

Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Biyoteknolojiye Yönelik Tutumları ve Biyoetik Değerleri: Biyoteknolojinin Renkleri Projesi*

Mete Arslan KONAK¹

Hikmet SÜRMEİ²

Gönderim Tarihi: 17.07.2021

Yayın Tarihi: 31.12.2021

Öz

Geleceğin bilimsel okuryazar nesillerini yetiştiren fen bilimleri öğretmenlerinin, bilimsel okuryazarlığın gereği olan biyoteknolojik gelişmeler ile ilgili tutumlarını ve bu konularla ilgili bilinçli kararlar verebilmeleri için, etik değerleri ne derece kullandıklarının belirlenmesi önemlidir. Bu çalışmada Fen Bilimleri öğretmenlerinin biyoteknoloji, genetik mühendisliği ve alt dalları hakkında bilgileri tutumları ve biyoetik görüşleri ile ilgili bakış açılarına katkı sağlayacağı düşünülen Biyoteknolojinin Renkleri eğitim programı uygulanmıştır. Fen Bilimleri öğretmenlerin çalışma öncesi ve sonrası biyoteknolojiye yönelik tutumlarını ve biyoetik değerleri ile eğitime yönelik görüşlerini belirlemek çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Projenin çalışma gurubunu, Türkiye'nin çeşitli illerinde özel veya kamu kurumlarında çalışan 25 Fen Bilimleri öğretmeni oluşturmuştur. Çalışma, tek örneklem ön test son test deneysel desen olarak desenlenmiş, nitel ve nicel veri toplama tekniklerinden yararlanılmıştır. Biyoteknoloji Tutum Ölçeği, öğretmenlerin biyoteknolojiye yönelik tutumlarını, Biyoetik Değerler Ölçeği ise öğretmenlerin biyoetik değerlerinin tespit edilmesi amacı ile uygulanmıştır. Öğretmenlerin uygulanan eğitim ile ilgili görüşlerinin belirlenmesi için ise açık uçlu sorulardan oluşan görüşme formundan yararlanılmıştır. Çalışmadan elde edilen verilerin analizi için nitel ve nicel veri analiz tekniklerinden yararlanılmış, uygulanan ölçekler için frekans ve yüzde dağılımları, ilişkili gruplar t testi, Mann Whitney-U testi, Wilcoxon İşaretlenmiş Mertebeler analizleri, görüşme formundan elde edilen verilerin analizi için ise içerik analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, Fen Bilimleri öğretmenlerinin biyoteknolojiye yönelik tutumlarının anlamlı biçimde artış gösterdiği, genel biyoetik değerlerinin değişmediği ancak biyoteknolojinin yararları ile ilgili biyoetik değerlerinin anlamlı biçimde artış gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca, projenin, Fen Bilimleri öğretmenlerinin biyoteknoloji bilgilerine katkısı ve etik görüşlerine etkisi ile ilgili olumlu görüşe sahip oldukları belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Biyoteknoloji, Tutum, Biyoetik, Fen Bilimleri Öğretmenleri

Science Teachers' Attitudes Towards Biotechnology and Their Bioethical Values: The Colors of Biotechnology Project

Abstract

It is important to determine the attitudes of science teachers raising future scientific literate generations about biotechnological developments, which are a requirement of scientific literacy, and to what extent they use ethical values so that they can make informed decisions about these issues. In this study, the Colors of Biotechnology training program, which is thought to contribute to the knowledge of science teachers about biotechnology, genetic engineering and its sub-branches, their attitudes and perspectives on bioethics, was implemented. Science teachers' attitudes

¹Mete Arslan Konak, Uzm., MEB, Türkiye, metearslankonak@gmail.com, ORCID:0000-0001-9854-3182

²Sorumlu Yazar: Hikmet Sürmeli, Prof.Dr., Mersin Üniversitesi, Türkiye, hsurmeli@mersin.edu.tr, ORCID 0000-0001-7052-2574

* Bu çalışmanın verileri TÜBİTAK4004- Doğa Eğitimi ve Bilim Okulları kapsamında gerçekleştirilen "Biyoteknolojinin Renkleri" projesinden elde edilmiştir. Çalışmanın bir bölümü 15-18 Ekim 2020 tarihinde, 4. Uluslararası Avrasya Sosyal Bilimler Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

towards biotechnology, their bioethical values and their views on education were determined as the aim of the study. The working group of the project consisted of 25 Science teachers working in private or public institutions in various provinces of Turkey. The study was designed as a single sample pre-test post-test experimental design, and qualitative and quantitative data collection techniques were used. Biotechnology Attitude Scale was applied to determine teachers' attitudes towards biotechnology, and Bioethical Values Scale was applied to determine teachers' bioethical values. Open-ended questions were used to determine the opinions of the teachers about the applied education. Qualitative and quantitative data analysis techniques were used for the analysis of the data obtained from the study. Frequency and percentage distributions, related groups t test, independent groups t test, ANOVA analysis were performed for the applied scales and content analysis was performed for open-ended questions. As a result of the study, it was determined that science teachers' attitudes towards biotechnology increased significantly, their general bioethical values did not change, but their bioethical values related to the benefits of biotechnology increased significantly. In addition, it was determined that Science teachers' had a positive opinion about the contribution of the project to biotechnology knowledge and its impact on their ethical views.

Key Words: Biotechnology, Attitude, Bioethics, Science teachers

Giriş

Fen, teknoloji, toplum ve çevre arasındaki ilişki düşünüldüğünde akla ilk gelecek alanlardan biri, baş döndürücü bir hızla ilerleyen biyoteknolojidir. Bu alandaki gelişmeler insanların yedikleri yiyeceklerden, kullandıkları ilaçlara, çalıştıkları sektörlerden, maruz kaldıkları tıbbi uygulamalara kadar birçok alanda etkili olmaya başlamıştır. Disiplinler arası bir bilim dalı olarak ifade edilen biyoteknoloji, genetik, moleküler genetik bilimi, mikrobiyoloji, moleküler biyoloji, biyokimya, fizyoloji, fizik, kimya gibi alanların yanı sıra mühendislik ve bilgisayar mühendisliğinin katkısıyla gelişmektedir (Akkaya, Pazarlıoğlu, 2012; Kolonkaya, 2000; Yeşilbağ, 2004). Biyoteknolojinin kullanım ve uygulama alanlarının gelişmesi nedeni ile yapılan tanımlar zamanla değişmiştir. Biyoteknoloji, genel olarak, biyolojik sistem ve işlemlerin uygulamaya geçirilmesi olarak tanımlanırken, günümüzde geçerli olan modern biyoteknoloji; biyoteknoloji ve DNA ve gen ürünlerinin manipülasyonu ile yeni ürünlerin oluşturulduğu rekombinant DNA teknolojisinin bir araya gelmesini içermektedir (Thomas, 2004, s.35).

Biyoteknoloji insan yaşamına büyük katkı sağlayacak teknolojilerden birisidir. Tarım, hayvancılık ve gıda alanlarında açlık ve yoksulluk ile mücadele etmek amacı ile ve tıp alanında insan sağlığının korunmasına ve hastalıkların tedavi edilmesi, ilaç ve aşı oluşturma amacı ile gerçekleştirilen çalışmalarda önemli gelişmeler sağlamış ve sağlamaktadır. Biyoteknoloji bu beş temel alanın yanı sıra günümüzde farklı alanları da kapsamasından dolayı alt dallara ayrılmış ve her biri farklı renk kodları ile tanımlanmıştır (Akkaya, Pazarlıoğlu, 2012; Kafarski, 2012). Biyoteknolojinin alt dalları ve renk kodları Şekil 1 de sunulmuştur.

Renk	Biyoteknoloji Faaliyet Alanı
Kırmızı	Sağlık, medikal, tani
Mavi	Su, sahil, deniz (Akuatik)
Sarı	Gıda, beslenme
Yeşil	Tarım ve çevre (biyobenzin, biyogübre,...)
Kahverengi	Sulama ve çöl
Beyaz	Gen teknolojisine dayalı biyo-endüstriler
Gri	Klasik fermentasyon ve biyoproses teknolojisi
Altın	Biyoinformatik, nanobiyoteknoloji
Mor	Patentler, yayınlar, fikri mülkiyet hakları
Siyah	Biyoterör, biyosuç

Şekil 1. Biyoteknolojide renk kodları (Akkaya, Pazarlıoğlu, 2012; Kafarski, 2012)

Şekil 1'e göre, insan sağlığı ve tıp ile ilgili olan kırmızı biyoteknoloji aşısı ve antibiyotik üretimini, farmakogenomikler, biyofarmasötikler, rejeneratif tedavileri, yapay organ ve doku üretimi ve yeni teşhisleri ele alır. Deniz biyoteknolojisi ve biyoçeşitliliğine dayanan mavi biyoteknoloji endüstriyel ürünler oluşturmak için okyanus ve deniz kaynaklarını kullanır. Gıda ve beslenme ile ilgili olan sarı biyoteknoloji en besleyici gıdanın elde edilmesi ve sağlığı geliştirici bileşenlerle belirli yiyeceklerin iyileştirilmesini içerir. Tarımın geliştirilmesi ile ilgili olan yeşil biyoteknoloji genellikle yeşil devrimin bir sonraki aşaması olarak kabul edilir ve Dünya'daki açlık sorununa çözüm bulmaya çalışır, genetiği modifiye edilmiş ya da transgenik organizmaları içerir. Kurak topraklar ve çöllerle ilgili olan kahverengi biyoteknoloji çöl mahsullerinin yetiştirilmesi, tuzlu tarım ve su ürünleri yetiştiriciliğinin geliştirilmesi ve su, atık su ve diğer su kaynaklarının akılcı kullanımını kapsar. Endüstriyel biyoteknoloji olarak ifade edilen beyaz biyoteknoloji çeşitli kimyasal bileşenlerin üretimi, biyoyakıtların endüstriyel üretimi ve biyoenerji, biyopolimerleri içerir. Çevre sorunları ile ilgili olan gri biyoteknoloji çevreyi belirli kirleticilerden temizlemek için mikroorganizma ve hatta bitkileri kullanan biyoremediasyonu içerir. Biyoinformatik, bilgisayar bilimi ve çip teknolojisi ile ilgili olan altın biyoteknoloji primerlerin araştırılmasını, peptitlerin sıralanmasını, DNA'daki değişimlerin araştırılmasını kapsar. Hukuk, etik ve felsefi konularla ilgili olan mor (menekşe rengi) biyoteknoloji sorunların düzenlenmesine ve çözümlenmesine ve tartışma için bir platform oluşturulmasını içerir. Biyoterörizm ve biyolojik silahlar konuları ile ilgili olan karanlık biyoteknoloji patojenik, virülan ve dirençli mikroorganizmaları biyolojik silahlara dönüştürmek veya zararlı etkilerini ortadan kaldırmayı kapsar (Barcelos vd., 2018; Gül, 2014; Kafarski, 2012).

