



International Refereed Journal / Uluslararası Hakemli Dergi

Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi Karaelmas Journal of Educational Sciences

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/kebd>



Importance of Biotechnology Education at Different Education Levels in Turkey

Canan SEVİMLİ GÜR¹, Ahmet ÖZ²

Received: 09 March 2022, Accepted: 29 June 2022

ABSTRACT

As a result of the continuous advances in science and technology, sub-branches have emerged that use technological devices and methods more frequently and efficiently in the field of biology as well as in every basic science. Biotechnology is one of them. As it is known, biology is the science of life and many innovations have been discovered and invented based on a wide range of biological materials, from health sciences to food or agriculture industry, with the help of biotechnology, primarily for human benefit. According to some scientists, biotechnology is seen as the most important science subject of the next century. And yet, in addition to the value given to the investments and researches made in the field of science in question, the quality of education given to students at different education levels is also important. The aim of our current revision study is to evaluate the importance given to biotechnology education in our country and to analyze the knowledge and attitudes of students at different education levels about biotechnology in general.

Keywords: Biotechnology, education levels, importance of biotechnology education

Ethical Committee Date / Number : This study was declared by the author as a study that does not require ethics committee approval.

EXTENDED ABSTRACT

Biotechnology; Developing plants, animals and microorganisms with DNA technology by making use of natural sciences such as cell and tissue biology culture, molecular biology, microbiology, genetics, physiology and biochemistry, as well as engineering branches such as mechanical engineering, electrical-electronic engineering and computer engineering, It is all of the technologies used to obtain new and rare materials (products) that cannot be produced as much as we need. In a shorter definition, biotechnology is the scientific process itself, which is the result of the application of science and engineering principles in the processing of substances with biological agents to produce goods and services. In a shorter definition, biotechnology is the scientific process itself, which is the result of the application of science and engineering principles in the processing of substances with biological agents to produce goods and services. Biotechnology increases its importance in industrialized countries and societies day by day, and as a result, these countries and societies benefit more from the goods and services produced by biotechnological developments. Biotechnological approaches have gained importance in solving basic problems such as hunger and energy crisis, which will be the problem of mostly developing countries today and perhaps developed countries in the future. The fact that it has such a wide application area makes biotechnology education as a department important in terms of scientific progress. It is a fact that education given only at high school or university levels cannot be sufficient for such a comprehensive science. Today, it is a common attitude to show biotechnology applications as a side part of biology education in general. However, as can be seen, biotechnology is not a branch of science that can only be applied

¹ Assoc. Prof., Canan SEVİMLİ-GÜR, Izmir Katip Celebi Universty, Faculty of Pharmacy, canansevimli@yahoo.com, [0000-0002-2210-5925](https://orcid.org/0000-0002-2210-5925)

² Ahmet OZ, Department of Biology, Biotechnology Discipline, Science and Art Faculty, Kocaeli University, ozzahmett@outlook.com, [0000-0001-6924-5856](https://orcid.org/0000-0001-6924-5856)

through biology. Although biological materials are the basis, it is necessary to understand different disciplines, especially engineering and molecular biology, in order to process, change, understand these materials or to obtain products from these materials. When the studies on biotechnology are evaluated, it is revealed that the studies generally focus on the evaluation of people's attitudes, opinions and knowledge regarding the risks, benefits and acceptability of biotechnology studies. In addition, these studies focused on the effect of different sample groups in different countries on the attitudes and opinions of different segments of the society and individuals in different age groups. In addition to the way the education is given on biotechnology, another important point is the purpose of the biotechnology education. In other words, it is related to the value that biotechnology sees in educational sciences as an applied science. The fact that useful products can be produced in many areas from industry to health technologies with biotechnological research causes us to discuss how important this branch of science is in our country and in the world at different education levels. Our aim in this review article is to examine the place of biotechnology education at different school levels in our country and the level of education in different countries and to analyze the common behaviors of students on this subject.

