

FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMENLERİNİN BİYOTEKNOLOJİK UYGULAMALARA YÖNELİK İNFORMAL MUHAKEMELERİ*

SCIENCE TEACHERS' INFORMAL REASONING ABOUT BIOTECHNOLOGICAL APPLICATIONS

Araştırma Makalesi

Zeynep YILMAZ ÖZCAN¹ Sibel SARAÇOĞLU²

Makale gönderim tarihi: 18 Ağustos 2025

Makale kabul tarihi : 11 Aralık 2025

Özet

Bu araştırmada, Fen Bilimleri öğretmenlerinin biyoteknolojik uygulamalar konusundaki informal muhakemeleri incelenmiştir. Araştırma, nitel araştırma yönteminin olgu bilim desenine göre yürütülmüştür. Çalışma grubu kolay ulaşılabilir örnekleme türüne göre oluşturulmuştur. Araştırma, çalışmaya katılmaya gönüllü ve biyoteknolojik uygulamalar ile ilgili bilgi sahibi olan, altı Fen Bilimleri öğretmeni ile yürütülmüştür. Veriler görüşme tekniği ile toplanmış ve içerik analizi ile analiz edilmiştir. Fen Bilimleri öğretmenlerinin informal muhakemeleri; akılcı, duygusal ve sezgisel muhakeme türleri çerçevesinde sınıflandırılmıştır. Katılımcıların biyoteknolojik uygulamalara yönelik muhakemelerini etkileyen faktörler; sosyoloji/kültür (sociology/culture, S), çevre (environment, E), ekonomi (economy, E), bilim (science, S), teknoloji (technology, T), etik/ahlak (ethics/morality, E) ve politika (policy, P) boyutları (SEE-STEP modeli) temel alınarak analiz edilmiştir. Araştırma bulgularına göre, Fen Bilimleri öğretmenleri biyoteknolojik uygulamalar konusunda çoğunlukla akılcı muhakeme türünü kullanmaktadır. Bu durum, öğretmenlerin bilimsel ve analitik bir yaklaşımı benimsediğini göstermektedir. Ancak duygusal ve sezgisel muhakemenin de belirli durumlarda etkili olduğu, özellikle etik ve sosyal değerlere atıfta bulunulan konularda ön plana çıktığı görülmüştür. Bu, öğretmenlerin bilimsel bilgiler ile etik ve sosyal sorumlulukları dengeli bir şekilde ele aldıklarını göstermektedir. Duygusal muhakeme türünün kullanımı, öğretmenlerin bilimsel verilerden bağımsız olarak etik değerlere ve bireylerin duygusal ihtiyaçlarına duyarlılık gösterdiğini ortaya koymaktadır. Katılımcılar sezgisel muhakemeyi genellikle bilimsel verilere doğrudan ulaşamadıkları konularda dile getirmiş ve bu yöntemi yalnızca tamamlayıcı bir unsur olarak kullanmışlardır. Bu durum, Fen Bilimleri öğretmenlerinin daha çok bilimsel temellere dayalı kararlar aldığını ve sezgisel değerlendirmelere sınırlı bir şekilde başvurduğunu göstermektedir. Ancak, sezgisel muhakemenin tamamen dışlanmaması, bireylerin bilimsel bilgilerin ötesindeki belirsizliklerle başa çıkma çabasını da yansıtmaktadır. Araştırmada sosyoloji/kültür, çevre, bilim, teknoloji, etik-ahlak ve politika faktörlerinin katılımcıların biyoteknolojik uygulamalar ile ilgili muhakemeleri üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Özellikle sosyoloji/kültür, teknolojik, bilimsel, çevresel ve etik/ahlaki faktörler, öğretmenlerin karar alma süreçlerinde belirleyici bir rol oynamıştır.

Anahtar Kelimeler: Biyoteknolojik uygulamalar, Fen Bilimleri öğretmenleri, İnfomal muhakeme, Olgu bilim, SEE-STEP modeli.

Abstract

This study examined science teachers' informal reasoning regarding biotechnological applications. The study was conducted using phenomenology design. The study group was formed using an easily accessible sampling. The study included six science teachers who volunteered to participate and were knowledgeable about biotechnological applications. Data were collected through interviews and analyzed using content analysis. Science teachers' informal reasoning was classified into rational, emotional, and intuitive reasoning types. The factors influencing participants' reasoning regarding biotechnological applications were analyzed using the sociology/culture (S),

*Bu çalışma birinci yazarın ikinci yazar danışmanlığında yürüttüğü yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir.

1 Öğretmen, Milli Eğitim Bakanlığı, zylmz3838@gmail.com, ORCID ID: 0009-0000-8436-9915

2 Prof. Dr., Erciyes Üniversitesi, saracs@erciyes.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-9023-7383

environment (E), economy (E), science (S), technology (T), ethics/morality (E) and policy (P) dimensions (SEE-STEP model). Research findings indicate that science teachers mostly use rational reasoning regarding biotechnological applications. This suggests that the teachers adopt a scientific and analytical approach. However, emotional and intuitive reasoning were also found to be effective in certain situations, particularly in matters that referenced ethical and social values. This demonstrates that teachers balance scientific knowledge with ethical and social responsibilities. The use of emotional reasoning demonstrates that teachers demonstrate sensitivity to ethical values and individuals' emotional needs, independent of scientific data. Participants generally mentioned intuitive reasoning in matters where they could not directly access scientific data and used this method only as a complementary tool. This suggests that science teachers make decisions based largely on scientific foundations and use intuitive evaluations to a limited extent. However, intuitive reasoning should not be completely excluded, reflecting individuals' efforts to cope with uncertainties beyond scientific knowledge. The study determined that sociology/culture, environment, science, technology, ethics/moral and policy factors influenced participants' reasoning about biotechnological applications. In particular, sociology/culture, technological, scientific, environmental, and ethical/moral factors played a decisive role in teachers' decision-making processes. Based on the research findings, studies investigating students' perceptions of biotechnology and the relationship between these perceptions and teachers' attitudes could be conducted.

Keywords: Biotechnological applications, Informal reasoning, Phenomenology, Science teachers, SEE-STEP model.

GİRİŞ

Bilim ve toplum, tarihsel süreç boyunca birbirini karşılıklı olarak şekillendiren, gelişimleri birbirine bağlı ve sürekli etkileşim hâlinde olan iki dinamik yapı olarak karşımıza çıkmaktadır. Bilimsel gelişmeler toplumsal yapıyı, değerleri ve yaşam biçimlerini dönüştürürken, toplumsal ihtiyaçlar, sorunlar ve değer yargıları da bilimin yönünü ve önceliklerini belirlemede etkili olmaktadır (Elbahan vd., 2022; Topçu, 2017). Bu ilişkisel durum, sosyobilimsel konuların ortaya çıkmasında etkili olmuştur (Aydın ve Kılıç Mocan, 2019). Sosyobilimsel konular, bilimsel, ahlaki, kültürel, etik, ekonomik, politik ve çevresel boyutları olan hem bilimsel hem de sosyal konuları içeren ve çok boyutlu muhakeme süreçlerini gerektiren tartışmalı meselelerdir (Chang-Rundgren ve Rundgren, 2010; Kumar, 2024; Sadler, 2004; Sadler ve Donnelly, 2006; Topçu, 2017).

Doğasında ikilem barındıran bir konunun sosyal, etik, ahlaki, ekonomik, politik veya bilimsel yönlerini tartışma, farklı görüşleri analiz etme, akıl yürütme ve karar verme süreci; bireylerin ahlaki ve etik değerlerinin, karakterlerinin ve üst düzey düşünme becerilerinin gelişmesine, karmaşık sorunlara çok yönlü bakış açısıyla yaklaşmalarına ve toplumda aktif roller üstlenmelerine önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır (Ardwiyanti ve Prasetyo, 2021; Chen ve Xiao, 2020; Dawson, 2011; Fadha, 2024; Gresch vd., 2013; Lee ve Grace, 2012; Sadler vd., 2016; Toktaş ve Genç, 2023; Tsai ve Jack, 2019). Eğitim ve öğretimde sosyobilimsel konuların önemini ortaya koyan birçok araştırmada (Bossér, vd., 2015; Roberts vd., 2007; Zeidler ve Keefer, 2003), öğrencilerin bilişsel, sosyal ve duyuşsal gelişimleri için bu konuların Fen Bilimleri öğretim programlarında yer almasının önemine dikkat çekilmektedir. Özellikle 1970'lerde Fen-Teknoloji-Toplum (FTT) bileşenlerinin birbiriyle ilişkisinin ön plana çıkmasıyla, sosyobilimsel konular fen eğitiminin odak noktalarından biri olmuştur (Levinson, 2006). Yapılan incelemelerde, Türkiye'de 2018 yılında güncellenen Fen Bilimleri öğretim programında, öğrencilerin muhakeme yapma, argümantasyon, araştırma, sorgulama, eleştirel düşünme, etik değerlendirme ve karar verme becerilerinin geliştirilmesi amacıyla sosyobilimsel konulara önemli bir bağlam olarak yer verildiği görülmektedir (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018). 2024 yılında tekrar güncellenen Fen Bilimleri öğretim programında da sosyobilimsel konuların etkinlik ve kazanım düzeyinde yer aldığı ve öğrencilerin muhakeme becerilerinin geliştirilmesine odaklanıldığı dikkat çekmektedir (MEB, 2024).

Sosyobilimsel Konularda Muhakeme

Sosyobilimsel konularla ilgili karar vermede muhakeme, en yaygın kullanılan karar verme yöntemlerinden biridir. Sosyobilimsel muhakeme, karmaşık sosyobilimsel konular üzerine düşünme ve çözüm üretme süreci olarak tanımlanmaktadır (Romine vd., 2017; Sadler, 2004). Muhakeme süreçleri formal ve informal olmak üzere iki farklı biçimde ortaya çıkmaktadır. Mantık ve matematik kuralları doğrultusunda kesin sonuçlar veren muhakemeler formal muhakeme olarak adlandırılırken; kesin sonuca varılamayan ve daha çok karmaşık problemlerin çözümünde başvurulmuş muhakemeler informal muhakeme olarak tanımlanmaktadır (Cansız, 2014; Liu ve Roehrig, 2019). Araştırmalar, bireylerin sosyobilimsel içerikli problem durumlarıyla karşılaştıklarında çok boyutlu faktörleri içeren informal muhakeme süreçlerini etkin bir şekilde kullandıklarını göstermektedir. Informal muhakeme sürecinde, sosyobilimsel konulara ilişkin tartışmaları algılama ve akıl yürütme; eksik bilgilerle olası sonuçları değerlendirme ve farklı paydaşların bakış açılarını analiz etme gibi beceriler kullanılır veya geliştirilir. Ayrıca bireyler, durumu etkileyebilecek kaynakları belirleme, ikilemlere çözüm üretme ve bilimsel bilgi ile süreçlerin sonuca katkısını değerlendirme gibi yetenekleri de bu süreçte etkin biçimde kullanırlar (Atasoy vd., 2019; Romine vd., 2017; Zeidler vd., 2019). Bu gerekçelerle eğitim ve öğretim süreçlerinde sosyobilimsel konuların öğretiminde informal muhakemenin kullanılması gerekliliği, pek çok araştırmada dile getirilmiştir (Eş ve Öztürk, 2021; Sadler vd., 2016; Toktaş ve Genç, 2023; Türköz ve Öztürk, 2020).

Sosyobilimsel konularda muhakeme fen öğretim programının önemli bir bileşenidir. Sosyobilimsel konuları sınıflara taşıyacak olan öğretmenlerin bu konulardaki düşünceleri, etik analiz ve karar verme stratejileri, olasılık ve risk fayda analizleri öğretim programlarının hedeflerine ulaşılması açısından oldukça önemlidir (Bingle ve Gaskell, 1994; Ratcliffe ve Grace, 2003; Toktaş ve Genç, 2023; Zeidler ve Keefer, 2003). Fen Bilimleri öğretmenlerinin informal muhakeme türlerinin belirlenmesinde, bazı üstünlükleri nedeniyle Sadler ve Zeidler (2005) modeli tercih edilmektedir.

Sadler ve Zeidler modeli, sosyobilimsel konularda, öğretmenlerin informal muhakemelerini incelemek için son derece uygun bir çerçeve sunar (Sadler ve Zeidler, 2005). Sadler ve Zeidler'in modeli özellikle sosyobilimsel konular özelinde geliştirilmiş olması nedeniyle sosyobilimsel konulardaki muhakemeleri değerlendirmek için uygundur. Diğer modeller (örneğin Toulmin, Kohlberg, Zohar) daha geniş ya da farklı bağlamlara yöneliktir. Toulmin modeli genelleştirilmiş argümantasyon yapısı, Kohlberg modeli ahlaki gelişim aşamaları, Zohar ve Nemet modeli argüman düzeylerine özgüdür. Sadler ve Zeidler modeli ise sosyobilimsel gibi karmaşık ve çok boyutlu konulara özgü bir yapı sunar. (Sadler ve Zeidler, 2005; Kohlberg, 1981; Toulmin, 1958, Zohar ve Nemet, 2002.). Sadler ve Zeidler modeli, sadece mantıksal ve bilişsel sürece odaklanmak yerine akılcı, duygusal ve sezgisel gibi muhakemenin bütüncül doğasını yansıtan bir sınıflandırma yapar (Sadler ve Zeidler, 2005). Akılcı muhakeme, öğretmenlerin bilimsel bilgiye ve akılcı çıkarımlara dayanarak yaptığı değerlendirmeleri ifade etmektedir. Duygusal muhakeme, empati ve duygusal yaklaşımlar çerçevesinde alınan kararları temsil ederken, sezgisel muhakeme bireysel deneyimlere ve içgüdülere dayalı yaklaşımları kapsamaktadır. Bu sınıflandırma, özellikle öğretmen ve öğrencilerin bilimsel, etik ve toplumsal boyutları içeren sosyobilimsel konularda verdiği kararları hem bilişsel hem de duygusal/sezgisel düzeyde analiz edebilme imkânı tanır. Bu yönüyle model, hem öğretmenlerin bilgi temelli akıl yürütmelerini hem de değer, etik, empati, inanç ve deneyim temelli düşüncelerini birlikte analiz etmede kullanılabilir. Modelin akılcı, duygusal ve sezgisel muhakemeyi birlikte ele alan çok boyutlu yapısı sayesinde öğretmenlerin, karar verme tarzları, değer yönelimleri ve bilimsel bilgiyle etik çatışmaları yönetme biçimleri analiz edilebilir (Sadler ve Zeidler, 2005). Diğer modeller (örneğin Toulmin ve Zohar) genellikle duygusal ya da sezgisel faktörleri dışarıda bırakır, Presley vd. (2013) tarafından geliştirilen modelde duygusal ve sezgisel boyut kısmen ele alınır (Presley vd., 2013; Toulmin, 1958; Zohar ve Nemet, 2002). Sadler ve Zeidler modeli, bireylerin