Biyoteknoloji; sosyal, yasal, ekonomik boyutları da içeren biyokimyayı, genetiği, bağışıklık sistemi bilimini, kimya mühendisliği ve moleküler biyolojiyi bulabileceğimiz bir alanı kapsar. Biyoteknoloji alanındaki hızlı gelişme ilaç (rekombinant insülin ve DNA kopyası), değişik canlıların genomlarının tam dizisi ve genetik olarak değiştirilmiş yiyecek üretim sektörü alanlarındaki ilerlemelere de olanak sağlamıştır. Bunlar göz önüne alındığında tüm bireyleri etkileyen bir problem vardır. Bu da herkesin kimliğinin bir tek DNA ile belirlenmesi gerçeğidir. Bu nedenle, bu konunun eğitim alanında yer alması önemlidir. Toplumun hem tıbbi tedaviler hem de yiyecek üretiminde biyoteknolojiye bağlı olmaya başlaması, bireylerin günlük yaşantılarında bu konularla sıklıkla karşılaşması da öğretim programlarına dahil edilmesi için gereklidir. Bu bağlamda, öğrencilerin bu konuları anlama, tartışabilme, karşılaştıkları durumlarda bilinçli kararlar verebilme ve çözümlerine yönelik analiz yapabilme becerilerini geliştirmek amacı ile biyoteknoloji konuları fen öğretim programlarında yerini almıştır (Sadler ve Zeidler, 2004).

Ulusal ve uluslararası alanlarda yapılan çalışmalar, fen bilgisi öğretmenlerinin biyoteknolojiye yönelik tutumları ve bilgilerinin çeşitli faktörlere göre değiştiğini göstermiştir. Yapılan bu çalışmalarda öğretmenlerin biyoteknoloji ve genetik mühendisliği uygulamaları hakkındaki bilgi düzeylerinin sınırlı olduğu, bu konular ile ilgili güncel gelişmeleri takip edemedikleri tespit edilmiştir (Gürkan, 2013; Leslie ve Schibeci, 2003; Yüce, 2011). Ayrıca mezun oldukları bölümün bilgi düzeylerini etkilediği, bu bağlamda biyoloji bölümü mezunu fen bilgisi öğretmenlerinin bilgi düzeylerinin daha yüksek olduğu (Şenler, vd., 2006) bulunmuştur.

Öğretmenlerin biyoteknolojiye yönelik tutumları ile ilgili yapılan çalışmalarda ise, tutumlarının cinsiyete göre değiştiği ve kadınların daha olumlu tutuma sahip oldukları (Öcal, 2012; Karaarslan, 2017; Soğukpınar, Karışan, 2020), gen terapisine yönelik tutumlarının olumsuz olduğu (Cebesoy, 2014) tespit edilmiştir. Bununla birlikte, öğretmenlerin genetik okuryazarlık düzeylerinin ve bu konulara yönelik tutumlarının incelendiği bir çalışmada, genetik konusunda bilgili ve ilgili olduğunu düşünen öğretmenlerin genetik okuryazarlık düzeylerinin yüksek olduğu bulunmuştur (Cebesoy, 2014). Öğretmenlerin tutumlarının, öğretim ortamlarında uygulamalarını da etkilediği

(Wallace ve Kang, 2004) göz önünde bulundurulduğunda, tutumlarının artırılmasını sağlayacak çalışmaların önemi ortaya çıkmaktadır.

Modern Biyoteknoloji uygulamaları toplum üzerinde giderek artan bir etkiye sahiptir. Faydalarının yanı sıra, bu uygulamaların sosyal ve etik etkileri de söz konusu olup. Bu konularda tartışmalara neden olmaktadır (Kolarova, 2014). Yapılan çalışmalar, bireylerin biyoteknolojik uygulamalar ile ilgili etik kaygıları olduğunu göstermektedir (Semenderoğlu, Aydın, 2014). Bu bağlamda, öğretmenlerin biyoteknoloji uygulamaları konusunda bilgi sahibi olmalarının yanında, oluşabilecek etik ve sosyal konularında farkında olmaları da önemlidir. Bu farkındalığa sahip olan öğretmenler öğretim süreçlerinde doğru bilgi ile birlikte, biyoteknoloji uygulamalarının risklerini, faydalarını, zararlarını ve etik değerlerini esas alarak, öğrencilerin bu konularda görüşlerini oluşturmalarını ve bilinçli karar vermelerini sağlayabilirler (Chen ve Raffan, 1999; Dawson, Schibeci, 2003).

İncelenen çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda, fen bilimleri öğretmenlerinin, geleceği şekillendiren biyoteknoloji uygulamaları konusunda kendilerini geliştirebilecekleri ve doğru yönlendirilebilecekleri çalışmalara ihtiyaçları olduğu anlaşılmaktadır. Bu bağlamda TÜBİTAK4004-Doğa Eğitimi ve Bilim Okulları kapsamında gerçekleştirilen “Biyoteknolojinin Renkleri” projesinin amacı; geleceğin biyoteknoloji okuryazarlarını yetiştiren fen bilimleri öğretmenlerinin, biyoteknolojik gelişmelere yönelik tutumlarının ve etik değerlerinin geliştirilmesini sağlamaktır. Bu doğrultuda, bu çalışmanın amacı, gerçekleştirilen Biyoteknolojinin Renkleri projesinin Fen Bilimleri öğretmenlerinin biyoteknolojiye yönelik tutumları ve biyoetik değerlerine etkisi ile proje uygulamalarına yönelik görüşlerinin tespit edilmesidir. Bu amaçla araştırmanın problemi: “Biyoteknolojinin Renkleri projesinin Fen Bilimleri öğretmenlerinin biyoteknolojiye yönelik tutumları ve biyoetik değerlerine etkisi var mıdır?” olarak belirlenmiştir. Araştırmanın alt problemleri ise şu şekildedir:

1. Projeye katılan Fen Bilimleri öğretmenlerinin Biyoteknoloji Tutum Ölçeği ön test ve son test puanları arasında anlamlı fark var mıdır?
 - 1.1. Projeye katılan Fen Bilimleri öğretmenlerinin Biyoteknoloji Tutum Ölçeği ön test ve son test puanları arasında cinsiyet değişkeni açısından anlamlı fark var mıdır?
2. Projeye katılan Fen Bilimleri öğretmenlerinin Biyoetik Değerler Ölçeği ön test ve son test puanları arasında anlamlı fark var mıdır?
 - 2.1. Projeye katılan Fen Bilimleri öğretmenlerinin Biyoetik Değerler Ölçeği ön test ve son test puanları arasında cinsiyet değişkeni açısından anlamlı fark var mıdır?
3. Fen Bilimleri öğretmenlerinin gerçekleştirilen proje çalışmasına ilişkin görüşleri nelerdir?

Yöntem

Araştırma Modeli

Biyoteknolojinin Renkleri projesi kapsamında gerçekleştirilen uygulamanın, Fen Bilimleri öğretmenlerinin biyoteknolojiye yönelik tutumları ve biyoetik değerlerine etkisi ile proje uygulamalarına yönelik görüşlerinin tespit edilmesinin amaçlandığı bu çalışma, tek gurup öntest son test deneysel desen olarak desenlenmiştir. Eşitlenmiş bir karşılaştırma grubuna ulaşmanın mümkün olmadığı durumlarda kullanılan bu desen (Christensen, Johnson, Turner, 2015), mevcut çalışmanın bir proje çalışması olması, dolayısıyla bir karşılaştırma grubunun olmaması nedeni ile tercih edilmiştir. Projenin etkililiğinin değerlendirilmesi için proje uygulamaları öncesi ve sonrası ölçümler yapılmıştır.

Çalışma Grubu

Biyoteknolojinin Renkleri projesine Türkiye'nin 17 farklı ilinden 13 kadın ve 12 erkek olmak üzere 25 Fen Bilimleri öğretmeni katılmıştır. Proje öncesinde, proje duyurusu yapılmış ve katılımcılar başvuru yapanlar arasından seçilmiştir. Projeye katılacak öğretmenlerin seçiminde ölçüt örnekleme tekniği kullanılarak bazı ölçütler esas alınmıştır. Bu ölçütler; 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, hizmet süresinin 3 ile 15 yıl arasında olması, İstanbul, Ankara, İzmir, Bursa, Antalya, Adana, Konya gibi büyük şehirler hariç diğer illerden en fazla bir öğretmenin yer alması ve Biyoteknoloji etkinliklerini kendi öğretim ortamlarında uygulamayı amaçladığını belirten ve/veya elde ettiği kazanımları öğrencileri ile projeye dönüştürmek istediğini ifade etmesidir. Katılımcıların başvuruları proje web sayfası (<http://biyoteknolojininrenkleri.com/>) üzerinden alınmış ve belirtilen ölçütler doğrultusunda öğretmen seçimi tamamlanmıştır.

Veri Toplama Teknikleri

Çalışmada veri toplamak amacı ile nicel ve nitel veri toplama tekniklerinden yararlanılmıştır. Öğretmenlerin Biyoteknolojiye yönelik tutumlarının ve Biyoetik değerlerinin belirlenmesi için nicel veri toplama teknikleri, proje uygulamalarına yönelik görüşlerinin belirlenmesi için ise nitel veri toplama tekniği kullanılmıştır. Biyoteknoloji Tutum Ölçeği Dawson ve Schibeci (2003) tarafından geliştirilmiş ve Türkçe uyarlama çalışması yapılmıştır (Sürmeli, 2008). Ölçek 15 maddeden oluşmaktadır. Biyoetik Değerler Ölçeği Silva, Araujo, ve Calderia (2012) tarafından geliştirilmiş ve Turgut ve Yakar (2016) tarafından Türkçe uyarlama çalışması yapılmıştır. 18 maddeden oluşan ölçeğin Biyoteknoloji uygulamalarının yararları, Bilim ve Etik, Üreme teknolojileri ve klonlama, Genetik müdahalelerin kontrolü olmak üzere 4 alt boyutu vardır.

