



Doi: <https://doi.org/10.51960/jitte.826174>

Makale Türü/Article Type: Araştırma Makalesi/Research Article

Makale Geçmişi / Article History

Alındı/Received: 15.11.2020

Düzeltilme alındı/Received in revised form: 04.02.2021

Kabul edildi/Accepted: 16.03.2021

## BİYOLOJİ ÖĞRETMENLERİNİN BİYOTEKNOLOJİ VE UYGULAMALARINA YÖNELİK BİLGİ VE TUTUMLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ<sup>1</sup>

Semra HASANÇEBİ<sup>2</sup>, Mete Arslan KONAK<sup>3</sup>

### Özet

Bu çalışmada, TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu) 4005 Bilim ve Toplum programları tarafından desteklenen “Geleceğin Teknolojisi Biyoteknoloji-2” projesinde gerçekleştirilen teorik ve uygulamalı etkinliklerin, biyoloji öğretmenlerinin biyoteknoloji ve uygulamalarına yönelik bilgi ve tutumlarına etkisi araştırılmıştır. Çalışmada tek grup ön-test son-test zayıf deneysel desen kullanılmıştır. Proje etkinlikleri tek dönem olarak 23-30 Haziran 2019 tarihleri arasında Edirne Trakya Üniversitesi’nde yürütülmüştür. Çalışmanın hedef kitlesini, Türkiye’nin çeşitli illerinden Millî Eğitim Bakanlığına bağlı liselerde görev yapmakta olan 25 Biyoloji öğretmeni oluşturmuştur. Veri toplama amacı ile “Biyoteknoloji Tutum Ölçeği” (3likert tipi) ve “Biyoteknoloji Bilgi Testi” (6 açık uçlu) olmak üzere iki farklı ölçme aracı kullanılmıştır. Uygulanan tutum ölçeğinden elde edilen sonuçlara göre, biyoloji öğretmenlerinin biyoteknoloji ve uygulamalarına yönelik tutumları proje öncesine göre, proje sonrasında yükselmiştir. Biyoteknoloji bilgi testi sorularının sonuçları incelendiğinde, öntest-sontest puan ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır. Bu durum teorik ve uygulamalı biyoteknoloji etkinliklerinin biyoloji öğretmenlerinin biyoteknoloji ve uygulamalarına yönelik bilgi düzeylerini ve tutumlarını olumlu yönde etkilediğini göstermiştir. Biyoteknoloji ve uygulamalarına yönelik eğitim projelerinin daha geniş ve farklı hedef kitle ile yaygınlaştırılması, çalışmalarda kavram yanılışı, uygulama yapabilme becerisi, kaygı, ilgi, algı gibi farklı değişkenlerin incelenmesi ve bu değişkenlerin arasındaki ilişkilerin ortaya konması önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Biyoteknoloji uygulamaları, öğretmen eğitimi, biyoloji öğretmenleri, tutum, bilgi

<sup>1</sup> Bu çalışma, Trakya Üniversitesi 218B537 numaralı TÜBİTAK 4005 Geleceğin Teknolojisi Biyoteknoloji-2 projesinden elde edilen verileri içermektedir. Çalışmanın bir kısmı 1 Kasım 2019 tarihinde, 7. Uluslararası Öğretim Teknolojileri ve Öğretmen Eğitimi Sempozyumu’nda sözlü bildiri olarak sunulmuştur. İngilizce ve Türkçe özet metin kongre bildiri kitapçığında yayınlanmıştır.

<sup>2</sup> Doç. Dr. Semra HASANÇEBİ, Trakya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Genetik ve Biyomühendislik Bölümü, [semrahasancebi@trakya.edu.tr](mailto:semrahasancebi@trakya.edu.tr), ORCID:0000-0003-3898-7413

<sup>3</sup> (Sorumlu Yazar) Uzm. Mete Arslan KONAK, T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, İstanbul Güngören İlçe Millî Eğitim Müdürlüğü, Güngören Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, [metearslankonak@gmail.com](mailto:metearslankonak@gmail.com), ORCID:0000-0001-9854-3182

## 1. Giriş

İnsanın ölümsüzlüğe ulaşma isteği, insan yaratma ya da insanüstü bir canlı yaratma fikri masallardan efsanelere, edebiyattan sinemaya aktarılmış ve en nihayetinde 21. Yüzyıl teknolojisine konu olmuştur (Köksal, 2019). 21.Yüzyılın anahtar teknolojisi olarak nitelenen biyoteknoloji, yaşam standartlarımızı yükseltmek için çeşitli organizmaların genetiğini yeni yöntemlerle değiştirmeye ve genetiği değiştirilen canlıları ya da ürünlerini kullanmamıza olanak tanıyan multidisipliner bir bilim dalıdır. Biyoteknoloji ve uygulamaları konusundaki baş döndürücü gelişmeler her geçen gün artarak devam etmektedir. Örneğin insan genom haritasının çıkarılması, yapay organların organizmada sorunsuz çalışması, bilinci farklı bedenlere aktarma çalışmaları, sentetik DNA (xenobiology) teknolojisi ile tasarlanmış genetik materyallerin üretilmesi, nanoteknoloji, biyoteknoloji ve bilgi teknolojisinin güç birliği içerisinde kaynaşması, insanın ve diğer canlıların tasarlanabilmesinin yolunu açmaktadır. Klonlama, yapay organ ve gen mühendisliği çalışmaları bir insan vücudunu yeniden üretebilme aşamasına geldiğinde, insanın kendi evrimini kontrol edebilme ve yönlendirebilme gücüne sahip olacağı düşünülmektedir. Bu durum, evrenin bir sonraki aşaması olan ölümsüzlük fikrini mümkün kılmak olacaktır (Demir, 2018). Görüldüğü üzere geleceğimizi şekillendireceği aşikâr olan bu teknolojilerin hızlı bir şekilde gelişmesiyle her geçen gün kültürel, sosyal, siyasal ve ekonomik faydalar, riskler, ikilemler ve etik sorunlar ortaya çıkmaktadır (Sıcaker ve Aydın, 2015). Bu konudaki bilgi ve tartışmalar da günlük yaşamımızın bir parçası haline gelmektedir (Campbell ve Reece, 2005; Klop, Severiens, Knippels, van Mil ve Ten Dam, 2010; Sıcaker ve Aydın, 2015). Hızlı değişim sunucu ortaya çıkacak kültürel, sosyal, siyasi, ekonomik ve etik sorunların belirlenmesi ve çözümü, toplumun tüm bireylerini ilgilendirmektedir. Geleceğin yetişkinleri olacak öğrencilerin biyoteknoloji ve uygulamaları konusunda tutum geliştirmesi, doğru bilgiye sahip olması bu açıdan önemlidir.

Öğretmenlerin sahip olduğu olumsuz tutum ve bilgi eksikliğinin öğrencilerin tutumlarında etkili olduğu gerçeği bilinmektedir (Harman ve Akın, 2006; Şorgo ve Ambrožič-Dolinšek, 2009). Bu durum biyoteknoloji ve uygulamalarına yönelik öğretmen tutumlarında da geçerlidir. Öğretmenlerin tutum ve bilgi eksikliği, öğrencilerin etkili ve kalıcı öğrenmelerini engellemektedir (M. Turan ve Koç, 2012). Bu nedenle öğretmenlerin biyoteknoloji çalışmaları hakkındaki bilgi ve tutumlarının belirlenmesi giderek hayati önem kazanmaktadır (Agaç, 2019; Gürkan ve Kahraman, 2018)

Dünyada biyoteknoloji ve uygulamaları ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, fen bilimleri öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının biyoteknolojiyi tam ve doğru olarak tanımlayamamakla birlikte bilgi yetersizliği yaşadıkları (Chabalengula, Mumba ve Chitiyo, 2011; Lamanauskas ve Makarskaitė-Petkevičienė, 2008; Leslie ve Schibeci, 2003; Thieman ve Palladino, 2013), genetiği değiştirilmiş besinlerin faydaları ve riskleri konusunda şüpheleri olduğu saptanmıştır (Mohapatra, Priyadarshini ve Biswas, 2010). Ayrıca öğretmenlerin biyoteknoloji konularında uygulama yapabilme noktasında yetersiz oldukları (Dawson, 2007) ve biyolojiyle ilgili tartışmalı konulara katılmak istemedikleri görülmüştür (Kidman, 2009). Türkiye’de biyoteknoloji ve uygulamaları konusunda yapılan çalışmalar incelendiğinde, fen bilgisi öğretmenlerinin biyoteknoloji konusunda orta düzey bilgiye (Yüce, 2011) ve orta düzey tutuma (Çolak, 2017) sahip oldukları tespit edilmiştir. Bununla birlikte biyoteknoloji ve uygulamaları hakkında hizmet içi eğitim almak istedikleri belirtilmiştir (Öcal 2012). Ayrıca biyoloji bölümünden mezun olan öğretmenlerin fen bilgisi öğretmenliği bölümünden mezun olan öğretmenlere göre biyoteknoloji bilgi seviyelerinin daha yüksek olduğu bulunmuştur (Şenler vd. 2006).Yine Cebesoy ve Öztekin (2016) tarafından yapılan çalışmada genetik uygulamalarına ve genetik bilginin kullanılmasına yönelik genel tutumlarının kararsız olduğu saptanmıştır. Bununla birlikte genetik mühendisliği, Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar (GDO), İnsan Genom Projesi ve klonlama konularında da öğretmenlerin düşük bilgi seviyesinde oldukları ve biyoteknolojideki güncel gelişmeleri takip etmediklerine yönelik veriler tespit edilmiştir (Gürkan ve Kahraman, 2018). GDO’lu besinler hakkındaki risk algıları yüksek ve olumsuz tutumlara sahip öğretmenlerin; GDO’lu ürünlerin üretimi, kullanımı, ülkemizdeki durumu ve etkileri gibi konularda da yanlış bilgi sahibi oldukları belirlenmiştir (Çankaya ve Filik İşçen 2015; Sönmez ve Kılınç 2012). Biyoloji öğretmen adaylarına yönelik yapılan çalışmalar incelendiğinde ise biyoteknoloji uygulamaları ile ilgili tutumlarının yüksek olduğu (Çamur, 2016), gen teknolojisi konularında düşük bilgiye sahip oldukları, kendilerini az bilgili olarak hissettikleri, gen teknolojileri hakkındaki gelişmeleri en çok medyadan takip ettikleri belirlenmiştir (M. Yılmaz ve Öğretmen, 2014).