yalnızca argüman yapılarını değil, aynı zamanda karar verme sürecindeki düşünme yollarını analiz eder. Toulmin modeli gibi yapısal modeller daha çok “argüman nasıl kuruldu?” sorusuna yanıt verirken, Sadler ve Zeidler modeli “bu karara nasıl varıldı?” sorusuna odaklanır. Sadler ve Zeidler modeli ile özellikle öğretmenlerin; bilgi-temelli mi, değer-temelli mi düşündüğü, kendi değerlerinin öğretime yansıyor yansımadağı, etik çekinceleri olup olmadığı açıkça sınıflandırılabilir. (Sadler ve Zeidler, 2005; Toulmin, 1958). Sadler ve Zeidler modeli, gerçekçi ve doğal muhakeme süreçlerini yansıtır. Sadler ve Zeidler’e göre bireyler, karar verirken çoğunlukla, sadece mantıksal çıkarımlarla değil, aynı zamanda kişisel değerler, toplumsal normlar ve duygusal tepkiler ile hareket ederler. Bu da modelin, bireylerin gerçek yaşamda sosyobilimsel konulara nasıl yaklaştıklarını doğal bir şekilde yansıtmaya olanak tanır. Kohlberg gibi modeller, daha teorik ve aşamalı bir ahlaki gelişim sunar ama informal ve çoklu boyutlu muhakemeyi açıklamakta sınırlıdır (Sadler ve Zeidler, 2005). Sadler ve Zeidler modeli, özellikle görüşmeler (mülakatlar), odak grup tartışmaları, açık uçlu yazılı metin gibi nitel veri toplama yöntemlerine uyarlanabilir. Bu model farklı muhakeme türlerini tematik analiz yoluyla ayırt etmeyi kolaylaştırır. Örneğin akılcı, duygusal, sezgisel kategorileri tematik analiz için doğrudan kullanılabilir. Diğer modellerden örneğin Toulmin modeli veri analizi açısından bu kadar pratik ve esnek değildir (Sadler ve Zeidler, 2005; Toulmin, 1958). Sonuç olarak Sadler ve Zeidler (2005) modeli; çok boyutlu, gerçek yaşam temelli, etik, sezgisel, duygusal unsurları içeren, pratik ve nitel analizle uyumlu bir model olması nedeniyle tercih edilmektedir.

Sosyobilimsel konular, yalnızca bilimsel bilgiye dayalı değil, aynı zamanda bireylerin etik değerleri, toplumsal sorumluluk anlayışları, ekonomik kaygıları, çevresel duyarlılıkları ve kişisel inançlarını içeren çok boyutlu muhakeme süreçlerini gerektiren tartışmalı meselelerdir (Sadler ve Zeidler, 2005). Sosyobilimsel konular gibi karmaşık ve çok boyutlu problemlerde, bireylerin bilimsel bilgilerinden, günlük yaşam deneyimlerinden, sosyokültürel faktörlerden, değer sistemlerinden, toplumsal sorumluluk anlayışlarından, ekonomik kaygılardan, çevresel duyarlılıklarından ve kişisel inançlarından etkilenecek karar verdikleri görülmektedir (Atasoy, 2018; Eş ve Öztürk 2021; Friedrichsen ve Sæleset, 2021; Kutluca ve Aydın, 2017; Pehlivanlar, 2019; Zeidler, 2011). Sosyobilimsel konulara ilişkin karar verme süreçleri; bilgi edinme, argümantasyon ve değerlendirme gibi bilişsel becerilerin yanı sıra, değer temelli düşünmeyi de içermektedir (Sadler ve Zeidler, 2005; Zeidler ve Keefer, 2003).

Chang Rundgren ve Rundgren (2010) tarafından geliştirilen SEE-SEP modeli, sosyobilimsel konuların sosyoloji/kültür (sociology/culture, S), çevre (environment, E), ekonomi (economy, E), bilim (science, S), etik/ahlak (ethics/morality, E) ve politika (policy, P) boyutlarıyla değerlendirilmesine imkân sağlayarak bu çok yönlü yapının kavranmasına önemli katkı sunmuştur. Değer, kişisel deneyimler ve bilgi alanlarıyla bağlantılı boyutları kapsayan SEE-SEP modeli, sosyobilimsel konu bağlamındaki karar sürecine bütüncül bir bakış açısı kazandırmıştır. Ancak bu modelin sınıf içi uygulamalara doğrudan yansıtılmasında bazı sınırlılıklar olduğu görülmüş; bu nedenle Eş ve Öztürk (2021), SEE-SEP modelinin kuramsal temelini genişleterek SEE-STEP modelini önermiştir. Eş ve Öztürk (2021) tarafından SEE-SEP’ten yola çıkarak geliştirilen SEE-STEP modelinde teknoloji ve bilim boyutları ayrı ele alınarak yedi boyut oluşturulmuştur. Bu modelde yer alan faktörler; sosyoloji/kültür, çevre, ekonomi, bilim, teknoloji, etik/ahlak ve politika şeklinde sınıflandırılmıştır. Eş ve Öztürk (2021), SEE-SEP modelinin boyutlarını genişleterek bireylerin kararlarında hangi psikososyal ve teknolojik boyutların önemli olduğunu net şekilde ortaya koymuşlardır. Böylece uygulamayı derinleştirerek pedagojik anlamda daha işlevsel bir yapı sunmuşlardır. Bu yeni model, bireylerin sosyobilimsel konu bağlamında karar verirken yalnızca bilgi düzeyinde değil, aynı zamanda bilişsel, duyuşsal ve sosyolojik etkenlerle nasıl etkileşim kurduğunu da dikkate alır. Böylece SEE-STEP modeli, öğrencilerin sosyobilimsel konu ile ilgili argüman oluşturma, karşıt görüşleri değerlendirme ve çok boyutlu düşünme becerilerini geliştirmeye yönelik daha bütüncül ve pedagojik olarak uygulanabilir bir çerçeve sunar. SEE-STEP

modeli, bireylerin sosyobilimsel konulara yönelik informal muhakemelerini etkileyen faktörlerin kapsamlı biçimde sınıflandırılmasına imkân tanır. Bu model, sosyobilimsel konularda bireylerin karar verme süreçlerini etkileyen çok boyutlu etkileri sistematik olarak analiz etmek için güçlü bir araçtır (Eş ve Öztürk, 2021).

Araştırmanın Önemi ve Amacı

Öğretmenler sosyobilimsel konuların öğretiminde, öğrencilerin karar verme süreçlerine çeşitli boyutları entegre edebilmelerinde önemli rol oynamaktadır (Chen ve Xiao, 2020; Christenson vd., 2012). Fen Bilimleri öğretmenlerinin sosyobilimsel konular hakkındaki informal muhakemeleri, öğrencilerin bilimsel okuryazarlıklarını ve değer temelli karar verme becerilerini geliştirmede önemli bir etkiye sahiptir (Alkaya, 2024). Öğretmenlerin, sosyobilimsel konular ile ilgili anlayışlarının ve muhakeme becerilerinin artan önemi, özellikle 2000'li yıllardan itibaren sosyobilimsel konuların öğretime yönelik çalışmaların artışını beraberinde getirmiştir (Aydın ve Kılıç Mocan, 2019; Kutluca ve Aydın, 2017; Pehlivanlar, 2019 Prachagool vd., 2016; Romine vd., 2017). Bu alana yönelik çalışmalarda; nükleer ve hidroelektrik santraller, küresel ısınma, silahlanma, organ bağışı, genetik kopyalama, aşı ve genetiği değiştirilmiş besinler vb. konuların ele alındığı tespit edilmiştir (Kolstø, 2006; Sadler, 2004). Bilimsel, tartışmalı ve güncel sosyobilimsel konulardaki kararların toplumların yerel, bölgesel ve küresel geleceğini etkilemesi nedeniyle bu kapsamdaki konular çeşitlilik göstermektedir (Chang Rundgren ve Rundgren, 2010; Sadler, 2004; Topçu, 2017).

Sosyobilimsel nitelikte olup bilimsel, etik, ekonomik, politik ve sosyal boyutlarıyla değerlendirilmesi gereken konulardan biri de biyoteknolojik uygulamalardır (Christenson vd., 2012). Bu çalışmada yer verilen biyoteknolojik uygulamalar konusu, multidisipliner özelliğe sahip olup, küresel ve yerel ölçekte önemli bir gündem olması bakımından ön plana çıkmaktadır (Keçeci 2017). Biyoteknoloji, ihtiyaçları karşılamaya yönelik ürün ve süreç geliştirmek amacıyla biyolojik sistemlerin, canlı organizmaların veya bunların türevlerinin kullanılması olarak tanımlanmaktadır (Nordqvist ve Aronsson, 2019). Alanyazına göre biyoteknoloji ile ilgili bilgi ve bilinç eksikliğinin toplumu oluşturan bireylerin kaygılarının önemli bir nedeni olduğu, insanların kendilerini etkileyecek konularda daha iyi tercihler yapabilmek için daha fazla bilgili olmak istediği ve yeterince bilgilendirilmeyen insanların biyoteknolojiye yönelik tutarsız davranışlar sergileyebileceği belirtilmektedir (Üstün ve Demirci, 2016; Yüce ve Önel, 2015). Bu bağlamda öğrencilerin biyoteknoloji uygulamalarının yarar, risk ve zararları hakkında bilgilendirilmesi ve bilinçlendirmesi için, Fen Bilimleri öğretmenlerinin biyoteknoloji alanında yeterli bilgi ve beceriye sahip olmaları önemli bir ihtiyaçtır (Hilton vd., 2011). Biyoteknolojik uygulamalar konusunun, sekizinci sınıf Fen Bilimleri öğretim programında yer alan kalıtım ve genetik kod ünitesi kapsamındaki kazanımlarla doğrudan ilişkili olması da bu ihtiyacı desteklemektedir (MEB, 2024). Bu ihtiyaç öğretmenlerin biyoteknolojiye yönelik bilgi birikimlerini, algılarını ve muhakeme becerilerini güçlü kılmalarını gerektirmektedir (Rundgren, 2016; Sadler, 2004). Alanyazın verileri, biyoteknolojik uygulamalarla ilgili farkındalık düzeyi yüksek öğretmenlerin, öğrencilerine bu konuları daha ilgi çekici ve bütüncül bir şekilde aktarabildiklerini göstermektedir. Ancak yapılan araştırmalar, Fen Bilimleri öğretmenlerinin biyoteknoloji konularına ilişkin bilgi, farkındalık ve kavrayış açısından yetersiz olduklarını ve bu konulara dayalı karar verme süreçlerinde çeşitli güçlükler yaşadıklarını göstermektedir (Karahan ve Roehrig, 2016; Han Tosunoğlu ve İrez, 2017). Bu nedenle, öğretmenlerin sosyobilimsel konularla ilgili bilgisel ve pedagojik yeterliklerinin belirlenmesi önemlidir. Literatürde öğretmenlerin sınıf ortamında kendi kişisel görüş ve kararlarını açıklamadan, sosyobilimsel konuları nötr bir yaklaşımla ele almaları ve öğrencilerin argümantasyon ile informal muhakeme süreçlerini destekleyen öğrenme ortamları oluşturmalarının gerektiği vurgulanmaktadır (Cebesoy ve Şahin, 2013; Sevimli Gür ve Öz, 2022).

Alanyazında, sosyobilimsel konulara yönelik Fen Bilgisi öğretmen adayları ile yapılan çalışmaların daha fazla olduğu, ancak Fen Bilimleri öğretmenleri ile ilgili çalışmaların sınırlı kaldığı belirtilmektedir (Aydın ve Kılıç Mocan, 2019). Yapılan araştırmalarda Fen Bilimleri öğretmenlerine yönelik nitel araştırmaların artırılması gerektiği de vurgulanmıştır (Kutluca ve Aydın, 2017; Pehlivanlar, 2019; Soğukpınar ve Karışan, 2020). Bu doğrultuda, öğretmenlerin sosyobilimsel konulardan biyoteknolojik uygulamalara yönelik muhakemelerinin nitel olarak analiz edilmesi, bu alanda önemli bir boşluğu dolduracaktır.

Araştırma bulguları öğretmenlerin muhakeme süreçlerinin; sosyokültürel, çevresel, ekonomik, bilimsel, etik ve politik faktörlerden de etkilenebileceğini, dolayısıyla bu süreçlerin ayrıntılı bir şekilde incelenmesi gerektiğini göstermektedir (Sadler, 2004; Zeidler ve Keefer, 2003). Alanyazında informal muhakeme süreçlerine etki eden faktörleri ve informal muhakemeleri inceleyen araştırmalar bulunmakla birlikte, öğretmenlerin farklı konulardaki informal muhakemelerini ve bunları etkileyen faktörleri bütüncül bir biçimde inceleyen sınırlı sayıda araştırma bulunmaktadır (Chang Rundgren ve Rundgren, 2010; Christenson vd., 2012; Eş ve Öztürk 2021; Öztürk ve Bozkurt Altan 2019; Tekin vd., 2023). Farklı konu bağlamlarında hazırlanan sosyobilimsel konu senaryolarındaki informal muhakemenin belirlenmesi, konu kapsamlarının olası etkilerini belirlemek için önem arz etmektedir (Atasoy, 2018; Chang Rundgren ve Rundgren, 2010). Bu nedenle öğretmenlerin farklı konu bağlamlarındaki informal muhakemelerine yönelik çalışmalar bu kapsamdaki benzerlik ve farklılıklar ortaya çıkartılması açısından önemli görülmektedir. Ayrıca geleceğin karar vericilerini yetiştirecek olan öğretmenlerin sosyobilimsel konular ile ilgili informal muhakeme türleri ve muhakemelerini etkileyen faktörlerin ortaya çıkartılması, çok boyutlu yapıya sahip sosyobilimsel konulara yönelik bütüncül bir bakış açısı oluşturulmasına imkân sunacaktır. Öğretmenlerin, öğrencilerin sosyobilimsel konulara dair farkındalık geliştirmesinde ve üst düzey bilişsel becerileri kazanmalarındaki rolü nedeniyle, öğretmenlerin sosyobilimsel konularla ilgili muhakeme türlerinin ve bu muhakemeleri şekillendiren faktörlerin incelenmesi, aynı zamanda öğrencilerin çok yönlü bakış açısı kazanmalarını da destekleyecektir. Sosyobilimsel konuların çok boyutlu ve muhakeme süreçlerini gerektiren yapısı ile öğretmenlerin bu süreçteki rolü, öğretmenlerin sosyobilimsel konulara yönelik düşünme ve karar verme süreçlerini, bu süreçteki muhakeme türlerini ve muhakemelerini etkileyen faktörleri analiz etmeyi önemli kılmaktadır. Dolayısıyla araştırmanın geleceğin karar vericileri olacak öğrencilerin daha nitelikli yetiştirilmesi açısından önemli olduğu düşünülmektedir (Chang Rundgren ve Rundgren, 2010; Eş ve Öztürk, 2021; Et ve Gömleksiz, 2021; Tekin vd., 2016). Yapılan araştırma, öğretmenlerin biyoteknolojik uygulamalara yönelik karar alma süreçlerinde kullandıkları muhakeme türlerini ve bu süreçleri şekillendiren faktörleri anlamak için çok boyutlu bir bakış açısı sunmaktadır. Araştırmada Sadler ve Zeidler modeli ve SEE STEP modelinin bir arada kullanılması, öğretmenlerin muhakeme süreçlerinin daha derinlemesine değerlendirilmesine katkıda bulunmuş, bu süreçlerde etkili olan unsurların daha iyi anlaşılmasını mümkün kılmıştır. Bu çalışmada Fen Bilimleri öğretmenlerinin biyoteknolojik uygulamalar hakkındaki informal muhakeme türlerini ve öğretmenlerin muhakemelerini etkileyen faktörleri araştırmak amaçlanmıştır. Bu doğrultuda araştırmada aşağıdaki araştırma sorularına cevap aranmıştır:

1. Fen Bilimleri öğretmenlerinin biyoteknoloji uygulamaları ile ilgili muhakeme türleri nelerdir?
2. Fen Bilimleri öğretmenlerinin biyoteknoloji uygulamaları ile ilgili muhakemelerinde etkili olan faktörler nasıldır?