Çalışmada, öğretmenlerin gerçekleştirilen proje uygulamaları ile ilgili görüşlerinin değerlendirilmesi amacı ile 6 açık uçlu sorudan oluşan form öğretmenlere sunulmuştur. Yöneltilen soru formunda, gerçekleştirilen proje çalışmasının, öğretmenlerin biyoteknoloji bilgilerine, biyoteknoloji çalışmalarına bakış açılarına, etik görüşlerine etkisi ile ilgili soruların yanı sıra, etkili olan çalışma ile projede uygulanan çalışmaların Fen Bilimleri dersinde uygulanabilirliği ve proje kapsamında konu içeriği ve uygulama boyutlarında yapılmasını önerdikleri değişiklikler ile ilgili sorular yer almıştır.

Uygulama

Proje 10 gün süresince gerçekleştirilmiştir. Proje kapsamında öğretmenlere, Biyoteknolojinin farklı uygulama alanları ile ilgili kapsamlı bilgi sağlanması amacı ile alan uzmanları tarafından bilgilendirmeler yapılmıştır. Bu bağlamda öğretmenlere Bitki Biyoteknolojisi, Hayvansal Biyoteknoloji, Çevre Biyoteknolojisi, Tıbbi Genetik, Gıda Biyoteknolojisi ve Biyogüvenlik, Adli Genetik, Biyoterörizm konuları ve örnekleri açıklanmıştır. Öğretmenlerin, Biyoteknoloji konuları ile ilgili ortaokullarda yapılabilecekleri çalışmalara örnek oluşturması için DNA izolasyonu, PCR, Jel Elektrofrezisi, Biyoplastik üretimi, Giyilebilir Teknoloji, Karyotip çalışmaları gerçekleştirmeleri sağlanmıştır. Katılımcı öğretmenlerin Biyoteknoloji ile ilgili bilimsel çalışmalar yapan bilim insanlarını ve yaptıkları çalışmaları yakından inceleyebilmeleri, çalışmalarını deneyimleyebilmeleri amacıyla biyoteknoloji laboratuvarlarında çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Eğitim kapsamında katılımcıların laboratuvarında aktif rol oynamasına imkân veren teorik ve biyoteknoloji ve alt dallarını kapsayan toplam 25 farklı bilimsel etkinlik yapılmıştır. Örneğin biyoteknoloji ve uygulamalarının üst düzeyde gerçekleştirildiği Namık Kemal Üniversitesi Uygulama ve Araştırma Çiftliği ile Ziraat Fakültesi'ne geziler düzenlenerek katılımcılara güncel çalışmalarla ilgili bilgiler

aktarılmıştır. Ayrıca katılımcılar Namık kemal Üniversitesi Moleküler Biyoloji ve Genetik laboratuvarlarında bitkilerden DNA izolasyonu, PCR ve elektroforez uygulamalarını gerçekleştirmişlerdir. Laboratuvar etkinliklerine katılan öğretmenler beş (5) guruba ayrılmıştır. Her guruba çalışmalarında ve uygulamalarda destek olacak öğretmen, yüksek lisans veya doktora öğrencilerinden oluşan birer rehber eşlik etmiştir. Bu çalışmalarla birlikte, öğretmenlerin biyoteknoloji öğretiminde uygulayabilecekleri argümantasyona temelli öğrenme, sosyo-bilimsel konularda argümantasyona dayalı öğrenme (argüman oluşturma, argümantasyon değerlendirme teknikleri) ile ilgili bilgilendirme yapılmış, örnek uygulamalar ve modeli yansıtan ders planlarının hazırlanması uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Ayrıca sosyobilimsel konularda biyoetik değerler ile ilgili bilgilendirme yapılmış, biyoteknoloji uygulamalarında karşılaşılan biyoetik konular vurgulanmış ve biyoteknoloji uygulamalarının biyoetik açıdan değerlendirilmesi için tartışma ortamı oluşturulmuştur. Bu çalışmalara ek olarak proje kapsamında deneyler, ders planı hazırlama çalışmaları, Web 2.0 araçlarının kullanımı, sanal laboratuvar uygulamaları ve animasyon yapma çalışmalarına da yer verilmiş, öğretmenlerin uygulamalara aktif katılmaları sağlanmıştır. Gerçekleştirilen etkinlikler ve uygulama planı Şekil 2 de sunulmuştur.



Şekil 2. Proje kapsamında gerçekleştirilen uygulama planı

Veri Analizi

Çalışmada kullanılan veri toplama tekniklerinin analizi için nicel ve nitel veri analiz tekniklerinden yararlanılmıştır. Biyoteknolojiye Yönelik Tutum Ölçeği ve Biyoetik Değerler Ölçeği için nicel veri analiz teknikleri kullanılmıştır. Bu doğrultuda, ilk olarak ölçek uygulamalarından elde edilen verilerin normal dağılım gösterip göstermediğinin belirlenmesi amacı ile Shapiro Wilk analizi yapılmıştır. Ölçeklerin ön ve son test uygulamaları için yapılan test sonucunda dağılımların normal olduğu saptanmıştır (Tablo 2.1, Tablo 2.2.).

Tablo 2.1. *Bitoteknoloji Tutum Ölçeklerinden elde edilen Ön Test ve Son Puanları Shapiro Wilk Testi Sonuçları*

Ön-Son Test	İstatistik	Sd	p
Ön_Tutum	.93	25	.121
Son_Tutum	.86	25	.003

Tablo 2.2. *Biyotetik Değerler Ölçeğinden elde edilen Son Test Puanlarının Shapiro Wilk Testi Sonuçları*

Ön-Son Test	İstatistik	Sd	p
Ön_Değer	.983	25	.933
Son_Değer	.947		.218
Ön_BUY	.919	25	.058
Son_BUY	.814		.062
Ön_BE	.978	25	.834
Son_BE	.973		.723
Ön_UTK	.915	25	.059
Son_UTK	.942		.169

Tablo 2.1 ve Tablo 2.2'de görüldüğü üzere, Biyoteknoloji Tutum ve Biyotetik Değerler ölçeklerinden elde edilen öntest ve sontest puanlarının normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla yapılan Shapiro Wilk testi sonucunda Biyoteknoloji Tutum Ölçeği için dağılım normalden farklılık gösterirken ($p_{\text{son_tutum}} < .05$), Biyotetik Değerler Ölçeği ve alt boyutları için dağılımın normal dağılımdan farklılığı anlamlı bulunmamıştır ($p > .05$).

Veri analiz sürecinde ikinci olarak uygulanan ölçeklerin güvenilirlik katsayısı hesaplanmış Tablo 2.3 de sunulmuştur. Tabloya göre uygulanan ölçekler için güvenilirlik katsayıları kabul edilebilir sınırlar arasında bulunmaktadır. Ancak Biyotetik Ölçeği Genetik Müdahalelerin Kontrolü alt boyutunda güvenilirlik katsayıları kabul edilen sınırlardan düşük bulunduğu için, bu boyut için elde edilen veriler çalışmadan çıkarılmıştır.

Tablo 2.3. *Ölçeklerin Güvenirlik Katsayısı*

	Öntest- α	Sontest- α
Biyoteknoloji Tutum Ölçeği	.76	.80
Biyotetik Değer Ölçeği	.68	.81
Biyoteknoloji Uygulamalarının Yararları	.64	.66
Bilim ve Etik	.68	.62
Üreme Teknolojileri ve Klonlama	.79	.69
Genetik Müdahalelerin Kontrolü	-.19	.58

Üçüncü olarak, öğretmenlerin Biyoteknoloji Tutum Ölçeği puanları aritmetik öntest-sontest ortalamalarının anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla yapılan Wilcoxon İşaretlenmiş Mertebeler testi, Biyoteknoloji Tutum Ölçeği puanlarının cinsiyet değişkenine göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen Mann Whitney-U testi uygulanırken, biyotetik Değerler Ölçeği ve alt boyutlarının uygulama öncesi ve sonrasında farklılık gösterip göstermediğinin belirlenmesi için eşleştirilmiş t testi uygulanmıştır.

Öğretmenlerin projede gerçekleştirilen uygulamalarla ilgili görüşlerinin belirlenmesi amacı ile sorulan açık uçlu soruların değerlendirilmesi için nitel veri analiz tekniklerinden içerik analizi yapılmıştır. İçerik analizi, araştırmada toplanan verilerin derinlemesine analiz edilmesini gerektirir ve önceden belirgin olmayan temaların ve boyutların çıkarılmasına olanak tanır (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Çalışmada açık uçlu soruların analizinde, nitel veri analizinde kullanılan temel analitik süreçler verilerin kodlanması, temaların bulunması, verilerin kodlara ve temalara göre düzenlenmesi ve tanımlanması, bulguların yorumlanması aşamaları dikkate alınmıştır.

Bulgular

Biyoteknoloji Tutum Ölçeği ile ilgili Bulgular

Tablo 3.1. *Biyoteknoloji Tutum Ölçeği Öntest-Sontest Puanları Wilcoxon İşaretlenmiş Mertebeler Testi Sonuçları*

Puan	Gruplar	N	Sıralar Ortalaması	Sıralar Toplamı	z	p
Ön_Tutum- Son_Tutum	Negatif sıralar	22 ^a	12.25	269.50	-3.420	.001
	Pozitif sıralar	2 ^b	15.25	30.50		
	Eşit	1 ^c				
	Toplam	25				

a. Ön_Tutum < Son_Tutum

b. Ön_Tutum > Son_Tutum

c. Ön_Tutum = Son_Tutum

Tabloda (3.1) görülebileceği üzere, Biyoteknoloji Tutum Ölçeği puanları aritmetik öntest-sontest ortalamalarının anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla yapılan Wilcoxon İşaretlenmiş Mertebeler testi sonucunda sıralar ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Söz konusu farklılık sontest lehine gerçekleşmiştir.