Biyoteknoloji konularının sürekli güncellenmesi, soyut ve karmaşık olmasının yanında öğretmenlerin bu konu hakkındaki yetersiz alt yapısı düşünüldüğünde, öğrenciler için konu daha da anlaşılabilir hale gelmekte ve yanlış öğrenmeler gerçekleşebilmektedir (Kidman 2009; Turan ve Koç 2012). Ayrıca öğretmenlerin biyoteknoloji ve uygulamalarına hâkim olması, bu konulardaki bilgi seviyelerinin artması ve olumlu tutum geliştirmeleri, öğrencilerinin de bu konulara ilişkin sağlıklı kararlar vermesinde etkilidir. Bu durum, öğrencilerin kavram yanlışlarını gidermesinde ve tutum geliştirmesinde de etkili rol oynamaktadır (Çamur, 2016; Kırbag-Zengin, Alan ve Keçeci, 2016; Levinson, 2006; Özden, Akgün, Çinici, Gülmez ve Demirtaş, 2013). Dolayısıyla biyoloji öğretmenlerin, biyoteknoloji ve uygulamalarına yönelik bilgi seviyeleri ve tutumlarının belirlenmesi önem taşımaktadır.

Alanyazında da görüldüğü üzere öğretmenlerin biyoteknoloji konusundaki eksikliklerinin tamamlanarak bilgi ve tutum seviyelerinin yükseltilmesi, biyoteknoloji uygulamaları hakkındaki endişe ve önyargılarının ortadan

kaldırılması gerektiği aşikârdır. Belirtilen eksikliklerin giderilmesi için hem ülkemizde hem de dünyada birçok yol ve yöntem uygulanmaktadır. Bu kapsamda biyoloji öğretmenlerinin biyoteknoloji ve uygulamaları konusundaki güncel, yeni yaklaşım, strateji, yöntem ve uygulama eksikliklerinin giderilmesi amacıyla ‘Geleceğin Teknolojisi Biyoteknoloji-2’ projesi planlanmış ve uygulanmıştır.

Konu ile ilgili alanyazın incelendiğinde biyoteknoloji ve uygulamalarına ilişkin genellikle fen bilgisi ve biyoloji öğretmen adayları ile çalışmalar yürütüldüğü görülmektedir (Darcin ve Türkmen, 2006; Özgün, Gürkan ve Kahraman, 2018; Şenler, Çakır, Görecek ve Taşkın, 2006; Sinan, 2015; Sürmeli ve Şahin, 2009; M. Turan ve Koç, 2012; Yüce ve Yalçın, 2012). Biyoloji öğretmenlerinin bilgi ve tutumunu (Kidman, 2009) belirlemeye yönelik çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu çalışmanın, biyolojisi öğretmenleri ile gerçekleştirilen uygulamalı biyoteknoloji eğitimlerinin etkililiği ve sonuçlarını ortaya koyması, mevcut bilgi ve tutumlarını nicel olarak açığa çıkarması, politika üreticilerine, araştırmacılara veri sağlaması, gelecekte hazırlanacak olan benzer projelerin tasarlanması ve yürütülmesi süreçlerine örnek teşkil etmesi açısından literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada, “Geleceğin Teknolojisi Biyoteknoloji-2” projesi kapsamında gerçekleştirilen teorik ve uygulamalı etkinliklerin, biyoloji öğretmenlerinin biyoteknoloji ve uygulamalarına yönelik bilgi ve tutumlarına etkisi araştırılmıştır. Çalışmaya yön veren araştırma soruları şöyledir:

1. Çalışmaya katılan biyoloji öğretmenlerinin öntest ve sontest ölçümlerindeki bilgi puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunmakta mıdır?

2. Çalışmaya katılan biyoloji öğretmenlerinin öntest ve sontest ölçümlerindeki tutum puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunmakta mıdır?

## 2. Yöntem

### 2.1. Araştırmanın Deseni

Bu çalışma, tek grup öntest-sontest, kontrol grupsuz, zayıf deneysel desende bir araştırma olarak tasarlanmıştır. Bu modelde de deneysel işlemin etkisi tek bir grup üzerinde yapılan öntest-sontest ölçme araçları kullanılarak elde edilmiştir.

#### 2.1.1. Çalışma Grubu

Çalışma gurubu, TÜBİTAK 4005 çağrı koduyla desteklenen “Geleceğin Teknolojisi Biyoteknoloji-2” adlı projeye katılan biyoloji öğretmenlerinden oluşmaktadır. Hedef kitlenin biyoloji öğretmenlerinden oluşmasının nedenleri; i) Alanyazında belirtilen çalışmalarda görüldüğü gibi öğretmenlerin biyoteknoloji konusundaki bilgi, tutum, ilgi, kaygı, okuryazarlık vb. değişkenlerin farklı olması ii) Geleceğin Teknolojisi Biyoteknoloji-1 projesinde fen bilgisi ve biyoloji öğretmenlerinin hazırbulunuşluluk seviyelerindeki farklılıklarından kaynaklı uygulamalı etkinliklerde biyoloji öğretmenlerine göre fen bilgisi öğretmenlerinin bazı konu ve laboratuvar uygulamalarda geride kalmaları iii) proje gözlemcisinin tek hedef kitle seçimi husundaki önerileri, projenin hedef kitlesinin biyoloji öğretmeni olarak seçilmesinde etkili olmuştur.

TÜBİTAK, Bilim ve Toplum Destekleri kapsamında 4005 Yenilikçi Eğitim Uygulamaları programının genel amaçları bağlamında çalışmaya gönüllü olarak katılan biyoloji öğretmenleri amaçlı örnekleme yöntemlerinden biri olan ölçüt örnekleme yöntemiyle seçilmiştir. Amaçlı örneklemede katılımcı sayısı, araştırmanın amacına uygun olarak belirlenir (Patton, 1990).

Projeye başvuru yapan biyoloji öğretmenlerinin projede yer alabilmeleri için bazı ölçütler esas alınmıştır. Bu ölçütler:

- Projeye başvuru yapan öğretmenlerden kadın ve erkek öğretmen sayılarının dengeli olması,
- Daha önce TÜBİTAK’ın Bilim ve Toplum projelerinden herhangi birinde yer almamış olması,
- Uygulamalı etkinlik ve faaliyetlere katılmasını engelleyecek herhangi bir sağlık sorununun olmaması,
- Görev yaptığı hizmet süresinin 3 ile 15 yıl arasında olması,
- Proje çıktılarının tüm Türkiye’ye yayılması için projede her bölgeden öğretmen bulunması,
- İstanbul, Ankara, İzmir, Bursa, Antalya, Adana, Konya gibi nüfusu kalabalık olan büyük şehirler hariç diğer illerden en fazla bir öğretmenin yer alması,
- Biyoteknoloji etkinliklerini kendi öğretim ortamlarında uygulamayı amaçladığını belirten ve/veya elde ettiği kazanımları öğrencileri ile projeye dönüştürmek istediğini ifade eden adaylar

Katılımcıların başvuruları proje web sayfası (<https://gtb4005.trakya.edu.tr/>) üzerinden alınmış ve belirtilen ölçütler doğrultusunda öğretmen seçimi tamamlanmıştır. Projeye Türkiye’nin 20 farklı ilinden toplamda 25 biyoloji öğretmeni katılmıştır. Çalışmanın gerçekleştirilmesine ilişkin gerekli etik kurul onayı, Trakya Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu tarafından 21.10.2020 tarihinde 2020/07 sayılı, 2020.07.04 karar numarası ile etik kurul onayı alınmıştır. Çalışmaya katılan öğretmenlerin görev yaptıkları kurum ve cinsiyetlerine ilişkin dağılım Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Katılımcılar ile ilgili sosyodemografik değişkenler

Cinsiyet	N	%
Kadın	13	52
Erkek	12	48
Toplam	25	100,0
Görev Yaptığı Okul Türü		
Anadolu Lisesi	10	40
Özel Kolej/Lise	7	28
Bilim ve Sanat Merkezi	3	12
Anadolu İmam Hatip Lisesi	2	8
Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	2	8
Fen Lisesi	1	4
Toplam	25	100,0

Projeye katılan öğretmenlerin %40'ı (n=10) Anadolu Lisesi, %28'i (n=7) Özel Kolej/Lise, %12'si (n=3) Bilim ve Sanat Merkezi, %8'i (n=2) Anadolu İmam Hatip Lisesi, %8'i (n=2) Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, %4'ü (n=1) Fen Lisesinde görev yapmaktadır.