Türkiye’de Farklı Eğitim Düzeylerinde Biyoteknoloji Eğitiminin Önemi

Canan SEVİMLİ GÜR¹, Ahmet ÖZ²

Başvuru Tarihi: 09 Mart 2022, **Kabul Tarihi:** 29 Haziran 2022

ÖZET

Bilim ve teknolojiadaki sürekli görülen ilerlemeler sonucunda her temel bilimde olduğu gibi biyoloji alanında da uygulamaya yönelik, teknolojik cihaz ve metodları daha sık ve verimli kullanan alt bilim dalları ortaya çıkmıştır. Biyoteknoloji’de bunlardan biridir. Bilindiği üzere biyoloji canlı bilimdir ve başta insan faydasına yönelik olarak biyoteknoloji yardımıyla sağlık bilimlerinden gıda veya ziraat endüstrisine kadar çok geniş yelpazede biyolojik materyaller temel alınarak pek çok yenilik keşfedilmiş ve icat edilmiştir. Kimi bilim insanlarına göre biyoteknoloji gelecek yüzyılın en önemli bilim konusu olarak görülmektedir. Hal böyleyken söz konusu bilim alanına yönelik yapılan yatırımlar ve araştırmalara verilen değer yanında, farklı eğitim düzeylerindeki öğrencilere bu konuda verilen eğitim kalitesi de önemlidir. Mevcut revizyon çalışmamızın da amacı bu doğrultuda ülkemizde biyoteknoloji eğitimine verilen önemi değerlendirmek ve genel olarak farklı eğitim düzeylerindeki öğrencilerin biyoteknoloji hakkındaki bilgi ve tutumlarını analiz etmektir.

Anahtar Kelimeler: Biyoteknoloji, eğitim düzeyleri, biyoteknoloji eğitiminin önemi

Etik Kurul İzni Tarih / Sayı : Bu çalışma yazar tarafından etik kurul izni gerektirmeyen çalışma olarak beyan edilmiştir


1. Genel Bilgiler

Biyoteknoloji; hücre ve doku biyolojisi kültürü, moleküler biyoloji, mikrobiyoloji, genetik, fizyoloji ve biyokimya gibi doğa bilimlerinin yanı sıra makine mühendisliği, elektrik-elektronik mühendisliği ve bilgisayar mühendisliği gibi mühendislik dallarından yararlanarak, DNA teknolojisiyle bitki, hayvan ve mikroorganizmaları geliştirmek, doğal olarak var olmayan veya ihtiyacımız kadar üretilmeyen yeni ve az bulunan maddeleri (ürünleri) elde etmek için kullanılan teknolojilerin tümüdür. Daha kısa bir tanımlama ile biyoteknoloji mal ve hizmet üretmek üzere maddelerin biyolojik ajanlarla işlenmesinde bilim ve mühendislik ilkelerinin uygulanması sonucu elde edilen bilimsel sürecin kendisidir. (Crafts ve Lighty, 1983) Biyoteknoloji Bilimi endüstrileşmiş ülke ve toplumlarda önemini her geçen gün artırmakta ve sonuçta bu ülke ve toplumlar biyoteknolojik gelişmelerin ürettiği mal ve hizmetlerden daha çok yararlanır hale gelmektedirler. Günümüzde daha çok gelişmekte olan ülkelerin, gelecekte ise belki de gelişmiş ülkelerin de sorunu olacak açlık, enerji krizi gibi temel sorunların çözümlenmesinde de biyoteknolojik yaklaşımlar ağırlık kazanmış durumdadır.

Bu kadar geniş bir uygulama alanına sahip olması bir anabilim dalı olarak biyoteknoloji eğitimi bilimsel ilerlemeler açısından önemli hale getirmektedir. Yalnızca lise ya da üniversite düzeylerinde verilen eğitimlerin bu kadar kapsamlı bir bilim için yeterli olamayacağı bir gerçektir. Günümüzde genel olarak Biyoloji eğitimlerinin bir yan parçası olarak biyoteknoloji uygulamalarının gösterilmesi yaygın bir tutumdur. Ancak görüldüğü üzere biyoteknoloji sadece biyoloji bilimi üzerinden uygulanabilecek bir bilim dalı değildir. Temelinde biyolojik materyaller yatsa da bu materyallerin işlenmesi, değiştirilmesi, anlaşılabilmesi ya da söz konusu materyallerden ürün elde edilebilmesi için mühendislik ve moleküler biyoloji başta olmak üzere farklı disiplinlerin de iyice anlaşılabilmesi gerekmektedir.