YÖNTEM

Araştırma Yöntemi ve Deseni

Bu araştırma, nitel araştırma yöntemine göre yürütülmüştür. Nitel araştırma, bireylerin deneyimlerini, bakış açılarını ve sosyal gerçekliklerini anlamayı amaçlayan bir yöntemdir. Bu yöntem, belirli bir bağlamdaki durumları anlamlandırma ve detaylı analiz etme imkânı sağlar (Creswell ve Poth, 2018). Bu çalışmada, nitel araştırma desenlerinden olgu bilim (fenomenoloji) kullanılmıştır. Olgu bilim, bireylerin belirli bir olguya ilişkin yaşantılarını, deneyimlerini ve bu deneyimlere yükledikleri anlamları ortaya çıkarmayı amaçlayan bir desendir. Bu yaklaşım, katılımcıların belirli bir olguyla ilgili ortak deneyimlerini derinlemesine inceleme fırsatı sunar (Yıldırım ve Şimşek, 2022). Olgu bilim çalışmaları, belirli bir olgunun katılımcıların dünyasında nasıl algılandığını ve anlamlandırıldığını ortaya koymayı hedeflediğinden, araştırma kapsamında Fen Bilimleri öğretmenlerinin biyoteknolojik uygulamalara yönelik düşüncelerini ve informal muhakeme süreçlerine ilişkin deneyimlerini daha derinlemesine incelemek amacıyla bu desenin kullanılması uygun görülmüştür.

Çalışma Grubu

Bu çalışmada çalışma grubunun belirlenmesinde kolay ulaşılabilir (uygun) örnekleme türü kullanılmıştır. Bu tür, araştırmacının erişimi kolay ve araştırmaya katılmaya gönüllü bireyleri seçmesine olanak tanır ve nitel araştırmalarda sıkça tercih edilir (Creswell ve Poth, 2018; Palinkas vd., 2015). Araştırmada örnekleme dahil edilen katılımcılar, çalışmanın amacına uygun olarak, biyoteknolojik uygulamalar hakkında bilgi sahibi olan ve çalışmaya katılmayı kabul eden bireylerden seçilmiştir (Yıldırım ve Şimşek, 2022). Araştırma, 2023-2024 eğitim ve öğretim yılında Kayseri'de görev yapmakta olan, biyoteknolojik uygulamalar konusu ile ilgili bilgi sahibi olduğunu belirten ve araştırmaya katılmaya gönüllü altı Fen Bilimleri öğretmeni ile yürütülmüştür.

Katılımcı öğretmenler, cinsiyet, mesleki deneyim, eğitim düzeyi, kariyer basamağı ve biyoteknoloji bilgisi açısından kısmi çeşitlilik gösterecek şekilde seçilmiştir (Tablo 1). Toplam altı öğretmenden oluşan örneklemin, üçü kadın ve üçü erkek olup, mesleki deneyimleri 10 ile 26 yıl arasında değişmektedir. Eğitim düzeyi açısından beş katılımcı lisans, bir katılımcı lisansüstü derecesine sahiptir; kariyer basamağı bakımından dört öğretmen ve iki uzman öğretmen yer almaktadır. Biyoteknoloji bilgisi çoğu katılımcıda "Evet" düzeyinde, bir katılımcıda ise orta derece olarak belirlenmiştir. Bu yapı, öğretmenlerin biyoteknolojiye ilişkin muhakeme yaklaşımlarını farklı deneyim ve bilgi düzeyleri üzerinden incelemeye olanak sağlamaktadır. Katılımcılar, kişisel verilerin gizliliğin korumak amacıyla K1, K2, ..., K6 şeklinde kodlanarak verilmiştir.

Tablo 1. Katılımcıların özellikleri

Katılımcı	Cinsiyet	Mesleki Deneyim	Eğitim Düzeyi	Kariyer Basamağı	Biyoteknoloji Bilgisi
K1	Erkek	26 yıl	Lisans	Uzman Öğretmen	Evet
K2	Erkek	11 yıl	Lisans	Öğretmen	Evet
K3	Erkek	11 yıl	Lisans	Öğretmen	Orta derece
K4	Kadın	10 yıl	Lisans	Öğretmen	Evet
K5	Kadın	12 yıl	Lisansüstü	Öğretmen	Evet
K6	Kadın	21 yıl	Lisans	Uzman Öğretmen	Evet

Veri Toplama Aracı

Bu araştırmada, veri toplama aracı olarak yarı yapılandırılmış görüşme kullanılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme, nitel veri toplama araçları arasında, katılımcıların düşüncelerini esnek ve derinlemesine ifade etmelerine olanak sağlayan etkili bir araçtır (Adams, 2015). Görüşme formu, öğretmenlerin biyoteknoloji konusundaki muhakeme türlerini ve muhakeme süreçlerini etkileyen faktörleri derinlemesine incelemeye olanak sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Form aynı zamanda katılımcıların özgün düşüncelerini ifade etmelerine imkân tanımıştır.

Bu araştırmada kullanılan görüşme formu, alanyazında yer alan önceki çalışmalar temel alınarak yapılandırılmıştır. Formun geliştirilme sürecinde, özellikle Wu ve Tsai' nin (2007) informal muhakemeleri belirlemeye yönelik olarak geliştirdiği ölçeğe esas alınmış; bu ölçek, öğretmenlerin sosyobilimsel konulara yaklaşımlarını anlamada yol gösterici olmuştur. Görüşme formunun yapılandırılmasında, aynı zamanda Pehlivanlar' ın (2019) çalışmasından da yararlanılmıştır. Söz konusu çalışma, sosyobilimsel konular ve biyoteknolojik uygulamalara yönelik muhakeme süreçlerinin analizinde kullanılabilecek temel kavramları ve kategorileri ortaya koyması açısından yol gösterici olmuştur. Tasarlanan görüşme formunda aşağıdaki sorular yer almaktadır:

1. Yapay rahim çalışmalarının uygulanıp uygulanmaması konusundaki düşünceniz nedir?
2. Bu düşüncenizi nasıl desteklersiniz?
3. Sizinle karşıt görüşteki bir kişinin sizi ikna etmek için kuracağı cümleler gerekçeleriyle neler olurdu?
4. Bir önceki soruda size sunulacak karşıt görüşleri belirttiğinize göre sizin bu karşıt görüşteki bir kişinin düşüncelerini çürütmek için kuracağınız gerekçeler neler olurdu?

Veri toplama aracı tasarlandıktan sonra nitel araştırma ve sosyobilimsel konularda bilimsel araştırmaları bulunan iki fen eğitimi alan uzmanı ve biyoteknoloji konusunun öğretiminde deneyimi bulunan iki Fen Bilimleri öğretmenin görüşüne sunulmuştur. Gelen dönütler, ifadelerin katılımcıların görüşlerini gerekçelendirecek şekilde düzenlenmesine ve yazım yanlışlarının düzeltilmesine yöneliktir. Gelen dönütler doğrultusunda düzenlenen form, Erciyes Üniversitesi Sosyal ve Beşerî Bilimler Etik Kurulu'nun 26.09.2023 tarih ve 380 sayılı etik kurul onayı ile uygulanabilir bulunmuştur.

Verilerin Analizi

Bu araştırmada elde edilen veriler, içerik analizi ile analiz edilmiştir. İçerik analizi, verilerin sistematik olarak kodlanarak temalar altında sınıflandırılmasına ve böylece katılımcı görüşlerinin anlamlı bir bütünlük içinde yorumlanmasına olanak tanımaktadır (Vaismoradi vd., 2016). Veri analizi sürecinde, öğretmenlerin biyoteknolojik uygulamalarla ilgili düşünceleri, muhakeme türleri ve muhakemelerini etkileyen faktörler detaylı bir şekilde analiz edilmiştir.

Fen Bilimleri öğretmenlerinin informal muhakeme türlerinin belirlenmesinde, Sadler ve Zeidler (2005) modeli tercih edilmiştir. Bu modelde bireylerin informal muhakeme sürecinin akılcı, duygusal ve sezgisel muhakeme olmak üzere farklı boyutlarda ele alınması, öğretmenlerin biyoteknoloji konusundaki karar alma süreçlerinin detaylı bir şekilde analiz edilmesini sağlamıştır. Fen Bilimleri öğretmenlerinin muhakemelerini etkileyen faktörleri analiz etmek için Eş ve Öztürk' ün (2021) Chang Rundgren ve Rundgren'in (2010) geliştirdiği SEE-SEP modelinden uyarladıkları SEE-STEP modeli referans alınmıştır. Bu kapsamda araştırmada ilgili model kullanılarak, öğretmenlerin biyoteknolojik uygulamalar hakkında karar verirken sosyolojik ve kültürel değer yargıları, çevresel duyarlılıklar,

ekonomik kaygılar, bilimsel kanıtlar, teknolojik gelişmeler, etik ve ahlaki ilkeler ile politik görüşlerden nasıl etkilendikleri analiz edilmiştir.

İçerik analizi sürecinde, öğretmenlerin biyoteknolojik uygulamalara dair ifadeleri detaylı bir şekilde incelenmiş, veriler küçük birimlere ayrılarak anlamlı kavramlar oluşturacak şekilde kodlanmıştır. Böylece öğretmenlerin muhakeme süreçlerindeki örüntüler ve farklılıklar belirlenmiştir. Kodlamadan sonra kodlar arasında ilişkiler analiz edilerek kategoriler ve temalar oluşturulmuştur. Araştırma verilerinin analizi iki araştırmacı tarafından önce farklı zamanlarda yapılmış, sonrasında verilerden oluşan kod, kategori ve temaların tutarlılığı kontrol edilerek bulgular görüş birliği ile oluşturulmuştur.

Geçerlik ve Güvenirlik

Nitel araştırmalarda doğruluk (trustworthiness), elde edilen verilerin güvenilirliğini ve yorumların araştırma amacına uygunluğunu sağlamada kritik bir önem taşır (Nowell vd., 2017). Guba ve Lincoln'ün (1985) ortaya koyduğu doğruluk ölçütleri olan **inandırıcılık, aktarılabilirlik, tutarlılık ve teyit edilebilirlik** bu araştırmada çeşitli uygulamalarla desteklenmiştir.

İnandırıcılık (Credibility): Araştırmada inandırıcılığı artırmak amacıyla veri toplama süreci katılımcılara müdahale edilmeden, esnek ve doğal bir biçimde yürütülmüştür. Görüşme formundaki soruların açık uçlu ve tarafsız biçimde hazırlanması, katılımcıların görüşlerini serbestçe ifade etmesine olanak tanımış ve verilerin doğruluğunu güçlendirmiştir. Araştırmacı, görüşme sürecinde kendi önyargı ve varsayımlarından arınarak süreci tarafsız bir şekilde yönetmiş; öğretmen ifadelerinden doğrudan alıntılara yer vererek bulguların gerçek katılımcı görüşlerini yansıttığını göstermiştir. Ayrıca uzman görüşüne başvurulması, veri toplama araçlarının ve araştırma sürecinin uygunluğunu değerlendirme açısından inandırıcılığı artırmıştır.

Aktarılabilirlik (Transferability): Araştırmada farklı özelliklere, bilgi ve deneyim düzeylerine sahip Fen Bilimleri öğretmenlerinin seçilmesiyle çalışma grubunda çeşitlilik sağlanmıştır. Katılımcı çeşitliliği, elde edilen bulguların daha geniş bir bağlama aktarılabilirliğini desteklemekte; farklı perspektiflerin ortaya çıkmasına olanak tanımaktadır (Merriam ve Tisdell, 2015). Bunun yanında araştırmanın amacı, kapsamı, veri toplama araçları ve uygulama süreçleri ayrıntılı biçimde açıklanmış; bu sayede benzer bağlamlarda yapılacak araştırmalar için zengin bir betimleme sunulmuştur.

Tutarlılık (Dependability): Araştırma süreci boyunca veri toplama, uygulama ve analiz aşamaları ayrıntılı olarak tanımlanmış; kullanılan yöntemin seçimine ilişkin gerekçelere yer verilmiştir. Görüşmelerde ses kayıt cihazı kullanılarak verilerin eksiksiz biçimde kaydedilmesi sağlanmış; böylece veri kaybı veya hatalı aktarım ihtimali azaltılarak araştırmanın tutarlılığı güçlendirilmiştir.

Teyit Edilebilirlik (Confirmability): Araştırmacının süreçteki konumunun farkında olarak tarafsızlığı gözetmesi ve elde edilen bulguları katılımcı ifadelerine dayandırması çalışmanın teyit edilebilirliğini artırmıştır. Veri analizinde oluşturulan kod, kategori ve temaların iki araştırmacı tarafından karşılaştırılarak görüş birliği ile belirlenmesi, kişisel yorumların etkisini azaltmış ve analiz sürecinin nesnelliğini desteklemiştir.