### 2.1.2. Projenin Uygulama Süreci

Eğitim etkinlikleri 23.06.2019-30.06.2019 tarihleri arasında 7 gece 8 gündüz olarak önceden hazırlanan bir plan ve program çerçevesinde Edirne'de gerçekleştirilmiştir. Eğitim kapsamında katılımcıların laboratuvarında aktif rol oynamasına imkân veren teorik ve uygulamalı etkinlikler yapılmıştır. Etkinlikler Trakya Üniversitesi, İstanbul Üniversitesi ve Mersin Üniversitesi'nden alanında uzman 13 akademisyen ve öğretmen önderliğinde yapılmıştır. Çalışmada gerçekleştirilen etkinlikler Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Etkinlik günleri ve isimleri

Etkinlik Günleri	Etkinlik İsimleri
1.Gün (23.06.2019)- Pazar	Karşılama ve Kayıt işlemleri
	Öntest uygulaması
	Proje Tanıtımı
	Buzların kırılması iletişimin başlaması
2.Gün (24.06.2019)- Pazartesi	Biyoteknoloji Fikir Taraması
	Klasik Biyoteknoloji Uygulamaları
	Modern Biyoteknoloji ve Hayatımızdaki Yeri
	Biyoteknoloji Laboratuvarlarının Gezisi ve Tanıtılması
3.Gün (25.06.2019)- Salı	Laboratuvarında İlk Yardım
	DNA Analizleri
	Bitkiden DNA İzolasyonu
	DNA Miktar ve Kalite Analiz Yöntemleri
	DNA Miktar ve Kalite Tayini
4.Gün (26.06.2019)- Çarşamba	Web 2.0 Araçları ile Laboratuvar Cihazları Tanıtımı
	Rekombinant DNA Teknolojisi
	Bitki Biyoteknolojisi
	GDO ve Biyogüvenlik
	PCR ve Uygulamaları
5.Gün (27.06.2019)- Perşembe	Katılımcı Canlandırmaları
	DNA Parmak İzi ve Adli Tıp Uygulamaları
	Biyoteknolojik İlaçlar
	DNA Parmak İzinin Çıkartılması
6.Gün (28.06.2019)- Cuma	Tıpta Uygulanan DNA Analizleri
	Gen Terapi
	Gıda Biyoteknolojisi
	Bilim Kurgu Filmi ile Biyoetik Grup Tartışması
7.Gün (29.06.2019)- Cumartesi	Biyoteknoloji İnteraktif Uygulamalar
	Bitki materyalinden DNA izolasyonu
	Hayvan Materyalinden DNA İzolasyonu
	Web 2.0 Araçları ile Gen Terapi Çizgi Animasyon Yapımı
8.Gün (30.06.2019)- Pazar	Anket, Sontest Uygulamaları
	Katılımcı Belgelerinin Verilmesi

Tablo 2’de verilen etkinlikler, her biri alanında uzmanlaşmış öğretim üyeleri tarafından işbirlikçi öğrenme ve 5E modeline göre anlatılmış ve uygulamaları yapılmıştır. Uygulamalarda biyoteknoloji, genetik mühendisliği, klonlama, gen terapi, DNA parmak izi, adli tıp, DNA dizileme vb. dallarda toplam 22 farklı etkinlik yapılmıştır. Bu etkinliklerin dışında projede biyoteknoloji öğretimi, sanal laboratuvar, web 2.0 uygulamaları ve drama etkinliklerine de yer verilmiştir. Örneğin, biyoteknoloji ve uygulamalarının üst düzeyde gerçekleştirildiği Trakya Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezi (TÜTAGEM) gezisi düzenlenerek katılımcılara güncel çalışmalarla ilgili bilgiler aktarılmıştır. Ayrıca katılımcılar Trakya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Biyomühendislik Bölümü Biyoteknoloji uygulama laboratuvarlarında birbir bitkilerden DNA izolasyonu, PCR ve elektroforez uygulamalarını yapmıştır. Laboratuvar etkinliklerine katılan öğretmenler beş gruba ayrılmıştır. Her gruba, çalışmalarında ve uygulamalarda destek olacak öğretmen, yüksek lisans veya doktora öğrencilerinden oluşan birer rehber eşlik etmiştir.

## 2.2. Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada katılımcıların biyoteknoloji çalışmalarına yönelik tutumlarının belirlenmesi amacı ile Dowson ve Schibeci (2003) tarafından geliştirilen, Sürmeli ve Şahin (2009) tarafından Türkçeye uyarlanan “Biyoteknoloji Uygulamaları Tutum Ölçeği” kullanılmıştır. Ölçek 15 maddeden oluşmakta ve üçlü Likert formundadır. Ölçek maddeleri, "3: Kabul edilebilir", "2: Kararsızım", "1: Kabul edilemez" şeklinde puanlanmıştır.

Araştırmada biyoteknoloji bilgilerinin değerlendirilmesi amacı ile katılımcılara genetik mühendisliği, biyoteknoloji, klonlama çalışmaları ve genetiği değiştirilmiş organizmalar ile ilgili 6 tane açık uçlu soru, uygulama öncesinde ve sonrasında sorulmuştur. Sorulara verilen yanıtların değerlendirilmesinde literatürde yer alan tanım ve bilgilerden faydalanılmıştır. Biyoteknoloji sorusunun yanıtları (Kahraman, 2020; Kaya, Soya, Akkale ve Tanyolac, 2012), genetik mühendisliği sorusunun yanıtları (Gürkan, 2013; Öktem ve Yücel, 2012), klonlama sorusunun yanıtları (Turan 2020), DNA parmak izi sorusunun yanıtları (Alakoç, 2010; Gürkan, 2013), elektroforez sorusunun yanıtları (Kakaç Meşe, 2017; Tuna Erdoğan, 2019) ve DNA dizileme sorusunun yanıtları (Dönmez, Şimşek ve Kaçar, 2015) için literatürdeki farklı kaynaklardan yararlanılmıştır. Biyoteknoloji bilgi testi sorularının cevapları 2: Doğru”, “1: Kısmen doğru” ve “0: Yanlış/cevap yok” şeklinde puanlanmıştır.

## 2.3. Verilerin Analizi

Çalışmada kullanılan Sürmeli ve Şahin (2009) tarafından Türkçe uyarlaması yapılan “Biyoteknoloji Uygulamaları Tutum Ölçeği” veri analizi için SPSS 25.0 paket programı kullanılmıştır. Çalışmanın verileri normallik varsayımları açısından incelenmiştir. Normallik varsayımları sonucunda Shapiro-Wilk değerleri  $p < 0.005$  olarak belirlenmiştir. Ayrıca Skewness ve Kurtosis değerlerinin hatalarına bölümlerinin  $\pm 1,96$  arasında değiştiği (Öntest için sırasıyla 0.35, 0.37; Sontest için sırasıyla -0.44, -1.21) görülmüştür. Bundan dolayı tutum ölçeği öntest-sontest puanları arasında anlamlı farklılık olup olmadığını belirlemek üzere nonparametrik test olan Wilcoxon işaretli sıralar testi uygulanmıştır. Uygulanan ölçeğin Cronbach Alpha güvenirlik katsayısının 0,73 olduğu belirlenmiştir.

Çalışmada kullanılan açık uçlu soruların değerlendirilmesi için öncelikle betimsel analiz yapılmış, değerlendirme sonucunda katılımcıların yanıtları doğru, kısmen doğru ve yanlış/cevap yok şeklinde puanlanmıştır. Elde edilen puanlar SPSS programında değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler normallik varsayımları açısından incelendiğinde Shapiro-Wilk değerleri  $p < 0.005$  olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte Skewness ve Kurtosis değerlerinin öntest için -0.25, 0.18 olduğu, sontest için -0.39, -0.77 olduğu tespit edilmiştir. Bundan dolayı biyoteknoloji bilgi testi soruları öntest-sontest puanları arasında anlamlı farklılık olup olmadığını belirlemek için nonparametrik test olan Wilcoxon işaretli sıralar testi uygulanmıştır.

Çalışmalarda nicel verilerin istatistiksel anlamlılığını belirlemek için, elde edilen sonuçların şans faktörüne bağlı olup olmadığını belirlemede genellikle  $p$  değeri kullanılmaktadır. Ayrıca bu değer örneklem sayısından oldukça etkilenmektedir (Işık, 2014; Özsoy ve Özsoy, 2013). Bazı araştırmacılar çalışma sonuçlarını doğru değerlendirebilmek için  $p$  değerinin tek başına kullanılmasının yeterli olmayacağına vurgu yaparak etki düzeyi (effect size) gibi bazı ek parametrelerin de göz önünde bulundurulmasını önermektedir (Cohen, 1994; Gigerenzer, 1998; Rosnow ve Rosenthal, 1992; Thompson, 1999). Etki düzeyi, yokluk hipotezinde beklenen sonuçlar ile hedef kitleden elde edilen sonuçlar arasındaki sapma düzeyini ifade eden ve/veya yokluk hipotezi ile alternatif hipotezler arasındaki farkın büyüklüğünü gösteren istatistiksel bir değerdir. Etki düzeyi, örneklem sayısından kaynaklı hataları ortadan kaldırarak sonuçların pratikteki anlamlılığını ifade etmektedir. Ayrıca araştırmacıların çalışma sonucunda elde edilen bulguları daha doğru yorumlamasına yardımcı olmaktadır (Cohen, 1994; Fan, 2001; Özsoy ve Özsoy, 2013; Vacha-Haase ve Thompson, 2004). Çalışmada elde edilen sonuçların  $p$  değeri ile birlikte etki düzeyleri de hesaplanmıştır. Etki düzeyleri belirlenirken, Dinçer (2014) tarafından sunulan sınıflandırma kullanılmıştır. Etki düzeyi sınıflandırması şöyledir; Cohen  $d$  değeri -0.15 ile 0.15 arasında ise önemsiz düzeyde etki, 0.15 ile 0.40 arasında ise küçük düzeyde etki, 0.40 ile 0,75 arasında ise orta düzeyde etki, 0.75 ile 1.10 arasında ise geniş düzeyde etki, 1.10 ile 1.45 arasında ise geniş düzeyde etki, 1.45 ve daha büyük bir değer ise mükemmel düzeyde etki olduğu kabul edilmiştir.

#### 2.4. Araştırmanın Varsayım ve Sınırlılıkları

Çalışmada, biyoloji öğretmenlerinin gönüllü olarak katıldıkları, ölçeklerdeki maddelere içten ve samimi cevaplar verdikleri, veri toplama araçlarının araştırmanın konusu ve amacına uygun olduğu varsayılmıştır. Bu çalışma “Geleceğin Teknolojisi Biyoteknoloji-2” projesine katılan 25 biyoloji öğretmeni ve onlardan elde edilen bilgi ve tutum verileri ile sınırlıdır. Bununla birlikte kullanılan ölçme araçlarının katılımcıyı güdülemede eksik kalması, daha yüzeysel bilgi toplaması, soruların esnek olmaması da sınırlılıklar arasındadır (Büyükoztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2017).

### 3. Bulgular

Bu çalışmanın amacı, teorik ve uygulamalı biyoteknoloji etkinliklerine katılan biyoloji öğretmenlerinin biyoteknoloji uygulamalarına yönelik tutum ve bilgi düzeylerini belirlemektir. Bu amaç doğrultusunda;

1.Çalışmaya katılan biyoloji öğretmenlerinin öntest ve sontest ölçümlerindeki bilgi puanları arasındaki değişim,

2.Çalışmaya katılan biyoloji öğretmenlerinin öntest ve sontest ölçümlerindeki tutum puanları arasındaki değişim belirlenmiştir.

