05)

Tablo 5'te Fen Bilimleri öğretmen adayları ile Sınıf Öğretmenliği öğretmen adayları arasında t- testi sonuçları görülmektedir. Bu sonuçlar irdelendiğinde her iki grup arasından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı hatta gruplar arasında ortalamaların da birbirine çok yakın olduğu anlaşılmaktadır (varyanslar eşit ise p=,873 ve varyanslar eşit değilse p=,873).

Tablo 6. Bölümler Arası Cinsiyete Göre t-Testi Sonuçları

	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Ortalama fark
Varyanslar eşitse	,022	,881	-,122	130	,903	-,01136
Varyanslar eşit değilse			-,122	85,647	,903	-,01136

(p>,05)

Tablo 6'da fen bilimleri öğretmen adayları ile sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının biyoteknoloji tutum anketlerinin cinsiyete göre t-testi sonuçları görülmektedir. Sonuçlardan sınıf öğretmenliği ile fen bilimleri öğretmenliği kadın ve erkek öğretmen adaylarının cinsiyetlerine göre biyoteknoloji hakkındaki tutumları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı anlaşılmaktadır (varyanslar eşit ise $p=,903$ varyanslar eşit değilse $p= ,903$).

SONUÇ ve TARTIŞMA

Öğrencilerin biyoteknoloji bilgisi, çalıştıkları üniversitelere göre önemli bir farklılık göstermektedir. Örneğin Gazi Üniversitesi'nde okuyan bilim öğrencilerinin biyoteknoloji hakkında Kafkas Üniversitesi öğrencilerine göre daha fazla bilgiye sahip oldukları belirlenmiştir (Yüce ve Yalçın, 2012). Bu çalışmada fen bilgisi öğretmeni ve sınıf öğretmeni adaylarının bilgisinin biyoteknoloji bilgi düzeyi açısından yetersiz olduğu ve fen bilgisi öğretmen adayları lehine bu iki grup arasında çok az fark olmasına rağmen bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 4, kadın ve erkek öğretmen adayları arasında bağımsız t-testi sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir ($P>, 05$). Bu sonuca göre, kadın öğretmen adaylarının biyoteknoloji bilgilerinin erkek öğrencilerin biyoteknoloji bilgi düzeyleri ile aynı olduğu söylenebilir. Öğrencilerin biyoteknoloji bilgilerinin cinsiyetlerine göre anlamlı bir farklılık göstermediği sonucuna varılmıştır. Bu araştırmaya benzer şekilde Türkiye'de yapılan çalışmalarda lise ve üniversite öğrencilerinin biyoteknoloji konusundaki bilgileri cinsiyetlerine göre farklılık göstermemiştir (Özel ve vd., 2009; Uşak, vd., 2009).

Tablo 5 fen eğitimi ve sınıf öğretmeni adayları arasındaki biyoteknoloji tutum ölçeği t-testinin sonuçlarını göstermektedir. Bu sonuçlar incelendiğinde, iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı ve hatta gruplar arasındaki ortalamaların birbirine çok yakın olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 6'da sınıf öğretmenliği ve fen eğitimi öğretmenlerinin erkek ve kadın öğretmen adaylarına ilişkin sonuçlarına göre biyoteknolojiye yönelik tutumları arasında cinsiyetlerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı anlaşılmaktadır. Bu sonuç, Prokop ve ark. (2007) tarafından yürütülen erkeklerin biyoteknoloji uygulamalarına karşı kadınlardan daha olumlu tutumlara sahip oldukları sonucuna ve Moerbeek ve Casimir (2005) tarafından kadınların erkeklerden daha olumlu bir tutum gösterdiği belirten çalışmanın sonuçlarına aykırılık göstermektedir. Bu çalışmanın sonucunun hem sınıf eğitimi hem de fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji bilgilerinin yetersizliğinden kaynaklandığı anlaşılmaktadır.