Geçmişten günümüze Biyoteknoloji eğitimi ile ilgili çalışmalar değerlendirildiğinde, yapılan çalışmaların genel olarak biyoteknoloji çalışmalarının riskleri, faydaları, kabul edilebilirliği gibi konular ile ilgili olarak insanların tutum, görüş ve bilgilerinin değerlendirilmesi üzerine yoğunlaştığı ortaya çıkmaktadır. Bununla beraber, yapılan bu çalışmalarda farklı ülkelerde farklı örneklem gruplarının yer almasıyla toplumun farklı kesimleri ve farklı yaş gruplarındaki bireylerin tutumları ve görüşleri üzerindeki etkisi üzerinde durulmuştur (Dawson ve Schibeci, 2003; Gunter ve diğ., 1998).

¹ Doç. Dr., İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, canansevimli@yahoo.com,  [0000-0002-2210-5925](https://orcid.org/0000-0002-2210-5925)

² Biyoloji bölümü, Kocaeli Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi,, ozzahmett@outlook.com,  [0000-0001-6924-5856](https://orcid.org/0000-0001-6924-5856)

Biyoteknoloji konusunda eğitimin verilme şeklinin yanı sıra başka bir önemli nokta ise biyoteknoloji eğitiminin verilme amacıdır. Yani uygulamalı bir bilim dalı olarak biyoteknolojinin eğitim bilimlerinde gördüğü değer ile alakalıdır. Biyoteknolojik araştırmalar ile endüstriden sağlık teknolojilerine kadar pek çok konuda faydalı ürünler üretilbileceği gerçeği söz konusu bilim dalının ülkemizde ve dünyada farklı eğitim düzeylerinde ne kadar önem gördüğünü tartışmamıza sebep vermektedir. (Lock ve Miles, 1993; Masakazu ve Macer, 2004; Masarani ve Moreira, 2005) Bu derleme makalemizde amacımız, biyoteknoloji eğitiminin ülkemizde farklı okul düzeylerindeki yeri ile farklı ülkelerdeki eğitim düzeyini incelemek ve öğrencilerin bu konuda hakkındaki yaygın davranışlarını analiz etmektir.

2. Giriş

2.1. İlk ve Orta Eğitim Düzeyinde Biyoteknoloji

İlk ve orta öğretim düzeylerindeki öğrenci gruplarının biyoteknoloji eğitimi hakkındaki seviyelerini belirlemeye ait çalışmaların diğer eğitim gruplarına yönelik araştırmalara kıyasla daha az miktarda olduğu görülmektedir. Bu durum aslında bu gibi düzeylerde biyoteknoloji eğitiminin fazla önem görmediği şeklinde yorumlanabilir. Yine de yapılan değerli çalışmalarda, Biyoteknoloji ile ilgili ortaokul düzeyinde sınırlı sayıda araştırma bulunmaktadır. İlköğretim öğrencilerinin biyoteknoloji yönelik bilgilerini ölçmek amacı ile yapılan bu çalışmalarda; biyoteknoloji ve biyoteknolojinin alt konularından olan genetik mühendisliği, genetiği değiştirilmiş organizmalar (GDO), klonlama ile ilgili kavramların soyut olmasından dolayı anlaşılmasının zor olduğu, bilgilerinin ise eksik ya da yanlış olduğu ve biyoteknoloji ve genetik mühendisliği alanında yapılan çalışmalardan çok az öğrencinin haberdar olduğu tespit edilmiştir. (Tatar ve Cansüğü, 2005; Yazıcı, 2009; Demir, Sönmez ve Pektaş, 2017) Ayrıca araştırmalarla fen ve teknoloji derslerinde biyoteknolojiye ayrılan zaman arttıkça öğrencilerin biyoteknolojiye ilişkin görüşlerinin olumlu bir şekilde arttığı belirlenmiştir. (Doğru, 2010; Gülhan, 2012; Sönmez, Pektaş, 2017) Ayrıca yapılan araştırmalar, genetik mühendisliği, biyoteknoloji, klonlama ve genetiği değiştirilmiş organizmalar konularına yönelik öğrenci aktifliğine dayalı deney, sanal laboratuvar, tartışma, rol oynama ve görsel ve işitsel materyal destekli öğretim etkinliklerinin ortaokul ve orta öğretim düzeyindeki öğrencilerin ilgili kavramların öğrenimine, akademik başarı düzeylerine olumlu etkilerinin olduğu ve bu etkinliklerle fen konularına, teknoloji ve toplum konularına daha çok ilgili olduklarını, toplumsal problemleri çözmeye, karar vermede, üst düzey zihinsel süreç becerilerini kullanmada gelişme gösterdikleri ve sorumluluk üstlenmeye istekli oldukları ortaya çıkarmıştır. (Altıparmak ve Yazıcı, 2010; Altun, Çelik ve Elçin, 2011; Gülhan, 2012)