#### 3.1. Biyoteknoloji Tutum Ölçeğinin Uygulanmasından Elde Edilen Bulgular

Çalışmaya katılan biyoloji öğretmenlerinin “Biyoteknoloji Tutum Ölçeğinde (BTÖ) yer alan ifadelere verdikleri yanıtların frekans ve yüzdelik dağılımları Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3. Biyoloji öğretmenlerinin BTÖ’de yer alan maddelere verdikleri yanıtların dağılımı

Tutum Testi Maddeleri	Öntest N (%)			Sontest N (%)		
	Kabul Edilebilir	Kararsızım	Kabul Edilemez	Kabul Edilebilir	Kararsızım	Kabul Edilemez
1.Şarap ve bira yapımında maya kullanılması	25 (%100)	-	-	25 (%100)	-	-
2.Hayvan gıdası için maya kullanılması	18 (%72)	7 (%28)	-	24 (%96)	1(%4)	-
3.İnsan atıklarını daha etkili ayrıştırmak için genetik mühendisliği işlemlerine tabi tutulmuş mikroplar kullanılması	23 (%92)	2 (%8)	-	25 (%100)	-	-
4.Tuzlu topraklarda daha iyi yetişmeleri için bitkilerin genlerini değiştirmek	18 (%72)	6 (%24)	1 (%4)	21 (%84)	4 (%16)	-
5.Daha lezzetli ekmek yapmak için mayaların genlerinin değiştirilmesi	11 (%44)	8 (%32)	6 (%24)	16 (%64)	7 (%28)	2 (%8)
6.Besin değerini yükseltmek için bitkilere gen aktarımı	11 (%44)	11 (%44)	3 (%12)	24 (%96)	1 (%4)	-
7.Lezzetlerinin daha iyi olması için meyvelerin genlerinin değiştirilmesi	5 (%20)	10 (%40)	10 (%40)	16 (%64)	5 (%20)	4 (%16)
8.Daha yavaş olgunlaşması ve daha uzun raf ömrüne sahip olması için domateslerin genlerinin değiştirilmesi	5 (%20)	13 (%52)	7 (%28)	22 (%88)	2 (%8)	1 (%4)
9.Haşerelere (böceklere) karşı dayanıklılıklarını sağlamak için tahıllara mikroorganizmalardan gen aktarımı	12 (%48)	8 (%32)	5 (%20)	23 (%92)	2 (%8)	-
10.Et ve süt kalitesini artırmak için çiftlik hayvanlarının genetik yapısının değiştirilmesi	5 (%20)	12 (%48)	8 (%32)	18 (%72)	6 (%24)	1 (%4)
11.İnsanlar için ilaç üretmek amacıyla genetik mühendisliği işlemlerine tabi tutulmuş ineklerin kullanılması	12 (%48)	10 (%40)	3 (%12)	23 (%92)	1 (%4)	1 (%4)
12.Bitkilerden hayvanlara gen aktarımı	8 (%32)	11 (%44)	6 (%24)	18 (%72)	7 (%28)	-
13.Genetik hastalıkların tedavisi için insan doku hücrelerinin genlerinin değiştirilmesi	19(%76)	6 (%24)	-	22 (%88)	2 (%8)	1 (%4)

14.Genetik bir hastalığı tedavi etmek için bir embriyonun genlerinin değiştirilmesi	17 (%68)	5 (%20)	3 (%12)	19 (%76)	2 (%8)	4 (%16)
15.Dölllenmiş memeli yumurtalarına insandan alınmış genlerin yerleştirilmesi	8 (%32)	10 (%40)	7 (%28)	11 (%44)	7 (%28)	7 (%28)

Tablo 3'te görüldüğü gibi biyoloji öğretmenleri; “Daha lezzetli yemek yapmak için mayaların genlerinin değiştirilmesi” ifadesini öntestte %44 kabul edilebilir bulurken bu oran sontestte %64’e yükselmiştir, “Besin değerini yükseltmek için bitkilere gen aktarımı” ifadesini öntestte %44 kabul edilebilir olduğunu belirtirken bu oran sontestte %96’ya yükselmiştir, “Daha yavaş olgunlaşması ve daha uzun raf ömrüne sahip olması için domateslerin genlerinin değiştirilmesi” ifadesini öntestte %20 kabul edilebilir olduğunu belirtirken bu oran sontestte %88’e yükselmiştir, “Haşerelere (böceklerle) karşı dayanıklılıklarını sağlamak için tahıllara mikroorganizmalardan gen aktarımı” ifadesini öntestte %48 kabul edilebilir bulurken bu oran sontestte %92’ye yükselmiştir, “Et ve süt kalitesini artırmak için çiftlik hayvanlarının genetik yapısının değiştirilmesi” ifadesini öntestte %20 kabul edilebilir bulurken bu oran sontestte %72’ye yükselmiştir.

Katılımcılar “Lezzetlerinin daha iyi olması için meyvelerin genlerinin değiştirilmesi” ifadesini öntestte %40 kabul edilemez bulurken bu oran sontestte %16’ya düşmüştür, “Et ve süt kalitesini artırmak için çiftlik hayvanlarının genetik yapısının değiştirilmesi” ifadesini öntestte %32 kabul edilemez bulurken bu oran sontestte %4’e düşmüştür.

Projeye katılan biyoloji öğretmenlerinin biyoteknoloji uygulamalarına yönelik toplam tutum puanlarına ilişkin betimleyici istatistik sonuçlar Tablo 4’te sunulmuştur.

Tablo 4. Biyoloji öğretmenlerinin BTÖ öntest ve sontest puanlarına ait betimleyici istatistik sonuçları

Tutum Ölçeği	N	Ort.	SD	Min.	Max.
Öntest Toplam Puan	25	35,52	4,47	27,0	45,0
Sontest Toplam Puan	25	41,44	3,41	35,0	45,0

Tablo 4’de görüldüğü gibi biyoloji öğretmenlerinin biyoteknoloji uygulamalarına karşı tutum puanları proje öncesinde 35.52 (SD=4.47) iken, proje sonrasında 41.44’e (SD=3.41) yükselmiştir. Katılımcıların biyoteknoloji uygulamalarına yönelik tutum puanlarının öntest ve sontest arasında farklılık gösterip göstermediği Wilcoxon işaretli sıralar testi ile incelenmiştir. Wilcoxon analizi sonuçları Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5. Biyoloji öğretmenlerinin BTÖ öntest ve sontest puanlarına ait Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları

Puan	Gruplar	N	$\bar{x}_{sıra}$	$\sum sıra$	z	p	Etki Değeri
Tutum Öntest	Azalanlar	2	5,00	10,00	-3,79	<,001	1.48
	Artanlar	20	12,15	243,0			
Tutum Sontest	Eşit	3					
	Toplam	25					

Katılımcı öğretmenlerin biyoteknoloji uygulamalarına karşı öntest-sontest tutum puanları arasındaki farkın istatistiksel açıdan anlamlı olduğu saptanmıştır. Bu farklılığın sıra ortalaması ve toplamaları dikkat alındığında, pozitif sıralar (artanlar), yani sontest puanları lehinde olduğu görülmektedir (z=-3.79, p<0.001). Analiz sonucuna göre biyoloji öğretmenlerinin biyoteknoloji ve uygulamaları ile ilgili tutumlarının istatistiksel açıdan anlamlı olarak sontest lehine değiştiği anlaşılmaktadır. Ayrıca öntest ve sontest arasındaki farkın mükemmel düzeyde bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

### 3.2. Biyoteknoloji bilgi testi soruları ile ilgili bulgular

Araştırmanın ikinci amacına yönelik öğretmenlere biyoteknoloji, genetiği değiştirilmiş organizmalar, klonlama, DNA parmak izi, elektroforez ve DNA dizileme ile ilgili bilgi düzeylerini öğrenmek amacı ile açık uçlu sorular öntest-sontest olarak uygulanmıştır. Sorulara verilen cevaplar doğru (2), kısmen doğru (1) ve yanlış/cevap yok (0) olarak puanlanmıştır. Bu uygulamalardan elde edilen puanlara ait analiz sonuçları Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. Proje katılımcılarının biyoteknoloji bilgi testi soruları öntest ve sontest puanlarına ilişkin betimleyici istatistik sonuçları

Bilgi ve Kavram Testi	N	Ort.	SD	Min.	Max.
Öntest Toplam Puan	25	10,76	2,12	6,0	15,0
Sontest Toplam Puan	25	16,44	1,26	14,0	18,0

Katılımcılara uygulanan biyoteknoloji bilgi testi sorularından elde edilen betimleyici istatistik sonuçları incelendiğinde, öntestte minimum puan 6,0 iken maksimum puanın 15,0 olduğu, sontestte minimum puan 14,0 iken maximum puanın 18,0 olduğu saptanmıştır. Katılımcıların puan ortalamaları incelendiğinde, öntest puan ortalamasının 10,76 (SD=2,12) olduğu, sontest puan ortalamasının 16,44 (SD=1,26) olduğu belirlenmiştir. Betimleyici istatistik sonuçları proje boyunca uygulanan teorik ve uygulamalı etkinliklerin, katılımcıların biyoteknoloji bilgi düzeylerini artırdığı söylenebilir.

Biyoteknoloji bilgi testi soruları öntest-sontest sıralamalar ve ortalamalar arasında farklılık olup olmadığını belirlemek üzere yapılan Wilcoxon işaretli sıralar testi analizi sonuçları Tablo 7’de sunulmuştur.