Bu araştırmada kodlayıcılar arasında Miles ve Huberman (1994) ya da Cohen's Kappa gibi nicel uyum katsayıları hesaplanmamıştır; çünkü çalışmanın nitel araştırma paradigmasına uygun olarak, güvenilirlik nicel oranlarla değil, Guba ve Lincoln'ün (1985) ortaya koyduğu doğruluk (inanılabilirlik, güvenilirlik, onaylanabilirlik ve aktarılabilirlik) ilkeleri doğrultusunda uzman görüş birliği, akran değerlendirmesi ve denetim izi gibi nitel süreçlerle sağlanmıştır. Bu nedenle görüş birliğinin sayısal bir yüzde ile ifade edilmesi yerine, kodlayıcılar arasında yürütülen tartışma ve uzlaşma süreci aracılığıyla temaların tutarlılığı güvence altına alınmıştır (Korstjens ve Moser, 2018; Lincoln ve Guba, 1985). Araştırmada elde edilen veriler sonuç kısmında alanyazındaki verilerle tutarlılıkları kontrol edilerek uygun şekilde tartışılmıştır.

BULGULAR**Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Biyoteknoloji Uygulamalarına Yönelik Muhakeme Türleri**

Katılımcıların biyoteknolojik uygulamalardan biri olan yapay rahim çalışmalarına yönelik görüşleri dikkate alınarak muhakeme türleri belirlenmiştir. Katılımcıların kararları, muhakeme türleri, bu türlere ilişkin kodlar ve katılımcı bilgileri Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. Fen Bilimleri öğretmenlerinin biyoteknoloji uygulamalarına yönelik muhakeme türleri

Karar	Kategori	Kod	Katılımcılar
Uygulanmalı	Akılcı	Sağlıklı çocuklar	K2, K3, K4
		Nüfus artışı	K2, K3, K4
		Genetik müdahaleler	K3, K4
		Problem durumlarında kullanım	K4, K6
		İnsanlık yararı	K1
		Sağlıklı doğum	K4
		Yaşamın kolaylaşması	K2
		Yeni yaşam alanları	K3
		Hayvancılıkta fayda	K3
	Duygusal	Anne olma isteği	K2, K6
		Estetik kaygı	K4, K5
	Sezgisel	Avantajlı yönler	K3, K4
		Evlilik dışı çocuk	K3
Uygulanmamalı	Duygusal	Anne-çocuk bağının kaybı	K2, K3, K4, K5, K6
		Dini kaygılar	K1, K3, K4, K5
		Yetersiz duygusal gelişim	K5
		Sağlıksız aile yapıları	K5
		Tek ebeveyn	K2
	Sezgisel	Aile kurumu	K1, K2
		Dünyaya hâkim olma projesi	K1

Duruma göre değişir	Akılcı	Beslenme	K4
		Analiz sonuçlarına göre	K6
	Sezgisel	Belirli şartlara göre	K2, K4

Tablo 2 incelendiğinde, Fen Bilimleri öğretmenlerinin yapay rahim çalışmalarının uygulanması, uygulanmaması ve duruma göre uygulanması yönünde görüş belirttikleri görülmektedir. Katılımcıların kararları akılcı, duygusal ve sezgisel muhakeme türleri kapsamında incelenmiştir. Fen Bilimleri öğretmenleri yapay rahim uygulamalarına yönelik düşüncelerini belirli gerekçelere dayandırarak açıklamışlardır.

Katılımcılar biyoteknolojik bir uygulama olan yapay rahim çalışmasının avantajlı yönlerini dikkate alarak, bu uygulamayı desteklediklerine dair daha fazla gerekçe sunmuşlardır. Tablo 2 incelendiğinde, çalışma grubunda yer alan Fen Bilimleri öğretmenlerinin yapay rahim uygulamalarını destekleyici yöndeki kararlarını verirken daha çok akılcı muhakemeyi kullandıkları görülmektedir. Katılımcıların uygulamaları destekleyici kararlarının akılcı muhakeme kapsamındaki gerekçelerinden dokuz kod oluşturulmuştur. Bu kodlardan en sık tekrar edenlerin birinin sağlıklı çocuklar olduğu dikkat çekmektedir. Bu koda ilişkin K2 “... dünyada biliyorsunuz savaş sonrasında işte radyasyon yayılımı gibi durumlar olabiliyor. Bu tarz durumda hamile bir anneden gelecek çocuk hastalık olabilir. Bu yapay rahim sayesinde daha sağlıklı çocuklar oluşabilir.” ve K3 “Çocukta oluşacak herhangi sıkıntılı durumlar daha önceden gözlenip müdahale edilebilir.” ifadeleri ile yapay rahim çalışmalarının sakatlık gibi doğum risklerini önceden tespit edebilme potansiyeline dikkat çekmişler ve daha sağlıklı bir nesil için bu teknolojinin uygulanabileceğini savunmuşlardır.

Akılcı muhakeme türü kapsamında en sık tekrar eden kodlardan bir diğeri de nüfus artışı kodudur. Bu koda ilişkin K2 “... doğum oranı azaldı biliyorsunuz. Annelerin de bu konuda yapay rahim sayesinde çocuğu daha fazla yapmak isteyebilirler.” ve K3 “... bayanların o süreç boyunca çektiği illaki hormonal sıkıntılar vardır ya da çocuğun doğum anındaki çekilen o acı bile ortadan kalkması bayanlar açısından da doğurganlığı artırmak açısından da çok faydalı olur bence.” şeklindeki görüşlerinde bu teknolojinin nüfus artışını etkileyebileceğine dikkat çekerek uygulamaları desteklediklerini belirtmişlerdir. K4 te uygulamayı desteklediğine dair düşüncelerini nüfus artışına sağlayacağı katkıyı gerekçe göstererek açıklamıştır.

Sağlıklı çocuklar ve nüfus artışı kodlarından sonra daha sık tekrarlanan kodlardan biri genetik müdahaleler diğeri problem durumlarında kullanım kodlarıdır. Genetik müdahaleler kodu, K3’ün “Çocuğun bazı yerlerini değiştirirler. Mesela gözünün rengini, işte saçının rengini ...” şeklinde, K4’ün de “... insanların daha iyi gelişmesine katkı sağlayacak bu zekâ açısından olabilir.” şeklindeki görüşlerinden oluşturulmuştur. Katılımcılar biyoteknolojik uygulamaları, genetik faktörlere müdahale imkânı tanınması nedeniyle desteklediklerini belirtmişlerdir.

Problem durumlarında kullanım koduna ilişkin K4 “... belli bir yaşın üzerinde hocam hamilelik biliyorsunuz ki risk olabiliyor doğum yapması o kişinin hamile kalması. O yüzden o yaş grubundaki insanların da bu yöntemle bebek sahibi olabileceğini düşünüyorum ya da dediğim gibi rahimden kaynaklanan problemlerden dolayı bebek sahibi olmak isteyen insanlar olabilir bu nedenle de yine yapay rahim yöntemini olması gerektiği uygulanması gerektiğini düşünüyorum. Obezite günümüzde çok sık rastlanan hastalıklardan biri bu insanların da yine hamile kalması riskli görülebiliyor o yüzden bu kişilerin de yapay bir ortamda bebek sahibi olması uygun diye düşünüyorum.” ve K6 “Rahmi olmayan anneler için ya da işte normal yollarla evlat sahibi olamayan insanlar için olabilir.” ifadeleri ile yapay rahim çalışmasının uygulanması yönünde görüş belirtmişlerdir. Katılımcılar hasta anneler veya genetik risk taşıyan gebelikler gibi durumlarda bu teknolojinin

kullanımının doğru bir tercih olabileceğini düşünmektedirler. Katılımcıların açıklamaları incelendiğinde uygulamaları destekleyici yöndeki kararlarını verirken akılcı muhakemeyi kullandıkları görülmektedir.

Katılımcılardan K1'in *"insanlık yararınaysa çocuğu olmayan insanlara hizmet amaçlı çocuk isteyenlere özellikle tüp bebekte olduğu gibi faydalı bir şekilde fayda sağlayacaksa yapılmalı ..."* ifadesinden insanlık yararı kodu, K4' ün *"... doğum sırasında bebek ölümleriyle karşı karşıya kalabiliyor, hamile insanlar bebek bekleyen insanlar o yüzden hani bu şekilde bir gerçekleştirilen doğumun ben bebek ölüm risklerini azaltacağı için olumlu yönde bakıyorum."* şeklindeki görüşünden sağlıklı doğum kodu, K2'nin *"... insanlar teknolojik çağdan dolayı daha rahat ve daha kolay yaşam tercih ediyorlar."* açıklamasından yaşamın kolaylaşması kodu ve K3'ün *"... uzayla ilgili bir araştırma yaptığımızda farklı bir gezegen bulunduğunda diyelim ileri seviyede. Orada da yine yapay rahim sayesinde bir insan oluşumu gözlemleyebiliriz."* ifadelerinden yeni yaşam alanları kodu oluşturulmuştur. Burada katılımcıların açıklamalarının bilimsel bilgi ve teknolojik yeniliklerin olumlu etkileri üzerinden değerlendirme yapılmasını içermesi nedeniyle ilgili kodlar akılcı muhakeme kapsamında değerlendirilmiştir. Katılımcılardan K3 *"Tüm memeli canlılar içinde. Özellikle hayvancılıkta mesela. İnek olsun, koyun olsun. Çok daha önceden bazı şeyler tespit edilir."* ifadesiyle bu teknolojinin hayvancılığa sağlayacağı faydaları gerekçe göstermiş, akılcı muhakeme türünü kullanarak bu yöndeki çalışmaları uygun gördüğünü belirtmiştir.

Katılımcılardan bazıları biyoteknolojik uygulamalara yönelik duygusal ve sezgisel muhakeme yaparak uygunluk kararı vermişlerdir. Anne olma isteği koduyla ilgili K2'nin *"... rahim konusunda hasta bir anne düşündüğümüz zaman yine onun da onun içinde pozitif bir durum olduğunu düşünüyorum."* ve K6' nın *"Bir anne olarak insanın evlat sahibi olmasının çok değerli olduğunu düşünüyorum."* şeklindeki ifadelerinden yapay rahim çalışmasının uygulanması yönündeki kararlarında duygusal muhakemenin etkili olduğu anlaşılmaktadır. K4 ve K5 kodlu katılımcılar, annelerin estetik kaygıları nedeniyle bu uygulamayı tercih edebileceklerini düşünmektedirler. Bu düşüncelerini K4 *"... bazı annelerde buna saygı duyuyorum. Vücudun deforme olmasın diye düşünen insanlar da olabiliyor vücudunun bozulmasından çekinen insanlar da olabiliyor bu insanlar da tercih edebilir diye düşünüyorum."* sözleriyle, K5'te *"... hem annenin vücudu da yıpranmayabilir belki bu oranda ..."* şeklindeki ifadelerle açıklamışlardır.

Yapay rahim uygulamalarını destekleyen katılımcılardan bir kısmı kararlarını sezgisel muhakeme yaparak vermişlerdir. Bu yönde görüş belirten katılımcılar kararlarını bu uygulamanın pozitif yönlerinin fazla olmasına dayandırmışlardır. Bu kapsamda K3 *"Artısı daha fazla belli teraziye koyduğumuzda."* ve K4 *"... uygulanması gerektiğini düşünüyorum çünkü derdim ki hani avantajlarına baktığımız zaman bence daha fazla avantajları olumsuz yönlerine bakarak."* ifadeleriyle düşüncelerini açıklamışlardır. K3 yapay rahim çalışmalarının, erkeklerin evlilik dışı çocuk sahibi olma isteklerine cevap verebileceği düşüncesiyle uygulanabileceğini belirtmiştir.

Yapay rahim çalışmalarının uygulanmasına yönelik karşıt görüşlerde duygusal ve sezgisel muhakemenin etkili olduğu görülmektedir. Duygusal muhakeme türünde en sık tekrarlanan gerekçe bu uygulamanın anne-çocuk bağının kaybına sebep olacağıdır. Bu kapsamda K2 *"... birebir anneyle doğan çocukla yapay rahimle olan çocuğunun daha sert olacağını düşünüyorum. Yapay rahimle olan çocuğun daha acımasız bir hayata kavuşacağını çünkü biz bir yerde anneyle çocuk arasında psikolojik olarak da bağ kurduğumuz zaman işte diyoruz ki mesela dokuz ay seni karnında taşıdı gibi toplumsal bu sadece bize ait değil. Diğer ülkelerde de bu tarz bir söylem var. Bu bağı koparacağımızı düşünüyorum"* ve K6 *"Anne ve bebek arasında büyük bir bağlantı var. Kordonla beraber hem psikolojik olarak bir bağlantı hem de bedenen bir bağlantı anne ve bebeği bütün haline getirir."* ifadelerini kullanmışlardır. Anne-çocuk bağının yapay rahimle büyüyen çocuklarda eksik olacağı ve bu durumun çocukların duygusal gelişimini olumsuz etkileyebileceği belirtilmiştir.

Karşıt görüşlerde anne-çocuk bağından sonra en çok görüş belirtilen kodun dini kaygılar olduğu görülmektedir. Dini kaygılar kodu ile ilgili K1 “... genetiği değiştirilerek farklı tip bir insan modeli tamamen yaratılış görüşüne aykırı bir şekilde, tanrı olmadan da yaratılabileceğini ileri sürerek kendilerini tanrı görmeleri amacı gütmüşse yapılmamalı”, K3 “Allah'ın işine karıştığı düşünülebilir” ve K4 “... yaratıcı insanı en güzel şekilde yaratmış bütün ihtiyaçlarını hani anne vücudunda sağlamış ...” ifadelerini kullanmış, Allah'ın yaratılış düzenine müdahale olarak algılanabilecek bu teknolojinin dini inançlar nedeniyle uygulanmaması gerektiğini belirtmişlerdir. K5 yapay rahim uygulamasında annenin doğal hamilelik sürecindeki duyguları yaşayamayacağı nedeniyle bu uygulamaya karşı çıkmaktadır. K5 aynı zamanda sağlıklı aile yapılarının oluşmasına fırsat verebileceği düşüncesiyle yapay rahim uygulamalarını desteklemediğini belirtmiştir. K2 de açıklamalarında bu uygulamanın çocuğun tek ebeveyn, örneğin baba tarafından büyütülmesine neden olabileceği endişesiyle karşı çıktığına değinmiştir.