Fen derslerinde amaç; öğrencilere fen bilimleri ile ilgili temel bilgileri kazandırmak, bunun yanında belki de daha önemlisi bilimin doğası anlayışını kazandırmak olmalıdır. Bu bağlamda fen dersi amaçlarına uygun olarak yürütülüyorsa bu dersi almış bir birey, problem çözme becerilerine sahip, etrafında gelişen olaylara nasıl anlam kazandırıldığını bilen ve anlam katabilen akılcı bir bireydir. Akılcı bireyleri yetiştirmek için, bilimin doğası anlayışını geliştirmek gerekir. İlköğretim öğrencilerinin bilimin doğası konularındaki bilgi düzeyleri, bilimin doğasını anlama düzeyleri incelendiğinde ise; öğrencilerin, bilimin tanımında ve bilimin doğası ile ilgili anlayışlarında kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir. (Sönmez ve Pektaş, 2017)

2.2. Lise Düzeyinde Biyoteknoloji

Lise eğitimi, üniversite eğitimi öncesinde öğrencilerin temel bilgilerini sağlamlaştırdığı en önemli eğitim düzeyidir. Biyoteknolojinin bir temel bilim olarak görülemeyeceği düşünüldüğünde bu noktada lise düzeyinde biyoteknoloji kavramının anlaşılabilir olabilmesi için biyoloji dersinin yanı sıra ek bilgilere de ihtiyaç duyulduğu bir gerçektir. Ancak yapılan çalışmalarda lise öğrencilerinin bu tür ek bilgilere erişimi olduğu gözlenmemiştir. Hatta çoğu okulda laboratuvar imkanlarının yetersizliği sebebiyle öğrencilerin en temel biyolojik deneylerden daha karmaşık biyoteknolojik pratiklere kadar neredeyse hiçbir uygulama yapamadığı bilinmektedir. Lise öğrencileri ile yapılan anket çalışmalarına bakarak öğrencilerin biyoteknoloji uygulamalarına dair çok az ilgisi olduğunu söylemek mümkündür. Bu durum, lise düzeyinde eğitim gören öğrencilerin ileri evrelerde biyoteknoloji alanında çalışma isteklerini engelleyen bir durumdur. Bu durumun aksine lise eğitimi düzeyinde yabancı ülkelerde biyoteknoloji uygulama ve bilinç

düzelelerine ilişkin bolca kaynak bulabilmek mümkündür. Elde edilen veriler her ne kadar birbirleriyle çelişki gösterse de biyoteknoloji eğitiminin önemli bir noktada tutulduğu açıkça görülmektedir.