Tablo 3.2. *Biyoteknoloji Tutum Ölçeği Öntest Puanlarının Mann Whitney-U Testi Sonuçları*

Puan	Gruplar	N	SO	ST	U	Z	p
Ön_Tutum	Kadın	13	14.92	194.00	53.00	-1.36	.18
	Erkek	12	10.92	131.00			
Son_Tutum	Kadın	13	12.88	167.00	76.50	-.083	.93
	Erkek	12	13.13	157.50			

Tabloda görüldüğü gibi, öğretmenlerin Biyoteknoloji Tutum Ölçeği puanlarının cinsiyet değişkenine göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen Mann Whitney-U testi sonucunda, grupların ön test ve son test aritmetik ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > .05$).

Tablo 3.3. *Biyoteknoloji Tutum Ölçeği Öntest-Sontest Puanları Wilcoxon İşaretlenmiş Mertebeler Testi Sonuçları*

Puan	Gruplar	N	Sıralar Ortalaması	Sıralar Toplamı	Z	P
Erkek	Negatif sıralar	0 ^a	.00	.00	-2,941	.003*
	Pozitif sıralar	11 ^b	6.00	66.00		
	Eşit	1 ^c				
	Toplam	12				
Puan	Gruplar	N	Sıralar Ortalaması	Sıralar Toplamı	Z	P

Kadın	Ön_Tutum- Son_Tutum	Negatif sıralar	2 ^a	9.00	18.00	-1,924	.054
		Pozitif sıralar	11 ^b	6.64	73.00		
		Eşit	0 ^c				
		Toplam	13				

Tabloda görülebileceği üzere, Biyoteknoloji Tutum Ölçeği erkeklere ve kadınlara ait puanların aritmetik öntest-sontest ortalamalarının anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla yapılan *Wilcoxon İşaretlenmiş Mertebeler* testi sonucunda, erkek katılımcıların sıralar ortalamaları arasında son test lehine istatistiksel olarak anlamlı sonuç bulunurken ($p < .05$), kadın katılımcıların sıralar ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p > .05$)

Tablo 3.4. *Biyoteknoloji Tutum Ölçeği Ön-Son Test Karşılaştırması*

		Öntest (f , % değerleri)			Sontest (f , % değerleri)		
		Kabul edilebilir	Kararsız	Kabul edilemez	Kabul edilebilir	Kararsız	Kabul edilemez
1	Şarap ve bira yapımında maya kullanılması	23 %92	-	2 %8	25 %100	-	-
2	Hayvan gıdası için maya kullanılması	19 %76	3 %12	3 %12	23 %92	2 %8	-
3	İnsan atıklarını daha etkili ayrıştırmak için genetik mühendisliği işlemlerine tabi tutulmuş mikroplar kullanılması	23 %92	2 %8	-	24 %96	1 %4	-
4	Tuzlu topraklarda daha iyi yetişmeleri için bitkilerin genlerini değiştirmek	20 %80	3 %12	2 %8	22 %88	3 %12	-
5	Daha lezzetli ekmek yapmak için mayaların genlerinin değiştirilmesi	13 %52	5 %20	7 %28	17 %68	6 %24	2 %8
6	Besin değerini yükseltmek için bitkilere gen aktarımı	15 %60	5 %20	5 %20	23 %92	2 %8	-
7	Lezzetlerinin daha iyi olması için meyvelerin genlerinin değiştirilmesi	9 %36	5 %20	11 %44	17 %68	5 %20	3 %12
8	Daha yavaş olgunlaşması ve daha uzun raf ömrüne sahip olması için domateslerin genlerinin değiştirilmesi	9 %36	5 %20	11 %44	18 %72	6 %24	1 %4
9	Haşerelere (böceklere) karşı dayanıklılıklarını sağlamak için tahıllara mikroorganizmalardan gen aktarımı	13 %52	6 %24	6 %24	23 %92	1 %4	1 %4
10	Et ve süt kalitesini artırmak için çiftlik hayvanlarının genetik yapısının değiştirilmesi	13 %52	5 %20	7 %28	19 %76	6 %24	-
11	İnsanlar için ilaç üretmek amacıyla genetik mühendisliği işlemlerine tabi tutulmuş ineklerin kullanılması	15 %60	7 %28	3 %12	19 %76	5 %20	1 %4
12	Bitkilerden hayvanlara gen aktarımı	14 %56	8 %32	3 %12	17 %68	8 %32	-
13	Genetik hastalıkların tedavisi için insan doku hücrelerinin genlerinin değiştirilmesi	19 %76	2 %8	4 %16	23 %92	2 %8	-

14	Genetik bir hastalığı tedavi etmek için bir embriyonun genlerinin değiştirilmesi	21 %84	2 %8	2 %8	20 %80	5 %20	-
15	Dölllenmiş memeli yumurtalarına insandan alınmış genlerin yerleştirilmesi	10 %40	6 %24	9 %36	10 %40	5 %20	10 %40

Tablo 3.4'de Biyoteknoloji Tutum Ölçeği'nde yer alan maddelerin ön test son test karşılaştırmaları görülmektedir. Tablodan da anlaşılacağı üzere, ölçekteki bazı maddelerin (7, 8, 9, 10, vb.) frekansları son testte artmıştır

Biyoetik Değerler Ölçeği ile ilgili Bulgular

Tablo 3.5. *Biyoetik Değerler Ölçeği Öntest-Sontest Puanları İlişkili Grup t Testi Sonuçları*

Puan	Gruplar	N	\bar{x}	ss	Sh $_{\bar{x}}$	t Testi		
						t	Sd	p
Biyoteknoloji Tutum Ölçeği	Öntest	25	2.96	.32	.06	1.5	24	.13
	Sontest	25	3.07	.36	.07			

Tabloda görülebileceği üzere, Biyoetik Değerler Ölçeği puanları aritmetik öntest-sontest ortalamalarının anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla yapılan eşleştirilmiş grup t testi sonucunda, aritmetik ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($t=-1.5$; $p>.05$).

Tablo 3.6. *Biyoetik Değerler Ölçeği Biyoteknoloji Uygulamalarının Yararları Boyutu Öntest-Sontest Puanları İlişkili Grup t Testi Sonuçları*

Puan	Gruplar	N	\bar{x}	ss	Sh $_{\bar{x}}$	t Testi		
						t	Sd	p
BUY	Öntest	25	3.47	.37	.07	2.12	24	.04*
	Sontest	25	3.66	.34	.06			

Tabloda görülebileceği üzere, Biyoetik Değerler Ölçeği Biyoteknolojinin Yararları boyutu puanları aritmetik öntest-sontest ortalamalarının anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla yapılan eşleştirilmiş grup t testi sonucunda, aritmetik ortalamaları arasında son test lehine istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($t=-2.12$; $p<.05$).

Tablo 3.7. *Biyoetik Değerler Ölçeği –Bilim Etiği Boyutu Öntest-Sontest Puanları İlişkili Grup t Testi Sonuçları*

Puan	Gruplar	N	\bar{x}	ss	Sh $_{\bar{x}}$	t Testi		
						t	Sd	p
BE	Öntest	25	2.49	.71	.14	.18	24	.85
	Sontest	25	2.52	.62	.12			

Tabloda görülebileceği üzere, Biyoetik Değerler Ölçeği Bilim Etiği puanları aritmetik öntest-sontest ortalamalarının anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla yapılan eşleştirilmiş grup t testi sonucunda, aritmetik ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($t= .18$; $p>.05$).

Tablo 3.8. *Biyoetik Değerler Ölçeği –Üreme Teknolojileri ve Klonlama Boyutu Öntest-Sontest Puanları İlişkili Grup t Testi Sonuçları*

Puan	Gruplar	N	\bar{x}	ss	Sh $_{\bar{x}}$	t Testi		
						t	Sd	p
UTK	Öntest	25	2.13	.83	.16	-.49	24	.62
	Sontest	25	2.19	.72	.14			

Tabloda görülebileceği üzere, Biyoetik Değerler Ölçeği Üreme Teknolojileri ve Klonlama boyutu puanları aritmetik öntest-sontest ortalamalarının anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla yapılan eşleştirilmiş grup t testi sonucunda, aritmetik ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($t = -.49$; $p > .05$).

Tablo 3.9. *Biyoetik Değerler Ölçeği Öntest-Sontest Puanları İlişkili Grup t Testi Sonuçları (Erkek)*

Puan	Gruplar	N	\bar{x}	ss	Sh $_{\bar{x}}$	t Testi		
						t	Sd	p
Biyoetik Değer	Öntest	12	53.83	5.71	1.65	-1.72	11	.11
	Sontest		56.83	4.38	1.26			
BUY	Öntest	12	17.75	1.76	.50	-1.86	11	.08
	Sontest		18.75	.96	.27			
BE	Öntest	12	10.41	2.90	.83	.32	11	.75
	Sontest		10.08	2.19	.63			
UTK	Öntest	12	5.66	2.46	.71	-1.97	11	.07
	Sontest		6.66	2.05	.59			

Tabloda görülebileceği üzere, Biyoetik Değerler Ölçeği erkek katılımcılara ait puanların aritmetik öntest-sontest ortalamalarının anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla yapılan eşleştirilmiş grup t testi sonucunda, ölçek ve alt boyutları açısından erkek katılımcıların aritmetik ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p > .05$).

Tablo 3.10. *Biyoetik Değerler Ölçeği Öntest-Sontest Puanları İlişkili Grup t Testi Sonuçları (Kadın)*

Puan	Gruplar	N	\bar{x}	ss	Sh $_{\bar{x}}$	t Testi		
						t	Sd	p
Biyoetik Değer	Öntest	13	52.84	6.30	1.74	-.59	12	.56
	Sontest		54.07	7.92	2.19			
BUY	Öntest	13	17.00	1.95	.54	-1.2	12	.23
	Sontest		17.92	2.17	.60			
BE	Öntest	13	9.53	2.90	.80	-.61	12	.54
	Sontest		10.07	2.84	.78			
UTK	Öntest	13	7.46	2.33	.64	3.04	12	.01*
	Sontest		6.15	2.33	.64			

Tabloda görülebileceği üzere, Biyoetik Değerler Ölçeği kadın katılımcılara ait puanların aritmetik öntest-sontest ortalamalarının anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla yapılan eşleştirilmiş grup t testi sonucunda, biyoetik değerler, biyoteknoloji uygulamaların yararları ve bilimsel etik boyutları açısından kadın katılımcıların aritmetik ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p > .05$). Üreme teknolojileri ve klonlama boyutu açısından kadın katılımcıların öntest puanları lehine anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p < .05$).