Dawson ve Schibeci'nin (2003) yaptığı bir çalışmada, çok az öğrencinin insan genini hayvanlara yerleştirmeyi kabul edilebilir bulduğu sonucuna vardılar. Buna göre öğrencilerin biyoteknoloji uygulamalarına yönelik tutumlarının uygulama amacına göre değiştiği görülmektedir (Chen ve Raffan, 1999; Massarani ve Moreira, 2005).

12-17 yaş grubu ile yapılan benzer çalışmalar sonucunda öğrencilerin çoğunun biyoteknolojik yöntemlerde mikroorganizma kullanımını kabul ettikleri belirlenmiştir (Dawson ve Schibeci, 2003; Dawson, 2007). Bu durumda, mikroorganizmalarda yapılan genetik modifikasyonun kabul oranının öğrencinin yaşına göre değiştiği ve bu değişikliğin eğitim seviyesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. İnsan genlerinin hastalıkların tedavisi için modifikasyonu da öğrenciler tarafından yaygın olarak kabul edilmektedir.

Bu çalışma sonucunda öğretmen adayları ile öğretmen adaylarının biyoteknoloji ile ilgili bilgi düzeyleri arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür. Bu durumun, biyoteknoloji konularının ilköğretim ve ortaöğretim müfredatlarındaki fen derslerine dahil edilememesi nedeniyle olduğu düşünülmektedir. Çünkü biyoteknoloji konuları lise müfredatı ve üniversite fen bilgisi öğretimi ve sınıf öğretmenliği bölümlerindeki biyoloji derslerine dahil edilmemiştir ve fen müfredatında biyoteknoloji dersi yoktur.

ÖNERİLER

Bilgi çağının ve biyoteknolojik uygulamaların etik sınırları zorladığı günümüzde öğretmen adaylarının bilgi düzeylerinin yetersiz olması öğretim programlarında konuya yeterince yer verilmemesi ile ilgili olup, geleceğe ilişkin kaygılarımızı artıracak niteliktedir. Bu gerekçe ile biyoteknoloji gibi sosyo-bilimsel konuların dünyanın gelişmiş ülkelerinde önemsendiği kadar diğer ülkelerde ve Türkiye’de de önemsenmesi önemle önerilmektedir. Araştırmadan elde edilen sonuçlar göz önünde bulundurularak, günümüzün ve geleceğimizin bireyleri olarak üniversite öğrencilerinin biyoteknoloji çalışmaları ile ilgili tutumlarını öğrenmenin, bilime karşı tutumlarını öğrenmek ve olası olumsuz tutumlarını değiştirmeye ve geliştirmeye yönelik programların hazırlanması açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

ETİK METNİ

“Bu makalede dergi yazım kurallarına, yayın ilkelerine, araştırma ve yayın etiği kurallarına, dergi etik kurallarına uyulmuştur. Makale ile ilgili doğabilecek her türlü ihlallerde sorumluluk yazar(lar)a aittir.”

KAYNAKÇA

- Altıparmak, M. (2005). *Rekombinant DNA Teknolojisinin Öğretiminde İnteraktif Uygulamalar ve Biyotetik*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Arda, B. (2004). Ethical respects of biotechnology and the case of Turkey. *Journal of Biotechnology and Law*, 1, 210-214.
- Campbell, N. A. ve Reece, J. B. (2005). *Biology, 7th edition*. San Francisco, CA: Pearson Education Inc.
- Çepni, S. (2009). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş (Gözden geçirilmiş baskı)*. Trabzon: Celepler Matbaacılık.
- Chen, S. Y. ve Raffan, J. (1999). Biotechnology: Students knowledge and attitudes in the UK and Taiwan. *Journal of Biological Education*, 34(1), 17-23.
- Darçın, E. S. (2003). Biyoteknoloji Dünyasındaki Yerimiz. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6, 305-315.