Yapay rahim uygulamalarına yönelik sezgisel muhakeme yaparak karar veren katılımcılardan K2 “... karşı cinse karşı evlilik konusunda insanların bundan kaçabileceğini düşünüyorum.” ve K1 “Aile kurumu diye bir şey koymaz.” cümleleri ile endişelerini ifade etmişlerdir. Bu kapsamda yapay rahmin evliliğe bakışı zayıflatabileceği ve aile yapısını bozabileceği endişeleri dile getirilmiştir. Yapay rahim uygulamalarının olumsuzluklarına yönelik düşüncesini K1 “Bence bunu daha çok bu dünyaya hâkim olmak isteyen siyonistlerin uyguladığı projedir. Bunlar tek tanrı, tek ülke, tek insanlık tümüne hükmetme çabasıdır.” şeklinde ifade etmiştir. Katılımcının yapay rahmin bir dünya hâkimiyeti projesi olarak kullanılabileceği düşüncesiyle karşıt görüş ileri sürdüğü görülmektedir. Katılımcıların açıklamaları, sosyal ve etik boyutlarda endişelerinin olduğunu ortaya çıkarmaktadır.

Katılımcılar aynı zamanda yapay rahim çalışmalarının uygulanmasına yönelik düşüncelerinin duruma göre değişebileceğini belirtmişlerdir. Katılımcılardan K4 “Günümüzde beslendiğimiz şeylerin birçoğunda maalesef kimyasallar bulunuyor. O yüzden hani bu yapay ortamda gelişen bebekler nasıl beslenecek acaba hani bu olumlu da olabilir olumsuz olabilir ...” şeklinde görüş belirtmiştir. Katılımcının karar sürecinde ikilemde kaldığı görülmektedir. K6 bireyin sağlık durumu göz önünde bulundurularak uygulamaya karar verilmesini önermektedir. K6 “...yapılacaksa bile o karşıdaki insanın her anlamda analiz edilmesini isterim. Hem sağlık anlamda hem psikolojik anlamda analiz edilip ondan sonra yapılmasını isterim.” ifadelerini kullanmıştır. Yapay rahim uygulamalarının belirli sınırlamalar ve şartlar göz önünde bulundurulduğunda kullanılabileceğini belirten katılımcılar da bulunmaktadır. Bu kapsamda K2 “...belirli sınırlama yaptığımız zaman bu teknolojiyi kullanabiliriz.” ve K4 “bütün şartlar değerlendirilebilir böyle bir yöntem uygulanabilir” ifadeleriyle bu yaklaşımın sınırsız ve kontrolsüz kullanımına karşı bir denge önerisi sunmaktadırlar.

Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Muhakemelerini Etkileyen Faktörler

Araştırmada Fen Bilimleri öğretmenlerinin yapay rahim uygulamalarına yönelik kararlarına etki eden faktörler de değerlendirilmiştir. Bu kapsamda görüşme verilerinden elde edilen bulgular Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Fen Bilimleri öğretmenlerinin muhakemelerini etkileyen faktörler

Karar	Kategori	Kod	Katılımcılar
	Sosyoloji/kültür	Nüfus artışı	K2, K3, K4
		Anne olma isteği	K2, K6
		Estetik kaygı	K4, K5

Uygulanmalı	Çevre	Evlilik dışı çocuk	K3
		Yeni yaşam alanları	K3
		Hayvancılıkta fayda	K3
	Bilim	Sağlıklı çocuklar	K2, K3, K4
		Sağlıklı doğum	K4
	Teknoloji	Genetik müdahaleler	K3, K4
		Problem durumlarında kullanım	K4, K6
		İnsanlık yararı	K1
		Yaşamın kolaylaşması	K2
		Avantajlı yönler	K3, K4
Uygulanmamalı	Sosyoloji/kültür	Anne-çocuk bağının kaybı	K2, K3, K4, K5, K6
		Yetersiz duygusal gelişim	K5
		Aile kurumu	K1, K2
		Tek ebeveyn	K2
	Etik/ahlak	Dini kaygılar	K1, K3, K4, K5
		Sağlıksız aile yapıları	K5
	Politika	Dünyaya hâkim olma projesi	K1
Duruma göre değişir	Bilim	Beslenme	K4
		Analiz sonuçlarına göre	K6
	Belirsiz	Belirli şartlara göre	K2, K4

Tablo 3 incelendiğinde Fen Bilimleri öğretmenlerinin yapay rahim uygulamalarına yönelik muhakemelerinin SEE-STEP modelinin yedi boyutundan (sosyoloji/kültür, çevre, ekonomi, bilim, teknoloji, etik/ahlak ve politika) ekonomi dışındakilerden etkilendiği görülmektedir. Tabloda yer alan bulgular SEE-STEP modelinde yer alan faktörlere göre incelendiğinde; katılımcıların muhakemelerini etkileyen faktörlerden en sık tekrar edenlerin başında sosyoloji/kültür faktörünün yer aldığı görülmektedir. Bu faktör katılımcıların hem olumlu hem de olumsuz karar vermelerinde etkili olmuştur. Örneğin biyoteknolojik uygulamaları desteklediğini nüfus artışına sağlayacağı katkıyı gerekçe olarak göstererek açıklama yapan K4 "... doğum sırasında anneler maalesef travma yaşayabiliyorlar ilk doğum yaptıktan sonra işte o normal doğum görüp de bir daha bebek düşünmeyen anneler maalesef olabiliyor.

Bu yüzden bu yöntemle de insanların ikinci üçüncü çocuk isteyebileceğini düşünüyorum.” şeklinde görüşünü ifade etmiştir. K6’nın *“Bir anne olarak insanın evlat sahibi olmasının çok değerli olduğunu düşünüyorum.”* ifadesinden de olumlu yönde karar verirken konuyu sosyolojik olarak değerlendirdiği görülmektedir. Uygulamaya yönelik karşıt görüş belirten katılımcılardan K3’ün *“... annelik duygusunu belki şey yapabilir. Örtelir bu durum ...”* ve K5’in *“Yapay bir ortamda büyüdüğü zaman çocuk, anne zaten çocuğa alışmış olmayacak. Bir bütünlüğü olmayacak.”* şeklindeki görüşlerinden kararlarını sosyolojik gerekçelere dayandırdıkları anlaşılmaktadır.

SEE-STEP modelinde yer alan ikinci faktör çevredir. Bu faktör katılımcıların uygulamayı destekleyici kararlarını vermelerinde etkili olmuştur. Katılımcılardan K3’ün *“... farklı bir gezegen bulunduğunda ... orada da yine yapay rahim sayesinde bir insan oluşumu gözlemleyebiliriz.”* ve *“Destekliyoruz ... özellikle hayvancılıkta mesela. İnek olsun, koyun olsun. ...”* ifadelerinden kararını çevre unsurunu göz önünde bulundurarak verdiği görülmektedir. Katılımcılar bu araştırma kapsamında ele alınan konuya yönelik kararlarında ekonomik unsurları dikkate almamışlardır. Bu nedenle SEE-STEP modelinde yer alan bu faktöre yönelik kod oluşturulmamıştır. Modelin bilim faktörü katılımcıların özellikle olumlu yönde karar vermelerinde etki olmuştur. Örneğin K2’nin bu kapsamdaki görüşü, *“... yapay rahim sayesinde daha sağlıklı çocuklar oluşabilir.”* şeklindedir. Katılımcıların ikilemde kaldıkları konularda da bilimsel faktörün etkisinin olduğu görülmektedir. Örneğin K4 kararını verirken *“Günümüzde beslendiğimiz şeylerin birçoğunda maalesef kimyasallar bulunuyor.”* açıklamasını yapmıştır. Açıklamadan karar verme sürecinde bilimsel unsurların etkisinin olduğu görülmektedir.

Tablo 3’ te muhakemeleri etkileyen faktörlerden en çok kod oluşturulan bir diğer faktörün teknoloji olduğu görülmektedir. Katılımcılar kararlarını teknolojinin sağlayacağı faydaları göz önünde bulundurarak vermişlerdir. K3, K4 ve K6 genetik müdahale gerektiren veya risk taşıyan gebelikler gibi durumlarda bu teknolojinin kullanımının sağlayacağı avantajlara değinmişlerdir. K3 *“... yapay rahim şeffaf olursa direkt anında müdahale edilebilir.”* ve K4 *“doktorlar hani çok güzel ilaçlar ya da geliştirecekler belki, insanların daha iyi gelişmesine katkı sağlayacak”* şeklinde görüşlerini açıklamışlardır. K1’in *“insanın yararına ise uygulanmalıdır.”* ve K2’nin *“insanlar teknolojik çağdan dolayı daha rahat ve daha kolay yaşam tercih ediyorlar.”* şeklindeki açıklamalarında da teknolojik avantajların vurgulandığı görülmektedir.

Etik/ahlak ve politika faktörleri katılımcıların özellikle negatif yöndeki kararlarında etkili olmuştur. K1 *“... dinsel açıdan bakış açımız da önemlidir, ... insanlığın özünü değiştirecekse, temel yapısını değiştirecekse, ruh yapısını değiştirecekse bence yapmamaktır”* ve K5 *“... yaratılış itibarıyla doğru olmadığını düşünüyorum.”* şeklinde görüş belirtmişlerdir. Bu açıklamalardan katılımcıların kararlarını ahlaki faktörlerden etkilenecek verdikleri görülmektedir. K5 katılımcısının *“LGBT gibi ya da o tarz aile oluşturmaya çalışan insanların da aile oluşturmamaları gerektiğini düşünüyorum. Hani çağdaş şeyde etik bulmuyorum.”* şeklindeki açıklamasında da kararında etik/ahlaki unsurların etkisi görülmektedir. Politika faktöründen etkilenecek karşıt görüş belirten K1 *“...daha çok bu dünyaya hâkim olmak isteyen siyonistlerin uyguladığı projedir.”* şeklinde açıklama yapmıştır.

TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Tartışma

Bu araştırma, Fen Bilimleri öğretmenlerinin biyoteknolojik uygulamalar hakkındaki informal muhakemelerinin ve muhakemelerini etkileyen faktörlerin incelenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmada öncelikle öğretmenlerin biyoteknolojik uygulamalar hakkındaki informal muhakemeleri belirlenmiştir. Çalışma sonuçları, katılımcıların biyoteknolojik bir uygulama olan yapay rahim çalışmasının avantajlı yönleri fazla olduğu gerekçesiyle konuya pozitif yaklaştıklarını ortaya koymaktadır. Katılımcılar bu uygulamayı desteklediklerine dair daha fazla gerekçe sunmuşlardır.

Araştırma bulgularına göre, çalışma grubunda yer alan Fen Bilimleri öğretmenlerinin büyük bir çoğunluğu biyoteknolojik çalışmaların uygulanmasına yönelik kararlarında akılcı muhakeme türünü baskın bir şekilde kullanmışlardır. Araştırmada duygusal ve sezgisel muhakeme türünün destekleyici argümanlarda daha az yer bulması, Fen Bilimleri öğretmenlerinin sosyobilimsel konulara yönelik olumlu karar verme süreçlerinde çoğunlukla bilimsel bilgiye dayalı akılcı yaklaşımı benimsediklerini göstermektedir. Akılcı muhakeme, bireylerin sorunları çözerken mantık, bilimsel veri ve analitik düşünceye dayalı bir süreç izlediklerini ifade eder. Katılımcıların, yapay rahim uygulamasını değerlendirirken, bu teknolojinin sağlık üzerindeki potansiyel faydalarına ve toplumun genel ihtiyaçlarına odaklandıkları görülmüştür. Katılımcılar bilimsel açıdan mümkün olan gelişmeleri değerlendirmiştir. Bu yaklaşım, bilim insanlarının sunduğu veriler, teknolojinin getireceği pratik çözümler ve toplum üzerindeki potansiyel etkilerle ilişkilendirilmiştir. Araştırma bulgusu, Sadler ve Zeidler'in (2005) çalışmasında belirtilen, bilimsel bilgiye dayalı muhakeme süreçlerinin, özellikle öğretmenler gibi eğitilmiş bireylerde daha belirgin olduğu sonucuyla uyumludur. Araştırma bulguları katılımcıların biyoteknolojik uygulamaları destekleyici yöndeki kararlarını verirken sadece akılcı değil, aynı zamanda duygusal ve sezgisel muhakeme yaptıklarını da göstermektedir. Duygusal muhakeme, bireylerin empati, kişisel deneyimler ve duygusal bağlar doğrultusunda şekillendirdikleri karar süreçlerini yansıtır. Sezgisel muhakeme ise, bireylerin konulara ilişkin içgüdüsel değerlendirmeler yaparak karar verme süreçlerini ifade eder. Sezgisel muhakeme, özellikle bilinmeyen veya belirsiz durumlarda bireylerin hislerine dayanarak karar vermesini ifade etmektedir. Atasoy' un (2018) Fen Bilgisi öğretmen adaylarının sosyobilimsel konulara yönelik informal muhakeme türlerini incelediği araştırmada da sosyobilimsel konularda karar verme sürecinin çok yönlü ve karmaşık doğasına dikkat çekilmekte ve öğretmen adaylarının sosyobilimsel konularda karar verirken yalnızca tek bir muhakeme türüne bağlı kalmadıkları, farklı muhakeme türlerini bağlama göre farklı ağırlıklarda kullandıkları ifade edilmektedir. Öztuna ve Atasoy (2024) tarafından yürütülen çalışmada Fen Bilimleri öğretmenleri, nehir tipi HES'in kurulması konusunda ekonomik ekolojik, sosyal ve politik gerekçelerle karar vermişlerdir. Bu sonuç, Fen Bilimleri öğretmenlerinin farklı açıdan olayı değerlendirdiklerini ve karar verirken çoklu muhakeme yoluyla kararlarını gerekçelendirdiklerini göstermektedir. Pehlivanlar (2019) tarafından yapılan bir çalışmada, Fen Bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknolojik uygulamalar hakkında dini ve felsefi muhakeme modlarını kullanarak karar verdikleri görülmüştür. Bu durum, öğretmen adaylarının biyoteknoloji konusunda karar verirken etik ve değer temelli bir yaklaşım sergilediklerini ortaya koymaktadır. Demirhan ve Orhan (2024) tarafından yapılan bir diğer çalışmada, Fen Bilgisi öğretmen adaylarının organ nakli gibi sosyobilimsel konularda karar verirken akılcı muhakeme ile birlikte duygusal ve sezgisel muhakemeyi de kullandıkları belirlenmiştir. Bu bulgu, öğretmen adaylarının biyoteknolojik uygulamaları değerlendirirken çok boyutlu bir yaklaşım benimsediklerini göstermektedir. Sadler (2004) de çok boyutlu muhakeme yaklaşımının, bireylerin sosyobilimsel sorunlara yönelik muhakemelerinde farklı bakış açılarını dengeleyerek daha bütüncül kararlar almasını sağladığını vurgulamıştır.