Bu konuda gerçekleştirilmiş ilk büyük çalışma 2001 yılında 16 bin öğrencinin katılımıyla gerçekleştirilen bir anket araştırmasıdır. Bu araştırmaya göre, biyoloji ve teknolojinin birleşimi olan biyoteknoloji alanına ilişkin bilgi birikimin artmasına paralel olarak söz konusu bilim dalına karşı olumlu tutumunda arttığı gösterilmiştir. (Dawson ve Schibeci, 2003) Ülkemizde bu denli kapsamlı bir çalışma bulunmasa da lise eğitimi alan öğrencilerin biyoteknolojik uygulamalara karşı sahip oldukları tutumları açıkça ortaya koyan farklı çalışmalar mevcuttur. Özel ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada farklı biyoteknolojik konulara ilişkin öğrencilerin görüşleri derlenmiştir. (Özel, Erdoğan, Uşak ve Prokop, 2009) Bu çalışmanın sonuçlarına göre, öğrencilerin yaşlarının arttıkça, bilgi düzeylerinin de artmakta olduğu gözlemlenmiştir. Genel yaş grubu olarak ise söz konusu araştırmaya katılan öğrencilerden elde edilen verilere bakıldığında Türkiye’de lise öğrencilerinin bilgi düzeylerinin yabancı ülkelere ki akranlarının standartlarına yakın olduğunu görülmüştür. Diğer taraftan araştırmaya katılan öğrencilerin biyoteknolojik uygulamalara karşı tutumlarında ise düşük doğruluk derecesi olduğu görülmektedir. Söz konusu yayının bulgularına göre bu durum öğrencilerin biyoteknoloji alanına ait bilgi düzeylerinin düşük olmasına bağlanmıştır. Lise okullarının fen bilimleri alanında yapabilecekleri deney imkanları göz önüne alındığında bu durum beklenmeyen bir sonuç olmamalıdır.

2.3. Üniversite Düzeyinde Biyoteknoloji Eğitimi

Ülkemizde lisans düzeyinde hem Biyoloji hem de Biyoteknoloji bölümleri bünyesinde öğrenim gören öğrenciler bulunmaktadır. Buna karşın yapılan çalışmalar öğrencilerin bu konu hakkındaki görüşlerinin doğruluk paylarının oldukça düşük olduğuna dair kanıtlar sunmaktadır. Örneğin yapılan bir araştırmada çalışmaya katılan öğrencilerin Biyoteknoloji Tanımı vermesi istenmiştir. 2015 yılında yapılmış olan bu anket araştırmasında, 112 Fen Bilimleri Öğretmeni öğrencisinden yalnızca 10’unun; 33 Biyoloji bölümü öğrencisinden 8’inin ve 48 Tıp Fakültesi öğrencisinden 7’sinin tam olarak doğru tanımlar verdiği görülmüştür. (Sürmeli ve Şahin, 2009) Aynı araştırmada ilgili öğrencilerin biyoteknoloji uygulamalarının kullanım alanları konusunda daha çok sağlık, ziraat ve gıda alanlarının ön plana çıktığı gösterilmiştir.

Diğer bir araştırmada ise yine üniversite Biyoloji bölümü öğrencilerinin biyoteknoloji alanında ki bilgi ve tutumları değerlendirilmiştir (Sinan, 2015) Söz konusu araştırmada çalışmaya katılan 60 öğrenci üzerinde yapılan testlerde öğrencilerin lise eğitimleri süresince edindikleri biyoteknoloji bilgi ve tutumlarının Biyoloji lisans eğitimi üzerinde anlamlı bir korelasyon göstermemiş olmasının yanı sıra; üniversite eğitimleri süresince de biyoteknoloji alanında ki bilgi birikimlerinin anlamlı bir değişim göstermediği belirlenmiştir. Bu durum yalnızca lise düzeyinde değil aynı zamanda üniversite düzeyinde de biyoteknoloji uygulamalarına dair verilen eğitimlerin ne kadar yetersiz olduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

Biyoteknoloji bilimi son on yıllarda giderek artan bir öneme sahip multi-disipliner bir uygulamalar bütünüdür. Biyolojik materyallerin mühendislik başta olmak üzere farklı teknolojik metodlar ya da cihazlar yardımıyla araştırılabilir veya ürün üretmek için kullanılabilir olmasının sağlanması, sağlıktan gıda endüstrisine kadar pek çok farklı uygulama alanı için önemli gelişimleri beraberinde getirmiştir.