Tablo 7. Biyoteknoloji bilgi testi soruları öntest ve sontest puanları arasında farklılık olup olmadığını belirlemek üzere yapılan Wilcoxon işaretli sıralar testi analizi sonuçları

Puan	Gruplar	<i>N</i>	$\bar{x}_{sıra}$	$\sum sıra$	<i>z</i>	<i>p</i>	Etki Değeri
Biyoteknoloji	Azalanlar	0	,00	,00	-3,690	<,001	0,7
	Artanlar	15	8,0	120,0			
	Eşit	10					
	Toplam	25					
Puan	Gruplar	<i>N</i>	$\bar{x}_{sıra}$	$\sum sıra$	<i>z</i>	<i>p</i>	
Genetik Müh.	Azalanlar	0	,00	,00	-4,234	<,001	0,8
	Artanlar	20	10,50	210,0			
	Eşit	5					
	Toplam	25					
Puan	Gruplar	<i>N</i>	$\bar{x}_{sıra}$	$\sum sıra$	<i>z</i>	<i>p</i>	
Klonlama	Azalanlar	2	9,00	18,00	-3,153	,002	0,6
	Artanlar	15	9,00	135,00			
	Eşit	8					
	Toplam	25					
Puan	Gruplar	<i>N</i>	$\bar{x}_{sıra}$	$\sum sıra$	<i>z</i>	<i>p</i>	
DNA Parmak İzi	Azalanlar	1	8,50	8,50	-3,841	<,001	0,7
	Artanlar	19	10,61	201,50			
	Eşit	5					
	Toplam	25					
Puan	Gruplar	<i>N</i>	$\bar{x}_{sıra}$	$\sum sıra$	<i>z</i>	<i>p</i>	
Elektroforez	Azalanlar	1	,00	,00	-3,838	<,001	0,7
	Artanlar	19	10,61	201,50			
	Eşit	5					
	Toplam	25					
Puan	Gruplar	<i>N</i>	$\bar{x}_{sıra}$	$\sum sıra$	<i>z</i>	<i>p</i>	
DNA Dizileme	Azalanlar	0	,00	,00	-4,161	<,001	0,8
	Artanlar	22	11,50	253,00			
	Eşit	3					
	Toplam	25					

Tablo 7’de görüldüğü üzere Wilcoxon işaretli sıralar testi analiz sonuçları, sıralamalar ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir ( $p<,001$ ). Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamları dikkate alındığında, gözlenen bu farkın pozitif sıralar (artanlar), yani sontest puanları lehinde olduğu görülmektedir. Bu sonuca göre, katılımcıların biyoteknoloji ve uygulamaları eğitimi sonrası biyoteknoloji ( $p<0,001$ ), genetik mühendisliği ( $p<0,01$ ), klonlama ( $p=0,02$ ), DNA parmak izi ( $p<0,01$ ), elektroforez ( $p<0,01$ ) ve DNA dizileme ( $p<0,01$ ) konulardaki bilgi düzeylerinde pozitif yönlü artış olduğu söylenebilir. Ayrıca elde edilen sonuçların; biyoteknoloji, klonlama, DNA parmak izi için orta düzeyde etkiye, genetik mühendisliği ve elektroforez için geniş düzeyde etkiye sahip olduğu saptanmıştır.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Mevcut çalışmaya katılan öğretmenlerin biyoteknoloji ve uygulamalarına yönelik toplam tutum puanları incelendiğinde öntest ve sontest puanları arasında sontest lehine artış olduğu saptanmıştır. Öntest ve sontest



ortalama puanlarına bakıldığında, sontest lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu ve mükemmel düzeyde bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Literatürde biyoteknoloji alanında uygulamalı eğitimlerin yapıldığı çalışmaların sonuçları değerlendirildiğinde, çalışmaların bazılarında uygulamaların tutuma olumlu etki ettiği, bazılarında tutumun değişmediği, bazılarında ise tutumun azaldığı belirlenmiştir. Çamur (2016), çalışmasında biyoloji öğretmen adaylarının biyoteknoloji uygulamalarına yönelik tutumlarının yüksek olduğunu tespit etmiştir. Chabalengula, Mumba ve Chitiyo (2011) yaptıkları çalışmada, öğretmen adaylarının daha önceden Temel Bilim Yöntemleri dersini ve İleri Bilim Yöntemleri dersini aldıkları belirtilmiştir. Genel olarak her iki kursu alan öğretmen adaylarının biyoteknolojiye yönelik tutumlarının olumlu olduğu belirlenmiştir. Konak, Hasançebi ve Çakıcı (2018) ise biyoteknolojiye yönelik teorik ve uygulamalı eğitimlere katılan öğretmenlerin biyoteknolojiye yönelik tutumlarında artış olduğunu tespit etmişlerdir. Mevcut çalışmanın sonuçları biyoteknoloji ve uygulamalarına yönelik tutumların incelendiği benzer çalışmaların sonuçları ile paralellik göstermektedir. Buna karşılık, Olsher ve Dreyful (1999)'un yaptıkları çalışmada, biyoteknoloji ve genetik dersi alan ve almayan öğrenciler arasında biyoteknoloji ve uygulamalarına yönelik tutumlarında anlamlı farklılık saptanmadığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde Dawson ve Soames (2006)'ın lise öğrencileri ile yaptıkları uygulamalı eğitim sonucunda, öğrencilerin biyoteknoloji uygulamalarına yönelik tutumlarında anlamlı bir farklılık olmadığını bildirmişlerdir. Semenderoğlu ve Aydın (2014) yaptıkları uygulamalı çalışma sonucunda, öğrencilerin GDO ve klonlama gibi konularda güvensiz ve şüpheli bir tutuma sahip olduklarını tespit etmişlerdir. Sinan (2015)'in gerçekleştirdiği uygulamalı çalışma sonucunda, öğrencilerin biyoteknolojiye yönelik tutumlarının eğitim öncesi ve sonrasında değişmediği tespit edilmiştir. Kıvanç ve Arı (2019)'nın yaptıkları çalışmada öğretmen adaylarının uygulama sonrası tutumlarının anlamlı düzeyde farklılaşmadığı saptanmıştır. Öte yandan Agaç (2019) yüksek lisans tez çalışması sonucunda, tarımsal biyoteknolojiye yönelik gerçekleştirilen yapılandırılmış deney uygulamasının, öğretmen adaylarının biyoteknolojiye yönelik tutumlarını azaltıcı yönde etkilediği tespit edilmiştir. Bu çalışmada biyoteknoloji ve uygulamaları kapsamında sadece tarımsal biyoteknoloji konusunun ele alındığı fakat biyoteknolojinin oldukça geniş kapsama sahip olduğu, tutumlardaki düşüşün tek bir alana odaklanılmasından kaynaklanabileceği belirtilmiştir. Belirtilen çalışmalardan farklı olarak mevcut çalışma sonucunda öğretmenlerin biyoteknoloji uygulamalarına yönelik tutumlarında artış gözlenmiştir. Bu farklılık, biyoloji öğretmenlerinin biyoloji bilgileri ve hazırbulunuşluk seviyelerinin yüksek olmasından, uygulamalı etkinliklerin içeriğinin ve kapsamının geniş olmasından, çalışmada biyoteknolojinin farklı alanları ile ilgili uygulamalara yer verilmesinden, öğretimde farklı yöntem ve tekniklerin kullanılmasından ve eğitimlerin, alan uzmanlarınca verilmesinden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir (Çelik ve Erişen, 2010; Sinan, 2015).

BTÖ'de yer alan ifadelerin öntest-sontest arasındaki değişim değerlendirildiğinde biyoloji öğretmenlerinin mikroorganizmaların biyoteknoloji çalışmalarında kullanılmasını kabul etme oranları sonteste %96 ile %100 arasında değişmektedir. Bu oran Turan ve Koç (2012)'un çalışmasında %44-68 olarak bulunurken Dawson ve Schibeci (2003)'nin çalışmasında %89-94 olarak bulunmuştur. Sürmeli ve Şahin (2009)'in çalışmasında ise üniversite öğrencilerinin mikroorganizmaların modifikasyonunu kabul etme durumları mikroorganizmaların uygulama alanlarına göre değiştiği raporlanmıştır. Bununla birlikte mikroorganizmaların biyoteknoloji çalışmalarında kullanılmasını kabul etme oranlarının bireylerin yaş grubuna ve eğitim düzeylerine bağlı olduğu ifade edilmiştir.

Çalışmaya katılan biyoloji öğretmenlerinin tamamı (%100) “şarap ve bira yapımında maya kullanılması” ifadesini hem öntest hemde sonteste kabul edilebilir bulmuşlardır. Turan ve Koç (2012)'un çalışmasında bu oran %68, Sürmeli ve Şahin (2009)'in çalışmasında ise üniversite öğrencilerinin, şarap ve bira yapımında mikroorganizmalarda genetik modifikasyonu yüksek oranda kabul ettikleri belirlenmiştir. Çalışmada biyoloji öğretmenlerinin “şarap ve bira yapımında maya kullanılması” %100 kabul etmelerinin sebebi günlük yaşantıda yiyeceklerin üretiminde maya kullanılmasına alışkın olmalarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Çalışmada biyoloji öğretmenleri “insan atıklarını daha etkili ayrıştırmak için genetik mühendisliği işlemlerine tabi tutulmuş mikroplar kullanılması” ifadesini önteste %72 oranında kabul edilebilir bulurken bu oran sonteste %96'ya yükselmiştir. Turan ve Koç (2012)'un çalışmasında bu oran %63 olarak bulunmuştur. Sürmeli ve Şahin (2009)'in çalışmasında ise öğrencilerin atıkların ayrıştırılmasında genetiği değiştirilmiş mikroplar kullanılmasını yüksek oranda kabul ettikleri belirlenmiştir. Çalışmadaki öntest-sontest arasındaki yükselmenin sebebi eğitimde katılımcıların rekombinant DNA teknolojisi hakkında çalışma yapmış olmaları ve rekombinant mikroorganizmaların çevre sorunlarını çözmede etkin bir şekilde kullanılabilmesi düşüncesi olabilir (Kıvanç ve Arı, 2019). Çalışmada besin değerini yükseltmek için bitkilere gen aktarımı ifadesini sonteste %96 oranında kabul edilebilir olduğu, daha lezzetli ekmek yapmak için mayaların genlerinin değiştirilmesinin %64 oranında kabul edilebilir olduğu bulunmuştur. Bu oranın Turan ve Koç (2012)'un çalışmasında %44 oranında kabul edilebilir olduğu belirlenmiştir. Öğrenci grupları ile yapılan benzer çalışmalarda ise mikroorganizmaların biyoteknolojik çalışmalarda kullanılmasını kabul ettikleri raporlanmıştır (Dawson, 2007; Dawson ve Schibeci, 2003). Bu sonuç, mevcut çalışmanın sonucu ile benzerlik göstermektedir. Öte yandan üniversite öğrencilerinin GDO'nun insanlar tarafından besin olarak kullanılmasında sakınca gördükleri, GDO'ların uzun süreli kullanımlarının zararlı olduğunu düşündükleri ve beslenme alanında GDO kullanımına karşı oldukları belirtilmiştir (Ergin, Gürsoy, Öcek ve Çiçeklioğlu, 2008; Koçak, Türker, Kılıç ve Hasde, 2010; Seda, 2017;