Katılımcılar biyoteknolojik uygulamalardan yapay rahim çalışmalarına yönelik karşıt görüşlerini duygusal ve sezgisel muhakemeye başvurarak açıklamışlardır. Çalışmaya katılan öğretmenlerden bazıları, yapay rahim uygulamasının anne ve bebek arasındaki duygusal ilişkiyi zayıflatabileceğini dile getirerek bu uygulamaya yönelik olumsuz tutum sergilemişlerdir. Katılımcılar, annenin bebeğiyle doğum öncesi süreçte kurduğu bağın hem psikolojik hem de sosyal açıdan önemli olduğunu vurgulayarak, bu sürecin biyolojik doğallıktan sapmaması gerektiğini savunmuşlardır. Katılımcıların bir kısmı da biyoteknolojik uygulamalara dair karşıt görüşlerini dini inançlarına dayandırarak açıklamışlardır. Duygusal muhakemenin karşıt argümanlarda belirgin şekilde kullanılması, öğretmenlerin yalnızca bilimsel gerçekliklerle değil, aynı zamanda etik ve duygusal hassasiyetlerle de

hareket ettiklerini ortaya koymaktadır. Bu bulgu, Friedrichsen ve Sæleset'in (2021) çalışma sonuçlarıyla örtüşmektedir. Söz konusu çalışmada, öğretmenlerin pedagojik kararlarını sadece bilişsel değil, aynı zamanda duyuşsal unsurların da şekillendirdiği belirtilmiştir. Özellikle öğretmenlerin kişisel değerleri, deneyimleri ve öğrencileriyle kurdukları ilişkiler, sınıf içi tartışmalardan içerik seçimlerine kadar birçok alanda etkili olmaktadır. Dolayısıyla, öğretmenlerin argümanlarında duyuşsal muhakemeye başvurmaları, onların pedagojik sorumluluk anlayışlarının ve etik duyarlılıklarının bir yansıması olarak değerlendirilebilir.

Katılımcılar gerek olumlu gerek olumsuz kararlarında sezgisel muhakemeyi genellikle bilimsel verilere doğrudan ulaşamadıkları konularda dile getirmiş ve bu yöntemi yalnızca tamamlayıcı bir unsur olarak kullanmışlardır. Bu durum, Fen Bilimleri öğretmenlerinin daha çok bilimsel temellere dayalı kararlar aldığını ve sezgisel değerlendirmelere sınırlı bir şekilde başvurduğunu göstermektedir. Ancak, sezgisel muhakemenin tamamen dışlanmaması, bireylerin bilimsel bilgilerin ötesindeki belirsizliklerle başa çıkma çabasını da yansıtmaktadır. Bu, bireyin sosyal konular, bilim ve bilimsel keşfin olası sonuçları hakkında anlayışını ve düşüncesini geliştirmesi için bir fırsat sağlar (Tang vd., 2023). Katılımcılar biyoteknolojik uygulamalara amacına ve şartlara göre karar verebileceklerini açıklarken de akılcı ve sezgisel muhakemeyi birlikte kullanmışlardır.

Araştırma bulguları, Fen Bilimleri öğretmenlerinin biyoteknolojik uygulamalara yönelik karar alma süreçlerinde akılcı, duyuşsal ve sezgisel muhakemeleri bir arada kullandığını göstermektedir. Araştırma bulguları, katılımcı öğretmenlerin yalnızca bilimsel bilgiyi aktaran bireyler olmanın ötesine geçerek, sorunlara çok boyutlu yaklaşabilen ve tartışmacı bir düşünme becerisi geliştirmiş bireyler olduklarını ortaya koymaktadır. Biyoteknoloji gibi etik, sosyal ve bilimsel boyutlar içeren konularda, öğretmenlerin yalnızca teknolojiyi savunmaları değil; aynı zamanda potansiyel riskleri, belirsizlikleri ve etik endişeleri de dikkate alan argümanlar geliştirebilmeleri, eleştirel fen okuryazarlığı açısından oldukça değerlidir (Zeidler vd., 2019). Kristensen ve Knain (2023), öğretmenlerin sosyobilimsel meselelerde yalnızca bilgi aktarmaya değil, farklı görüşlerin bilimsel ve etik temellere göre değerlendirilmesine de odaklandıklarında öğrencilerin muhakeme kalitesinin arttığını ortaya koymuştur. Öğretmenlerin öğrencilere farklı muhakeme türlerini kapsayan ve çok boyutlu karar alma sürecini içeren bir tartışma ortamı sunmaları, onların daha dengeli ve kapsamlı argümanlar geliştirmelerine katkı sağlayabilir (Aksoy, 2018). Bu durum sosyobilimsel konuların öğretiminde öğretmenlerin muhakemelerinin fen eğitimi açısından pedagojik önemini vurgulamaktadır.

Araştırmada Fen Bilimleri öğretmenlerinin biyoteknolojik uygulamalara yönelik karar alma süreçlerinde; destekleyici argüman oluşturmada akılcı muhakemenin daha baskın olduğu görülmüştür. Bulgular, Sadler ve Zeidler (2005) ile Eş ve Varol' un (2019) çalışmalarında elde edilen sonuçlarla paralellik göstermektedir. Araştırma bulgularında özellikle, akılcı muhakeme türünün Fen Bilimleri öğretmenleri arasında baskın olması, öğretmenlerin bilimsel bilgiye dayalı, analitik ve veri odaklı kararlar alma eğiliminde olduklarını ve teknolojiyi daha çok faydaları açısından değerlendirdiklerini ortaya koymaktadır. Fen Bilimleri öğretmenlerinin destekleyici ve karşıt yöndeki kararlarını verirken, duyuşsal muhakemeyi de kullanmaları, etik ve toplumsal değerlere duyarlılığın bilimsel düşünceye entegre edildiğini göstermektedir. Sezgisel muhakemenin düşük düzeyde kullanılması ise öğretmenlerin karar süreçlerinde analitik düşünceye ağırlık verdiğine işaret etmektedir. Tuncay Yüksel (2016), öğretmenlerin duyuşsal muhakemeyi yoğun biçimde kullandıklarında, öğrencilerin bilimsel gerçeklik yerine kişisel kaygılarla hareket etme eğiliminde olabileceklerini vurgulamıştır. Bu nedenle, öğretmenlerin duyuşsal muhakemeyi kullanırken, bu yaklaşımı bilimsel muhakemeyle dengelemeleri kritik önemdedir.

Bu araştırmada Fen Bilimleri öğretmenleri biyoteknolojik uygulamalar konusunu bilimsel, ahlaki, etik, çevresel ve toplumsal boyutlarıyla ele almışlar, destekleyici, karşıt ve çürütücü argümanlar

oluştururken farklı muhakeme türlerini (akılcı, duygusal ve sezgisel) bir arada kullanmışlardır. Bu araştırmada elde edilen bulgular, öğretmenlerin informal muhakeme becerilerini kullanarak fenle ilgili toplumsal sorunlara dair daha derinlemesine değerlendirmeler yapabildiklerini ortaya koymaktadır. Özellikle sosyobilimsel konular gibi çok boyutlu ve belirsizlik içeren durumlarda, bireylerin tek bir doğruya ulaşmak yerine çoklu perspektifleri göz önünde bulundurarak karar vermesi gerekmektedir. Bu bağlamda öğretmenlerin informal muhakemeleri, öğrencilerin çok yönlü düşünme, eleştirel değerlendirme, kanıta dayalı akıl yürütme ve etik karar verme becerilerini geliştirmelerini destekleyerek fen okuryazarlıklarının geliştirilmesine katkı sağlayabilir (Sadler ve Zeidler, 2005). Bu yetkinlik, modern fen eğitiminin merkezinde yer alan sosyobilimsel okuryazarlığın gelişimi açısından da önemli bir katkıdır. Ulusal Fen Bilimleri öğretim programında da öğretmenlerin sosyobilimsel konuların çok boyutlu yapısını öğrencilere aktarırken, sadece bilimsel bilgiye değil, aynı zamanda etik, sosyal, ekonomik ve çevresel boyutlara da odaklanmaları gerektiği vurgulanmaktadır (MEB, 2024). Presley vd., (2013) de sosyobilimsel konuların farklı boyutlarının birbirleriyle etkileşim içerisinde değerlendirilmesinin, özellikle eğitim bağlamında eleştirel düşünme ve bilimsel okuryazarlığın gelişimine katkı sunduğunu ifade etmiştir.

Chang Rundgren ve Rundgren (2010), bireylerin fenle ilgili toplumsal konularda informal muhakeme becerilerini kullanarak daha bilinçli kararlar aldığını ve bu sürecin bilimsel bilgi ile günlük yaşam arasında köprü kurduğunu belirtmiştir. Benzer şekilde, Kristensen ve Knain (2023) öğrencilerin sosyobilimsel tartışmalarda informal muhakemeye dayalı gerekçelendirme geliştirdikçe hem kavramsal anlayışlarının hem de fen okuryazarlık düzeylerinin anlamlı şekilde arttığını ifade etmektedir. Alanyazında, öğretmenlerin bazı durumlarda yalnızca güvenli bilgiye odaklanarak çelişkili veya etik açıdan karmaşık boyutları tartışmaktan kaçındıkları belirtilmektedir (Bayram Jacobs vd., 2019). Bu bağlamda, öğretmen eğitim programlarının öğretmen adaylarına sadece akılcı muhakemeyi değil, aynı zamanda çelişkili verilerle başa çıkabilme, alternatif bakış açılarını değerlendirebilme ve etik karar verme becerilerini de kazandırması gerekmektedir. Bu amaçla, sınıf içi tartışmalar, argümantasyon etkinlikleri ve problem senaryoları gibi aktif öğrenme yöntemleri kullanmak, eleştirel düşünme ve muhakeme becerilerinin gelişimini desteklemektedir (Erdogan vd., 2017; Zeidler ve Nichols, 2009). Öğrencilerin farklı bakış açılarını anlamaları, argümanlarını gerekçelendirmeleri ve karşıt görüşleri saygıyla değerlendirmeleri için uygun ortamlar yaratılması büyük önem taşımaktadır (Sadler, 2004). Böylece fen eğitimi, yalnızca bilimsel bilgi aktarımı değil, aynı zamanda öğrencilerin bilinçli, sorumlu ve eleştirel bireyler olarak yetişmesine zemin hazırlayan kapsamlı bir süreç dönüşmektedir.

Öğretmenlerin sosyobilimsel konulara yönelik informal muhakemeleri açıklanırken, bireyin yalnızca bilişsel değil; aynı zamanda sosyal, kültürel ve değer temelli bakış açılarının da dikkate alınması önem arz etmektedir (Eş ve Öztürk, 2021). Ayrıca öğretmenlerin muhakeme süreçlerinin; sosyokültürel, çevresel, ekonomik, bilimsel, etik ve politik faktörlerden etkilenebilmesi nedeniyle bu süreçlerin ayrıntılı bir şekilde incelenmesi gerekmektedir (Sadler, 2004; Zeidler ve Keefer, 2003). Bu kapsamda araştırmada SEE-STEP modeli kullanılarak, öğretmenlerin biyoteknolojik uygulamalar hakkında karar verirken toplumsal normlar, çevresel kaygılar, ekonomik koşullar, bilimsel bilgi, teknolojik gelişmeler, etik değerler ve politik yaklaşımlardan etkilenme durumları da analiz edilmiştir.

SEE-STEP modeli çerçevesinde yapılan analiz sonuçları; sosyoloji/kültür, çevre, bilim, teknoloji, etik-ahlak ve politika faktörlerinin, Fen Bilimleri öğretmenlerinin informal muhakemelerinde etkili olduğunu göstermiştir. Sosyoloji/kültür faktörüne yönelik bulgular, öğretmenlerin toplumsal değerleri ve normları göz önünde bulundurarak değerlendirme yaptığını ortaya koymuştur. Çevre, bilim ve teknoloji faktörleri ise biyoteknolojinin bireyler, çevre ve toplum için sağladığı pratik faydalar

bağlamında ele alınmıştır. Etik ve ahlaki faktörlere yönelik bulgular ise öğretmenlerin, biyoteknolojinin getireceği potansiyel riskleri etik ve inanç açısından ele aldıklarını göstermektedir. Özellikle, yapay rahim teknolojinin insan doğasına uygunluğu ve aile yapısını nasıl etkileyeceği konusunda farklı görüşler ifade edilmiştir. Politik unsurlar da katılımcıların muhakemelerine etki etmiştir. Araştırmada Fen Bilimleri öğretmenlerinin sosyobilimsel konulara yönelik kararlarının çok boyutlu düşünmeye dayandığı, kararlarının biyoteknolojik uygulamaları değerlendirirken hissettikleri empati, duygusal bağ, kişisel deneyimler, kültürel inançlar ve toplumsal normlardan etkilendiği belirlenmiştir.

Fen Bilimleri öğretmenlerinin yapay rahim uygulamasına yönelik muhakemeleri incelendiğinde, destekleyici tutumlarının arkasında sosyolojik/kültürel ve çevresel değerler, bilimsel bilgi ve teknolojik gelişmelerin birlikte etkili olduğu görülmektedir. Bu durum, öğretmenlerin biyoteknolojik yenilikleri değerlendirirken yalnızca bilimsel temelli düşünmekle kalmayıp, aynı zamanda bu uygulamaların toplumsal ve çevresel yansımalarını da dikkate aldıklarını ortaya koymaktadır. Araştırmada, yapay rahim uygulamasına karşı geliştirilen argümanların ise daha çok sosyolojik ve kültürel normlar, etik kaygılar, ahlaki ilkeler ve politik unsurlar çerçevesinde şekillendiği belirlenmiştir. Katılımcıların çoğu, bu teknolojinin getirebileceği olası ahlaki ve toplumsal sorunlara dikkat çekmiş; ancak uygun düzenlemeler ve sınırlamalarla bu risklerin azaltılabileceğini ifade etmiştir. Bu bulgular, Fen Bilimleri öğretmenlerinin muhakeme süreçlerinde çok boyutlu bir bakış açısı benimsediklerini ve biyoteknolojik uygulamaları değerlendirirken dengeleyici bir tutum geliştirdiklerini göstermektedir. Öztürna ve Atasoy (2024) tarafından yürütülen çalışmada da Fen Bilimleri öğretmenleri, nehir tipi HES'in kurulması konusuna çok boyutlu bakış açısıyla yaklaşmışlar; ekonomik ekolojik, sosyal ve politik gerekçelerle olumlu, ekolojik gerekçelerle olumsuz muhakeme yapmışlardır.