Bilimsel gelişim açısından bu kadar önem taşıyan bir bilim alanının farklı eğitim düzeyleri içinde ki yerinin bilinmesi de hiç şüphesiz oldukça önemlidir. Ancak buna rağmen kısıtlı miktardaki eğitim düzeyi ve tutumuna yönelik çalışmalarda öğrencilerin biyoteknoloji uygulamaları konusunda düşük bilgi seviyesine sahip olduğu görülmektedir. Bu durum öğrencilerin eğitim aldıkları ortam ve koşulların yetersizliği ya da eğitim sisteminin biyoteknoloji konusundaki teorik bilgileri yani Biyoloji-Teknoloji fikrini öğrencilere tam olarak gösterememesinden kaynaklanıyor olabilir. Literatür araştırmamızda görüldüğü üzere bu konu hakkında zaten az ve düşük kapsama sahip olan araştırmaların bulunması ve söz konusu çalışmaların yakın tarihte daha da az sunulmuş olması aslında biyoteknolojiye verilen önemin ne kadar düşük olduğunun bir göstergesi olarak görülebilir. Eğitim düzeyindeki düşüklük ve bu düşük eğitim düzeyinin tam olarak gösterilmemiş olması ülkemizde biyoteknoloji alanının yabancı ülkelere göre daha geride kalmasına sebep olmaktadır.

3. Sonuç ve Tartışma

Biyoteknoloji bilimi son on yıllarda giderek artan bir öneme sahip multi-disipliner bir uygulamalar bütünüdür. Biyolojik materyallerin mühendislik başta olmak üzere farklı teknolojik metodlar ya da cihazlar yardımıyla araştırılabilir veya ürün üretmek için kullanılabilir olmasının sağlanması, sağlıktan gıda endüstrisine kadar pek çok farklı uygulama alanı için önemli gelişimleri beraberinde getirmiştir.

Bilimsel gelişim açısından bu kadar önem taşıyan bir bilim alanının farklı eğitim düzeyleri içinde ki yerinin bilinmesi de hiç şüphesiz oldukça önemlidir. Ancak buna rağmen kısıtlı miktardaki eğitim düzeyi ve tutumuna yönelik çalışmalarda öğrencilerin biyoteknoloji uygulamaları konusunda düşük bilgi seviyesine sahip olduğu görülmektedir. Bu durum öğrencilerin eğitim aldıkları ortam ve koşulların yetersizliği ya da eğitim sisteminin biyoteknoloji konusundaki teorik bilgileri yani Biyoloji-Teknoloji fikrini öğrencilere tam olarak gösterememesinden kaynaklanıyor olabilir. Literatür araştırmamızda görüldüğü üzere bu konu hakkında zaten az ve düşük kapsama sahip olan araştırmaların bulunması ve söz konusu çalışmaların yakın tarihte daha da az sunulmuş olması aslında biyoteknolojiye verilen önemin ne kadar düşük olduğunun bir göstergesi olarak görülebilir. Eğitim düzeyindeki düşüklük ve bu düşük eğitim düzeyinin tam olarak gösterilmemiş olması ülkemizde biyoteknoloji alanının yabancı ülkelere göre daha geride kalmasına sebep olmaktadır.

Biyoteknoloji yeni yüzyılın en önemli bilimsel süreçlerinin bir parçası olan çok önemli bir bilim alanıdır. Tıp ve eczacılık alanlarının yanı sıra gıda ve ziraat endüstrileri için de oldukça önemli buluşları ortaya çıkarabilecek uygulama ve bilgi birikimine sahiptir. Günümüzde hormon takviyeleri ya da genetik bilgilerinin değiştirilmesi sonucu elde edilen bitkisel ya da hayvansal gıda ürünlerinin, yüksek verimle ürün elde etme imkânı sağlayan topraksız sulu tarım gibi bitki üretim tekniklerinin ve/veya tedavi amacıyla çok çeşitli hastalıklara karşı üretilen ilaçların biyoteknolojinin farklı alanlara özelleştirilmesiyle elde edildiği bir gerçektir. Hem maddi hemde bilimsel getirisi yüksek olan bu alanın her düzeydeki öğrenciye gösterilmesi gerekmektedir. Bu sayede gelecekte söz konusu bilim alanında çalışabilecek değerli insanları eğitmek mümkün olacaktır. Ancak, ilk öğretim düzeyinden lisans düzeyine kadar her okul evresinde öğrencilerin biyoteknolojiye yönelik bilgi birikimleri ve tutumlarının oldukça eksik ve hatta maalesef yanlış olduğu görülmektedir. Mevcut çalışmamızda genel hatlarıyla incelediğimiz Biyoteknoloji Eğitimi konusuna yönelik daha çeşitli çalışmalar bulunsun da bunların yeterli olmadığı kanaatindeyiz. Öğrencilerin okullarında sahip oldukları imkanlar ve bu imkanlar doğrultusunda yapabildikleri biyoteknoloji pratiklerine yönelik geniş kapsamlı bir araştırmanın bulunmaması bu doğrultuda düşünmemizi kolaylaştırmaktadır. Biyoteknoloji eğitiminin yetersiz düzeyi daha iyi araştırıldığında hem bu yetersizliğin temel sebepleri daha iyi anlaşılacak hemde bu sorunlara çözümler üretmek daha kolay olacaktır.