Açık Uçlu Sorulardan Elde Edilen Veriler ile ilgili Bulgular

Tablo 3.11. *Projenin Öğretmenlerin Biyoteknoloji bilgisine katkısı ile ilgili Bulgular*

Projesi'nin Biyoteknoloji ile ilgili bilgiye katkısı	Toplam
Olumlu Görüşler	
Yeni bilgi edinmeye katkı	20
<i>DNA, Gen, Genom, Elektroforez, DNA izolasyonu, Klonlama, Fermente işlemler, Biyodizel</i>	4
<i>Biyoteknolojinin alanları, (çalışma yöntemleri, güncel araştırmalar)</i>	6
<i>Farklı lab deneyimi</i>	1
Eksik ve yanlış bilgilerin giderilmesine katkı	7

<i>GDO'lu ürünler</i>	4
Öğretim yöntem ve tekniklerine katkı	4
<i>Ölçme değerlendirme tekniklerine katkı</i>	1
Kavram yanlışlarının giderilmesine katkı	3
Toplam	34

Tabloda (3.11) öğretmenlerin, gerçekleştirilen projenin biyoteknoloji bilgilerine katkısı ile ilgili görüşleri yer almaktadır. Tabloya göre, öğretmenlerin hepsi projenin biyoteknoloji bilgilerine olumlu katkısı olduğunu belirtmiştir. Olumlu görüşlerine açıklama olarak da en fazla projenin yeni bilgi edinmelerine katkı sağladığını vurgulamışlardır. Bunun yanı sıra bazı öğretmenler projenin eksik ve yanlış bilgilerinin giderilmesine ve konu ile ilgili kavram yanlışlarının giderilmesine, bazı öğretmenler ise öğrenme ortamlarında uygulayabilecekleri yöntem ve teknikler ile ilgili katkı sağladığını ifade etmişlerdir.

Biyoteknolojinin Renkleri Projesi'nin Biyoteknoloji ile ilgili bilgilerine olumlu katkı sağladığını ifade eden öğretmenlerden birisinin görüşleri şu şekildedir (Ö18):

...Genin yapısı ile ilgili bilmediğim birçok şeyi, klonlamanın yapılabileceği durumları, GDO'nun aslında çok fazla zararlı etkisinin olmadığını, bitkisel yağlardan elde edilen biyodizelin kullanılması için gerekli şartları, DNA izolasyonu ile bitki ve hayvanlardan elde edilen gen, geom yapılarının bilgilerime katkı sağladığını düşünüyorum.

Farklı açılardan olumlu görüş belirten diğer bir öğretmenin görüşleri ise şu şekildedir (Ö12):

...DNA yapısı ve özellikleri anlamında çok yeni bilgiler edindim. GDO'lu ürünler hakkında olumsuz bir bakış açısına sahipken artık attı ve eksilerini tartabilecek bir bilgi birikimine sahibim. Fermente ürünlerin nasıl işlemlerden geçtiğini gördüm. Değerli Hocalarımın bakış açımı değiştirmesinde katkıları büyük oldu. Adli Tıp uygulamalarındaki merakımı giderdim. Okul düzeyinde uygulayabileceğim birçok etkinlik öğrendim. Siyah biyoteknoloji ile savaşların sadece cephe ve ekonomi anlamında olmayacağını öğrendim.

Tablo 3.12. Projenin Öğretmenlerin Biyoteknoloji Çalışmalarına Bakış Açılarının Etkisi ile ilgili Bulgular

Biyoteknoloji çalışmalarına bakış açısına etki	Toplam
Olumlu Görüşler	
Yeni /Olumlu bakış açısı kazanma	11
<i>Yeni gelişmeleri öğrenme</i>	3
<i>Farklı bakış açısı [çevreye (canlıların kalıtım materyali) yönelik]</i>	2
Fayda zarar değerlendirmesi yapabilme	5
Yanlı bilgiye sahip olma farkındalığı kazanma	4
Bilimsel araştırmalara yönelik bakış açısı kazanma	2
<i>Canlılarla yapılan çalışmalara duyarlık</i>	1
Öğretim uygulamalarını gözden geçirmeye yönelik bakış açısı kazanma	2
Öğrencilerin kariyer bilinci kazanmasına yönelik bakış açısı	1
Bilgi edinme yolları ile ilgili bakış açısı kazanma	1
Toplam	25
Olumsuz Görüşler	1
Öncesinde sahip olunan bilgi birikimi etkisi	1
Kodlanamayan	1

Tablo (3.12) de projenin öğretmenlerin biyoteknoloji çalışmalarına bakış açılarına etkisi ile ilgili görüşleri yer almaktadır. Tabloya göre, öğretmenlerin büyük çoğunluğu projenin, biyoteknoloji çalışmalarına olumlu bakış açısı kazandırmada etkili olduğunu belirtmiştir. Bununla birlikte, projenin biyoteknoloji konuları ile ilgili fayda-zarar değerlendirmesi yapabilme ve yanlış bilgiye

sahip olduğunu fark etme açısından etkili olduğunu ifade eden öğretmenler de bulunmaktadır. Bir öğrencinin yanıtı kodlanamazken, bir öğrenci ise olumsuz görüş belirtmiştir.

Projenin Biyoteknoloji çalışmalarına bakış açısını etkilediğini belirten bir öğretmenin ifadesi şu şekildedir (Ö18):

...bu proje sayesinde bazı bildiğim bilgilerin eksik veya yanlış olduğunu öğrendim. Canlı ile yapılan çalışmaların çok hassas ve zor aşamalarının olduğunu gördüm. Yapılan uygulamalarda canlıya karşı olan duyarlılığım biraz daha arttı.

Bir diğer öğretmen ise görüşlerini şu şekilde ifade etmiştir (Ö6):

Kesinlikle etkiledi. Zararlı olarak bildiğimiz bazı şeylerin aslında zararlı olmadığını, yararlı olarak bildiğimiz birçok uygulamanın insan sağlığı ve çevre açısından olumsuz sonuçları doğurabileceğini öğrenmiş olduk...bu projeye katılmadan önce GDO'nun çok zararlı olduğunu düşünürken, şu an ondan daha zararlı şeylerin olduğunu fark ettim.

Tablo 3.13. Projenin Öğretmenlerin Etik Görüşlerine Etkisi ile ilgili Bulgular

Etik görüşlere etkisi	Toplam
Olumlu Görüş	
Etik ilkeleri dikkate alarak değerlendirebilmeye yönelik etkisi	9
<i>Adalet, yaşama hakkı, zarar vermeme ilkeleri (Canlı hayatının önemini anlama, Canlının yaşama hakkı)</i>	3
Etik görüşlerde değişimine yönelik etkisi (Etik görüşlerdeki yanlış) (Etik olmadığı düşünülen konuların etik olduğunun fark edilmesi)	7
<i>GDO çalışmalarının insan sağlığına etkisi</i>	1
Etik ve ahlak farkı	1
Etik dışı konuların öğrenilmesi	1
Etik çalışma yapmanın önemini fark etme	1
Toplam	19
Olumsuz görüş (Etki yok)	4
Kodlanamayan	2

Tablo (3.13) da projenin öğretmenlerin etik görüşlerine etkisi ile ilgili görüşleri yer almaktadır. Tabloda görüldüğü üzere, öğretmenlerin çoğu projenin, etik görüşlerine olumlu etkisi olduğunu vurgulamıştır. Özellikle etik ilkeleri dikkate alarak değerlendirme yapmalarına ve etik görüşlerindeki yanlışlarına etkisi olduğu ifade edilmiştir. Buna karşılık 4 öğretmen projenin etik görüşlerine etkisi olmadığını ifade etmiş, 2 öğrencinin yanıtları ise kodlanamamıştır.

Projenin, etik ilkeleri dikkate alarak değerlendirebilmeye yönelik etkisini öğretmenlerden birisi şu şekilde ifade etmiştir (Ö23):

...Daha geniş, daha ayrıntılı bakabiliyorum. Ancak etik noktasında bir ölçüt olmadığı için değişkenlerin, daha doğrusu adalet, yaşama hakkı ve zarar vermeme ilkelerinin daha doğru düşünülerek karar verilmesi gerektiği noktasında bana yeni ufuklar kattı.

Tablo 3.14. Projede Yer Alan En Etkili Çalışma ile ilgili Bulgular

Biyoteknolojinin Renkleri İle İlgili Çalışmalar	21*
Yeşil Biyoteknoloji	10
<i>DNA izolasyonu, Elektroforez, PCR</i>	6
<i>Öğrenilenlerin uygulanabilmesi, somutlaştırılması</i>	5
<i>Lab çalışmaların nasıl yürütüldüğünün öğrenilmesi</i>	2
<i>Lab malzemelerin kullanımının öğrenilmesi</i>	1
<i>Çalışmaların doğa için önemi</i>	1

Hayvan Biyoteknolojisi	4
<i>Klon örneklerinin görülmesi</i>	2
<i>Bilgi edinme</i>	1
<i>Konunun gelecek için önemi</i>	1
Sarı Biyoteknoloji	2
<i>Günlük yaşamda tüketilen besinler ve içerikleri ile ilgili bilgi edinme</i>	1
Kahverengi Biyoteknoloji	2
<i>Hibrit ve GDO farkının anlaşılması</i>	1
Gri Biyoteknoloji	1
<i>Konu ile ilgili yanlışların giderilmesi</i>	1
Kırmızı Bitoteknoloji	1
Siyah Biyoteknoloji	1
Öğretimi İle İlgili Çalışmalar	14*
Argümantasyona Dayalı Öğrenme	3
Drama Çalışmaları	3
Ölçme Değerlendirme Çalışmaları	3
Giyilebilir Teknoloji Uygulaması	2
Tükürükten DNA izolasyonu	1
Bilimsel senaryo yazma	1
Öğretim Planı Hazırlama Çalışması	1
Çalışmaların Hepsini	2
Kodlanamayan	1

Tabloda (3.14) projede yer alan en etkili çalışma ile ilgili öğretmen görüşleri yer almaktadır. En etkili çalışma ile ilgili öğretmenlerin yanıtlarının değerlendirmesi sonucu veriler Biyoteknolojinin Renkleri ile ilgili çalışmalar ve Öğretim ile ilgili çalışmalar olmak üzere iki tema altında incelenmiştir. Biyoteknolojinin renkleri açısından değerlendirildiğinde öğretmenlerin en fazla yeşil biyoteknoloji çalışmalarının etkili olduğunu vurguladıkları tespit edilmiştir. Ayrıca, hayvan biyoteknolojisi, sarı ve kahverengi biyoteknoloji alanlarının etkili olduğunu ifade eden öğretmenler de belirlenmiştir. Öğretim ile ilgili çalışmalar incelendiğinde, argümantasyona dayalı öğrenme, drama çalışmaları ve ölçme-değerlendirme çalışmalarına vurgu yapıldığı anlaşılmaktadır.