Araştırmada Fen Bilimleri öğretmenlerinin özellikle sosyolojik ve kültürel, bilimsel, teknolojik ve etik/ahlaki faktörleri karar verme süreçlerinde belirleyici faktörler olarak vurguladıkları, politik faktörlere sınırlı olarak değindikleri, ekonomik faktöre ise hiç yer vermedikleri görülmüştür. Sadler ve Zeidler (2005), benzer şekilde öğretmen adaylarının sosyobilimsel konulara yönelik muhakemelerinde etik, bilimsel ve kültürel temelli argümanlara daha fazla yer verdiklerini, ekonomik ve politik faktörlerin ise ikinci planda kaldığını belirtmiştir. Bu durum, öğretmenlerin toplumsal sorumluluk bilinciyle hareket ettiklerini ve bilimsel bilginin sınırlarını etik değerlere göre yeniden yorumlayabildiklerini göstermektedir. Türköz ve Öztürk' ün (2020) yürüttüğü araştırma bulguları da, Fen Bilgisi öğretmen adaylarının çoğunlukla etik/ahlaki ve sosyo-kültürel boyutlara dayalı değerlendirmelerle karar verdiklerini ortaya koymaktadır. Literatürde sıklıkla tartışılan etik kaygılar ve sosyokültürel etkiler, bu çalışmada da belirgin bir şekilde gözlemlenmiştir (Eş ve Öztürk 2021; Friedrichsen ve Sæleset; 2021). Ancak bu çalışmada kullanılan SEE-STEP modeli, faktörlerin detaylı bir şekilde analiz edilmesini sağlamış ve öğretmenlerin muhakemelerinde sosyoloji/kültür, çevre, bilim, teknoloji, etik-ahlak gibi faktörlerin daha baskın olduğunu ortaya koymuştur.

Alanyazın verileri de sosyobilimsel konular gibi karmaşık ve çok boyutlu problemlerde, bireylerin günlük yaşam deneyimlerinden, sosyokültürel faktörlerden, değer sistemlerinden, teknolojik kaygılardan ve kişisel inançlarından etkilenecek karar verdiklerini göstermektedir (Eş ve Öztürk 2021; Friedrichsen ve Sæleset; 2021; Pehlivanlar, 2019). Öztürna ve Atasoy (2024) tarafından yürütülen çalışmada Fen Bilimleri öğretmenlerinin, nehir tipi HES'in kurulması konusunda çoklu muhakeme yoluyla karar verdikleri ve kararlarının ekonomik ekolojik, sosyal ve politik normlardan etkilendiği belirlenmiştir. Topçu vd.'nin (2010) yaptığı bir çalışmada, öğretmen adaylarının gen tedavisi ve klonlama gibi sosyobilimsel konularda verdikleri kararların, ahlaki değerler ve toplumsal sorumluluk anlayışlarıyla şekillendiği bulunmuştur. Bu durum, öğretmenlerin bireysel ve toplumsal değer sistemlerinin, biyoteknolojik uygulamalara yönelik informal muhakemelerini nasıl etkilediğini göstermektedir. Atasoy' un (2018) Fen Bilgisi öğretmen adaylarının sosyobilimsel konulara yönelik informal muhakeme türlerini incelediği araştırma sonuçları, öğretmen adaylarının yaşam çevresi ve

deneyimlerinin muhakeme türlerini şekillendirdiğini göstermektedir. Öğretmen adaylarının sosyobilimsel konulardaki kararları; sosyal, ekonomik, ekolojik ve teknolojik/bilimsel unsurlardan etkilenmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Araştırma bulgularına göre, Fen Bilimleri öğretmenleri biyoteknolojik uygulamalar konusunda çoğunlukla akılcı muhakeme türünü kullanmaktadır. Bu durum, öğretmenlerin bilimsel ve analitik bir yaklaşımı benimsediğini göstermektedir. Ancak duygusal ve sezgisel muhakemenin de belirli durumlarda etkili olduğu, özellikle etik ve sosyal değerlere atıfta bulunulan konularda ön plana çıktığı görülmüştür. Bu, öğretmenlerin bilimsel bilgiler ile etik ve sosyal sorumlulukları dengeli bir şekilde ele aldıklarını göstermektedir. Araştırmada, öğretmenlerin bilimsel bilgiyi, etik değerlerle harmanlayarak değerlendirme yapmaları, biyoteknoloji konusunun fen eğitiminde nasıl öğretileceğine dair müfredat geliştirme çalışmalarına katkı sağlayabilir.

Araştırma bulguları, SEE-STEP modelindeki sosyokültür, çevre, bilim, teknoloji, etik-ahlak ve politika faktörlerinin öğretmenlerin informal muhakemelerini şekillendirdiğini göstermektedir. Özellikle sosyokültürel, bilimsel, teknolojik ve ahlaki faktörler, öğretmenlerin karar alma süreçlerinde belirleyici bir rol oynamıştır. Fen Bilimleri öğretiminde SEE-STEP modeli uygulanarak öğrencilerin sosyobilimsel konular üzerinde daha kapsamlı düşünceleri sağlanabilir. Bu modelin kullanımı, öğrencilere bilimsel bilginin farklı boyutlarını değerlendirme becerisi kazandırabilir.

Bu çalışmada, Fen Bilimleri öğretmenlerinin biyoteknolojik uygulamalara yönelik informal muhakemeleri analiz edilmiştir. Gelecekteki çalışmalarda, farklı bölgelerden öğretmenlerin ve öğrencilerin biyoteknolojik uygulamalara yönelik tutumlarının ve muhakeme türlerinin karşılaştırılması önerilmektedir. Ayrıca, öğrencilerin biyoteknoloji konusundaki algılarını ve bu algıların öğretmenlerin tutumları ile ilişkisini araştıran çalışmalar gerçekleştirilebilir.

Araştırma katılımcılarından elde edilen veriler, öğretmenlerin biyoteknolojik uygulamalara yönelik karar alma süreçleri konusunda derinlemesine bir anlayış sağlamıştır. Araştırma sonuçları, eğitimde biyoteknoloji konusunun ele alınış biçimine ve Fen Bilimleri öğretmenlerinin bu konulardaki pedagojik yeterliliklerine ilişkin önemli çıkarımlar sunmuştur. Elde edilen bulgular, biyoteknoloji eğitimi ve Fen Bilimleri öğretmenlerinin bu konudaki pedagojik yaklaşımlarını geliştirmek için kullanılabilir.

KAYNAKÇA

- Adams, W. C. (2015). Conducting semi-structured interviews. In J. S. Wholey, H. P. Hatry ve K. E. Newcomer (Eds.), *Handbook of practical program evaluation* (4th ed., pp. 492-505). Jossey-Bass. <https://doi.org/10.1002/9781119171386.ch19>
- Alkaya, N. (2024). *Fen Bilimleri öğretmen adaylarının biyoteknoloji okuryazarlık düzeyleri*. (Tez No. 857162) [Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi
- Ardwiyanti, D., & Prasetyo, Z. K. (2021). Exploring students' decision-making ability in the context of socio-scientific issues. In *Proceedings of the 6th International Seminar on Science Education (ISSE 2020)* (ss. 661-668). Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.210326.096>
- Atasoy, Ş. (2018). Öğretmen adaylarının yaşam alanlarına göre yerel sosyobilimsel konularla ilgili informal muhakemeleri. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 6(1), 60-72.

- Atasoy, Ş., Tekbıyık, A., & Yüca, O. Ş. (2019). Karadeniz Bölgesi'ndeki bazı yerel sosyobilimsel konularda öğrencilerin informal muhakemelerinin belirlenmesi: HES, organik çay ve yeşil yol projesi [Determining informal reasoning of students for some local socioscientific issues in the Black Sea Region: HEPP, organic tea and green road Project]. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 524-540. <https://doi.org/10.16986/HUJE.2018045573>
- Aydın, E., & Kılıç Mocan, D. (2019). Türkiye'de dünden bugüne sosyobilimsel konular: Bir doküman analizi. *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 3(2), 184-197. <https://doi.org/10.35346/aod.638332>
- Bayram Jacobs, D., Henze, I., Evagorou, M., Shwartz, Y., Aschim, E. L., Alcaraz-Dominguez, S., & Dagan, E. (2019). Science teachers' pedagogical content knowledge development during a co-design process of SSI-based curriculum materials. *International Journal of Science Education*, 41(3), 343-370. <https://doi.org/10.1002/tea.21550>
- Bingle, W. H., & Gaskell, P. J. (1994). Scientific literacy for decisionmaking and the social construction of scientific knowledge. *Science Education*, 78(2), 185-201. <https://doi.org/10.1002/sce.3730780206>
- Bossér, U., Lundin, M., Lindahl, M., & Linder, C. (2015). Challenges faced by teachers implementing socio-scientific issues as core elements in their classroom practices. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 3(2), 159-176. <https://doi.org/10.30935/scimath/9429>
- Cansız, N. (2014). *Developing preservice science teachers' socioscientific reasoning through socioscientific issues-focused course*. (Tez No. 377877) [Doktora tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Cebesoy, Ü. B., & Şahin, M. D. (2013). Fen Bilgisi öğretmen adaylarının sosyobilimsel konulara yönelik tutumlarının çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi*, 37, 100-117
- Chang Rundgren, S. N., & Rundgren, C. J. (2010). SEE-SEP: Form a seperate to a holistic view of socioscientific issues. *Asia-Pacific Forum on Science Learning & Teaching* 11(1), 1-24.
- Chen, L., & Xiao, S. (2020). Perceptions, challenges and coping strategies of science teachers in teaching socioscientific issues: A systematic review. *Educational Research Review*, 32, 100377. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100377>
- Christenson, N., Rundgren, S. N. C., & Höglund, H. O. (2012). Using the SEE-SEP model to analyze upper secondary students' use of supporting reasons in arguing socioscientific issues. *Journal of Science Education and Technology*, 21(3), 342-352.
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (4th ed.). Sage Publications.
- Dawson, V.M. (2011). A case study of the impact of introducing socio-scientific issues into a reproduction unit in a Catholic Girls' school. In T. D. Sadler (Ed.). *Socio-scientific Issues in the Classroom* (pp. 313-345). New York: Springer Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-1159-4_18
- Demirhan, E., & Orhan, U. (2024). Organ nakli konusuna ilişkin Fen Bilgisi öğretmen adaylarının informal muhakeme örüntüleri. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 12(2), 258-277. <https://doi.org/10.56423/fbod.1399086>

- Elbahan, M. H., Elbahan, H., & Anılan, B. (2022). Affective tendencies of science teachers in teaching socioscientific issues. *Mimbar Sekolah Dasar*, 9(2), 303-316. <https://doi.org/10.53400/mimbar-sd.v9i2.45357>
- Erdogan, İ., Ciftci, A., & Topcu, M. S. (2017). STEM education practices: Examination of the argumentation skills of pre-service science teachers. *Journal of Education and Practice*, 8(3), 45-55.
- Eş, H., & Öztürk, N. (2021). An activity for transferring the multidimensional structure of SSI to middle school science courses: I discover myself in the decision-making process with SEE-STEP! *Research in Science Education*, 51, 889-910. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-09865-1>
- Eş, H., & Varol, V. (2019). Fen Bilgisi öğretmenliği ve İlahiyat öğrencilerinin nükleer santral sosyo-bilimsel konusuyula ilgili informal argümanları. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(2), 437-454. <https://doi.org/10.17860/mersinefd.533013>
- Et, S. Z., & Gömleksiz, M. (2021). Fen bilimleri, Biyoloji ve Fizik dersi öğretim programlarının sosyobilimsel konular açısından değerlendirilmesi. *Firat University Journal of Social Sciences*, 31(2), 745-756. <https://doi.org/10.18069/firatsbed.872628>
- Fadha, I. A. (2024). Occupational therapy approaches in supporting students with sensory disorders in Islamic education. *Dirasah: International Journal of Islamic Studies*, 2(1), 96-105. <https://doi.org/10.59373/drs.v2i1.26>
- Friedrichsen, P., & Sæleset, J. (2021). Pre-service science teachers' pedagogical content knowledge integration of students' understanding in science and instructional strategies. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(5), em1965. <https://doi.org/10.29333/ejmste/10859>
- Gresch, H., Hasselhorn, M., & Bögeholz, S. (2013). Training in decision-making strategies: An approach to enhance students' competence to deal with socio-scientific issues. *International Journal of Science Education*, 35(15), 2587-2607. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.617789>
- Han Tosunoğlu, Ç., & İrez, S. (2017). Biyoloji öğretmenlerinin sosyobilimsel konularla ilgili anlayışları. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(2), 833-860. <https://doi.org/10.19171/uefad.369244>
- Hilton, A., Nichols, K., & Kanasa, H. (2011). Developing tomorrow's decision-makers: Opportunities for biotechnology education research. *Australian Educational Researcher*, 38(4), 449-465. <https://doi.org/10.1007/s13384-011-0039-3>
- Karahan, E., & Roehrig, G. (2016). Use of socioscientific contexts for promoting student agency in environmental science classrooms. *Bartın University Journal of Faculty of Education*, 5(2), 425-442.
- Keçeci, G. (2017). Akademik çelişki tekniğinin Fen Bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji bilgi seviyelerine etkisi. *International Journal of Eurasia Social Sciences*, 8(30), 2171-2182.
- Kohlberg, L. (1981). *The philosophy of moral development: Moral stages and the idea of justice* (Vol. 1). Harper & Row.