Sürmeli ve Şahin, 2009; Turker ve diğerleri, 2013; B. Yılmaz, Üner ve Ercan, 2015). Bu bağlamda elde edilen sonuç, mevcut çalışmanın sonucu ile farklılık göstermektedir. Sürmeli ve Şahin (2009) GDO'ların besin olarak kullanılmasına yönelik olumsuz tutumun nedeninin GDO'ların tüketim sıklığı açısından insanları daha fazla etkileyebileceğini düşüncelerinden kaynaklı olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışma sonucunda biyoloji öğretmenlerinin, GDO'nun besin olarak tüketilmesini, yüksek oranda kabul edilebilir bulmalarının sebebi; i) katılımcıların GDO ile ilgili projede çalışma yapmış olmaları, ii) artan eğitim seviyesi (Gülbay, Özçelik ve Kahveci, 2006; Gunter, Kinderlerer ve Beyleveld, 1998), iii) artan insan nüfusuna yeterli besinin üretilmesi ve olası besin kıtlığına GDO'ların çözüm olabileceğine dair düşünceleri olabilir.

Çalışmada biyoloji öğretmenleri, insanlar için ilaç üretmek amacıyla genetik mühendisliği işlemlerine tabi tutulmuş ineklerin kullanılmasını %92, genetik hastalıkların tedavisi için insan doku hücrelerinin genlerinin değiştirilmesini %88, döllenmiş memeli yumurtalarına insandan alınmış genlerin yerleştirilmesini %44 oranında kabul edilebilir olduğunu belirtmişlerdir. Turan ve Koç (2012) katılımcıların, genetik hastalıkların tedavisinde embriyo ve insan doku hücrelerinin genlerini değiştirmeyi %54-57 oranlarında, döllenmiş memeli yumurtalarına insan genlerinin yerleştirilmesinin %18 oranında kabul edilebilir olduğu, hayvanlarda gerçekleştirilecek genetik modifikasyonların %44-67 oranlarında kabul edilemez olduğu bulunmuştur. Sürmeli ve Şahin (2009) katılımcıların, insanlara ilaç üretmek için hayvanlarda genetik modifikasyonu kabul ettiklerini, besin değerini artırmak için yapılan modifikasyonu kabul etmediklerini, bitkilerden hayvanlara gen aktarımının ve meyvelerde gen aktarımını düşük orandan kabul ettiklerini, döllenmiş memeli yumurtalarına insandan alınmış genlerin yerleştirilmesini ise çok düşük oranda kabul ettiklerini saptamıştır. Dawson (2007)'un lise öğrencileri ile yaptığı çalışmada, öğrencilerin insanlar üzerinde gen teknolojilerinin test edilmesini onaylamadığı ancak bitkiler ve mikroorganizmalar üzerinde kullanılmasını onayladığı sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca Chabalengula, Mumba ve Chitiyo (2011) öğretmen adaylarının, insanlığa faydalı mikroorganizmaların modifikasyonunu onayladıkları sonucuna ulaşmışlardır. Öğretmenlerin biyoteknoloji eğitimi aldıktan sonraki süreçte tutumlarının yükselmesi, literatürde biyoteknoloji ve uygulamaları hakkında yapılan çalışmaların sonuçları ile paralellik göstermektedir. Mevcut çalışmada biyoloji öğretmenlerinin biyoteknoloji ve uygulamalarına yönelik tutumlarının literatürdeki diğer çalışmalardan daha fazla yükselmesinin nedeni olarak öğretmenlerin proje boyunca modern biyoteknoloji, genetik mühendisliği uygulamaları, GDO ve biyogüvenlik, gen terapi ve biyoteknolojik ilaçlar gibi konularda teorik ve uygulamalı eğitimleri bir arada almalarından ve alan uzmanları ile birebir çalışma yapmalarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Mevcut çalışmada öğretmenlere yönlendirilen biyoteknoloji bilgi testi sorularından elde edilen veriler incelendiğinde, ön ve son değerlendirme puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Bu sonuca göre biyoloji öğretmenlerinin biyoteknoloji bilgi düzeyleri artış göstermiştir. Bununla birlikte projeye katılan öğretmenlerin projede yapılan çalışmalar sonrasında biyoteknolojik uygulamalar, genetik hastalıklar, klonlama, elektroforez, DNA dizileme ve genetiği değiştirilmiş organizmalara yönelik olan bilgilerinin olumlu yönde gelişme gösterdiği söylenebilir. Literatürde yer alan araştırmaların sonuçları dikkate alındığında, öğretmen adaylarının biyoteknoloji uygulamaları hakkındaki bilgi seviyelerinin bazı çalışmalarda düşük, bazı çalışmalarda da orta seviyede olduğu görülmektedir. Yüce ve Yalçın (2012)'ın yaptığı çalışma sonucunda, öğretmen adaylarının biyoteknoloji bilgilerinin orta düzeyde olduğu, üniversite öncesindeki eğitim kurumlarında biyoteknoloji ile ilgili bir ders işlenip işlenmediğine, üniversite öğreniminden önce biyoteknoloji ile ilgili derslerin verildiği eğitim kurumları değişkenlerine göre anlamlı bir farklılık göstermediği tespit edilmiştir. Bununla birlikte uygulanan eğitimlerin içeriğine göre biyoteknoloji bilgileri gelişme gösterebilmektedir (Agaç, 2019; Orhan ve Sahin, 2018; M. Yılmaz ve Öğretmen, 2014).

Literatürde yer alan bazı çalışmaların sonuçları mevcut çalışma sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Literatürde biyoteknoloji ile ilgili gerçekleştirilen uygulamaların, öğretmen ve öğretmen adaylarının bilgi düzeylerine katkı sağladığı anlaşılmaktadır. Agaç (2019)'ın yaptığı çalışma sonucunda, tarımsal biyoteknolojiye yönelik gerçekleştirilen hem geleneksel yöntem hem de yapılandırılmış deney uygulamalarının öğretmen adaylarının konuya ilişkin bilgi düzeylerini olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Yılmaz ve Öğretmen (2014), biyoteknoloji konusunda ders alanların, kendilerini bilgi seviyesi açısından yüksek düzeyde gördükleri sonucuna ulaşmışlardır. Benzer şekilde Sinan (2015), üniversitede biyoloji eğitimi almakta olan öğrencilerin biyoteknoloji bilgilerinin öğretim sonrasında artış gösterdiğini tespit etmiştir. Konak, Hasançebi, ve Çakıcı (2018) biyoloji ve fen bilgisi öğretmenlerinin teorik ve uygulamalı eğitim sonrasında, eğitim öncesine göre biyoteknoloji ve uygulamaları konusundaki bilgi düzeylerinin arttığı sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca biyoteknoloji eğitim uygulamalarında yenilikçi öğretim yaklaşımlarının biyoteknoloji bilgi, farkındalık kazandırma ve laboratuvar deneyimlerini geliştirmede etkili olduğu belirlenmiştir (Orhan ve Sahin, 2018). Mevcut çalışmaların ve incelenen çalışmaların sonucunda farklı yöntem ve tekniklerin kullanıldığı ve işlenen konuya özgü uygulamaların gerçekleştirildiği biyoteknoloji eğitimlerinin, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının bilgi düzeyine katkı sağladığı anlaşılmaktadır. İncelenen çalışmaların sonuçları mevcut çalışma sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Bu durumda öğretmenlere ve öğretmen adaylarına yönelik gerçekleştirilen uygulamaların onların bilgi düzeyine katkı sağladığı anlaşılmaktadır. Doğan, Kıvrak ve Baran (2004) yaptıkları çalışmada, öğretmenlerin dersleri günlük hayat ile ilişkilendirmesinin ve akabinde öğrencilerin de aktif

olduğu uygulamalı derslerin yapılmasının, derse olan ilgiyi artırarak konunun daha iyi anlaşılmasını sağlayacağı belirtilmiştir. Prabha (2016) tarafından yapılan çalışmada, öğretmenler için kapasite geliştirmeye yönelik çeşitli programların düzenlenmesi gerektiği vurgulanmıştır. Öte yandan fen eğitiminde mükemmelliği sağlamak için fen bilgisi öğretmen adaylarının mesleki gelişim programları, öğretmen adaylarının içlerindeki araştırma ruhunu besleyerek onların laboratuvar çalışmalarına katılmalarını sağlayacak şekilde yeniden yapılandırılması gerektiğini önermektedir.

Biyoteknoloji ve uygulamalarının doğası gereği soyut ve karmaşık olması, yeni gelişmelerin çok hızlı yaşanması, biyoteknoloji öğrenimini zorlaştırabilmektedir. Bu kapsamda etkili bir biyoteknoloji eğitimi yapabilmek için teorik uygulamalar ve laboratuvar uygulamalarının birleştirilmesinin gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Mesleki gelişimde uygulama ve laboratuvar çalışmalarının yapılması öğretmen ve öğrencilerde; teorik eğitimin uygulama ile bütünleşmesini sağlama, uygulama yeterliliklerini artırma, organizasyon ve iş disiplini yapısını anlamlandırma, sorumluluk bilinci kazanma, takım çalışmasına yatkınlığı artırma gibi yararlarının olacağı belirtilmiştir (Nordqvist ve Aronsson, 2019; Sarıbüyük, 2019). Yapılan çalışmalar ve mevcut çalışmanın sonuçları değerlendirildiğinde, uygulamalı biyoteknoloji eğitiminin biyoteknoloji ve uygulamalarına yönelik bilgi seviyesinin artmasında ve bu konulara yönelik tutumun yükselmesinde etkili olduğu söylenebilir.