Yeşil Biyoteknoloji çalışmalarının etkili olduğunu belirten bir öğretmenin görüşleri şu şekildedir (Ö11):

DNA izolasyonu çalışması benim için en etkili çalışma oldu. Laboratuvar malzemeleri tanımadan turun da kademe kademe DNA'nın izlenmesinin son basamağına kadar etkilendiğimi söyleyebilirim.

Bir diğer öğretmen ise görüşlerini şu şekilde ifade etmiştir (Ö14):

DNA izolasyonu: Derste konuyu anlatırken söyleyip geçtiğimiz aslında ne olduğunu tam olarak bilmediğimiz replikasyon döngüsünün ya da DNA baz diziliminin dış ortamda çoğaltılıp inceleme yapılabileceğini gördüm. Laboratuvar ortamında çalışmak, analizleri yapmak, vb.. en etkileyici kısmıydı.

Tablo 3.15. Projede Yer Alan Çalışmalardan Fen Bilimleri Dersinde Uygulanabilir Olanlar ile ilgili Bulgular

Fen Bilimleri Dersinde Uygulanabilir Çalışmalar	
Evet	
Tükürükten DNA izolasyonu	18
Ölçme ve Değerlendirme etkinlikleri	10
Biyoplastik yapımı	7

Jel elektroforez	4
Argümantasyon	4
Drama	4
Teorik bilgiler	4
İnternet uyg. eğitsel oyun	4
Klon resimleri	2
Biyodizel yapımı	1
Senaryo hazırlama	1
Pawtoon	1
Giyilebilir Teknoloji	1
Çevre projesi	1
Kodlanamayan	1

Tabloda (3.15) projede yer alan çalışmalar arasında Fen Bilimleri dersinde uygulanabilir olanlar ile ilgili öğretmen görüşleri yer almaktadır. Tabloya göre, Fen Bilimleri dersinde uygulanabilirlik açısından en fazla vurgulanan çalışmalar DNA izolasyonu ve ölçme-değerlendirme etkinlikleridir. Biyoplastik yapımı, jel elektroforez, argümantasyon, drama, teorik bilgilerin yer aldığı çalışmalar da bazı öğretmenler tarafından belirtilmiştir.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Öğretmenler, gelecek nesillerin biyoteknoloji okuryazarlığının teşvik edilmesinde önemli role sahiptir. Öğretmenlerin belirli alanlara yönelik tutumlarının o konuların öğretimini etkileyebileceği (Van Driel vd., 2007) göz önünde bulundurulduğunda, biyoteknolojiye yönelik tutumlarının belirlenmesi de önem kazanmaktadır. Yapılan çalışmalar öğretmenlerin biyoteknolojiyi önemli bir konu olarak değerlendirdiklerini ve tutumlarının genel olarak olumlu olduğunu göstermekle birlikte (Fonseca vd., 2012; Mowen vd., 2007), biyoteknolojiye yönelik olumsuz düşüncelere sahip oldukları vurgulayan çalışmalar da bulunmaktadır (France, 2007). Mevcut çalışmanın sonuçları, Biyoteknolojinin Renkleri projesine katılan fen bilimleri öğretmenlerinin biyoteknolojiye yönelik tutumlarında son test lehine fark olduğunu, son testte tutumların anlamlı bir şekilde arttığını göstermiştir. Yapılan araştırmalar da biyoteknoloji eğitiminde uygulamalı çalışmaların öğretmenlerin biyoteknolojiye yönelik tutumlarını olumlu etkilediğini tespit edilmiştir (Chabalengula vd., 2011; Konak vd., 2019). Araştırmacılar biyoteknoloji çalışmaları ile ilgili bilgi sahibi olmanın daha olumlu tutumlar oluşturduğunu (Prokop vd., 2007), bilgi eksikliğinin ise kaygı yarattığını (Yunta vd., 2005) vurgulamaktadır. Bu bağlamda, mevcut çalışma sonucunda fen bilimleri öğretmenlerinin biyoteknolojiye yönelik tutumlarının artmasının nedeni, konu ile ilgili bilgi düzeylerinin gelişmesi olarak düşünülmektedir.

Çalışmada fen bilimleri öğretmenlerin biyoteknolojiye yönelik tutumları cinsiyet açısından değerlendirildiğinde, ön test ve son test puanlarında kadın ve erkekler arasında farklılık olmadığı görülmektedir. Grup içi değerlendirme sonuçları incelendiğinde, kadınların ön test ve son test puanları arasında farklılık bulunmazken, erkeklerin ön test ve son test puanları arasında son test lehine farklılık bulunmuştur. Bu sonuç, çalışma sonucunda erkeklerin tutum puanlarının anlamlı olarak arttığını göstermektedir. Mevcut çalışmadan farklı olarak, Öcal (2012) çalışmasında, öğretmenlerin biyoteknolojiye yönelik tutumlarının cinsiyete göre değiştiğini ve farklılığın kadınlar lehine olduğunu tespit etmiştir.

Uygulanan eğitim sonunda, öğretmenlerin tutumlarının biyoteknoloji uygulamalarının kullanım amacına göre değişebildiği görülmektedir. Buna göre, mikroorganizmalarla ilgili uygulamaları içeren klasik biyoteknoloji uygulamalarına; besin değerini ve dayanıklılığını artırmak amacı ile bitkilerin genlerinde yapılan çalışmalara; besin kalitesini artırmak ve ilaç üretmek amacı ile

hayvanların genlerinde yapılan çalışmalara; hastalıkların tedavisi için insan doku hücrelerinde gerçekleştirilen uygulamalara karşı eğitim öncesine göre daha olumlu yaklaşıma sahiptirler. Genetik bir hastalığı tedavi etmek için bir embriyonun genlerinin değiştirilmesi konusunda ise kabul edilebilir düzeyde olmakla birlikte eğitim sonunda değişim gözlenmemiştir. Öğretmenlerin klasik biyoteknoloji uygulamaları ve genetik bozuklukların tedavisi için insan genlerinin manipülasyonu konularında olumlu görüşlere sahip oldukları yapılan çalışmalar ile de tespit edilmiştir (Fonseca vd., 2012). Ancak, gen terapisi uygulamaları konusunda fen bilimleri öğretmenlerinin olumsuz tutumlara sahip olduğunu gösteren çalışmalar da mevcuttur (Cebesoy, 2014). Bununla birlikte GDO'ların üretimi ve kullanımı konusunda kararsız oldukları belirlenmiştir (Fonseca, vd., 2012). Öğretmenlerin insan klonlama çalışmalarına yönelik tutumları ise az sayıda öğretmen tarafından kabul edilebilir bulunmakla birlikte, eğitim sonunda tutumlarında değişim gözlenmemiştir. Klonlamanın en az kabul gören uygulama türleri arasında olduğu benzer çalışmalarda da tespit edilmiştir (Fonseca vd., 2012; Turgut, 2018)

Biyoteknoloji uygulamalarının konusunun, amacının ve organizmanın türünün GDO konusundaki kararları etkileyen önemli faktörler olduğu çeşitli çalışmalarda vurgulanmaktadır (Sorgo, Ambrožič-Dolinšek, 2010; Sürmeli ve Şahin, 2010). Mevcut çalışmada öğretmenler mikroorganizmalarda, bitkilerde ve hayvanlarda genetik müdahalelere ve olumlu yaklaşmaktadır. Buna karşılık, yapılan çalışmalarda öğretmenlerin, genetiği modifiye edilmiş mikroorganizmaları ve bitkileri, genetiği modifiye edilmiş hayvanlara göre daha kabul edilebilir görmekte-dirler (Sorgo, Ambrožič-Dolinšek, 2009). Bununla beraber, gıda üretimini içeren GDO uygulamalarını reddettikleri (Christoph vd., 2008; Sorgo, Ambrožič-Dolinšek, 2009), ilaç, biyoyakıt, organik madde üretimi ya da stres faktörüne direnç sağlama gibi faydalı şeyler üretmeyi amaçlayan uygulamaları kabul ettikleri belirlenmiştir (Sorgo, Ambrožič-Dolinšek, 2009)

Biyoteknolojinin etik konuları içermesi nedeni ile Uluslararası Fen Eğitimi Standartları tarafından biyoetik konusunun öğretilmesi desteklenmekte; (National Research Council, 1996), öğrencilere kendi biyoetik değerlerinin ve toplumda var olan çoklu değerlendirmelerin farkında olmalarına yardımcı olması açısından önemli olduğu vurgulanmaktadır (Dawson ve Taylor, 1997). Yaşama saygının artırılmasını ve doğa bilimleri ile ilgili etik konuların anlaşılmasını sağlamak ve de bilim ve teknoloji uygulamalarının sonuçlarında etik teorilere dayalı karar verme becerisi geliştirmek amaçları ile biyoetiğin okul ve üniversite programlarında biyoloji eğitimi kapsamında yer almasının desteklenmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Bryant ve diğ., 2003; Daud, 2020; Willmott, Wellens, 2004; Willmott ve Willis, 2008). Bu bağlamda bazı, uluslararası fen bilgisi öğretmen eğitimi programlarında biyoetik konuları biyolojik çeşitlilik, biyoloji ve çevre sorunları, biyoteknoloji ve genetik konularına entegre edilmiştir (Daud, 2020).