Kaynaklar

- Altıparmak, M. & Yazıcı, N. N. (2010). Kolay Biyoteknoloji: Öğrenmede Takım Faaliyetleri İçinde Pratik Malzeme Tasarımları Biyoteknolojik Kavramlar Ve Süreçleri. *Procedia Social And Behavioral Sciences*, (2), 4115-4119.
- Altun, A., Çelik, S. & Elçin A. E. (2011). Genetik Mühendisliği, Biyoteknoloji Ve Moleküler Biyolojiyle İlgili Rehber Materyallerin Öğrenci Başarısına Etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (40), 21-32.
- Crafts, A. & Lighty, A. (1983). *In Information Sources in Biotechnology*; Macmillan publishers, New York: U.S.A.
- Dawson, V. & Schibeci, R. (2003). Western Australian High School Students' Attitudes Towards Biotechnology Process. *Journal of Biological Education*; 38(1), 7-12.
- Doğru, M. S. (2010). *İlköğretim 8.Sınıf Öğrencilerinin Biyoteknoloji İle İlgili Yaklaşımları Ve Bilgi Seviyelerinin Ölçülmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- 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.
- Gunter, B., Kinderlerer, J. & Beylevel, D. (1998). Teenagers and Biotechnology: A Survey of Understanding and Opinion in Britain. *Studies in Science Education*, (32) 81- 112.
- Gülhan, F. (2012). *Sosyobilimsel Konularda Bilimsel Tartışmanın 8. Sınıf Öğrencilerinin Fen Okuryazarlığı, Bilimsel Tartışmaya Eğilim, Karar Verme Becerileri ve Bilim-Toplum Sorunlarına Duyarlılıklarına Etkisinin Araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Sürmeli, H. & Şahin, F. (2009). Üniversite Öğrencilerinin Biyoteknoloji Çalışmalarına Yönelik Bilgi Ve Görüşleri; *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(37); 33-45.
- Lock, R. & Miles, C. (1993). Biotechnology and Genetic Engineering: Students' Knowledge and Attitudes. *Journal of Biological Education*. 27 267-273..
- Masakazu, I. & Macer, D. (2004). Policy, Regulation and Attitudes Towards Agricultural Biotechnology in Japan; *Journal of International Biotechnology Law*. 1, 45-53.

- Massarani, L. & Moreira, I. (2005). Atitudes Towards Genetics: A Case Study Among Brazilian High School Students; *Public Understanding Of Science*, 1(4) 201-212.
- Özel, M., Erdoğan, M., Uşak, M. & Prokop, P. (2009). Lise Öğrencilerinin Biyoteknoloji Uygulamalarına Yönelik Bilgileri ve Tutumları. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 9(1) 297-328.
- Olçay Sinan (2015). Öğrencilerin Biyoteknoloji İle İlgili Bilgi Ve Tutumların Farklı Değişkenlere Göre İncelenmesi; *Yyu Journal Of Education Faculty*; 7(1) 183-201.
- Tatar N., Cansüğü Koray Ö. (2005). İlköğretim Sekizinci Sınıf Öğrencilerinin “Genetik” Ünitesi Hakkındaki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi; *Kastamonu Eğitim Dergisi*; 13(2) 415-426.
- Yazıcı N.N. (2009). *Bilimkurgu İle Biyoetik Grup Tartışmalarının Biyoteknolojiye Yönelik Tutumlar Ve Akademik Başarı Üzerine Etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü; Muğla.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı:

Canan SEVİMLİ GÜR: sorumlu yazar, literatür yorumu, derleme, makale yazma

Ahmet ÖZ: Literatür yorumu