## 5. Öneriler

Çalışmada ortaya çıkarılan sonuçlara göre bazı önerilerde bulunulmuştur. Teorik ve uygulamalı biyoteknoloji eğitimlerinin farklı hedef kitle ile farklı bölgelerde yaygınlaştırılması, biyoteknoloji uygulamalarını takip edebilmek için öğretmenlere bu konudaki güncel gelişmeler ile ilgili bilgi, haber ve çevrim içi kaynaklar sağlanması önerilmektedir. Ayrıca öğretmenlik eğitimi verilen programlarda; biyoteknoloji eğitime yönelik uygulamalı derslere yer verilmesi, biyoteknoloji konusunda bilim toplum projelerinin yaygınlaştırılması ve alan uzmanlarının eğitim vereceği online seminer, kurs ve çalıştaylar düzenlenmesi de önerilebilir. Öte yandan gerçekleştirilecek uygulamalı eğitimlerde, algı ve ilgi gibi duyuşsal faktörlerin de bağımlı değişken olarak ele alınması önerilmektedir. Bununla birlikte uygulamalı biyoteknoloji etkinliklerinin katılımcıların görüş, kavram yanlılığı, endişe, bioetik değerler vb. gibi değişkenlerin de ele alınması literatüre katkı sağlayacaktır.

## Teşekkür

*Geleceğin Teknolojisi Biyoteknoloji-2 projesi* (<https://gtb4005.trakya.edu.tr/>) TÜBİTAK'ın 4005 Yenilikçi Eğitim Uygulamaları programı ile (218B537 etkinlik numarasıyla) 2019 yılında desteklenmiştir.

## Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Makalenin tüm süreçlerinde Öğretim Teknolojileri ve Öğretmen Eğitimi Dergisi araştırma ve yayın etiği ilkelerine uygun olarak hareket edilmiştir. Çalışmaya gönüllü katılan biyoloji öğretmenlerinden çalışma öncesi, yapılacak olan uygulamalar ve çıktıları hakkında detaylı bilgi verilmiş, kendilerinden imzalı bilgilendirilmiş gönüllü olur/onam formları temin edilmiştir.

## Yazarların Makaleye Katkı Oranları

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamıştır.

## Çıkar Beyanı

Bu çalışmada yazarlar arasında herhangi bir potansiyel çıkar çatışması bulunmamaktadır.

# EVALUATION OF BIOLOGY TEACHERS' KNOWLEDGE AND ATTITUDES TOWARDS BIOTECHNOLOGY AND ITS APPLICATIONS

## Extended Abstract

In recent years, it has been emphasized by various authorities that biotechnology will be an important power in shaping the future, and current developments reveal products that confirm this. The fact that genetics and biotechnology enter students' lives at an early age with both written and visual media causes teachers to confront some controversial issues in a constructivist approach. It is extremely important for our teachers to recognize this technology, to learn its scope and ethical boundaries in the correct information and guidance of the young generation. It is necessary to carry out many studies in our country in order to improve the knowledge and attitude levels of teachers and students in biotechnology, to increase biotechnology literacy, and to eliminate prejudices about biotechnology applications. For this purpose, the 'Future Technology Biotechnology-2' project has been designed based on the 5E model and collaborative learning method, one of the innovative educational practices.

In this study, TÜBİTAK (Turkey Scientific and Technological Research Council of Turkey) 4005 supported by the Science and Society program, "Technology of the Future of Biotechnology-2" project conducted theoretical and practical activities, the effect of the knowledge and attitudes of teachers toward biotechnology were investigated. The target audience of the study, from various provinces of Turkey, has created 25 biology teachers working in schools affiliated to the Ministry of Education. The theoretical and applied activities in the project were carried out in Edirne Trakya University between 23-30 June 2019 as a single term.

It is aimed to renew the biotechnology, genetic engineering, cloning and bioethics knowledge of biology teachers involved in the project, to inform them about new studies in these fields and to increase the variety of teaching materials they use in their lessons. Applied scientific activities designed using collaborative and 5E learning models in line with this goal; Interactive applications, experimental applications in research laboratories, virtual laboratory applications, experimental applications that participants can use in their own teaching environments with simple tools and equipment, innovative learning methods with web 2.0 tools were used.

In the study, one group pretest-posttest weak experimental design was used among the quantitative research designs. The group pretest-posttest was designed as a trial model without control group. In this design, the effect of the experimental process was obtained by using pretest-posttest measurement tools on a single group. Two different measurement tools, namely "Biotechnology Attitude Scale" (3likert type) and "Biotechnology Knowledge Test" (6 open-ended), were used for data collection. In the knowledge test, there are 6 open-ended questions prepared to learn the knowledge of the participants about genetic engineering, biotechnology and cloning studies and genetically modified organisms. In order to learn the general attitudes of the project participants about biotechnology applications, an attitude scale consisting of 15 items (3likert type) was used.

In order to evaluate the open-ended questions used in the study, descriptive analysis was performed first, and as a result of the evaluation, the answers of the participants were scored as correct, partially correct and incorrect / no answer. The scores obtained were evaluated in the SPSS program. When the data obtained were analyzed in terms of normality assumptions, Shapiro-Wilk values were determined as  $p < 0.005$ . However, Skewness and Kurtosis values were found to be -0.25, 0.18 for the pretest and -0.39, -0.77 for the posttest. Therefore, the nonparametric test, Wilcoxon signed rank test, was applied to determine whether there is a significant difference between the pre-test and post-test scores of the biotechnology knowledge test questions. With the  $p$  value of the results obtained in the study, the effect levels were also calculated.

According to the results obtained from the attitude scale applied in the project study, the attitude of biology teachers who participated in the project towards science increased after the project compared to before the project and the results were found to be statistically significant at a high effect level ( $t = -5.91$ ,  $p < 0.001$ ). The attitude scores of teachers participating in the project towards science were 35.52 (SD = 4.47) before the project, but increased to 41.44 (SD = 3.41) after the project ( $p < 0.05$ ). Considering the average rank and total of the difference scores, it is seen that the observed difference is in favor of the post-test scores. When the results of the present study are evaluated, it can be said that applied biotechnology education is effective in increasing the knowledge level of biotechnology and its applications and increasing the attitude towards these issues.

It is recommended to disseminate training projects for biotechnology and its applications to a wider and different target audience, to examine different variables such as misconception, ability to practice, anxiety, interest, perception, and to reveal the relationships between these variables.

**Keywords:** Biotechnology applications, teacher training, biology teachers, attitude, knowledge

## Kaynaklar

- Agaç, H. (2019). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının "Tarımsal Biyoteknoloji" konusundaki yapılandırılmış deney uygulamalarının bilgi ve tutumlarına etkisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Alakoç, Y. D. (2010). Adli bilimlerde DNA analizleri. *Ankara Sağlık Hizmetleri Dergisi*, 9(2), 1–8.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2017). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Sarıyıldız Matbaacılık, 1–360.
- Campbell, N. A. & Reece, J. B. (2005). *Biology. 7th. Ed Pearson Benjamin Cummings*. Cape Town.
- Çamur, E. (2016). *Biyoloji öğretmen adaylarının biyoteknolojik uygulamalarına yönelik tutumları ile bilimsel epistemolojik inançları arasındaki ilişki*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Cebesoy, Ü. B. & Öztekin, C. (2016). *Relationships among Turkish pre-service science teachers' genetics literacy levels and their attitudes towards issues in genetics literacy*. *Journal of Baltic Science Education*, 15(2), 159.
- Çelik, O. ve Erişen, S. (2010). Ortaöğretim düzeyinde biyoloji dersi kapsamında uygulanan biyoteknoloji programının değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26, 25–39.
- Chabalengula, V. M., Mumba, F. & Chitiyo, J. (2011). *American elementary education pre-service teachers' attitudes towards biotechnology processes*. *International Journal of Environmental and Science Education*, 6(4), 341–357.
- Cohen, J. (1994). *The earth is round (p < .05)*. *American psychologist*, 49(12), 997-1003.
- Çolak, M. (2017). Fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji uygulamalarına yönelik tutumları ile çevre etiği farkındalıkları arasındaki ilişki. 26. Uluslararası eğitim bilimleri kongresi özetler kitabı (ss. 20-23). Ankara: Pegem Akademi.
- Darçın, E. S., & Türkmen, L. (2006). *A study prospective Turkish science teachers' knowledge at the popular biotechnological issues*. *Asia Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 7(2), 1-13.
- 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 processes: Case studies*. *Journal of Biological Education*, 38(1), 7–12.
- Dawson, V. & Soames, C. (2006). *The effect of biotechnology education on Australian high school students' understandings and attitudes about biotechnology processes*. *Research in Science & Technological Education*, 24(2), 183–198.
- Demir, A. (2018). Ölümsüzlük ve yapay zekâ bağlamında trans-hümanizm. *AJIT-e: Bilişim Teknolojileri Online Dergisi*, 9(31), 95-104.
- Diñçer, S. (2014). *Eğitim bilimlerinde uygulamalı meta-analiz*. Ankara: Ayrıntı Basım Yayın ve Matbaacılık Ltd. Sti, 2014(1), 1–133.
- Doğan, S., Kıvrak, E. ve Baran, Ş. (2004). Lise öğrencilerinin biyoloji derslerinde edindikleri bilgileri günlük hayatla ilişkilendirebilme düzeyleri. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(1).
- Dönmez, D., Şimşek, Ö. ve Kaçar, Y. A. (2015). Yeni nesil DNA dizileme teknolojileri ve bitkilerde kullanımı. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 8(1), 30–37.
- Ergin, I., Gürsoy, Ş. T., Öcek, Z. A. ve Çiçeklioğlu, M. (2008). Sağlık meslek yüksekokulu öğrencilerinin genetiği değiştirilmiş organizmalara dair bilgi tutum ve davranışları. *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni*, 7(6), 503–508.
- Fan, X. (2001). *Statistical significance and effect size in education research: Two sides of a coin*. *The Journal of Educational Research*, 94(5), 275–282.
- Gigerenzer, G. (1998). *We need statistical thinking, not statistical rituals*. *Behavioral and Brain Sciences*, 21(2), 199–200.
- Gülbay D, Özçelik B, Kahveci D. (2006) *Türk Tüketicisinin Genetiği Değiştirilmiş Gıdalar Hakkındaki Görüşleri*. Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu Bildiriler Kitabı. 2006: 845-8.
- Gülbay, D., Özçelik, B., ve Kahveci, D., 2006. Türk Tüketicisinin Genetiği Değiştirilmiş Gıdalar Hakkındaki Görüşleri. 9. Gıda Kongresi (24-26 Mayıs 2006) Bildiriler Kitabı içinde (ss. 845-848), Bolu, Türkiye.
- 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.
- Gürkan, G. (2013). *Fen bilgisi öğretmen adayları ve öğretmenlerinin biyoteknoloji ve genetik mühendisliği bilgi düzeylerinin çeşitli değişkenler açısından karşılaştırılması*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. İnönü Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Gürkan, G. ve Kahraman, S. (2018). Öğretmen Adaylarının Bilim ve Bilim İnsanı Kavramlarına İlişkin Algılarının Metafor Analizi Aracılığıyla İncelenmesi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(2), 204-225.