Mevcut çalışmaya katılan fen bilimleri öğretmenlerinin biyoetik değerlerinin genel olarak orta düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Alt boyutlar açısından değerlendirildiğinde, biyoteknoloji uygulamalarının yararları boyutunda yüksek; bilim ve etik boyutunda orta; üreme teknolojileri ve klonlama boyutunda düşük değer düzeylerine sahip oldukları görülmüştür. Eğitim öncesi ve sonrası biyoetik değerleri incelendiğinde, öntest sontest puanları arasında fark olmadığı belirlenmiştir. Biyoetik değerler ölçeği alt boyutları açısından değerlendirildiğinde, “bilim ve etik, üreme teknolojileri ve klonlama” boyutlarında eğitim öncesi ve sonrası puanları arasında fark bulunamamış ancak, “biyoteknoloji uygulamalarının yararları” boyutunda son test lehine anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir. Öğretmenlerin üreme teknolojileri ve klonlama çalışmaları konusunda biyoetik değerlerinin düşük düzeyde, biyoteknoloji uygulamalarının yararları konusunda ise yüksek düzeyde olması biyoteknolojiye yönelik tutumları ile ilişkilendirilebilmektedir. Buna göre, öğretmenlerin biyoteknolojiye yönelik olumlu tutuma sahip oldukları konularda biyoetik değerlerinin yüksek, olumlu tutuma sahip olmadıkları konularda ise biyoetik değerlerinin düşük olduğu anlaşılmaktadır.

Benzer sonuçlar fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoetik değerlerinin tespit edilmesi amacıyla gerçekleştirilen bir çalışmada da tespit edilmiştir. Buna göre, fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoetik değerlerinin genel olarak orta, biyoteknoloji uygulamalarının yararları boyutunda yüksek; üreme teknolojileri ve klonlama boyutunda düşük olduğu belirlenmiştir. Mevcut çalışmadan farklı olarak, aynı çalışmada bilim ve etik boyutunda öğretmen adaylarının biyoetik değerleri düşük bulunmuş, tedavi amaçlı olsa da embriyonik kök hücre uygulamaları konusunda etik kaygılara sahip oldukları ifade edilmiştir (Sürmeli, Şahin, 2010; Turgut, 2018).

Biyoetik Değerler ölçeği alt boyutları cinsiyet değişkeni açısından incelendiğinde, üç alt boyutta da erkeklerin ön test ve son test puanları arasında farklılık bulunamamıştır. Kadınların biyoteknoloji uygulamalarının yararları ve bilim ve etik boyutlarında ön test son test puanları arasında fark bulunamazken, üreme teknolojileri ve klonlama boyutunda ön test lehine anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuca göre, kadın öğretmenlerin eğitim sonrası üreme teknolojileri ve klonlama konusunda biyoetik değerlerinin düştüğü anlaşılmaktadır. Eğitim sürecinde klonlama çalışmalarının etik boyutlarının tartışılmasının, klonlama uygulamalarının bilimsel araştırma ortamlarında incelenmesinin öğretmenlerin biyoetik değerlerinde değişikliğe neden olduğu düşünülmektedir.

Araştırma kapsamında sorulan açık uçlu sorular değerlendirildiğinde, fen bilimleri öğretmenlerinin hepsi projenin biyoteknoloji bilgilerine katkısı konusunda olumlu görüş belirtmiş ve konu ile ilgili yeni bilgi edinmelerini sağladığını ifade etmişlerdir. Ayrıca, kavram yanlışlarının giderilmesine ve eksik/yanlış bilgilerinin düzenlenmesine katkı sağladığını ifade eden öğretmenler de olmuştur. Projenin biyoteknoloji uygulamalarına bakış açılarına etkisi konusunda ise, öğretmenlerin hemen hepsi olumlu görüş belirtmiş, yeni ve olumlu görüş kazandıklarını ifade etmişlerdir. Fayda/zarar değerlendirmesi yapabilmek ve sahip oldukları bilgilerin yanlışlığının farkına varma gibi etkileri olduğunu da belirtmişlerdir. Elde edilen bu sonuçlara, gerçekleştirilen biyoteknoloji eğitiminin uygulama içerikli olması nedeni ile ulaşıldığı düşünülmektedir. Benzer sonuçlar uygulamalı biyoteknoloji çalışmalarında da ortaya çıkmış, bu tür çalışmaların öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının bilgi düzeyine olumlu katkı sağladığı vurgulanmıştır (Ağaç, 2019; Orhan, Şahin, 2018).

Projede gerçekleştirilen çalışmalar arasında, öğretmenler, yeşil biyoteknoloji kapsamında yapılan uygulamalı çalışmaların daha etkili olduğunu belirtmişler, bu kapsamda DNA izolasyonu, elektroforez, PCR gibi çalışmaları örnek göstermişlerdir. Öğretmenlerin bazıları öğretimle ilgili çalışmaların da etkili olduğunu vurgulamış, bu kapsamda ise, argümantasyon, drama, ölçme-değerlendirme gibi çalışmaları ifade etmişlerdir. Aynı zamanda, bu çalışmaların fen bilimleri derslerinde uygulanabilirliğini değerlendirmişler, DNA izolasyonu etkinliğini sıklıkla vurgularken, ölçme değerlendirme etkinlikleri, biyoplastik yapımı, jel elektroforez, argümantasyon, drama, eğitsel oyunlar gibi etkinliklerin de uygunluğunu ifade etmişlerdir. Bu bağlamda, öğretmenler deneysel çalışmaların ve yenilikçi öğretim yöntemlerinin biyoteknoloji konularında etkili olacağını düşünmektedirler. Bu düşüncelerle ilişkili olarak, sosyobilimsel konular bağlamında değerlendirilen biyoteknoloji uygulamalarının öğretmen eğitiminde çeşitli etkinlikler, laboratuvar uygulamaları ile zenginleştirilmesinin, öğretmenlerde bu konularla ilgili yüksek bilinç, tutum ve farkındalık sağlayabileceği vurgulanmıştır (Ağaç, 2019). Bununla birlikte, yapılan mevcut çalışmada öğretmenlerin biyoteknolojiye yönelik tutumlarındaki artış ve literatürde yer alan çalışmalarda argümantasyonun, tutuma yönelik olumlu etkisi (Kingır, 2011; Şekerci, 2013) dikkate alınarak, argümantasyonun öğretim modeli olarak biyoteknoloji konusunun öğretilmesindeki önemi de ortaya çıkmaktadır.

Mevcut çalışmada öğretmenlere biyoteknoloji uygulama alanları ile birlikte bu konularda karşılaşılabilecek etik durumlar konusunda bilgilendirmeler yapılmış, argümantasyon öğretim

modeline dayalı bilimsel tartışma ortamları oluşturulmuştur. Bu doğrultuda, projenin, etik görüşlerine etkisi ile ilgili olarak, öğretmenlerin büyük çoğunluğu olumlu görüş belirtmiş, etik olarak değerlendirme yapabilme, etik görüşlerindeki yanılının farkına varmayı sağladığını ifade etmişlerdir. Macer (2004) de bilim ve teknoloji ile ilişkili etik ve toplumsal konuların öğretilmesi konusunda hemfikirdir. Bilimsel ve teknolojik gelişmelerin etik çıkarımlarını daha iyi anlamalarını sağlamak, etik ikilemlere cevap verebilmek ve iş dünyasına katıldıklarında etik kararlar verebilmek için öğrencilere biyoetik eğitiminin verilmesi ve etik bilgi, beceri ve değerler kazandırılması önemlidir (Daud, Daud, 2020). Bu eğitimin verilmesinde fen bilimleri öğretmenlerinin rolü büyüktür. Bu nedenle öğretmenlerin biyoetik konusunda bilgilendirilmesi gerekmektedir. Bu gerekliliğin vurgusu fen bilgisi öğretmen adayları ile gerçekleştirilen bir çalışma ile de vurgulanmış, öğretmen adaylarının biyoteknolojiye karşı olumsuz yaklaşıma sahip olmalarının nedenleri; uygulamaların etik olup olmaması, dini değerler, yaşam hakkı ve doğal düzenin korunması olarak tespit edilmiştir (Yüce, Yalçın, 2013). Bu bağlamda fen bilgisi öğretmen adaylarına, biyoetik konuları tartışmaları için daha fazla fırsat verilmesi, biyoetik konusunun fen eğitimine dahil edilmesi önerilmiştir (Daud, Daud, 2020).

Biyoteknolojinin renkleri ile kodlanan uygulama alanlarında çalışmalar ilerledikçe fen bilimleri öğretim programlarına da yansımaları gerçekleşecektir. Bu bağlamda, fen bilimleri öğretmenleri bu uygulama alanları ile bilgilerini yenilemeye ihtiyaç duyacaklar. Mevcut çalışma sonuçları, biyoteknolojinin renklerini içeren uygulamalı çalışmaların, öğretmenlerin biyoteknolojiye yönelik olumlu tutum ve biyoteknoloji uygulamalarının yararlarına yönelik biyoetik değerlerinde gelişme sağladığını göstermiştir. Ayrıca biyoteknoloji renkleri ile ilgili bilgilerine ve biyoteknoloji uygulamalarını değerlendirebilmelerine olumlu katkı sağladığı, fen bilimleri dersi öğretim sürecinde kullanılacak öğretim yöntemlerini ve yapılabilecek uygulamaları öğrenmeleri açısından da etkili olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda, fen bilimleri öğretmenlerine güncel biyoteknoloji alanlarındaki gelişmeleri, bu çalışmaların risklerini ve faydalarını etik açıdan değerlendirebilmeleri ve bunların öğretim sürecine yansımaları ile ilgili gerçekleştirilen Biyoteknolojinin Renkleri projesi gibi uygulamalı eğitimlerin verilmesi önemlidir. Bununla birlikte, çalışma sonucunun öğretmen yetiştirme programları açısından de önemi vardır. Bu açıdan değerlendirildiğinde, öğretmen yetiştirme programlarında da biyoteknolojinin farklı alanları ve uygulamaları ile birlikte, biyoetik konusunun yer alması, öğretmen adaylarına bu konular ile ilgili bilgi, beceri ve etik değer kazandırılması önerilmektedir.