- Kolstø, S. D. (2006). Patterns in students' argumentation confronted with a risk-focused socio scientific issue. *International Journal of Science Education*, 28(14), 1689-1716. <https://doi.org/10.1080/09500690600560878>
- Korstjens, I., & Moser, A. (2018). *Practical guidance to qualitative research. Part 4: Trustworthiness and publishing. European Journal of General Practice*, 24(1), 120-124. <https://doi.org/10.1080/13814788.2017.1375092>
- Kristensen, H., & Knain, E. (2023). Hangi taraftasınız? İklim değişikliğiyle ilgili sosyo-bilimsel bir konu hakkındaki öğrenci-grup etkileşimlerinde akıl yürütme uygulamalarında tutumların rolü. *Uluslararası Bilim Eğitimi Dergisi*, 46(7), 670-690. <https://doi.org/10.1080/09500693.2023.2253367>
- Kumar, A. (2024). The role conflict among working women: A sociological study (with reference to Ranikhet Tehsil). *Journal of Criminology and Forensic Studies*, 6(1), 180076.
- Kutluca, A.Y., & Aydın, A. (2017). Fen Bilimleri öğretmen adaylarının sosyobilimsel argümantasyon kalitelerinin incelenmesi: Konu bağlamının etkisi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 11(1) 458-480. <https://doi.org/10.17522/balikesirnef.356575>
- Lee, Y. C. ve Grace, M. (2012). Students' reasoning and decision making about a socioscientific issue: a cross-context comparison. *Science Education*, 96(5), 787-807. <https://doi.org/10.1002/sce.21021>
- Levinson, R. (2006). Towards a theoretical framework for teaching controversial socioscientific issues. *International Journal of Science Education*, 28(10), 1201-1224. <https://doi.org/10.1080/09500690600560753>
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Sage.
- Liu, S., & Roehrig, G. (2019). Küresel iklim değişikliği hakkında Fen öğretmenlerinin argümanlarını ve kişisel epistemolojilerini keşfetmek. *Research in Science Education*, 49, 173-189. <https://doi.org/10.1007/s11165-017-9617-3>
- Merriam, S. B., & Tisdell, E. J. (2015). *Qualitative research: A guide to design and implementation*. Wiley.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2nd ed.). Sage.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2018). *Fen Bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2024). *Fen Bilimleri dersi öğretim programı (Türkiye yüzyılı maarif modeli)*. MEB Yayınları. <https://mufredat.meb.gov.tr>
- 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. <https://doi.org/10.1002/bmb.21214>
- Nowell, L. S., Norris, J. M., White, D. E., & Moules, N. J. (2017). Thematic analysis: Striving to meet the trustworthiness criteria. *International Journal of Qualitative Methods*, 16(1), 1-13. <https://doi.org/10.1177/1609406917733847>

- Özturna, M., & Atasoy, Ş. (2024). Fen Bilimleri öğretmenlerinin hidroelektrik santrallerle ilgili karar verme stratejileri. *Bogazici University Journal of Education*, 41(2), 47-67. <https://doi.org/10.52597/buje.1270595>
- Öztürk, N., & Bozkurt Altan, E. (2019). Examining science teachers' decisions about nuclear power plants from the perspective of normative decision theory. *Journal of Education in Science, Environment and Health (JESEH)*, 5(2), 192-208. <https://doi.org/10.21891/jeseh.581739>
- Palinkas, L. A., Horwitz, S. M., Green, C. A., Wisdom, J. P., Duan, N., & Hoagwood, K. (2015). Purposeful sampling for qualitative data collection and analysis in mixed method implementation research. *Administration and Policy in Mental Health and Mental Health Services Research*, 42(5), 533-544. <https://doi.org/10.1007/s10488-013-0528-y>
- Pehlivanlar, S. (2019). *Fen Bilgisi ve Sınıf öğretmen adaylarının yerel, ulusal ve küresel sosyobilimsel konular hakkındaki informal muhakemeleri* (Tez No. 579391) [Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Prachagool, V., Nuangchalerm, P., Subramaniam, G., & Dostal, J. (2016). Pedagogical decision making through the lens of teacher preparation program. *Online Submission*, 4(1), 41-52.
- Presley, M., Sickel, A. J., Muslu, N., Merle-Johnson, D., Witzig, S. B., Izci, K., & Sadler, T. D. (2013). A framework for socio-scientific issues based education. *Science Educator*, 22(1), 26-32.
- Ratcliffe, M., & Grace, M. (2003). *Science education for citizenship: Teaching socio-scientific issues*. Open University Press.
- Roberts, B. W., Kuncel, N. R., Shiner, R., Caspi, A., & Goldberg, L. R. (2007). The power of personality: The comparative validity of personality traits, socioeconomic status, and cognitive ability for predicting important life outcomes. *Perspectives on Psychological science*, 2(4), 313-345. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6916.2007.00047.x>
- Romine, W. L., Sadler, T. D., & Kinslow, A. T. (2017). Assessment of scientific literacy: Development and validation of the quantitative assessment of socioscientific reasoning (QuASSR). *Journal of Research in Science Teaching*, 54(2), 274-295. <https://doi.org/10.1002/tea.21368>
- Rundgren, C.J., Eriksson, M., & Chang Rundgren, S. N. (2016). Investigating the intertwinement of knowledge, value, and experience of upper secondary students' argumentation concerning socioscientific issues. *Science & Education*, 25(9-10), 1049-1071. <https://doi.org/10.1007/s11191-016-9859-x>
- Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513-536. <https://doi.org/10.1002/tea.20009>
- Sadler, T. D., & Donnelly, L. A. (2006). Socioscientific argumentation: The effects of content knowledge and morality. *International Journal of Science Education*, 28(12), 1463-1488. <https://doi.org/10.1080/09500690600708717>
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 112-138. <https://doi.org/10.1002/tea.20042>

- Sadler, T. D., Romine, W. L., & Topçu, M. S. (2016). Learning science content through socio scientific issues-based instruction: A multi-level assessment study. *International Journal of Science Education*, 38(10), 1622-1635. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1204481>
- Sevimli Gür, C., & Öz, A. (2022). Türkiye’de farklı eğitim düzeylerinde biyoteknoloji eğitiminin önemi. *Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi*, 10(1), 62-68.
- Soğukpınar R., & Karışan D. (2020). Genetik ve biyoteknolojiye yönelik bilgi ve tutumlar: bir derleme çalışması, *Çağdaş Yönetim Bilimleri Dergisi* 2020, 7(1) 19- 50.
- Tang, J., Fang, Y., Tian, Z., Gong, Y., & Yuan, L. (2023). Ecosystem services research in green sustainable science and technology field: Trends, issues, and future directions. *Sustainability*, 15(1): 658. <https://doi.org/10.3390/su15010658>
- Tekin, N., Aslan, O., & Keles, Ö. (2023). Examination of the Views of Science Teachers Trained in a Project on Socioscientific Issues. *Science Insights Education Frontiers*, 14(1), 2013-2037. <https://doi.org/10.15354/sief.23.or089>
- Tekin, N., Aslan, O., & Yağız, D. (2016). Fen Bilimleri öğretmen adaylarının bilimsel okuryazarlık düzeyleri ve eleştirel düşünme eğilimlerinin incelenmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(1), 23-50.
- Topçu, M. S. (2017). *Sosyobilimsel konular ve öğretimi*. Pegem Yayıncılık.
- Topçu, M. S., Sadler, T. D., & Yılmaz Tuzun, Ö. (2010). Preservice science teachers’ informal reasoning about socioscientific issues: The influence of issue context. *International Journal of Science Education*, 32(18), 2475-2495. <https://doi.org/10.1080/09500690903524779>
- Tsai, C. Y., & Jack, B. M. (2019). Antecedent factors influencing ethics-related social and socio scientific learning enjoyment. *International Journal of Science Education*, 41(9), 1139 1158. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1595215>
- Toktaş, M., & Genç, M. (2023). Üniversite öğrencilerinin sosyobilimsel konulara yönelik muhakeme örüntülerinin incelenmesi: Uzay araştırmaları örneği. *Journal of Multidisciplinary Studies in Education*, 7(2), 43-59.
- Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge University Press.
- Tuncay Yüksel, B. (2016). *Fen Bilgisi öğretmen adaylarının çevresel ahlaki muhakeme örüntüleri ve bu örüntülerin epistemolojik inançlar ve değerler ile ilişkisi*. (Tez No. 439250) [Doktora Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Türköz, G., & Öztürk, N. (2020). Fen Bilgisi öğretmen adaylarının bazı sosyo-bilimsel konularla ilgili kararlarının çok boyutlu bakış açısı ile incelenmesi. *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi*, 9(1), 175-197. <http://dx.doi.org/10.30703/cije.550533>
- Üstün, Ç., & Demirci, N. (2016). Biyoteknoloji, tıp ve etik. *Ege Tıp Dergisi*, 55(3), 158-162. <https://doi.org/10.19161/etd.344217>
- Vaismoradi, M., Jones, J., Turunen, H., & Snelgrove, S. (2016). Theme development in qualitative content analysis and thematic analysis. *Journal of Nursing Education and Practice*, 6(5), 100-110. <https://doi.org/10.5430/jnep.v6n5p100>

- Wu, Y.T., & Tsai, C.C., (2007). High school students' informal reasoning on a socioscientific issue: Qualitative and quantitative analyses. *International Journal of Science Education*, 29(9), 1163-1187. https://doi.org/10.1080/0950_0690601083375
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2022). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (13. baskı). Seçkin Yayıncılık.
- Yüce, Z., & Önel, A. (2015). Fen Bilgisi öğretmen adaylarının biyoçeşitliliğe ilişkin kavramsal ilişkilendirme düzeyleri. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 326-341.
- Zeidler, D. L. (2011). Science teaching and moral reasoning. *Science & Education*, 20(1), 1-6.
- Zeidler, D. L., & Keefer, M. (2003). The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education. *Handbook of Research on Science Education*, 1, 393-415.
- Zeidler, D.L., & Nichols, B.H., (2009). Socioscientific issue: Theory and practice. *Journal of Elementary Science Education*, 21(2), 49-58. <https://doi.org/10.1007/BF03173684>
- Zeidler, D. L., Herman, B. C., & Sadler, T. D. (2019). New directions in socioscientific issues research. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(11), 1-9. <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0008-7>
- Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(1), 35-62. <https://doi.org/10.1002/tea.10008>

EXTENDED SUMMARY

Socioscientific issues are controversial issues that involve both scientific and social issues with scientific, moral, cultural, ethical, economic, political, and environmental dimensions and require multidimensional reasoning processes (Chang Rundgren & Rundgren, 2010; Kumar, 2024). By incorporating socioscientific issues into the teaching-learning process, students' reasoning, argumentation, research, questioning, decision-making, critical thinking, ethical evaluation, and the ability to approach complex problems from a multifaceted perspective develop (Ardwiyanti & Prasetyo, 2021; Chen & Xiao, 2020; Fadha, 2024; Sadler et al., 2016; Toktaş & Genç, 2023).

Decision-making processes regarding socioscientific issues; It includes cognitive skills such as knowledge acquisition, argumentation and evaluation, as well as value-based thinking (Sadler & Zeidler, 2005; Zeidler & Keefer, 2003). Teachers play an important role in teaching socio-scientific issues and integrating various dimensions into students' decision-making processes (Chen & Xiao, 2020; Christenson et al., 2012). Science teachers' informal reasoning about biotechnological applications in the context of socio-scientific issues has a significant effect on developing students' scientific literacy and value-based decision-making skills (Alkaya, 2024). In this context, teachers' reasoning on socio-scientific issues will contribute to students' development as conscious and responsible individuals. The multidimensional structure of socio-scientific issues that requires reasoning processes and the role of teachers in this process make it important to analyze teachers' thinking and decision-making processes regarding socio-scientific issues, the types of reasoning in this process, and the factors that affect their reasoning (Prachagool et al., 2016; Romine et al., 2017; Sadler & Zeidler, 2005; Toktaş & Genç, 2023).

This research was conducted to examine science teachers' informal reasoning about biotechnological applications and the factors influencing their reasoning. The research was conducted using

phenomenology design. The study group was formed using an easily accessible sampling. The research was conducted with six science teachers who volunteered to participate and were knowledgeable about biotechnological applications. Data collected through interviews was analyzed using content analysis.

The Sadler and Zeidler (2005) model was used to determine the types of informal reasoning used by science teachers. In the study, the informal reasoning of science teachers was examined in three main dimensions: rational, emotional, and intuitive reasoning (Sadler & Zeidler, 2005). To analyze the factors affecting the reasoning of science teachers, the SEE-STEP (sociology/culture, environment, economy, science, technology, ethics/morality and politics) model, which Eş and Öztürk (2021) adapted from the SEE-SEP model developed by Chang Rundgren and Rundgren (2010), was taken as reference.

The study results indicated that participants supported biotechnological applications among socioscientific issues, citing their numerous advantages. According to the research findings, the majority of participants predominantly used rational reasoning in their decisions regarding the implementation of biotechnological research. Rational reasoning refers to individuals following a process based on logic, scientific data, and analytical thinking when solving problems. The research findings also indicate that participants also used emotional and intuitive reasoning when making decisions in support of biotechnological applications. Emotional reasoning reflects individuals' decision-making processes informed by empathy, personal experiences, and emotional connections. Intuitive reasoning, on the other hand, refers to individuals making decisions based on their feelings, particularly in unknown or uncertain situations. Emotional and intuitive reasoning was particularly prominent in matters addressing ethical and social values. Participants explained their opposing views on artificial womb studies, a biotechnological application, by using emotional and intuitive reasoning. The research findings indicate that science teachers use a combination of rational, emotional, and intuitive reasoning in their decision-making processes regarding biotechnological applications.

The research results reveal that the participating teachers go beyond simply conveying scientific knowledge; they are individuals who can approach problems multidimensionally and have developed argumentative thinking skills. In topics involving ethical, social, and scientific dimensions, such as biotechnology, it is highly valuable for critical scientific literacy that teachers not only defend technology but also develop arguments that consider potential risks, uncertainties, and ethical concerns (Zeidler et al., 2019). The National Science Curriculum also emphasizes that teachers should focus not only on scientific knowledge but also on ethical, social, economic, and environmental dimensions when conveying the multidimensional nature of socioscientific issues to students (MEB, 2024). Presley et al. (2013) also stated that evaluating the different dimensions of socioscientific issues in interaction with each other contributes to the development of critical thinking and scientific literacy, especially in the educational context. Different researchers also state that Science teachers/teacher candidates use rational reasoning patterns more when making decisions on socio-scientific issues, but emotional and intuitive reasoning patterns also have an important place (Atasoy; 2018; Demirhan & Orhan, 2024; Pehlivanlar, 2019).

The results of the analysis conducted within the framework of the SEE-STEP model indicated that sociological/cultural, environmental, scientific, technological, ethical, and political factors influenced science teachers' informal reasoning. An examination of science teachers' reasoning regarding the implementation of artificial wombs reveals that sociological/cultural and environmental values, scientific knowledge, and technological advancements are the combined influences behind their supportive attitudes. This suggests that teachers not only use scientifically based thinking when evaluating biotechnological innovations but also consider the social and environmental implications of these practices. The study determined that arguments against artificial wombs are shaped primarily within the framework of sociological and cultural norms, ethical concerns, moral principles, and

political factors. Most participants highlighted the potential moral and social problems this technology may pose, but stated that these risks could be mitigated with appropriate regulations and restrictions. These findings suggest that science teachers adopt a multidimensional perspective in their reasoning processes and develop a balancing approach when evaluating biotechnological applications. Literature data also show that in complex and multidimensional problems such as socio-scientific issues, individuals make decisions influenced by their scientific knowledge, daily life experiences, socio-cultural factors, value systems, understanding of social responsibility, economic concerns, environmental sensitivities and personal beliefs (Eř & Öztürk 2021; Friedrichsen & Sæleset; 2021; Pehlivanlar, 2019; Türköz & Öztürk, 2020).