- Harman, A. ve Akın, M. F. (2006). Eğitim fakültesi öğrencilerinin matematik dersinin öğretim şekli üzerine bir değerlendirme. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(18), 124–130.
- Işık, İ. (2014). Yokluk hipotezi anlamlılık testi ve etki büyüklüğü tartışmalarının psikoloji araştırmalarına yansımaları. *Eleştirel Psikoloji Bülteni*, 5, 55–80.
- Kahraman, S. (2020). Fen bilimleri öğretmen adaylarının biyoteknoloji, genetik mühendisliği ve klonlama kavramlarına ilişkin algılarının incelenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 14(1), 57–83.
- Kakaç Meşe, A. (2017). Tek hücre jel elektroforezi için görüntü analizi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Başkent Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kaya, H., Soya, S., Akkale, C. ve Tanyolac, B. (2012). *Biyoteknoloji ve Biyoinformatik* (s. 599-654).
- Kidman, G. (2009). *Attitudes and interests towards biotechnology: the mismatch between students and teachers*. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 5(2), 135–143.
- Kırbağ-Zengin, F., Alan, B. ve Keçeci, G. (2016). Akademik çelişki tekniğinin fen bilgisi öğretmen adaylarının klonlama kavramsal anlama seviyelerine ve fen öz yeterliklerine etkisi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 9(46), 1307–9581.
- Kıvanç, Z. ve Arı, A. G. (2019). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Biyoteknoloji ve Genetiği Değiştirilmiş Organizma (GDO) Konularında Tutumlarının Değerlendirilmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 10(1), 37–57.
- Klop, T., Severiens, S. E., Knippels, M. P. J., van Mil, M. H. W. & Ten Dam, G. T. M. (2010). *Effects of a science education module on attitudes towards modern biotechnology of secondary school students*. *International Journal of Science Education*, 32(9), 1127–1150.
- Koçak, N., Türker, T., Kılıç, S. ve Hasde, M. (2010). Tıp fakültesi öğrencilerinin genetiği değiştirilmiş organizmalar hakkındaki bilgi, tutum ve davranışlarının belirlenmesi. *Gülhane Tıp Dergisi*, 52(3), 198–204.
- Köksal, H. (2019). 2023 Eğitim Vizyon Belgesi, Tekillik ve Transhümanizm. *Eğitim ve Toplum Araştırmaları Dergisi*, 6(1), 145–157.
- Konak, M. A., Hasançebi, S. ve Çakıcı, Y. (2018). *Geleceğin Teknolojisi Biyoteknoloji Projesi*. 13th International Balkan Education and Science Congress (BES2018) içinde (ss. 736–740). Trakya University, Edirne.
- Lamanauskas, V. & Makarskaitė-Petkevičienė, R. (2008). *Lithuanian university students' knowledge of biotechnology and their attitudes to the taught subject*. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 4(3), 269–277.
- Leslie, G. & Schibeci, R. (2003). *What do science teachers think biotechnology is? Does it matter?* *Australian Science Teachers Journal*, 49(3), 16–21.
- Levinson, R. (2006). *Towards a theoretical framework for teaching socio-scientific controversial issues*. *International Journal of Science Education*, 28(10), 1201–1204.
- Mohapatra, A. K., Priyadarshini, D. & Biswas, A. (2010). *Genetically modified food: Knowledge and attitude of teachers and students*. *Journal of Science Education and Technology*, 19(5), 489–497.
- Nordqvist, O. & Aronsson, H. (2019). *It is time for a new direction in biotechnology education research*. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 47(2), 189–200.
- Öktem, H. ve Yücel, M. (2012). *Bitki Biyoteknolojisi ve Genetik: İlkeler, Teknikler ve Uygulamalar*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Olsher, G. & Dreyfus, A. (1999). *Biotechnologies as a context for enhancing junior high-school students' ability to ask meaningful questions about abstract biological processes*. *International Journal of Science Education*, 21(2), 137–153.
- Orhan, T. Y. ve Şahin, N. (2018). *The Impact of Innovative Teaching Approaches on Biotechnology Knowledge and Laboratory Experiences of Science Teachers*. *Education Sciences*, 8(4), 213.
- Özden, M., Akgün, A., Çinici, A., Gülmez, H. ve Demirtaş, F. (2013). 8. Sınıf öğrencilerinin genetiği değiştirilmiş organizmalar (gdo) hakkındaki bilgi düzeyleri ve biyoteknolojiye yönelik tutumlarının incelenmesi. *Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 3(2), 94-115.
- Özgün, B. B., Gürkan, G. ve Kahraman, S. (2018). Öğretmen Adaylarının Bilim ve Bilim İnsanı Kavramlarına İlişkin Algılarının Metafor Analizi Aracılığıyla İncelenmesi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(2), 204-225.
- Özsoy, S. ve Özsoy, G. (2013). Effect Size Reporting in Educational Research. *Elementary Education Online*, 12(2), 334-346.
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods*. SAGE Publications, inc.
- Prabha, S. (2016). *Laboratory experiences for prospective science teachers: A meta-analytic review of issues and concerns* *European Scientific Journal*, 12(34), 235-250.
- Rosnow, R. L., & Rosenthal, R. (1989). *Statistical procedures and the justification of knowledge in psychological science*. *American Psychologist*, 44, 1276-1284.

- Sarıbıyık, M. (2019). *Mesleki eğitimde+ 1 uygulamalı eğitim modeli*. SETA (Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı) Analiz, (292).
- Seda, O. (2017). Üniversite Öğrencilerinin Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar ve Gıdalar Hakkındaki Bilgi Düzeyleri ve Tutumları: Bitlis Eren Üniversitesi Örneği. *Journal of Food and Health Science*, 3(3), 97–108.
- Semenderoğlu, F. ve Aydın, H. (2014). Öğrencilerin Biyoteknoloji ve Genetik Mühendisliği Konularını Kavramsal Anlamalarına Yapılandırmacı Yaklaşımın Etkisi. *Electronic Turkish Studies*, 9(8).
- Şenler, B., Çakır, N. K., Görecek, M. ve Taşkın, B. G. (2006). Fen bilgisi öğretmenlerinin biyoteknoloji konusundaki bilgi düzeylerinin belirlenmesi (Muğla ili örneği). *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(31), 126–132.
- Sinan, O. (2015). Öğrencilerin biyoteknoloji ile ilgili bilgi ve tutumların farklı değişkenlere göre incelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(1), 183–201.
- Sıcaker, A. ve Aydın, S. Ö. (2015). Ortaöğretim biyoteknoloji ve gen mühendisliği kavramlarının öğrenciler tarafından değerlendirilmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 51–67.
- Šorgo, A. & Ambrožič-Dolinšek, J. (2009). *Biotechnology teaching. The relationship among knowledge of, attitudes toward and acceptance of genetically modified organisms (GMOs) among Slovenian teachers*. *Electronic Journal of Biotechnology*, 12(3), 1–13.
- Sürmeli, H. ve Şahin, F. (2009). Üniversite öğrencilerinin biyoteknoloji çalışmalarına yönelik bilgi ve görüşleri, Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 3(37), 33–45.
- Thieman, W. J. and Palladino, M. A. (2013). *Biyoteknolojiye giriş*. (Çev: Mücella Tekeoğlu). Ankara: Palme Yayıncılık.
- Thompson, B. (1999). *Improving research clarity and usefulness with effect size indices as supplements to statistical significance tests*. *Exceptional Children*, 65(3), 329–337.
- Tuna Erdoğan, I. (2019). *Yıkanmış Kan Lekelerinden DNA Elde Edilmesi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Üsküdar Üniversitesi, Bağımlılık ve Adli Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Turan, F. N. (2020). *Klonlama ile ilgili öğrenci düşünceleri*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- Turan, M. ve Koç, I. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji uygulamalarına yönelik tutumları. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(2), 74–83.
- Turker, T., Kocak, N., Aydın, I., İstanbulluoğlu, H., Yıldıran, N., Turk, Y. Z. ve Kilic, S. (2013). *Determination of knowledge, attitude, behavior about genetically modified organisms in nursing school students*. *Gülhane Tıp Dergisi*, 55(4), 297.
- Vacha-Haase, T. & Thompson, B. (2004). *How to estimate and interpret various effect sizes*. *Journal of counseling psychology*, 51(4), 473.
- Yılmaz, B., Üner, A. K. ve Ercan, A. (2015). Üniversite öğrencilerinin biyoteknoloji ve genetiği değiştirilmiş gıdalar ile ilgili tutumları. *Akademik Gastroenteroloji Dergisi*, 14(2), 64–71.
- Yılmaz, M. ve Öğretmen, T. (2014). Biyoloji öğretmen adaylarının gen teknolojilerine ilişkin bilgi düzeyleri ve bilgi kaynaklarının incelenmesi. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 4(4), 59–76.
- Yüce, Z. (2011). *Fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin biyoteknoloji konusundaki bilgileri ve biyoteknoloji uygulamalarına yönelik biyoetik yaklaşımları: tutum, görüş ve değer yargıları*. Doktora tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yüce, Z. ve Yalçın, N. (2012). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji konusundaki bilgi düzeyleri*. X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Niğde Üniversitesi, Niğde.