Kaynakça

- Ağaç, H. (2019). *Fen Bilgisi öğretmen adaylarının "tarımsal biyoteknoloji" konusundaki yapılandırılmış deney uygulamalarının bilgi ve tutumlarına etkisi*. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Akkaya, A., Pazarlıoğlu, N. (2012). 21. Yüzyılın anahtar teknolojisi: beyaz teknoloji biyoteknoloji. *Kırkkale Üniversitesi Bilimde Gelişmeler Dergisi*, 1(1), 22-33.
- Barcelos, M.C.S., Lupki, F.B., Campolina, G.A., Nelson, D.L., Molina, G. (2018). The colors of biotechnology: general overview and developments of white, green and blue areas. *FEMS (Federation of European Microbiological Societies) Microbiology Letters*, 365(21), 1-11.
- Bryant, J. and Baggott la Velle, L. (2003). A bioethics course for biology and science education students. *Journal of biological education* 37(2), 91-95.
- Cebesoy, Ü. B. (2014). An analysis of science teachers' genetics literacy and related decision making process. Unpublished doctoral dissertation, Middle East Technical University, Ankara, Turkey

- Chabalengula, V. M., Mumba, F. & Chitiyo, J. (2011). American elementary education pre-service teachers' attitudes towards biotechnology processes. *International Journal of Environmental & Science Education*, 6(4), 341-357.
- Christoph, I. B., Bruhn, M. & Roosen, J. (2008). Knowledge, attitudes towards and acceptability of genetic modification in Germany. *Appetite*, 51(1), 58-68.
- Chen, S. Y. & Raffan, J. (1999). Biotechnology: Students' knowledge and attitudes in the UK and Taiwan. *Journal of Biological Education*, 34(1), 17-23.
- Christensen, L. B., Johnson, R. B. ve Turner, L. A. (2015). *Araştırma Yöntemleri Desen ve Analiz*. (A. Aypay, Çeviri Editörü). Anı Yayıncılık, Ankara.
- Daud, Z., Ari, Z., Daud, N. (2020). Awareness and perceptions on bioethical issues among pre-service science teachers. *Bangladesh Journal of Bioethics*, 11(3), 9-20.
- Dawson, V. M. & Schibeci, R. A. (2003). West Australian school students' understanding of biotechnology. *International Journal of Science Education* 25(1). 57-69.
- Dawson, V., Taylor, P (1999). Teaching bioethics in science: Does it make a difference. *Australian Science Teachers Journal*, 45(1), 59-64.
- Fonseca, M. J., Costa, P., Lencastre, L., Tavares, F. (2012). Disclosing biology teachers' beliefs about biotechnology and biotechnology education. *Teaching and Teacher Education*, 28, 368-381.
- France, B. (2007). Location, location, location: Positioning biotechnology education for the 21st century. *Studies in Science Education*, 43(1), 88-122.
- Gül, D. Ü. (2014). Sağlık alanında biyoteknolojik uygulamalar: Kırmızı biyoteknoloji. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 1(1), 66-70.
- Gürkan, G. (2013). *Fen bilgisi öğretmen adayları ve öğretmenlerinin biyoteknoloji ve genetik mühendisliği bilgi düzeylerinin çeşitli değişkenler açısından karşılaştırılması*. Yüksek lisans tezi, İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Kafarski, P. (2012). Rainbow code of biotechnology. *CHEMIK*, 66(8), 811-816.
- Kolarova, T. (2014). The Attitude of 17–18 Years Old Students to Socio-Ethical Issues of Genetic Engineering. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 23(1), 58-62.
- Karaaslan, Z. E. (2017). *Fen alanları öğretmen adaylarının genetiği değiştirilmiş organizmalara (GDO) ilişkin metaforları ve görsel imajları*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Kıngır, S. (2011). *Using the science writing heuristic approach to promote student understanding in chemical changes and mixtures*. Doktora tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- Kolankaya, N. (2000). *Biyoteknolojiye bir bakış: Dünya ve Türkiye*. Küreselleşme Sürecinde Biyoteknoloji ve Biyogüvenlik Sempozyum Bildirileri Kitabı, 1-6.
- Konak, M. A., Hasaıçebi, S.(2019). *Tübitak 4005- Geleceğin Teknolojisi Biyoteknoloji Projesi-2*. 7. Uluslararası Öğretim Teknolojileri ve Öğretmen Eğitimi Sempozyumu, Özetler Kitabı, (30 Ekim – 01 Kasım), Antalya.
- Leslie G. and Schibeci, R. (2003). What do science teachers think biotechnology is? Does it matter? *Australian Science Teachers' Journal* 49(3), 16-21.
- Macer, D. (2004). Bioethics education for informed citizens across cultures. *School Science Review*, 86(315), 83-86.
- Mowen, D.L., Roberts, T.G., Wingenbach, G.J. ve Harlin, J.F. (2007). Biotechnology: An assesment of agricultural science teachers' knowledge and attitudes. *Journal of Agricultural Education*, 48(1), 42-51.
- National Research Council (1996) *Linking science and technology to society's environmental goals: National Forum on Science and Technology Goals*. National Research Council Policy Division, Washington DC.

- Orhan, T.Y., Şahin, N. (2018). The impact of innovative teaching approaches on biotechnology knowledge and laboratory experiences of science teachers. *Education Sciences*, 8(4), 1-24.
- Öcal, E. (2012). *İlköğretim fen bilgisi öğretmenlerinin biyoteknoloji (genetik mühendisliği) farkındalık düzeyleri*. Yüksek lisans tezi, İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Prokop, P., Leškova, A., Kubiátko, M., Dıran, C. (2007). Slovakian student's knowledge of and attitudes toward biotechnology. *International Journal of Science Education*, 29(7), 895-907.
- Sadler, T.D., Zeidler, L.D. (2004). The Morality of socioscientific issues: Construal and resolution of genetic engineering dilemmas. *Science and Education*, 88(1), 4-27.
- Semenderoğlu, F. ve Aydın, H. (2014). Öğrencilerin biyoteknoloji ve genetik mühendisliği konularını kavramsal anlamalarına yapılandırmacı yaklaşımın etkisi. *Turkish Studies - International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 9(8), 751-773.
- Soğukpınar, R., Karışan, D. (2020). Genetik ve Biyoteknolojiye yönelik bilgi ve tutumlar: Bir derleme çalışması. *Çağdaş Yönetim Bilimleri Dergisi*, 7(1), 19- 50.
- Sorgo, A., Ambrožič-Dolinšek, J. (2009). 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.
- Sorgo, A., Ambrožič-Dolinšek, J. (2010). Knowledge of, attitudes toward, and acceptance of genetically modified organisms among prospective teachers of biology, home economics, and grade school in Slovenia. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 38(3), 141e150.
- Sürmeli, H. (2008). *Üniversite öğrencilerinin biyoteknoloji ve genetik mühendisliği çalışmaları ile ilgili tutum, bilgi ve biyoetik görüşlerinin değerlendirilmesi*. Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Sürmeli, H. ve Şahin, F. (2010). Üniversite öğrencilerinin biyoteknoloji çalışmalarına yönelik tutumları. *Eğitim ve Bilim*, 35(155), 145-157.
- Sürmeli, H., Şahin, F. (2010). Üniversite öğrencilerinin genetik mühendisliği ile ilgili biyoetik görüşleri: genetik testler ve genetik tanı, *Türk Fen Eğitimi Dergisi (TUFED)*, 7(2), 119-132.
- Şekerci, A. R. (2013). *Kimya laboratuvarında argümantasyon odaklı öğretim yaklaşımının öğrencilerin argümantasyon becerilerine ve kavramsal anlayışlarına etkisi*. Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye.
- Şenler, B., Çakır, N. K., Görecek, M. ve Taşkın, B. G. (2006). Fen bilgisi öğretmenlerinin biyoteknoloji konusundaki bilgi düzeylerinin belirlenmesi (Muğla İli Örneği). *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(31), 126-132.
- Thomas, P. (2004). *Avrupa Birliği'nde GDO'lu gıdalara karşı tüketici tepkileri*. Modern Biyoteknoloji, Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar ve Gıda Güvenliği Konferansı. İstanbul.
- Turgut, D. ve Yakar, Z. (2016, December) *Adaptation of a modified Turkish version of Bioethical Values Questionnaire (BVQ)*. Multidisciplinary Academic Conference - Education, Teaching and Learning, At Czech Republic, Prague.
- Turgut, D. (2018). *Öğretmen adaylarının biyoetik değerleri, bilimsel okuryazarlık ve empati beceri düzeylerinin sınıflar bazında incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Van Driel, J. H., Bulte, A. M. W., & Verloop, N. (2007). The relationships between teachers' general beliefs about teaching and learning and their domain specific curricular beliefs. *Learning and Instruction*, 17(2), 156e171.
- Wallace, C. S., & Kang, N. H. (2004). An investigation of experienced secondary science teachers' beliefs about inquiry: an examination of competing belief sets. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(9), 936-960.
- Willmott, C.J.R., Wellens, J. (2004). Teaching about bioethics through authoring of websites. *Journal of Biological Education*, 39(1), 27-31.

- Willmott, C., Willis, D. (2008). The increasing significance of ethics in the bioscience curriculum. *Journal of Biological Education*, 42(3), 99-103.
- Yeşilbağ, D. (2004). Tarımsal ve hayvansal ürünlerde modern biyoteknoloji ve organik üretim. *Uludağ University Journal of Faculty of Veterinary Medicine*, 23(1-2-3), 157-162.
- Yıldırım, A., Şimşek, H. (2006). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayın.
- Yunta, E.R., Herrera, C.V., Misseroni, A., Milla, L.F., Outomuro, D., Lemus, I.S., Lues, M.F. A., Stepke, F.L. (2005). Attitudes towards genomic. Research in four Latin American countries. *Electronic Journal of Biotechnology*, 8(3).
- 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., Yalçın, N. (2013). Science teacher candidates' "bioethics" views about biotechnology practices. *Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 14a, 91-102.