- Dawson, V. (2007). An exploration of high school (12–17 year old) students' understandings of, and attitudes towards biotechnology processes. *Research in Science Education*, 37(1), 59-73.
- Dawson, V. ve Schibeci, R. (2003). Western Australian high school students' attitudes towards biotechnology process. *Journal of Biological Education*, 38 (1), 7-12
- Deniz, G. C., Durdu, S., Akar, A. R., & Ozyurda, U. (2008). Biotechnology and stemcell research: a glancein to the future/biyoteknoloji ve kok hücre arastirmalari: geleceğe bakis. *The Anatolian Journal of Cardiology (Anadolu Kardiyoloji Dergisi)*, 8(4), 297-303.
- Erdoğan, M., Özel, M., Uşak, M. ve Prokop, P. (2009). Development and validation of an instrument to measure university students' biotechnology attitude. *Journal of Science Education & Technology*, 18, 255-264.
- Fonseca, M. J., Costa, P., Lencastre, L. ve Tavares, F. (2011). Disclosing biology teachers' beliefs about biotechnology and biotechnology education. *Teacher and Teaching Education*, 28, 368-381.
- Gunter, B., Kinderlerer, J. & Beyleveld, D. (1998). Teenagers and biotechnology: A survey of understanding and opinion in Britain. *Studies in Science Education*, 32, 81-112.
- Kaya, N. (2009). *Birlikte Öğrenme Gruplarında Pratik Deney ve Materyal Tasarımları İle Biyoteknoloji Öğretiminin Başarı ve Tutuma Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Muğla.
- Kidman, G. (2010). What is an 'interesting curriculum' for biotechnology education? Students and teachers opposing views. *Research in Science Education*, 40, 353-373.
- Kim, H. Y. (2013). Statistical notes for clinical researchers: assessing normal distribution (2) using skewness and kurtosis. *Restorative dentistry & endodontics*, 38(1), 52-54.
- Klop, T. ve Severiens, S. (2007). An Exploration of Attitudes Towards Modern Biotechnology, *International Journal Of Science Education*, 29(5), 663-679.
- Klop, T., Severiens, S. E., Knippels, M. J. P. J., Van Mil, M. H. W. ve Dam, G. T. M. T. (2010). Effects of a science education module on attitudes towards modern biotechnology of secondary school students. *Journal of Science Education*, 32(9), 1127-1150.
- Lamauskas, 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.
- Lewis, J., & Wood-Robinson, C. (2000). Genes, chromosomes, cell division and inheritance: Do students see any relationship? *Journal of Science Education*, 22, 177-195.
- Lock, R. Miles, C. (1993). Biotechnology and genetic engineering: students' knowledge and attitudes. *Journal of Biological Education*, 27(4), 267-272.
- Lock, R., Miles, C. Hughes, S. (1995). The influence of teaching on knowledge and attitudes in biotechnology and genetic engineering contexts: Implications for teaching controversial issues and the public understanding of science. *School Science Review*, 76(276), 47-59.
- Maekawa, F. ve Macer, D. (2004). How Japanese Students Reason About Agricultural Biotechnology, *Science And Engineering Ethics*, 10(4), 705-716.

- Marbach-Ad. (2001). Attempting to break the code in student comprehension of genetic concepts. *Journal of Biological Education*, 35(4), 183–189.
- Massarani, L. ve Moreira, I. D. C. (2005). Attitudes towards genetics: a case study among Brazilian high school students. *Public Understanding of Science*, 14(2), 201-212.
- Moerbeek, H. H. S. ve Casimir, G.J. (2005) Gender differences in consumers' acceptance of genetically modified foods. *International Journal of Consumer Studies*, 29(4), 308 – 318
- MoNE. (2005). İlköğretim Fen Ve Teknoloji Dersi (4 ve 5. Sınıflar) Öğretim Programı.
- MoNE. (2007). Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar). Ankara.
- MoNE. (2013). Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar).Ankara.
- MoNE. (2017). Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar).Ankara.
- Öcal, E. (2012). *İlköğretim Fen Bilgisi Öğretmenlerinin Biyoteknoloji (Genetik Mühendisliği) Farkındalık Düzeyleri*. Yüksek Lisans Tezi. Malatya: İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı.
- Olsher, G. ve Dreyful, A. (1999). The fostension-teaching approach as a means to develop junior high student attitudes towards biotechnologies. *Journal of Biological Education*, 34(1), 24-30.
- Özcengiz, G. (2002). Endüstriyel üretimde gen teknolojileri, *Avrasya Dosyası*, 8(3), 104- 119.
- Özel, M., Erdoğan, M., Uşak, M. Prokop, P. (2009). Lise öğrencilerinin biyoteknoloji uygulamalarına yönelik bilgileri ve tutumları. *Science Education*, 2(10), 61-69
- Pardo, R., Midden, C. ve Miller, J. D. (2002). Attitudes toward biotechnology in the European union. *Journal of Biotechnology*, 98(1), 9-24.
- 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.
- Qin, W. ve Brown, J. L. (2007). Public reactions to information about genetically engineered foods: Effects of information for mats and male/female differences. *Public Understand of Science*, 16, 471-488.
- Saminather, N. (2006). Biotech's Beef: Companies Say Grad Schools Aren't Stressing What Students Require in The Real World. *Business Week*.
- Semenderoğlu, F., & Aydın, H. (2014). Öğrencilerin biyoteknoloji ve genetik mühendisliği konularını kavramsal anlamalarına yapılandırmacı Yaklaşımın Etkisi. *International Periodical For The Languages, Literature And History of Turkish Or Turkic*. *Turkish Studies*, 9(8), 751-773.
- Stewart, J. H. ve VanKirk, J. (1990). Understanding and problem solving in classical genetics. *Journal of Science Education*, 12, 575–588.
- Sürmeli, H. and Şahin, F. (2010). Üniversite öğrencilerinin biyoteknoloji çalışmalarına yönelik tutumları. *Eğitim ve Bilim*, 35(155), 145-157.
- Thomas, P. (2004). *Avrupa Birliği'nde GDO'lu gıdalara karşı tüketici tepkileri*. Modern Biyoteknoloji, Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar ve Gıda Güvenliği Konferansı. İstanbul.
- Topal, Ş. (2007). *Değiştirilen sen mi, gen mi, evren mi*. İstanbul: Yeni İnsan Yayınevi.

- Turan, M., Koç, I. (2012). Preservice Science Teachers' Attitudes Towards Biotechnology Applications. *Trakya University Journal of Education*, 2 (2), 74-83.
- Türker, M., & Pakmaya, İ. (2008). Anaerobik Biyoteknoloji ve Biyogaz Üretimi Dünya'da ve Türkiye'de Eğilimler. VII. *Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, İstanbul*, 17-19.
- Turkmen, L., & Darcin, E. S. (2007). A comparative study of Turkish elementary and science education major students' knowledge levels at the popular biotechnological issues. *International Journal of Environmental & Science Education*, 2(4), 125-131.
- URL1: www.ortohum.gov.tr. Accessed: 12.02.2019.
- 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.
- Üstün, Ç., & Demirci, N. (2016). Biyoteknoloji, tıp ve etik. *Ege Tıp Dergisi*, 55(3), 158-162.
- Yeşilbağ, D. (2004). Tarımsal ve hayvansal ürünlerde modern biyoteknoloji ve organik üretim. *Uludağ Univ. J. Fac. Vet. Med*, 23(1-3), 157-162.
- 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 Tezi, Ankara.
- Yüce, Z. and Yalçın, N. (2012, Haziran). Fen Bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji konusundaki bilgi düzeyleri. *X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Niğde, Türkiye.
- Yurdusev, N. (2002). Hayvancılık ve veteriner hekimlikte gen teknolojileri ve biyoteknoloji. *Avrasya Dosyası*, 8(3), 77-89.